



**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E**  
**SANITÁRIA**

**SIMULAÇÃO DA COBRANÇA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO**  
**RIO PARAÍBA-PB**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**JOSÉ AUGUSTO DE SOUZA**

**Campina Grande-PB**

**Março/2010**

**JOSÉ AUGUSTO DE SOUZA**

**SIMULAÇÃO DA COBRANÇA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO  
RIO PARAÍBA-PB**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, na área de Engenharia de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

**ORIENTAÇÃO: Prof.<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> MÁRCIA MARIA RIOS RIBEIRO**

**CO-ORIENTAÇÃO: Dr<sup>a</sup> ZÉDINA MARA DE CASTRO LUCENA VIEIRA**

**Campina Grande-PB**

**Março de 2010**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFPA

S729s

Souza, José Augusto.

Simulação da cobrança de água subterrânea na bacia do Rio Paraíba-PB / José Augusto de Souza. — Campina Grande, 2010.

94 f.: il. color

- Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadora: Profa. Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro.

1. Água Subterrânea. 2. Cobrança de água. 3. Bacia do Rio Paraíba. I. Título.

CDU 556.38(043)

JOSÉ AUGUSTO DE SOUZA

SIMULAÇÃO DA COBRANÇA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA BACIA DO  
RIO PARAÍBA-PB

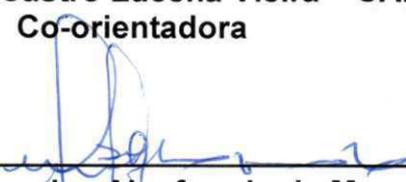
BANCA EXAMINADORA:



Dr<sup>a</sup>. Márcia Maria Rios Ribeiro - UFCG  
Orientadora



Dr<sup>a</sup>. Zédna Mara de Castro Lucena Vieira – CAPES/UFCG  
Co-orientadora



Dr<sup>a</sup>. Márcia Maria Guedes Alcoforado de Moraes - UFPE  
Examinadora Externa



Dr<sup>a</sup>. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos - UFCG  
Examinadora Interna

## **Dedicatória**

*Aos meus pais, Severino (in memorian) e Ana Maria, que são para mim o maior exemplo de honestidade e dignidade, ao amor da minha vida, Tainá, a Galgany, pelo companheirismo, ao irmão e minhas irmãs e a todos (as) amigos e amigas,*

**DEDICO**

## *Agradecimentos*

Muito obrigado é pouco para expressar minha gratidão à:

*Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, que através da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil e do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental que me acolheu de forma Ímpar nos dois anos de mestrado,*

*A Professora e minha orientadora Márcia Maria Rios Ribeiro, pela orientação, paciência, compreensão e confiança que depositou em mim,*

*A Zédna, minha co-orientadora, por todos seus ensinamentos e sua incomparável sabedoria, você é para mim um referencial,*

*Aos professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Área de Engenharia de Hidráulica da UFCG: Carlos de Oliveira Galvão, Eduardo Enéas de Figueiredo, Wilson Fadlo Curi, Vapapeyam S. Srinivasam, Annemarie König e Iana Alexandra, pela sabedoria e o exemplo de coerência, competência e ética,*

*Aos funcionários do Laboratório Hidráulica I, Alrezinha, Vera, Raulino, Lindimar, Haroldo, Ronaldo e Ismael, pelo apoio;*

*A minha turma de mestrado, Renato, Rodolfo, Heber, Samea, Wendel e especialmente a Marcondes com quem dividi tantas aflições e glórias,*

*A equipe do projeto ASUB-PB, Adriana, Camila, Paulo Medeiros, Renata, Daniel e modo bem particular a Dayse pelo carinho e atenção, bem como aos professores José do Patrocínio Albuquerque e Janiro Rêgo pela genialidade e sabedoria imensuráveis,*

*A CAGEPA, em especial a subgerência Comercial do Regional Borborema, cujo apoio e compreensão foram de fundamental importância para minha formação,*

*A Josete Barros, secretária do curso de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFCG, pela atenção,*

*Ao amigo Hugo Alcântara pelo incentivo e força,*

*A todos, muito obrigado.*

## RESUMO

A superexploração das águas subterrâneas tem sido apontada como um dos graves problemas ambientais no mundo atualmente. O fato é que esse tipo de água vem sendo utilizado em várias atividades humanas, como por exemplo, na agricultura. O perigo dessa ação está na permanência de velhos paradigmas sobre a participação dessas águas no ciclo hidrológico, os quais apresentam as águas subterrâneas dissociadas das superficiais, o que não pode ser concebível, uma vez que há uma íntima ligação entre elas, o que justifica a necessidade de uma gestão integrada, fundamentada nos conhecimentos hidrogeológicos das áreas onde esses tipos de água ocorrem simultaneamente, além da aplicação dos princípios e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97). Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo propor dois modelos (arrecadatório e econômico) para subsidiar a tomada de decisão na implantação do instrumento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos na bacia sedimentar costeira da Região Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Paraíba. Para atingir esses objetivos foram levantados dados hidrogeológicos, climáticos, socioeconômicos e de usos dos recursos hídricos de toda a área. Foram feitas análises comparativas dos resultados obtidos com os modelos arrecadatório e econômico, bem como a verificação de possíveis impactos da cobrança sobre os diversos usos.

**Palavras-chave:** Água subterrânea, Cobrança de água, Bacia do rio Paraíba.

## ABSTRACT

The overexploitation of groundwater has been identified as one of the serious environmental problems in the world today. The fact is that this type of water has been used in several human activities such as agriculture. The danger of this action is in the persistence of old paradigms about the participation of such water in the hydrological cycle, which have separated from the groundwater surface, which can not be conceivable, since there is a close link between them, which justifies the need for integrated management, based in the hydrogeological knowledge of the areas where these types of water occur simultaneously, in addition to applying the principles and instruments of National policy of water resources(Law 9.433/97). In that sense, this paper aims to propose two models (revenue collection and economic) to support decision making in the implementation of the instrument of charging for the use of groundwater resources in the coastal sedimentary basin Hydrographic Region of the Lower Course of the River Paraíba. To achieve these objectives data were collected hydrogeological, climatic, socioeconomic and uses of water resources throughout the area. Were made comparative analysis of results with revenue collection and economic models, as well as verification of possible impacts of charging on the various uses.

**Keywords:** Groundwater, Charging of water, Paraíba river basin,

## Sumário

1 - INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Contextualização dos recursos hídricos subterrâneos .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Organização da dissertação e etapas metodológicas .....	3
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1 Uso de água subterrânea no mundo .....	6
2.2 Gestão Ambiental e Economia .....	8
2.3 Aspectos legais da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil.....	14
2.4 Natureza Jurídica da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos.....	16
2.5 Aspectos gerais da cobrança de água subterrânea.....	16
2.6 Valoração econômica: objetivos e métodos .....	17
3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	30
3.1 Zonas de gerenciamento na área de estudo.....	32
3.2 Aspectos Legais da Cobrança no Estado da Paraíba .....	36
3.3 Fatores socioeconômicos dos municípios da área de estudo.....	37
3.4 Identificação dos usuários e volumes outorgados por tipos de usos .....	41
3.5 Programas de investimentos do PERH para águas subterrâneas .....	42
4 – MODELO ARRECADATÓRIO PROPOSTO .....	44
4.1 Definição dos modelos de cobrança.....	44
4.2 Coeficientes de Ponderação .....	45
5 - MODELO ECONÔMICO.....	52
5.1 Metodologia do Preço Ótimo.....	52
5.2 Definição do preço reserva para água subterrânea na área de estudo. ....	52
5.3 Determinação das demandas “tudo ou nada” e ordinária.....	60
5.4 Elasticidade-preço da demanda .....	62
5.5 Custo Operacional Médio (CMe).....	63
5.6 Custo Total de Gerenciamento (C) .....	63
5.7 Custo Marginal de Racionamento da Água (CMg*) .....	64
5.8 Definição dos Preços Ótimos.....	66
6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	68
6.1 Análise Comparativa dos Resultados dos Modelos.....	68
6.2 Conclusões e Recomendações.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
APÊNDICE 1 .....	97
APÊNDICE 2 .....	102
APÊNDICE 3 .....	105
APÊNDICE 4 .....	108
ANEXO 1.....	110
ANEXO 2.....	115
ANEXO 3.....	119

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Encadeamento das etapas metodológicas.....	5
<b>Figura 2</b>	Evolução do uso de água subterrânea no setor agrícola na Índia..	6
<b>Figura 3</b>	Modelo de balanço de materiais.....	9
<b>Figura 4</b>	Representação gráfica do equilíbrio no mercado de um bem econômico.....	13
<b>Figura 5</b>	Ilustração das funções de demanda “tudo ou nada” e ordinária....	21
<b>Figura 6</b>	Curva da elasticidade-preço da demanda.....	25
<b>Figura 7</b>	Benefícios totais x custo totais.....	26
<b>Figura 8</b>	Comparação entre os custos e o valor da água.....	27
<b>Figura 9</b>	Área da bacia sedimentar costeira do Baixo Curso do Rio Paraíba.....	28
<b>Figura 10</b>	Porção da bacia sedimentar costeira do Baixo Curso do Rio Paraíba.....	29
<b>Figura 11</b>	Mapa dos Municípios que compõem a área de estudo.....	31
<b>Figura 12</b>	Mapa de zoneamento da área de estudo.....	34
<b>Figura 13</b>	Balanço hídrico – João Pessoa – 1994 a 2008.....	44
<b>Figura 14</b>	Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano – João Pessoa – 1994 a 2008.....	45
<b>Figura 15</b>	Planilha de cálculo do preço da água de poço – abastecimento humano na bacia do baixo curso do rio Paraíba.....	52
<b>Figura 16</b>	Cálculo do preço da água de poço para o setor industrial.....	55
<b>Figura 17</b>	Comparação dos Preços de Reserva, de Demanda, Ótimos e do CERH.....	67

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Exploração de água subterrânea na UE e na Rússia comparada com outros recursos naturais .....	7
<b>Tabela 2</b>	Custos Fixos do modelo Simulação-Otimização (S/O).....	17
<b>Tabela 3</b>	Planilha do Sistema de Cadastro de Usuários da AESA – PB.....	39
<b>Tabela 4</b>	Resumo da classificação dos usuários de água subterrânea.....	40
<b>Tabela 5</b>	Resumo dos programas e investimentos atualizados para a área de estudo.....	41
<b>Tabela 6</b>	Valores anuais de investimentos e de custos de operação e manutenção.....	41
<b>Tabela 7</b>	Resultado do Balanço Hídrico para João Pessoa Período– 1994 a 2008.....	44
<b>Tabela 8</b>	Valores do Coeficiente de Enquadramento.....	47
<b>Tabela 9</b>	Coeficiente de Disponibilidade do Aquífero.....	49
<b>Tabela 10</b>	Alternativas de abastecimento de água, por tipo de uso.....	50
<b>Tabela 11</b>	Cálculo do custo de um poço para abastecimento humano...	51
<b>Tabela 12</b>	Calculo do preço reserva –alternativa mais barata – Uso Humano.....	52
<b>Tabela 13</b>	Cálculo do valor da água no carro-pipa (R\$/m <sup>3</sup> ).....	53
<b>Tabela 14</b>	Cálculo do preço reserva (alternativa mais cara).....	54
<b>Tabela 15</b>	Custo de investimento de um poço para abastecimento industrial.....	54

<b>Tabela 16</b>	Cálculo do preço de reserva – alternativa mais barata – Uso Industrial.....	56
<b>Tabela 17</b>	Cálculo do preço reserva –alternativa mais cara – Uso Industrial.....	56
<b>Tabela 18</b>	Cálculo do preço reserva – primeira alternativa – Uso na Irrigação.....	57
<b>Tabela 19</b>	Calculo do preço reserva – segunda alternativa – Uso na Irrigação.....	57
<b>Tabela 20</b>	Valores das demandas e dos preços da água dentro e fora do racionamento.....	63
<b>Tabela 21</b>	Resumo das demandas e dos custos de água.....	64
<b>Tabela 22</b>	Preços ótimos da água por modalidade de uso.....	65
<b>Tabela 23</b>	Comparação dos preços ótimos obtidos para as bacias hidrográficas dos rios: e Paraíba-PB, Pirapama-PE e Vaza-Barris-SE/BA.....	67
<b>Tabela 24</b>	Valor da arrecadação com a implantação do modelo arrecadatório básico.....	68
<b>Tabela 25</b>	Valor da arrecadação com a implantação do modelo arrecadatório proposto.....	68
<b>Tabela 26</b>	Valor da arrecadação com a implantação do modelo econômico e coeficiente de ponderação unitário.....	69
<b>Tabela 27</b>	Valor da arrecadação com a implantação do modelo econômico, considerando os coeficientes de ponderação do modelo arrecadatório proposto.....	69
<b>Tabela 28</b>	Resumo da arrecadação passível de ser auferida usando os modelos arrecadatórios: básico e proposto.....	70
<b>Tabela 29</b>	Impactos do valor cobrança na conta de água da CAGEPA no setor residencial.....	71

<b>Tabela 30</b> Impactos da valor cobrança na conta de água da CAGEPA nos setores: comercial, industrial e público.....	72
<b>Tabela 31</b> Impactos da cobrança (modelos arrecadatórios) na renda familiar, considerando a estrutura tarifária da CAGEPA.....	73
<b>Tabela 32</b> Impactos da cobrança (modelos arrecadatórios) na renda familiar, considerando o percentual do IGP-M de dezembro de 2009.....	74
<b>Tabela 33</b> Impacto da cobrança sobre a produção de cana-de-açúcar.....	75
<b>Tabela 34</b> Impacto da cobrança sobre a produção de cana-de-açúcar considerando a sazonalidade. ....	76
<b>Tabela 35</b> Impacto da cobrança sobre a produção de abacaxi, considerando o coeficiente unitário de ponderação.....	76
<b>Tabela 36</b> Impacto da cobrança sobre a produção de abacaxi, considerando o coeficiente de sazonalidade (período chuvoso e período seco).....	77

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> Resumo dos valores dos preços reservas, das demandas e coeficientes da demanda “Tudo ou Nada” .....	60
<b>Quadro 2</b> Funções de demanda e elasticidade preço da demanda por água subterrânea.....	61

## **SIGLAS**

**AESA** – Agência Estadual de Gestão das águas do Estado da Paraíba

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**ASPLAN** - Associação de Plantadores de Cana da Paraíba.

**ASUP-PB** - Projeto de Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas no Estado da Paraíba

**BH** – Balanço Hídrico

**CAGEPA** – Companhia de Água e Esgoto da Paraíba

**CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CBH-PB** – Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba

**CBH-LN** - Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte

**CBH-LS** - Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul

**C&C** – Comando e Controle

**CERH-PB** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba

**CNRH** - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente

**ETP** - Evapotranspiração Potencial

**FIEP** – Federação das Indústrias do Estado da Paraíba

**HIDROWEB** - Sistema de Informações Hidrológicas

**IBGE** - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IAD** – Índice de Ativação da Disponibilidade

**IDH** - Índice de Desenvolvimento Humano

**IGP-M** - Índice Geral de Preços do Mercado

**IRs** – Instrumentos Regulatórios

**IEs** – Instrumentos Econômicos

**MAC** - Método de Avaliação Contingente

**P** – Precipitação Pluviométrica

**PERH-PB** – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba

**PIB** - Produto Interno Bruto

**PNRH** - Política Nacional de Recursos Hídricos

**PNUD** - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

**PPP** – Princípio Poluidor Pagador

**PUP** – Princípio Usuário Pagador

**SABESP** – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

**SINGREH** - Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

**S/O** - Modelo de Simulação e Otimização

**UFCG** – Universidade Federal de Campina Grande

**UFPE** – Universidade Federal de Pernambuco

**UNESCO** - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

***CAPÍTULO 1***  
***INTRODUÇÃO***

---

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização dos recursos hídricos subterrâneos

É irrefutável a participação que os recursos hídricos subterrâneos tem como parte do ciclo hidrológico, particularmente com uma ligação íntima ao sistema superficial, que traduz a função de regularização e preservação que estes recursos exercem sobre os ecossistemas ambientais, o que o torna um recurso renovável. (ALBUQUERQUE, 2004). Da mesma forma, os recursos hídricos subterrâneos representam o maior reservatório de água doce do planeta, responsável pelo atendimento das crescentes demandas do uso humano – nos países da União Européia cerca de 80% da população dependem da água subterrânea para seu abastecimento; além disso, recentemente, os referidos recursos estão sendo utilizados em atividades do setor industrial (para arrefecimento, por exemplo) e na agricultura. (EUROPEAN COMMUNITIES, 2008). Contudo, há um risco proeminente de superexploração das águas subterrâneas, causado pelo crescimento do número de poços que são abertos diariamente, sobretudo em grandes centros urbanos, em decorrência, muitas vezes, da precariedade dos sistemas de abastecimento.

Nos últimos 25 anos foram perfurados, cerca de 12 milhões de poços/ano no mundo. Nos Estados Unidos, são perfurados entre 800 e 900 mil poços/ano, tendo sido triplicado o uso para irrigação, chegando a atender 45% do total de terras irrigadas. Na Índia, só nas décadas de 60 e 70 do século passado, foram irrigados cerca de 31 milhões de hectares usando água subterrânea, e esse número tem aumentado significativamente na década atual. Em alguns países, mais da metade do total de terras irrigadas são abastecidas com água de origem subterrânea, a exemplo do Irã, com 58%, e da Argélia, com 67%, enquanto a Líbia depende exclusivamente desta fonte hídrica para irrigação (ABAS, 2001 *apud* FREIRE, 2002; GANDHI; NAMBOODIRI, 2009).

No Brasil, segundo Freire (2002), são perfurados entre 8.000 e 10.000 poços por ano, sendo a grande maioria para o abastecimento de indústrias. Nas últimas décadas a procura para o abastecimento público no país tem aumentado, sendo o Estado de São Paulo o seu maior usuário, tendo cerca de 65% dos seus núcleos urbanos e 90% das suas indústrias abastecidos total ou parcialmente por poços. Por exemplo, a cidade de Ribeirão Preto/SP é totalmente abastecida por água subterrânea.

No novo modelo de gestão dos recursos hídricos, a exploração das águas subterrâneas não deve ser dissociada do aproveitamento das águas de superfície, devendo-se considerar ambas no contexto da bacia hidrográfica, a unidade de planejamento e de avaliação natural, ideal e legal destes recursos (ALBUQUERQUE, 2004).

No mundo inteiro, verifica-se a tendência da adoção de instrumentos corretivos para incentivar a racionalização do uso dos recursos hídricos, conforme pode ser depreendido dos trabalhos de CEPA (1997), Seroa da Motta et al. (1998), Pompeu (2000), Mohapatra e Mitchell (2009), entre outros.

No Brasil, a Lei 9.433/97 estabelece a cobrança pelo uso de recursos hídricos como instrumento da política nacional de recursos hídricos. A exemplo do que ocorre em nível mundial, nota-se uma maior predominância de estudos e experiências relacionados à cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais, com ênfase à utilização de modelos de cobrança arrecadatórios (ou *ad hoc*, que consistem no rateio dos custos totais de gerenciamento entre os usuários da unidade de gestão), embora algumas metodologias econômicas venham sendo sugeridas por vários autores (CARRERA-FERNANDEZ; GARRIDO, 2000; DAMÁSIO, 2004; UFSM/UFCG, 2008; entre outros).

Tendo em vista o exposto, este trabalho apresenta um estudo relativo à cobrança de água subterrânea, adotando como área de estudo a bacia sedimentar costeira da Região do Baixo Curso do Rio Paraíba, e tem os objetivos geral e específicos discriminados a seguir.

## **1.2 Objetivos**

### *Geral*

Subsidiar a tomada de decisão para a implantação do instrumento da cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos na bacia sedimentar costeira da Região Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Paraíba.

### *Específicos*

- Caracterizar a área definida para estudo – Bacia Sedimentar Costeira do Baixo Curso do Rio Paraíba – identificando disponibilidades e usos dos recursos hídricos subterrâneos, além dos aspectos socioeconômicos, institucionais e legais relacionados a tais recursos;
- Propor e obter coeficientes de ponderação para proposição de um modelo arrecadatório de cobrança passível de implantação na área de estudo definida;
- Propor modelo econômico de cobrança pela água subterrânea passível de aplicação na área de estudo;
- Simular os modelos arrecadatório e econômico de cobrança pelo uso de água subterrânea, de forma a sugerir preços que possam subsidiar o sistema de gerenciamento de Recursos Hídricos da Paraíba;
- Calcular os impactos da implantação da cobrança sobre a tarifa de água atual, sobre a renda familiar, bem como sobre algumas atividades agrícolas na área de estudo.

### **1.3 Organização da dissertação e etapas metodológicas**

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, incluindo esta Introdução (Capítulo 1), e a Revisão Bibliográfica (Capítulo 2, onde são considerados os aspectos da Economia na gestão ambiental e nos recursos hídricos, com ênfase para a adoção de instrumentos econômicos – em especial a cobrança pelo uso de recursos hídricos conforme disciplinada na Política Nacional de Recursos Hídricos – e as métodos de precificação da água), além dos capítulos a seguir relacionados, os quais se constituem nas etapas metodológicas desta dissertação:

- Capítulo 3: *Caracterização da Área de Estudo*, onde são descritas as principais características hidrogeológicas da bacia sedimentar costeira da Região Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Paraíba, bem como a sua disposição geográfica e demais fatores físicos; *Aspectos Legais da Cobrança* – em que é feita uma verificação da base legal existente no Estado da Paraíba, referente à política de recursos hídricos, com ênfase para os dispositivos legais relativos à cobrança pelo uso de recursos hídricos; *Dados Socioeconômicos* – onde são identificadas as

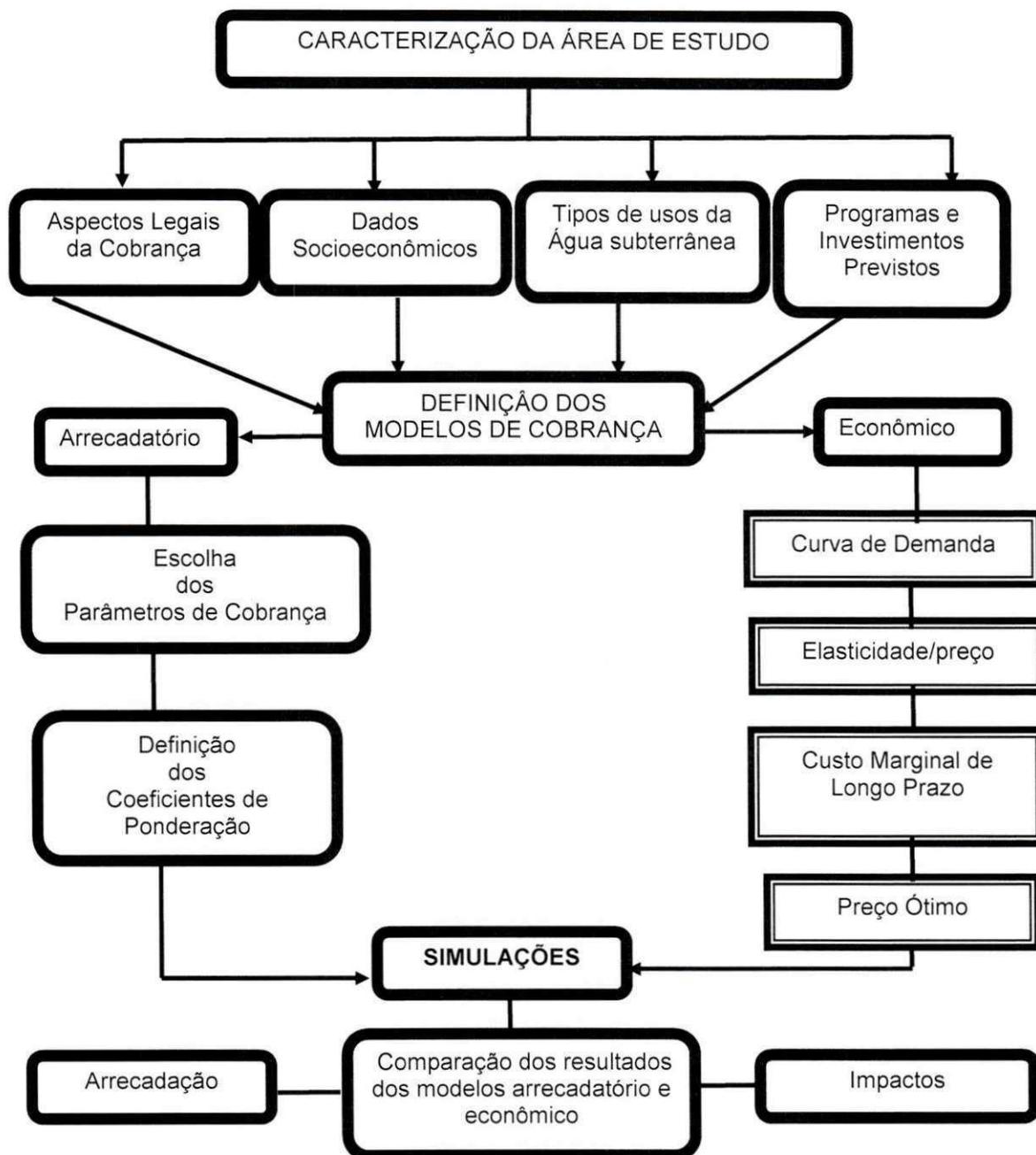
principais características sociais e econômicas dos municípios que compõem a área de estudo; *Tipos de Usos da Água Subterrânea* – na qual, mediante dados do Cadastro de Outorgas do órgão gestor estadual (AESAs), são identificados os usos de água subterrânea considerados mais expressivos na área de estudo; *Programas e Investimentos* – baseada no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), objetiva a identificação dos principais programas e investimentos propostos para a área de estudo, vinculados ao instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos subterrâneos;

- Capítulo 4: Desenvolvimento do modelo arrecadatório de cobrança pelo uso de água subterrânea, sendo descritas as seguintes etapas: (a) escolha dos parâmetros de cobrança; (b) definição dos coeficientes de ponderação; (c) simulações do modelo proposto, considerando situações diversas; (d) definição da receita auferida em cada simulação efetuada; (e) avaliação dos impactos da cobrança na renda familiar (no uso de abastecimento urbano de água) e nos custos de produção (no uso de irrigação);

- Capítulo 5: Modelo econômico de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, constituindo-se na aplicação da metodologia de preços ótimos (CARRERA-FERNANDEZ, 2000), sendo calculados os preços ótimos para os usos de abastecimento humano, industrial e irrigação, além da arrecadação passível de ser auferida e dos impactos da cobrança sobre os usos de abastecimento humano e irrigação;

- Capítulo 6: Análise comparativa dos resultados obtidos com os modelos arrecadatório e econômico, em termos de precificação da água e dos impactos da cobrança sobre os diversos usos, sendo apresentadas as conclusões gerais da dissertação e recomendações sugeridas ao órgão gestor de recursos hídricos, bem como aquelas relativas ao necessário aprofundamento da pesquisa realizada.

A Figura 1 ilustra o encadeamento das etapas metodológicas.



Fonte: Elaborado pelo autor  
**Figura 1** Encadeamento das etapas metodológicas.

***CAPÍTULO 2***  
***REVISÃO BIBLIOGRÁFICA***

---

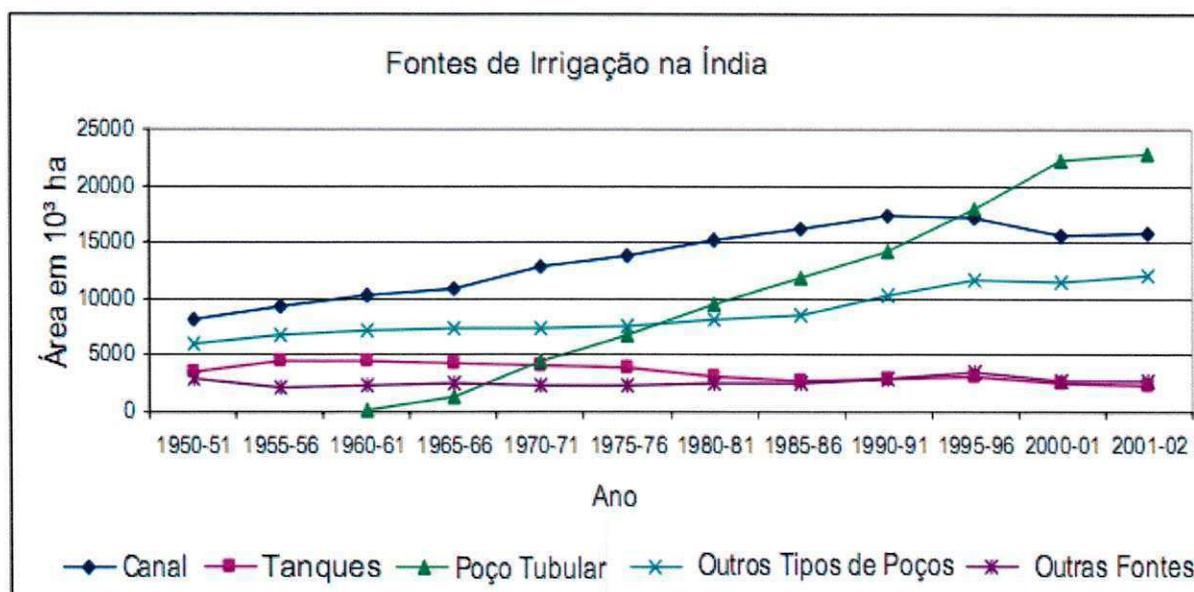
## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Uso de água subterrânea no mundo

A utilização de água subterrânea nas mais variadas atividades humanas vem crescendo em vários locais do mundo, com ênfase não apenas para abastecimento humano e dessedentação de animais, mas, sobretudo, nas atividades agrícolas. Duas justificativas podem ser dadas para explicar esse fato: a primeira, relacionada à disponibilidade desses recursos ser maior que a dos recursos superficiais; a segunda, referente ao grande avanço tecnológico nos processos de captação das águas subterrâneas.

Nos Estados Unidos, só no início da década de 90 do século passado, houve um aumento em 25% na quantidade de poços abertos na região dos Grandes Lagos, fronteira com o Canadá. Os usos de maior expressão são: a indústria e a irrigação, as quais vem se consolidando na região, graças ao uso das águas subterrâneas (MOHAPATRA; MITCHELL, 2008).

Na Índia, o uso de água subterrânea na irrigação tem crescido descontroladamente nos últimos anos. Por outro lado, as políticas governamentais de proteção ao referido recurso não tem acompanhado o crescimento de sua exploração (GANDHI; NAMBOODIRI, 2009).



Fonte: Adaptado de Gandhi; Namboodiri, 2009.

**Figura 2** Evolução do uso de água subterrânea no setor agrícola na Índia.

Em alguns países da União Européia, assim como na Rússia, 80% da água potável são retirados do subsolo, de modo que a água subterrânea se constitui na maior e mais segura fonte de abastecimento hídrico naqueles países e vem se tornando o recurso natural mais explorado, comparado a outros recursos (PLANET EARTH, 2009), como mostrado na Tabela 1. Também em outras regiões, como o Oriente Médio (onde é um dos principais motivos de guerras e conflitos entre Israelenses e Palestinos, por exemplo), a África, a Ásia e a América do Norte, é crescente o uso da água subterrânea, principalmente nas atividades agrícolas.

**Tabela 1** Exploração de água subterrânea comparada com outros recursos naturais na União Européia e na Rússia.

<b>Exploração de água subterrânea na UE e na Rússia comparada com outros recursos naturais</b>		
<b>Recurso</b>	<b>Produção anual (milhões de toneladas)</b>	<b>Valor total (milhões de €)*</b>
<b>Água subterrânea (geral)</b>	> 600 000	**300 000
<b>Areia e gravilha</b>	18 000	90 000
<b>Hulha e antracite</b>	3 640	101 900
<b>Petróleo</b>	3 560	812 300
<b>Linhite</b>	882	12 300
<b>Ferro</b>	662	16 400
<b>Sal-gema</b>	213	4 500
<b>Gesso</b>	105	1 500
<b>Águas minerais e de mesa</b>	89	22 000
<b>Fosfatos</b>	44	3 000

\* Valor para o ano de 2001

\*\* a um preço médio de 0.5€ por m<sup>3</sup>. Os preços na Europa oscilam entre os 0.8 a 1.4€ por m<sup>3</sup>.

Fonte: Adaptado de PLANET EARTH, 2009.

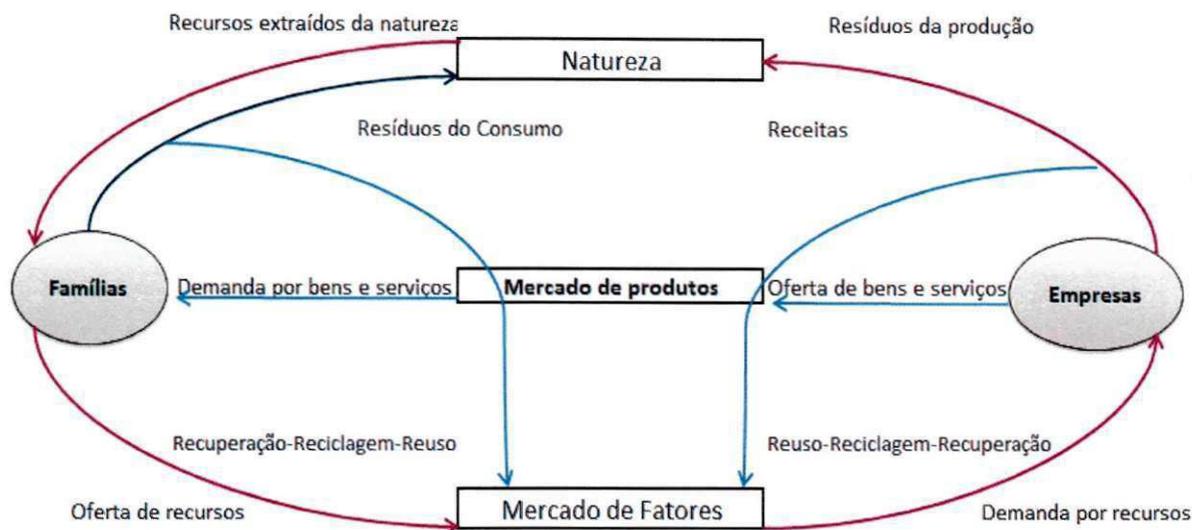
Embora o uso das águas subterrâneas seja um fenômeno que ocorre em escala mundial, de forma geral, todos os países se ressentem das falhas na elaboração de políticas de gestão desses recursos, as quais devem estar de acordo com os princípios da gestão ambiental, de modo que possa haver uma exploração racional, que garanta a sustentabilidade e respeite as peculiaridades dessas águas no ciclo hidrológico.

## 2.2 Gestão Ambiental e Economia

O maior desafio enfrentado pela geração atual é proteger e preservar os recursos naturais, garantir a sustentabilidade e promover o desenvolvimento econômico. Dessa forma a gestão ambiental tem aparecido no cenário mundial como principal elemento capaz de estabelecer uma relação de equidade entre o homem e a natureza. Nesse sentido, estando o meio ambiente ameaçado, na sua posição de fornecedor de matéria prima para atender o elevado consumo de bens e serviços, pelo crescimento da população mundial e pela teoria econômica de produção e consumo (sistema capitalista), é que se percebe a necessidade de buscar nas várias vertentes da sociedade (as ciências, por exemplo) meios para uma utilização mais racional e eficiente dos recursos naturais.

A busca incessante por um ambiente que garanta a sustentabilidade das gerações atual e futuras faz com que a gestão ambiental seja fundamentada a partir da interrelação entre os meios proliferadores do conhecimento, ou seja, unidos através da interdisciplinaridade, na busca de soluções eficazes para os problemas gerados ao meio ambiente. Desta forma, as várias vertentes científicas, como as engenharias, as geociências, as ciências sociais e especialmente a **Economia**, com suas teorias e práticas, tem sido um dos principais agentes de respostas e de possíveis soluções para esses problemas.

Segundo Thomas e Callan (2009) a relação explícita entre a atividade econômica e o meio natural pode ser ilustrada pelo modelo de balanço de materiais, o qual engloba as conexões entre os fluxos reais e monetários da atividade econômica por meio dos mercados de fatores e produtos, conforme ilustrado na Figura 3.



Fonte: Adaptado de Thomas e Callan 2009.

**Figura 3** – Modelo de balanço de materiais.

Esse modelo descreve como a atividade econômica explora o estoque de recursos naturais do planeta, como solo, água, etc., com ênfase no fluxo de matérias-primas que ingressam no sistema econômico e retornam à natureza na condição de resíduos. Como é sabido, esses resíduos podem ser encontrados na forma gasosa (por exemplo, a emissão de CO<sub>2</sub>), líquida (por exemplo, efluentes descartados das atividades industriais) e sólida (por exemplo, o lixo urbano), e representam um risco à saúde dos ecossistemas. Alguns são absorvidos pela natureza através da sua capacidade de assimilação e logo são devolvidos ao seu estado natural, mas a grande maioria leva um intervalo de tempo muito grande para ser assimilada, o que pode resultar na degradação de muitos elementos naturais. O que o modelo de balanço de materiais mostra é que todos os recursos extraídos do meio ambiente, inevitavelmente, retornarão em forma de resíduos (THOMAS; CALLAN, 2009).

Esses mesmos autores apresentam como fundamentação desse modelo a Primeira Lei Natural da Termodinâmica, a qual afirma que matéria e energia não podem ser criadas e nem destruídas (e sim modificadas). A aplicação desta premissa ao balanço de materiais implica em que, em longo prazo, o fluxo de materiais e energia extraídos da natureza, em forma de consumo e produção, deve ser igual ao fluxo de resíduos gerados que vão destas atividades de volta para o ecossistema. Com o intuito de orientar essas intervenções antrópicas ao meio

ambiente é que, a partir de meados do século passado, começou-se a enfatizar a gestão ambiental.

Lanna (2000) conceitua gestão ambiental como sendo a articulação das ações dos diferentes agentes sociais, que interagem em um dado espaço, com vistas a garantir a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais econômicos e socioculturais - às especificidades do meio ambiente, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, objetivando o controle do uso, a proteção e conservação do meio ambiente, de modo a promover um desenvolvimento sustentável. Ou seja, o conjunto dessas ações compõe a política de gestão ambiental.

Diante do exposto, as políticas ambientais que vem sendo adotadas pelas nações e por organismos diversos, procuram fazer com que o meio ambiente seja utilizado da forma mais equilibrada possível. Para isto, diversos princípios e instrumentos de política ambiental tem sido paulatinamente adotados/desenvolvidos, como forma de incentivar o uso sustentável dos recursos naturais. Dentre estes princípios e instrumentos destacam-se o Princípio Poluidor-Pagador (PPP) e Princípio Usuário-Pagador (PUP) – cuja idéia central é a internalização dos custos (externos) gerados pelas atividades de produção de bens e/ou serviços que causam danos diretos ao meio ambiente – e instrumentos regulatórios (IRs) e econômicos (IEs), que buscam induzir ou forçar os usuários e demais agentes econômicos a adotarem posturas e procedimentos menos agressivos ao meio ambiente, ou seja, reduzir a quantidade de poluentes lançados no ambiente e minimizar a depleção dos recursos naturais (OECD, 1994; LUSTOSA et. al., 2003).

Os instrumentos regulatórios (ou de comando e controle, ou jurídicos) não diferenciam espacialmente os usuários, impondo a estes o uso dos recursos dentro de padrões predeterminados, sem considerar os custos totais de produção. A característica principal dos instrumentos de comando e controle (C&C) é se basearem na legislação para impor aos usuários os padrões a serem seguidos, sujeitando-os a penalidades e punições nos casos de não cumprimento das normas (OECD, 1994; LEAL, 1997;). Entre esses instrumentos, podem ser destacados: os padrões de emissões, o licenciamento de uso, etc. (LUSTOSA et. al., 2003). Um exemplo da aplicação desse tipo de instrumento são as chamadas outorgas pelo uso de determinados recursos, que são um instrumento jurídico pelo qual o poder

público, entendido como o órgão que possui a devida competência legal, confere ao administrado a possibilidade de usar privativamente o recurso (GRANZIERA, 2003).

Os Instrumentos Econômicos (IEs), também chamados de instrumentos de custo-benefício, baseiam-se em princípios da Economia e visam à racionalização dos usos, mas de forma a reduzir os impactos finais sobre os custos de produção (LEAL, 1997). Estes instrumentos abrangem uma ampla gama de mecanismos possíveis, orientados para o mercado, podendo se apresentar na forma de precificações através de taxas, impostos e/ou cobrança pelo uso ou degradação de um recurso, etc. (SEROA DA MOTTA, 2000). Em uma abordagem de mercado pode-se afirmar que os IE's possuem as seguintes características: **(a)** fazem uso de preços ou outras variáveis econômicas para prover receitas, de modo que os poluidores reduzam as emissões nocivas; **(b)** permitem às empresas e consumidores ajustes do comportamento a mudanças resultantes; **(c)** levam a soluções com menores custos. A utilização desses instrumentos, no entanto, não deve representar a substituição dos C&C, mas uma complementação destes, de modo a aumentar a eficácia da gestão.

Uma das objeções mais comuns ao uso de IEs para o controle ambiental é a afirmação de que os mesmos acarretam perdas de competitividade, o que pode vir a prejudicar os efeitos gerais da política ambiental adotada. Outro ponto de deturpação é o entendimento dos IEs como mais um imposto implantado pelo governo, em qualquer esfera, projetados simplesmente para a geração de renda.

Para Almeida (1997), não há dúvida de que a teoria econômica que oferece um suporte imediato para a discussão de instrumentos de política ambiental é a microeconomia neoclássica, especificamente seu conceito de externalidades<sup>1</sup>. Neste contexto, fica patente a necessidade de instrumentos que internalizem os custos externos do uso dos recursos naturais, restando a dificuldade de definição do tipo de instrumento econômico a ser adotado (PEREIRA, 1999).

Em se tratando de um recurso natural, essas dificuldades se tornam ainda maiores pela inexistência de mercados economicamente fundamentados, e por

---

<sup>1</sup> Quando um consumidor se preocupa diretamente com a produção ou consumo de outro consumidor (VARIAN, 1997).

Um efeito de propagação associado a produção ou consumo que se estende a um terceiro, fora do mercado (THOMAS; CALLAN, 2009).

estes constituir uma modalidade de *bem* bastante complexa de estabelecer um mercado, como é o caso dos bens públicos.

Segundo Varian (1997) o conceito de *bem público* se remete a um tipo particular de externalidade de consumo, no qual um determinado bem é consumido por um grupo de indivíduos (coletivo), sendo cada indivíduo submetido a consumir a mesma quantidade do bem. No entanto, as soluções de mercado que são apontadas pela Economia não são funcionais para a alocação de um bem público, pelo fato deste envolver um número muito grande de agentes que possuem características econômicas diferentes, e que segundo a principal premissa de *bem público* tem que consumir a mesma quantidade.

De modo geral os economistas costumam diferenciar bens públicos dos privados segundo algumas características peculiares de cada um, que não estão ligadas aos mesmos ser fornecidos por uma entidade pública ou privada. De acordo com Thomas e Callan (2009) um bem público é aquele que possui as seguintes características: é não-rival<sup>2</sup> no consumo e seus benefícios são não-excludentes<sup>3</sup> (ou não exclusivos), por outro lado, um bem privado é aquele que se caracteriza por ser rival e excludente.

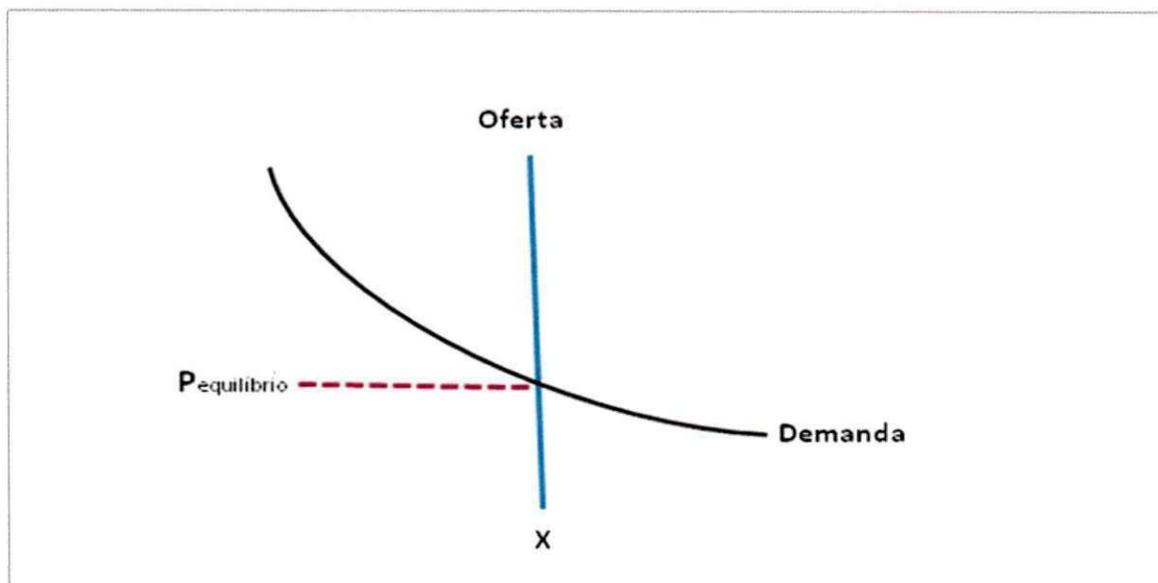
Em se tratando da valoração econômica de um determinado bem, faz-se necessário introduzir alguns dos conceitos básicos da Economia: O primeiro conceito é o de *demand* que de modo geral, relaciona a quantidade demandada aos preços, e em muitos casos, da distribuição de renda, de modo que, quanto maior for o preço do bem em uso, menor será a quantidade demandada; na medida em que os preços vão caindo, mais pessoas estarão aptas a adquirir o bem, o que reflete num aumento da demanda. O segundo conceito é o de *oferta*, o qual se remete à quantidade do bem que está disponível ao mercado para qualquer que seja o preço cobrado. Sob circunstâncias normais, a relação entre quantidade demandada e preço é inversamente proporcional, o que é conhecida como Lei da Demanda. (VARIAN, 1997; THOMAS; CALLAN, 2009).

De acordo com Varian (1997) estes conceitos econômicos, são estruturados a partir de dois princípios: (a) o *princípio da otimização* – no qual as pessoas buscam

<sup>2</sup> Não-rival – característica de benefícios indivisíveis no consumo, de tal forma que o consumo de uma pessoa não impede o da outra. (THOMAS; CALLAN, 2009).

<sup>3</sup> Não-excludentes - característica que torna impossível impedir que outros compartilhem dos benefícios do consumo. (THOMAS; CALLAN, 2009).

escolher um melhor padrão de consumo segundo suas posses; (b) o *princípio de equilíbrio* – no qual os preços são ajustados até que o total da demanda seja igual ao da oferta, conforme mostra Figura 4



Fonte: Adaptada de Varian (1994)

**Figura 4** Representação gráfica do equilíbrio no mercado de um bem econômico

Analisando de forma mais profunda a Figura 4, considerando possíveis variações de **P**, pode-se ter as seguintes situações:

I – Para um  $P < P_{\text{equilíbrio}}$ , a demanda é maior que a oferta, logo há um número maior de interessados em adquirir o bem. Dessa forma, o resultado final pode ser uma situação de escassez do produto, o que tende a elevar o preço, induzindo ao equilíbrio;

II – Para um  $P > P_{\text{equilíbrio}}$ , há um número bem menor de interessados, o que se reflete em uma maior oferta, ocasionando a redução do preço para atrair mais usuários. Nesse sentido, o preço de equilíbrio num mercado funcionando perfeitamente igual, sem falhas, traduz o valor que a sociedade atribui ao bem, o qual equivale ao valor do custo de sua produção.

Do ponto de vista econômico, tem-se que levar em consideração que a intervenção humana nos recursos naturais gera resíduos (poluição em várias modalidades) que podem danificar a natureza. Desse modo, as premissas de mercado perfeito do modelo econômico clássico, passam a ser distorcidas por aquilo que é chamado de falha de mercado causada por problemas ambientais.

Segundo Thomas e Callan (2009) a partir de uma perspectiva econômica, os problemas ambientais persistem porque implicitamente essas premissas de

mercado perfeito são violadas e os mecanismos de incentivo que normalmente proporcionam uma solução eficiente são incapazes de operar, e o governo sente-se obrigado a intervir. Mas se as falhas forem identificadas, uma boa política ambiental auxiliada por um eficiente sistema de formação de preços será capaz de restaurar o mercado. Enfim, a grande dificuldade em se estabelecer critérios econômicos para o uso dos recursos naturais inclui: a concorrência imperfeita, informações imperfeitas, bens públicos e externalidades.

No caso brasileiro, a Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – propondo uma gestão descentralizada e participativa, que visa obtenção da sustentabilidade hídrica e a garantia aos usos múltiplos da água –, estabelece, como instrumento econômico desta política, a cobrança pelo uso de recursos hídricos (art. 5º, IV).

Formiga-Johnsson et.al. (2006) e Vieira (2008) consideram que tal modelo condiz com a retomada do processo democrático no país, e que o princípio da água como “recurso natural limitado, dotado de valor econômico”, em que se baseia a PNRH, implica na necessidade de reformulação da percepção, tradicional na população brasileira, da água como um bem livre.

De acordo com Kemper et. al. (2003), as considerações de ordem econômica são importantes, tanto na gestão das águas superficiais, quanto na das águas subterrâneas, pois ajudam no processo de tomada de decisão, promovendo a utilização mais eficiente dos recursos hídricos, sobretudo em situações de escassez, tanto quantitativa quanto qualitativa. Desta forma, a utilização de IEs para o gerenciamento dos recursos hídricos pode fornecer incentivos muito poderosos para alcançar objetivos quali-quantitativos e pode levar à obtenção de inúmeras vantagens ambientais, podendo ser citadas: a criação de mercados, que incentiva as mudanças de tecnologias para o controle de poluição, e a precificação dos recursos, que induz o seu uso racional (CEPA, 1997).

### **2.3 Aspectos legais da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil**

A cobrança pelo uso da água no Brasil tem como marco inicial o Código Civil de 1916, o qual estabelece o uso comum dos bens públicos, gratuito ou retribuído, conforme as leis da União, dos Estados ou Municípios, a cuja

administração pertencerem. Mais tarde em 1934, o Código de Águas ratificou essa idéia em seu artigo 36, parágrafo 2º.

Da mesma forma, outros entes legais trataram diretamente do instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos em diferentes usos, como é o caso da Lei 6.662/79, que institui a Política Nacional de Irrigação, definindo tarifações pelo uso dos recursos hídricos na atividade agrícola, e da Lei 6.938/81, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, entre outros.

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, as águas passaram a ser consideradas um recurso econômico de importância fundamental para o desenvolvimento do país. A referida Constituição determinou em seu artigo 21, inciso XIX, que a União iria criar o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH), e extinguiu os domínios privado e municipal existentes no Código de Águas, estabelecendo o domínio público dos recursos hídricos e dividindo-o entre a União, os Estados e o Distrito Federal. Essa nova dominialidade colocou as águas subterrâneas sob a gestão dos Estados e Distrito Federal

Em seguida, o marco mais decisivo para a consolidação da gestão hídrica no Brasil, foi a promulgação da Lei 9.433, de 08 de Janeiro de 1997, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a ser implantada com base em instrumentos de gestão, os quais vem permitir uma nova abordagem para a gestão dos recursos hídricos brasileiros.

Dentre os instrumentos da PNRH, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos possui peculiaridades extremamente complexas, devido à gama de fatores intervenientes, tais como critérios de precificação, arcabouço legal, aceitabilidade, cumprimento, entre outros. Talvez a tarefa mais difícil seja a de definir critérios que possam expressar fielmente os objetivos desse instrumento: reconhecer a água como um bem econômico e dar aos usuários uma indicação do seu real valor; incentivar a racionalidade do uso da água; e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Nesse sentido, com intuito de fazer valer o disposto na Lei 9.433/97, no sentido de estabelecer diretrizes complementares à implementação e aplicação dos instrumentos de gestão e à atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos –SINGREH, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH,

aprova a Resolução nº 48, de 21 de março de 2005, que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e que se constitui em marco legal de maior importância para a implantação do instrumento da cobrança de água no Brasil.

#### **2.4 Natureza Jurídica da Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos**

De acordo com Pompeu (2000), a cobrança, como prevista na Lei 9.433/97, constitui-se em contraprestação pela utilização das águas públicas, e, juridicamente, pode ser definida da seguinte forma:

a) não configura imposto (já que esse, conforme o Art. 16, da Lei Federal no 5.172/66, “destina-se a cobrir despesas feitas no interesse comum, sem ter em conta as vantagens particulares obtidas pelos contribuintes”);

b) não é taxa (já que, conforme o Art. 77, da Lei Federal no 5.172/66, “não se está diante do exercício de poder de polícia – taxa de polícia – ou da utilização efetiva ou potencial de serviço público – taxa de serviço”);

c) não é contribuição de melhoria (já que, conforme o Art. 81, da Lei Federal no 5.172/66, “inexiste obra pública cujo custo deva ser atribuído à valorização de imóveis beneficiados”);

d) insere-se na categoria de *preço público*, ou seja, aquelas receitas cobradas pelo Estado, visando os interesses público e privado, de modo a assumir o controle do exercício das atividades financeiras, evitando um monopólio particular dos preços.

#### **2.5 Aspectos gerais da cobrança de água subterrânea**

Alguns autores atentam para abordagens em que se diferenciem as águas subterrâneas das águas superficiais, de modo que esta diferença possa ser refletida, também, no que se refere ao valor a ser cobrado pelo seu uso – por razões que variam desde a sua complexa dinâmica no ciclo hidrológico, às especificidades dos processos hidrogeológicos, até ao fato de, normalmente, apresentarem elevado padrão de qualidade, bem como às dificuldades em reverter sua poluição –, reconhecendo a sua condição de recurso natural nobre, restrito a alguns tipos de usos (KEMPER et. al., 2003).

De acordo com Mahopatra e Mitchell (2008), o preço pago pelo uso da água subterrânea varia de região para região, em algumas delas sendo mais barato que o preço das águas superficiais. Este é o caso, por exemplo, da Região dos Lagos

(USA/Canadá), intensificando, ainda mais, a procura por esse tipo de água. Segundo esses autores, os americanos ainda pagam mais do que os canadenses, mas em valores inferiores aos valores médios cobrados na União Européia, e equivalente a menos da metade do valor pago pelas famílias do Reino Unido. Nos Estados Unidos o preço médio fica em torno de US\$0,51/ m<sup>3</sup>, enquanto, no Canadá, esse valor não ultrapassa a casa dos US\$0,40/ m<sup>3</sup>; já na Alemanha, o valor pago pela água subterrânea fica em torno de US\$ 2,00/m<sup>3</sup>.

Embora a legislação de recursos hídricos, da grande maioria dos Estados brasileiros, já tenha regulamentado (ou esteja em fase de regulamentação) o instrumento de cobrança pelo uso de recursos hídricos, conforme indicado no Apêndice 1, não há especificações que analisem separadamente a cobrança das águas superficiais e das subterrâneas – considerando as suas peculiaridades hidrológicas e hidrogeológicas –, o que se reflete na não diferenciação dos valores cobrados pela utilização dos dois tipos de recursos hídricos.

## 2.6 Valoração econômica da água: objetivos e métodos

De modo geral, a política de valoração dos recursos hídricos que tem sido implementada em várias partes do mundo tem adotado objetivos *arrecadatórios* – onde a valoração se dá através do uso de modelos *ad hoc*, cuja finalidade principal é subsidiar as ações de gerenciamento da bacia hidrográfica –, embora objetivos *econômicos* – onde são utilizados modelos fundamentados na teoria econômica neoclássica, os quais objetivam atender pelo menos um dos princípios econômicos básicos (a saber: a eficiência econômica, a equidade e a autossuficiência financeira) – também venham sendo estudados e aplicados (RIBEIRO, 2000; DAMASIO et. al., 2004; GARRIDO, 2005).

### *A cobrança com objetivos arrecadatórios*

A cobrança adotada no Brasil tem, caracteristicamente, sido feita com objetivos *arrecadatórios*, de maneira geral utilizando modelos que possuem, como estrutura básica, os seguintes fatores: uma Base de Cálculo; um Preço Unitário; e um ou mais Coeficientes. A Base de Cálculo se constitui na quantificação da água que pode ser captada, consumida ou usada na diluição de efluentes, podendo ser caracterizada diretamente pela vazão, nos usos de captação e consumo, e pela carga poluente; O Preço Unitário expressa monetariamente o valor do bem, embora,

muitas vezes, não reflita o valor real do recurso (tendo em vista o sistema de gestão adotado no Brasil, o valor do preço unitário é normalmente definido através de negociações entre os usuários, os quais, diante dos próprios interesses, tendem a reduzir esse valor, minimizando os impactos sobre as suas atividades econômicas). Os Coeficientes são variáveis que diferenciam a cobrança, considerando aspectos físicos, climáticos e bioquímicos dos recursos (no caso da água, a cobrança pode incorporar coeficientes que traduzam o tipo de uso, o período do ano em que está sendo usada, o padrão de qualidade em que está enquadrada e suas propriedades, a disponibilidade do recurso para os usos preponderantes, entre outros fatores) (CARRERA-FERNANDEZ, 2000; LANNA, 2001; THOMAS, 2002; entre outros):

Segundo Thomas (2002), entende-se como financiamento, a cobertura dos custos da bacia, que são compostos pelos custos de gestão e pelos custos de investimentos. Os custos de gestão são aqueles necessários para o bom funcionamento do sistema de gestão de recursos hídricos, nos quais se incluem as despesas com administração (aluguel de sede, salários de funcionários, etc.) e operação e manutenção do sistema (emissão de outorgas, monitoramento, fiscalização, etc.). Já os custos de investimentos são definidos como os custos necessários à realização das intervenções contidas nos planos de bacia, incluindo as despesas relativas às intervenções estruturais (construção de ETE's, reservatórios, etc.) e não-estruturais (mobilização, capacitação, etc.).

Os modelos de cobrança adotados pelo Estado do Ceará, pela bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e pelas bacias PCJ (rios Piracicaba, Capivarí e Jundiá), são exemplos da aplicação de modelos *ad hoc*. Também em bacias em que o instrumento da cobrança ainda não foi implantado, verifica-se a tendência para adoção de modelos deste tipo, podendo ser citados os estudos, feitos para a bacia do rio Paraíba-PB (LANNA, 2001; SILVA JÚNIOR; DINIZ, 2003; UFSM/UFCEG, 2008). É válido lembrar que o Estado da Paraíba adota o modelo arrecadatório para a cobrança pelo uso de recursos hídricos, de acordo com a Deliberação 01/08, do Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (CBH-PB) e a Resolução 07/09, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-PB).

### *A cobrança com objetivos econômicos*

Para Thomas (2002), a cobrança, quando se dá com objetivos econômicos, busca ou prioriza a racionalização do uso da água, ou seja, a alocação ótima em termos de eficiência econômica gerando a maximização dos benefícios econômicos para a bacia hidrográfica. As principais e mais utilizadas metodologias que objetivam maior racionalização do uso da água são baseadas nas seguintes teorias econômicas: Teoria da Demanda e a Disposição a Pagar; Teoria de Preços Ótimos, Análise Custo-Benefício, Análise Custo-Efetividade e Mercado de Direitos de Uso da Água (CARRERA-FERNANDEZ; GARRIDO, 2002).

De acordo com Molle e Berkoff (2007) a precificação da água deve ser um meio para alcançar um ou mais objetivos da política de proteção a esse recurso, com os preços atuando como ferramenta financeira, econômica e ambiental, observando os seguintes preceitos: (a) o entendimento coletivo e esclarecimento do que sustentam princípios e objetivos políticos (por exemplo, a recuperação total dos custos, a segurança da água, a preservação da eficiência ambiental, a garantia do atendimento das necessidades dos pobres etc.); (b) uma análise, metodologicamente minuciosa e consistente, dos custos e benefícios; (c) um sistema de preços que permita maximizar os objetivos políticos, em face das realidades socioeconômicas.

De acordo com Ortiz, (2003) o valor econômico total de um recurso ambiental compreende a soma do valor de uso e do valor de existência do recurso, onde:

- *O valor de uso* representa o valor obtido a partir do uso do recurso, sendo a soma dos valores de:

- I. *Uso direto*, derivado da utilização ou consumo direto do recurso; assim, havendo tipos distintos de uso para o mesmo recurso (como é o caso dos recursos hídricos), este apresentará diferentes valores diretos;

- II. *Uso indireto*, derivado das funções ecológicas do recurso ou do uso dos benefícios (por exemplo, beleza cênica) originados do recurso;

- III. *De opção*, relacionado à disposição a pagar para manter o recurso para uso futuro, ou seja, para ter a opção de usar, ou não, o recurso no futuro;

- *Valor de existência ou valor de não-uso*, relacionado à satisfação pessoal em saber que o recurso existe, sem que haja vantagem direta ou indireta dessa presença.

Apesar de sua constante renovação na natureza e da possibilidade de estocagem em grandes quantidades, a água é de fato um recurso natural escasso. É esta característica, a escassez, que transforma a água em um bem econômico, fazendo-a admitir um valor intrínseco de uso e um valor de troca (CARRERA-FERNANDEZ; GARRIDO, 2000).

Ainda de acordo com esses autores, o valor de uso da água é caracteristicamente variável, pois depende fundamentalmente da utilidade ou satisfação que os diversos usuários a ela atribuem, pela múltipla capacidade desta em satisfazer suas necessidades. O valor de troca, por outro lado, depende das condições de oferta e demanda, o qual é regulado por preços, que, na economia moderna, são expressos em termos monetários.

De acordo com Ortiz (2003), os principais métodos de valoração econômica ambiental podem ser divididos em dois grupos, a saber:

- Os *métodos indiretos*, que se baseiam na observação do comportamento dos indivíduos, em mercados relacionados com o ativo ambiental. Estes métodos só estimam valores de uso do recurso, visto que consideram o comportamento do indivíduo em mercados complementares ou substitutos ao consumo do recurso ambiental. Neste grupo, podem ser citados: o *método do custo de viagem*, o *método de preços hedônicos*, o *método de custo de reposição*, *método da produtividade marginal*, entre outros; e

- Os *métodos diretos*, os quais procuram inferir as preferências individuais por bens ou serviços ambientais, a partir de perguntas feitas diretamente aos indivíduos. O principal método deste grupo é o *método de valoração contingente*, o qual consiste na utilização de pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados em mercados; são criados mercados hipotéticos do recurso ambiental (ou cenários envolvendo mudança no uso do recurso) verificando-se a disposição pagar dos indivíduos, de modo a evitar a alteração na qualidade ou quantidade do recurso ambiental.

De modo geral, a precificação da água deve passar por análises criteriosas que considerem mais os aspectos econômicos do que os contingenciais dos usos da água. As metodologias baseadas em cotas, taxas, tarifações, entre outras que comumente são encontradas na literatura, podem estar sujeitas a arbitrariedades,

alem de suas definições não apresentarem transparência e adaptações às novas circunstâncias econômicas, incorrendo em ineficiência na gestão dos recursos hídricos e em prejuízos econômicos (MOLLE, 2009). Por outro lado, podem se constituir em uma ferramenta potencial, no sentido de atender à eficácia econômica, mas não serem eficazes em relação à sustentabilidade ambiental, como é o caso das tarifações aplicadas ao uso de água subterrânea para irrigação, em países do Sul da Europa (ZOOMIDES; ZACHARIADIS, 2009).

#### *Métodos baseados na teoria da demanda e a disposição a pagar*

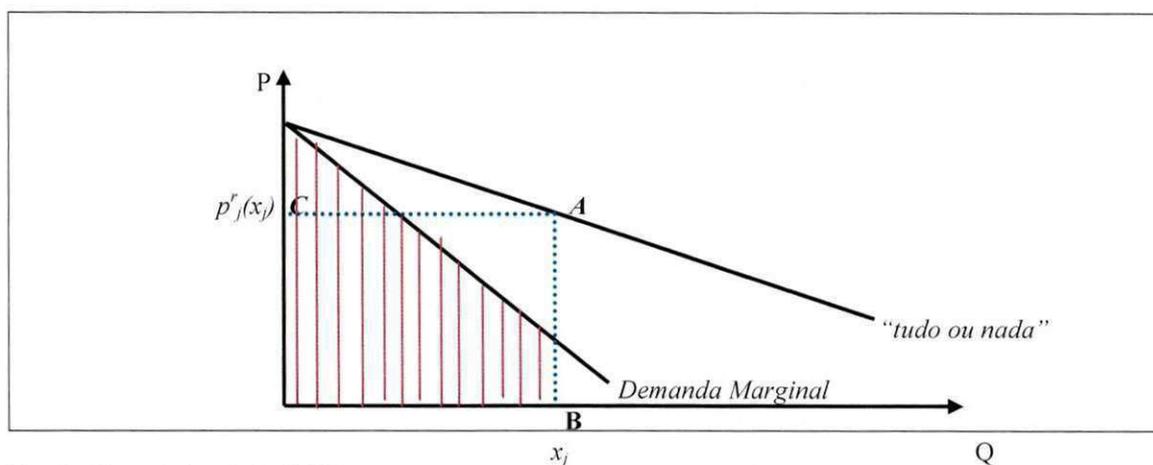
Para Carrera-Fernandez e Garrido (2002), os métodos baseados na teoria da demanda podem ser oriundos tanto da teoria do consumidor quanto da teoria da firma (função de custo), o que dependerá da finalidade que o usuário der para a água. Assim, se a água for utilizada como produto final (bem de consumo), é a teoria do consumidor que estabelecerá os fundamentos para a sua valoração; por outro lado, se a água for utilizada como insumo de produção, para um bem final, os fundamentos para valoração da água ficarão a cargo da teoria da firma, com seus componentes de produção e custos.

Esses mesmos autores ainda afirmam que, por não existirem mercados de água bruta e, desta forma não se poder atribuir um preço para a água, não é possível ajustar diretamente uma função de demanda para a água em cada modalidade de uso. Para superar esta impossibilidade, faz-se uso do conceito de disposição a pagar, através de dois métodos: o *Método da avaliação contingente*, já tratado anteriormente; e o *Método da demanda "tudo ou nada"*, o qual capta o custo de oportunidade da água através de uma simulação onde se interrompe o fornecimento, desta forma extraíndo-se o máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar por uma certa quantidade de água (sentindo-se indiferentes entre continuar pagando ou procurar uma solução alternativa).

O método da demanda "tudo ou nada" tem sido pouco aplicado nos estudos de cobrança pelo uso da água, embora não apresente as desvantagens encontradas no método de avaliação contingente. Esse método consiste em avaliar as funções de demanda por água, com base no conceito de custo de oportunidade desse recurso, para os vários usuários (DAMÁSIO et.al., 2004).

Nessa técnica, a função de demanda "tudo ou nada" é ajustada através de pares de pontos, obtidos através da quantificação do preço de reserva (custo de

oportunidade do recurso), que é o máximo valor que o usuário está disposto a pagar, de modo a ficar indiferente entre consumir a água do manancial em questão ou buscar uma solução alternativa menos custosa que cause o mesmo efeito. A derivada da função assim encontrada representa a *função de demanda ordinária* ou *demanda marginal* (marshalliana) que especifica o que o consumidor compra a cada situação de preço e de renda, resolvendo o problema de maximização da utilidade (MAS-COLELL et al., 1995). A Figura 5, adaptada de Damásio et. al. (2004), ilustra as funções de demanda “tudo ou nada” e ordinária.



Fonte: Damásio et al., 2004.

Figura 5 Ilustração das funções de demanda “tudo ou nada” e ordinária.

Na Figura 5, a curva superior está ilustrando a função da demanda “tudo ou nada”, a qual pode ser definida pela expressão:

$$P_j^r = (1 + \gamma_p)C_p - (1 + \gamma_m)C_m \quad (1)$$

Onde  $\gamma_p$  é a valor percentual das perdas no sistema em uso,  $C_p$  é o custo da água no sistema em uso,  $\gamma_m$  é o valor percentual das perdas do sistema alternativo e  $C_m$  o custo da água no sistema alternativo. Já a curva inferior, ilustra a função de demanda ordinária (marshalliana) por água no uso  $j$ , a qual pode ser especificada pela expressão:

$$p_j = p_j(x_j), \text{ com } dp_j(x_j)/dx_j < 0, \quad (2)$$

Ou seja, a função de demanda ordinária,  $p_j(x_j)$ , é a curva marginal da função de demanda tudo ou nada,  $p_j^r(x_j)$ , de modo que, ao se estimar uma, pode-se obter automaticamente a outra.

Pode-se citar como exemplos de aplicação da metodologia da demanda “tudo ou nada” no Brasil, os estudos de cobrança realizados para as bacias hidrográficas dos rios: Pirapama – PE (CARRERA-FERNANDEZ, 2000), Vaza-Barris – BA/SE (CARRERA-FERNANDEZ; PEREIRA, 2002), Pardinho – RS (ALVIM, 2005), Paraíba (MEDEIROS; RIBEIRO, 2008) entre outros.

#### *Métodos baseados na teoria de preços ótimos*

A teoria de preços ótimos reconhece que a economia é marcada por uma série de distorções – as quais dificultam as condições consideradas ideais para que haja uma alocação ótima da água ou de qualquer outro bem econômico – e é fundamentada no custo marginal de gerenciamento e na elasticidade-preço da demanda nos diversos tipos de usos do bem (CARRERA-FERNANDEZ; PEREIRA, 2002). Nesta metodologia de preços ótimos, a variação percentual de preço, em relação ao custo marginal, é inversamente proporcional à elasticidade-preço da demanda. Dessa forma, quanto menor for a elasticidade-preço para uma determinada modalidade de uso da água, maior deverá ser o seu preço em relação ao custo marginal e vice-versa, o que significa que a cobrança de preços diferenciados minimiza as distorções no consumo e na produção, em relação aos níveis socialmente ótimos (DAMÁSIO et. al., 2004).

As vantagens atribuídas a esta metodologia são justificadas pelo fato de que a mesma:

- Leva em consideração a questão da autossuficiência arrecadatória;
- Leva em conta a questão da eficiência (diferença marginal entre benefícios sociais e custos sociais) em função utilidade indireta do bem está (benefícios líquidos sociais);
- Leva em conta a questão da eficiência distributiva do recurso (que a eficiência alocativa não vê).

Dessa forma, a metodologia de preços ótimos propõe uma maximização da diferença entre os benefícios e os custos sociais, e, ao mesmo tempo, a minimização dos impactos distribuídos pelo uso do recurso.

Segundo Carrera-Fernandez (2000), os preços ótimos pelo uso de água podem ser determinados a partir da solução do seguinte sistema de equações:

$$\left\{ \begin{array}{l} p_j^* = \frac{(Cmg^* |\varepsilon_j|)}{(|\varepsilon_j| - \alpha)}, \forall j \\ \sum_j p_j^* X_j - C = 0 \end{array} \right. \quad (3a)$$

Onde  $p_j^*$  é o preço ótimo da água no uso  $j$ , a ser determinado;  $x_j$  é a respectiva quantidade de água demandada do sistema hídrico após os investimentos programados terem sido feitos;  $Cmg^*$  é o custo marginal de gerenciamento (de racionamento);  $|\varepsilon_j|$  é a elasticidade-preço da demanda por água no uso  $j$ , em valor absoluto;  $C$  é o custo total do órgão gestor no gerenciamento da bacia hidrográfica; e  $\alpha$  é uma constante de proporcionalidade, que reflete a diferença relativa entre custos e benefícios marginais.

A *elasticidade-preço da demanda* representa a variação percentual da quantidade demandada decorrente de uma variação percentual do preço do bem em questão, neste caso a água. A elasticidade-preço da demanda é um importante parâmetro na definição de preços ótimos, a serem cobrados pelos serviços de abastecimento/esgotamento, inclusive na definição dos diferenciais tarifários em função dos níveis sociais dos consumidores (RIBEIRO et al., 1999; RIBEIRO, 2000; MEDEIROS; RIBEIRO, 2008).

Para Hall e Liebermam (2003), o método da elasticidade-preço é o que melhor se adequa à medição da sensibilidade (em porcentagem) da relação entre a quantidade demandada e a variação de preço.

O ponto **A**, dado pelas coordenadas  $P=p_j^r(x_j)$  e  $Q=x_j$ , localizado na curva da demanda “tudo ou nada” (Figura 5), é o ponto para o qual deve ser calculada a elasticidade-preço da demanda. O valor da elasticidade-preço neste ponto é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$|\varepsilon_D| = \frac{\% \Delta Q^D}{\% \Delta P} \quad (4)$$

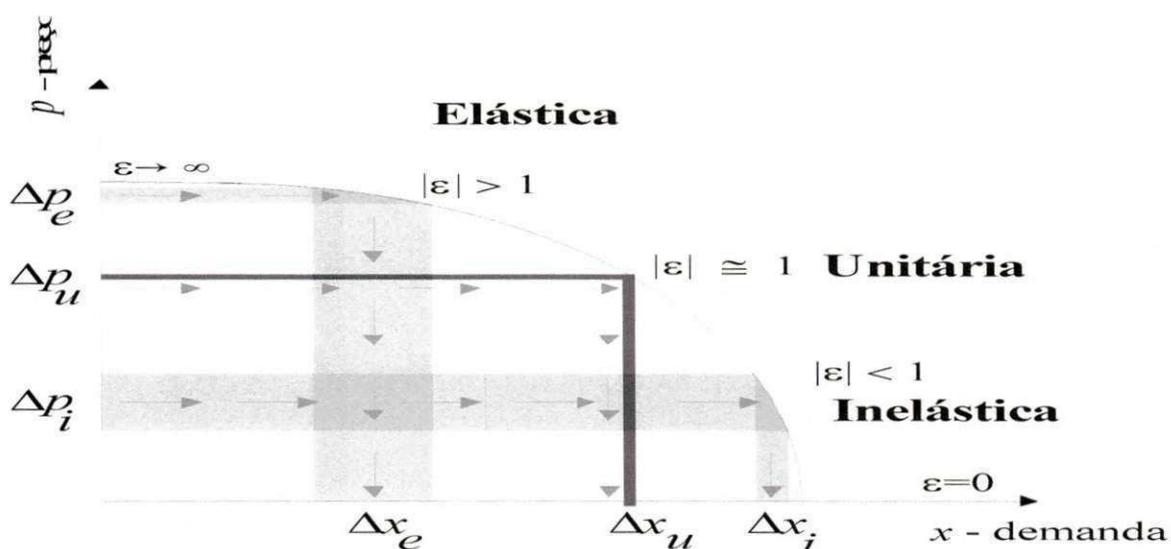
Onde:  $\varepsilon_D$  é elasticidade-preço;  $\% \Delta Q^D$  é a porcentagem da variação da quantidade demandada;  $\% \Delta P$  é a variação do preço.

De acordo com os fundamentos da microeconomia, o valor da elasticidade-preço, definido pelas características socioeconômicas dos usuários, pode indicar a seguinte classificação para a demanda:

(a) *demanda inelástica*, quando o valor absoluto da elasticidade-preço da demanda está entre 0 e 1; isto significa dizer que a variação percentual da quantidade demandada é menor que a variação percentual do preço, ou seja, tem-se uma demanda inelástica quando a quantidade demandada não é muito sensível ao preço;

(b) *demanda elástica*, quando a elasticidade-preço da demanda é maior que 1, indicando que a variação percentual da quantidade demandada é maior que a variação percentual do preço; nesse caso, a quantidade demandada é sensível ao preço;

(c) *demanda com elasticidade unitária*, quando o valor da elasticidade é igual a 1, significando que uma variação percentual no preço resulta em igual variação percentual na quantidade demandada (HALL; LIEBERMAN, 2003). A Figura 6, baseada em Medeiros et al. (2008), apresenta, graficamente, essa classificação.



Fonte: Baseado em Medeiros et al., 2008.

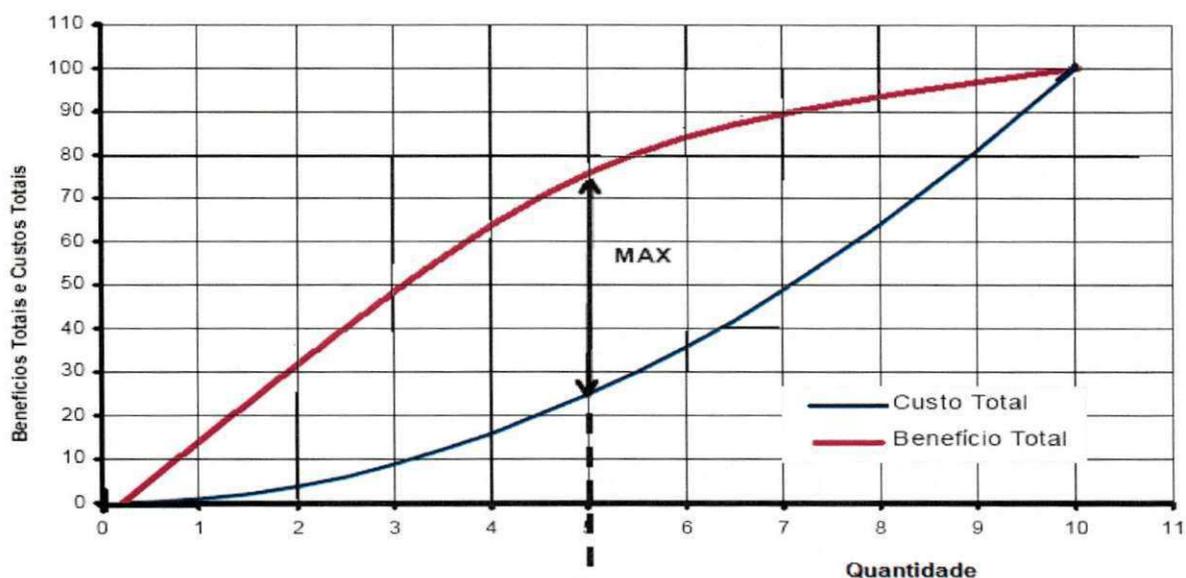
Figura 6 Curva da elasticidade-preço da demanda.

Medeiros et al. (2008) chamam a atenção para o fato de que, na maioria das vezes, a elasticidade-preço da demanda apresenta valores negativos, devido à relação inversa entre a demanda e o preço desse recurso, entretanto ela poderá ser positiva quando, para um dado aumento tarifário, ocorrer aumento na demanda.

#### *Métodos baseados na teoria da análise custo-efetividade*

Para Ribeiro e Lanna (2001), na análise custo efetividade não se busca apenas a máxima eficiência econômica no uso do recurso, mas o atendimento de certas metas, previamente negociadas, no âmbito da bacia hidrográfica. Na Figura 7, essa máxima eficiência está expressa pelo seguimento de reta que aponta a distância entre a curva dos custos totais e a dos benefícios totais. Ou seja, a teoria preconiza o máximo benefício que se pode obter de um determinado bem, pelo menor custo total possível.

Thomas (2002) afirma que a aplicação desta metodologia fornece o custo mínimo para atingir a quantidade ótima acordada, daí o nome custo-efetividade. Desta forma, a quantidade ótima de água utilizada numa bacia é definida pela maximização da diferença entre os custos e os benefícios (tambem encontrada na teoria de preços ótimos).



Fonte: Baseado em Thomas, 2002.

**Figura 7** Benefícios totais x custo totais.

Para Cánepa (2003), o processo de custo-efetividade ocorre da seguinte maneira:

i) o Estado assume efetivamente o domínio, a propriedade do bem ambiental (por exemplo, a água), ao qual é impossível ou inconveniente alocar direitos de propriedade;

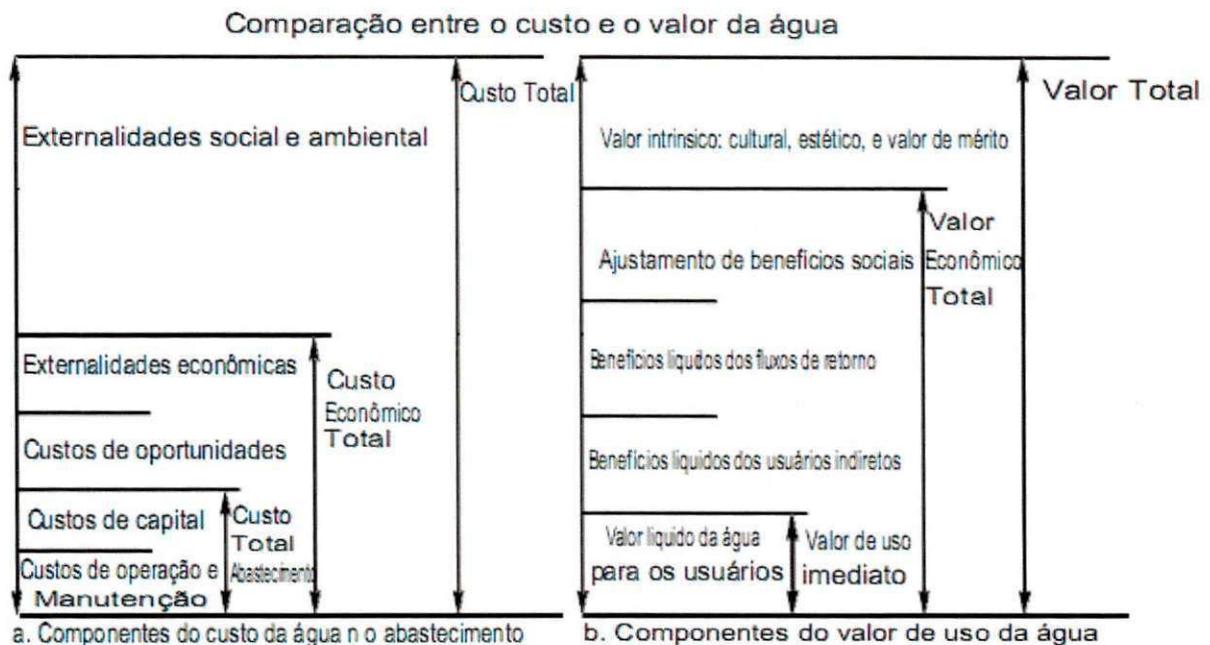
ii) a sociedade, de forma descentralizada, fixa padrões de qualidade ambiental, a serem atingidos em um horizonte de longo prazo. Esses padrões determinam as quantidades dos diversos poluentes que devem ser diminuídos para se obter o padrão almejado;

iii) o Estado, conforme as metas estabelecidas, passa a controlar a outorga do bem ambiental assinalado, com vistas a racionar e racionalizar o seu uso;

iv) geralmente, nesta fase, o Estado passa a utilizar os instrumentos econômicos, para induzir os agentes ao uso mais moderado do recurso ambiental;

v) o Estado tem a obrigação de monitorar, permanentemente, a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, de forma a manter a sociedade informada sobre a situação do recurso ambiental.

Nesse sentido, o papel da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, como instrumento econômico de gestão, é buscar compreender a relação entre o valor/preço da água e os custos inerentes à sua obtenção (MOLLE, 2009), como mostra a Figura 8.



Fonte: Adaptado de UNESCO, 2006.

Figura 8 Comparação entre os custos e o valor da água.

### *Método da Valoração Contingente*

O objetivo maior deste método é determinar o preço (valor) que a população-alvo de um projeto estaria disposta a pagar para usufruir os benefícios gerados pela sua implantação. A técnica se baseia em respostas a perguntas realizadas, mediante pesquisa de campo, através de um questionário previamente elaborado, o qual engloba informações referentes ao perfil do entrevistado e seu local de residência, à avaliação do abastecimento de água, às opiniões e sugestões do entrevistado, além de demais questionamentos sobre o tema em pauta (FREIRE, 2005).

Ainda segundo esta autora, é necessária a determinação de uma amostragem para a aplicação da pesquisa, de modo a garantir elevados graus de significância e confiabilidade de dados, permitindo a efetiva representação da opinião da população-alvo. A fase de amostragem pode ser a etapa mais complexa da pesquisa. Para tanto, por exemplo, uma opção poderia ser a inclusão de parâmetros que definam a classe social do entrevistado, desconsiderando a seleção por localização geográfica, mas tornando a pesquisa mais adequada ao cumprimento dos objetivos a que foi destinada.

Ladvocat (2009) afirma que o método da demanda contingente tem sido a solução mais comum na definição dos preços a serem cobrados pela água bruta, porém esse método apresenta duas desvantagens:

I – Seus custos de aplicação, pois envolvem longos processos, que vão desde a concepção inicial do questionário, treinamento dos pesquisadores, análise e processamento dos dados, até a obtenção dos resultados finais.

II – A imprecisão das informações das respostas dos usuários, os quais podem omitir as suas reais disponibilidades de pagamento, impedindo o método de refletir a realidade.

Para contornar esta última desvantagem, Freire (2005), ao desenvolver uma pesquisa para avaliar a disposição a pagar dos usuários de água subterrânea, na cidade de Maceió-AL, utiliza o Método de Avaliação Contingente (MAC) para definir os valores de parâmetros que influenciam os custos de exploração de água subterrânea, submetendo-os a um modelo de Simulação e Otimização (S/O).

O S/O (FREIRE, 2002) tem por objetivo a avaliação dos custos inerentes à captação da água subterrânea, considerando parâmetros como: profundidade do

poço, custos fixos e custos variáveis, entre outros. A composição dos custos, segundo Gonzalez (1989 *apud* FREIRE, 2002), é feita a partir da determinação da função dos custos de água subterrânea – com base nos valores encontrados na aplicação do MAC – e envolve: os custos fixos ( $C_F$ ), discriminados na Tabela 2, e os custos variáveis (CV), os quais formam os custos totais ( $C_t$ ).

**Tabela 2** Custos Fixos do modelo Simulação-Otimização (S/O)

Custos Fixos ( $C_F$ )	Investimento	Definições
Depreciação de Investimentos ( $A_i$ )	Bomba e tubulação	Fatores naturais tais como:
	Máquina	Geologia
	Linha Elétrica	Profundidade
	Transformador	Nível estático entre outros.
Despesa com Pessoal (L)	Painel de Controle	
	Casa de Proteção	
	Modernas Instalações	Necessidade de pessoal
Custos de manutenção (M)	Automação	Periódicas inspeções
	Inspeção	Estes custos são estimados
	Manutenção Prévia	como um percentual do
	Pequenos reparos	investimento (2%) geralmente

Fonte: Baseado em Freire, 2005.

Os Custos Variáveis (CV) são aqueles inerentes aos gastos com tarifas elétricas pagas pelo consumo de energia usada no bombeamento expressos por:

$$CV = e.Q.h.t/R = KQht \quad (6)$$

Onde: **Q** é a descarga de bombeamento, **h** a profundidade do nível dinâmico, **t** o número de horas de bombeamento por ano, **e** o custo unitário de energia, e **R** a eficiência total da força, **K** é o custo de quantidade de energia por metro cúbico de elevação.

Dessa forma, os Custos Totais ( $C_t$ ) são o resultado da relação entre os custos fixos e os variáveis, de acordo com a seguinte expressão:

$$C_t = C_F + CV = \sum A_i + L + M + KQht \quad (7)$$

Em que, **CF** são os custos fixos, **CV** os custos variáveis, **A<sub>i</sub>** é a depreciação dos investimentos, **L** as despesas com pessoal, **M** os custos de manutenção.

Ainda segundo Freire (2005), o menor custo total para extração de água em um poço será obtido com a redução dos custos fixos e variáveis. Busca-se, portanto, qual a melhor distribuição de vazões no aquífero que apresente o menor custo variável, conseqüentemente menor custo total, atendendo à demanda da sociedade.

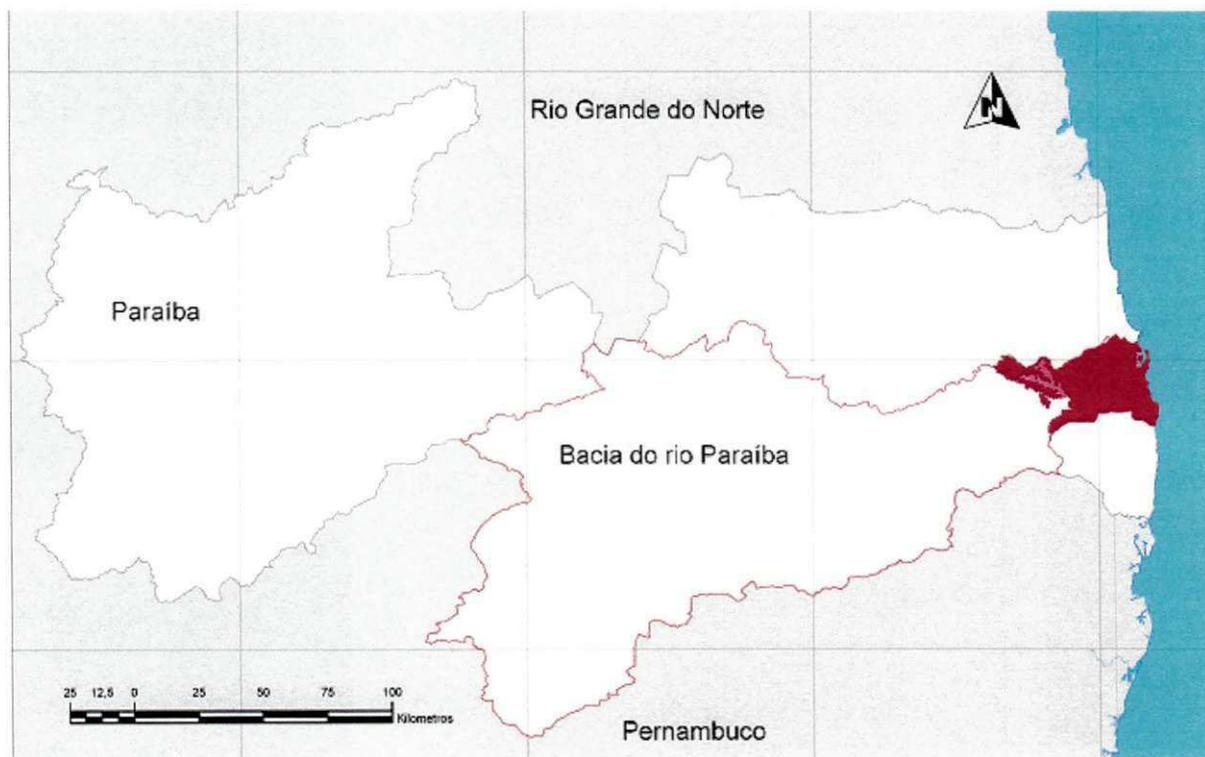
***CAPÍTULO 3***  
***CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO***

---

### 3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

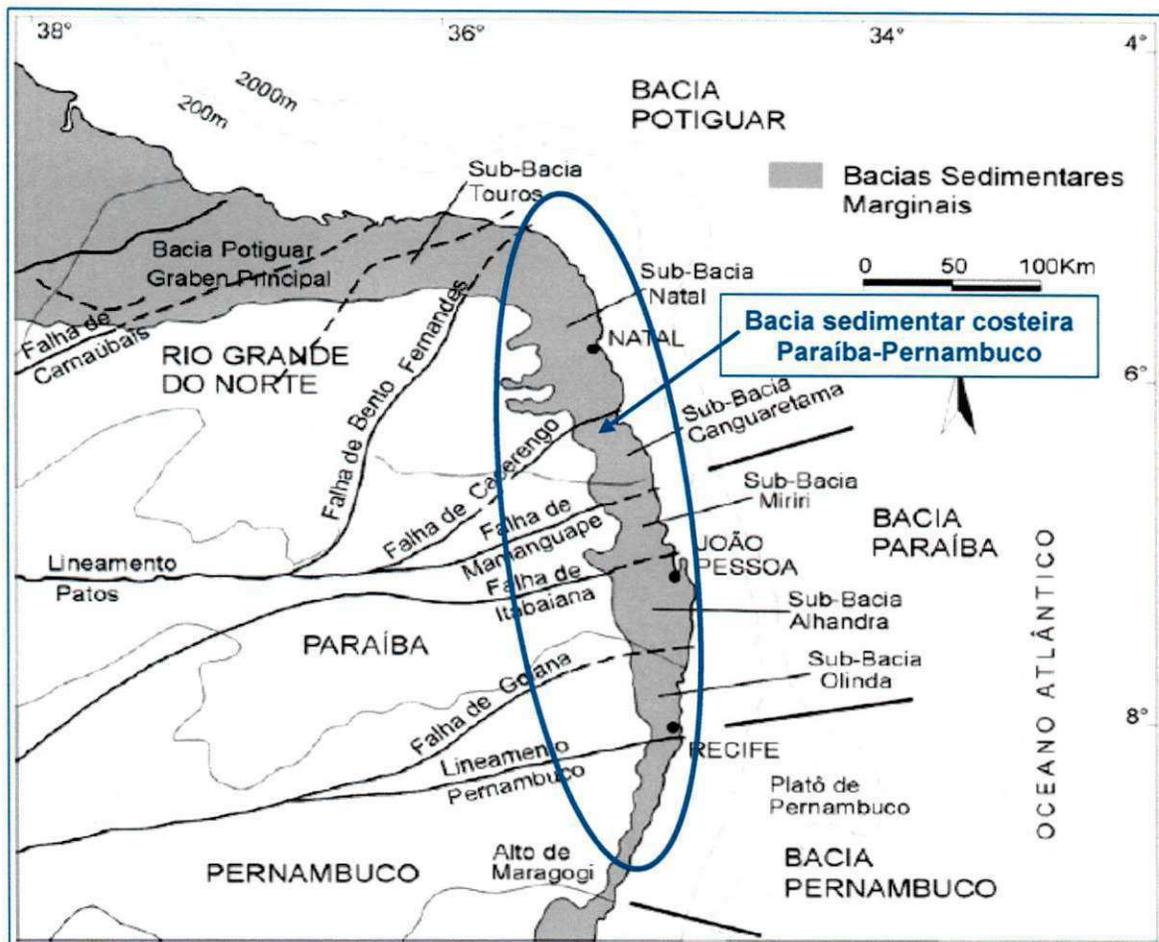
A Bacia Sedimentar Costeira Paraíba/Pernambuco, no Estado da Paraíba, tem como embasamento rochas metamórficas e ígneas do Complexo Cristalino Pré-Cambriano. Ela é preenchida por sedimentos de fácies continentais e marinhas, reunidas sob a denominação de Grupo Paraíba, que, por sua vez, é subdividido em três formações: Beberibe/Itamaracá, Gramame e Maria Farinha. Esta última, ao que tudo indica, não ocorre na área paraibana. Estas formações são capeadas, em discordância angular erosiva, por sedimentos Cenozóicos da Formação Barreiras e depósitos flúvio-marítimos, dunas e aluviões mais recentes, aqueles constituindo as planícies costeiras e os leitos e margens de cursos d'água que drenam a bacia sedimentar (ASUB-PB, 2009).

As Figuras 9 e 10 mostram, respectivamente, a área e a localização da bacia sedimentar costeira Paraíba/Pernambuco, na Região Hidrográfica do Baixo Curso do Rio Paraíba.



Fonte: Projeto ASUB-PB, 2009.

**Figura 9** Área da bacia sedimentar costeira do Baixo Curso do Rio Paraíba.



Fonte: Barbosa et al., 2003.

**Figura 10** Porção da bacia sedimentar costeira do Baixo Curso do Rio Paraíba.

De acordo com ASUB-PB (2009), o sistema aquífero Paraíba-Pernambuco tem por arcabouço as formações que compõem a bacia sedimentar homônima. Todas estas formações ocorrentes na faixa costeira constituem aquíferos de importância hidrogeológica maior ou menor, variável em função da composição litológica e das características dimensionais de cada formação. Aluviões, sedimentos de praias e dunas têm uma expressão hidrogeológica secundária e acessória, assim como os calcários da formação Gramame.

As demais formações constituem aquíferos importantes no contexto hidrogeológico da região costeira, principalmente, o Beberibe e o Barreiras. De acordo com as características hidroestratigráficas e hidrostáticas, os aquíferos da bacia costeira, de maneira geral, podem ser reunidos em dois subsistemas distintos (ASUB-PB, 2009):

a) O *subsistema livre*, contido predominantemente no grupo Barreiras e, eventualmente, nos sedimentos inconsolidados do Quaternário (sedimentos de praia, dunas e aluviões) que se lhe sobrepõem e, mais restritamente, nos calcários sotopostos da formação Gramame, podendo englobar, ainda, embora que localmente, os arenitos calcíferos da formação Beberibe superior, também chamada formação Itamaracá;

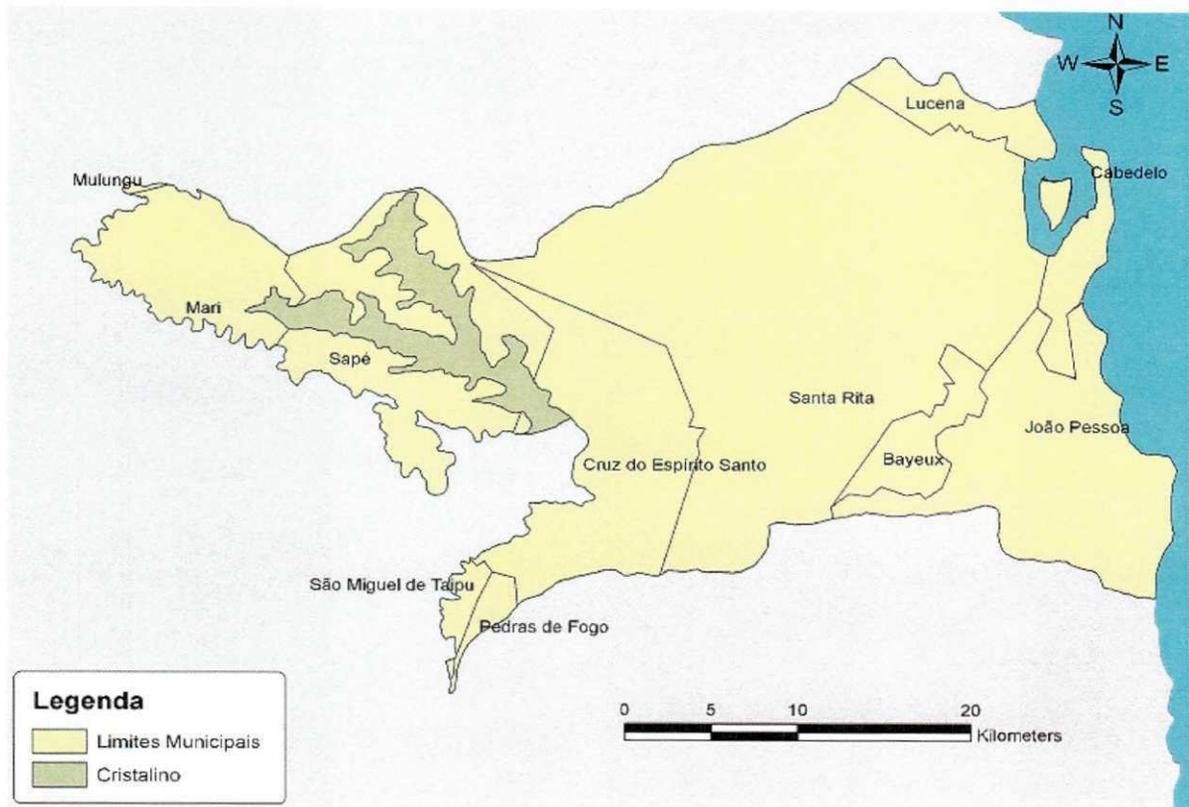
b) O *subsistema confinado*, o mais importante da bacia, contido nos arenitos quartzozos e/ou calcíferos da formação Beberibe/Itamaracá, cujo nível confinado superior é variável, ora representado pelas margas da formação Gramame, ora pelos níveis argilosos inferiores da formação Guararapes do grupo Barreiras, ora por lentes argilosas que ocorrem no topo da formação Beberibe inferior/base da formação Itamaracá, e cujo nível impermeável inferior é, invariavelmente, o substrato cristalino Pré-Cambriano.

### **3.1 Zonas de gerenciamento na área de estudo**

A Bacia Sedimentar compõe a parte final da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, extrapolando os limites dessa unidade hidrológica com o oceano Atlântico, ao sul para o Estado de Pernambuco e ao norte para o Rio Grande do Norte. A referida área abrange um total de 1.157,92 km<sup>2</sup>, distribuídos nos territórios dos municípios de Bayeux, Cabedelo, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Lucena, Mari, Mulungu, Pedras de Fogo, Santa Rita, São Miguel de Taipu e Sapé, conforme indicado na Figura 11.

De acordo com consultas a profissionais e a especialistas em hidrogeologia, a área foi dividida em zonas de gerenciamento no âmbito do Projeto ASUB-PB (ASUB-PB 2009), definidas em função de:

- i) Níveis topográficos da área de estudo;
- ii) Falhas tectônicas presentes na área de estudo;
- iii) Condição de pressão dos aquíferos;
- iv) Usos da água subterrânea na região.



Fonte: Projeto ASUB, 2010.

**Figura 11** Mapa dos Municípios que compõem a área de estudo.

A *Zona 1* é formada pelas exposições mais interiores da bacia sedimentar, caracterizada pela presença do cristalino entre as exposições sedimentares (exumação erosiva do cristalino), e apresenta alguns açudes de médio porte, como o São Salvador e o Pacatuba. Esta zona contém a bacia hidrográfica do rio Una, definida pela seção transversal a partir da qual o rio penetra completamente no domínio da bacia sedimentar costeira. Contém, ainda, algumas cabeceiras de pequenos cursos afluentes do rio Gurinhém e um testemunho sedimentar localizado na bacia deste mesmo rio. Nesta zona, hidrogeologicamente, o Beberibe Inferior é dominante. Totaliza uma área de 208,04 km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de Mari, Sapé, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita e Mulungu. A zona em questão não possui muitos poços cadastrados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

Na *Zona 2*, a área é definida topograficamente pela Bacia do rio Soé, rio este que desemboca na foz do rio Paraíba, na cidade de Cabedelo. Hidrogeologicamente, na margem esquerda do rio Pau Brasil-Tapira, encontra-se o Beberibe inferior. A leste do rio Tapira, até o final da zona, o subsistema é livre,

formado pelos aquíferos Barreiras, Beberibe Superior e Beberibe Inferior. Esta zona abrange parte do município de Lucena e Santa Rita, possuindo uma área de 255,47 km<sup>2</sup>. Não possui uma quantidade significativa de poços cadastrados, porém, visitas feitas à região, permitiram verificar a intensa exploração da água subterrânea para irrigação, especialmente, de cana-de-açúcar.

A *Zona 3* situa-se ao sul da Bacia do rio Soé, limitada pela falha norte, que marca o horst do rio Paraíba. Contém a bacia hidrográfica do rio Engenho Novo e os afluentes (pela margem esquerda) do rio Una, onde se encaixam as falhas geológicas do horst do rio Paraíba. Hidrogeologicamente, é definida a leste pelo subsistema livre, conforme descrito na Zona 2. Até a falha Tibiri/Tapira, é definida pelo aquífero Beberibe inferior. Totaliza uma área de 135,95 km<sup>2</sup>, abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita e Cruz do Espírito Santo.

Já a *Zona 4* corresponde, geologicamente, ao horst do rio Paraíba, onde se estabeleceu o vale deste rio. É a região das várzeas do rio Paraíba. Hidrogeologicamente, é definida por uma formação do subsistema livre representado pelo aquífero aluvial e pelos sedimentos fluvio-marítimos. Totaliza uma área de 154,54 km<sup>2</sup>, abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, Bayeux, João Pessoa e Cabedelo. Esta zona também não possui uma quantidade significativa de poços cadastrados, porém a água subterrânea é bastante utilizada para a irrigação de diversas culturas.

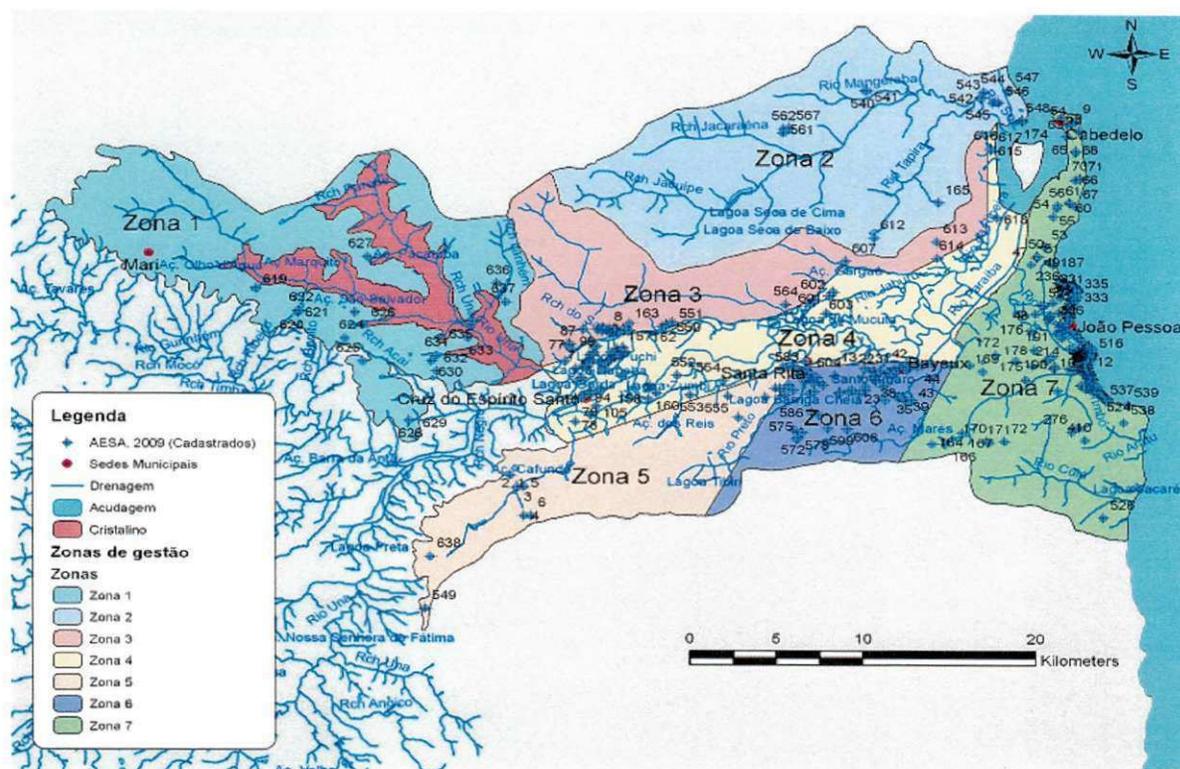
A *Zona 5* é definida pelos limites norte-ocidentais da bacia sedimentar Paraíba/Pernambuco, os quais se prolongam até o curso do rio Preto (afluente do rio Paraíba), correspondente a parte da falha que limita ao sul o citado horst do rio Paraíba. Esta zona é marcada, para o leste, pela falha dos rios Tibiri/Tapira e, ao sul, pelo limite da Bacia Hidrográfica do rio Gramame. Hidrogeologicamente, é uma zona do aquífero Beberibe. Possui área de 118,43 Km<sup>2</sup>, abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita, Cruz do Espírito Santo, São Miguel de Itaipu e Pedras de Fogo. Apresenta uma quantidade significativa de poços cadastrados, tratando-se de região que utiliza a água subterrânea para os mais diversos usos.

A *Zona 6* é limitada pela falha dos rios Tibiri/Tapira, pelo rio Paraíba e pela falha de Cabedelo. O limite sul corresponde ao divisor da Bacia Hidrográfica do rio Gramame. Hidrogeologicamente, é contida no subsistema livre, constituído pelas formações Barreiras (topo), Beberibe Superior e Beberibe Inferior (base). Totaliza uma área de 66,86 km<sup>2</sup>, abrangendo parcialmente os municípios de Santa Rita,

Bayeux e João Pessoa. Apresenta uma quantidade significativa de poços cadastrados, sendo a água subterrânea utilizada para os mais diversos usos.

A Zona 7 é individualizada pela falha de Cabedelo, a oeste, pelo Oceano Atlântico, ao norte e a leste, e pelo divisor de bacia do rio Gramame, ao sul. Hidrogeologicamente, trata-se da zona mais completa, integrada pelo subsistema livre contido nas formações Barreiras, Aluviais e depósitos flúvio-marítimos da planície costeira e pelo subsistema confinado contido nas formações Beberibe Superior e Inferior. Limitado no topo pelo calcário Gramame e, na base, pelo cristalino que ocorre em subsuperfície, totaliza uma área de 169,40 km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de João Pessoa e Cabedelo. Apresenta uma quantidade significativa de poços cadastrados, os quais são utilizados para os mais diversos usos. Esta zona também apresenta grande concentração de fontes poluidoras de águas subterrâneas, pois abrange a Região Metropolitana de João Pessoa. É nesta zona em que se concentra a maior parte da pesquisa descrita nesta dissertação, por apresentar quantidade bastante significativa de dados a respeito do uso de água subterrânea.

O subsistema aquífero, em que se encontram as Zonas 1, 2, 3, 4, 5 e 6, pode ser considerado, genericamente, como um subsistema livre, em que a formação Beberibe é aflorante. Enquanto que a zona 7 é a única que apresenta a formação completa do Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco; sendo assim, a formação Beberibe encontra-se confinada pelos calcários da formação Gramame. O zoneamento da área de estudo está apresentado na Figura 12.



Fonte: Projeto ASUB-PB, 2010.

Figura 12 Mapa de zoneamento da área de estudo.

### 3.2 Aspectos Legais da Cobrança no Estado da Paraíba

A cobrança pelo uso da água bruta está prevista na legislação paraibana de recursos hídricos: (a) na lei 6.308/96, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (PERH); e (b) na lei 8.446/07, que dá nova redação e acrescenta dispositivos à lei 6.308/96.

As modificações trazidas pela lei 8.446/07 propiciaram ao Estado a adequação da legislação estadual de recursos hídricos aos princípios estabelecidos pela lei federal 9.433/97. O maior avanço na legislação de recursos hídricos no Estado da Paraíba, trazido por esta lei, foi a nova redação para o artigo que definia o percentual de 70% dos recursos arrecadados com a cobrança nas bacias de rios de domínio do Estado para subsidiar o sistema de gerenciamento, que Vieira (2008) classifica como o maior absurdo estabelecido pela legislação paraibana. O novo percentual estabelecido é de 7,5% (sete e meio por cento), valor este que é definido, também, por outras unidades federativas.

Um passo muito importante na política de recursos hídricos do Estado da Paraíba foi a instituição e instalação dos comitês de bacia hidrográfica – Comitê da

Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB), Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBH-LS) e Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN). Estes órgãos colegiados passaram a atuar com mais eficácia na gestão dos recursos hídricos em suas respectivas bacias, gerindo as ações relativas ao uso dos recursos, elaborando e implementando resoluções/deliberações específicas, de acordo com cada área de atuação. Os três comitês de bacia em atuação no Estado, ainda no início de 2008, aprovaram suas respectivas deliberações sobre cobrança pelo uso dos recursos hídricos. A Deliberação 01/2008 do CBH-PB encontra-se no Anexo 1 desta dissertação.

Vale salientar a grande atuação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-PB), o qual, recentemente, ratificou a decisão dos comitês de bacia, aprovando a Resolução nº 7, de 16 de julho de 2009 (cujo texto integral se encontra no Anexo 2 desta dissertação), onde são estabelecidos mecanismos, critérios e valores da cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, a partir de 2010 e dá outras providências.

No mês subsequente à aprovação da referida resolução, foi encaminhado ao governador do Estado uma minuta de decreto para que seja implantada a cobrança de água bruta em caráter provisório nos três primeiros anos a contar da data da publicação do decreto em diário oficial. Até esta data, no entanto, o decreto não foi assinado, de modo que não mais será possível a implantação da cobrança neste ano de 2010.

Vieira (2008) atribui a dificuldade encontrada pelo Estado da Paraíba, em implementar os instrumentos da política de recursos hídricos, a fragilidade institucional do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba.

### **3.3 Fatores socioeconômicos dos municípios da área de estudo**

Os municípios que compõem a área de estudo apresentam características socioeconômicas bem parecidas, uma vez que estes estão climaticamente inseridos na microrregião da zona da mata paraibana, na qual os fatores meteorológicos – como temperatura, precipitação e umidade do ar – se comportam de forma quase homogênea durante todo o ano, o que pode explicar o elevado índice de desenvolvimento econômico e social da região. Assim sendo, serão descritas as principais características socioeconômicas como Índice de Desenvolvimento

Humano (IDH), o Produto Interno Bruto (PIB), entres outras, de cada um dos dez municípios que compõem a área de estudo, a saber:

- *Bayeux* - Com uma área de 32 Km<sup>2</sup>, a sede deste município faz parte de Região Metropolitana de João Pessoa. Apresenta população de 96.198 habitantes (IBGE, 2009), IDH 0,689 (considerado médio pelo PNUD 2000), e um PIB de 365.216 mil (IBGE, 2005). A renda *per capita* é R\$ 3.891,00 (IBGE, 2005), valor que se equivale à renda *per capita* do Estado que é de R\$ 3.896,70 (IBGE, 2005). Uma das principais atividades econômicas do município é a exploração dos manguezais, com a pesca de crustáceos nas áreas inundadas do Rio Paraíba. Outra atividade que está sendo muito explorada é o ecoturismo, em função da existência de paisagens bucólicas, um ambiente ideal para este tipo de atividade. Na agricultura, sobressaem-se os cultivos de milho, mandioca e fruticulturas diversas, sendo verificado um grande potencial para a cultura de girassol, fator que vem sendo um atrativo para a instalação de agroindústrias. Em relação à mineração, a exploração do mineral não metálico argila vem apresentando um ritmo crescente de desenvolvimento (FIEP, 2009);

- *Cabedelo* – O município apresenta uma população total fixa estimada em 52.000 habitantes (IBGE, 2009), mas que, durante o verão, devido ao fluxo do turismo, chega a atingir aproximadamente 80.000 habitantes. O IDH de 0,757 coloca-o próximo do índice de alto desenvolvimento humano (PNUD,2000). O PIB é de R\$1.481.757 mil (IBGE, 2005), representando um PIB per capita de R\$ 33. 952 o qual é considerado o maior do Estado (GOVERNO DA PARAÍBA, 2009). O setor da economia de maior expressão é o secundário, que se destaca através da presença de grandes indústrias de gêneros alimentícios, petrolíferas e de bebidas, que são beneficiadas pela existência do único porto do Estado da Paraíba, o qual serve como porta de escoamento de parte da produção estadual para todo o Brasil e também para o exterior. No setor terciário, a maior atividade econômica é o turismo náutico no período de verão. As belas praias marinhas e fluviais, associadas ao fator histórico (edificações coloniais), são os principais atrativos para essa atividade;

- *Cruz do Espírito Santo* - De acordo com dados do IBGE (2009), o município tem área territorial de 196 km<sup>2</sup>, com uma população estimada em 15.281 habitantes. Apresenta um IDH de 0,547 (PNUD, 2000), e um PIB de R\$ 50.469 mil, com uma renda *per capita* de R\$ 3.370 (IBGE, 2005). A sua economia se baseia no setor

primário, em pequenos núcleos agrícolas familiares, que encontram na irrigação a garantia de sua sobrevivência. As principais culturas exploradas são a cana-de-açúcar, algodão, girassol e arroz, além de uma grande produção de fruticulturas como coco-da-baía, manga, entre outras (FIEP, 2009);

- *João Pessoa* – O município possui a maior densidade demográfica do Estado da Paraíba, em torno de 3,3 mil hab/Km<sup>2</sup>, com uma população absoluta de aproximadamente 702 mil habitantes (IBGE, 2009). Apresenta um IDH de 0,783 (PNUD, 2000), o mais alto do Estado, com PIB de R\$ 5.966.595 mil, para uma renda *per capita* de R\$ 8.878 (IBGE, 2005). Apresenta uma economia diversificada e bem distribuída no setor secundário, com a presença de indústrias de bebidas alcoólicas, usinas de beneficiamento e destilaria de cana-de-açúcar, além de fábricas no ramo calçadista e têxtil. No comércio, destaca-se o mercado de exportação de peixes, como atum e outros, além da produção de crustáceos derivados dos manguezais que se formam nos principais rios que compõem a sua rede hidrográfica. O setor da economia com maior força no município é o terciário, com a prestação de serviços em diversas escalas. Por ser a capital do Estado, concentra diariamente um grande número de pessoas em busca de serviços de ordem administrativa, uma vez que lá se encontram instaladas as sedes dos três poderes, além de outras entidades públicas. Devido a suas belezas naturais, a atividade turística marítima também concentra grande importância para a cidade, oferecendo um bom número de empregos fixos e temporários;

- *Lucena* – O município abrange uma área de 89 km<sup>2</sup>, com uma exuberante costa de praias habitáveis e paradisíacas. Com uma população de aproximadamente 11 mil habitantes (IBGE, 2009), este município possui um IDH de 0,600 (IBGE, 2005), indicando médio desenvolvimento humano. As atividades econômicas mais presentes são as relacionadas ao turismo marítimo, que é responsável pela maior percentual do PIB anual do município que é de R\$ 47.555 mil. Além destas, podem ser destacadas a exploração de carcinicultura e de culturas de cana-de-açúcar e fruticulturas. No setor industrial há uma forte atuação da agroindústria de beneficiamento de coco-da-baía (FIEP, 2009). Possui uma renda *per capita* de R\$ 4.306 (IBGE, 2005);

- *Mari* - O município detém uma superfície territorial de 155 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2005). Com uma população de 21 mil habitantes (IBGE, 2009), apresenta um IDH de 0,500

considerado baixo segundo PNUD (2000). Tem uma economia extremamente primária, de agricultura de subsistência, baseada nas culturas de cana-de-açúcar, mandioca, Inhame, etc., com ênfase para a produção de abacaxi, que vem se tornando de grande importância econômica para o município. Com um PIB de R\$ 52.399 mil a renda per capita do município é de R\$ 2.539, considerada abaixo da média estadual o que reflete o baixo índice de desenvolvimento humano (IBGE, 2005);

- *Pedras de Fogo* - Com uma população de aproximadamente 26 mil habitantes (IBGE, 2009), o município apresenta um IDH de 0,568, segundo dados do PNUD (2000), um PIB de R\$ 195.659 mil para uma renda per capita superior a média estadual, no valor de R\$ 7.504 (IBGE, 2005). Apresenta uma base econômica muito diversificada, embora haja predominância da agricultura de cana-de-açúcar, a qual, em 2008, constituiu-se na maior produção da atividade agropecuária;

- *Santa Rita* - Sendo o terceiro município do Estado, em população, com cerca de 126 mil habitantes (IBGE, 2009), e um dos maiores em extensão territorial, com uma área de quase 800 Km<sup>2</sup>, apresenta um IDH de 0,659 (PNUD, 2000). Apresenta uma renda per capita de R\$ 5.371 e um PIB de R\$ 694.285 mil (IBGE, 2005). Sua economia baseia-se no grande cultivo de cana-de-açúcar, além da cultura de girassol e de fruticulturas de abacaxi e caju. No setor secundário, o destaque fica por conta das agroindústrias e das indústrias têxteis e calçadistas. No setor terciário destacam-se os grandes empreendimentos comerciais, como hipermercados, centros comerciais ("shopping centers"), entre outros;

- *São Miguel de Taipu* - Sua população estimada é de 6.800 habitantes (IBGE, 2009). Com um território de 92 Km<sup>2</sup>, sua economia se baseia na agricultura de cana-de-açúcar e na pecuária extensiva. Apresenta um IDH de 0,524, o que indica um baixo desenvolvimento Humano (PNUD, 2000), com um PIB de 14.614 mil e uma das rendas per capita menores do Estado, no valor de R\$ 2.222 (IBGE, 2005);

- *Sapé* - Com uma população estimada em 47.682 habitantes (IBGE, 2009) e um IDH de 0,556, considerado médio (PNUD, 2000), apresenta um PIB de R\$ 132.857 mil, com uma renda per capita de R\$ 2.812, um pouco abaixo da média estadual (IBGE, 2005). Sua economia é bastante diversificada, sendo as atividades principais: no setor primário, a exploração de culturas como abacaxi, cana-de-açúcar, mandioca, entre outras; no setor secundário, as destilarias de álcool; e no

setor terciário, o turismo ecológico, em função de o município estar inserido na região da mata paraibana.

### 3.4 Identificação dos usuários e volumes outorgados por tipos de usos

Para identificar os tipos de usos de água subterrânea na área de estudo, consideraram-se as informações constantes do banco de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), em relação aos usuários constantes do Cadastro de Outorgas, desde janeiro de 2001 até dezembro de 2008, divididos em duas categorias: (a) os que estão com suas outorgas em vigência; e (b) os que se encontram com outorgas com prazo de validade vencido. A Tabela 3 apresenta uma amostra da organização dos dados no referido cadastro.

**Tabela 3** Planilha do Sistema de Cadastro de Usuários da AESA – PB.

Nome do Usuário	Bacia	Tipo de Uso	Fonte Hídrica	Manancial	Vazão Horária(m³/h)	Volume Anual(m³)	Data de Expiração
Associação dos Pescadores e Marisqueiros de Salgado e Salinas	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	Abastecimento Comunitário	Poço	Poço	18	78840	19/6/2001
Condomínio Residencial dos Sombrieros	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	Abastecimento Comunitário	Poço Tubular	Poço	13	47450	6/12/2005
Laurentino Alves Maia	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	Comercial	Poço Tubular	Poço	2	550	6/6/2001
Condomínio Green Ville Residence Country	Região do Baixo Curso do Rio Paraíba	Abastecimento Rural	Poço Tubular	Poço	3	22338	18/2/2010

Fonte: Elaborada pelo autor

O passo seguinte foi classificar os usuários, de acordo com o tipo de manancial em que cada um está captando, verificando-se que essa atividade se dá por meio de poços tubulares. Em seguida, os usuários foram classificados em função dos principais tipos de uso da água subterrânea, a saber:

- Abastecimento Urbano;
  - Abastecimento Rural;
  - Abastecimento Comunitário;
  - Comercial;
  - Industrial;
  - Irrigação.
- } Abastecimento Humano

A Tabela 4 apresenta, por tipo de uso, a quantidade de usuários e o volume anual outorgado (considerando outorgas vigentes).

**Tabela 4** Resumo da classificação dos usuários de água subterrânea.

Uso	Quantidade de Usuário	Volume Anual Outorgado (m <sup>3</sup> )
Abastecimento Humano	26	30.137.628
Comercial	32	5.276.968
Irrigação	132	34.335.470
<b>Total</b>	<b>190</b>	<b>69.750.066</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

É importante enfatizar que esses volumes não incluem aqueles usuários com volume anual outorgado inferior ao limite de isenção, definido na Resolução nº 07/09 do CERH-PB, para cada tipo de uso.

### 3.5 Programas de investimentos do PERH para águas subterrâneas

Um das grandes limitações encontradas nesta pesquisa, foi a ausência de um plano atualizado para a bacia do rio Paraíba. Diante disso, a única base legal que poderia ser utilizada seria o Plano Estadual de Recursos Hídricos (AESAs, 2006), que norteia as ações de gestão para todo o Estado. Dessa forma, para estimar o volume de investimentos previstos para a área de estudo, procedeu-se da seguinte forma: (a) Escolheram-se, no PERH, alguns programas e ações, julgados indispensáveis à execução da gestão de recursos hídricos para a região, por estarem diretamente ligados à exploração racional das águas subterrâneas; (b) Atualizaram-se, pelo percentual do IGP-M acumulado de 2006 a 2009, os valores desses investimentos, uma vez que o PERH data de 2006; (c) Os valores atualizados dos programas do PERH foram divididos por cinco, ou seja, o número total de comitês de bacia hidrográficas que o Estado da Paraíba poderá possuir; (d) Considerou-se o horizonte de planejamento de 13 (treze anos), uma vez que o PERH tem seu prazo de validade para 2023.

A Tabela 5, a seguir, expõe os programas adotados, os respectivos valores atualizados, bem como a parcela considerada para a área de estudo. A Tabela 6 apresenta essa parcela dividida entre 'investimentos na bacia' e 'custos de operação e manutenção'. O Anexo 3 apresenta os programas e investimentos do PERH-PB.

**Tabela 5** Resumo dos programas e investimentos atualizados para a área de estudo.

DISCRIMINAÇÃO Programa	Valores (para 13 anos)		
	PERH	PERH (atualizado)	Área de Estudo
Funcionamento do Comitê *	1.506.000,00	2.102.225,40	420.445,08
Elaboração do Plano de Bacia	2.330.000,00	3.252.447,00	650.489,40
Sistema de Outorga	264.000,00	368.517,60	73.703,52
Política de Cobrança	241.000,00	336.411,90	67.282,38
Fiscalização do Uso de Água	250.000,00	348.975,00	69.795,00
Monitoramento de Qualidade *	2.950.000,00	4.117.905,00	823.581,00
Macromedição *	4.540.000,00	6.337.386,00	1.267.477,20
Gestão da Demanda	2.194.000,00	3.062.604,60	612.520,92
Preservação Ambiental	3.635.000,00	5.074.096,50	1.014.819,30
Total	7.910.000,00	25.000.569,00	2.488.610,52

Fonte: Elaborada pelo autor

\*Custos de Operação e Manutenção.

**Tabela 6** Valores anuais de investimentos e de custos de operação e manutenção.

DISCRIMINAÇÃO	Investimentos	Custos O&M
Elaboração do Plano de Bacia	650.489,40	
Sistema de Outorga	73.703,52	
Política de Cobrança	67.282,38	
Fiscalização do Uso de Água	69.795,00	
Gestão da Demanda	612.520,92	
Preservação Ambiental	1.014.819,30	
Funcionamento do órgão gestor e do comitê de bacia		420.445,08
Monitoramento de Qualidade		823.581,00
Macromedição		1.267.477,20
TOTAL R\$(nos 13 anos)	2.488.610,52	2.511.503,28
Total R\$ por ano	191.431,58	193.192,56

Fonte: Elaborada pelo autor

Fonte: Baseado no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba (AESA, 2006).

***CAPÍTULO 4***  
***MODELO ARRECADATÓRIO PROPOSTO***

---

## 4 – MODELO ARRECADATÓRIO PROPOSTO

### 4.1 Definição dos modelos de cobrança

Denomina-se de *modelo básico* nesta pesquisa, o modelo baseado na Deliberação 01/2008 do CBH-PB, regulamentada pelo CERH-PB, através da Resolução 07/2009, conforme indicado na Equação 8.

$$VT = K . P . Vol \quad (8)$$

Onde: VT é o valor total a ser cobrado, expresso em Reais; K é um conjunto de coeficientes adimensionais de características específicas; P é o preço unitário para cada tipo de uso, expresso em Reais; e Vol é o volume anual outorgado, expresso em metros cúbicos.

O modelo arrecadatário proposto introduz alguns coeficientes de ponderação, para formar o conjunto K de coeficientes do modelo básico, a saber: Coeficiente de Sazonalidade ( $K_s$ ), Coeficiente Classe de Enquadramento ( $K_{classe}$ ) e Coeficiente Disponibilidade ( $K_{Disp}$ ). Além destes, é também proposta a consideração de um Coeficiente de Investimentos na Bacia ( $K_{inv}$ ), a incidir diretamente sobre o valor total calculado para a cobrança (VT).

Logo, o modelo de cobrança, proposto neste trabalho, apresenta a seguinte formulação:

$$Cobrança = Vol . ( K_s . K_{classe} . K_{Disp} ) . VUR \quad (9)$$

$$Cobrança_{TOTAL} = Cobrança - K_{INV} \quad (10)$$

Onde: Vol= Volume anual (outorgado ou medido) em m<sup>3</sup>/ano;  $K_s$ = Coeficiente de Sazonalidade;  $K_{classe}$ = Coeficiente de Classe de Enquadramento;  $K_{Disp}$ = Coeficiente de Disponibilidade; VUR= Valor Unitário de Referência;  $K_{inv}$ = Coeficiente de investimentos em ações na Bacia Hidrográfica. Os itens a seguir descrevem esses coeficientes.

## 4.2 Coeficientes de Ponderação

### *Coeficiente de Sazonalidade ( $K_s$ )*

Esse coeficiente é utilizado para diferenciar o valor da água conforme as estações do ano, considerando-se que a cobrança de água é fundamentada pela sua escassez. Assim, o valor a ser cobrado nos períodos de recessão hídrica tende a ser maior, de forma a induzir os usuários à racionalização e, por fim, reconhecer o verdadeiro valor do recurso.

Mesmo a área de estudo estando inserida na faixa de clima subtropical úmido do Estado da Paraíba, apresenta um regime pluviométrico com sazonalidade distinta, consistindo em um período chuvoso e outro considerado seco, no qual são registradas baixas quantidades de chuvas, o que se reflete diretamente na recarga e na disponibilidade dos sistemas aquíferos. Paralelamente à sazonalidade pluvial, ocorre a sazonalidade das demandas, que também variam de acordo com o tipo de uso. Por exemplo, as demandas de irrigação, que seguem um calendário agrícola, e as demandas de abastecimento público, que aumentam consideravelmente na estação do verão.

Para definir os valores deste coeficiente foi utilizado um balanço hídrico (BH) normal, usando a relação entre precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP). Para fins de cálculo do balanço hídrico (BH), foi utilizado o método de Thornthwaite & Mather (1955), o qual contabiliza o quantitativo hídrico de uma região através da precipitação (mm) medida em escala diária, da temperatura média diária ( $^{\circ}\text{C}$ ) e do balanço de energia ( $\text{W}/\text{m}^2$ ). Os cálculos foram executados usando planilhas Windows Excel, com base em uma série de dados climatológicos, medidos no período de 1994 a 2008, na cidade de João Pessoa. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

**Tabela 7** Resultado do Balanço Hídrico para João Pessoa – 1994 a 2008

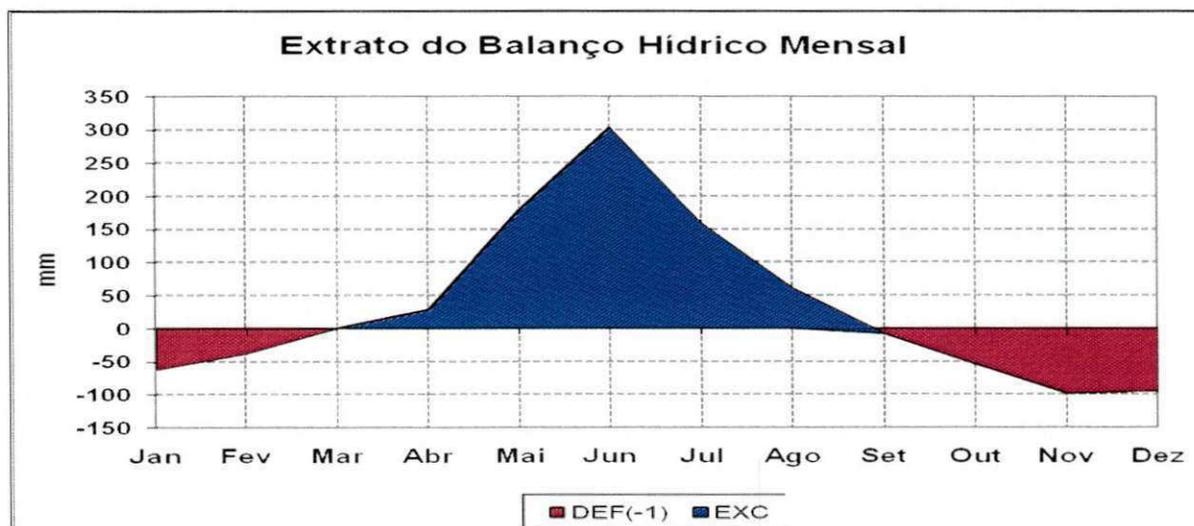
Decêndios	Número de dias	NDA	T °C	P mm	N horas	I	ETP Thorntwaite 1948	P-ETP mm
Jan	31	1	26,7	84,7	12,4	12,6	148,62	-64,0
Fev	28	32	26,8	96,3	12,3	12,7	134,84	-38,6
Mar	31	60	26,7	183,7	12,1	12,6	145,43	38,3
Abr	30	91	26,3	220,3	11,9	12,3	131,33	89,0
Mai	31	121	25,5	299,1	11,7	11,8	120,09	179,0
Jun	30	152	24,6	404,9	11,6	11,2	101,51	303,4
Jul	31	182	23,8	252,1	11,6	10,6	93,42	158,7
Ago	31	213	23,9	156,5	11,7	10,7	95,59	60,9
Set	30	244	24,8	65,1	11,9	11,3	106,69	-41,6
Out	31	274	25,7	32,8	12,1	11,9	126,77	-94,0
Nov	30	305	26,3	18,9	12,3	12,3	134,96	-116,1
Dez	31	335	26,5	44,6	12,4	12,5	144,61	-100,0
<b>TOTAIS</b>			<b>307,6</b>	<b>1858,9</b>	<b>144,0</b>	<b>142,6</b>	<b>1483,87</b>	<b>375,0</b>
<b>MÉDIAS</b>			<b>25,6</b>	<b>154,9</b>	<b>12,0</b>	<b>11,9</b>	<b>123,66</b>	<b>31,3</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

De acordo com os resultados do balanço hídrico, a sazonalidade da região está assim apresentada:

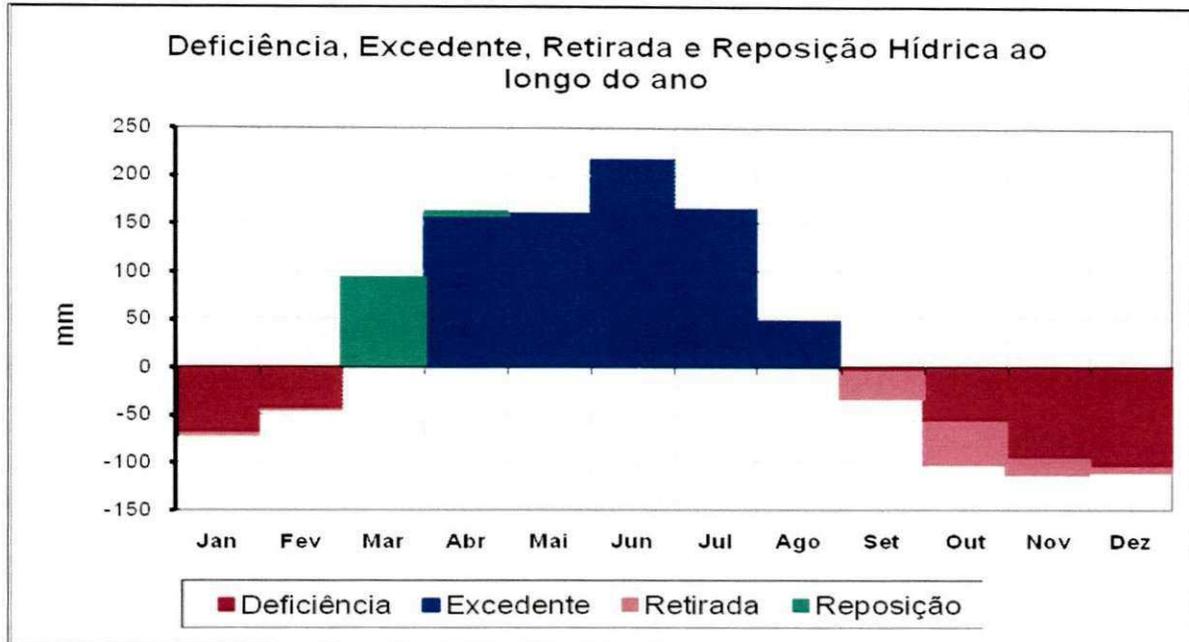
- Dos meses de março a agosto, tem-se o *período chuvoso*, onde o saldo da relação P-ETP apresenta valores positivos;
- Dos meses de setembro a fevereiro, tem-se o *período seco*, onde a relação P-ETP apresenta valores negativos.

As Figuras 13 e 14 indicam, graficamente, o comportamento sazonal dos volumes hídricos deficientes e excedentes, bem como os processos de retirada e reposição hídrica ao longo do ano.



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 13** Balanço hídrico – João Pessoa – 1994 a 2008.



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 14** Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano – João Pessoa – 1994 a 2008

O valor do coeficiente de sazonalidade ( $K_s$ ) foi calculado a partir do percentual representativo da relação P-ETP de cada período, obedecendo ao conjunto de equações abaixo:

$$K_{s_{chuvoso}} = \frac{\%(ps)}{\%(pc)} \quad (11)$$

$$K_{s_{seco}} = \frac{\%(pc)}{\%(ps)} \quad (12)$$

Onde

$$\%PC = \frac{\sum \text{período chuvoso}}{\sum \text{anual}} \quad (13)$$

$$\%PS = \frac{\sum \text{seco}}{\sum \text{anual}} \quad (14)$$

Desse modo, obteve-se aos valores de coeficientes de sazonalidade que deverão ponderar a cobrança de água subterrânea, a saber:

- Para o período chuvoso:  $K_s = 0,55$ ;
- Para o período seco:  $K_s = 1,83$ .

#### *Coefficiente Classe de Enquadramento ( $K_{classe}$ )*

A necessidade do uso desse coeficiente se dá pelo fato da captação de água subterrânea estar em contato com corpos hídricos, que se encontram na superfície, mas que são alimentados pelo sistema aquífero. Muitas vezes, a ocupação do solo por culturas agrícolas e demais atividades antrópicas (aterros sanitários, cemitérios, depósitos de rejeitos de materiais industrial, inseticidas e defensivos agrícolas, entre outras) pode chegar a mudar, substancialmente, a qualidade das águas subterrâneas. A conservação da qualidade dos corpos hídricos, portanto, deixa de ser uma competência apenas dos órgãos gestores de recursos hídricos, passando a fazer parte dos ditames dos órgãos de gestão ambiental. O coeficiente de enquadramento, aqui chamado de  $K_{classe}$ , tem por finalidade diferenciar os valores da cobrança, de acordo com a classe de qualidade atribuída ao corpo hídrico, em função dos seus usos preponderantes. Assim, o usuário que estiver fazendo sua captação de um corpo hídrico com classe 1, para o uso na irrigação, por exemplo, terá um valor de cobrança maior do que um usuário que esteja captando de um corpo hídrico de classe 4.

Nesse sentido, para a definição deste coeficiente, foi considerada a Resolução nº 396 de 03 de abril de 2008, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, a qual define as normas para o enquadramento dos corpos de água subterrânea, estabelecendo a sua classificação, conforme o artigo 3º abaixo transcrito.

*“Art. 3º As águas subterrâneas são classificadas em:*

***I - Classe Especial:*** *águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;*

***II - Classe 1:*** *águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeológicas naturais;*

***III - Classe 2:*** *águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento*

adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

**IV - Classe 3:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

**V - Classe 4:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

**VI - Classe 5:** águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso”.

Como ainda não há o enquadramento definido para as águas subterrâneas da bacia sedimentar do Baixo Curso do rio Paraíba, os valores do coeficiente  $K_{\text{classe}}$  que foram usados neste modelo de cobrança são os mesmos adotados no projeto de Simulação para Aplicação da Cobrança em Escala Real – STHIDRO- Chamada Pública MCT/FINEP/CTHIDRO-GRH 01/2004 (UFSM/UFCEG, 2008), conforme indicado na Tabela 8.

**Tabela 8** Valores do Coeficiente de Enquadramento

Enquadramento - Resolução CONAMA -396/08		
<b>Classe Especial</b>	Vazão Ecológica	2,0
<b>Classe 1</b>	Qualquer Uso	1,5
<b>Classe 2</b>	Alguns Usos	1,3
<b>Classe 3</b>	Poucos Usos	1,2
<b>Classe 4</b>	Usos Menos Restritivos	1,0
<b>Classe 5</b>	Sem requisito de Uso	

**Fonte:** Elaborada pelo autor

#### *Coeficiente Disponibilidade ( $K_{\text{Disp}}$ )*

Este coeficiente tem por objetivo diferenciar as classes de disponibilidade natural dos aquíferos, a partir do grau de exploração de água subterrânea.

Sabe-se que área de estudo, por abrigar vários centros urbanos, tende a apresentar um maior uso de poços, para fins de abastecimento humano. A exemplo das cidades de Recife, Maceió e Natal, a capital do Estado da Paraíba – João

Pessoa - passa por problemas da superexploração das águas subterrâneas, sobretudo nos bairros situados na orla marítima. Ao ser considerado, na cobrança, o grau de disponibilidade hídrica subterrânea, está-se induzindo o usuário desse recurso a uma exploração controlada, em escala local (onde está havendo a captação). Se determinada área tem disponibilidade X ou Y, o usuário poderá ou não se instalar na mesma, de acordo com o tipo de uso e a suas condições de pagamento pela água que ali se encontra. Se essa área tem uma disponibilidade extremamente baixa, a outorga de direito de uso de água subterrânea não será concedida, induzindo o usuário a buscar outro tipo de manancial para o atendimento das suas demandas.

A determinação desse coeficiente foi norteada pelo exposto no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB, 2006), o qual aponta uma Disponibilidade Máxima de água subterrânea na região da bacia sedimentar costeira do Baixo Curso do rio Paraíba de, aproximadamente, 100,41 hm<sup>3</sup>/ano, e uma Disponibilidade Atual de cerca de 60,00 hm<sup>3</sup>/ano.

Nesta situação, o coeficiente de disponibilidade, introduzido no modelo de cobrança, tem como parâmetro de definição o Índice de Ativação da Disponibilidade (IAD), o qual relaciona esses dois tipos de disponibilidade, conforme a Equação 15, abaixo:

$$IAD = \frac{Disponibilidade_{ATUAL}}{Disponibilidade_{MÁXIMA}} \quad (15)$$

De acordo com os estudos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-PB), a área do Baixo Curso do rio Paraíba apresenta um IAD de água subterrânea da ordem de 0,6, o que demonstra o alto nível de exploração do recurso nessa região. Portanto, considerando esta situação, o coeficiente de disponibilidade assume os valores apresentados na Tabela 9:

**Tabela 9** Coeficiente de Disponibilidade do Aquífero

IAD	K <sub>disp</sub>	Categoria
0 < IAD < 0,5	1,0	Alta
0,5 < IAD < 0,9	1,3	Média
0,9 < IAD = 1	1,5	Baixa

Fonte: Elaborada pelo autor

Tendo em vista que o IAD da área de estudo é da ordem de 0,6, o valor adotado para o coeficiente de disponibilidade foi 1,3, ou seja, categoria de disponibilidade média.

#### *Coeficiente de Investimentos na Bacia ( $K_{inv}$ )*

A inserção deste coeficiente no modelo de cobrança tem como objetivo atender ao disposto do artigo 9º da Deliberação 01/08 do CBH-PB que dispõe:

**“Art. 9º** No período de doze meses, a partir do início da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, os usuários de água poderão descontar, do valor total a ser cobrado, os investimentos, com recursos próprios ou financiamentos onerosos, em monitoramento quali-quantitativo, em projetos e obras destinadas ao afastamento e tratamento de esgotos, em manutenção de barragens e outras ações de melhoria da qualidade e da quantidade da água e do regime fluvial, que resultem em sustentabilidade ambiental da bacia, mediante comprovação da despesa.

§ 1º Para que possam ser descontados do valor total da cobrança pelo uso de recursos hídricos, os investimentos deverão ser previamente aprovados pelo CBH-PB e pelo órgão gestor.

§ 2º Os descontos referidos no caput deste artigo estarão limitados a, no máximo, cinquenta por cento do valor total a ser cobrado.”

Desta forma, o modelo de cobrança proposto adota o coeficiente  $K_{inv}$ , para permitir descontos, de até 50%, no valor total da cobrança anual. Esse percentual pode, ainda, ser fracionado de acordo com a sazonalidade, ou seja, o período do ano em que as ações de investimento foram efetivadas, permitindo descontos diferenciados para as estações chuvosa e seca.

***CAPÍTULO 5***  
***MODELO ECONÔMICO***

---

## 5 - MODELO ECONÔMICO

### 5.1 Metodologia do Preço Ótimo.

A metodologia econômica escolhida, para simulação da cobrança pelo uso de água subterrânea na área de estudo, foi a de preços ótimos (CARRERA-FERNANDEZ, 2000), em virtude da grande quantidade de estudos já realizados para a aplicação em bacias hidrográficas de características similares a da área da bacia hidrográfica do rio Paraíba.

### 5.2 Definição do preço reserva para água subterrânea na área de estudo.

A primeira etapa para definição do preço ótimo é estimar a disposição a pagar (preço de reserva) pelo uso da água, apresentada por cada tipo de usuário ao se deparar com uma situação de escassez hídrica. Essa estimativa foi feita com uso da metodologia da demanda “tudo ou nada”, onde o usuário é induzido a buscar alternativas quem venham a suprir as suas demandas, em face do racionamento hipotético do manancial em uso.

Para o caso do uso de água subterrânea na bacia sedimentar do Baixo Curso do rio Paraíba, o preço de reserva foi definido considerando a vazão estimada dos usuários outorgados pelo órgão gestor estadual – AESA –, para os usos de abastecimento humano, industrial e irrigação (conforme Tabela 4).

A situação simulada tem, como cenário inicial, uma interrupção hipotética do uso de água subterrânea, considerando-se alternativas de abastecimento com diferentes preços. A Tabela 10 apresenta os usos e suas respectivas alternativas de abastecimento, adotadas nas simulações.

**Tabela 10** Alternativas de abastecimento de água, por tipo de uso.

Alternativas para Cálculo do Preço de Reserva			
	Ab. Humano	Industrial	Irrigação
<b>Alternativa Mais Barata</b>	Água Tratada (CAGEPA)	Água Bruta	Água Reciclada
<b>Alternativa Mais Cara</b>	Carro-pipa	Água Tratada (CAGEPA)	Água Bruta

**Fonte:** Elaborada pelo autor

*Abastecimento Humano*

Para obter-se o custo da água no sistema de captação de água subterrânea, considerou-se o investimento efetuado para a perfuração de um poço Amazonas, com base em valores atuais vigentes no mercado nacional, conforme mostrado na Tabela 11.

**Tabela 11** Cálculo do custo de um poço para abastecimento humano.

POÇO DE BAIXA PROFUNDIDADE	
Custos	
Locação do Geólogo	
Perfuração (até 50 m)	R\$ 90,00 por metro linear
Teste de Bombeamento	
Análise Físico-química	
Profundidade do poço (m)	50
<b>Total</b>	<b>4.500,00</b>
Valor da Bomba	1.076,00
<b>Custo Total (R\$/poço)</b>	<b>5.576,00</b>

**Fonte:** Elaborada pelo autor

OBS.: Valor de uma bomba com vazão mínima de 0,8 m<sup>3</sup>/h e máxima de 3,5 m<sup>3</sup>/h.

Tendo o custo total do poço como investimento inicial, e considerando uma taxa de juros de 10% a.a. e uma vida útil de 15 anos para o poço, o preço da água no poço foi definido a partir do benefício anual, tendo sido calculado pela Equação 16:

$$BA = Inv.Inicial * \left\{ \left[ \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1} \right] \right\} \quad (16)$$

Onde: BA é o Benefício Anual (R\$/ano); Inv. Inicial é o valor do custo total do poço; i é a taxa de juros ao ano; n é o tempo de vida útil do poço.

Considerando que, na área de estudo, o uso humano de água subterrânea se faz mais presente nas cidades de João Pessoa e Cabedelo, e que, em sua maior parte, ocorre em condomínios prediais, considerou-se uma média de 26 (vinte e seis) apartamentos por prédio, e um poço por prédio, possuindo, cada apartamento, uma demanda mensal de 40 m<sup>3</sup> (valor fixado com base em entrevistas informais com moradores da área). Assim, a demanda anual por poço totalizou 12.480 m<sup>3</sup>/ano/poço.

A Figura 14 apresenta os valores obtidos para o Benefício Anual (R\$ 733,09/ano/poço) e para o preço do metro cúbico de água, por poço, para abastecimento humano (R\$ 1,52/m<sup>3</sup>/poço).

PREÇO DA ÁGUA DE POÇO - BAIXO CURSO DO RIO PARAÍBA			
Benefício anual = (Investimento inicial)*[(1+i) <sup>n</sup> ]/[(1+i) <sup>n</sup> -1] Obs.: En = elevado a n			
i=10% a.a n=15 ano: Inv.Inicial=R\$5.576,00 (perfuração do poço + bomba)			
(i + 1) <sup>n</sup>	4,1772482	(i+1) <sup>n</sup> - 1	3,17725
(i + 1) <sup>n</sup> *i	0,4177248	(i+1) <sup>n</sup> *i/[(i+1) <sup>n</sup> -1]	0,13147
Benefício anual	0,131474 * Investimento inicial		
R\$	733,09902		
Demanda:	480 m <sup>3</sup> /ano		Considerando uma residência individual com consumo estimado em 40 m <sup>3</sup> /mês
			480 m <sup>3</sup> /ano
			Considerando uma média de 26 apartamentos por prédio a demanda por poço
Preço do m <sup>3</sup> (R\$/m <sup>3</sup> ):	1,52729		m <sup>3</sup> /ano 12480
Obs.: Para o caso do poço em prédio residencial, o valor do benefício deve ser dividido pela demanda do prédio, o que dá um valor bem menor para o m <sup>3</sup> (em torno de 3 centavos de real)			

Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 14** Planilha de cálculo do preço da água de poço – abastecimento humano na Região do Baixo Curso do rio Paraíba

Como alternativa mais barata (ou menos cara), foi selecionada, para substituição do uso de água subterrânea, a água do sistema de abastecimento público, distribuída pela concessionária estadual (CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba), no valor de R\$ 2,16/m<sup>3</sup> (SNIS, 2008). O índice de perdas do sistema de abastecimento da CAGEPA, para a área de estudo, fica em torno de 50,64%. Logo, o preço de reserva nessa situação foi R\$ 1,58/m<sup>3</sup>, conforme apresentado na Tabela 12.

**Tabela 12** Cálculo do preço reserva – alternativa mais barata – Abastecimento Humano.

Abastecimento Humano			
Alternativas			
<b>1ª Opção</b>	Água subterrânea		
$\gamma_p$	0,1	<b>10,00</b>	Perdas do Poço (%)
$C_p$		<b>1,52</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R/m <sup>3</sup> )
<b>2ª Opção</b>	Água da Companhia		
$\gamma_m$	0,5064	<b>50,64</b>	Perdas do sistema de abastecimento(%)
$C_m$		<b>2,16</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água do sistema de abastecimento (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>P. reserva</b>	<b>1,58</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

OBS.: Cálculo efetuado usando a Equação 4 (Item 2.6).

Como alternativa mais cara, foi considerado o abastecimento através de carro-pipa (carro-tanque). Para definir o preço do metro cúbico de água nesta alternativa, usou-se a metodologia adotada atualmente pela CAGEPA (CAGEPA,

2009), a qual considera o produto entre o custo de transporte da água até o usuário e o preço pelo qual a água é vendida, pela CAGEPA, para os carros-pipa (R\$ 3,68/m<sup>3</sup>, conforme estrutura tarifária apresentada no Anexo 3).

O custo de transporte é definido considerando, com base no volume do tanque (variando de 3 a 10 m<sup>3</sup>/tanque), na distância (em quilômetros) do manancial até o usuário, e em um coeficiente de dificuldades (variando de 0 a 1) que o carro-pipa poderá encontrar no percurso. Essas dificuldades podem ser relacionadas a:

- níveis topográficos;
- quantidade de semáforos (caso de zona urbana);
- ruas com ou sem pavimentação. Quanto maior for o grau de dificuldades, maior será esse coeficiente.

Por indicação da própria companhia (CAGEPA, 2009), foi adotado o valor de 0,7 para o coeficiente de dificuldades, tendo em vista o alto grau de urbanização da área de estudo. Desta forma, o custo final do metro cúbico de água fornecido por carro-pipa é de R\$ 10,68/m<sup>3</sup>, como mostra a Tabela 13.

**Tabela 13** Cálculo do valor da água no carro-pipa (R\$/m<sup>3</sup>).

<b>CARRO-PIPA</b>	
Volume do carro (m <sup>3</sup> )	<b>7</b>
(2) Distância (Km)	<b>10</b>
(3) Coeficiente dificuldade (R\$/m <sup>3</sup> /km)	<b>0,7</b>
(4) Custo de Transporte (R\$)	<b>49,00</b>
(5) Preço da água, cobrado pela CAGEPA (R\$/m <sup>3</sup> )	<b>3,68</b>
(6) Total cobrado pela CAGEPA (R\$/carro-pipa)	<b>25,76</b>
(7) Valor Total cobrado dos usuários (R\$/carro-pipa)	<b>74,76</b>
(8) Custo da água no carro-pipa (R\$/m <sup>3</sup> )	<b>10,68</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

OBS.: (4) = (1) x (2) x (3); (6) = (1) x (5); (7) = (4) + (6); (8) = (7) / (1).

Na definição do preço de reserva, tendo o carro-pipa como alternativa de abastecimento, as perdas são consideradas inexistentes (iguais a zero), por se tratar de um sistema muito eficiente, no que se refere ao aproveitamento da água. Sendo assim, o preço de reserva para essa situação foi de R\$ 9,01/m<sup>3</sup> como mostrado na Tabela 14.

**Tabela 14** Cálculo do preço reserva - alternativa mais cara – Abastecimento Humano

<b>Abastecimento Humano</b>			
<b>Alternativas</b>			
<b>1ª Opção</b>	Água subterrânea		
$\gamma_p$	0,1	<b>10,00</b>	Perdas do poço (%)
<b>C<sub>p</sub></b>		<b>1,52</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R/m <sup>3</sup> )
<b>2ª Opção</b>	Água de Carro-Pipa		
$\gamma_m$	0	<b>0,00</b>	Perdas do carro-pipa(%)
<b>C<sub>m</sub></b>		<b>10,68</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>P.reserva (R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>9,01</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

OBS.: Cálculo efetuado usando a Equação 4 (Item 2.9).

#### *Abastecimento Industrial*

Na definição do custo da água para o uso na indústria, o procedimento foi o mesmo adotado para o abastecimento humano, mudando apenas as alternativas de abastecimento e o valor das variáveis que compõem o custo de investimento.

No caso de um poço para a indústria, as características diferem das do poço para o abastecimento humano, visto que a demanda diária é maior, levando à captação em maior profundidade, com uso de tecnologias mais avançadas como: bomba de maior potência, tubulações mais resistentes, etc., o que implica em um custo de investimento mais elevado, como mostra a Tabela 15.

**Tabela 15** Custo de investimento de um poço para abastecimento industrial.

<b>POÇO PARA SETOR INDUSTRIAL</b>	
Custos	
Locação do geólogo	
Teste de Bombeamento	
Análise Físico-Química	
Perfuração (até 250 m)	R\$90,00 por metro linear
Profundidade do poço (m)	250
Valor Parcial (R\$)	22.500,00
Valor da Bomba (R\$)	2.000,00
<b>Custo Total de Investimento</b>	<b>24.500,00</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

OBS.: Valor de uma bomba com vazão máxima de 480 m<sup>3</sup>/h.

Aplicando-se a Equação (16), o valor encontrado para o Benefício Anual foi de R\$ 4.592,37, considerando-se uma taxa de 10% a.a, e um horizonte de 8 anos de vida útil para cada poço, além de uma demanda média de 4.695 m<sup>3</sup> /ano por cada poço. Desta maneira o preço do metro cúbico de água do poço é de R\$ 0,98/m<sup>3</sup>. Esses cálculos estão indicados na Figura 16.

PREÇO DA ÁGUA DE POÇO PARA INDÚSTRIA - BAIXO CURSO DO RIO PARAÍBA			
Benefício anual = (Investimento inicial)*[(1+i)E <sup>n</sup> ]/[(1+i)E <sup>n</sup> -1] Obs.: E <sup>n</sup> = elevado a n			
i=10% a. e n=8anos Inv.Inicial=R\$24.500,00 (perfuração do poço + bomba)			
(i + 1)E <sup>8</sup>	2,1435888	(i+1)E <sup>8</sup> - 1	1,14359
(i + 1)E <sup>8</sup> *i	0,2143589	(i+1)E <sup>8</sup> *i/[(i+1)E <sup>8</sup> -1]	0,18744
Benefício anual	0,187444 * Investimento inicial		
R\$	4592,378		
Demanda:	4695 m <sup>3</sup> /ano		Considerando um consumo estimado em m <sup>3</sup> /d (num período de 313dias/4) 4695 m <sup>3</sup> /ano
Preço do m <sup>3</sup> (R\$/m <sup>3</sup> ):	0,97814		

Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 16** Cálculo do preço da água de poço para o setor industrial.

Como alternativa mais barata (ou menos cara) foi considerada a água bruta fornecida pela CAGEPA, tendo em vista que a maioria das atividades industriais não requer utilização de água com padrão de potabilidade. O cálculo efetuado para definição do preço do metro cúbico de água bruta obedeceu aos seguintes passos com base em informações do SNIS (2008):

- Partiu-se do volume de água tratada e distribuída pela CAGEPA, na cidade de João Pessoa, durante o ano de 2008, o qual totalizou 60.372.350 m<sup>3</sup>;
- No processo de produção de água tratada devem ser considerados, além dos custos com produtos químicos, as despesas com energia elétrica e com funcionários. No caso, as despesas da CAGEPA com produtos químicos foram de R\$ 3.255,518, 84; os gastos com energia elétrica foram de R\$ 2.366,470, 87; as despesas com pessoal totalizaram R\$ 8.066,372,81. O somatório dessas despesas é de R\$ 13.688,362,20;
- Dividindo-se esse total de despesas pelo volume de água tratada produzida (60.372.350m<sup>3</sup>) tem-se o valor de R\$ 0,23/m<sup>3</sup>;
- Subtraindo-se esse valor do preço cobrado pelo metro cúbico de água tratada (R\$ 2,16/m<sup>3</sup>), encontrou-se o valor de R\$ 1,93/m<sup>3</sup> para a água bruta fornecida pela CAGEPA.

Como alternativa mais cara, considerou-se a água tratada, fornecida no sistema de abastecimento, pela concessionária, ao preço de R\$ 2.16/m<sup>3</sup>. O percentual de perdas de 25% usado para o cálculo do preço de reserva é fundamentado em projeções da CAGEPA que considera esse valor para redes

atualmente instaladas com fins mais restritos como é o caso do abastecimento industrial e de irrigação. As Tabelas 16 e 17 apresentam os valores dos preços de reserva para as duas alternativas citadas.

**Tabela 16** Cálculo do preço de reserva – alternativa mais barata – Uso Industrial.

Abastecimento Industrial			
Alternativas			
<b>1ª Opção</b>	Água subterrânea		
$\gamma p$	0,1	<b>10,00</b>	Perdas do Poço (%)
<b>Cp</b>		<b>0,98</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R/m <sup>3</sup> )
<b>2ª Opção</b>	Água da Companhia (bruta)		
$\gamma m$	0,4	<b>25,00</b>	Perdas do sistema de abastecimento (água Bruta)(%)
<b>Cm</b>		<b>1,93</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água Bruta (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>P. reserva</b>	<b>1,63</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 17** Cálculo do preço reserva – alternativa mais cara – Uso Industrial.

Abastecimento Industrial			
Alternativas			
<b>1ª Opção</b>	Água subterrânea		
$\gamma p$	0,1	<b>10,00</b>	Perdas do poço (%)
<b>Cp</b>		<b>0,98</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R/m <sup>3</sup> )
<b>2ª Opção</b>	Água Tratada (CAGEPA)		
$\gamma m$	0,5064	<b>50,64</b>	Perdas do Sistema (%)
<b>Cm</b>		<b>2,16</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água do Sistema de abastecimento (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>P. reserva</b>	<b>2,18</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

### *Irrigação*

Para fins de cálculo do custo da água do poço para o setor de irrigação, adotaram-se os mesmos valores considerados para o uso industrial (investimento inicial de R\$ 24,500,00; Benefício Anual de R\$ 4.592,37), por estes setores usarem tipos de captação com características semelhantes .

A variável que diferenciou o custo da água do poço para a irrigação foi a demanda por poço, a qual ficou em torno de 27.150 m<sup>3</sup>/ano/poço, com base em uma demanda diária de 150 m<sup>3</sup>/dia, durante um período de 181 dias (ou seja, o período seco definido no balanço hídrico (item 4.2.1), considerando-se que, no período chuvoso, a irrigação não seja efetuada). A divisão do Benefício Anual pela demanda definiu o valor de R\$ 0,17/m<sup>3</sup>/poço para a irrigação.

Como alternativa mais barata (menos cara), a proposta é que seja usada água reciclada. Devido à inexistência de dados sobre a utilização desse recurso na

área de estudo, foi adotado o preço praticado pela SABESP (2001), que comercializa mediante convênio com a Prefeitura de São Bernardo do Campo, a água reciclada do sistema de saneamento doméstico para fins de limpeza e regação vegetal de áreas urbanas a um valor de R\$ 0,30/m<sup>3</sup>. Esse baixo valor pode ser explicado pelo fato da referida Companhia não usar um processo de tratamento muito complexo e oneroso, bem as finalidades as quais se destina o uso dessa água não necessitar de elevado padrão de qualidade (ESTADÃO, 2005; AQUAVITAE, 2009, entre outros). Desta maneira, o preço de reserva para esta alternativa foi de R\$ 0,16/m<sup>3</sup>, conforme indicado na Tabela 18.

Como alternativa mais cara, foi considerada a água bruta fornecida pela CAGEPA, considerando-se o mesmo preço calculado para o uso industrial (R\$ 1,93/m<sup>3</sup>). Desta forma, o preço de reserva da alternativa foi de R\$ 2,23/m<sup>3</sup>, como mostra a Tabela 19.

**Tabela 18** Cálculo do preço reserva – alternativa mais barata – Uso na Irrigação.

<b>Irrigação</b>			
<b>Alternativas</b>			
<b>1ª Opção</b>	Água subterrânea		
$\gamma_p$	0,1	<b>10,00</b>	Perdas do Poço (%)
<b>C<sub>p</sub></b>		<b>0,17</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R/m <sup>3</sup> )
<b>2ª Opção</b>	Água Reciclada		
$\gamma_m$	0,15	<b>15,00</b>	Perdas do sistema de água reciclada(%)
<b>C<sub>m</sub></b>		<b>0,30</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água reciclada (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>P. reserva</b>	<b>0,16</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 19** Calculo do preço reserva – alternativa mais cara – Uso na Irrigação.

<b>Irrigação</b>			
<b>Alternativas</b>			
<b>1ª Opção</b>	Água subterrânea		
$\gamma_p$	0,1	<b>10,00</b>	Perdas do poço (%)
<b>C<sub>p</sub></b>		<b>0,17</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água (R/m <sup>3</sup> )
<b>2ª Opção</b>	Água Bruta		
$\gamma_m$	0,25	<b>25,00</b>	Perdas de água bruta (%)
<b>C<sub>m</sub></b>		<b>1,93</b>	Custo do m <sup>3</sup> de água bruta (R\$/m <sup>3</sup> )
<b>P. reserva</b>	<b>2,23</b>		

Fonte: Elaborada pelo autor

### 5.3 Determinação das demandas “tudo ou nada” e ordinária.

A obtenção da função da demanda “tudo ou nada” exige o conhecimento dos preços de reserva de cada alternativa, das demandas reais de cada uso e da redução destas demandas em função da interrupção hipotética do abastecimento vigente, no caso, a água subterrânea. A função de demanda é obtida a partir do ajustamento de uma função linear, que passa por dois pontos formados, respectivamente, por dois pares de preço-quantidade (demanda), para cada alternativa considerada.

Para cada par preço-quantidade, são calculados os coeficientes linear ( $\alpha$ ) e angular ( $\beta$ ), de acordo com as Equações 17 e 18.

$$\alpha = \frac{(x_1 p_2 - x_2 p_1)}{(p_2 - p_1)} \quad (17)$$

$$\beta = \frac{(x_2 - x_1)}{(p_2 - p_1)} \quad (18)$$

Onde:  $P_1$  é o preço de reserva na alternativa mais barata;  $X_1$  é a demanda nesta alternativa ;  $P_2$  é o preço de reserva na alternativa mais cara;  $X_2$  é a demanda nesta alternativa.

#### *Determinação das quantidades demandadas e dos coeficientes $\alpha$ e $\beta$*

A análise dos volumes outorgados (Tabela 4), em relação ao quantitativo de usuários detentores de outorga, indicou um valor altíssimo para as demandas. Por exemplo, a demanda de abastecimento humano (30.137.628 m<sup>3</sup>/ano), distribuída entre 26 prédios residenciais implicaria em 3.175,72 m<sup>3</sup>/dia.prédio; em se considerando uma média de 26 apartamentos por prédio, a demanda seria de 122,14 m<sup>3</sup>/dia.apartamento; ainda, considerando-se uma família média de 5 indivíduos, ter-se-ia uma demanda de 24,42 m<sup>3</sup>/dia.indivíduo!

Desta forma, optou-se por adotar algumas hipóteses para o cálculo das quantidades demandadas, por tipo de uso, conforme descrito a seguir.

O resumo dos resultados obtidos no cálculo das quantidades demandadas e dos coeficientes linear e angular, para cada tipo de uso, é apresentado no Quadro 1.

#### *Abastecimento Humano*

A demanda para o abastecimento humano foi calculada relacionando a população das cidades de Cabedelo e João Pessoa que totaliza 716,000 habitantes (IBGE, 2009), equivalente a 76% da população total da área de estudo. o que representa uma demanda total de água de aproximadamente 95.005.746 m<sup>3</sup>/ano.

Segundo AESA (2009) o volume outorgado de água subterrânea para os dois municípios é de 14.430.653 m<sup>3</sup>/ano, de modo que a água subterrânea representa 15% da demanda total. Considerando uma relação de proporcionalidade, isto significa que cerca de 107.400 habitantes utilizam água subterrânea.

Considerando uma demanda individual de 250 l/hab/dia, a demanda de água subterrânea equivale a 26.850 m<sup>3</sup>/dia, ou seja, 0,326 m<sup>3</sup>/s, valor este considerado como demanda real. Para a alternativa de abastecimento pela CAGEPA não foi considerada qualquer redução na quantidade demandada; para a alternativa de abastecimento por carro-pipa, considerou-se uma redução de 30% na demanda de água, ou seja, uma quantidade demandada de 0,228 m<sup>3</sup>/s.

Os valores encontrados para os coeficientes linear e angular foram:  $\alpha = 0,3468320$  e  $\beta = -0,0131696$ .

#### *Abastecimento Industrial*

Para o setor industrial, a demanda real, calculada com base em informações obtidas junto a usuários desse setor, totaliza 3.166.181 m<sup>3</sup>/ano (correspondendo a 40% do volume anual outorgado, conforme Tabela 4). Considerou-se que este setor utiliza água durante os 365 dias do ano, de modo que se tem uma demanda real de 0,100 m<sup>3</sup>/s.

Este é o valor considerado como quantidade demandada para a alternativa de abastecimento com água bruta; para a alternativa de abastecimento com água tratada, foi considerada uma redução de 40% implicando em uma quantidade demandada de 0,06 m<sup>3</sup>/s. Desta maneira, os valores encontrados para os coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  foram, respectivamente, 0,302778353 e -0,11147526.

### Irrigação

A quantidade de água demandada na irrigação foi estimada com base em informações obtidas junto a usuários do setor, como sendo 40% do volume anual outorgado pela AESA. Desse modo, a demanda anual de água subterrânea fica em torno de 13.734.188 m<sup>3</sup>/ano, correspondendo a 1,053 m<sup>3</sup>/s.

Para a alternativa de abastecimento com água reciclada, este valor de 1,053 m<sup>3</sup>/s foi considerado como a quantidade demandada; para a alternativa de abastecimento com água bruta, considerou-se uma redução de 50% na quantidade demandada.

Os coeficientes linear e angular apresentaram, então, os seguintes valores:  $\alpha = 1,09347$  e  $\beta = -0,25466$ .

**Quadro 1** Resumo dos valores dos preços reservas, das demandas e coeficientes da demanda “Tudo ou Nada”.

Uso	Preço Reserva		Demanda		Coeficiente	
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	$\alpha$	$\beta$
Humano	1,58	9,01	0,326	0,228	0,34683	-0,01316
Industrial	1,82	2,18	0,100	0,060	-0,30277	-0,11147
Irrigação	0,16	2,23	1,053	0,527	1,09347	-0,25466

### 5.4 Elasticidade-preço da demanda

A elasticidade-preço da demanda foi calculada no ponto **A**, indicado na Figura 5 (item 2.6 desse trabalho), a partir da construção da curva de demanda “tudo ou nada”. O cálculo da elasticidade-preço da demanda foi efetuado para cada tipo de uso, apresentando os seguintes valores:

- Abastecimento humano:  $|E| = 0,0255$ , ou seja, demanda inelástica, por este valor ser menor que 1. Isso significa dizer que o usuário não tem como substituir a água no atendimento das suas necessidades. De modo que a demanda praticamente não se altera diante do aumento do preço;
- Abastecimento industrial:  $|E| = 0,6128$ , ou seja, demanda inelástica, demonstrando a dificuldade de substituição da água nos processos produtivos levados a efeito na área de estudo. Em outras palavras, uma elasticidade dessa

magnitude, significa dizer que: para um aumento de preço de 10%, o usuário reduzirá sua demanda menos do que proporcionalmente, ou seja, 6,1%.

- irrigação,  $|E| = 1,5216$ , indicando uma demanda elástica, o que pode ser atribuído às opções técnicas de uso racional da água (sistemas mais eficientes de irrigação, rodízio de culturas, etc.), bem como às características climáticas da área de estudo (por exemplo, uma distribuição mais homogênea da precipitação ao longo do ano). Uma elasticidade dessa proporção, para um aumento de preço de 10%, significa que o usuário reduzirá sua demanda mais do que proporcionalmente, ou seja, 15,2%.

O Quadro 2 apresenta as funções de demanda “Tudo ou Nada” e ordinária, além dos valores obtidos para a elasticidade-preço da demanda, para cada tipo de uso.

**Quadro 2** Funções de demanda e elasticidade preço da demanda por água subterrânea

Tipo de Uso	Demandas “Tudo ou Nada”	Demanda Ordinária	Elasticidade
Humano	$X_{ah} = 0,347 - 0,013p_{ah}$	$X_{ah} = 0,1735 - 0,0065p_{ah}$	0,0255
Industrial	$X_{ai} = 0,303 - 0,111p_{ai}$	$X_{ai} = 0,1515 - 0,1115p_{ai}$	0,6128
Irrigação	$X_i = 1,093 - 0,0255p_i$	$X_i = 0,5465 - 0,2545p_i$	1,5216

### 5.5 Custo Operacional Médio (CMe)

Para definição do custo operacional médio (CMe), é feita a divisão do custo de operação e manutenção pela demanda por água para cada tipo de uso. Considerando o custo de operação e manutenção indicado na Tabela 6 (R\$ 193.192,56) e o total das demandas calculadas no Item 5.4 (27.183.047 m<sup>3</sup>/ano), o custo operacional médio (CMe) é R\$ 0,031/m<sup>3</sup>.

### 5.6 Custo Total de Gerenciamento (C)

O custo total de gerenciamento (C) da bacia é formado pelos investimentos necessários para implementação da gestão na bacia, adicionado de um valor de

amortização desses investimentos e do custo de operação e manutenção (O&M), o que totaliza um valor de R\$ 418.338,30/ano.

O valor dos investimentos é de R\$ 191.431,58 e os custos de operação e manutenção é de R\$ 193.192,56, conforme indicados na Tabela 6.

O valor da amortização foi calculado a partir da Equação 19 (Fator de Amortização), considerando-se a taxa de desconto (i) de 12% ao ano e o horizonte (n) de 13 anos.

$$a_n | i = \frac{[(1 + i)^n - 1]}{i(1 + i)^n} \quad (19)$$

Dividindo-se o valor do investimento pelo fator de amortização obtido (5,678076519), obteve-se uma amortização de R\$ 33.714,16/ano.

### 5.7 Custo Marginal de Racionamento da Água (CMg\*)

Para o cálculo do custo marginal de racionamento (CMg\*) há necessidade de serem definidos: a probabilidade de ocorrência de racionamento e o custo de racionamento da água.

#### *Probabilidade de ocorrência de racionamento*

Foram estabelecidos, para a área, dois cenários baseados em uma série histórica de dados pluviométricos, de modo a separar os anos com precipitação acima da média regional (Cenário Otimista) e aqueles anos com precipitação inferior que a média anual (Cenário Pessimista), nos quais a ocorrência de racionamento se afigura iminente.

Os dados pluviométricos foram retirados da plataforma HIDROWEB do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA, e referem-se ao período de 1975 a 1985.

No Cenário Pessimista percebeu-se que poderia haver redução da demanda (ou seja, racionamento), em 8 meses a cada período de 60 meses (5 anos); com isto, a probabilidade de haver racionamento é de 13,3%. No Cenário Otimista, estima-se que, num período de 120 meses (10 anos), ter-se-ia apenas 6 meses de redução da demanda, o que representaria apenas 8,3% de probabilidade de

ocorrência de racionamento. Para o cálculo do custo marginal de racionamento, foi considerada a média dos dois cenários, implicando em uma probabilidade de racionamento de 10,8%.

#### *Custo de racionamento da água*

O custo de racionamento da água é definido tendo como base a curva de demanda ordinária para cada uso. Dessa forma, o custo unitário de racionamento é dado por:

$$c(x_j^0) = P.p(x_j^* - x_j0) + (1 - P).p(x_j^*) \quad (20)$$

Onde:  $p(x_j^* - x_j0)$  é o preço da água no racionamento,  $p(x_j^*)$  é o preço da água fora do racionamento e  $P$  é a probabilidade de racionamento.

Para o cálculo dos preços dentro e fora do racionamento, foram consideradas as demandas reais de cada uso (Item 5.3), que representam a demanda fora do racionamento. No caso do preço no racionamento, foi considerada uma redução igual a 30% da demanda, como mostrado na Tabela 20.

**Tabela 20** Valores das demandas e dos preços da água dentro e fora do racionamento.

Valores para calculo do custo de racionamento da água			
	Humano	Industrial	Irrigação
(xj0)	0, 228	0, 070	0, 737
(xj*)	0, 326	0, 100	1, 053
p(xj* - xj0)	4,57*	0,73*	0,75*
p(xj*)	0,51*	0,40*	0,28*

Fonte: Elaborada pelo autor

\*Valores determinados usando a demanda ordinária – Quadro (02)

Considerando, portanto, os preços da água, dentro e fora do racionamento (Tabela 20), o custo de racionamento da água é a média desses preços nos três usos considerados, equivalendo a R\$ 2,13/m<sup>3</sup>.

Desta forma, o custo marginal de racionamento pode ser calculado pela Equação 21.

$$CMg^* = (1 - P)CMe + P \sum_j C(x_j^0) \quad (21)$$

Em que  $x_j^0$  é a quantidade de água racionada no uso j por unidade de tempo,  $c(x_j^0)$  é o custo de racionamento da água no uso j, P é a probabilidade de ocorrência do racionamento e CMe o custo médio operacional.

Substituindo os valores calculados para a probabilidade P, para o custo médio operacional e para o custo de racionamento da água, na Equação 21, obteve-se o custo marginal de racionamento da água (CMg\*) no valor de R\$ 0,258/m<sup>3</sup>. A Tabela 21 apresenta um resumo dos valores dos custos e das demandas por água subterrânea calculados para a área de estudo.

**Tabela 21** Resumo das demandas e dos custos de água.

Tipo de Uso	Demanda por água [xj*]	Quantidade Racionada (xj0)	Consumo no racionamento [xj* - xj0]	Preço no Racionamento [p(xj* - xj0)]	Preço Fora do Racionamento p(xj*)	Custo no Racionamento C(xj0)
Humano	0,326	0,228	0,098	4,57	0,51	1,214
Industrial	0,100	0,070	0,030	0,73	0,40	0,826
Irrigação	1,053	0,737	0,316	0,51	0,28	0,580

Fonte: Elaborada pelo autor

## 5.8 Definição dos Preços Ótimos

A definição dos preços ótimos foi feita a partir da resolução do sistema de equações representadas nas Equações 3a e 3b. Como são considerados três tipos de uso para a água subterrânea da área de estudo, isto significa que se tem três Equações 3a, onde os preços são todos colocados em função da constante de proporcionalidade ( $\alpha$ ), e, então, substituídos na Equação 3b.

Desta maneira, o cálculo da constante de proporcionalidade ( $\alpha$ ) é feito mediante a resolução de uma equação de terceiro grau (conforme indicado na Equação 22). Achadas as raízes da equação ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  e  $\alpha_3$ ), o menor valor é o que será adotado e substituído nas equações do preço ótimo para cada uso. O que para o caso em estudo ficará escrito assim:

$$\frac{81.546,78}{0,0255 - \alpha} + \frac{603.413,31}{0,6128 - \alpha} + \frac{6.499.259,48}{1,5216 - \alpha} - 418.338,30 = 0 \quad (22)$$

A menor das três raízes encontradas é  $\alpha = -14,74596669241$ , (conforme cálculo indicado no Apêndice 4), valor esse substituído nas Equação 6a, permitindo a determinação do preço ótimo para cada uso.

A Tabela 22 apresenta os valores encontrados para os preços de reserva, de demanda, e ótimos, por modalidade de uso.

**Tabela 22** Preços da água por modalidade de uso.

Uso	Preço Reserva (R\$/m <sup>3</sup> )		Preço de Demanda R\$/m <sup>3</sup>	Preço Ótimo R\$/m <sup>3</sup>
	Inferior	Superior		
Humano	1, 5818	9, 0080	0, 8077	0, 0004
Industrial	1, 8190	2, 1779	0, 8000	0, 0103
Irrigação	0, 1589	2, 2264	0, 5546	0, 0241

Fonte: Elaborada pelo autor

A análise da Tabela 22 permite verificar que o preço ótimo calculado para cada uso é menor que os correspondentes preços de demanda, e muito inferior aos preços de reserva, ou seja, a o valor máximo que cada usuário estaria disposto a pagar.

***CAPÍTULO 6***  
***ANÁLISE DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E***  
***RECOMENDAÇÕES***

---

## 6 - ANÁLISE DOS RESULTADOS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 Análise Comparativa dos Resultados dos Modelos

Para proceder à análise comparativa dos resultados obtidos nas simulações dos modelos arrecadatórios (básico e proposto) e econômico, buscou-se interpretar as diferenças entre os preços definidos/encontrados para a água e foram calculados: (a) as arrecadações passíveis de serem auferidas com a implantação desses modelos, em relação aos setores usuários de abastecimento humano, indústria e irrigação, comparando-as entre si e com os montantes necessários aos investimentos e programas previstos para a área de estudo; e (b) os impactos gerados pela cobrança sobre os setores usuários de abastecimento humano e irrigação, analisando as suas consequências sobre o comportamento dos usuários.

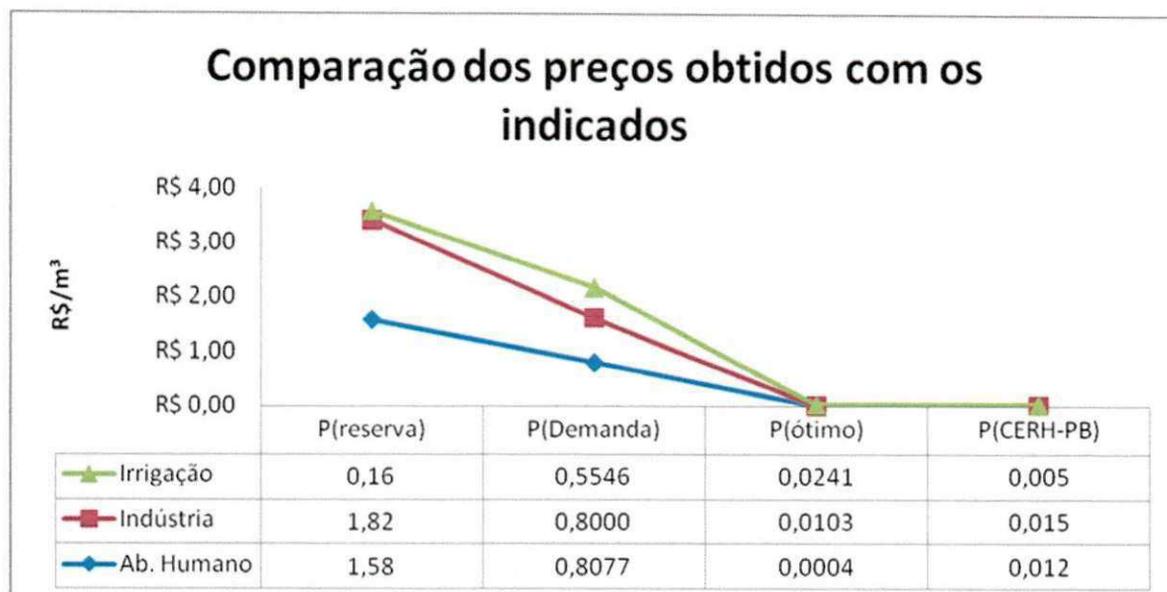
#### *Comparação dos preços para a água subterrânea*

Procurou-se fazer uma comparação da magnitude dos vários tipos de preços que foram definidos e apresentados nesse trabalho, por tipo de uso, buscando indicar aos gestores de recursos hídricos, os valores passíveis de serem adotados na formulação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos.

A Figura 16 apresenta, graficamente, as diferenças entre os preços de reserva, de demanda e ótimos (calculados no modelo econômico) e aqueles definidos pelo CERH-PB (adotados nos modelos arrecadatórios).

Verifica-se que os valores encontrados no modelo econômico estão todos dentro da capacidade de pagamento (tendo por base o preço de reserva) de cada tipo de usuário, o que viabilizaria a implementação da cobrança pelo uso da água na área de estudo. Estes valores são bem inferiores aos preços de reserva (o máximo valor suportável pelo usuário) e de demanda, em todas as categorias de uso.

Quando comparados com os valores definidos pelo CERH-PB e CBH-PB, os preços ótimos se comportaram de forma diferenciada para os usos no abastecimento humano e irrigação, e muito próximos do valor definido para o setor industrial, demonstrando assim, que os preços do CERH, foram definidos atendendo à vontade dos grupos de usuários que os deliberaram nos órgãos colegiados.



**Figura 17** Comparação dos Preços de Reserva, de Demanda, Ótimos e do CERH.

Comparando-se os preços ótimos obtidos nesta dissertação com aqueles encontrados por Carrera-Fernandez (1999a) e Carrera-Fernandez e Pereira (2002), conforme indicado na Tabela 23, verifica-se a existência de algumas diferenças, tanto quanto à ordem de grandeza dos valores (o que pode ser explicado pela diferença nos custos totais de investimentos considerados), quanto ao comportamento relativo aos usos: embora, em todos os estudos, tenham sido obtidos os menores preços para o uso no abastecimento humano, na aplicação feita nesta pesquisa, o maior valor corresponde ao uso na irrigação, enquanto aqueles autores obtiveram esse maior valor para o uso na indústria.

**Tabela 23** Comparação dos preços ótimos obtidos para as bacias hidrográficas dos rios: e Paraíba-PB, Pirapama-PE e Vaza-Barris-SE/BA.

Uso	Paraíba-PB R\$/m³	Pirapama-PE* R\$/m³	Vaza-Barris-SE/BA** R\$/m³
Humano	0,0004	0,00213	0,061
Industrial	0,0103	0,10411	0,175
Irrigação	0,0241	0,00224	0,173

Fonte: Elaborada pelo autor

\* Carrera-Fernandez (1996)

\*\* Carrera-Fernandez; Pereira (2002)

O baixo preço encontrado por este trabalho para o setor industrial, relaciona-se com o fato de a elasticidade-preço da demanda ( $IEI = 0,6128$ ), nesse setor, ser menor que 1 (demanda inelástica), o que vem elucidar o perfil da indústria na área de estudo, a qual se baseia nas atividades sucroalcooleiras, necessitando indispensavelmente do uso de água com elevado padrão de qualidade, em seu

processo de produção, o que reduz as alternativas de abastecimento de água para este setor.

Para a irrigação, o elevado preço pode ser explicado por sua elasticidade-preço da demanda ( $|EI| = 1,5216$ ), ser maior que 1 (indicando uma demanda altamente elástica), refletindo a existência de diversas possibilidades tecnológicas de redução da demanda do setor (uso racional). Além disso, há que se considerar as características climáticas da área de estudo, possibilitando uma maior regularidade da precipitação (conforme indicado pelos resultados obtidos na definição do Cenário Pessimista, considerado para o cálculo do preço no racionamento, onde a probabilidade de racionamento é de apenas 8% para um horizonte temporal de 10 anos), fato este que, aliado às alternativas tecnológicas, aumenta a capacidade do setor de irrigação em substituir a fonte de abastecimento ou, simplesmente, reduzir as demandas por água. Por último, verifica-se uma tendência do modelo, como não poderia deixar de ser, de aplicar preços maiores para aqueles usos que apresentam as maiores demandas e os menores valores absolutos para a elasticidade-preço da demanda.

Desta forma, pode-se considerar que os preços ótimos encontrados nesta pesquisa são coerentes, principalmente quando se tem em mente que a aplicação da metodologia de preços ótimos procura priorizar os usos com menores demandas (caso do abastecimento humano, coincidindo com o estabelecido pela Lei 9.433/97), e restringir os demais usos (de forma proporcional às demandas), para que esses busquem alternativas de uso racional da água.

### ***Cálculo da arrecadação gerada pela cobrança***

#### *Modelo arrecadatário básico*

O cálculo da arrecadação foi efetuado com base nos valores definidos pelo CBH-PB/CERH-PB (VUR) e nos volumes anuais outorgados pela AESA, considerando o coeficiente de ponderação  $K = 1$ . Desta maneira, o valor total passível de ser arrecadado é de R\$ 423.999,71/ano. A Tabela 24 apresenta, por tipo de uso, os valores anuais que seriam cobrados.

**Tabela 24** Valor da arrecadação com a implantação do modelo arrecadatório básico.

Volume (out)	Uso	VUR	K	Valor Arrecadado
(m <sup>3</sup> /a)		(R\$)		R\$/ano
14.430.653,55	Humano	0,012	1,0	173.167,84
5.276.968,00	Industrial	0,015	1,0	79.154,52
34.335.470,40	Irrigação	0,005	1,0	171.677,35
<b>ARRECAÇÃO TOTAL</b>				<b>423.999,71</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

### *Modelo arrecadatório proposto*

Para este modelo, em que o valor unitário de referência (VUR) é o mesmo do modelo básico, a arrecadação total representa o somatório das arrecadações que seriam auferidas nos períodos chuvoso e seco (em função do coeficiente de sazonalidade  $K_s$ ), sendo equivalente a R\$ 979.542,15/ano. Os valores da arrecadação, por tipo de uso, são mostrados na Tabela 25.

**Tabela 25** Valor da arrecadação com a implantação do modelo arrecadatório proposto.

Período Chuvoso							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Kdisp	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$/m <sup>3</sup> )				
7.274.630,83	184	Humano	0,012	0,55	1,5	1,3	93.624,50
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	1,5	1,3	42.795,49
17.308.839,87	184	Irrigação	0,005	0,55	1,5	1,3	92.818,65
<b>Total Arrecadado</b>							<b>229.238,64</b>
Período Seco							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Kdisp	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Secos		(R\$/m <sup>3</sup> )				
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	1,5	1,3	306.435,20
2.616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	1,5	1,3	140.070,65
17.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	1,5	1,3	303.797,66
<b>Total Arrecadado</b>							<b>750.303,51</b>
<b>ARRECAÇÃO TOTAL</b>							<b>979.542,15</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

### *Modelo econômico*

Para este modelo, foram calculadas as arrecadações: (a) com o coeficiente de ponderação unitário do modelo básico; e (b) considerando os valores dos coeficientes de ponderação, definidos no modelo arrecadatório proposto. Os resultados encontrados estão apresentados, respectivamente, nas Tabelas 26 e 27.

Verifica-se que a arrecadação total para  $K = 1$  é de R\$ 887.609,87, enquanto que, com os valores dos coeficientes de ponderação do modelo arrecadatório proposto, atinge o valor de R\$ 2.050.594,01

**Tabela 26** Valor da arrecadação com a implantação do modelo econômico e coeficiente de ponderação unitário.

Vol(out)	Uso	VUR	K	Valor Arrecadado
(m <sup>3</sup> /a)		(R\$/m <sup>3</sup> )		R\$/ano
14.430.653,55	Humano	0,0004	1	5.772,26
5.276.968,00	Industrial	0,0103	1	54.352,77
34.335.470,40	Irrigação	0,0241	1	827.484,84
<b>ARRECAÇÃO TOTAL</b>				<b>887.609,87</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 27** Valor da arrecadação com a implantação do modelo econômico, considerando os coeficientes de ponderação do modelo arrecadatório proposto.

Período Chuvoso							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Kdisp	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$/m <sup>3</sup> )				R\$
7.274.630,83	184	Humano	0,0004	0,55	1,5	1,3	3.120,82
2.660.170,17	184	Indústria	0,0103	0,55	1,5	1,3	29.386,23
17.308.839,87	184	Irrigação	0,0241	0,55	1,5	1,3	447.385,91
<b>Total Arrecadado</b>							<b>479.892,96</b>
Período Seco							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Kdisp	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Secos		(R\$/m <sup>3</sup> )				R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,0004	1,83	1,5	1,3	10.214,54
2.616.797,83	181	Indústria	0,0103	1,83	1,5	1,3	96.181,84
17.026.630,53	181	Irrigação	0,0241	1,83	1,5	1,3	1.464.304,70
<b>Total Arrecadado</b>							<b>1.570.701,05</b>
<b>ARRECAÇÃO TOTAL</b>							<b>2.050.594,01</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

No que se refere à quantia a ser arrecadada pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos na área de estudo, nota-se que o seu valor tende a se elevar quando considerados os seguintes fatores: (i) a inserção dos coeficientes ponderadores, os quais agregam, ao valor a ser cobrado, as especificidades hidrológicas das águas subterrâneas; (ii) a utilização dos preços ótimos, calculados com base em metodologia econômica, os quais buscam garantir a eficácia econômica (alocação equitativa) e a sustentabilidade ambiental e financeira do uso dos recursos, e, por consequência, assumem valores maior para aqueles usuários que utilizam maiores volumes dos recursos hídricos.

Isto explica o porquê de os valores passíveis de arrecadação, baseados nos preços ótimos serem maiores (tanto no modelo básico, quanto no proposto), do que aqueles calculados com os preços do CERH-PB: como setor de irrigação apresenta a maior demanda e o menor preço do CERH-PB, a arrecadação aumenta, ao

mesmo tempo em que permite a aplicação da cobrança com os objetivos definidos pela Lei 9433/97, ou seja, dar ao usuário o real valor da água e induzi-lo à racionalização do uso desse recurso. O resumo da arrecadação anual total, usando os modelos arrecadatórios básico e proposto, com os preços do CERH-PB e os preços ótimos é apresentado na Tabela 28.

**Tabela 28** Resumo da arrecadação passível de ser auferida, usando os modelos arrecadatórios básico e proposto.

Resumo da Arrecadação Passível de Ser Auferida		
Arrecadação (R\$/ano)	P(CERH-PB)	P(ótimo)
<b>Modelo Básico</b>	423.999,71	887.609,87
<b>Modelo Proposto</b>	979.542,15	2.050.594,01

Fonte: Elaborada pelo autor

Relacionando-se os valores totais de arrecadação anual (Tabela 28), com os custos totais de gerenciamento – custos de investimentos, custos de operação e manutenção, e custos de amortização (Itens 3.5 e 5.6 deste trabalho) – considerados para a área de estudo (R\$ 418.338,30/ano), percebe-se que apenas a arrecadação resultante do modelo básico, usando os preços do CERH-PB, não atende a esses custos.

Verifica-se, ainda, que, nas demais situações, os valores de arrecadação se apresentam bastante elevados em relação aos custos totais. Isto pode ser explicado pela inexistência: (a) de um cadastro de usuários, atualizado, que permita a definição da demanda real de água subterrânea na área de estudo; e (b) do plano de bacia hidrográfica, permitindo a obtenção do valor dos investimentos e programas direcionados à gestão das águas subterrâneas dessa área.

Essa inexistência de dados precisos obrigou, por exemplo, a se ter que estimar os valores: (a) das demandas, a partir dos volumes outorgados para os três tipos de usos; (b) dos investimentos e custos para a área de estudo. Tais estimativas podem ter resultado em algumas distorções nos valores finais calculados para os modelos.

#### *Cálculo dos impactos gerados pela cobrança*

Tendo em vista a impossibilidade de obtenção de dados referentes ao uso industrial na área de estudo, o cálculo dos impactos foi feito apenas para os usos no abastecimento humano e na irrigação, considerando o valor unitário de referência (VUR) definido para cada modelo. Isto implica em que os impactos gerados pelos

modelos arrecadatórios (básico e proposto) são de mesma magnitude, visto que adotam o mesmo valor unitário de referência para cada tipo de uso.

Em relação ao modelo econômico, em função da grande redução do VUR para o uso no abastecimento humano (tornando os impactos inexpressivos), foram calculados apenas os impactos gerados pela cobrança no uso da água na irrigação.

### Abastecimento humano

Os impactos gerados pela cobrança, em função da implantação dos modelos arrecadatórios (básico e proposto), foram calculados em relação à tarifa de água adotada pela CAGEPA, considerando-se as faixas de consumo e de renda dos usuários.

O cálculo dos impactos, por faixa de consumo (conta de água e esgoto da CAGEPA) e por categoria de usuários, é apresentado no Apêndice 2 desta dissertação. Os valores encontrados são indicados nas Tabelas 29 e 30, nas quais, a coluna Impacto da Cobrança representa o valor do impacto sobre a conta de água (sem incidência da tarifa de esgoto) e sobre a conta total (incidindo sobre a tarifa de água e esgoto).

**Tabela 29** Impactos do valor cobrança na conta de água da CAGEPA, para o setor residencial.

IMPACTO DA COBRANÇA NA TARIFA DA CAGEPA									
SETOR RESIDENCIAL						Valor da Cobrança	Valor Com a Cobrança	Impacto da Cobrança Na Conta da Cagepa	
Tarifa	Faixas de consumo	Água	Esgoto	% Esgoto	Total			Água	Total*
		R\$	R\$		R\$	R\$	R\$	%	%
<b>Social</b>	Até 10 m <sup>3</sup>	10,56	2,64	25	<b>13,20</b>	0,120	<b>13,32</b>	1,136	<b>0,909</b>
<b>Normal</b>	Até 10 m <sup>3</sup>	17,90	14,32	80	<b>32,22</b>	0,120	<b>32,34</b>	0,670	<b>0,372</b>
	11 m <sup>3</sup>	2,31	20,21	16,17	<b>36,38</b>	0,132	<b>37,70</b>	0,653	<b>0,363</b>
	12 m <sup>3</sup>	4,62	24,83	19,86	<b>44,69</b>	0,144	<b>46,13</b>	0,580	<b>0,322</b>
	13 m <sup>3</sup>	6,93	31,76	25,41	<b>57,17</b>	0,156	<b>58,73</b>	0,491	<b>0,273</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

\* Água + Esgoto

**Tabela 30** Impactos do valor cobrança na conta de água da CAGEPA, para os setores comercial, industrial e público.

<b>Setor Comercial</b>						Valor	Valor	Impacto		
Tarifa	Faixas de consumo		Água	Esgoto	%	da	Com a	Na Conta		
			R\$	R\$	Esgoto	Cobrança	Cobrança	Água	Total*	
						R\$	R\$	%	%	
<b>Micro-Negócio</b>	Até 5m <sup>3</sup>		20,76	5,19	25	<b>25,95</b>	0,060	<b>26,55</b>	<b>0,289</b>	<b>0,231</b>
<b>Mínima</b>	Até 10 m <sup>3</sup>		31,94	25,55	80	<b>57,49</b>	0,120	<b>58,69</b>	<b>0,376</b>	<b>0,209</b>
	11	m <sup>3</sup>	5,53	37,47	29,98	80	<b>67,45</b>	0,132	<b>68,77</b>	<b>0,352</b>
<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	12	m <sup>3</sup>	11,06	48,53	38,82	80	<b>87,35</b>	0,144	<b>88,79</b>	<b>0,297</b>
	13	m <sup>3</sup>	16,59	65,12	52,10	80	<b>117,22</b>	0,156	<b>118,78</b>	<b>0,240</b>
<b>Setor Industrial</b>										
Tarifa	Faixas de consumo		Água	Esgoto	%	Cobrança	Cobrança	Água	Total	
					Esgoto					
<b>Mínima</b>	Até 10 m <sup>3</sup>		38,69	34,82	90	<b>73,51</b>	0,120	<b>74,71</b>	<b>0,310</b>	<b>0,163</b>
	11	m <sup>3</sup>	6,17	44,86	44,86	100	<b>89,72</b>	0,132	<b>91,04</b>	<b>0,147</b>
<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	12	m <sup>3</sup>	12,34	57,20	57,20	100	<b>114,40</b>	0,144	<b>115,84</b>	<b>0,126</b>
	13	m <sup>3</sup>	18,51	75,71	75,71	100	<b>151,42</b>	0,156	<b>152,98</b>	<b>0,103</b>
<b>Setor Público</b>										
Tarifa	Faixas de consumo		Água	Esgoto	%	Cobrança	Cobrança	Água	Total	
					Esgoto					
<b>Mínima</b>	Até 10 m <sup>3</sup>		36,28	36,28	100	<b>72,56</b>	0,120	<b>73,76</b>	<b>0,331</b>	<b>0,165</b>
	11	m <sup>3</sup>	6,09	42,37	42,37	100	<b>84,74</b>	0,132	<b>86,06</b>	<b>0,156</b>
<b>R\$/m<sup>3</sup></b>	12	m <sup>3</sup>	12,18	54,55	54,55	100	<b>109,10</b>	0,144	<b>110,54</b>	<b>0,132</b>
	13	m <sup>3</sup>	18,27	72,82	72,82	100	<b>145,64</b>	0,156	<b>147,20</b>	<b>0,107</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

\* Água + Esgoto

Para calcular os impactos do valor da cobrança sobre a renda familiar, foram consideradas faixas salariais entre 1 e 30 salários mínimos, com o valor do salário mínimo igual a R\$ 510,00 mensais (válido a partir de 01/01/10). Além disso, considerou-se que os domicílios abrigam 2, 4 ou 5 pessoas/domicílio e que a demanda hídrica diária é de 250 litros/habitante/dia.

O consumo diário de 250l/dia/pessoa, aqui adotado, pode ser justificado de três formas: (i) pelo grande volume anual outorgado, de água subterrânea, para o setor de abastecimento humano (30.137.628 m<sup>3</sup>); (ii) pelo baixo custo para o consumidor, além da ausência de legislação que regulamente o uso das águas subterrâneas, o que faz com que sejam usadas de forma descontrolada; (iii) por ser este o valor adotado pela CAGEPA, em projetos de abastecimento para cidades com mais de 200 mil habitantes (caso da cidade de João Pessoa).

Como ainda não foi definido o percentual de reajuste a ser adotado pela CAGEPA para o ano de 2010, foram admitidas duas taxas de variação do valor da cobrança, aplicadas às faixas de consumo: (1) de 6,48%, equivalente ao reajuste da tarifa de água da CAGEPA no ano de 2008 (Apêndice 2); (2) de 0,35%, de acordo

com o Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M), calculado pela Fundação Getúlio Vargas para o mês de dezembro de 2009. Além disto, essas taxas de variação foram aplicadas ao valor da cobrança, de maneira a permitir o cálculo dos impactos, tanto para o preço definido pelo CERH-PB, quanto para esse preço reduzido ou acrescido das taxas de variação.

Os resultados dos cálculos são apresentados nas Tabelas 31 e 32, respectivamente, para as taxas de variação do valor da cobrança de 6,48% e 0,35%. Percebe-se que o maior impacto do valor da cobrança incide sobre as famílias com renda mensal de até um salário mínimo e com mais de 4 pessoas/domicílio, considerando-se a variação máxima (6,48%) entre as faixas de preço.

**Tabela 31** Impactos da cobrança (modelos arrecadatórios) na renda familiar, considerando a estrutura tarifária da CAGEPA.

Impactos na renda em função da quantidade de pessoas/domicílio vs faixa de salários				
VUR(R\$/m <sup>3</sup> )	0,0112224 (0,012-6,48%)			
Consumo(m <sup>3</sup> /mês/família)	15		30	
P/família	02	04	05	
Faixas de salários	01	0,033	0,066	0,083
	02	0,017	0,033	0,041
	03	0,011	0,022	0,028
	04	0,008	0,017	0,021
	05	0,007	0,013	0,017
	10	0,003	0,007	0,008
	20	0,002	0,003	0,004
	30	0,001	0,002	0,003
	50	0,001	0,001	0,002
Salário mínimo (R\$):	510,00	Consumo (litros/dia)/pessoa		250
VUR (R\$/m <sup>3</sup> )	0,012			
	01	0,035	0,071	0,088
	02	0,018	0,035	0,044
	03	0,012	0,024	0,029
	04	0,009	0,018	0,022
	05	0,007	0,014	0,018
	10	0,004	0,007	0,009
	20	0,002	0,004	0,004
	30	0,001	0,002	0,003
	50	0,001	0,001	0,002
Salário mínimo (R\$):	510,00	Consumo (litros/dia)/pessoa:		250
VUR (R\$/m <sup>3</sup> )	0,0127776 (0,012+ 6,48%)			
	01	0,038	0,075	0,094
	02	0,019	0,038	0,047
	03	0,013	0,025	0,031
	04	0,009	0,019	0,023
	05	0,008	0,015	0,019
	10	0,004	0,008	0,009
	20	0,002	0,004	0,005
	30	0,001	0,003	0,003
	50	0,001	0,002	0,002
Salário mínimo (R\$):	510,00	Consumo (litros/dia)/pessoa:		250

Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 32** Impactos da cobrança (modelos arrecadatórios) na renda familiar, considerando o percentual do IGP-M de dezembro de 2009.

Impactos na renda em função da quantidade de pessoas/domicílio vs faixa de salários				
VUR (R\$/m <sup>3</sup> )		0,011958 (0,012-0,35%)		
Consumos(m <sup>3</sup> /mês/família)		15	30	37,5
Pessoas/família		02	04	05
faixa de salários	01	0,035	0,070	0,088
	02	0,018	0,035	0,044
	03	0,012	0,023	0,029
	04	0,009	0,018	0,022
	05	0,007	0,014	0,018
	10	0,004	0,007	0,009
	20	0,002	0,004	0,004
	30	0,001	0,002	0,003
	50	0,001	0,001	0,002
Salário mínimo (R\$):	510,00	Consumo (litros/dia)/pessoa:		250
VUR (R\$/m <sup>3</sup> )		0,012		
	01	0,035	0,071	0,088
	02	0,018	0,035	0,044
	03	0,012	0,024	0,029
	04	0,009	0,018	0,022
	05	0,007	0,014	0,018
	10	0,004	0,007	0,009
	20	0,002	0,004	0,004
	30	0,001	0,002	0,003
	50	0,001	0,001	0,002
Salário mínimo (R\$):	510,00	Consumo (litros/dia)/pessoa:		250
VUR (R\$/m <sup>3</sup> )		0,012042 (0,012+0,35%)		
	01	0,035	0,071	0,089
	02	0,018	0,035	0,044
	03	0,012	0,024	0,030
	04	0,009	0,018	0,022
	05	0,007	0,014	0,018
	10	0,004	0,007	0,009
	20	0,002	0,004	0,004
	30	0,001	0,002	0,003
	50	0,001	0,001	0,002
Salário mínimo (R\$):	510,00	Consumo (litros/dia)/pessoa:		250

Fonte: Elaborada pelo autor

### Impacto na produção agrícola

Para o uso na irrigação, foram calculados os impactos no custo de produção nas culturas de cana-de-açúcar e abacaxi, por serem estas as principais culturas da área de estudo. Os cálculos foram efetuados com base no Valor Unitário de

Referência (VUR) adotado nos modelos arrecadatórios (R\$ 0,005/m<sup>3</sup>) e econômico (R\$ 0,0241/m<sup>3</sup>): (a) considerando o coeficiente de ponderação  $K = 1$ ; e (b) considerando os coeficientes de sazonalidade definidos no modelo arrecadatório proposto.

A produção de uma tonelada de cana-de-açúcar consome, em média, 9 metros cúbicos de água e tem um custo médio de R\$ 34,00 (valores de 2007), segundo ASPLAN (2008). Os resultados encontrados estão apresentados nas Tabelas 33 (para  $K = 1$ ) e 34 ( $K = K_s$ ).

Do ponto vista da gestão de recursos hídricos, é completamente aceitável que os maiores impactos do valor da cobrança possam atingir o setor agrícola. Com se sabe, em grande parte, este setor ainda usa tecnologias arcaicas, que não priorizam o uso racional da água, e, por isso, possui a maior demanda de água em qualquer lugar em que se encontre em atividade.

Os cálculos do impacto da cobrança na produção de abacaxi foram executados com base no estudo de Pedreira et.al. (2008), o qual indica que: (a) o custo médio unitário de produção é de R\$0,38/fruto; (b) na produção de 1000 frutos de classe A, o consumo médio de água é de 3 m<sup>3</sup>.

As Tabelas 35 e 36 apresentam os impactos calculados para os modelos arrecadatórios e econômico, respectivamente para  $K = 1$  e  $K = K_s$ .

**Tabela 33** Impacto da cobrança sobre a produção de cana-de-açúcar.

Impacto da cobrança de água na produção de cana-de-açúcar ( $K = 1$ )		
Custo de 1 t de cana-de-açúcar	(R\$/t)	34,00
Consumo de água	(m <sup>3</sup> /t)	9,00
MODELOS ARRECADATÓRIOS (BÁSICO E PROPOSTO)		
VUR	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,005
Valor da cobrança	(R\$/t)	0,045
Impacto da cobrança	(%)	0,13
MODELO ECONÔMICO (PREÇOS ÓTIMOS)		
VUR	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,0241
Valor da cobrança	(R\$/t)	0,217
Impacto da cobrança	(%)	0,64

Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 34** Impacto da cobrança sobre a produção de cana-de-açúcar considerando a sazonalidade.

Impacto da cobrança de água na produção de cana-de-açúcar ( $K = K_s$ )		
Custo de 1 t de cana-de-açúcar	(R\$/t)	34,00
Consumo de água	(m <sup>3</sup> /t)	9,00
MODELOS ARRECADATÓRIOS (BÁSICO E PROPOSTO)		
PERÍODO CHUVOSO - COM $K = 0,55$ e $VUR = R\$/m^3 0,005$		
VUR	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,00275
Valor da cobrança	(R\$/t)	0,025
Impacto da cobrança	(%)	<b>0,07</b>
MODELO ECONÔMICO (PREÇOS ÓTIMOS)		
PERÍODO CHUVOSO - COM $K = 0,55$ e $VUR = R\$/m^3 0,0241$		
VUR*	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,013
Valor da cobrança	(R\$/t)	0,119
Impacto da cobrança	(%)	<b>0,35</b>
Impacto da cobrança de água na produção de cana-de-açúcar ( $K = K_s$ )		
Custo de 1 t de cana-de-açúcar	(R\$/t)	34,00
Consumo de água	(m <sup>3</sup> /t)	9,00
MODELOS ARRECADATÓRIOS (BÁSICO E PROPOSTO)		
PERÍODO SECO - COM $K = 1,83$ e $VUR = R\$/m^3 0,005$		
VUR *	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,00915
Valor da cobrança	(R\$/t)	0,082
Impacto da cobrança	(%)	<b>0,24</b>
MODELO ECONÔMICO (PREÇOS ÓTIMOS)		
PERÍODO SECO - COM $K = 1,83$ e $VUR = R\$/m^3 0,0241$		
VUR*	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,0441
Valor da cobrança	(R\$/t)	0,397
Impacto da cobrança	(%)	<b>1,17</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

\* Valor Unitário de Referência já multiplicado pelo valor do coeficiente de sazonalidade

**Tabela 35** Impacto da cobrança sobre a produção de abacaxi, considerando o coeficiente unitário de ponderação.

Impacto da cobrança na produção de abacaxi ( $K = 1$ )		
Custo de produção de 1000 frutos (classe A)	(R\$)	380,00
Consumo de água para produção de 1000 frutos	(m <sup>3</sup> )	3
MODELOS ARRECADATÓRIOS (BÁSICO E PROPOSTO)		
VUR	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,005
Valor da cobrança	(R\$/1000 frutos)	0,015
Impacto da cobrança	(%)	<b>0,01</b>
MODELO ECONÔMICO		
VUR	(R\$/m <sup>3</sup> )	0,0241
Valor da cobrança	(R\$/1000 frutos)	0,121
Impacto da cobrança	(%)	<b>0,03</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

**Tabela 36** Impacto da cobrança sobre a produção de abacaxi, considerando o coeficiente de sazonalidade (período chuvoso e período seco).

<b>Impacto da cobrança na produção de abacaxi (<math>K = K_s</math>)</b>		
<b>Custo de produção de 1000 frutos (classe A)</b>	<b>(R\$)</b>	<b>380,00</b>
<b>Consumo de água para produção de 1000 frutos</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>3</b>
<b>MODELOS ARRECADATÓRIOS (BÁSICO E PROPOSTO)</b>		
PERÍODO CHUVOSO – COM $K = 0,55$ e $VUR = R\$/m^3 0,005$		
<b>VUR*</b>	<b>(R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,00275</b>
<b>Valor da cobrança</b>	<b>(R\$/1000 frutos)</b>	<b>0,009</b>
<b>Impacto da cobrança</b>	<b>(%)</b>	<b>0,004</b>
MODELO ECONÔMICO		
PERÍODO CHUVOSO – COM $K = 0,55$ e $VUR = R\$/m^3 0,0241$		
<b>VUR*</b>	<b>(R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,0132</b>
<b>Valor da cobrança</b>	<b>(R\$/1000 frutos)</b>	<b>0,066</b>
<b>Impacto da cobrança</b>	<b>(%)</b>	<b>0,02</b>
<b>Impacto da cobrança na produção de abacaxi (<math>K = K_s</math>)</b>		
<b>Custo de produção de 1000 frutos (classe A)</b>	<b>(R\$)</b>	<b>380,00</b>
<b>Consumo de água para produção de 1000 frutos</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>3</b>
<b>MODELOS ARRECADATÓRIOS (BÁSICO E PROPOSTO)</b>		
PERÍODO SECO – COM $K = 1,83$ e $VUR = R\$/m^3 0,005$		
<b>VUR*</b>	<b>(R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,00915</b>
<b>Valor da cobrança</b>	<b>(R\$/1000 frutos)</b>	<b>0,027</b>
<b>Impacto da cobrança</b>	<b>(%)</b>	<b>0,01</b>
MODELO ECONÔMICO		
PERÍODO SECO – COM $K = 1,83$ e $VUR = R\$/m^3 0,0241$		
<b>VUR*</b>	<b>(R\$/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,0441</b>
<b>Valor da cobrança</b>	<b>(R\$/1000 frutos)</b>	<b>0,221</b>
<b>Impacto da cobrança</b>	<b>(%)</b>	<b>0,06</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

\* Valor Unitário de Referência já multiplicado pelo valor do coeficiente de sazonalidade

## 6.2 Conclusões e Recomendações

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, buscou-se desenvolver um modelo de cobrança passível de ser aplicado às águas subterrâneas no Estado da Paraíba.

Assim, o modelo arrecadatário proposto define três coeficientes de ponderação para o Valor Unitário de Referência da cobrança (definido pela Resolução nº 07/09 do CERH-PB), coeficientes esses que diferenciam o valor a ser cobrado, em função da sazonalidade, da classe de enquadramento e da disponibilidade dos recursos hídricos subterrâneos.

Os resultados obtidos em relação à arrecadação total decorrente desse Modelo Arrecadatório Proposto mostram que os preços definidos pelo CERH-PB são insuficientes para cobrir os custos de investimentos e programas de gestão previstos para a área de estudo considerada (bacia sedimentar costeira do Baixo Curso do rio Paraíba-PB). Quando, além desses coeficientes, é considerado um coeficiente de investimentos (conforme previsto no artigo 9º da Deliberação nº 01/08 do CBH-PB, o qual considera um abatimento máximo de 50% do valor da cobrança proporcional a investimentos comprovados em tecnologias que permitam o uso racional da água), o valor final da arrecadação é ainda menor.

Por outro lado, a aplicação de metodologia econômica para definição de preços ótimos para a cobrança das águas da área de estudo, resultou em valores bastante diferenciados daqueles preços definidos pelo CERH-PB, observando-se um valor muito abaixo para o uso no abastecimento humano, bem próximo para o uso industrial e muito elevado para a irrigação. Em contrapartida, os valores arrecadados com a utilização desses preços ótimos são suficientes para cobrir os custos dos investimentos e programas para a área estudada.

A análise comparativa dos resultados encontrados para os modelos arrecadatório básico e proposto (com e sem os coeficientes de ponderação) e para o modelo econômico considerou, além da adoção dos preços diferenciados, a adoção também dos preços ótimos como VUR (Valor Unitário de Referência) dos modelos arrecadatórios. Tal análise permitiu concluir que os impactos da cobrança sobre os usuários do abastecimento humano, indústria e irrigação são perfeitamente aceitáveis, independentemente dos modelos e dos preços considerados, indicando a viabilidade (quanto a este aspecto) da implantação do instrumento da cobrança pelo uso da água subterrânea no Estado da Paraíba.

As diferenças observadas, em relação ao resultado final de alguns preços podem ser imputadas às estimativas feitas, tanto para as demandas quanto para os investimentos e programas a serem aplicados na área de estudo. A necessidade dessas estimativas deve-se à inexistência de dados confiáveis, que indiquem a real situação da exploração de água subterrânea na área de estudo, bem como à ausência do plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba, definindo as ações de gestão a serem adotadas para essa área. No entanto, mesmo em se dando tais diferenças, os resultados das simulações dos modelos podem se

constituir em um ponto de referência para a tomada de decisão referente a cobrança pelo uso da água subterrânea no Estado da Paraíba.

Tendo em vista o exposto, pode-se concluir que os objetivos estabelecidos para esta pesquisa (a produção de informações para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos, como objetivo geral; e o estabelecimento de critérios para a implementação do instrumento da cobrança, o desenvolvimento e a aplicação de metodologias para a precificação da água subterrânea, e a simulação e análise dos resultados, como objetivos específicos) foram cumpridos de forma satisfatória.

Contudo, as atividades de pesquisa, desenvolvidas ao longo da construção desta dissertação, permitem concluir, também, que: (a) a situação das águas subterrâneas do Estado da Paraíba merece uma investigação mais profunda, de maneira a permitir maiores avanços na definição de critérios de exploração e proteção dessas águas; (b) no que diz respeito à implantação da cobrança pelo uso das águas subterrâneas no Estado da Paraíba, faz-se necessário que seja precedida pelo amadurecimento teórico dos demais instrumentos da gestão dos recursos hídricos – principalmente o enquadramento e a outorga –, do qual faça parte a sociedade, os órgãos gestores e colegiados; (c) há grandes deficiências no sistema de cadastro de usuários e de outorgas do órgão gestor, impossibilitando-o de disponibilizar dados atualizados e confiáveis sobre os usuários e suas reais demandas de água subterrânea; (d) não há normas para o enquadramento das águas subterrâneas do Estado da Paraíba; muito embora a Resolução CONAMA nº 396/08 indique algumas considerações a este respeito, faz-se necessária a efetivação desse instrumento com base nas peculiaridades locais.

Diante destas constatações, considera-se que a eficácia da implantação do instrumento de cobrança pelo uso de águas subterrâneas no Estado da Paraíba depende da ação efetiva do órgão gestor de recursos hídricos. Neste sentido, esta dissertação apresenta as seguintes recomendações:

- Realização de campanhas de cadastramentos dos usuários, agregando, ao sistema, informações georreferenciadas e as características físicas do tipo de captação (profundidade de captação, níveis estático e dinâmico do poço, vazão horária, qualidade da água, regime de bombeamento, entre outros);

- Implantação de sistema de medição de vazão, sendo este condicionante da outorga de direito de uso de recursos hídricos, permitindo o monitoramento do cumprimento das condições estabelecidas na outorga;

- Continuidade do processo de aperfeiçoamento das normas estaduais sobre a cobrança pelo uso de água bruta, observando aspectos como: (i) os valores unitários adotados pela legislação vigente; (ii) a isenção de cobrança dos volumes anuais outorgados;

- Implantação de programas de educação ambiental, no sentido de informar a população sobre os direitos e deveres inerentes ao uso dos recursos hídricos, com ênfase às águas subterrâneas;

Desta forma, este trabalho não representa uma definição dos cenários e dos elementos estruturais, como por exemplo, a determinação de preços para implantação do instrumento de cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos no Estado da Paraíba, constituindo-se, apenas, em um marco inicial para o processo de precificação da água subterrânea na área estudada. Outrossim, recomenda-se a continuação de estudos investigativos, no sentido de:

- Definir novos valores unitários de referência, bem como calcular novos preços ótimos, com base em dados mais confiáveis sobre as demandas e os custos dos investimentos para a área de estudo;

- Calcular os impactos da cobrança para outras atividades econômicas da área de estudo;

- Propor novos coeficientes de ponderação para os modelos de cobrança, buscando a integração da gestão dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais;

- Aplicar outros tipos de metodologias econômicas para a definição de preços de água bruta;

- Medir a aceitabilidade da cobrança pela sociedade e pelos usuários (nos diversos tipos de uso) dos recursos hídricos subterrâneos no Estado da Paraíba.

***REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA - Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba – PERH-PB. Resumo executivo e atlas. 2006.

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2009. Disponível em <http://www.aesa.pb.gov.br/perh/perh.html>. Pesquisado em: 13/01/2010.

ALBOUY, Y. Analisis de costos marginales y diseño de tarifas de eletricidade y agua: notas de metodologia. Washington D. C: BID, 1983.

ANA, Agência Nacional de Águas. Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROWEB. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Pesquisado em:13/10/2009.

AQUAVITAE. 2009. Revista Tecnológica. Artigo publicado no endereço eletrônico [http://www.aquavitae.com/revista/pt\\_tecnologia.html](http://www.aquavitae.com/revista/pt_tecnologia.html). Pesquisado em 30/03/2010.

ALVIM, A. M. A Disposição a Pagar pelo Uso da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Pardinho. Apresentação de Trabalho/Conferência ou Palestra. 2005.

ALBUQUERQUE, J.P.T., Sustentabilidade de aquíferos.VII simpósio de Recursos hídricos do Nordeste. São Luiz. 2004.

ALBUQUERQUE, J.P.T. Água subterrânea no Planeta Água. (2008)

ALMEIDA, L. T. 1997. O Debate Internacional sobre Instrumentos de Política Ambiental e Questões para O Brasil. In: II Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, São Paulo.

ASPLAN. Associação dos Plantadores de Cana da Paraíba. Disponível: <http://www.asplanpb.com.br/> Pesquisado em: 12/07/2009.

ASUB (2009). Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas. Relatório Técnico Parcial nº1. Campina Grande. UFCG/UFAL/UFSM. 2009.

ASUB (2010). Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas. Relatório Técnico Parcial nº2 – Em fase de elaboração – .Campina Grande. UFCG/UFAL/UFSM. 2010.

BARBOSA, J. A.; SOUZA, E. M.; LIMA FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. A estratigrafia da bacia Paraíba: uma reconsideração. Estudos Geológicos. Vol. 3. 89-108. 2003.

BRASIL. Lei Federal nº 3.071, de 01 de janeiro de 1916. Código Civil. Disponível em: [www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L3071.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L3071.htm) Pesquisado em: 15/05/2009.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de junho de 1934. Código de águas. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm) . Pesquisado em: 15/05/2009.

BRASIL. Lei Federal nº 5.172, de 25 de outubro de 1966. Dispõe sobre o sistema tributário nacional e institui normais gerais de direito tributário aplicáveis a união, Estados e Municípios. [www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L5172.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L5172.htm) . Pesquisado em 15/05/2009

BRASIL. Lei Federal nº 6.662, de 25 de junho de 1979. Dispõe sobre a política nacional de irrigação, e dá outras providências. [www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6662.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6662.htm) . Pesquisado em 15/05/2009

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L6938.htm). Pesquisado em 15/05/2009.

BRASIL. Constituição Federal, 1988. Disponível em: [www.planalto.gov.br/.../constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/.../constituicao/constituicao.htm) . Pesquisado em 15/05/2009.

BRASIL. Lei Federal nº. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos hídricos.

CAGEPA (Paraíba). Companhia de Água e Esgotos da Paraíba. Unidade de Negócios da Borborema. Comunicação Interna. 2009.

CÁNEPA, E.M. economia da poluição. Economia do meio ambiente. Teoria e Prática. Editoras Campus e Elsevier. São Paulo. 2003. Páginas 61-78.

CEPA (1997). Economic Instruments: Canadian Environmental Protection Agency. Disponível no site: <http://www.iph.ufrgs.br/posgrad/disciplinas.htm>. Disciplina economia do meio ambiente e dos recursos hídricos. Pesquisado em: 15/05/2009.

COSTA, M.L.M. Estabelecimento de critérios de outorga de direito de uso para águas subterrâneas. Dissertação de Mestrado. UFCG. Campina Grande. 2009.

CONAMA, Resolução nº. 396 de 03 de abril de 2008 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

CARRERA-FERNANDEZ, J. Estudo de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Pirapama: relatório final. Recife: Companhia Pernambucana de Meio Ambiente, 1999a.

CARRERA-FERNANDEZ, J & GARRIDO, R. S. O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas: Uma análise dos estudos no Brasil. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v.31, n. especial. P.604-628, novembro, 2000.

CARRERA-FERNANDEZ, J. & PEREIRA, R. A. Cobrança pelo Uso da Água em Bacias de Domínio da União: O caso da Bacia Vaza-Barris. In: Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento & VII Encontro Regional de Economia da ANPEC, Paraná. 2002.

CNRH. Resolução nº 48 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de 21 de março de 2005. Estabelece critérios gerais para a Cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos.

DAMÁSIO, J. . “Efeitos da cobrança do recurso água sobre agregados da economia brasileira”. Disponível em CD. (2004)

EUROPEAN COMMUNITIES. (2008). Proteção das águas subterrâneas na Europa. A nova directiva da água subterrânea – Consolidando o Quadro Regulamentar da União Européia. Comissão Européia. 2008.

FERGUSON, C. E. Teoria Microeconômica. 14º ed., Rio de Janeiro, Editora Forense Universitária. 1990.

FIEP – Federação das Indústrias do Estado da Paraíba. Mapa de Oportunidades do Estado da Paraíba – Áreas potenciais de investimentos. Campina Grande – PB. 2009.

FORGIARINI, F. R. Modelagem da Cobrança Pelo Uso da Água Bruta Para Aplicação em Escala Real na Bacia do Rio Santa Maria. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria - RS, 2006.

FORMIGA-JOHNSON, R.M. KUMLER, L. LEMOS, M.C. The politics of bulk water pricing in Brazil: lessons from the Paraíba do Sul basin. Water policy. 2006.

FREIRE. C. C. Modelo de gestão para água subterrânea. Tese de doutorado. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. Porto Alegre/RS.140p, 2002.

FREIRE, C. C. Metodologia de cobrança pelo uso de água subterrânea. Gama Engenharia de Recursos Hídricos. Consultoria prestada ao Governo do Estado de Alagoas – Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais – SEMARHN. Maceio. 2005.

GANDHI, V. P.; NAMBOODIRI, N. V. Groundwater Irrigation in India: Gains, Costs and Risks. INDIAN INSTITUTE OF MANAGEMENT AHMEDABAD-380 015. INDIA. 2009.

GRANZIERA, M. L. M., 1993. Direito de águas e meio ambiente. São Paulo: Icone Editoras. 378p.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Portal na internet. Disponível no Endereço: [HTTP://www.paraiba.pb.gov.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=34185&Itemid=2](http://www.paraiba.pb.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=34185&Itemid=2). Pesquisado em 27/02/2010.

HALL, R. E. & LIEBERMAN, M.. Microeconomia: Princípios e Aplicações. 1ª Edição. Editora: Thomson Learning. São Paulo – SP. 2003.

IBGE. Perfil dos municípios brasileiros. (2005). Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/> . Pesquisado em 20/06/2009

IBGE. Culturas Irrigadas na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (2008). Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Pesquisado em: 20/06/ 2009.

JORNAL O ESTADO DE SÃO PAULO. Artigos publicados em 2005. Disponíveis nos endereços eletrônicos: [www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br) e [WWW.google.com.br](http://WWW.google.com.br) Pesquisado em: 30/03/2010.

JUNIOR, M. B. C. Cobrança pelo uso da água: análise dos impactos da pecuária e agroindústria leiteira e avaliação da aceitabilidade. Dissertação de mestrado. UFCG. Campina Grande. 2007.

KEMPER, K.; FOSTER, S; HECTOR; NANNI, G. M; TUINHOF, A. Economic Instruments for Groundwater Management using incentives to improve sustainability. Sustainable Groundwater Management: Concepts and Tools. global water partnership associate program . GW•MATE Briefing Note Series 7. World Bank. 2003.

LANNA, A. E. Economia dos Recursos Hídricos. Parte 1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. 2000.

LANNA, A. E. Estudo para a Cobrança de Água no Estado da Paraíba. Relatório Final. João Pessoa: Governo do Estado da Paraíba e Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais, 2001.

LADVOCAT, M. Desenvolvimento sustentável em Goiás – Recursos Hídricos – SEPLAN. Goiânia. 2009.

LEAL, M. S. 1997. Gestão Ambiental de Recursos Hídricos por Bacias Hidrográficas: Sugestões para o Modelo Brasileiro. Rio de Janeiro: UFRJ – Curso de Pós-Graduação em Engenharia. 230f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.

LUSTOSA, M. C. J. CÂNEPA, E. M. YOUNG, C. E. F. Política Ambiental. In: MAY,P.H; LUSTOSA, M.C.J; VINHA,V. (org.) Economia do Meio ambiente. Teoria e Prática. Elsevier. São Paulo. 2003. Páginas 135-153.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. Microeconomic Theory. New York: Oxford University Press, 1995.

MEDEIROS, P. C.; RIBEIRO, M. M. R. Elasticidade-preço da demanda por água e impacto no abastecimento residencial na bacia do rio Paraíba. ABRH. VII Simpósio Regional de Recursos Hídricos do Nordeste. Salvador. 2008.

MOHAPATRA, S.P; MITCHELL, A. A. Groundwater Demand Management in the Great lakes Basin – Directions for New Policies. *Water Resour Manage.* P.457-475. 2009.

MOLLE F, BERKOFF J (2007) Water pricing in irrigation: mapping the debate in the light of experience. In: Molle F, Berkoff J (eds) *Irrigation water pricing: the gap between theory and practice.* Chapter 2. *Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.* CABI, Wallingford, pp 21–93. 2007.

MOLLE F, (2009) *Water scarcity, prices and quotas: a review of evidence on irrigation volumetric pricing.* Springer Science + Business Media B.V. 2009. Published online: 5 May 2009.

OECD. Organizations for Economic Cooperation and Development – *Economic instruments in environmental policy: Lessons from the OECD experience and their relevance to developing economies.* By Jean-Philippe Barde. January.1994.

ORTIZ, R. A. Valoração econômica ambiental. In: MAY,P.H; LUSTOSA,M.C.; VINHA,V. (org.) *Economia do Meio ambiente. Teoria e Prática.* Elsevier. São Paulo. 2003. Páginas 81-99.

PARAÍBA. Lei Estadual N°. 6.308, de 02 de julho de 1996. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providencias, no Estado da Paraíba.

PARAÍBA. Lei Estadual N°. 8.466 de 28 de dezembro de 2007. Dá nova redação e acrescenta dispositivos à Lei nº. 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e determina outras providências.

PARAÍBA. Lei Estadual N°. 8.042, de 27 de junho de 2006. Dá nova redação a dispositivos da Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, e da Lei nº 7.779, de 07 de julho de 2005, que criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, e determina outras providências.

PARAÍBA. Deliberação nº 01, de 28 de fevereiro de 2006. Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. CBH-PB. Aprova a implantação da cobrança e determina valores da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia do rio Paraíba, a partir de 2008 e dá outras providências.

PEREIRA, E. M.; CARDOSO, C. E. L; GUEREIRO, M. S. S.; ALMEIDA, O. A.; SOUZA, L. F. S. Custo de produção do abacaxi “pérola” irrigado em condições de riscos, no Estado da Bahia. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia rural. Rio Branco ,2008.

PLANET EARTH. Prospecto da Earth Sciences for Society. 2007-2009; Disponível em: [www.yearofplanetearth.org/content/.../brochura2\\_web.pdf](http://www.yearofplanetearth.org/content/.../brochura2_web.pdf) Pesquisado em 12/07/2009.

POMPEU, C. T. Fundamentos Jurídicos do Anteprojeto de Lei da Cobrança pelo uso das águas do domínio do Estado de São Paulo. In: THAME, A.C.M. (org.) A cobrança pelo uso da água. São Paulo: Instituto de Qualificação e Editoração. 2000.

RESOLUÇÃO nº 07, de 16 de julho de 2009. Secretaria de ciência e tecnologia e do meio ambiente – SECTMA. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH. Estabelecem critérios, mecanismos e valores para cobrança pelo uso de água bruta de domínio do Estado da Paraíba. João Pessoa. 2009.

RESOLUÇÃO nº 48, de 21 de março de 2005. Ministério do meio ambiente-Conselho Nacional de Recursos Hídricos. CNRH. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

RESOLUÇÃO nº 396, de 03 de abril de 2008. Ministério do meio ambiente-Conselho Nacional do Meio Ambiente. CNMA. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

RIBEIRO, M. M. R. Alternativas para a outorga e a cobrança pelo uso da água: Simulação de um caso. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2000.

RIBEIRO, M. M. R., LANNA, A. E. Instrumentos regulatórios e econômicos: aplicabilidade à gestão das águas e à bacia do rio Pirapama-PE. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos RBRH*, vol. 6, n. 4, pp. 41-70.

SABESP. Convênio com a Prefeitura Municipal de São Caetano do Sul. 2001. Artigo publicado em 22 de maio de 2009. Disponível no endereço: [www.saneamentoweb.com.br/site\\_antigo/.../page243.html](http://www.saneamentoweb.com.br/site_antigo/.../page243.html). Pesquisado em: 12/07/2009.

SEROA DA MOTA, R. Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental. IPEA. Rio de Janeiro. Abril. 2000.

SEROA DA MOTTA, R. YOUNG, C. & FERRAZ, C.A. Clean development mechanism and climate change: cost-effectiveness and welfare maximization in Brazil. IPEA/DIPES. Rio de Janeiro. August. 1998.

SILVA JUNIOR, O. B. da; DINIZ, L. da S. Simulação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no estado da Paraíba. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2003, Curitiba. Anais.... Curitiba: Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, Brasil, 2003.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2007. nº 13. 2008. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Pesquisado em: 15/09/2009

THOMAS, P. T. Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez. Tese de Doutorado em Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

THOMAS, J. M. ; CALLAN, S. J.; Economia Ambiental: Fundamentos, Políticas e Aplicações. Edição traduzida. Editora CENGAGE Learning. 2009.

UFSM/UFCG. Universidade Federal de Santa Maria/Universidade Federal de Campina Grande. Relatório Final do Projeto de Pesquisa: Simulação para aplicação da cobrança em escala real. FINEP/CT-HIDRO. 2008.

UNESCO (2006) World Water Development Report, 2003. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556e.pdf> . Pesquisado em: 10/07/2009.

VARIAN, H. R. Microeconomia: Princípios Básicos. 6ª Edição. São Paulo. Campus. 2000.

VIEIRA, Z.M.C.L. Metodologia de análise de conflitos na implantação de medidas de gestão de demanda de água. Tese de Doutorado. UFCG. Campina Grande. 2008.

ZOUMIDES, C.; ZACHARIADIS, T. Irrigation Water Pricing in Southern Europe and Cyprus: The effects of the EU Common Agricultural Policy and the Water Framework Directive. Cyprus Economic Policy Review. Department of Environmental Management, Cyprus University of Technology. Limassol. Chipre. 2009.



## APÊNDICE 1

### RESUMO DAS LEGISLAÇÕES ESTADUAIS QUE TRATAM DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NOS ESTADOS BRASILEIROS

Resumo das legislações estaduais que tratam da cobrança pelo o uso da água nos estados brasileiros.

Estado	Nº da Norma	Título	Critério cobrança água subterrânea
Alagoas	Lei Nº 5.965/97.	Dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos. Institui o sistema estadual de gerenciamento integrado de recursos hídricos e dá outras providências	Nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;
Bahia	Lei Nº 10.432/06	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. <b>Obs:</b> Decreto 9.747/05 – Dispõe sobre a cobrança pela prestação do serviço de fornecimento de água bruta dos reservatórios operados pela SRH/BA.	Disponibilidade hídrica local; Classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo de água; As prioridades de uso na bacia hidrográfica e o respectivo balanço entre as demandas e as disponibilidades de recursos hídricos; Quantidade e qualidade de devolução da água; Época da retirada; Grau de regularização assegurado por obras hidráulicas e a necessidade de reservação; Condições socioeconômicas dos usuários.
Ceará	Decreto Nº 27.271/03	Atualiza os critérios de cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado do Ceará, em face do estudo de tarifas realizado no âmbito do Programa Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.	Formulação de cobrança, considerando os seguintes usos: abastecimento público, indústria, piscicultura, carcinicultura, água mineral e água potável de mesa, irrigação, com valores determinados. Utilização de hidrômetro volumétrico; Medições freqüentes de vazões, onde seja inapropriada a instalação de hidrômetros convencionais; Mediante estimativas indiretas, considerando as dimensões das instalações dos usuários, os diâmetros das tubulações e/ou canais de adução de água bruta, horímetros, medidores proporcionais, a carga manométrica da adução, as características de potência da bomba e energia consumida, tipo de uso e quantidade de produtos manufaturados, área, método e culturas irrigadas que utilizem água bruta.

Distrito Federal	Lei Nº 2.725/01	Institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Revoga a Lei nº 512, de 28 de julho de 1993.	O volume retirado e o regime de variação, nas derivações, captações e extrações de água.
	Lei complementar Nº 711/05	Cria a Taxa de Fiscalização sobre Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – TFS e a Taxa de Fiscalização dos Usos dos Recursos Hídricos – TFU e dá outras providências	A Taxa de Fiscalização sobre Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário – TFS - é devida, anualmente, pelos prestadores de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Distrito Federal, a ser cobrada pela ADASA/DF
Espírito Santo	Lei Nº 5.818/98	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo - SIGERH/ES, e dá outras providências.	Pelo uso ou derivação, considerando: a classe de uso preponderante em que for classificado o corpo de água onde se localiza o uso ou a derivação, a disponibilidade hídrica local, o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas, a vazão captada e seu regime de variação e o consumo efetivo.
Goiás	Lei Nº 13.123/97.	Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências.	Cobrança pelo uso ou derivação, considerará a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo de água onde se localiza o uso ou derivação, a disponibilidade hídrica local, o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas, a vazão captada em seu regime de variação, o consumo efetivo e a finalidade a que se destina
Maranhão	Lei Nº 8.149/04	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos.	Nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação, considerando-se a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo de água, a disponibilidade hídrica local o grau de regularização assegurado; Por obras hidráulicas, o consumo efetivo e a finalidade a que se destina, atribuindo-se preços diferenciados a diferentes classes de usuários.
Mato Grosso do Sul	Lei Nº 2.406/02	Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, cria o Sistema	São considerados insignificantes e serão isentos da cobrança pelo direito de uso da água as capacitações e derivações empregadas em processo produtivo agropecuário, assim como os usos destinados à subsistência familiar rural ou urbana, mantida, em todos os casos, entretanto,

		Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências.	a obrigatoriedade de cadastramento no órgão outorgante. Serão adotados mecanismos de compensação e incentivos para os usuários que devolverem a água em qualidade igual ou superior àquela determinada em legislação e normas regulamentares.
Minas Gerais	Decreto Nº 44.046/05.	Regulamenta a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio do Estado.	As vazões de captação e derivação das coleções hídricas superficiais e subterrâneas, declaradas, estimadas, medidas ou outorgadas; As vazões de lançamento nos cursos d'água, no solo ou nos aquíferos subterrâneos, declaradas, estimadas, medidas ou outorgadas; A duração, periodicidade e sazonalidade das derivações e captações e dos lançamentos; As variações de regime artificialmente introduzidas pelos usuários, estabelecidas em relação às vazões extremas naturais do respectivo curso d'água; As variações artificialmente introduzidas pelos usuários no regime natural de escoamento das calhas fluviais; As modificações artificialmente introduzidas pelos usuários na morfologia e na constituição das margens e no álveo dos cursos d'água; As alterações de qualidade introduzidas pelos usuários nos corpos d'água em relação a parâmetros de referência estabelecidos; e As condições naturais mantidas ou restabelecidas, bem como as condições artificiais introduzidas para aumentar e assegurar as capacidades potenciais de recarga dos mananciais.
Pará	Lei Nº 6381/01	Dispõe Sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos.	Nas derivações, nas captações e nas extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação.
Paraíba	Deliberação Nº 01/08 CBH-PB Resolução Nº 07/09 CERH	Aprova a implementação da cobrança e determina valores da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos na BHPB, a partir de 2008 e dá outras providências. Estabelece mecanismos, critério e valores da cobrança pelo uso de água bruta de domínio do estado da Paraíba, a partir de 2008, e dá outras	As derivações ou captações de água por concessionária encarregada pela prestação de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e por outras entidades responsáveis pela administração de sistemas de abastecimento de água, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano; As derivações ou captações de água por indústria, para utilização como insumo de processo produtivo, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano;

		providências.	As derivações ou captações de água para uso agropecuário, por empresa ou produtor rural, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a trezentos e cinquenta mil metros cúbicos por ano;
Paraná	Decreto Nº 5361/02	Regulamenta a cobrança pelo direito de uso de recursos hídricos.	<p>Derivações ou captação de parcela de água existente em um corpo hídrico, para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;</p> <p>Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;</p> <p>Usos de recursos hídricos para aproveitamento de potenciais hidrelétricos;</p> <p>Intervenções de macrodrenagem urbana para retificação, canalização, barramento e obras similares que visem ao controle de cheias;</p> <p>Outros usos e ações e execução de obras ou serviços necessários a implantação de qualquer intervenção ou empreendimento, que demandem a utilização de recursos hídricos ou que impliquem em alteração, mesmo que temporária, do regime, da quantidade ou da qualidade da água, superficial ou subterrânea ou, ainda, que modifiquem o leito e margens dos corpos de água.</p>
Pernambuco	Lei Nº 12.984/05	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.	<p>A classe de uso preponderante em que esteja enquadrado o corpo de água onde se localiza o uso ou derivação;</p> <p>A disponibilidade hídrica da totalidade ou do trecho de Bacia Hidrográfica;</p> <p>O grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>A vazão captada e seu regime de variação;</p> <p>O consumo efetivo e a finalidade a que se destina; e</p> <p>A vazão outorgada</p>
Rio de Janeiro	Lei Nº 424703	Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do estado do rio de janeiro e dá outras providências.	<p>A natureza do corpo d'água - superficial e subterrâneo;</p> <p>A classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água no local do uso ou da derivação;</p> <p>A disponibilidade hídrica local;</p> <p>O grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;</p> <p>O volume captado, extraído ou derivado e seu regime de variação;</p> <p>O consumo segundo o tipo de utilização da água;</p> <p>A finalidade a que se destinam;</p> <p>A sazonalidade;</p> <p>As características dos aquíferos;</p> <p>As características físico-químicas e biológicas da água no local;</p> <p>A localização do usuário na Bacia;</p> <p>As práticas de conservação e manejo do solo e da água.</p>

Rio Grande do Sul	Lei Nº 10.350/94	Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.	O uso a que a derivação se destina; O volume captado e seu regime de variação; O consumo efetivo; A classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo de água onde se localiza a captação.
Santa Catarina	Lei Nº 9.748/94	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos	A cobrança pela utilização considerará a classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o corpo d'água onde se localize o uso, a disponibilidade hídrica local, o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas, a vazão captada em seu regime de variação, o consumo efetivo e a finalidade a que se destine;
São Paulo (Decreto nº 50.667/06) – Trata da Cobrança Estadual	Decreto Nº 51.449/06 - PCJ	Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - PCJ.	Formulação de cobrança, considerando: <i>Preço Unitário Básico</i> , de acordo com: a captação, extração, derivação, consumo. <i>Coefficientes Ponderadores</i> , de acordo com a captação, extração, derivação e consumo: coeficientes para, natureza do corpo d'água, classe de uso, disponibilidade hídrica, volume captado.
	Decreto Nº 51.450/06 – Paraíba do Sul	Aprova e fixa os valores a serem cobrados pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo nas Bacias Hidrográficas do Rio Paraíba do Sul	Formulação de cobrança, considerando: <i>Preço Unitário Básico</i> , de acordo com: a captação, extração, derivação, consumo. <i>Coefficientes Ponderadores</i> , de acordo com a captação, extração, derivação e consumo: coeficientes para, natureza do corpo d'água, classe de uso, disponibilidade hídrica, volume captado.
Sergipe	Lei Nº 3.870/97	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Fundo Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.	Nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação;

Fonte: Projeto ASUB-PB (2009)

## APÊNDICE 2

### IMPACTOS DO VALOR DA COBRANÇA NA CONTA DE ÁGUA DA CAGEPA Impacto do valor da cobrança na tarifa de água e esgotos-uso residencial

#### IMPACTO DA COBRANÇA NA TARIFA DA CAGEPA

RESIDENCIAL									
Tarifa	Faixas de consumo	Água	Esgoto	% Esgoto	Total	Valor	Valor	Impacto da	
						da	Com a	Cobrança Na Conta da Cagepa	
		R\$	R\$		R\$	R\$	R\$	Água	Total
								%	%
<b>Social</b>	Até 10 m <sup>3</sup>	10,56	2,64	25	<b>13,20</b>	0,120	<b>13,32</b>	1,136	0,909
<b>Normal</b>	Até 10 m <sup>3</sup>	17,90	14,32	80	<b>32,22</b>	0,120	<b>32,34</b>	0,670	0,372
R\$/ m <sup>3</sup>	11 m <sup>3</sup> 2,31	20,21	16,17	80	<b>36,38</b>	0,132	<b>37,70</b>	0,653	0,363
	12 m <sup>3</sup> 4,62	24,83	19,86	80	<b>44,69</b>	0,144	<b>46,13</b>	0,580	0,322
	13 m <sup>3</sup> 6,93	31,76	25,41	80	<b>57,17</b>	0,156	<b>58,73</b>	0,491	0,273
	14 m <sup>3</sup> 9,24	41,00	32,80	80	<b>73,80</b>	0,168	<b>75,48</b>	0,410	0,228
	15 m <sup>3</sup> 11,55	52,55	42,04	80	<b>94,59</b>	0,180	<b>96,39</b>	0,343	0,190
	16 m <sup>3</sup> 13,86	66,41	53,13	80	<b>119,54</b>	0,192	<b>121,46</b>	0,289	0,161
	17 m <sup>3</sup> 16,17	82,58	66,06	80	<b>148,64</b>	0,204	<b>150,68</b>	0,247	0,137
	18 m <sup>3</sup> 18,48	101,06	80,85	80	<b>181,91</b>	0,216	<b>184,07</b>	0,214	0,119
	19 m <sup>3</sup> 20,79	121,85	97,48	80	<b>219,33</b>	0,228	<b>221,61</b>	0,187	0,104
	20 m <sup>3</sup> 23,10	144,95	115,96	80	<b>260,91</b>	0,240	<b>263,31</b>	0,166	0,092
	21 m <sup>3</sup> 3,05	148,00	133,20	90	<b>281,20</b>	0,252	<b>283,72</b>	0,170	0,090
	22 m <sup>3</sup> 6,10	154,10	138,69	90	<b>292,79</b>	0,264	<b>295,43</b>	0,171	0,090
	23 m <sup>3</sup> 9,15	163,25	146,93	90	<b>310,18</b>	0,276	<b>312,94</b>	0,169	0,089
	24 m <sup>3</sup> 12,20	175,45	157,91	90	<b>333,36</b>	0,288	<b>336,24</b>	0,164	0,086
	25 m <sup>3</sup> 15,25	190,70	171,63	90	<b>362,33</b>	0,300	<b>365,33</b>	0,157	0,083
	26 m <sup>3</sup> 18,30	209,00	188,10	90	<b>397,10</b>	0,312	<b>400,22</b>	0,149	0,079
	27 m <sup>3</sup> 21,35	230,35	207,32	90	<b>437,67</b>	0,324	<b>440,91</b>	0,141	0,074
	28 m <sup>3</sup> 24,40	254,75	229,28	90	<b>484,03</b>	0,336	<b>487,39</b>	0,132	0,069
	29 m <sup>3</sup> 27,45	282,20	253,98	90	<b>536,18</b>	0,348	<b>539,66</b>	0,123	0,065
	30 m <sup>3</sup> 30,50	312,70	281,43	90	<b>594,13</b>	0,360	<b>597,73</b>	0,115	0,061
	31 m <sup>3</sup> 4,14	316,84	316,84	100	<b>633,68</b>	0,372	<b>637,40</b>	0,117	0,059
	32 m <sup>3</sup> 8,28	325,12	325,12	100	<b>650,24</b>	0,384	<b>654,08</b>	0,118	0,059
	33 m <sup>3</sup> 12,42	337,54	337,54	100	<b>675,08</b>	0,396	<b>679,04</b>	0,117	0,059
	34 m <sup>3</sup> 16,56	354,10	354,10	100	<b>708,20</b>	0,408	<b>712,28</b>	0,115	0,058
	35 m <sup>3</sup> 20,70	374,80	374,80	100	<b>749,60</b>	0,42	<b>753,80</b>	0,112	0,056

Impacto do valor da cobrança na tarifa de água e esgotos. - usos comercial e industrial.

COMERCIAL						Valor	Valor	Impacto da Cobrança		
						da	Com a	Na Conta da Cagepa		
Tarifa	Faixas de consumo	Água	Esgoto	% Esgoto	Total	Cobrança	Cobrança	Água	Total	
		R\$	R\$		R\$	R\$	R\$	%	%	
Micro-Negócio	Até 5m <sup>3</sup>	20,76	5,19	25	<b>25,95</b>	0,060	<b>26,55</b>	<b>0,289</b>	<b>0,231</b>	
	Até 10 m <sup>3</sup>	31,94	25,55	80	<b>57,49</b>	0,120	<b>58,69</b>	<b>0,376</b>	<b>0,209</b>	
Mínim	11 m <sup>3</sup>	5,53	37,47	29,98	80	<b>67,45</b>	0,132	<b>68,77</b>	<b>0,352</b>	<b>0,196</b>
	12 m <sup>3</sup>	11,06	48,53	38,82	80	<b>87,35</b>	0,144	<b>88,79</b>	<b>0,297</b>	<b>0,165</b>
	13 m <sup>3</sup>	16,59	65,12	52,10	80	<b>117,22</b>	0,156	<b>118,78</b>	<b>0,240</b>	<b>0,133</b>
	14 m <sup>3</sup>	22,12	87,24	69,79	80	<b>157,03</b>	0,168	<b>158,71</b>	<b>0,193</b>	<b>0,107</b>
	15 m <sup>3</sup>	27,65	114,89	91,91	80	<b>206,80</b>	0,180	<b>208,60</b>	<b>0,157</b>	<b>0,087</b>
	16 m <sup>3</sup>	33,18	148,07	118,46	80	<b>266,53</b>	0,192	<b>268,45</b>	<b>0,130</b>	<b>0,072</b>
	17 m <sup>3</sup>	38,71	186,78	149,42	80	<b>336,20</b>	0,204	<b>338,24</b>	<b>0,109</b>	<b>0,061</b>
	18 m <sup>3</sup>	44,24	231,02	184,82	80	<b>415,84</b>	0,216	<b>418,00</b>	<b>0,093</b>	<b>0,052</b>
	19 m <sup>3</sup>	49,77	280,79	224,63	80	<b>505,42</b>	0,228	<b>507,70</b>	<b>0,081</b>	<b>0,045</b>
	20 m <sup>3</sup>	55,30	336,09	268,87	80	<b>604,96</b>	0,24	<b>607,36</b>	<b>0,071</b>	<b>0,040</b>
INDUSTRIAL						Valor	Valor	Impacto da Cobrança		
						da	Com a	Na Conta da Cagepa		
Tarifa	Faixas de consumo	Água	Esgoto	% Esgoto	Total	Cobrança	Cobrança	Água	Total	
		R\$	R\$		R\$	R\$	R\$	%	%	
	Até 10 m <sup>3</sup>	38,69	34,82	90	<b>73,51</b>	0,120	<b>74,71</b>	<b>0,310</b>	<b>0,163</b>	
Mínima	11 m <sup>3</sup>	6,17	44,86	44,86	100	<b>89,72</b>	0,132	<b>91,04</b>	<b>0,294</b>	<b>0,147</b>
	12 m <sup>3</sup>	12,34	57,20	57,20	100	<b>114,40</b>	0,144	<b>115,84</b>	<b>0,252</b>	<b>0,126</b>
	13 m <sup>3</sup>	18,51	75,71	75,71	100	<b>151,42</b>	0,156	<b>152,98</b>	<b>0,206</b>	<b>0,103</b>
	14 m <sup>3</sup>	24,68	100,39	100,39	100	<b>200,78</b>	0,168	<b>202,46</b>	<b>0,167</b>	<b>0,084</b>
	15 m <sup>3</sup>	30,85	131,24	131,24	100	<b>262,48</b>	0,180	<b>264,28</b>	<b>0,137</b>	<b>0,069</b>
	16 m <sup>3</sup>	37,02	168,26	168,26	100	<b>336,52</b>	0,192	<b>338,44</b>	<b>0,114</b>	<b>0,057</b>
	17 m <sup>3</sup>	43,19	211,45	211,45	100	<b>422,90</b>	0,204	<b>424,94</b>	<b>0,096</b>	<b>0,048</b>
	18 m <sup>3</sup>	49,36	260,81	260,81	100	<b>521,62</b>	0,216	<b>523,78</b>	<b>0,083</b>	<b>0,041</b>
	19 m <sup>3</sup>	55,53	316,34	316,34	100	<b>632,68</b>	0,228	<b>634,96</b>	<b>0,072</b>	<b>0,036</b>
	20 m <sup>3</sup>	61,70	378,04	378,04	100	<b>756,08</b>	0,24	<b>758,48</b>	<b>0,063</b>	<b>0,032</b>

Impacto do valor da cobrança na tarifa de água e esgotos. -uso público

PÚBLICO						Valor	Valor	Impacto da	
						da	Com a	Cobrança	
Tarifa	Faixas de consumo	Água	Esgoto	% Esgoto	Total	Cobrança	Cobrança	Água	Total
	Até 10 m <sup>3</sup>	36,28	36,28	100	<b>72,56</b>	0,120	<b>73,76</b>	<b>0,331</b>	<b>0,165</b>
<b>Mínir</b>									
	11 m <sup>3</sup>	6,09	42,37	42,37	100	<b>84,74</b>	0,132	<b>86,06</b>	<b>0,312</b>
	12 m <sup>3</sup>	12,18	54,55	54,55	100	<b>109,10</b>	0,144	<b>110,54</b>	<b>0,264</b>
	13 m <sup>3</sup>	18,27	72,82	72,82	100	<b>145,64</b>	0,156	<b>147,20</b>	<b>0,214</b>
	14 m <sup>3</sup>	24,36	97,18	97,18	100	<b>194,36</b>	0,168	<b>196,04</b>	<b>0,173</b>
	15 m <sup>3</sup>	30,45	127,63	127,63	100	<b>255,26</b>	0,180	<b>257,06</b>	<b>0,141</b>
	16 m <sup>3</sup>	36,54	164,17	164,17	100	<b>328,34</b>	0,192	<b>330,26</b>	<b>0,117</b>
	17 m <sup>3</sup>	42,63	206,80	206,80	100	<b>413,60</b>	0,204	<b>415,64</b>	<b>0,099</b>
	18 m <sup>3</sup>	48,72	255,52	255,52	100	<b>511,04</b>	0,216	<b>513,20</b>	<b>0,085</b>
	19 m <sup>3</sup>	54,81	310,33	310,33	100	<b>620,66</b>	0,228	<b>622,94</b>	<b>0,073</b>
	20 m <sup>3</sup>	60,90	371,23	371,23	100	<b>742,46</b>	0,240	<b>744,86</b>	<b>0,065</b>

R\$/m<sup>3</sup>

Fonte: Elaborada pelo autor

## APÊNDICE 3

ARRECAÇÃO COM O MODELO ARREDATÓRIO PROPOSTO USANDO DIFERENTES VALORES DOS COEFICIENTES DE CLASSE DE ENQUADRAMENTO E DISPONIBILIDADE APRESENTADOS NAS TABELAS 8 E 9, E VALORES UNITÁRIOS DE REFERÊNCIA DEFINIDOS PELO CERH-PB.

Arrecadação considerando os coeficientes de sazonalidade e classe de enquadramento  $K_{\text{classe}} = 2$ , (ou seja, água classificada em Classe 1, conforme Resolução CONAMA 396/08).

Período Chuvoso						
Vol (out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.274.630,83	184	Humano	0,012	0,55	2	96.025,13
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	2	43.892,81
17.308.839,87	184	Irrigação	0,005	0,55	2	95.198,62
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>235.116,55</b>
Período Seco						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Secos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	2	314.292,52
2.616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	2	143.662,20
17.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	2	311.587,34
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>769.542,06</b>
<b>TOTAL (R\$/ano)</b>						<b>1.004.658,61</b>

**Fonte:** Elaborada pelo autor

Arrecadação considerando os coeficientes de sazonalidade e classe de enquadramento  $K_{\text{classe}} = 1,3$ , (ou seja, água classificada em Classe 2, conforme Resolução CONAMA 396/08).

Período Chuvoso						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.274.630,83	184	Humano	0,012	0,55	1,3	62.416,33
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	1,3	28.530,33
17.308.839,87	184	Irrigação	0,005	0,55	1,3	61.879,10
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>152.825,76</b>
Período Seco						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	Ks	Kclasse	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Secos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	1,3	204.290,14
2.616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	1,3	93.380,43
17.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	1,3	202.531,77
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>500.202,34</b>
<b>TOTAL (R\$/ano)</b>						<b>653.028,10</b>

**Fonte:** Elaborada pelo autor

Arrecadação considerando os coeficientes de sazonalidade e classe de enquadramento  $K_{classe} = 1,2$ , (ou seja, água classificada em Classe 3, conforme Resolução CONAMA 396/08).

<b>Período Chuvoso</b>						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.274.630,83	184	Humano	0,012	0,55	1,2	57.615,08
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	1,2	26.335,68
		Irrigação	0,005	0,55	1,2	
17.308.839,87	184					57.119,17
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>141.069,93</b>
<b>Período Seco</b>						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Secos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	1,2	188.575,51
616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	1,2	86.197,32
7.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	1,2	186.952,40
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>461.725,23</b>
<b>TOTAL (R\$/ano)</b>						<b>602.795,17</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

Arrecadação considerando os coeficientes de sazonalidade e classe de enquadramento  $K_{classe} = 1$ , (ou seja, água classificada em Classes 4 e 5, conforme Resolução CONAMA 396/08).

<b>Período Chuvoso</b>						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.274.630,83	184	Humano	0,012	0,55	1	48.012,56
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	1	21.946,40
	184	Irrigação	0,005	0,55	1	47.599,31
7.308.839,87						
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>117.558,28</b>
<b>Período Seco</b>						
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Secos		(R\$)			R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	1	157.146,26
2.616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	1	71.831,10
7.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	1	155.793,67
<b>Total da Arrecadação</b>						<b>384.771,03</b>
<b>TOTAL (R\$/ano)</b>						<b>502.329,31</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

Arrecadação considerando os coeficientes de Sazonalidade  $K_s$ , classe de enquadramento  $K_{classe} = 1,5$ , (ou seja, água classificada em Classes 2, para se utilizada em qualquer tipo de uso, conforme Resolução CONAMA 396/08) e com coeficiente de Disponibilidade  $K_{disp} = 1$  (considerado disponibilidade alta)

Período Chuvoso							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	$K_{disp}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)				R\$/m <sup>3</sup>
2.274.630,83	184	Público	0,012	0,55	1,5	1	72.018,85
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	1,5	1	32.919,61
17.308.839,87	184	Irrigação	0,005	0,55	1,5	1	71.398,96
<b>Total da Arrecadação</b>							<b>176.337,42</b>
Período Seco							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	$K_{disp}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)				R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	1,5	1	235.719,39
2.616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	1,5	1	107.746,65
17.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	1,5	1	233.690,50
<b>Total da Arrecadação</b>							<b>577.156,54</b>
<b>Total (R\$/ano)</b>							<b>753.493,96</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

Arrecadação considerando os coeficientes de Sazonalidade  $K_s$ , classe de enquadramento  $K_{classe} = 1,5$ , (ou seja, água classificada em Classes 2, para se utilizada em qualquer tipo de uso, conforme Resolução CONAMA 396/08) e com coeficiente de Disponibilidade  $K_{disp} = 1,5$  (considerado disponibilidade baixa)

Período Chuvoso							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	$K_{disp}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)				R\$/m <sup>3</sup>
7.274.630,83	184	Humano	0,012	0,55	1,5	1,5	108.028,27
2.660.170,17	184	Indústria	0,015	0,55	1,5	1,5	49.379,41
17.308.839,87	184	Irrigação	0,005	0,55	1,5	1,5	107.098,45
<b>Total Arrecadado</b>							<b>264.506,12</b>
Período Seco							
Vol(out)	Dias	Uso	VUR	$K_s$	$K_{classe}$	$K_{disp}$	Cobrança R\$/ano
(m <sup>3</sup> /a)	Chuvosos		(R\$)				R\$/m <sup>3</sup>
7.156.022,72	181	Humano	0,012	1,83	1,5	1,5	353.579,08
2.616.797,83	181	Indústria	0,015	1,83	1,5	1,5	161.619,98
7.026.630,53	181	Irrigação	0,005	1,83	1,5	1,5	350.535,76
<b>Total Arrecadado</b>							<b>865.734,81</b>
<b>Total (R\$/ano)</b>							<b>1.130.240,94</b>

Fonte: Elaborada pelo autor

## APÊNDICE 4

### CÁLCULO DOS PREÇOS ÓTIMOS POR TIPO DE USO

#### 1 - CÁLCULO DO $C_{mg}^*$

$$C_{mg}^* = (1-P)C_{me} + P \sum_j C(x_j^0)$$

Com:  $1-P = 0,892$

$$C_{me} = 0,031$$

$$P = 0,108$$

$$C(x_j^0) = 2,103$$

Logo:

$$C_{mg}^* = 0,892 \times 0,031 + 0,108 \times 2,103$$

$$\mathbf{C_{mg}^* = 0,258}$$

#### 2 – CÁLCULO DO PREÇO ÓTIMO PARA CADA TIPO DE USO

Considerando os respectivos valores de demanda e elasticidade;

Abastecimento humano: 10.282,678 m<sup>3</sup>/ano e 0,0255;

Indústria: 3.166.181 m<sup>3</sup>/ano e 0,6128;

Irrigação: 13.734.188 e 1,5216.

O resultado para cada uso são os seguintes:

Abastecimento humano = 81, 546,78

Indústria= 603, 413,31

Irrigação = 6, 499,259,48

Substituem-se esses valores na Equação 6a (p.23) para cada tipo de uso, o que resulta na Equação 22 (p.64).

$$\frac{81.546,78}{0,0255 - \alpha} + \frac{603.413,31}{0,6128 - \alpha} + \frac{6.499.259,48}{1,5216 - \alpha} - 418.338,30 = 0$$

Resolvendo;

$$\frac{81,546,78(0,6128 - \alpha)(1,5216 - \alpha) + 603,413,31(0,0255 - \alpha)(1,5216 - \alpha) + 6,499,259,48(0,0255 - \alpha)(0,6128 - \alpha) - 418,338,30(0,2157 - 1,35412\alpha + 2,3894\alpha^2 - \alpha^3)}{(0,0255 - \alpha)(0,6128 - \alpha)(1,5216 - \alpha)} = 0$$

A) Para o abastecimento humano:

$$81.546,78 (0,61280 - \alpha)(1,5216 - \alpha) = 76.034,22 - 124.081,58\alpha + 81546,78\alpha^2$$

B) Para a indústria:

$$603.413,31(0,0255 - \alpha)(1,5216 - \alpha) = 23.412,44 - 918.153,70\alpha + 603.413,31\alpha^2$$

C) Para a irrigação:

$$6.499.259,48(0,0255 - \alpha)(0,6128 - \alpha) = 165.371,11 - 3.982.746,21\alpha + 6.499.259,48\alpha^2$$

D) Para o custo de operação:

$$214.482,04 - 556.471,89\alpha + 999.577,52\alpha^2 - 418.338,30\alpha^3 = 0$$

Logo:

$$103.989,66 - 4.689,239,62\alpha + 618.642,04\alpha^2 + 418.338,30\alpha^3 = 0$$

$$\text{Assim teremos: } \alpha^3 + 14,78\alpha^2 - 11,21\alpha + 0,25 = 0$$

Logo as raízes calculadas são:

$$R_1 = 0,74596669241 \quad R_2 = -14,74596669241 \quad R_3 = 0$$

O valor de  $R_2$  é substituído nas equações dos preços ótimos:

$$P_{ah}^{ot} = (0,258 \times 0,0255) / (0,0255 - (-14,74596669241)) \Rightarrow P_{ah}^{ot} = 0,0004$$

$$P_{ind}^{ot} = (0,258 \times 0,6128) / (0,6128 - (-14,74596669241)) \Rightarrow P_{ind}^{ot} = 0,0103$$

$$P_{irrig}^{ot} = (0,258 \times 1,5216) / (1,5216 - (-14,74596669241)) \Rightarrow P_{irrig}^{ot} = 0,0241$$



## ANEXO 1

### DELIBERAÇÃO DO COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA

#### COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA – CBH- PB

**Deliberação nº. 01 de 26 de fevereiro de 2008. Aprova a implementação da cobrança e determina valores da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, a partir de 2008 e dá outras providências.**

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, criado pelo Decreto Estadual nº. 27.560, de 04 de setembro de 2006, segundo a Lei nº. 6.308 de 02 de julho de 1996 demais legislação pertinentes, no uso de suas atribuições legais, e

Considerando que a Lei nº. 6.308/96 estabelece que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um instrumento da Política Estadual de Recursos Hídricos, e que os recursos financeiros arrecadados deverão estar vinculados aos programas de investimentos definidos nos Planos de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba.

Considerando os estudos técnicos sobre cobrança pelo uso dos recursos hídricos desenvolvidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado – AESA e enviados para o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CERH e Comitês de Bacias; Considerando a recomendação do Grupo de Trabalho formado com a finalidade de analisar estudos sobre cobrança pelo uso de recursos hídricos para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e a aprovação deste Parecer pelo Plenário do CBH – PB.

#### DELIBERA:

Art. 1º Fica aprovado a cobrança, em caráter provisório, pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, por um período de 03 (três) anos, a partir do ano de 2008.

Art. 2º Estarão sujeitos à cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba os seguintes usos:

I – as derivações ou captações de água por concessionária encarregada pela prestação de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e por outras entidades responsáveis pela administração de sistemas de abastecimento de água, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano;

II – as derivações ou captações de água por indústria, para utilização como

insumo de processo produtivo, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano;

III – as derivações ou captações de água para uso agropecuário, por empresa ou produtor rural, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a trezentos e cinquenta mil metros cúbicos por ano; IV – o lançamento em corpo de água de esgotos e demais efluentes, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

V – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Art. 3º Serão cobrados pelo uso da água bruta os seguintes valores:

I – para irrigação e outros usos agropecuários:

a) R\$ 0,003 por metro cúbico, no primeiro ano de aplicação da cobrança;

b) R\$ 0,004 por metro cúbico, no segundo ano de aplicação da cobrança;

c) R\$ 0,005 por metro cúbico, no terceiro ano de aplicação da cobrança;

II – R\$ 0,005 por metro cúbico, para uso em piscicultura intensiva e carcinicultura;

III – R\$ 0,012 por metro cúbico, para abastecimento público;

IV – R\$ 0,012 por metro cúbico, para uso pelo setor do comércio;

V – R\$ 0,012 por metro cúbico, para lançamento de esgotos e demais efluentes;

VI – R\$ 0,015 por metro cúbico, para uso na indústria.

§ 1º A cobrança pelos usos de recursos hídricos não previstos neste artigo será objeto de deliberação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, com base em propostas encaminhadas pelo CBH-PB, fundamentadas em estudos técnicos elaborados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA.

§ 2º Caberá aos órgãos e entidades componentes do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, incluindo o CBH-PB, estabelecer, durante o período de vigência da cobrança provisória, a discussão sobre os novos valores que serão utilizados para a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, após esse período, em substituição aos valores unitários definidos no caput deste artigo.

Art. 4º O valor total a ser cobrado pelo uso de recursos hídricos será calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$VT = k \times P \times Vol$ , onde:

VT = valor total a ser cobrado (R\$);

k = conjunto de coeficientes de características específicas (adimensional);

P = preço unitário para cada tipo de uso (R\$/m<sup>3</sup>);

Vol = volume mensal proporcional ao volume anual outorgado.

Parágrafo único. O conjunto de coeficientes k terá seu valor fixado em 1 (um) durante o período de vigência da cobrança provisória, devendo, após esse período, ser substituído por outros valores, a serem estabelecidos a partir de estudos técnicos elaborados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, submetidos à apreciação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba e aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, levando-se em conta, dentre outros aspectos:

I – natureza do corpo de água;

II – classe em que estiver enquadrado o corpo de água; III – disponibilidade hídrica;

IV – vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação;

V – vazão consumida;

VI – carga de lançamento e seu regime de variação, ponderando-se os parâmetros biológicos, físico-químicos e de toxicidade dos efluentes;

VII – finalidade a que se destinam;

VIII – sazonalidade;

IX – características físicas, químicas e biológicas da água;

X – práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água;

XI – condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais existentes;

XII – sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários.

Art. 5º Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, nos termos desta Deliberação, serão aplicados, impreterivelmente:

I – no financiamento de ações, para a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, dos seguintes programas previstos no Plano Estadual de Recursos Hídricos:

a) elaboração e atualização do plano diretor da Bacia;

b) estudos e propostas para implantação do sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos;

c) mobilização social para divulgação da política de cobrança pelo uso de recursos hídricos;

d) sistema de fiscalização do uso de água;

e) implantação e manutenção de cadastro de usuários de água;

- f) monitoramento hidrometeorológico;
- g) monitoramento da qualidade de água;
- h) educação ambiental para proteção dos recursos hídricos;
- i) capacitação em recursos hídricos;
- j) macromedição de água bruta.

II – no financiamento de ações que objetivem a otimização do uso da água;

III – no pagamento das despesas de manutenção e custeio administrativo do CBH-PB.

§ 1º Caberá ao CBH-PB definir as prioridades de investimentos, dentre os programas previstos no inciso I do caput deste artigo, considerando as necessidades da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba.

§ 2º A aplicação dos recursos oriundos da cobrança referida nesta deliberação deverá ser acompanhada pelo CBH-PB. Art. 6º A cobrança será suspensa, até o estabelecimento de novas condições de uso dos recursos hídricos, em caso de expiração da outorga, por decurso do prazo ou, antecipadamente, por solicitação do usuário.

Art. 7º O usuário poderá solicitar revisão do valor final que lhe foi estabelecido para pagamento pelo uso de recursos hídricos, mediante exposição fundamentada ao CBH-PB e, em grau de recurso, ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Art. 8º A cobrança pelo uso de recursos hídricos, prevista nesta Deliberação, não confere direitos adicionais em relação ao uso de água bruta, prevalecendo todas as disposições referentes a prazo de duração e modalidade da outorga estabelecida na legislação vigente.

Art. 9º No período de doze meses, a partir do início da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba, os usuários de água poderão descontar, do valor total a ser cobrado, os investimentos, com recursos próprios ou financiamentos onerosos, em monitoramento quali-quantitativo, em projetos e obras destinadas ao afastamento e tratamento de esgotos, em manutenção de barragens e outras ações de melhoria da qualidade e da quantidade da água e do regime fluvial, que resultem em sustentabilidade ambiental da bacia, mediante comprovação da despesa.

§ 1º Para que possam ser descontados do valor total da cobrança pelo uso de recursos hídricos, os investimentos deverão ser previamente aprovados pelo CBH-PB e pelo órgão gestor.

§ 2º Os descontos referidos no caput deste artigo estarão limitados a, no máximo, cinquenta por cento do valor total a ser cobrado.

Art. 10. As entidades encarregadas pela prestação do serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário não poderão repassar a parcela relativa à cobrança para os usuários finais residenciais de baixa renda, incluídos na tarifa social; nos demais casos, deverá ser observada a proporção dos volumes micromedidos nas ligações individuais à rede de abastecimento.

Art. 11. Esta Deliberação entra em vigor na data de sua publicação.

João Pessoa, 26 de fevereiro de 2008.

Daniel Duarte Pereira  
Presidente do CBH-PB

Maria de Lourdes Barbosa de Sousa  
Secretária do CBH-PB

## ANEXO 2

### RESOLUÇÃO DO CONSELHO ESTADUAL DE RECURSO HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA

#### ESTADO DA PARAÍBA

#### CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CERH

#### RESOLUÇÃO Nº 07, DE 16 DE JULHO DE 2009

*Estabelece mecanismos, critérios e valores da cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, a partir de 2008 e dá outras providências.*

O CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, no uso de suas atribuições e competências que lhes são conferidas pela Lei nº 6.308, de 2 de julho de 1996, e suas alterações dada pela Lei nº 8.446, de 29 de dezembro de 2008, e

**Considerando** o disposto no art. 19 da Lei nº 6.308, de 02 de julho de 1996 que institui a cobrança do uso da água bruta de domínio do Estado da Paraíba, como instrumento gerencial da política estadual de recursos hídricos;

**Considerando** que a cobrança pelo uso da água bruta tem por objetivo reconhecer a água como um bem econômico e incentivar o uso racional da água;

**Considerando** o disposto no §2º do art. 4º da Lei 8.446 de 29 de dezembro de 2007 que determina que os critérios, mecanismos e valores a serem cobrados serão estabelecidos mediante Decreto do Poder Executivo, após aprovação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, com base em proposta de cobrança encaminhada pelo respectivo Comitê de Bacia Hidrográfica, fundamentada em estudos técnicos elaborados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA;

**Considerando** as deliberações nº 01 do Comitê das bacias hidrográficas do Litoral Sul de 29 de Janeiro de 2008; nº 01 do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba de 26 de fevereiro de 2008, e nº 01 do Comitê das bacias hidrográficas do Litoral Norte de 27 de março de 2008;

**Considerando** o disposto no inciso XIX do Art. 10-A da Lei 6.308/96, que determina como competência do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, exercer as competências de comitê de bacia hidrográfica, nas bacias de rios estaduais enquanto estes não forem instituídos;

**Considerando** os estudos técnicos sobre cobrança pelo uso dos recursos hídricos desenvolvidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado – AESA e enviados para o este Conselho;

#### RESOLVE:

**Art. 1º** Fica aprovado a cobrança em caráter provisório pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba por um período de 03 (três) anos a partir do ano de 2009.

**Art. 2º** Estarão sujeitos à cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, os seguintes usos:

I – as derivações ou captações de água por concessionária encarregada pela prestação de serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e por outras entidades responsáveis pela administração de sistemas de abastecimento de água, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano;

II – as derivações ou captações de água por indústria, para utilização como insumo de processo produtivo, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior a duzentos mil metros cúbicos por ano;

III – as derivações ou captações de água para uso agropecuário, por empresa ou produtor rural, cujo somatório das demandas, em manancial único ou separado, registradas nas respectivas outorgas, seja igual ou superior ao valor estabelecido por bacia hidrográfica, na tabela seguinte:

Bacias Hidrográficas	Volume anual mínimo (m³)
1)- do Litoral Sul	1.500.000
2)- do rio Paraíba	350.000
3)- do Litoral Norte	350.000
4)- sem comitê instituído	350.000

IV – o lançamento em corpo de água de esgotos e demais efluentes, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

V – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

**Art. 3º** Serão cobrados dos usuários pelo uso da água bruta os seguintes valores:

I – para irrigação e outros usos agropecuários:

a) R\$ 0,003 por metro cúbico, no primeiro ano de aplicação da cobrança;

b) R\$ 0,004 por metro cúbico, no segundo ano de aplicação da cobrança;

c) R\$ 0,005 por metro cúbico, no terceiro ano de aplicação da cobrança;

**§ 1º.** Nas bacias hidrográficas do Litoral Norte, respeitando as decisões do comitê, os valores que constam deste inciso serão constantes durante os três anos de aplicação da cobrança provisória e igual a R\$ 0,003 por metro cúbico.

II – R\$ 0,005 por metro cúbico, para uso em piscicultura intensiva e carcinicultura;

III – R\$ 0,012 por metro cúbico, para abastecimento público;

IV – R\$ 0,012 por metro cúbico, para uso pelo setor do comércio;

V – R\$ 0,012 por metro cúbico, para lançamento de esgotos e demais efluentes;

VI – R\$ 0,015 por metro cúbico, para uso na indústria;

VII – R\$ 0,005 por metro cúbico, para uso na agroindústria.

**Art. 4º** O valor total a ser cobrado pelo uso da água bruta será calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$VT = k \times P \times Vol$ , onde:

VT = valor total a ser cobrado (R\$);

k = conjunto de coeficientes de características específicas (adimensional);

P = preço unitário para cada tipo de uso (R\$/m<sup>3</sup>);

Vol = volume mensal proporcional ao volume anual outorgado.

**Parágrafo único.** O conjunto de coeficientes k terá seu valor fixado em 1 (um) durante o período de vigência da cobrança provisória, devendo, após esse período, ser substituído por outros valores, a serem estabelecidos a partir de estudos técnicos elaborados pela Agência Executiva de Gestão das Águas dos Estado da Paraíba – AESA, submetidos à apreciação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, se já tiverem sido instituídos, e aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, levando-se em conta, dentre outros aspectos:

I – natureza do corpo de água;

II – classe em que estiver enquadrado o corpo de água;

III – disponibilidade hídrica;

IV – vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação;

V – vazão consumida;

VI – carga de lançamento e seu regime de variação, ponderando-se os parâmetros biológicos, físico-químicos e de toxicidade dos efluentes;

VII – finalidade a que se destinam;

VIII – sazonalidade;

IX – características físicas, químicas e biológicas da água;

X – práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água;

XI – condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais existentes;

XII – sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários.

**Art. 5º** Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de água bruta, nos termos desta Resolução, serão aplicados, impreterivelmente:

I – no financiamento de ações dos seguintes programas previstos no Plano Estadual de Recursos Hídricos:

a) elaboração e atualização de planos diretores das bacias;

b) estudos e propostas para implantação do sistema de cobrança pelo uso de recursos hídricos nas bacias;

c) mobilização social para divulgação da política de cobrança pelo uso de recursos hídricos;

d) sistema de fiscalização do uso de água;

e) implantação e manutenção de cadastro de usuários de água;

f) monitoramento hidrometeorológico;

g) monitoramento da qualidade de água;

h) educação ambiental para proteção dos recursos hídricos;

i) capacitação em recursos hídricos;

j) macromedição de água bruta;

k) recuperação e manutenção de açudes.

II – no financiamento de ações que objetivem a otimização do uso da água;

III – no pagamento das despesas de manutenção e custeio administrativo dos Comitês de bacias hidrográficas, quando os mesmos forem constituídos.

**Parágrafo único.** Caberá à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA elaborar estudos técnicos com vista a estabelecer prioridades para a aplicação dos recursos oriundos da cobrança, após consulta aos comitês de bacias hidrográficas, quando os mesmos forem constituídos.

**Art. 6º.** O usuário poderá solicitar revisão do valor final que lhe foi estabelecido para pagamento pelo uso de recursos hídricos, mediante exposição fundamentada, em grau de recurso, ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

**Art. 7º.** No período de doze meses, a partir do início da cobrança pelo uso da água bruta de domínio do estado da Paraíba, os usuários de água bruta poderão descontar, do valor total a ser cobrado, os investimentos, com recursos próprios ou financiamentos onerosos, em monitoramento quali-quantitativo, em projetos e obras destinadas ao afastamento e tratamento de esgotos e em manutenção de barragens, mediante comprovação da despesa.

§ 1º Para que possam ser descontados do valor total da cobrança pelo uso da água bruta, os investimentos deverão ser previamente aprovados pelo órgão gestor.

§ 2º Os descontos referidos no caput deste artigo estarão limitados a no máximo cinquenta por cento do valor total a ser cobrado.

**Art. 8º.** É vedado às concessionárias encarregadas pela prestação do serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário e outras entidades responsáveis pela administração de sistemas de abastecimento de água, o repasse da parcela relativa à cobrança para os usuários finais residenciais de baixa renda, incluídos na tarifa social; nos demais casos, deverá ser observada a proporção dos volumes micromedidos nas ligações individuais à rede de abastecimento.

**Art. 9º** Esta Resolução entra em vigor na data de sua assinatura.

João Pessoa, de de 2009.

**Francisco Jácome Sarmento**

Presidente do CERH

**Cybelle Costa Frazão Braga**

Secretária Executiva do CERH

### ANEXO 3

## ESTRUTURA TARIFÁRIA E TABELA DE SERVIÇOS, MULTAS, FINANCIAMENTOS E PARCELAMENTOS



### ESTRUTURA TARIFÁRIA

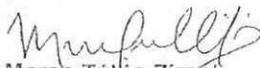
VIGÊNCIA: A partir de 02/06/2008

REAJUSTE - 6,48 %

CATEGORIAS/ FAIXAS DE CONSUMO MENSAL	TARIFA (R\$)			
	ÁGUA	ESGOTO	A + E	% ESGOTO
<b>RESIDENCIAL</b>				
<b>TARIFA SOCIAL</b>				
CONSUMO até 10m <sup>3</sup>	10,56	2,54	13,20	25%
<b>TARIFA NORMAL</b>				
TARIFA MÍNIMA - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	17,90	14,32	32,22	80%
11 à 20 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	2,31	1,85		80%
21 à 30 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	3,05	2,74		90%
acima de 30 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	4,14	4,14		100%
<b>COMERCIAL</b>				
MICRO NEGÓCIO - Consumo até 5 m <sup>3</sup>	20,75	18,69	39,45	90%
TARIFA MÍNIMA - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	31,94	28,75	60,69	90%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	5,53	5,53		100%
<b>INDUSTRIAL</b>				
TARIFA MÍNIMA - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	38,69	34,83	73,52	90%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	6,17	6,17		100%
<b>PÚBLICO</b>				
TARIFA MÍNIMA - Consumo até 10 m <sup>3</sup>	36,28	36,28	72,56	100%
acima de 10 m <sup>3</sup> (p/m <sup>3</sup> )	6,09	6,09		100%

João Pessoa, 02 de abril de 2008

  
Ricardo Cabral Leal  
Diretor Presidente

  
Marco Túlio Zirpoli  
Diretor Comercial



**TABELA DE SERVIÇOS, MULTAS, FINANCIAMENTOS E PARCELAMENTOS**

VIGÊNCIA: A PARTIR DE 02/06/2008

REAJUSTE 6,48%

SERVIÇOS		VALOR (R\$)
<b>LIGAÇÃO DE ÁGUA</b>		
<b>RESIDENCIAL</b>		
TIPO	DIAMETRO	
A	20 mm ( 1/2" )	101,97
B	25 mm ( 3/4" )	109,90
C	32 mm ( 1" )	178,88
D	50 mm ( 1.1/2" )	203,37
E	20 mm ( 1/2" ) ESPECIAL	0,00
OBS: 1. As ligações do tipo "A" e "B" podem ser parceladas, conforme a Tabela de Financiamento anexa		
2. O Valor da mão-de-obra das ligações tipo A,B,C e D.		48,19
3. A ligação ESPECIAL somente atenderá os cliente da TARIFA SOCIAL		
<b>COMERCIAL, INDUSTRIAL E PÚBLICO</b>		
TIPO	DIAMETRO	
A	20 mm ( 1/2" )	121,85
B	25 mm ( 3/4" )	136,33
C	32 mm ( 1" )	231,98
D	50 mm ( 1.1/2" )	251,10
<b>LIGAÇÃO DE ESGOTO</b>		
TIPO	MATERIAL UTILIZADO	
A	PVC OU MANILHA	294,65
O Cliente enquadrado na Tarifa Social está isento da Taxa de Ligação de Esgoto		
OBS: As ligações de Esgoto RESIDENCIAL, poderão ser financiadas em até cinco pagamentos iguais, conforme tabela de financiamento anexa.		
Valor da mão-de-obra da ligação tipo "A"		201,09
<b>RETIRADA E REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS</b>		
TIPO		
Caçamento (3,50m²) - valor p/m² R\$ 9,41		55,17
Pavimento Asfáltico (3,50m²) - valor p/m² R\$ 13,04		76,42
<b>EXTENSÃO DE REDE DE ÁGUA E/OU ESGOTO.</b>		
TIPO	ESPECIFICAÇÃO	

B	Análise Bacteriológica - s.22	76,03
C	Venda d'água carro tanque Público (por m3) - s.20	1,59
D	Venda d'água carro tanque Particular (por m3) - s.20	3,68
E	Entrega de endereço alternativo - s.56	1,00
F	Atestado de débito, declaração ou outros - s.92	5,21
G	2 as Vias de contas - s.16	3,92
H	Válvula de retenção de esgoto e mão-de-obra - s.08	105,25

**RELIGAÇÃO**

TIPO	CATEGORIA	
A	Residencial	17,55
B	Comercial, Industrial e Público	21,05

OBS: Quando o corte for executado com retirada do Ramal, cobrar o valor de uma nova ligação para religar, inclusive reposição de pavimento.

**DESLIGAMENTO A PEDIDO**

TIPO	CATEGORIA	
A	Residencial	16,11
B	Comercial, Industrial e Público	19,51

**MULTAS POR INFRAÇÃO**

**IRREGULARIDADES**

TIPO	CATEGORIA	
A	Residencial	169,39
B	Comercial	333,82
C	Industrial	403,57
D	Público	373,67

**SÃO CONSIDERADAS IRREGULARIDADE**

- 1 - Ligações ou Religações clandestinas d'água;
- 2 - Ligações clandestinas de esgotos;
- 3 - Danificações do Hidrômetro;
- 4 - Lançamento de águas pluviais na rede coletora de esgotos;
- 5 - Intervenção no ramal predial d'água/esgoto por pessoa não autorizada;
- 6 - Fornecer água a terceiros;
- 7 - Instalar dispositivo de sucção no ramal ou rede de distribuição;
- 8 - Lançar despejos que exijam tratamento prévio na rede coletora de esgoto.

No caso "3", todas as peças danificadas serão cobradas, além da multa podendo ser diminuída para três tarifas mínimas, quando se tratar de QUEBRA DE VIDRO, sem ter alterado o funcionamento do hidrômetro. Maiores danos, cobrar o total do hidrômetro acrescido da multa.

**IRREGULARIDADE GRAVE**

TIPO	CATEGORIA	
A	Residencial	338,79
B	Comercial	667,62
C	Industrial	807,12
D	Público	747,33

**SÃO CONSIDERADAS IRREGULARIDADE GRAVE**

- 1 - Instalação de BY-PASS no hidrômetro;
- 2 - Mudança de direção do hidrômetro;
- 3 - Retirada ilegal do hidrômetro;
- 4 - Violação do Hidrômetro.
- 5 - Desvio do ramal de água.

**OBS:**

Em caso de reincidência em qualquer dos TIPOS "A" ou "B" de irregularidades, as multas serão cobradas em dobro do valor inicial.

os serviços		
<b>TRANSPOSIÇÃO OU MUDANÇA DE RAMAL DE AGUA</b>		
TIPO	DIAMETRO	
A	20 mm (1/2") a 50 mm (1.1/2")	60,86
<b>TRANSPOSIÇÃO OU MUDANÇA DE RAMAL DE ESGOTO</b>		
TIPO	MATERIAL UTILIZADO	
A	PVC OU MANILHA	308,27
<b>SUBST. DE REG. DE GAVETA APOS HIDROMETRO</b>		
TIPO	DIAMETRO	
A	20 mm ( 1/2" )	20,75
B	25 mm ( 3/4" )	23,51
C	32 mm ( 1" )	27,49
<b>REPOSIÇÃO DO HIDRÔMETRO POR DANIFICAÇÃO/VIOLAÇÃO</b>		
TIPO	CAPACIDADE	
A	1,5 m³	71,66
B	3,0 m³	72,67
C	5,0 m³	87,43
D	7,0 m³	191,56
E	10,0 m³	201,78
F	20,0 m³	321,86
G	30,0 m³	423,49
<b>SUBSTITUIÇÃO DE CAIXA DE HIDRÔMETRO</b>		
TIPO	QUALIDADE	
A	Caixa e tampa de concreto (completa)	30,29
B	Caixa ou tampa de concreto	15,64
C	Caixa de fibra de vidro	40,18
<b>MUDANÇA DE LOCALIZAÇÃO DE HIDRÔMETRO</b>		
TIPO	QUALIDADE	
A	Com aplicação de tampa de ferro	148,05
B	Com aplicação de tampa de concreto	57,75
C	Com aplicação de caixa de fibra de vidro	87,40
<b>AFERIÇÃO DE HIDRÔMETRO</b>		
TIPO	CAPACIDADE	
A	Hidrômetro de 1,5 a 20,0 m³	22,34
B	Hidrômetro superior a 20,0 m³	57,58
<b>VISTORIA DE VAZAMENTO POR SOLICITAÇÃO DO CLIENTE</b>		
	Com uma economia	12,84
	Economia adicional	5,07
<b>PEÇAS DE HIDRÔMETRO</b>		
TIPO	CAPACIDADE	
A	Cúpula de policarbonato	7,53
B	Registrador mecânico/magnético	18,82
<b>SERVIÇOS DIVERSOS</b>		
TIPO	SERVIÇOS	
A	Análise Físico-Química - s.21	80,24

FINANCIAMENTO		
LIGAÇÃO DE ÁGUA		
DIÂMETRO - 20 mm (1/2")		
TIPO	PRAZO DE PAGAMENTO	
A	1 PARCELA	101,97
B	2 PARCELAS	53,40
C	3 PARCELAS	36,02
D	4 PARCELAS	27,39
E	5 PARCELAS	22,27
DIÂMETRO - 25 mm (3/4")		
TIPO	PRAZO DE PAGAMENTO	
A	1 PARCELA	109,90
B	2 PARCELAS	57,53
C	3 PARCELAS	38,85
D	4 PARCELAS	29,55
E	5 PARCELAS	23,99
LIGAÇÃO DE ESGOTOS		
TIPO	PRAZO DE PAGAMENTO	
A	1 PARCELA	294,65
B	2 PARCELAS	154,26
C	3 PARCELAS	104,14
D	4 PARCELAS	79,21
E	5 PARCELAS	64,35
PARCELAMENTO		
<b>CONDIÇÃO</b>	<b>ENTRADA (%)</b>	<b>JUROS MÊS(%)</b>
2 à 3 vezes	10	1
4 à 12 vezes	20	1
13 à 24 vezes	30	1

João Pessoa, 02 de abril de 2008

Marco Túlio Zirpoli  
Diretor Comercial