



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos
e Saneamento – PPGRHS



MARIA MADALENA ALVES DE OLIVEIRA SILVA

SIMULAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Maceió/AL

2011

MARIA MADALENA ALVES DE OLIVEIRA SILVA

SIMULAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientadora: Prof^a. Cleuda Custódio Freire, Dr^a.

Maceió, dezembro de 2011

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

S586s Silva, Maria Madalena Alves de Oliveira.
Simulação da cobrança pelo uso da água subterrânea / Maria Madalena Alves de Oliveira Silva. – 2011.
134 f. : il., tab.

Orientador: Cleuda Custódio Freire.
Dissertação (Mestrado em Engenharia : Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2011.

Bibliografia: f. 118-124.
Apêndices: f. 125-134.

1. Águas subterrâneas. 2. Uso da água - Cobrança. 3. Bacia do riacho Reginaldo. 4. Recursos hídricos - Gestão. I. Título.

CDU: 628.112



SIMULAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

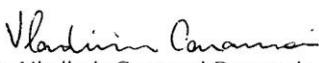
MARIA MADALENA ALVES DE OLIVEIRA SILVA

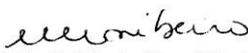
Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas e aprovada no dia 12 de dezembro do ano de 2011.

Banca Examinadora:


Profª Drª Cleuda Custódio Freire
(Orientadora/PPGRHS/UFAL)


Prof. Dr. Valmir Albuquerque Pedrosa
(PPGRHS/ UFAL)


Prof. Dr. Vladimir Caramori Borges de Souza
(PPGRHS/UFAL)


Profª. Drª. Márcia Maria Rios Ribeiro
(UFCG)

A persistência é o caminho do êxito.
(Charles Chaplin)

AGRADECIMENTOS

À Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para conquistar esse objetivo.

A minha mãe e ao meu saudoso pai, por me darem a força necessária para seguir sempre em frente, por maior que fosse o desafio.

A minha orientadora, Professora Cleuda Custódio Freire, pela paciência, confiança, amizade e conhecimentos transmitidos neste trabalho e na vida.

À Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH, por disponibilizar dados essenciais para a realização dessa pesquisa.

À Companhia de Esgoto de Alagoas – CASAL, pelos dados utilizados nesse trabalho.

Ao pessoal, que me ajudou na aplicação dos questionários: Geiza, Helen, Haendel, Araceli, Josuely, Henrique, Alberonaldo, Leonardo, Rafael, Carlos Danillo, Maryelli, Simone e Geverson.

A todos que se dispuseram a responder o questionário, sem vocês essa pesquisa não seria possível.

Aos professores do PPGRHS, por proporcionarem meu enriquecimento profissional, através dos ensinamentos ministrados durante o curso, em especial à professora Rosangela, pelo apoio e amizade.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento.

Aos amigos que se fizeram presentes ao longo desse período.

RESUMO

A busca pelas águas subterrâneas para os mais diversos usos vem aumentando a cada dia, principalmente nos centros urbanos, evidenciando a necessidade de uma gestão eficiente e sustentável. A cobrança pelo uso da água, instituída pela Lei 9.433/97, é um importante instrumento de gestão, que tem como meta dotar a água de valor econômico e assim estimular o seu uso racional, além de gerar recursos financeiros para investimentos na recuperação e preservação da bacia hidrográfica. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo geral a simulação da cobrança pelo uso da água subterrânea, segundo as óticas arrecadatória e econômica, na cidade de Maceió/AL-Brasil, a partir da identificação dos usuários, seleção de critérios para a cobrança, simulação do potencial de arrecadação, avaliação dos impactos e aceitabilidade da cobrança. Para tanto, a pesquisa abordou as legislações vigentes relacionadas ao tema, algumas experiências nacionais e internacionais de cobrança pelo uso da água e os principais métodos de precificação. A bacia de estudo foi a bacia do Riacho Reginaldo, que se encontra totalmente inserida na área urbana da cidade de Maceió/AL, com uma área de 26,86 km². Os resultados obtidos demonstraram que a aplicação dos diferentes métodos para definição de preços para a cobrança da água subterrânea na área em estudo, apresentou valores bastante diferenciados. As diferentes simulações realizadas mostraram que a cobrança na bacia do Riacho Reginaldo é viável do ponto de vista financeiro. De um modo geral, a maioria dos entrevistados está disposta a pagar para ter água continuamente e de boa qualidade para as utilidades diversas.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Uso da água – Cobrança. Bacia do riacho Reginaldo. Recursos hídricos – Gestão.

ABSTRACT

The search for groundwater for different uses has been increasing especially in urban centers, highlighting the need for an efficient and sustainable management. The charge for the use of water, established by Law 9.433/97, is an important management tool, which aims at providing economic value to water and in doing so, stimulate the rational use and generate financial resources for investment in the recovery and preservation of the watershed. Therefore, this study has as a main objective the simulation of charging for the use of groundwater, according to the collection of taxes and economic perspectives in Maceió/AL-Brazil, based on the identification of users, criteria selection for charging, simulation of collection potential, impact assessment and acceptability of charging. In order to achieve this objective, the research broached existing laws related to the topic, national and international experiences of charging for the use of water and the main methods of price fixing. The basin studied was Reginaldo stream basin, which is completely inserted in the urban area of the city of Maceió, with an area of 26.86 square kilometers. The results showed that the application of different methods for setting prices for the collection of groundwater in the studied area presented quite different values. The different simulations indicated that the charging in Reginaldo stream basin is feasible from a financial perspective. In general, most interviewees are willing to pay to have water continuously and good for several uses.

Keywords: Groundwater. Use of water – Charging. Reginaldo stream basin. Water resources – Management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Uso da água subterrânea na agricultura	19
Figura 2 – Diretrizes para implantação da cobrança	26
Figura 3 – Classificação dos métodos de valoração monetária de acordo com Bateman & Turner (1992), Hufschmidt <i>et al.</i> , (1983), Pearce (1993) e Hanley & Spash (1993).	36
Figura 4 – Metodologias de cobrança pelo uso da água fundamentada na teoria econômica.	38
Figura 5 – Representação gráfica de demanda ordinária e tudo ou nada.....	41
Figura 6 – Etapas metodológicas	73
Figura 7 – Localização da bacia do riacho Reginaldo na cidade de Maceió	89
Figura 8 – Aplicação do questionário	93
Figura 9 – Disposição a pagar.....	101
Figura 10 – Disposição a pagar pelo uso da água	133
Figura 11 – Disposição a pagar pelo uso da água de acordo com o sexo	134
Figura 12 – Disposição a pagar pelo uso da água de acordo com a renda	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico dos Fundamentos Legais da cobrança pelo uso da água	28
Tabela 2 – Tipos de demandas	46
Tabela 3 – Custo do m ³ de água no México por zona de disponibilidade	53
Tabela 4 – Preços pela captação da água na bacia do rio Yodo	55
Tabela 5 – Valores de cobrança pelo uso da água no Ceará	59
Tabela 6 - Funções de demanda e elasticidade preço da demanda por água subterrânea	63
Tabela 7 - Resumo das demandas e dos custos de água.	63
Tabela 8 – Valores cobrados na bacia do Paraíba do Sul por tipo de uso.....	65
Tabela 9 – Valores cobrados na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá por tipo de uso.....	67
Tabela 10 – Valores cobrados na bacia do rio São Francisco por tipo de uso.....	69
Tabela 11 - Valores cobrados na bacia do rio Doce por tipo de uso	70
Tabela 12 – Quantidade de questionários a serem aplicados por bairros.....	76
Tabela 13 – Valores de VRQ do sistema aquífero	83
Tabela 14 – Tarifa de água e esgoto cobrados no Estado de Alagoas	87
Tabela 15 – Participação dos bairros na Bacia do Riacho Reginaldo	90
Tabela 16 – Demandas de água subterrânea por usuários para a bacia do Riacho Reginaldo	91
Tabela 17 – Custos dos programas para águas subterrâneas.....	92
Tabela 18 – Valores anuais de investimentos e de custos de operação e manutenção.....	92
Tabela 19 – Grau de escolaridade	94
Tabela 20 – Renda Familiar	94
Tabela 21 – Serviços disponíveis na residência dos entrevistados (%)	95
Tabela 22 – Local onde esgoto é despejado por bairro (%).....	96
Tabela 23 – Qualidade, quantidade e regularidade da água por bairro (%).....	97
Tabela 24 – Avaliação do abastecimento de água por bairro (%)	99
Tabela 25 – Disposição a pagar.....	102
Tabela 26 – Demanda média na Bacia do Riacho Reginaldo	103
Tabela 27 – Alternativas de abastecimento de água, por tipo de uso	103
Tabela 28 – Cálculo dos custos de um poço para abastecimento humano	104

Tabela 29 – Cálculo dos custos de um poço para abastecimento industrial	106
Tabela 30 – Pares de preço reserva e quantidade – coeficientes linear e angular da demanda tudo ou nada.....	109
Tabela 31 – Funções de demandas por água e elasticidade-preço	110
Tabela 32 – Valores da demanda e do custo da água dentro e fora do racionamento.....	113
Tabela 33 – Preço ótimo pelo uso da água na bacia do Riacho Reginaldo	114
Tabela 34 – Dados dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais	118
Tabela 35 – Coeficiente de disponibilidade hídrica	119
Tabela 36 – Ramos de atividades da bacia do Riacho do Reginaldo	120
Tabela 37 – Coeficiente característica do aquífero	121
Tabela 38 – Coeficiente localização do usuário	121
Tabela 39 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da avaliação contingente, sem utilizar os coeficientes de ponderação.....	122
Tabela 40 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da avaliação contingente, considerando os coeficientes de ponderação	122
Tabela 41 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da demanda tudo ou nada, sem utilizar os coeficientes de ponderação.....	123
Tabela 42 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da demanda tudo ou nada, considerando os coeficientes de ponderação	123
Tabela 43 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método do preço ótimo, sem utilizar os coeficientes de ponderação.....	124
Tabela 44 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método do preço ótimo, considerando os coeficientes de ponderação	124
Tabela 45 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método <i>ad hoc</i> 1	125
Tabela 46 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método <i>ad hoc</i> 2, considerando os coeficientes de ponderação.....	126
Tabela 47 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método <i>ad hoc</i> 3, considerando os coeficientes de ponderação.....	127
Tabela 48 - Resumo da arrecadação estimada da cobrança pelo uso da água na Bacia do Riacho Reginaldo (R\$)	127
Tabela 49 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,72/m ³ (MAC)	129

Tabela 50 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 1,65/m ³ (Demanda Tudo ou Nada)	130
Tabela 51 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,0525/m ³ (Preço ótimo)	130
Tabela 52 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,005/m ³ (Ad hoc 1)	131
Tabela 53 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,01/m ³ (Ad hoc 2 e Ad hoc 3)	131
Tabela 54 – Impacto da cobrança na renda mensal dos domicílios com preços de R\$ 1,65 e 0,0525 por m ³	132
Tabela 55 – Impacto da cobrança na renda mensal dos domicílios com preços de R\$ 0,005 e 0,01 por m ³	132
Tabela 56 – Disposição a pagar pelo uso da água de acordo com a escolaridade	135

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA – Agência Nacional de Águas
BHSF – Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CAGECE – Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará
CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas
CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica
CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul
CELMM – Complexo Estaurino-Lagunar Mundaú-Manguaba
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
DAP – Disposição a Pagar
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DMET – Diretoria de Meteorologia
FERH – Fundo Estadual de Recursos Hídricos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBio – Instituto BioAtlântica
LABHID – Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente
MAC – Método da Avaliação Contingente
MMA – Ministério do Meio Ambiente
PCJ – Piracicaba, Capivari e Jundiá
PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos
PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PPU – Preço Público Unitário
PS – Paraíba do Sul
RMM – Região Metropolitana de Maceió

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SERHI – Secretaria de Recursos Hídricos e Irrigação

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos

TNRCC – *Texas Natural Resource Conservation Commission*

VRQ – Valor de Referência de Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 A Importância da Água Subterrânea	19
1.2 As Águas Subterrâneas no Brasil	21
1.3 Objetivos	23
2 ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	25
2.1 Legislação Federal	27
2.2 Legislação do Estado de Alagoas	31
2.3 Aspectos Institucionais dos Recursos Hídricos no Estado de Alagoas ..	32
3 MÉTODOS DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	35
3.1 Modelos de Otimização	38
3.1.1 Método da Avaliação Contingente – MAC.....	39
3.1.2 Custo de Oportunidade – Demanda Tudo ou Nada	40
3.1.3 Custo Marginal	42
3.1.4 Preços Ótimos.....	44
3.1.5 Mercados de Água	47
3.2 Modelos <i>Ad Hoc</i>	48
3.2.1 Mecanismos de Cobrança.....	49
3.2.1.1 Base de Cálculo	49
3.2.1.2 Preço Unitário	50
3.2.1.3 Coeficientes	50
4 EXPERIÊNCIAS DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA	52
4.1 Experiências Internacionais na Cobrança pelo Uso da Água	52
4.1.1 França.....	52
4.1.2 Alemanha.....	53
4.1.3 México.....	53
4.1.4 Holanda.....	54
4.1.5 Espanha (Catalunha)	54
4.1.6 Japão	55
4.1.7 Estados Unidos.....	56
4.1.8 Espanha (Província de Tarragona)	57
4.1.9 Chile.....	57

4.1.10 Austrália	58
4.2 Experiências Nacionais na Cobrança pelo Uso da Água	58
4.2.1 Ceará	58
4.2.2 Mercado de Água na Região do Cariri – Ceará	60
4.2.3 Bacia do Alto Subáe.....	61
4.2.4 Bacia do Rio Pirapama.....	61
4.2.5 Bacia do Rio Paraíba	62
4.2.6 Bacia do Rio Paraíba do Sul	63
4.2.7 Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ	65
4.2.8 Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.....	67
4.2.9 Bacia do Rio Doce	69
4.2.10 Região Metropolitana de Maceió.....	71
5 METODOLOGIA	73
5.1 Caracterização da Área.....	73
5.1.1 Características Sociais e Econômicas	74
5.1.2 Identificação dos Usuários	74
5.1.3 Programas de Investimentos.....	74
5.2 Valoração da Água.....	74
5.2.1 Modelos Econômicos	75
5.2.1.1 Metodologia da Avaliação Contingente – MAC	75
5.2.1.1.1 Definição das Áreas a serem Pesquisadas.....	75
5.2.1.1.2 Tamanho da Amostra.....	75
5.2.1.1.3 Elaboração do Questionário.....	77
5.2.1.1.4 Pesquisa Definitiva.....	78
5.2.1.1.5 Processamento dos Dados	78
5.2.1.2 Preço Ótimo	79
5.2.1.2.1 Estimativa das Elasticidades-preço pelo Método da Demanda Tudo ou Nada	79
5.2.1.2.2 Custos de Gerenciamento pelo Método do Custo Marginal.....	80
5.2.1.2.2.1 Probabilidade Média de Racionamento da Água	80
5.2.1.2.2.2 Custo Operacional Médio.....	80
5.2.1.2.2.3 Custo total de Gerenciamento.....	81
5.2.1.2.2.4 Custo de Racionamento da Água	81
5.2.2 Modelos Arrecadatórios	81

5.2.2.1 <i>Ad Hoc</i> 1	81
5.2.2.2 <i>Ad Hoc</i> 2	82
5.2.2.1 <i>Ad Hoc</i> 3	82
5.3 Definição de Critérios para os Coeficientes de Ponderação	82
5.3.1 Natureza do Corpo D'água.....	82
5.3.2 Classe de Uso.....	83
5.3.3 Disponibilidade Hídrica.....	84
5.3.4 Finalidade de Uso	84
5.3.5 Sazonalidade	84
5.3.6 Característica do Aquífero.....	85
5.3.7 Localização do Usuário	85
5.4 Fórmula de Cobrança	85
5.5 Simulação da Cobrança pelo Uso da Água	86
5.6 Avaliação dos Impactos sobre os Usuários da Região	86
5.7 Avaliação da Aceitabilidade	88
6 ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIACHO REGINALDO	89
6.1 Características Sociais e Econômicas.....	90
6.2 Usos da Água	91
6.3 Programas de Investimentos do PDRH – Pratagy para a Água Subterrânea.....	91
7 RESULTADOS	93
7.1 Caracterização Geral dos Usuários do Setor de Abastecimento Humano e das suas Condições pelo Método da Avaliação Contingente ..	93
7.2 Estimativa do Valor Econômico do Uso da Água pelo Método da Avaliação Contingente	100
7.3 Estimativa do Valor Econômico do Uso da Água pelo Método do Preço Ótimo	102
7.3.1 Estimativa do Preço de Reserva da Água Subterrânea pelo Método da Demanda Tudo ou Nada.....	103
7.3.1.1 Determinação das Demandas Tudo ou Nada e Ordinária.....	108
7.3.1.2 Elasticidade-preço da Demanda	109
7.3.2 Custos de Gerenciamento da Água Subterrânea pelo Método do Custo Marginal.....	111
7.3.2.1 Custo Operacional Médio.....	111

7.3.2.2 Custo Total de Gerenciamento	111
7.3.2.3 Custo Marginal de Racionamento da Água.....	112
7.3.2.3.1 Probabilidade Média de Racionamento da Água	112
7.3.2.3.2 Custo de Racionamento da Água	112
7.3.3 Definição dos Preços Ótimos	113
7.4 Estimativa do Valor Econômico do Uso da Água pelo Método <i>Ad Hoc</i>.	114
7.5 Determinação dos Coeficientes de Ponderação	115
7.6 Simulações dos Valores Propostos	122
7.6.1 Simulação 1: Preço Obtido através da Aplicação do Método da Avaliação Contingente.....	122
7.6.2 Simulação 2: Preço Obtido através da Aplicação do Método da Demanda Tudo ou Nada	123
7.6.3 Simulação 3: Preço Obtido através da Aplicação do Método do Preço Ótimo	124
7.6.4 Simulação 4: Preço Obtido através da Aplicação do Método <i>Ad Hoc</i>	125
7.6.5 Simulação 5: Valores Totais dos Investimentos – Preços Iguais	125
7.6.6 Simulação 6: Valores Totais dos Investimentos – Preços Diferenciados...	126
7.6.7 Valores Arrecadados nas Simulações	127
7.7 Impactos da Cobrança pelo Uso da Água na Bacia do Riacho Reginaldo	128
7.8 Aceitabilidade da Cobrança na Bacia do Riacho Reginaldo	133
8 CONCLUSÕES	136
9 REFERÊNCIAS	138
APÊNDICE 1	145
APÊNDICE 2.....	150

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a preocupação com o mau uso das águas, cresce o interesse para se promover o uso adequado desse bem tão importante e fundamental para a sobrevivência humana. A partir da Lei Federal 9.433/97, a água passa a ser tratada como um recurso escasso e finito, sendo a ela atribuído um valor econômico.

Na busca em atribuir um valor econômico à água, a Lei supracitada instituiu a cobrança pelo uso da água, considerada essencial para promover condições de equilíbrio entre a disponibilidade e a demanda, além de estimular o uso racional.

Ao tratar a água como bem econômico, torna-a suscetível à atribuição de um preço por seu uso, preço este que provém da interação da oferta, que resulta das disponibilidades dos mananciais, e demanda, que depende da economia e dos programas de ação dos setores usuários dos recursos hídricos. É relevante considerar que, enquanto bem econômico, a característica mais marcante da água é que ela tem diferentes valores de uso e diferentes valores de troca ou preços (CRUZ & MELO, 2003).

Para a estimativa do preço da água existe uma variedade de métodos capazes de valorar esse recurso, esses métodos têm como objetivo determinar o melhor preço possível. Dessa forma, o cálculo do custo da água, para efeito de cobrança pelo seu uso, pode ser baseado em modelos econômicos, que se fundamentam em diferentes teorias econômicas e modelos financeiros, que consistem no rateio dos custos totais de gerenciamento entre os usuários da unidade de gestão.

As experiências em cobranças pelo uso da água retratam mais o cenário dos recursos hídricos superficiais, ficando evidente a necessidade de estudos voltados às águas subterrâneas. Em países como a França, a cobrança pelo uso é aplicada para captação (volume de água captado no manancial), consumo (volume efetivamente consumido, ou seja, aquele que não retorna ao corpo hídrico) e lançamento. Na Alemanha, é cobrado pela captação das águas superficiais e subterrâneas, como também para o lançamento de efluentes. No México, a cobrança é realizada de acordo com a zona de disponibilidade (CAMPOS, 2005).

No Brasil, o Ceará começou a cobrar pela utilização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no final do ano de 96. A cobrança pelo uso dos recursos

hídricos também está sendo aplicada pelos Comitês de Bacias Hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ) e Paraíba do Sul (CBH-PS). A cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio São Francisco começou em julho de 2010 e na bacia do rio Doce em novembro de 2011. Nos anos de 2005 e 2006 foi realizado um estudo preliminar de avaliação para subsidiar a cobrança pelo uso da água subterrânea na Região Metropolitana de Maceió, capital de Alagoas, mas não foi possível sua implementação, pois se encerrava um período administrativo no Governo do Estado e no início de 2007 novos governantes assumiram o comando, promovendo mudanças administrativas. Entendeu-se então que, naquele momento, não seria apropriado iniciar a cobrança pelo uso da água subterrânea (SEMARH, 2006a). Nos anos de 2008 a 2011, o projeto ASUB¹ realizou estudos de cobrança para as águas subterrâneas nas áreas da bacia do riacho Reginaldo – Alagoas, bacia do rio Paraíba – Paraíba e bacia do rio Santa Maria – Rio Grande do Sul.

Com uma população de 3.120.494 habitantes (IBGE, 2010c), a cidade de Maceió enfrenta problemas quanto ao abastecimento de água da sua população. A cidade é abastecida pela Companhia de Saneamento de Alagoas (CASAL) (mananciais superficiais e subterrâneos) e por poços particulares, onde as águas subterrâneas correspondem 84% da água consumida. No entanto, os mananciais subterrâneos vêm sofrendo um processo contínuo de degradação e diminuição da sua disponibilidade, decorrente da perfuração não controlada de poços.

Com a constatação deste aumento na busca pela água subterrânea como fonte de abastecimento, muitas vezes de forma indiscriminada, torna-se necessário o controle do seu uso de forma urgente e eficiente. Assim sendo, este trabalho apresenta um estudo relativo à cobrança pelo uso da água subterrânea, adotando como área de estudo a bacia do Riacho Reginaldo.

¹ Projeto de pesquisa intitulado “Integração dos instrumentos de outorga, enquadramento e cobrança para a gestão das águas subterrâneas”, doravante chamado de “ASUB”. O projeto foi executado pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), co-executado pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

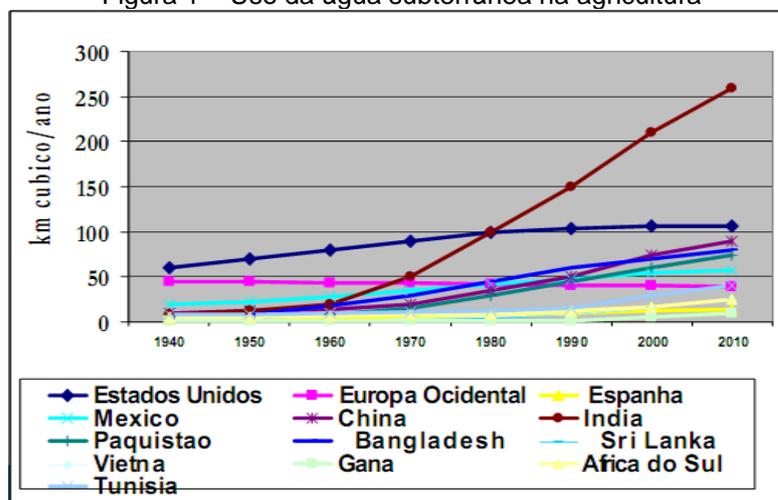
1.1 A Importância da Água Subterrânea

O uso da água subterrânea pelo homem vem ocorrendo desde o início das civilizações, através de poços rasos escavados. Os primeiros vestígios da utilização das águas subterrâneas são de 12.000 anos antes de Cristo. Acredita-se que os chineses foram os primeiros a dominar a técnica de perfurar poços, e na Bíblia existem relatos de escavações para obtenção de água potável (BARROS, 2008).

No mundo, um grande impulso no aproveitamento das águas subterrâneas aconteceu com a chegada da perfuratriz a vapor, utilizada inicialmente para a exploração de sal e de petróleo e, posteriormente, para a perfuração de poços d'água. Foram também marcos determinantes na evolução do setor: (i) a expansão do conhecimento geológico e (ii) a evolução das técnicas de locação de poços, inclusive com a discutível participação dos “farejadores de água” ou radiestesistas, além da disponibilização de técnicas avançadas de perfuração de poços tubulares (BARROS, 2008).

Praticamente todos os países do mundo usam água subterrânea para prover as suas necessidades. Destacam-se entre os países que mais utilizam esse recurso hídrico a Alemanha, França, Rússia, Dinamarca, Arábia Saudita, Líbia e Austrália (LEAL, 1999 *apud* BARROS, 2008). Cerca de 57% das áreas irrigadas em 17 países, totalizando 150 milhões de hectares, utilizam água subterrânea. Entre eles destacam-se a Índia (50%), Estados Unidos (43%) e China (27%) (Figura 1).

Figura 1 – Uso da água subterrânea na agricultura



Fonte: Adaptada de Shah (2009)

No Brasil, a água subterrânea vem sendo utilizada para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Segundo o IBGE (2008b), 57% dos municípios brasileiros utilizam água subterrânea, sendo que 9% se abastecem das águas de poços rasos e 48% de poços profundos. Portanto, o número de poços tubulares em operação no Brasil está estimado em cerca de 353.000, com um número anual de perfurações de aproximadamente 10.800. Embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do Brasil a água subterrânea representa a principal fonte de abastecimento. Importantes cidades como Belém (AM), São Luís (MA), Natal e Mossoró (RN), Recife (PE), Maceió (AL) e Ribeirão Preto (SP) são abastecidas, total ou parcialmente, por poços tubulares (CARDOSO *et al.*, 2008).

A utilização das águas subterrâneas apresenta muitas características positivas, mas também algumas desvantagens. De acordo com Barros (2008), as grandes vantagens do uso das águas subterrâneas são:

- Qualidade: a composição química dessas águas é o resultado da composição original da água que infiltra, com a evolução físico-química influenciada pelas rochas atravessadas e pelo tempo de permanência no aquífero. Por ocorrerem no subsolo, essas águas são naturalmente protegidas, mas não isentas, de poluição e de contaminação;
- Quantidade: os volumes disponíveis como reservas podem ser muito grandes;
- Usos: atendem a todos os padrões de usos para o abastecimento humano, serviços, indústria, agricultura e lazer;
- Custos: permitem a implantação de um sistema gradual ou em módulos de aproveitamento, não têm custo de armazenamento primário e, na maioria dos casos, de tratamento. Não há necessidade de desapropriação de grandes áreas como ocorre com um reservatório de superfície;
- Vida útil: um poço, por ser uma obra de engenharia, se construído segundo as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), tem uma vida média de 20 anos;

- Meio ambiente: os impactos ambientais negativos gerados pelo seu aproveitamento são de baixa magnitude.

Porém, apresenta as seguintes desvantagens:

- Avaliação e exploração: por estarem no subsolo, são um recurso natural de difícil acesso e de avaliação complexa;
- Meio ambiente: embora estejam disponíveis técnicas eficientes de remediação quando ocorre perda de qualidade por poluição antrópica, esses processos são longos e onerosos;
- Eventos críticos: uma exploração inadequada envolvendo um grande volume de água bombeada pode causar acomodações, sismos ou até afundamentos do terreno;
- Limitações de uso: a baixa velocidade de circulação em determinadas rochas formadas por minerais mais reativos pode elevar bastante o conteúdo salino dessas águas, o que traz limitações de uso e aumento de custo, em alguns casos;
- Recursos humanos: há falta de pessoal técnico especializado para atuação no setor.

1.2 As Águas Subterrâneas no Brasil

A outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos podem ser considerados os principais instrumentos das políticas de recursos hídricos, nacional e estaduais, cujo principal objetivo é o uso racional da água. A relação da outorga com a cobrança se dá a partir do momento em que foi determinado pela lei que todos os usos sujeitos a outorga serão cobrados. Outro instrumento, porém não menos importante, é o enquadramento, visto que há uma estreita relação deste com os instrumentos anteriormente citados. Essa relação pode ser verificada com a outorga a partir dos critérios que devem ser estabelecidos, observando a classe em que o corpo de água estiver enquadrado e com a cobrança, as classes de enquadramento podem ser consideradas na fórmula para lançamento. Sendo assim,

a aplicação desses instrumentos às águas subterrâneas torna-se necessária para possibilitar o uso efetivo desses recursos.

As águas subterrâneas são de domínio dos estados, segundo a Constituição Federal de 1988, devendo a outorga para utilização desses recursos ser emitida pelas autoridades competentes de cada Estado. No entanto, apesar dessa previsão legal, alguns órgãos estaduais ainda não possuem procedimentos e critérios para análise e emissão de outorgas.

Apesar da maioria dos estados já dispor atualmente de uma legislação específica sobre recursos hídricos e elas mencionarem a outorga como um instrumento de gestão, nem todos possuem regulamentação específica sobre esse instrumento. Atualmente 19 estados possuem regulamentação quanto a procedimentos e critérios de outorga e alguns possuem a outorga implementada mesmo sem um decreto que regule esse instrumento, é o caso dos estados do Piauí e Maranhão.

De modo geral, todas as leis de recursos hídricos estaduais, adotam a cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão e como fonte de receita para financiamento de programas voltados a recuperação dos recursos hídricos. Embora a cobrança pelo uso da água, esteja prevista na Lei 9.433/97, esse instrumento ainda não se encontra amplamente implementado no Brasil.

Atualmente apenas os estados do Ceará, Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo cobram pelo uso da água. No Ceará a cobrança incide sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, no Rio de Janeiro cobra-se pela água superficial nas bacias hidrográficas do seu domínio, como também em rios do domínio da União, nos estados de São Paulo e Minas Gerais a cobrança incide apenas nas bacias de domínio da União.

O enquadramento tem previsões legais tanto na Lei nº 9.433/97, quanto nas políticas estaduais da maioria dos estados. Apenas os estados do Ceará, Goiás, Paraíba, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina e Tocantins, não consideram o enquadramento como instrumento, embora o mesmo deva subsidiar a outorga e a cobrança. A regulamentação do enquadramento para as águas subterrâneas se dá através da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 396/08.

O Brasil não possui uma rede nacional de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas. Apenas alguns estados realizam esse monitoramento. O Estado de São Paulo é um deles, que realiza esse monitoramento desde 1990, onde dispõe de 170 poços, fazendo análises semestrais de 40 parâmetros. Minas Gerais implantou em 2005, uma rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas, constituída por 39 poços tubulares profundos, que compreende as bacias dos rios Verde Grande, Riachão, Jequitaí e Pacuí. O Distrito Federal está implementando uma rede com 132 poços, para monitorar as áreas mais exploradas (ANA & MMA, 2007a).

Em 2005 se evidenciou a discussão das águas subterrâneas no Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), tendo sido requerido a formulação de texto sobre a disponibilidade, demanda e qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Também foram propostos textos com a inclusão da temática nos demais capítulos do PNRH. Em 2006, foi aprovado o PNRH com os programas e subprogramas voltado as águas subterrâneas. Em 26 de março de 2009, o Programa Nacional de Águas Subterrâneas foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), tendo como objetivo geral a promoção de ações que possibilitem o aumento do conhecimento hidrogeológico do território nacional, construção de um arcabouço gerencial das águas subterrâneas do Brasil, servindo de base para a proteção, conservação e gestão sistêmica, integrada e participativa, bem como, fomenta as ações de capacitação, educação ambiental e mobilização social na gestão.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consiste em simular a cobrança pelo uso da água subterrânea, segundo as óticas arrecadatória e econômica, na bacia do Riacho Reginaldo na cidade de Maceió/AL. Para tanto, alguns objetivos específicos também foram executados, tais como:

- Identificar os usuários de água subterrânea na região em estudo;
- Selecionar critérios para a cobrança;
- Estimar o valor da água subterrânea para a cobrança;

- Simular o potencial de arrecadação com a cobrança e avaliar os impactos econômicos da cobrança pelo uso da água sobre os usuários da região;
- Avaliar a aceitabilidade da cobrança na bacia em estudo.

2 ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

No Brasil, a cobrança é um dos instrumentos instituídos nas políticas de recursos hídricos, nacional e estaduais, cuja finalidade é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água.

Conforme proposto no Art. 19, da Lei Federal nº 9.433/97, a cobrança pelo uso da água objetiva reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, além de incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. No Estado de Alagoas, além dos objetivos acima citados, a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) (Lei nº 5.965/97) traz mais três objetivos: (1) disciplinar a localização dos usuários, buscando a conservação dos recursos hídricos de acordo com a sua classe de uso preponderante; (2) incentivar a melhoria dos níveis de qualidade dos efluentes lançados nos corpos d'água e (3) promover o gerenciamento das bacias hidrográficas onde foram arrecadados os recursos financeiros.

Os usos da água que estão sujeitos à cobrança se referem aqueles sujeitos a outorga, estabelecidos no Art. 12, da Lei Federal nº 9.433/97, esses usos são: derivação ou captação de parcela de recursos hídricos existentes em um corpo d'água, para o consumo final ou insumo de processo produtivo; extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo produtivo; lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte e assimilação de esgotos urbanos e industriais e qualquer outro tipo que altere o regime, a quantidade e a qualidade da água.

Os pequenos usuários de água, cujo consumo não exceda 1.000 L/h (mil litros por hora) serão isentos de outorga de direito de uso da água e, conseqüentemente, da cobrança pelo uso da água, como regulamenta o Decreto nº 06/01 do Estado de Alagoas.

Para a fixação dos valores a serem cobrados, o Art. 29 da PNRH prevê que devem ser observados, dentre outros, os seguintes aspectos: nas derivações, captações e extrações de água, o volume retirado e seu regime de variação e nos

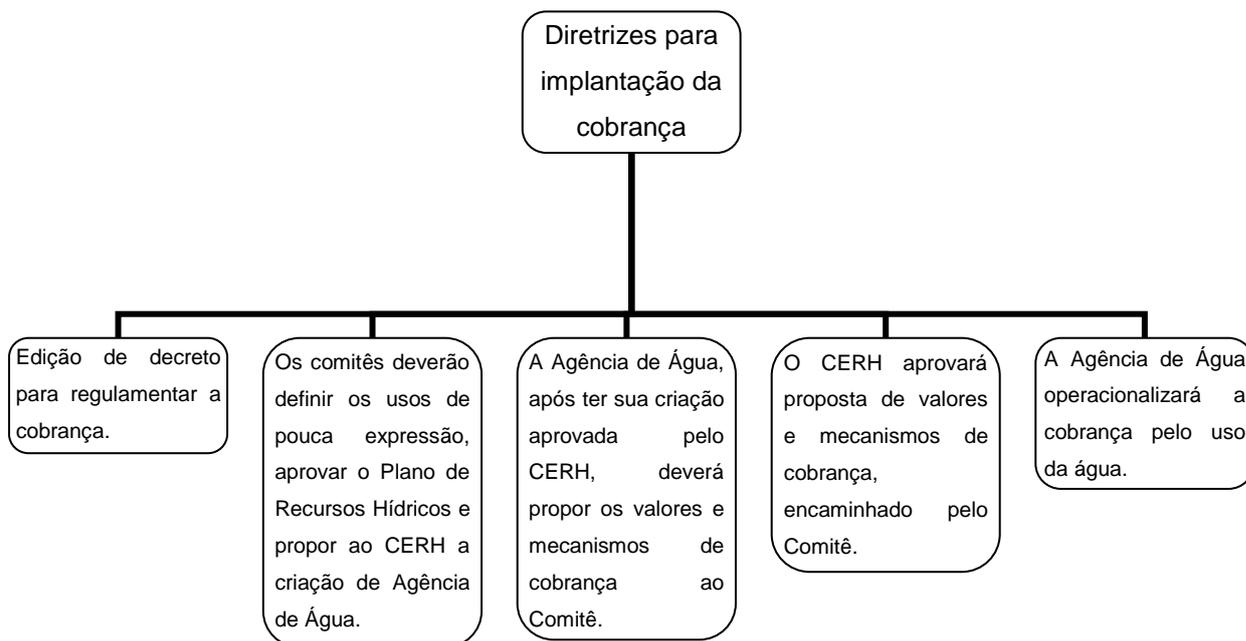
lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado, seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do efluente. Da mesma forma, também consta na Resolução nº 48/05 do CNRH, que estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, e no Art. 31 da PERH do Estado de Alagoas, aspectos para serem observados para definição de valores de cobrança.

Quanto à aplicação dos valores arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (Federal e Estadual) constata-se que os recursos financeiros serão aplicados, prioritariamente, na bacia hidrográfica em que foram gerados e a utilização desse recurso se dará da seguinte forma: no financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos e no pagamento de despesas de implantação e custeio administrativo dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, limitado a 7,5% (sete e meio por cento) do total arrecadado. Os valores arrecadados com a cobrança poderão ainda ser aplicados a fundo não-reembosável em projetos e obras que alterem, de modo considerado benéfico à coletividade, a qualidade, a quantidade e o regime de vazão de um corpo de água.

Com relação às questões legais, a implantação da cobrança da água subterrânea não enfrenta o mesmo tipo de complexidade que a superficial, visto que a primeira é de domínio dos estados da federação.

Para a implantação da cobrança faz-se necessário, o estabelecimento de diretrizes que devem ser satisfeitas como requisitos mínimos (Figura 2):

Figura 2 – Diretrizes para implantação da cobrança



Fonte: Adaptação de SEMARH (2006a)

Também é de grande importância que sejam observados os seguintes aspectos: a cobrança deverá ser implementada somente após assegurar que o espaço político foi conquistado, ou seja, que a cobrança tenha sido objetivo de negociação no âmbito dos Comitês de Bacias e dos respectivos Conselhos de Recursos Hídricos; deve ser assegurada também a viabilidade técnica e econômica da cobrança pelo uso de recursos hídricos; o instrumento cobrança pelo uso de recursos hídricos deve estar integrado com as políticas nacionais, estaduais e municipais de meio ambiente e recursos hídricos, articulando-as com as políticas setoriais, tais como as de saneamento, recursos minerais, agricultura, reforma agrária, transporte, energia, indústria, educação, saúde, habitação, etc; o estabelecimento de mecanismos orçamentários e administrativos que assegurem que os recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos sejam efetivamente transferidos para as Bacias Hidrográficas em que foram arrecadados (SEMARH, 2006a).

2.1 Legislação Federal

No Brasil, a estrutura legal referente ao gerenciamento de recursos hídricos foi iniciada no ano de 1934 com o Código de Águas. A gestão das águas foi novamente tratada na Constituição Federal de 1988, que determinou ser de competência da

União à instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Art. 21, XIX). Finalmente com a promulgação da Lei Federal nº 9.433/97 foi estabelecida a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a gestão dos recursos hídricos. A Tabela 1 apresenta as principais legislações referentes ao gerenciamento dos recursos hídricos na esfera Federal, que devem ser considerados para a cobrança pelo uso da água.

Tabela 1 – Histórico dos Fundamentos Legais da cobrança pelo uso da água

(continua)

FUNDAMENTOS LEGAIS	DESCRIÇÃO
Código Civil (2002)	Dispõe que o uso comum dos bens públicos pode ser gratuito ou retribuído conforme as leis da União, dos Estados ou Municípios a cuja administração pertencerem (Art. 68)

Tabela 1 – Histórico dos Fundamentos Legais da cobrança pelo uso da água

(continuação)

FUNDAMENTOS LEGAIS	DESCRIÇÃO
Código de Águas (1934)	O uso comum das águas pode ser gratuito ou retribuído conforme leis e regulamentos da circunscrição administrativa a que pertencerem. (Art. 36, parágrafo 2º)
Política Nacional do Meio Ambiente Lei nº 6.938 (1981)	A lei dispõe que a política visará à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (Art. 4, inciso VII).
Política Nacional de Irrigação Lei nº 6.662 (1979) Dec. nº 89.496 (1984)	Dispõe que o uso de águas públicas, para fins de irrigação e atividades decorrentes dependerá de remuneração (Art. 21).
Constituição Federal de 1988	Segundo o Artigo 21, inciso XIX compete a União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A constituição estabelece em seu Artigo 26, a dominialidade dos corpos hídricos. Tendo como proprietários, os Estados e a União. Aqueles que são considerados bens dos Estados se refere “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União.” (Art. 26)
Lei nº 9.433 (1997) – PNRH	Institui a cobrança como instrumento de gestão prevendo, para tanto, o estabelecimento de critérios.

Tabela 1 – Histórico dos Fundamentos Legais da cobrança pelo uso da água

(conclusão)

FUNDAMENTOS LEGAIS	DESCRIÇÃO
Lei nº 9.984 (2000) – Criação da Agência Nacional de Águas (ANA)	Define como atribuição da ANA, entre outras, arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, na forma do disposto no Art. 22 da Lei nº 9.433, de 1997 (Art.4, IX); Inclui entre as receitas da ANA os recursos decorrentes da cobrança pelo uso de água em corpos hídricos de domínio da União (Art. 20, II).
Resolução do CNRH nº 48 (2005)	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Considerando o que foi previsto pela PNRH, o CNRH através da Resolução nº 48 de 21 de março de 2005, estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, como também apresenta alguns aspectos que deverão ser observados, quando pertinentes, para a fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos. Os aspectos abordados dizem respeito à natureza do corpo de água (superficial ou subterrâneo); classe em que estiver enquadrado o corpo de água; disponibilidade hídrica; grau de regularização; vazão reservada, captada, extraída ou derivada e seu regime de variação; vazão consumida, ou seja, a diferença entre a vazão captada e a devolvida ao corpo de água; finalidade a que se destinam; sazonalidade; características e a vulnerabilidade dos aquíferos; características físicas, químicas e biológicas da água; localização do usuário na bacia; práticas de racionalização, conservação, recuperação e manejo do solo e da água; condições técnicas, econômicas, sociais e ambientais existentes; sustentabilidade econômica da cobrança por parte dos segmentos usuários e práticas de reuso hídrico.

2.2 Legislação do Estado de Alagoas

No Estado de Alagoas, a Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei 5.965 de novembro de 1997, mesmo ano em que foi promulgada a Lei 9.433/97, que estabelece que a cobrança deve atender tanto ao objetivo econômico como o financeiro. Com o objetivo econômico a cobrança incentiva o uso da água de forma racional e com o objetivo financeiro, a cobrança deve obter recursos para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

De acordo com o Artigo 31, uma série de parâmetros deve ser considerada no estabelecimento do preço da água, da mesma forma como os critérios observados na Resolução do CNRH nº 48/05, dentre os quais destacam-se: a classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo d'água objeto do uso; as características e o ponto de utilização; as prioridades regionais e das bacias hidrográficas; as funções natural, social e econômica; a época da retirada; o uso consuntivo; o valor relativo da vazão comprometida e da vazão retirada em relação às vazões de referência para o licenciamento; o nível de quantidade e da qualidade de devolução da água, desde que limitado pela legislação em vigor; a disponibilidade hídrica local; a necessidade de reservação; o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas; as condições socioeconômicas do usuário; o princípio da tarifa progressiva com o consumo.

De acordo com o Artigo 38 fica instituído o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH), que tem por finalidade financiar a implantação e o desenvolvimento da Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos. O FERH deverá ser alimentado com os recursos obtidos com a cobrança pelo uso da água, entre outros recursos. O Decreto Estadual nº 532/02 regulamentou o FERH.

Segundo o Artigo 41, os recursos obtidos com a cobrança pelo uso da água deverão ser aplicados na bacia hidrográfica em que forem arrecadados. Entretanto, existe a possibilidade de que até 30% do valor arrecadado seja aplicado em outras bacias (parágrafo único do Art. 41).

Com relação ao procedimento adotado para a aprovação da cobrança, a referida lei estabelece que a agência de água deverá elaborar estudos e propor valores que, depois de aprovados pelo Comitê de bacia, serão encaminhados para o Conselho Estadual de Recursos Hídricos para aprovação final.

Através do Decreto Estadual nº 37.784/98, que regulamenta o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, fica instituído que o Conselho estabelece os critérios gerais e as normas para a cobrança pelo seu uso (1º Artigo, VII).

O Decreto Estadual nº 6/01, que regulamenta a outorga de direito de uso de recursos hídricos, estabelece que deverá constar no ato de outorga obrigação de recolher os valores da cobrança pelo uso do recursos hídrico, quando exigível (Artigo 23, IV).

Como as águas subterrâneas são de domínio estadual de acordo com a Constituição de 1988, cabe ao Estado dispor sobre a sua conservação e proteção. Assim sendo, o Estado de Alagoas sancionou uma lei específica de água subterrânea em 02 de setembro de 2009, Lei nº 7.094/09, que dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas do seu domínio.

2.3 Aspectos Institucionais dos Recursos Hídricos no Estado de Alagoas

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos é o conjunto de entidades e órgãos que atuam na gestão dos Recursos Hídricos.

Os órgãos e entidades que compõem o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos são: Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Agências de Água e Comitês de Bacia Hidrográfica.

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos é o órgão deliberativo e normativo central do Sistema que estabelece os critérios e as normas gerais para a cobrança pelo uso da água (Art. 55, VIII da Lei Estadual 5.965/97), tendo sido regulamentado pelos decretos nº 37.784/98 e nº 658/02.

A Secretaria Estadual de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) é responsável pelo planejamento e pela gestão dos recursos hídricos. Assim cabe a essa secretaria coordenar e executar as Políticas de Recursos Hídricos, exercendo

a sua fiscalização, articulando e integrando as suas respectivas políticas com as de âmbito regional e nacional. Dessa forma, esse órgão é responsável pela implementação do sistema da cobrança pelo uso da água no Estado de Alagoas.

A SEMARH foi criada pela Lei Delegada nº 32/03 e alterada pelo Decreto nº 3.542/07. Anteriormente, quando foi promulgada a Lei que instituiu o Sistema Estadual de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, a Secretaria de Planejamento foi indicada como órgão coordenador e gestor do Sistema. Depois foi criada pela Lei 6.126/99 a Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, cuja estrutura foi modificada por meio da Lei 6.145/00, ocasião em que passou a chamar-se Secretaria de Recursos Hídricos e Irrigação (SERHI).

Os Comitês de Bacia Hidrográfica são órgãos setoriais deliberativos e normativos da bacia hidrográfica que estabelecerá os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerirá os valores a serem cobrados (Art. 59 XIII e XXIV, da Lei Estadual 5.965/97).

Atualmente, Alagoas dispõe de cinco Comitês de Bacias Hidrográficas, sendo eles: Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Piauí, Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Coruripe, Comitê de Bacia da Região Hidrográfica São Miguel, Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Pratagy e Comitê de Bacia da Região Hidrográfica Complexo Estaurino-Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM).

O Comitê da Região Hidrográfica do Pratagy, cuja área de estudo dessa pesquisa está inserida, foi criado em 10 de março de 2005, com 28 membros. Possui uma área de 1.911,3 km², que abrange 07 municípios (Barra de Santo Antonio, Flexeiras, Maceió, Messias, Murici, Paripueira e Rio Largo) e tem como rios integrantes: Rio Reginaldo, Rio Jacarecica, Rio Pratagy, Rio Meirim e Rio Sapucaí. No entanto, desde a criação do referido Comitê foi realizada apenas uma reunião, no dia 12/08/2005 (SEMARH, 2011b).

As Agências de Água são órgãos executivos e de apoio aos Comitês de Bacia Hidrográfica, que tem como atribuições propor ao Comitê os valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos e efetuar a cobrança pela utilização dos recursos hídricos da bacia por usuários (Art. 60, XI e XXV, da Lei nº 5.965/97). Entretanto, até o presente momento, nenhuma Agência de Água foi implementada no Estado.

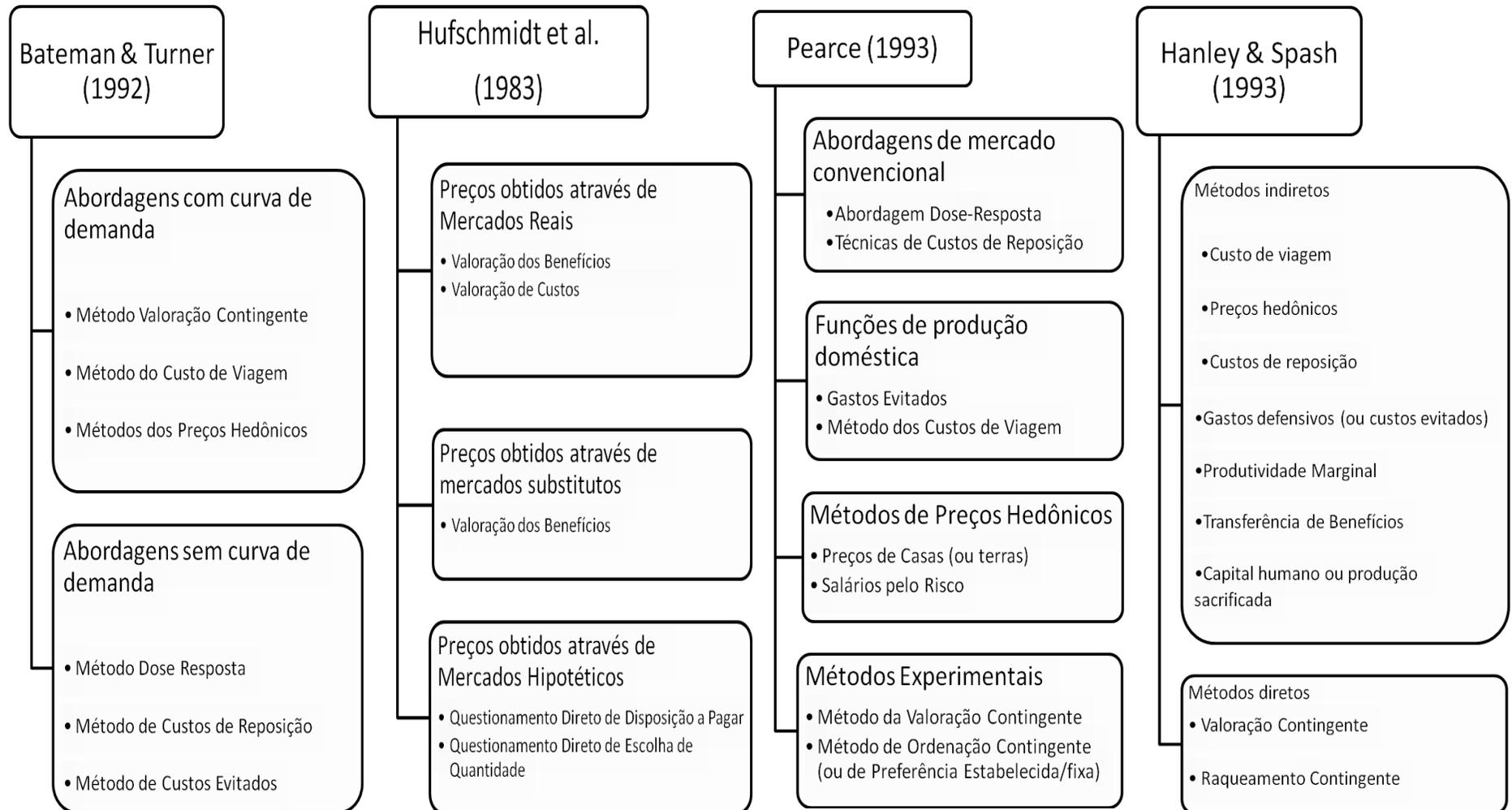
3 MÉTODOS DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Para a estimativa do preço da água é encontrada uma diversidade de métodos capazes de valorar os recursos ambientais existentes. Esses métodos diferem na sua implementação, na estrutura que requerem e na informação em que são baseados, existindo, assim, diversas classificações. No entanto, todos têm como objetivo determinar um “preço ótimo” para a água ou, sob condições restritivas, o melhor preço possível (JOHANSSON, 2000 *apud* ARANHA, 2006).

Nogueira, Medeiros e Arruda (2000) apresentam a classificação segundo alguns autores, a saber: Bateman & Turner (1992) propõem uma classificação dos métodos distinguindo-os pela utilização ou não das curvas de demanda marshalliana ou hicksiana.² Hufschmidt *et al.* (1983) desenvolveram suas classes de acordo com o fato de a técnica utilizar preços provenientes de diversos mercados. Pearce (1993) defende a existência de quatro grandes grupos de técnicas de valoração econômica desenvolvidos a um nível sofisticado. Hanley & Spash (1993) dividem-os em forma direta e indireta. A Figura 3 apresenta a classificação baseada em cada autor (grupo de autores) citados anteriormente.

² A curva de demanda marshalliana (ou ordinária) de um bem ou serviço é o lugar geométrico de todas as quantidades de equilíbrio do consumidor (de máxima satisfação) ao fazer-se variar o seu preço, mantendo-se todos os outros parâmetros (preços dos outros bens e a renda nominal) constantes. A curva de demanda hicksiana (ou compensada) de um bem é o lugar geométrico de todas as quantidades de equilíbrio do consumidor (de mínimo custo) ao fazer-se variar o seu preço, mantendo-se todos os outros parâmetros (preços dos outros bens e a utilidade - *proxy* para a renda real) constantes.

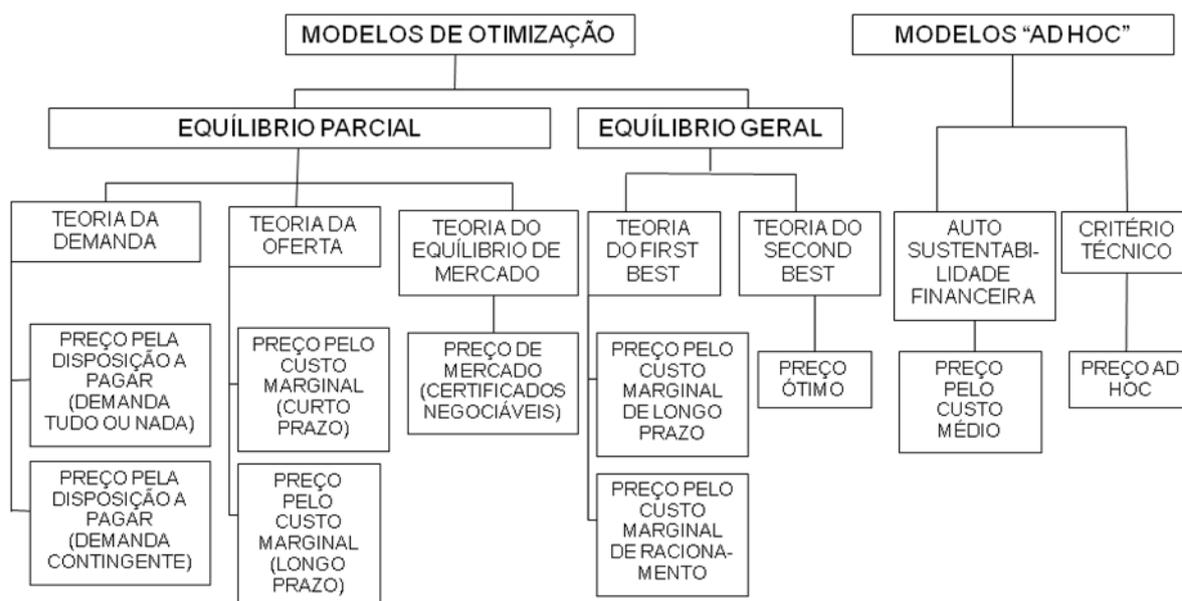
Figura 3 – Classificação dos métodos de valoração monetária de acordo com Bateman & Turner (1992), Hufschmidt *et al.*, (1983), Pearce (1993) e Hanley & Spash (1993).



Fonte: Adaptação de Nogueira *et al.* (2000)

Carrera-Fernandez & Garrido (2002b) destacam que essas metodologias se fundamentam em uma gama de diferentes teorias econômicas. De acordo com a Figura 4, esses autores dividem as metodologias de cálculo de tarifas pelo uso dos recursos hídricos em dois grandes grupos, baseados em dois tipos de modelos: 1) modelos de otimização, subdivididos em modelos de equilíbrio parcial e de equilíbrio geral, e 2) modelos *ad hoc*. Todas essas metodologias buscam ou priorizam algum dos três princípios econômicos básicos, ou seja: (i) eficiência econômica; (ii) eficiência distributiva ou equidade; e (iii) recuperação dos custos (auto-sustentabilidade financeira).

Figura 4 – Metodologias de cobrança pelo uso da água fundamentada na teoria econômica.



Fonte: Carrera-Fernandez & Garrido (2002b)

3.1 Modelos de Otimização

Os modelos de otimização para determinação do preço unitário têm por objetivo incentivar a racionalização do uso da água e reconhecer a água como bem econômico. Entende-se como racionalização do uso da água, a alocação ótima em termos de eficiência econômica, ou seja, a maximização dos benefícios econômicos para a bacia (CARRERA-FERNANDEZ & GARRIDO, 2002b).

Dentre os modelos de otimização, detalhados na sequência, os mais utilizados para os casos de precificação da água são: método da avaliação contingente; custo

de oportunidade ou demanda tudo ou nada; custo marginal; preços ótimos e os mercados de direitos de uso da água.

3.1.1 Método da Avaliação Contingente – MAC

O método da avaliação contingente consiste em valorar bens públicos e/ou ambientais para os quais não há preços de mercado. Esse método busca extrair a Disposição a Pagar (DAP) de uma amostra da população a partir de entrevistas pessoais, que revelam as preferências dos mesmos por um bem ou serviço ambiental.

A pesquisa de campo para a avaliação contingente requer a formulação de um mercado hipotético para a avaliação de um bem que não é transacionado no mercado. Entre as principais questões relacionadas com o método temos: 1) a dificuldade dos entrevistados em avaliar bens fora das transações normais do mercado (como esgoto, proteção de espécies, ar puro, paz e sossego, biodiversidade, despoluição de rios e praias, melhorias na qualidade da água, etc) e; 2) como consequência da primeira, os valores obtidos pela simulação de uma situação hipotética podem refletir mais intensamente o valor de existência do bem do que o valor de transação do bem (TAFNER *et al.*, 2003).

No entanto, segundo Cummings *et al.* (1986) *apud* Aguirre & Faria (1996) as condições sob os quais esse método teria maior êxito são as seguintes:

- A população a ser entrevistada deve estar ciente do fluxo de serviço que se está avaliando;
- A população deve ter tido experiência no uso desse tipo de serviço;
- O método de avaliação contingente deve tentar medir a disposição a pagar. A pergunta sobre tal disposição deve ser clara e concisa, enfocando o valor, a periodicidade do pagamento e o instrumento usado para efetuar-lo, de preferência um imposto ou taxa conhecido pela população.

As formas das perguntas sobre a disponibilidade a pagar mais comuns na literatura são: i) formato aberto ou lances livres (*open-ended*), onde o entrevistado expressa o valor que deseja. Nesse caso a pergunta é: “Quanto você estaria disposto a pagar?”. Essa forma de perguntar produz uma variável contínua de

lances e o valor estimado da DAP pode ser estimado pela sua média; ii) formato dicotômico (*referendum*), o questionário apresenta a seguinte pergunta: “Você estaria disposto a pagar R\$X?” Nessa situação, cabe ao entrevistado responder apenas sim ou não. Esta quantia X é sistematicamente modificada ao longo da amostra para avaliar a frequência das respostas dadas frente a diferentes níveis de lances. Mais recentemente, tem-se utilizado o método do cartão de pagamento no qual é apresentado ao respondente um cartão com diversos valores e o respondente marca até qual valor máximo ele estaria disposto a pagar pelo bem em questão.

São incluídas também no questionário, perguntas que visam obter informações sobre as características socioeconômicas dos entrevistados como gênero, idade, renda, educação e informações demográficas, além de sua atitude e posicionamento em relação ao bem que está sendo avaliado. Esses dados são utilizados como variáveis explicativas da disposição a pagar do respondente.

3.1.2 Custo de Oportunidade – Demanda Tudo ou Nada

O custo de oportunidade ou preço de reserva é o custo adicional que o usuário de água estaria disposto a pagar para obtê-la de uma fonte alternativa, sendo o mesmo estimado através de uma situação hipotética, onde através de uma interrupção no fornecimento da água os usuários seriam levados a buscar uma solução alternativa mais barata, ou menos cara, que suprisse suas necessidades de água. Ao buscar a solução alternativa o usuário estaria revelando o verdadeiro valor, ou custo de oportunidade da água para esse uso.

Tendo conhecimento do custo da solução alternativa mais barata, denominado preço de reserva, pode-se calcular a máxima disposição a pagar pelo uso da água. A máxima disposição a pagar pelo uso da água de um usuário será um valor entre o que esse usuário já paga pelo uso da água e o seu preço de reserva.

Para cada setor é determinado então o custo de oportunidade através da alternativa atual de suprimento de água e o seu custo; e das alternativas que estariam disponíveis na ausência da alternativa atual e os seus respectivos custos.

Empregando-se a Equação 1, calcula-se o custo de oportunidade ou preço de reserva da água, o qual revela o máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar a mais para cada metro cúbico de água consumida da solução alternativa.

$$P_{\text{abast}}^r = (1 + \lambda_h)C_h - (1 + \lambda_f)C_f \quad (1)$$

Sendo:

P_{abast}^r = custo de oportunidade ou preço de reserva da água no abastecimento atual;

C_h = custo médio de água captada na alternativa hipotética;

C_f = custo médio de água captada da fonte do abastecimento atual;

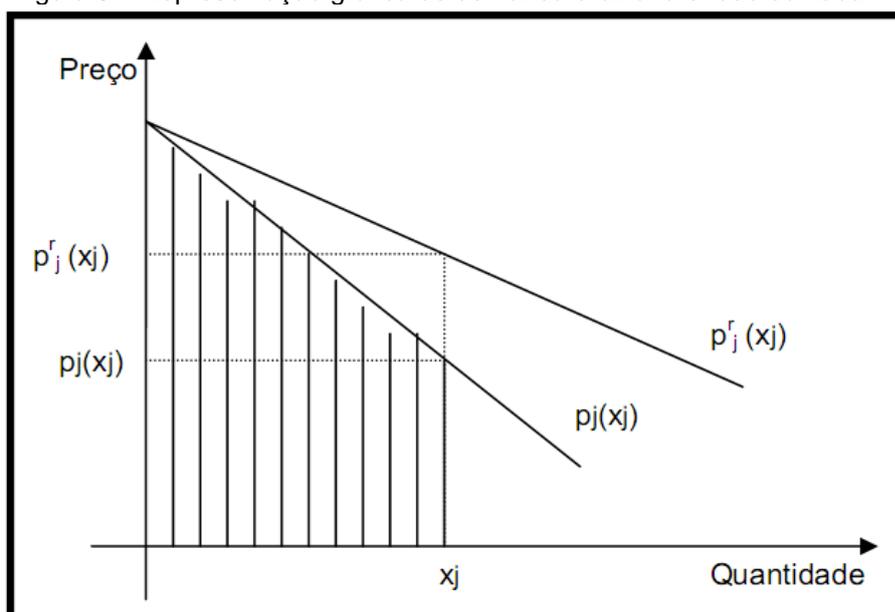
λ_j = perda de água de cada sistema;

h = referente à alternativa hipotética;

f = referente aos serviços da fonte do abastecimento atual.

A função de demanda tudo ou nada pode ser ajustada por meio de dois pares de pontos, obtidos pela quantificação do preço de reserva da água para cada modalidade de uso. A Figura 5 apresenta a função de demanda ordinária (curva inferior) e a função de demanda tudo ou nada (curva superior), onde pode-se notar que a altura da curva de demanda tudo ou nada em qualquer ponto, $p_j^r(x_j)$, representa o máximo valor que o usuário no uso j estaria disposto a pagar e permanecer indiferente entre pagar e ter a água disponível para o uso ou não tê-la (área hachurada).

Figura 5 – Representação gráfica de demanda ordinária e tudo ou nada



Fonte: Carrera-Fernandez e Garrido (2002d)

3.1.3 Custo Marginal

A formação de preço pelo custo marginal possui dois espaços de tempo: curto prazo e longo prazo. Considera-se custo marginal de curto prazo, aquele destinado à cobrança pelo uso da água, baseado nos custos de operação, manutenção e reposição nos sistemas de provimento de água ou de tratamento de despejos. Por outro lado, custo marginal de longo prazo, refere-se à cobrança pela garantia de disponibilidade de água, na forma de investimentos futuros (JARDIM, 2003).

Segundo Carrera-Fernandez & Garrido (2002b), uma política de preço igual ao custo marginal de curto prazo, embora seja economicamente eficiente, apresenta como principal desvantagem distorções distributivas, isto é, que consiste em gerar distorções na distribuição do ônus para a sociedade.

Essas distorções podem ocorrer em setores que apresentam custos médios declinantes, como é o caso da gestão de recursos hídricos em bacias com excedentes hídricos, pois, neste caso, a política de preço igual ao custo marginal, não gera receita suficiente para cobrir os custos dessa atividade, gerando, em consequência, prejuízos sistemáticos. Do mesmo modo, resultado de uma política de preço igual ao custo marginal em um setor com custos médios crescentes, como parece ser o caso da gestão de recursos hídricos em bacias com balanço hídrico crítico, é a presença sistemática de lucro econômico, visto que, neste caso, a receita é potencialmente maior do que o custo. Verifica-se assim que para qualquer um dos casos, a formação de preços iguais ao custo marginal (de curto prazo) cria efeitos distributivos negativos na economia.

Como solução alternativa pode-se substituir o custo marginal de curto prazo pelo de longo prazo. Dessa forma o diferencial entre o preço efetivamente cobrado e o custo marginal de curto prazo é considerado como renda econômica atribuída à escassez de água. Essa renda seria a componente do custo marginal de longo prazo, como forma de assegurar recursos para investimentos futuros no setor.

Para se estimar o custo marginal de longo prazo existem duas formas, a forma convencional, que corresponde ao custo adicional ao se ampliar a oferta de água em um metro cúbico a mais desse recurso. Sendo o mesmo definido pela Equação 2:

$$CMg^{LP} = \left[\sum_{t=0}^T (I_t + R_t) / (1+r)^t \right] / \left[\sum_{t=0}^T X_t / (1+r)^t \right] \quad (2)$$

Onde:

I_t representa a amortização do investimento do ano t ;

R_t são custos de manutenção e operação no ano t ;

X_t é a captação de água bruta ou redução da carga orgânica no ano t ;

r é o custo de oportunidade do capital; e

T é horizonte de planejamento.

A outra forma é através do conceito de racionamento, fundamentado no fato de que nem sempre se pode satisfazer a demanda por água em uma ou mais modalidades de uso. O custo marginal de racionamento é definido pela Equação 3:

$$CM_g^* = (1-P)CM_e + P \sum_j C(X_j^0) \quad (3)$$

Onde:

CM_g^* custo marginal de racionamento dos recursos hídricos;

P probabilidade média de racionamento em um ano qualquer;

CM_e custo operacional da unidade marginal;

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 , sendo o seu valor definido pela Equação 4.

$$C(x_j^0) = P \cdot p(x_j^* - x_j^0) + (1-P) \cdot p(x_j^*) \quad (4)$$

Onde:

$p(x_j^*)$ valor da água fora do racionamento;

$p(x_j^* - x_j^0)$ valor da água no racionamento.

3.1.4 Preços Ótimos

A metodologia dos preços ótimos é fundamentada em uma política de preços que maximiza a diferença entre os benefícios e custos sociais e, ao mesmo tempo, minimiza os impactos distributivos na economia. A política de preços ótimos para uso da água não gera ganhos e nem perdas financeiras associadas com a política de preços igual ao custo marginal de curto prazo e nem leva a economia a se afastar ainda mais do Ótimo de Pareto, que é possível a uma política de preço igual ao custo marginal de longo prazo (AREND & SILVA, 2007).

No método 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.

Essa metodologia gera eficiência econômica e distributiva. A política de preços ótimos minimiza as distorções na alocação dos recursos hídricos entre seus vários usuários, ou seja, é cobrando preços diferenciados que as distorções na utilização dos recursos hídricos são minimizadas (CARRERA-FERNANDEZ *et al.*, 2003).

Por meio da metodologia dos preços ótimos, a cobrança pelo uso da água é fundamentada de um lado na elasticidade-preço da demanda e, do outro, no custo marginal de gerenciamento da água em um sistema de bacia hidrográfica. A cobrança é determinada a partir da solução das Equações 5 e 6:

$$p_j^* = (CM_g^* |\varepsilon_j|) / (|\varepsilon_j| - \alpha), \forall j \quad (5)$$

$$\sum_j p_j^* x_j - C = 0 \quad (6)$$

Onde:

p_j^* é o preço ótimo da água a ser determinado na modalidade de uso j ;

x_j é a quantidade de água demandada do sistema hídrico após os investimentos programados terem sido feitos no uso j ;

CM_g^* é o custo marginal de gerenciamento no uso j ;

$|\varepsilon_j|$ é a elasticidade-preço da demanda por água no uso j ;

C é o custo total do órgão gestor no gerenciamento da bacia;
 α reflete a diferença relativa entre benefícios e custos marginais, a ser determinada.

A Equação 5, uma para cada uso j , pode ser reescrita da seguinte forma $(p_j^* - CM_g^*)/p_j^* = \alpha/|\epsilon_j|$, para todo j . Quando escritas dessa forma, elas estabelecem que o diferencial no preço da água no uso j , em relação ao custo marginal, em termos percentuais, é inversamente proporcional à sua elasticidade preço de demanda. A última equação, por outro lado, é a equação de restrição que restringe o órgão gestor dos recursos hídricos a não apresentar perdas ou ganhos financeiros no gerenciamento dos recursos hídricos da bacia (CARRERA-FERNANDEZ & GARRIDO, 2002e).

Segundo Carrera-Fernandez & Garrido (2002b), a metodologia de preços ótimos é a única que traz consigo os três princípios básicos defendidos para que se efetue a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, ou seja, eficiência econômica, eficiência distributiva e recuperação dos custos de gerenciamento.

Elasticidade-preço da Demanda de Água

A elasticidade-preço da demanda mede a variação, em porcentagem, da quantidade demandada em resposta a uma variação percentual no preço da água. Isso verifica em quanto o consumidor estaria disposto a reduzir o seu consumo de água caso ela sofresse um aumento de preço. A elasticidade-preço é calculada pela Equação 7.

$$|ED| = \frac{\% \Delta QD}{\% \Delta P} \quad (7)$$

Sendo:

ED = elasticidade-preço da demanda;

ΔQD = variação da quantidade demandada;

ΔP = variação do preço.

As variações da quantidade demandada e do preço podem ser calculadas de acordo com as Equações 8 e 9:

$$\% \Delta QD = \frac{(Q_2 - Q_1)}{\left| \frac{Q_2 + Q_1}{2} \right|} \quad (8)$$

Sendo:

Q_1 = quantidade demandada, na situação mais cara;

Q_2 = quantidade demandada, na situação menos cara.

$$\% \Delta P = \frac{(P_2 - P_1)}{\left| \frac{P_2 + P_1}{2} \right|} \quad (9)$$

Sendo:

P_1 = preço inicial (mais cara);

P_2 = preço final (menos cara).

A demanda apresenta diversos valores de elasticidade-preço ao longo da variação das quantidades. Sendo assim, quando a elasticidade apresenta valores maiores que um, a demanda é tida como elástica. Isto é, a mudança percentual da quantidade demandada é maior que a mudança percentual do preço. Logo para valores de elasticidade menores que um, a demanda é inelástica, ou seja, a mudança percentual da quantidade demandada é menor que a mudança percentual do preço, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de demandas

(continua)

Tipo	Valor	Descrição
Perfeitamente/completamente inelástica	$ E = 0$	A quantidade demandada não varia quando o preço varia.
Inelástica	$0 < E < 1$	A quantidade demandada varia percentualmente menos que a variação percentual ao preço.

Tabela 2 – Tipos de demandas

(conclusão)

Tipo	Valor	Descrição
Unitária	$ E = 1$	A quantidade demandada varia exatamente na mesma percentagem que a variação percentual do preço.
Elástica	$ E > 1$	A quantidade demandada varia em percentagens maiores que a variação percentual do preço.
Perfeitamente/infinitamente elástica	$ E = \infty$	O preço se mantém constante mesmo quando as quantidades demandadas variem.

Fonte: Adaptada de Motta (1997)

Como a elasticidade-preço refere-se às cogitações sobre quanto o consumidor estaria disposto a modificar o seu consumo de água caso houvesse uma alteração no preço, ela é um interessante conceito para subsidiar os valores a serem definidos para a cobrança pelo uso da água (RIBEIRO *et al.*, 1999).

3.1.5 Mercados de Água

Os mercados de água baseiam-se na livre negociação dos direitos de uso da água entre usuários, sendo considerados, em termos econômicos, a forma mais eficiente de alocação entre os múltiplos usuários de recursos hídricos (MÜLLER, 2009).

O mercado de direitos de uso da água fundamenta-se na descentralização da decisão, que fica totalmente a cargo dos usuários, sem a interferência do estado. Na condição de livre negociação, sempre que a demanda ultrapassar o limite de alocação de água, os usuários, para se adequar, podem reduzir o seu uso ou adquirir água de outros, propiciando a otimização econômica sem ocasionar o aumento da quantidade de água alocada. Os usuários que possuem baixos custos para redução do uso de água serão induzidos a minimizá-lo e vender o excedente a outros usuários que possuem altos custos, como forma de aumentar seus

rendimentos. Nessa situação a água estará sempre sendo utilizada pelo usuário que mais a valoriza (MÜLLER, 2009).

O mercado de água pode existir onde a outorga comercializável seja aceita, sendo três os principais componentes: 1) o direito do uso da água; 2) o interessado em vender e em comprar esse direito e; 3) o preço, formado a partir da negociação entre as partes interessadas. No entanto “quando a água é considerada como um bem público não é suscetível de direito de propriedade, ou seja, inexistem mercados de água” (CÉSAR, 2007).

De acordo com Simpson (1994, *apud* SOARES JUNIOR *et al.*, 2003), o mercado de direitos de uso de águas somente será operacional se duas condições forem satisfeitas. A primeira diz respeito ao valor da água. Os mercados de água são mais promissores em locais com comprovada escassez de água, em função da valorização que os usuários dão a água nestas condições. A segunda condição é a existência de legislação adequada e infraestrutura que deem suporte ao mercado, para garantir o seu funcionamento. Adicionalmente, para que se realize uma alocação ótima de água no mercado, é preciso que exista um grande número de participantes comprando e vendendo, com diferentes custos e benefícios, sem formação de monopólios. Ainda segundo o mesmo autor, além das condicionantes citadas, há se de ter em conta, que o mercado de águas somente se justifica quando se busca a eficiência hídrica e também a redução dos volumes de água usados nas diferentes atividades econômicas, particularmente no caso da irrigação.

Com relação ao Brasil, como o mercado de águas pressupõe que a água possa ser um bem privado, a sua criação foi limitada pela Constituição Federal de 1988, através da definição de que a água é um bem público, cuja dominialidade é inalienável e pertencente à União e aos estados (MÜLLER, 2009).

3.2 Modelos *Ad Hoc*

Os modelos *ad hoc*, também conhecidos por financeiros ou arrecadatários, são aqueles não fundamentados em teorias econômicas. Na formação de preços esses modelos são divididos naqueles que estabelecem a cobrança pelo custo médio e nos que apresentam regras de preços pelo uso da água a partir de algum critério técnico. Na metodologia do custo médio cada usuário paga uma proporção dos custos de investimentos, onde o preço médio é calculado pela divisão dos custos

totais da bacia pelos usuários (CARRERA-FERNANDEZ & GARRIDO, 2002b). Nos modelos que apresentam algum critério técnico, os mesmos são formulados com base no produto do volume de água retirado ou lançado em um determinado período, pelo seu preço público unitário, ponderados por um ou mais coeficientes que associam fatores externos (condições físicas da região, finalidade de uso e usuários, etc) (MEDEIROS & RIBEIRO, 2006).

Os métodos arrecadatários consistem em formulações desenvolvidas a partir de estudos na área da cobrança pelo uso da água com o objetivo de estabelecer critérios que possibilitem a aplicação desse instrumento na bacia hidrográfica.

3.2.1 Mecanismos de Cobrança

A estrutura dos mecanismos de cobrança nas bacias onde a cobrança já se encontra implementada (Paraíba do Sul, Piracicaba-Capivari-Jundiaí, São Francisco e Doce) constitui-se, em geral, do produto de três componentes: a base de cálculo, o preço unitário e os coeficientes (Equação 10).

$$\text{Cobrança} = \text{Base de Cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes} \quad (10)$$

Onde:

Base de cálculo é a vazão de captação ou diluição, em L³/T;

Preço unitário para captação, em R\$/L³ e diluição, em R\$/M;

Coeficientes são os pesos atribuídos a critérios específicos.

3.2.1.1 Base de Cálculo

A base de cálculo é determinada em função do uso da água, cujo parâmetro que caracteriza o uso quantitativo é a vazão e para o uso qualitativo é a carga de poluentes lançada.

A base de cálculo é o componente que quantifica o uso da água. Como uso quantitativo da água é considerada a captação, o consumo e o lançamento de carga orgânica. O uso de captação é definido como sendo a quantidade de água retirada do corpo hídrico. O uso de consumo corresponde à parcela do uso de captação que

não retorna ao corpo hídrico. Já, o uso para lançamento, é definido como a quantidade de água necessária para diluir uma carga poluente.

Segundo Thomas (2002) os usos da água podem ser caracterizados de forma direta ou indireta. Para caracterizá-los de forma direta, a vazão é utilizada como parâmetro. Já para caracterizá-los de forma indireta, pode-se utilizar outros parâmetros como a carga poluente lançada, a área irrigada ou a energia produzida.

3.2.1.2 Preço Unitário

O preço unitário determina o valor econômico da água. Existe uma grande variedade de metodologias para formação de valor ou preço de um bem público, como a água. Essas metodologias se fundamentam em diferentes teorias econômicas e diferem na sua implementação, na estrutura que requerem e na informação em que são baseados.

Segundo Carrera-Fernandez & Pereira (2004), a definição da melhor metodologia para estipular os preços a serem implantados na cobrança pelo uso dos recursos hídricos, deve ser feita de modo a atender pelo menos quatro objetivos: (i) obter uma alocação eficiente entre os múltiplos usuários; (ii) internalizar os custos sociais aos custos privados; (iii) introduzir os custos de oportunidade dos recursos hídricos nos diversos usos; (iv) gerar autossuficiência financeira na bacia.

3.2.1.3 Coeficientes

Os coeficientes associam fatores externos locais e regionais (condições físicas da região, finalidade de uso e usuários, etc).

Os coeficientes são o terceiro componente da estrutura dos mecanismos de cobrança e a sua aplicação resultou da necessidade, em alguns casos, de adaptação do mecanismo a objetivos específicos (THOMAS, 2002). Alguns coeficientes utilizados em estudos de cobrança são:

- Tipo de usuário: Visa distinguir os usuários de acordo com setor a que pertencem: industrial, comercial, humano, entre outros;

- Tipo de uso: Procura diferenciar a cobrança em função do tipo de uso, ou seja, captação, consumo e diluição;
- Natureza do corpo d'água: Visa distinguir a cobrança em função do manancial do qual é retirada a água ou lançada a carga poluente, ou seja, águas superficiais e subterrâneas;
- Localização do usuário na bacia: Busca diferenciar a cobrança de acordo com as especificidades regionais ou em função dos interesses estratégicos da gestão;
- Sazonalidade: Visa alterar o valor da cobrança de acordo com as estações do ano, que é diferenciada por região. A sazonalidade varia conforme a disponibilidade hídrica;
- Disponibilidade Hídrica: Representa a situação da bacia ou aquífero quanto à disponibilidade e grau de regularização da oferta hídrica;
- Classe de uso do corpo d'água: É um coeficiente utilizado para definir preços diferenciados em função da qualidade da água no ponto de captação, que é determinada pela classe de enquadramento do corpo hídrico no ponto de interferência;
- Características dos aquíferos: Esse coeficiente objetiva diferenciar a cobrança de acordo com os tipos de aquífero: confinados, semiconfinados e livres;
- Vulnerabilidade dos aquíferos: tem por objetivo distinguir as classes de vulnerabilidade natural dos aquíferos para evitar captações em áreas mais propícias à contaminação;
- Práticas de conservação do solo: é um coeficiente que leva em consideração as boas práticas de conservação para promover o uso sustentável do solo.

4 EXPERIÊNCIAS DE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

Este item apresenta, de forma sucinta, as experiências internacionais e nacional de cobrança pelo uso da água, superficial e/ou subterrânea, com destaque internacional para as experiências da França, Alemanha, México, Holanda, Espanha, Japão, Estados Unidos, Chile e Austrália.

4.1 Experiências Internacionais na Cobrança pelo Uso da Água

As experiências de cobrança da França, Alemanha, México, Holanda, Espanha (Catalunha) e Japão incidem basicamente sobre o volume captado, volume consumido e sobre o volume lançado nos corpos hídricos, apresentando assim uma similaridade com a cobrança definida pela Lei nº 9.433/97. Enquanto que, as experiências dos Estados Unidos (Texas e Colorado), Espanha (Província de Tarragona), Chile e Austrália se caracterizam por adotar o modelo de mercados de água.

4.1.1 França

Na França, a lei de recursos hídricos vigente é a Lei nº 92-3/92, onde a cobrança pelo uso é aplicada para captação (volume de água captado no manancial), consumo (volume efetivamente consumido, ou seja, aquele que não retorna ao corpo hídrico) e lançamento. O cálculo para captação varia conforme o tipo de uso que a água se destina e a área geográfica, já para despejos de efluentes têm-se: industriais, onde a estimativa é feita pela quantidade de poluentes lançados; e domésticos, realizado pela quantidade média de poluição produzida por uma pessoa, em função da população de cada município. A cobrança que incide sobre os usuários domésticos e industriais analisa três elementos básicos: volume de água derivado durante o período de estiagem, uso consuntivo (produto do valor anterior por um fator de consumo) e o local de derivação. Para os usuários agrícolas, a cobrança é avaliada pelo volume de água retirado durante a estação de estiagem. O valor cobrado é estabelecido pelo Conselho de Administração da Agência de Água, tendo por base os investimentos que estão estabelecidos nos planos de bacia. Destaca-se, no caso em foco, que o valor cobrado pela captação da água

subterrânea é duas vezes maior que aquele praticado para as superficiais (CAMPOS, 2005).

4.1.2 Alemanha

Na Alemanha, a gestão dos recursos hídricos é do tipo comando e controle, ou seja, o Estado é responsável pela regulamentação e fiscalização do uso desses recursos, onde é cobrado pela captação das águas superficiais e subterrâneas, como também para o lançamento de efluentes. Existe a Lei de Taxas de Esgotos, que data do ano de 78, onde determina que as indústrias e comunidades que despejam seus efluentes em corpos hídricos, estariam sujeitos ao pagamento de uma taxa. O valor cobrado pela captação é diferenciado de acordo com o tipo de usuário e a vazão outorgada por cada atividade. Em alguns estados, varia também pelo tipo da captação como, por exemplo, se é superficial ou subterrânea. Os valores mais altos são aqueles aplicados para extração da água subterrânea e, em alguns estados, só existe a cobrança desta fonte. A cobrança pela água subterrânea, na maioria dos estados, é bem mais elevada para aplicações consideradas menos nobres, como irrigação e resfriamento (SANTOS, 2002).

4.1.3 México

No México a cobrança pelo uso da água já vem sendo praticada desde o início dos anos noventa. A lei que vigora nesse país é a *Ley de Aguas Nacionales* de 1992, onde a cobrança é realizada de acordo com a zona de disponibilidade. Essas zonas são divisões territoriais classificadas de acordo com a disponibilidade hídrica em termos de quantidade e qualidade, apresentando valores diferenciados (Tabela 3) (CAMPOS, 2005).

Tabela 3 – Custo do m³ de água no México por zona de disponibilidade (continua)

Zona de disponibilidade	Custo (U\$\$/m ³)
01	0,71
02	0,51
03	0,48

Tabela 3 – Custo do m³ de água no México por zona de disponibilidade
(conclusão)

04	0,39
05	0,31
06	0,28
07	0,21
08	0,08
09	0,06

Fonte: SRH/MMA (1999) *apud* Carrera-Fernandez & Garrido (2002c)

4.1.4 Holanda

Na Holanda, a cobrança pela captação de água subterrânea objetiva a redução da exploração excessiva, em determinadas regiões, como também a preservação desse manancial para o abastecimento público, que apresenta melhor qualidade quando comparado às águas superficiais. A cobrança pelo uso da água subterrânea é baseada no volume de água extraído, no qual é aplicado um preço único, sendo essa cobrança de responsabilidade das províncias, que calculam esse valor com referência nos objetivos de financiamento, como o desenvolvimento do uso da água subterrânea. Ainda sobre os usuários da água subterrânea incide um imposto que faz parte do sistema nacional de tributação, inserida na Reforma Tributária Verde (LABHID, 2001).

A cobrança para usuários industriais considera três categorias de indústrias, de acordo com seu respectivo tamanho, pequena (cobrança fixa), média (cobrança calculada em função do número de empregados, tipo de atividade, consumo de água e de matéria-prima) e grande (cobrança em função da medição da quantidade e qualidade das emissões).

4.1.5 Espanha (Catalunha)

Na região autônoma da Catalunha foi promulgada uma lei em 1985 com o intuito de combater a poluição dos recursos hídricos, onde criaram um sindicato que estava encarregado de elaborar um plano de saneamento e financiá-lo. Para tanto, esse sindicato estava autorizado a cobrar pelo uso da água para saneamento e pela

poluição, através de taxas que variavam de acordo com a qualidade das águas das diferentes zonas da região (CARRERA-FERNANDEZ & GARRIDO, 2002c). Depois essa lei foi promulgada para toda a Espanha, criando assim três modalidades de cobrança:

- Taxa relativa ao domínio hidráulico;
- Taxa relativa à derivação de águas (uso consuntivo);
- Taxa sobre rejeitos de águas usadas.

O valor arrecadado com essa cobrança é utilizado para obras e intervenções sobre o meio hídrico. A arrecadação é realizada pelas confederações hidrográficas, que apenas cobram cerca de 60% do total devido aos usuários e os outros 40% são subvencionados.

4.1.6 Japão

No Japão a tarifação de captação de água ocorre, sobretudo, para a geração de energia elétrica e para atividade industrial. As captações para setores de utilidade pública ou para o aproveitamento hidroagrícola são isentas de tarifação ou se beneficiam de reduções substanciais (CARRERA-FERNANDEZ & GARRIDO, 2002c). Para cálculo da tarifa de captação de água, é levada em conta a existência de diversas categorias de consumidores, além da localização da derivação da água (Tabela 4).

Tabela 4 – Preços pela captação da água na bacia do rio Yodo

(continua)

Categorias	Região	Preços (U\$\$/litro/s)
Qualquer atividade influenciada pela maré	Baixo Yodo	1,67
Qualquer atividade não influenciada pela maré e captação < 0,1 m ³ /s	Baixo Yodo	13,32
Qualquer atividade não influenciada pela maré e captação > 0,1 m ³ /s	Qualquer região	26,64
Mineração e indústria	Médio Yodo	16,65

Tabela 4 – Preços pela captação da água na bacia do rio Yodo

(conclusão)

Outros usos exceto mineração e indústria	Médio Yodo	4,16
Mineração e indústria	Alto Yodo	26,22
Outros usos exceto mineração e indústria	Alto Yodo	17,48

Fonte: SRH/MMA (1999) *apud* Carrera-Fernandez & Garrido (2002c)

4.1.7 Estados Unidos

Nos Estados Unidos os exemplos mais utilizados para ilustração de mercados de água são o do Estado do Texas e o do Distrito de Conservação de Água do Norte do Colorado.

No Texas, os títulos são de propriedade do governo e os usuários possuem apenas o direito de uso da quantidade de água especificada nestes títulos. Dessa forma, o direito de uso pode ser vendido, alugado ou simplesmente transferido entre atuais e potenciais usuários. Tais negociações podem estar ou não atreladas à propriedade da terra. No entanto, nenhuma transação pode ser efetuada sem aprovação prévia da *Texas Natural Resource Conservation Commission (TNRCC)*. Caso seja constatado que poderá haver impactos negativos sobre uma das partes interessadas ou sobre terceiros, alheios ao processo, as negociações não são aprovadas pela agência. Os títulos distribuídos podem ser de caráter permanente ou temporário. As permissões temporárias são similares às permanentes, com a diferença de que o uso da quota estabelecida é restrito a certos dias ou meses ao longo do ano (WURBS, 1995).

No Estado do Colorado, o governo é o proprietário do projeto e da água, mas o Distrito é proprietário do direito de uso da água gerada. Na ocasião da construção do Colorado – *Big Thompson* (projeto de transposição do rio Colorado), o Distrito arcou com parte dos custos de implantação e de construção do empreendimento. Em troca, recebeu os direitos perpétuos de exploração da água. O Distrito é responsável por estabelecer ou firmar um contrato de fornecimento com os usuários de água, provendo-os com um contrato/licença permanente de direito para usar a água sob termos e condições firmados. Conforme a necessidade da estação, o volume estabelecido no contrato pode ser alugado, transferido ou vendido de uma área de Distrito para outra ou de uma classe para outra. A quantidade de água que será

distribuída no Distrito é declarada anualmente pelo Conselho de Diretores. Os contratos de abastecimento são classificados em três classes de usos: Classe B (municipal), Classe C (industrial) e Classe D (irrigação) (KEMPER & SIMPSON, 1999).

4.1.8 Espanha (Província de Tarragona)

Na Espanha, os recursos hídricos pertencem ao Estado, mas o direito do uso da água pode ser adquirido através da concessão do governo dada por autoridades regionais da água. De acordo com os termos de concessão, dois terços da água gerada pelo sistema devem ser obrigatoriamente empregados em irrigação de culturas, enquanto que o terço restante é destinado a abastecer as populações urbanas da Província de Tarragona. O preço da água varia de acordo com a capacidade dos reservatórios, onde os custos de escassez e de suprimento são repassados aos consumidores finais. O direito do uso da água pode ser transferido de um uso para o outro, ou seja, os títulos podem ser negociados entre os membros da associação, que são constituídas por usuários que adquiriram direitos para utilizar a água (TARRECH *et al.*, 1999).

4.1.9 Chile

No Chile, as licenças são permanentes, concedidas para o uso de fonte “inesgotável” e contingente, concedidas para o excedente de água, ou seja, a água que ultrapassa o volume que foi conferido aos detentores da licença permanente, em períodos de grandes volumes. Quando acontece de faltar licenças de água para uso simultâneo, a agência promove um leilão público e vende novos direitos para quem pagar mais. Quanto aos usos tem-se: o consuntivo, onde o usuário consome toda água sem ter a obrigação de retorná-la ao corpo hídrico e o não consuntivo, em que a água é utilizada por um período e deverão retorná-la à sua fonte na qualidade especificada e sem interferir no uso consuntivo. A agência só tem mais autoridade em períodos de seca decretados oficialmente. Do contrário a maioria das decisões são tomadas por agentes individuais ou por associações de usuários de canais privados (BAUER, 1997).

4.1.10 Austrália

Na Austrália, o Estado é o proprietário da água, que cede os direitos de uso, em um sistema descentralizado onde cada estado tem autonomia para desenvolver seu sistema de manejo de recursos hídricos (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2003). Os usuários devem possuir licença para cursos d'água regulados, onde constará a quantidade de água que pode ser retirada, de acordo com as suas necessidades. Existe a licença de alocação segura ou garantida, onde é reservada uma quantidade específica: quem tem direito a essa licença são os grandes usuários, como as cidades e certos cultivos de frutas e hortaliças, exceto durante as secas mais severas. Já os outros usuários, só recebem suas alocações completas quando os cursos d'água e as reservas de água estão suficientemente altos. Os possuidores das licenças pagam a taxa de licença e encargos por volume, os que possuem a licença garantida pagam encargos adicionais. Os usuários de cursos d'água não regulamentados pagam taxa de licenciamento e usam encargo pela medição, mas não pagam pelo volume utilizado, já os usuários de águas subterrâneas pagam taxa de licenciamento. Além da taxa de licenciamento, os usuários de cursos d'água não regulamentados e de águas subterrâneas estão sujeitos a pagarem uma taxa de gerenciamento destinada para cobrir os serviços de gestão (BJORNLUND, 2008).

4.2 Experiências Nacionais na Cobrança pelo Uso da Água

Algumas bacias brasileiras realizaram estudos de cobrança baseados principalmente em modelos econômicos (bacia do Alto Subáe, bacia do rio Pirapama e bacia do rio Paraíba). Todavia, para a Região Metropolitana de Maceió os estudos foram baseados nos modelos *ad hoc*. Há regiões em que a cobrança já foi implantada, observa-se para esses casos que o modelo arrecadatório é o mais utilizado (Estado do Ceará, bacia do rio Paraíba do Sul, bacias dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá, bacia do rio São Francisco e bacia do rio Doce).

4.2.1 Ceará (baseado em NUNES, 2007)

O Ceará começou a cobrar pela utilização dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no final do ano de 96, sendo a primeira unidade da federação a

implantar esse instrumento. Esse fato foi atribuído aos graves problemas de escassez enfrentados no Estado.

A cobrança nesse Estado foi regulamentada pelo Decreto nº 24.264/96, decorrente da lei estadual de recursos hídricos, Lei nº 11.996/92, e incide sobre as atividades de captação e adução de água bruta captado/fornecido ao usuário. A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) é o órgão responsável pela cobrança dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de domínio do Estado, bem como pela administração dos recursos oriundos da cobrança.

Os preços cobrados dos usuários industriais e das concessionárias de serviço público de abastecimento de água são definidos por negociações interinstitucionais, com percentuais do valor da água tratada fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará (CAGECE). Para os setores de irrigação, piscicultura e aquicultura, os valores cobrados são definidos pelo comitê. Em caso de inexistência desse, as tarifas são estabelecidas pela COGERH após negociação com os usuários. Os usuários de sistemas de água pressurizada ou conduzida em canais têm as tarifas fixadas através de Portarias da Secretaria de Recursos Hídricos. Os valores cobrados atualmente, por setor usuário, conforme o Decreto nº 30.159/10, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores de cobrança pelo uso da água no Ceará

(continua)

Tipo de uso		Tarifa (R\$/m ³)
Abastecimento público	Região Metropolitana de Fortaleza – com adução da COGERH	0,0865
	Demais regiões do Estado – sem adução da COGERH	0,0327
Indústria	Sem adução da COGERH	0,4315
	Com adução da COGERH	1,2946
Piscicultura	Tanque escavado – sem adução da COGERH	0,0030
	Tanque escavado – com adução da COGERH	0,0096
	Tanque rede	0,0312

Tabela 5 – Valores de cobrança pelo uso da água no Ceará

		(conclusão)
Tipo de uso		Tarifa (R\$/m ³)
Carcinicultura	Sem adução da COGERH	0,0030
	Com adução da COGERH	0,0096
Irrigação (em função do consumo mensal)	1.440 m ³ /mês a 18.999 m ³ /mês – sem adução da COGERH	0,0010
	A partir de 19.000 m ³ /mês – sem adução da COGERH	0,0030
	1.440 m ³ /mês a 46.999 m ³ /mês – com adução da COGERH	0,0060
	A partir de 47.000 m ³ /mês – com adução da COGERH	0,0096
Água mineral e potável de mesa		1,0366
Outros usos		0,0865

Fonte: Decreto n° 30.159 (2010)

A experiência de cobrança no Ceará está repleta de elementos inovadores mas, sob certos aspectos, conflitantes com a concepção básica da Política Nacional de Recursos Hídricos. Cobrar pelo uso da água bruta representa, indiscutivelmente, uma inovação. Porém, alguns estudiosos questionam o que na realidade está se cobrando: se é pelo uso da água, como prevê a legislação brasileira, ou pelos serviços prestados pela COGERH. Existe consenso que o modelo cearense é um modelo de gestão de recursos hídricos em ambiente semiárido. O que se discute é se esse modelo atende aos preceitos da Lei n° 9.433/97 (MÜLLER, 2009).

4.2.2 Mercado de Água na Região do Cariri – Ceará

No sul do estado do Ceará, na região do Cariri, tem-se a única experiência de mercado de águas no Brasil. Esse sistema foi instituído em 1854, no rio das Batateiras, com produtores de cana-de-açúcar que concordaram em alocar certa quantidade de água para uso agrícola. Naquela época, foi empregado um sistema de medição conhecido como a “telha” – antiga unidade de vazão portuguesa que corresponde a um volume de 64,3 m³/hora. Os agricultores escolheram alocar a água com base no tamanho da sua produção agrícola, ou seja, com base no uso benéfico que eles poderiam fazer da água. Nas regras contidas no acordo consta que os proprietários podem utilizar a água como eles querem, desde que ele esteja

dentro do limite máximo de seu direito. Acordaram também que se a vazão for reduzida nas fontes, os direitos seriam perdidos de jusante para montante, sem compensação. Dados de 1993 permitem calcular o preço pago pela água da Batateira em US\$ 0,14/m³ (KEMPER *et al.*, 1999).

4.2.3 Bacia do Alto Subáe

O Método da Avaliação Contingente foi utilizado por CARRERA-FERNANDEZ (2002a) para captar a disponibilidade de pagamento dos usuários pelos serviços públicos de abastecimento de água potável na região do Subaé, no Estado da Bahia.

Foram aplicados 553 questionários, com uma amostra selecionada em dez dos onze municípios que integram parcial ou totalmente a bacia. O tamanho da amostra foi definido em função da população de cada município, tomando por base a média dos domicílios baianos de 4,7 pessoas por unidade familiar. Os domicílios foram selecionados aleatoriamente por sorteio randômico.

A pergunta sobre a disponibilidade para pagar foi feita através de perguntas abertas (*open-ended*), na qual foi perguntado ao entrevistado, “Quanto estaria disposto a pagar mensalmente para ter água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades da família?” e “Quanto estaria disposto a pagar mensalmente para manter água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades da família?”

O valor obtido para a disposição a pagar revelada pelos usuários foi de R\$ 0,83/m³ de água potável, mais ou menos igual à tarifa média de água praticada pela empresa responsável pelo abastecimento de água na região, que foi de R\$ 0,82/m³.

4.2.4 Bacia do Rio Pirapama

O método da demanda “tudo ou nada” foi utilizado por RIBEIRO & LANNA (2001) para calcular o preço da água na bacia do rio Pirapama, no Estado de Pernambuco.

Nesse estudo, para o cálculo do custo de oportunidade da água para os usuários da bacia, verificou-se a alternativa atual de suprimento de água e o seu

custo, além das alternativas que estariam disponíveis na ausência da alternativa atual e os seus respectivos custos.

Os usuários dessa região se utilizam do serviço de abastecimento da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) que cobra, em média, R\$ 0,65/m³ pelo fornecimento da água. No caso de uma interrupção desse serviço de abastecimento, esses usuários teriam como alternativas: a perfuração de poços e o abastecimento por carros pipa.

Para a obtenção dos custos das duas alternativas de fornecimento foram realizadas pesquisas junto às empresas de carro pipa e perfuradoras de poços. Em relação ao custo médio de água vendida em carro pipa, o preço foi de R\$ 5,52/m³. Já o valor médio de captação de água potável subterrânea, baseado na profundidade do poço, foi de R\$ 1,10/m³.

Para o valor a ser pago como cobrança pelo uso da água bruta, considerou-se a alternativa mais barata de abastecimento, perfuração de poço, utilizada para cálculo do custo de oportunidade. Esse custo foi de R\$ 0,45/m³ (custo da alternativa de suprimento via poço particular, que é de R\$ 1,10/m³; diminuído do custo da alternativa de suprimento através da COMPESA, que é de R\$ 0,65/m³).

4.2.5 Bacia do Rio Paraíba

O método do preço ótimo foi utilizado por SOUZA (2010) para determinar o valor a ser cobrado pelo uso da água na bacia do rio Paraíba, no Estado da Paraíba.

Para obtenção do preço ótimo primeiramente foi determinada as demandas por água nas várias modalidades de uso. Foram considerados três usos múltiplos da água, a saber: abastecimento humano, comercial e irrigação. Todas essas modalidades de uso da água apresentam uma vazão de demanda de aproximadamente 2,21m³/s.

As elasticidades-preço da demanda e as respectivas funções de demanda ordinária nas várias modalidades de uso na bacia foram obtidas através do método da demanda “tudo ou nada”. A Tabela 6 apresenta essas demandas e o valor das elasticidades-preço da demanda para cada tipo de uso.

Tabela 6 - Funções de demanda e elasticidade preço da demanda por água subterrânea

Usos	Demandas “tudo ou nada”	Demandas 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	$x_{ou} = 1,093 - 0,0255p_{ou}$	$x_{ou} = 0,5465 - 0,2545p_{ou}$	1,5216

Fonte: Souza (2010)

O custo total de gerenciamento da bacia foi estimado em R\$ 418.338,30, o qual inclui a amortização dos investimentos previstos e os custos de operação e manutenção. O custo marginal foi calculado através da metodologia de racionamento, que resultou em R\$ 0,26/m³ de água.

A Tabela 7 apresenta os valores para os preços de reserva, de demanda, e ótimos, por modalidade de uso, obtidos nesse estudo.

Tabela 7 - Resumo das demandas e dos custos de água

Uso	Preço de Reserva (R\$/m ³)		Preço de Demanda R\$/m ³	Preço Ótimo R\$/m ³
	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: Souza (2010)

4.2.6 Bacia do Rio Paraíba do Sul (baseado em ANA & MMA, 2009b)

A bacia do rio Paraíba do Sul localiza-se na região sudeste do Brasil, possuindo uma área de 55.500 km², entre os estados de São Paulo (13.900 km²), Minas Gerais (20.700 km²) e Rio de Janeiro (20.900 km²). Sua área abrange 180 municípios, dos quais 36 apenas parcialmente, e uma população de aproximadamente 5 milhões de habitantes.

Os principais usos e demandas hídricas na bacia do Paraíba do Sul são: consumo doméstico, industrial, agropecuário e fins hidroelétricos.

O Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP) foi criado em 1996 pelo Decreto Federal nº 1.842, ao qual foi atribuída a responsabilidade da gestão dos recursos hídricos de toda a bacia do rio Paraíba do Sul, sendo o primeiro a implementar a cobrança em águas de domínio da União em março de 2003.

O CEIVAP, por meio da Deliberação nº 12/02, decidiu criar sua Agência de Água, autorizada pela Resolução nº 26/02, do CNRH. Em 26 de março 2004, a

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP), que é uma associação civil sem fins lucrativos, recebeu a atribuição de entidade delegatária das funções de Agência de Água da Bacia.

No início foram definidos mecanismos de cobrança simplificados, visando facilitar a sua operacionalização, a aceitação por parte dos usuários, como também de forma a não causar impactos significativos nos custos dos usuários.

A cobrança incide na captação, consumo e lançamento dos recursos hídricos utilizados, de acordo com os usos declarados e consolidados, e com os mecanismos previstos nas deliberações do CEIVAP.

Em setembro de 2006, o CEIVAP aprovou novos mecanismos e valores de cobrança (água superficial e subterrânea), que entraram em vigor a partir de 01 de janeiro de 2007. A metodologia para obter o valor a ser cobrado na bacia, se baseava na aplicação de um Preço Público Unitário (PPU), considerando o volume de água captada no manancial, a quantidade consumida (volume que não retorna ao corpo hídrico) e os despejos de efluentes no corpo receptor. A Equação 11 apresenta o valor total cobrado (MMA & ANA, 2009b).

$$Cobrança_{Total} = Q_{capout} \cdot K_{capclasse} \cdot PPU_{cap} + (Q_{capT} - Q_{lançT}) \cdot PPU_{cons} \cdot \frac{Q_{cap}}{Q_{capT}} + Q_{lançFed} \cdot C_{DBO} \cdot PPU_{DBO} \quad (11)$$

Onde:

Q_{capout} : Volume de água outorgado para captação;

Q_{cap} : Volume de água captado segundo a dominialidade do rio;

Q_{capT} : Volume total de água captado, inclusive em rede de abastecimento;

$Q_{lançFed}$: Volume de água lançado;

$Q_{lançT}$: Volume total de água lançado, inclusive em rede de abastecimento;

K_{cap_classe} : Coeficiente de enquadramento que indica a classe do corpo d'água onde ocorre a captação;

C_{DBO} : Carga de DBO remanescente no efluente lançado;

C_{DBO} : Concentração média de DBO lançada, em kg/L;

PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação de água (R\$ 0,01/m³);

PPU_{cons} : Preço Público Unitário para o consumo (R\$ 0,02/m³);

PPU_{DBO} : Preço Público Unitário pela diluição da carga (R\$ 0,07/kg).

A Tabela 8 apresenta os valores de cobrança. Esses valores, no entanto, obedeceram a uma progressividade aprovada pelo CEIVAP, sendo cobrados 88% desses valores em 2007, 94% em 2008 e em 2009 o valor integral.

Tabela 8 – Valores cobrados na bacia do Paraíba do Sul por tipo de uso

Tipo de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,01
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica	R\$/kg	0,07

Fonte: site da ANA (2011)

4.2.7 Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ (baseado em ANA & MMA, 2009c)

As Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ compreendem uma área de 15.304 km² e encontram-se localizadas nos estados de São Paulo (14.178 km², 93%) e Minas Gerais (1.126 km², 7%). No Estado de São Paulo, a bacia do rio Piracicaba possui uma área de 11.443 km², a bacia do rio Capivari possui 1.621 km² e a bacia do rio Jundiá tem uma área de 1.114 km². No Estado de Minas Gerais, a área das Bacias PCJ corresponde principalmente a parcelas das bacias dos rios Jaguari e Atibaia, formadores do rio Piracicaba.

As Bacias PCJ abrangem áreas de 76 municípios, dos quais 61 têm sede nas áreas de drenagem da região. Desses, 57 estão no Estado de São Paulo e 4 em Minas Gerais.

Segundo dados do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2000, a população dos municípios dos Comitês PCJ é de 4.467.623 habitantes, sendo 4.415.284 no trecho paulista (98,8%) e 52.339 no trecho mineiro (1,2%).

Nas Bacias PCJ, o maior usuário de água para captação é o setor de saneamento (42,0%), seguido pelo setor industrial (35,2%) e o setor de irrigação (22,1%).

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do Piracicaba, Capivari e Jundiá – PCJ, teve início em janeiro de 2006, incidindo sobre as águas superficiais e subterrâneas captadas, derivadas e extraídas por usuários

urbanos, públicos ou privados e usuários industriais, bem como no lançamento de efluentes, procedente do uso em qualquer empreendimento ou de qualquer captação em curso d'água, lago ou aquífero.

A formulação estabelecida para a cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá encontra-se apresentada na Equação 12 (MMA & ANA, 2009c).

$$\text{Valor}_{\text{total}} = \left[(Q_{\text{capout}} \cdot K_{\text{out}} + Q_{\text{capmed}} \cdot K_{\text{med}}) \cdot K_{\text{capclasse}} \cdot \text{PUB}_{\text{cap}} + (Q_{\text{capT}} - Q_{\text{lançT}}) \cdot \text{PUB}_{\text{cons}} \cdot \frac{Q_{\text{cap}}}{Q_{\text{capT}}} + \right] \\ \left[+ C_{\text{DBO}} \cdot Q_{\text{lançFed}} \cdot \text{PUB}_{\text{DBO}} \cdot K_{\text{lançclasse}} \right] \cdot K_{\text{gestão}} \quad (12)$$

Onde:

Q_{CapOut} : volume anual de água captado, segundo valores da outorga;

Q_{CapMed} : volume anual de água captado, segundo dados de medição;

Q_{Cap} : volume anual de água captado em rios de domínio da União;

Q_{CapT} : Volume anual de água captado total;

$Q_{\text{LançT}}$: Volume anual de água lançado total;

$Q_{\text{LançFed}}$: Volume anual de água lançado em corpos d'água de domínio da União;

K_{Out} : Peso atribuído ao volume anual de captação outorgado;

K_{Med} : Peso atribuído ao volume anual de captação medido;

$K_{\text{CapClasse}}$: Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação;

$K_{\text{LançClasse}}$: Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água receptor;

$K_{\text{Gestão}}$: Coeficiente de retorno efetivo dos recursos arrecadados às Bacias PCJ, igual a 1 ou 0 em casos específicos;

C_{DBO} : Concentração média de DBO lançada, em kg/L;

PUB_{Cap} : Preço Unitário Básico para captação de água (R\$ 0,01/m³);

PUB_{Cons} : Preço Unitário Básico para o consumo de água (R\$ 0,02/m³);

PUB_{DBO} : Preço Unitário Básico pelo lançamento de DBO_{5,20} (R\$ 0,10/kg);

Em 31 de outubro de 2005, os comitês PCJ, em sua deliberação conjunta, aprovaram os mecanismos e valores para a cobrança, após um ano de discussão no

âmbito do Grupo de Trabalho de Cobrança vinculado à Câmara Técnica do Plano de Bacias dos Comitês. A Tabela 9 apresenta os valores de cobrança.

Tabela 9 – Valores cobrados na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá por tipo de uso

Tipo de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,01
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica	R\$/kg	0,10
Transposição de bacia	R\$/m ³	0,015

Fonte: site da ANA (2011)

A cobrança pelo uso da água nas bacias PCJ foi implantada de forma progressiva. No primeiro ano, os usuários pagaram somente 60% do valor definido. Já no ano seguinte, a cobrança alcançou 75% do seu valor real. No entanto, a partir de 2008, o contribuinte paga de forma integral o valor da cobrança.

4.2.8 Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (baseado em ANA, 2010a)

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHSF) abrange uma área de 639.219 km² englobando territórios de sete unidades da Federação: Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%), e compreende 504 municípios (cerca de 9% do total de municípios do país).

A população total da bacia é estimada em 13.297.955 habitantes, sendo distribuída da seguinte forma, segundo as regiões fisiográficas: Alto (48,8%), Médio (25,3%), Submédio (15,2%) e Baixo (10,7%).

Na BHSF, o maior usuário de água para captação é o setor de irrigação (68%), seguido pelo setor de saneamento (18%) e o setor industrial (9%). O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) foi criado pelo Decreto de 5 de junho de 2001, sendo atribuído ao Comitê a responsabilidade pelo planejamento, coordenação e o controle das ações a serem desenvolvidas no âmbito do Rio São Francisco.

O CBHSF, por meio da Deliberação nº 30 de 14 de julho de 2006, decidiu criar sua Agência de Água, solicitando à ANA a realização de um estudo de viabilidade para a criação da Agência, bem como as possíveis alternativas de formato da

agência e/ou entidade delegatária com abrangência na bacia. A Associação Executiva de Apoio à Gestão de Bacias Hidrográficas Peixe Vivo, que é uma associação civil sem fins lucrativos, que recebe atribuição de entidade delegatária das funções de Agência de Água da Bacia.

Através da Deliberação nº 31/06, o CBHSF, dispõe sobre mecanismos para a implantação da cobrança na bacia, resolvendo instituir a cobrança pelo uso dos recursos hídricos a partir de 2007. No entanto, o início da cobrança pelo uso da água bruta na bacia do rio São Francisco só começou em julho de 2010, após intensa discussão e negociação em torno da metodologia, critérios e condições prévias à sua implementação.

A fórmula é composta por três parcelas distintas: i) captação – volume de água retirado de um manancial; ii) volume efetivamente consumido, e iii) despejo de efluente no corpo receptor com ou sem tratamento prévio. A base de cálculo considera os aspectos de quantidade e qualidade, este último considerando nesta fase inicial apenas o parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Na Equação 13 é apresentada a formulação adotada na bacia do rio São Francisco.

$$CobrançaTotal = Q_{cap} \cdot K_{capclasse} \cdot PPU_{cap} + (Q_{cap} - Q_{lanç}) \cdot PPU_{cons} + Q_{lanç} \cdot C_{DBO} \cdot PPU_{DBO} \quad (13)$$

Onde:

Q_{cap} : Volume de água captado;

Q_{cons} : Volume de água consumido;

$Q_{lanç}$: Volume de água lançado;

$K_{CapClasse}$: Coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação;

C_{DBO} : Concentração média de DBO lançada, em kg/L;

PPU_{cap} : Preço Público Unitário para captação de água;

PPU_{cons} : Preço Público Unitário para o consumo;

PPU_{DBO} : Preço Público Unitário pela diluição da carga;

Os critérios de cobrança definidos pelo CBHSF são variáveis entre os setores usuários no que concerne aos coeficientes e o PPU. Os valores a serem cobrados foram propostos pelo CBHSF por meio da Deliberação nº 40/2008 e aprovados pelo CNRH na resolução nº 108/2010 (Tabela 10).

Tabela 10 – Valores cobrados na bacia do rio São Francisco por tipo de uso

Tipo de uso	Unidade	Valor (R\$)
Captação de água bruta	R\$/m ³	0,01
Consumo de água bruta	R\$/m ³	0,02
Lançamento de carga orgânica	R\$/kg	0,07

Fonte: site da ANA (2011)

Estão sendo realizados ainda, estudos sobre os mecanismo e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos sobre os usuários nas transposições de águas da bacia, mineração e aquicultura em tanque rede.

4.2.9 Bacia do Rio Doce (baseado em ANA, 2011b)

A bacia do rio Doce situa-se na região sudeste do Brasil, possuindo uma área de 86.715 km², entre os estados de Minas Gerais (74.575 km², 86%) e Espírito Santo (12.140 km², 14%). Sua área abrange 230 municípios, e uma população de aproximadamente 3,3 milhões de habitantes.

Na Bacia do Rio Doce, o maior usuário de água para captação é o setor de irrigação (53,29%), seguido pelo setor de saneamento (22,25%) e o setor industrial (17,35%).

A cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Doce teve início em 04 de novembro de 2011, data da publicação no Diário Oficial da União do Contrato de Gestão entre a ANA e a entidade selecionada pelo CBH-DOCE para atuar como Agência de Águas da Bacia.

O Instituto BioAtlântica – IBio, associação civil sem fins lucrativos, que tem como atribuição de entidade delegatária de funções de Agência de Água da bacia hidrográfica do rio Doce, conforme Deliberação CBH-Doce nº 30/11.

Os usos sujeitos à cobrança nessa bacia são aqueles localizados nos rios de domínio da União da Bacia do Rio Doce, ou seja, nos rios Doce, Xopotó, José Pedro e Piranga, no trecho entre a confluência com o rio Xopotó até a confluência com o rio do Carmo. Os usos insignificantes, definidos pelo CBH-Doce por derivações e captações com vazões até 1 L/s (Estado de Minas Gerais) e até 1,5 L/s (Estado do Espírito Santo), foram excluídos do universo de pagadores.

Em 31 de março de 2011, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH Doce) aprovou a Deliberação CBH-Doce nº 26 que “dispõe sobre mecanismos e valores de cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Doce”. A formulação estabelecida para a cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Doce encontra-se apresentada na Equação 14 e a Tabela 11 apresenta os valores de cobrança.

$$\text{ValorTotal} = (Q_{\text{cap}} \cdot \text{PPU}_{\text{cap}} \cdot K_{\text{capclasse}} \cdot K_t + C_{\text{DBO}} \cdot Q_{\text{lanç}} \cdot \text{PPU}_{\text{lanç}} + Q_{\text{transp}} \cdot \text{PPU}_{\text{transp}} \cdot K_{\text{classe}}) \cdot K_{\text{gestão}} \quad (14)$$

Q_{cap} = volume anual de água captado, em m³/ano;

PPU_{cap} = Preço Público Unitário para captação, em R\$/m³;

$K_{\text{cap classe}}$ = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a captação, sendo igual a 1 enquanto o enquadramento não estiver aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos;

K_t = coeficiente que leva em conta a natureza do uso e/ou as boas práticas de uso e conservação da água;

C_{DBO} = concentração média de DBO_{5,20} anual lançada, em kg/m³;

$Q_{\text{lanç}}$ = volume anual de efluente lançado, em m³/ano;

$\text{PPU}_{\text{lanç}}$ = Preço Público Unitário para lançamento de carga orgânica, em R\$/kg;

Q_{transp} = volume anual de água transposto da Bacia Hidrográfica do Rio Doce para outras bacias, em m³/ano;

$\text{PPU}_{\text{transp}}$ = Preço Público Unitário para a transposição de bacia, em R\$/m³;

K_{classe} = coeficiente que leva em conta a classe de enquadramento do corpo d'água no qual se faz a transposição;

$K_{\text{gestão}}$ = coeficiente que leva em conta o efetivo retorno à bacia do rio Doce dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Tabela 11 - Valores cobrados na bacia do rio Doce por tipo de uso

Tipo de uso	Unidade	Valor (R\$) ¹	Valor (R\$) ²
Captação de água superficial	R\$/m ³	0,018	0,021
Lançamento de carga orgânica	R\$/kg	0,100	0,120
Transposição de água	R\$/m ³	0,022	0,027

Fonte: site da ANA (2011)

Nota: ⁽¹⁾ Valores para 2011 e 2012; ⁽²⁾ Valores para 2013

A progressividade dos preços unitários da tabela acima estão condicionadas ao alcance de metas de desembolso dos recursos financeiros aprovadas no contrato de gestão celebrado entre a ANA e o IBio e aprovado pelo CBH-DOCE, bem como ao atendimento das metas do Art. 8º da Deliberação CBH-DOCE nº 26/11.

4.2.10 Região Metropolitana de Maceió

Nos anos de 2005 e 2006 foi realizado um estudo preliminar de avaliação para subsidiar a cobrança pelo uso da água subterrânea na Região Metropolitana de Maceió (RMM). Esse estudo constou de análise dos aspectos legais no âmbito federal e estadual, discussões sobre as experiências de cobranças já implantadas no Brasil, além de estudos sobre qual metodologia de cobrança deveria ser adotada para o Estado. Ainda foram realizadas simulações de alguns critérios de cobrança para essa região. A formulação adotada para essa simulação encontra-se apresentada na Equação 15 (SEMARH, 2006a).

$$\text{Pagamento (u)} = \text{Peso (u)} * V_{\text{volume}} \text{ (u)} * P_{\text{médio}} \quad (15)$$

Onde:

Pagamento (u) é o valor anual a ser pago pelo usuário u;

Peso (u) é o peso atribuído ao usuário u;

Volume (u) é o volume anual captado pelo usuário u;

P é o preço médio da água, estimado com base no montante anual a ser arrecadado e no volume anual total captado na RMM.

No entanto para água subterrânea não é contemplada a cobrança para consumo, que consiste na diferença entre a vazão captada e a vazão lançada, e nem para lançamento, visto que, de acordo com a legislação vigente no Estado de Alagoas, Lei nº 5965/97, não é permitida o lançamento de poluentes em águas subterrâneas (Art. 23).

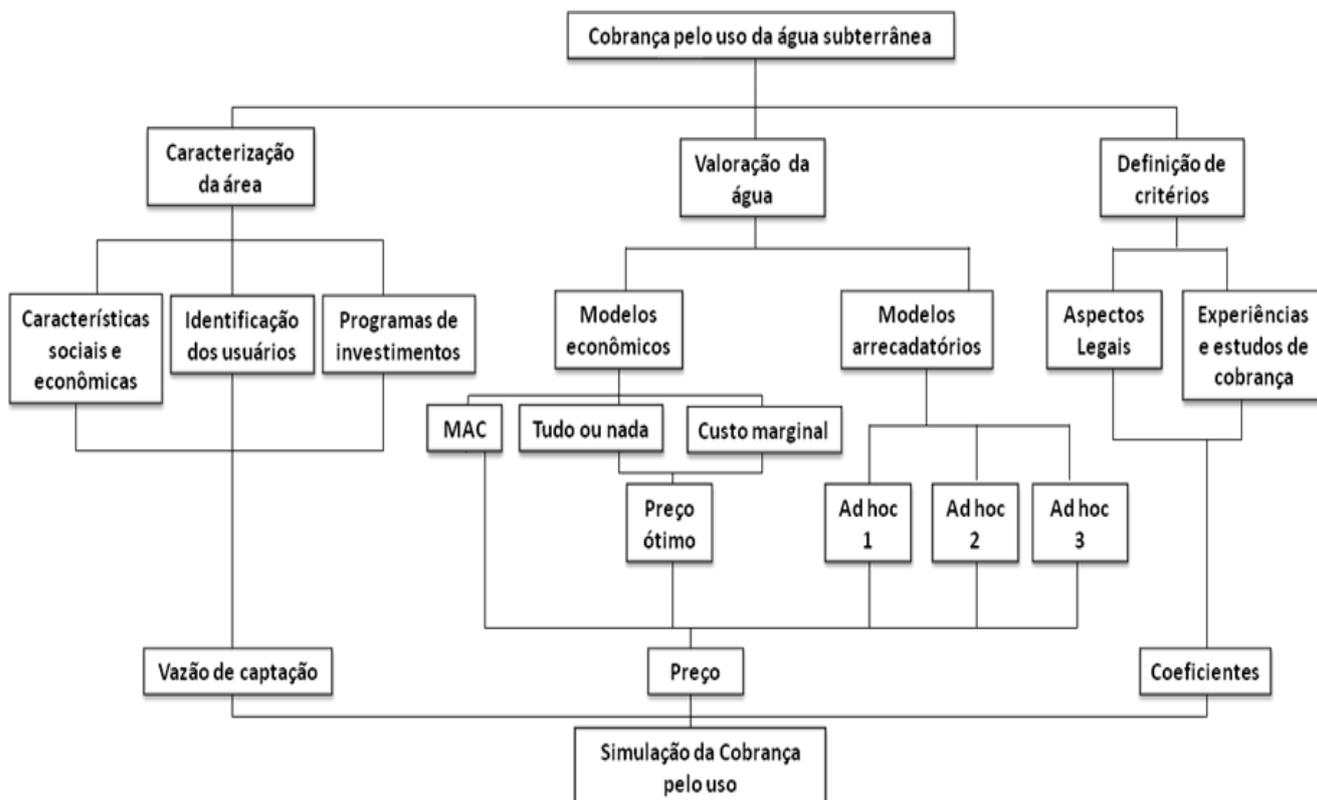
A metodologia adotada para a RMM, de acordo com Santos (2006), apresenta a seguinte estruturação:

- I. completa-se o cadastro dos usuários e estima-se a demanda total em termos de vazão (Q_d);
- II. infere-se a capacidade total do aquífero a partir dos poços cujos desempenhos são já conhecidos, estimando-se a oferta em termos de vazão (Q_s);
- III. uma vez tendo-se confirmado que $Q_s > Q_d$, não haverá necessidade de recorrer-se a outro manancial e o trabalho se cinge a precificar o uso da água do aquífero para o conjunto dos usuários que dele vai se servir;
- IV. elabora-se o orçamento total (OT) para a gestão do uso do aquífero, explicitando-se claramente as parcelas de custeio e de investimentos;
- V. calcula-se um preço médio que, quando aplicado ao conjunto dos usuários, perfaça o total "OT", ou seja: $p_{méd} = OT/Q$;
- VI. verifica-se, se o $p_{méd}$ é suportável pelos usuários-pagadores, ou seja, verifica-se se o $p_{méd}$ a ser cobrado não faz aumentar muito o preço do produto final para o qual a água foi utilizada;
- VII. quando se chegar ao $p_{méd}$ exequível, promovem-se as diferenciações por meio de critérios práticos. Um desses critérios é o de atribuir-se um preço maior aos usuários de poços individuais para induzi-los a aderir à rede da CASAL;
- VIII. quanto à diferenciação do $p_{méd}$ para outros usos como, por exemplo, os irrigantes e os industriais, a abordagem inicial também deve ser a de verificar-se a repercussão da aplicação do preço a ser cobrado pelo uso da água em relação aos preços dos bens finais que estes produzem, para que a cobrança não contribua para inviabilizar a atividade econômica desses usuários.

5 METODOLOGIA

Com a finalidade de atender aos objetivos propostos, a metodologia desse trabalho é baseada nas etapas destacadas na Figura 6 e detalhadas na sequência.

Figura 6 – Etapas metodológicas



Fonte: autora desta dissertação (2011)

5.1 Caracterização da Área

A bacia estudada é a do riacho Reginaldo. Para a caracterização da área foram abordados os principais fatores relacionados com o tema em questão, como os aspectos socioeconômicos, identificação dos usos da água subterrânea e os programas de investimentos previstos, sendo cada fator obtido de forma específica. A bacia está apresentada no capítulo subsequente.

5.1.1 Características Sociais e Econômicas

As características sociais e econômicas foram obtidas a partir da aplicação do questionário do Método da Avaliação Contingente (Apêndice 1) à população da bacia do Reginaldo e através de pesquisa bibliográfica.

5.1.2 Identificação dos Usuários

Para identificar os usuários e os tipos de uso da água subterrânea na área de estudo, consideraram-se as informações contidas no cadastro de outorga da SEMARH, a partir de janeiro de 2001 a dezembro de 2010, dividido em duas categorias: os que encontram-se com suas outorgas no prazo de validade e aqueles cujas outorgas estão vencidas.

Como no cadastro existente na Secretaria não consta em todos os processos a bacia de captação, foi necessário inserir as coordenadas dos poços no mapa da cidade de Maceió, com o intuito de verificar quais deles estariam dentro da bacia em questão. Em seguida, os usuários foram separados de acordo com a finalidade de uso identificadas: abastecimento humano, abastecimento industrial e outros usos.

5.1.3 Programas de Investimentos

Como a bacia do riacho Reginaldo encontra-se inserida na Região Hidrográfica do Pratagy utilizaram-se os programas de investimento contidos no Plano Diretor de Recursos Hídricos (PDRH) dessa região. A partir desse plano foram selecionados os programas de ações voltados para as águas subterrâneas.

5.2 Valoração da Água

Para a valoração da água existe uma grande variedade de metodologias. De acordo com Carrera-Fernandez & Garrido (2002b), os modelos de formação dos preços da água, podem ser classificados em dois grandes grupos: os modelos de otimização, que são derivados de um processo de otimização com postulados amplamente aceitos e fundamentados em algum ramo da teoria econômica; e os modelos *ad hoc*, que são aqueles que não se enquadram na categoria anterior, ou

seja, não são fruto de processos de otimização estabelecidos pela teoria econômica. Dessa forma, para o cálculo do preço da água desta pesquisa foram utilizados métodos econômicos e arrecadatários (*ad hoc*).

5.2.1 Modelos Econômicos

Para a precificação da água através de modelos econômicos foram considerados quatro métodos: avaliação contingente; custo marginal; tudo ou nada e preços ótimos. Dessa forma, compararam-se os diferentes preços obtidos por tipo de uso e metodologia.

5.2.1.1 Metodologia da Avaliação Contingente – MAC

O MAC baseia-se na realização de uma pesquisa de campo, na qual se aplica um questionário cuidadosamente elaborado, cujo objetivo é obter dos entrevistados as informações necessárias para estimar a disposição a pagar pelo bem em questão, ou seja, determinar o preço que a população alvo de um projeto estaria disposta a pagar para usufruir os benefícios gerados pela sua implantação.

5.2.1.1.1 Definição das Áreas a serem Pesquisadas

A pesquisa foi realizada na bacia do riacho Reginaldo onde estão inseridos total ou parcialmente 18 bairros de classes econômicas diferentes da cidade de Maceió – AL. Os bairros pesquisados foram: Antares, Barro Duro, Canaã, Centro, Farol, Feitosa, Gruta, Jacintinho, Jaraguá, Jardim Petrópolis, Jatiúca, Mangabeiras, Ouro Preto, Pinheiro, Pitanguinha, Poço, Santa Lúcia e Serraria.

5.2.1.1.2 Tamanho da Amostra

Uma vez definido o universo a ser pesquisado, deve-se calcular o tamanho da amostra, ou seja, determinar quantas entrevistas serão realizadas. Para executar essa tarefa, é necessário: conhecer o tamanho da população total da área beneficiada (habitantes e/ou domicílios); escolher uma ou mais variáveis que demonstrem o grau de dispersão desta população em termos de variação.

A determinação do tamanho ótimo da amostra para uma pesquisa específica é realizada mediante a utilização de fórmulas estatísticas convencionais. Nesta pesquisa, o cálculo do tamanho da amostra baseou-se em Barbetta *et al.* (2004).

O cálculo da amostra levou em consideração a quantidade total de domicílios da bacia, 74.583 domicílios. Partindo do pressuposto de que cada domicílio tem um chefe de família, calculou-se a probabilidade de se entrevistar o chefe de família, utilizando a fórmula para o cálculo amostral (Equação 16).

$$n = \frac{N \cdot Z_{\gamma}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{E_o^2 \cdot (N-1) + Z_{\gamma}^2 \cdot (1-p)} \quad (16)$$

Onde:

n = Tamanho da amostra.

Z_{γ}^2 = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão.

p = Probabilidade de o entrevistado ser chefe de família.

(1-p) = Probabilidade de o entrevistado não ser chefe de família.

N = Tamanho da população.

E_o^2 = Erro máximo permitido.

O intervalo de confiança adotado foi de 95% e a margem de erro de 5%. Ao estratificar o tamanho da amostra (n) pela quantidade de domicílios por bairro, obtêm-se a seguinte distribuição, conforme especificado na Tabela 12.

Tabela 12 – Quantidade de questionários a serem aplicados por bairros (continua)

Bairros	Quantidade de domicílios	Quantidade de questionários por bairro
Antares	2263	8
Barro Duro	2605	9
Canaã	1042	4
Centro	1017	4
Farol	4616	16

Tabela 12 – Quantidade de questionários a serem aplicados por bairros
(conclusão)

Bairros	Quantidade de domicílios	Quantidade de questionários por bairro
Feitosa	6263	22
Gruta	3386	12
Jacintinho	18905	67
Jaraguá	1141	4
Jardim Petrópolis	927	3
Jatiúca	9302	33
Mangabeiras	1218	4
Ouro Preto	957	3
Pinheiro	5027	18
Pitanguinha	1278	5
Poço	5363	19
Santa Lúcia	4738	17
Serraria	4535	16
Total	74583	264

Fonte: autora desta dissertação (2011)

5.2.1.1.3 Elaboração do Questionário

Essa fase compreende as etapas da elaboração e ordenamento das perguntas, prova do questionário, ajuste do questionário e prova do questionário em campo, descritas a seguir. Tendo sido a mesma baseada em Faria (1995).

- Elaboração e ordenamento das perguntas – essa etapa inicia-se com a formulação do problema. Deve-se questionar qual é a informação procurada e quais as perguntas adequadas para se obter a informação desejada. Uma vez definido o objeto da investigação, deve-se elaborar cuidadosamente cada pergunta, visando despertar e manter o interesse do entrevistado no momento da aplicação do questionário;
- Prova do questionário – após elaborar a primeira versão do questionário, deve-se testá-lo em reuniões denominadas “grupos focais”. Essas reuniões

são realizadas com a presença de um pequeno grupo de pessoas (cinco a dez), selecionadas entre os membros da população a ser entrevistada. Essas pessoas são convidadas a responder e, depois, criticar o questionário;

- Ajuste do questionário – de acordo com as sugestões e críticas das reuniões focais, realizam-se as modificações necessárias nos formulários. Novamente, deve-se estudar e analisar o ordenamento das perguntas, sua clareza e objetividade;
- Prova do Questionário em Campo (Pesquisa Piloto) – a utilização da pesquisa piloto é um instrumento para detectar problemas no questionário e erros de percepção ou expectativas enganosas, por parte da população, com relação ao projeto e seus benefícios.

5.2.1.1.4 Pesquisa Definitiva

A partir dos resultados da pesquisa piloto, realizaram-se as alterações pertinentes no formulário. A pesquisa definitiva foi realizada em março de 2010, com o questionário elaborado em sua versão final. As residências e ruas foram selecionadas de forma aleatória e os questionários foram aplicados individualmente.

5.2.1.1.5 Processamento dos Dados

Essa etapa consiste na transferência das informações contidas nos questionários para um banco de dados. Os dados foram registrados segundo a ordenação das perguntas no questionário e, após a digitação, realizaram-se os testes de consistência da entrada de dados.

Uma vez concluído e conferido o banco de dados, pode-se proceder ao cruzamento das informações e ao cálculo do benefício, utilizando programas estatísticos apropriados existentes no mercado, no presente estudo foi utilizado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

O SPSS é um programa usado em pesquisa de mercado, em diversas áreas como economia, saúde, tecnologia, governo, educação, entre outros. Ele permite utilizar ferramentas estatísticas para proceder à análise de dados, servindo de apoio

a trabalhos de investigação, que necessitem de um tratamento estatístico para uma grande quantidade de dados.

5.2.1.2 Preço Ótimo

A metodologia dos preços ótimos é fundamentada de um lado nas elasticidades-preço da demanda e, do outro, no custo marginal de gerenciamento da água em um sistema de bacia hidrográfica. A cobrança é determinada a partir da solução do sistema de Equações 5 e 6.

$$p_j^* = (CM_g^* |\varepsilon_j|) / (|\varepsilon_j| - \alpha), \forall j \quad (5)$$

$$\sum_j p_j^* x_j - C = 0 \quad (6)$$

Onde:

p_j^* é o preço ótimo da água a ser determinado na modalidade de uso j ;

x_j é a quantidade de água demandada do sistema hídrico após os investimentos programados terem sido feitos no uso j ;

CM_g^* é o custo marginal de gerenciamento no uso j ;

$|\varepsilon_j|$ é a elasticidade-preço da demanda por água no uso j ;

C é o custo total do órgão gestor no gerenciamento da bacia;

α reflete a diferença relativa entre benefícios e custos marginais, a ser determinada.

5.2.1.2.1 Estimativa das Elasticidades-preço pelo Método da Demanda Tudo ou Nada

As estimativas das elasticidades-preço da demanda são obtidas com base na metodologia da Demanda Tudo ou Nada, que baseia-se nos custos adicionais de substituição por uma solução alternativa ao se interromper o fornecimento de água, no caso do presente trabalho, a água subterrânea.

Empregando-se a Equação 1 (página 41), calcula-se o custo de oportunidade ou preço de reserva da água, o qual revela o máximo valor que os usuários estariam dispostos a pagar a mais para cada metro cúbico de água consumida da solução alternativa. A elasticidade-preço da demanda é obtida a partir do preço de reserva e da demanda de cada modalidade de uso.

5.2.1.2.2 Custos de Gerenciamento pelo Método do Custo Marginal

A metodologia utilizada para cálculo do custo marginal de gerenciamento dos recursos hídricos, CM_g^* baseia-se, de um lado, no custo operacional da unidade marginal (CM_e) e, de outro, na possibilidade de racionamento de água em certos períodos do ano (estação seca). Assim, se “P” denota a probabilidade de haver racionamento no período crítico do ano; x_j^0 a quantidade de água no uso “j” por unidade de tempo racionada; e $C(x_j^0)$ o custo marginal de racionamento, então o custo marginal de gerenciamento pode ser definido pela Equação 3.

$$CM_g^* = (1 - P)CM_e + P \sum_j C(x_j^0) \quad (3)$$

Onde:

CM_g^* custo marginal de racionamento dos recursos hídricos;

P probabilidade média de racionamento em um ano qualquer;

CM_e custo operacional da unidade marginal;

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.

5.2.1.2.2.1 Probabilidade Média de Racionamento da Água – P

Para a obtenção da probabilidade de racionamento da água foi considerada uma série histórica de dados pluviométricos, bem como dois cenários: um otimista, anos com precipitação acima da média anual, e um pessimista, anos com precipitação abaixo da média regional.

Os dados de chuva foram obtidos da Diretoria de Meteorologia (DMET) da SEMARH, referentes ao período de 2000 a 2009.

5.2.1.2.2.2 Custo Operacional Médio – CM_e

A obtenção do custo operacional médio é feita a partir da divisão do custo de operação e manutenção do programa de água subterrânea do PDRH – Pratygy pela demanda de água para cada modalidade de uso.

5.2.1.2.2.3 Custo Total de Gerenciamento – C

O custo total de gerenciamento da bacia é obtido através dos investimentos necessários para implementação da gestão da bacia, acrescentado do valor de amortização desses investimentos e do custo de operação e manutenção – O&M.

5.2.1.2.2.4 Custo de Racionamento da Água – $C(X_j^0)$

O custo de racionamento da água é calculado com base na curva de demanda ordinária em cada uso. Assim sendo, o seu valor é calculado pela Equação 4.

$$C(x_j^0) = P \cdot p(x_j^* - x_j^0) + (1 - P) \cdot p(x_j^*) \quad (4)$$

Onde:

Onde:

$C(x_j^0)$ é o custo de racionamento da água no uso j;

P probabilidade média de racionamento em um ano qualquer;

X_j^0 é a quantidade de água racionada no uso j por unidade de tempo;

$p(x_j^*)$ valor da água fora do racionamento;

$p(x_j^* - x_j^0)$ valor da água no racionamento.

5.2.2 Modelos Arrecadatórios

Utilizando os métodos arrecadatórios foram consideradas três formas diferentes de rateio de custos.

5.2.2.1 Ad Hoc 1

Essa metodologia é fundamentada na demanda total em termos de vazão, que implica no cadastro dos usuários existentes, bem como nos usuários potenciais para o horizonte de tempo do estudo, na oferta que depende das disponibilidades de água, resultado de ensaios de bombeamento e no orçamento total para a gestão do uso do aquífero.

5.2.2.2 *Ad Hoc 2*

Nessa metodologia, os valores dos investimentos dos programas de água subterrânea do PDRH – Pratygy foram divididos igualmente pelos usuários de água subterrânea da bacia em estudo.

5.2.2.1 *Ad Hoc 3*

Essa metodologia tem como base o rateio dos investimentos dos programas de água subterrânea do PDRH – Pratygy de maneira proporcional ao volume retirado de água por cada usuário da área em estudo.

5.3 Definição de Critérios para os Coeficientes de Ponderação

Para definir os coeficientes de ponderação que serão utilizados na fórmula de cobrança, consideraram-se as informações contidas na Resolução do CNRH nº48 de 21 de março de 2005, onde constam aspectos relativos à derivação, captação e extração que deverão ser observados, quando pertinentes, bem como os estudos e experiências de cobrança existentes.

Na gestão das águas, os coeficientes ponderadores podem ser utilizados no intuito de coibir ou incentivar a captação em um manancial, conforme o mesmo esteja ou não comprometido. Esses coeficientes devem se adequar à região onde será implementada a cobrança, já que associam fatores externos da área onde a bacia está inserida. Os coeficientes inseridos nesse trabalho são apresentados a seguir.

5.3.1 Natureza do Corpo D'água (K_{nat})

Para definição do valor do coeficiente de natureza do corpo d'água foram considerados os dados de outorgas emitidas pela SEMARH no período de 2001 a 2010 para a área em estudo, caracterizado por outorgas superficiais e outorgas subterrâneas.

Para a região, foi verificado o manancial que está, no momento, sendo preferencialmente utilizado. Esse coeficiente foi determinado pela razão das

captações de água subterrânea pela demanda total e a razão das captações superficiais pela demanda total:

Índice subterrânea = captação subterrânea total/demanda total

Índice superficial = captação superficial total/demanda total

5.3.2 Classe de Uso (K_{classe})

A variação no coeficiente em função da qualidade da água interferirá também na cobrança. Esta variação justifica-se pelo fato de que existem diferenças na qualidade da água subterrânea nas regiões. Os coeficientes adotados devem representar as classes de cada região. Usuários que possuem captações localizadas em regiões diagnosticados nas classes 3 e 4 utilizam água de pior qualidade que outros localizados em regiões de classes 1 e 2.

Com isso, cria-se um mecanismo que proporciona a gestão em função da qualidade da água. Para tanto, deve-se ter como base o enquadramento do corpo hídrico em questão.

Conforme a legislação em vigor (CONAMA 396/2008), os parâmetros mínimos que devem ser considerados para análise da qualidade das águas subterrâneas são, sólidos totais dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes.

Considerando o Valor de Referência de Qualidade (VRQ) de cada sistema aquífero da região em estudo (Tabela 13), pode-se associá-los às classes da Resolução do CONAMA n° 396/08.

Tabela 13 – Valores de VRQ do sistema aquífero

Parâmetro	Formação Barreiras	Formação Barreiras-Marituba	Sedimentos de praia e aluvião
Nitratos (mg/L N)	1,525	0	0
Sólidos Totais (mg/L)	154	88	936
Coliformes Termotolerantes	SR ¹	SR ¹	SR ¹

Fonte: autora desta dissertação (2011)

¹Sem Referência

A relação do VRQ com as classes do CONAMA n° 396/08 foi calculada pela Equação 17:

$$V_{\text{percentual}} = \frac{\text{Condição atual}_{\text{corporal hídrico}} - VRQ}{VRQ} \quad (17)$$

5.3.3 Disponibilidade Hídrica (K_{disp})

A disponibilidade hídrica representa a situação da bacia ou aquífero quanto à disponibilidade e grau de regularização da oferta hídrica.

Para a quantificação da disponibilidade hídrica, pode-se tomar como base a Equação 18 (Comitê de Bacia Hidrográfica Tietê – Jacaré, 2009).

$$\text{Disponibilidade hídrica} = \text{Vazão de Demanda} / \text{Vazão de Referência} \quad (18)$$

Onde:

Vazão de Referência = Vazão Q_{90} e/ou Vazão Potencial dos Aquíferos

5.3.4 Finalidade de Uso (K_{uso})

São três as finalidades de uso da água para a bacia em estudo: humano, indústria e comércio. No entanto, têm-se diferentes tipos de indústrias e comércios, que utilizam água de acordo com as suas atividades desenvolvidas. Dessa forma, foi realizada uma separação por ramo de atividade.

Incentivando a população a utilizar a rede de abastecimento público, o valor do sistema público adotado foi 1, sendo acrescidos a esse valor os índices obtidos de cada categoria. Os índices foram obtidos através dos dados de vazão, onde foi dividido o valor da vazão de cada atividade pelo valor total da vazão da parte industrial e comercial.

5.3.5 Sazonalidade (K_{saz})

Os valores do coeficiente de sazonalidade foram calculados com base nos dados da normal climatológica do período de 1974-2004 para a precipitação no município de Maceió, sendo os mesmos obtidos da DMET/SEMARH.

Com base nesses dados calculou-se a média mensal para o período chuvoso e seco, e feita uma relação do período chuvoso pelo seco e vice-versa.

5.3.6 Característica do Aquífero (K_{aq})

Os valores do coeficiente relacionado à característica do aquífero foram calculados considerando a disponibilidade de recarga com base na área em que o aquífero é livre ou confinado, utilizando a seguinte relação:

$$\text{Aquífero Confinado} = \frac{\text{área}_{\text{aquíferoconfinado}}}{\text{área}_{\text{totalaquífero}}}$$

$$\text{Aquífero Livre} = \frac{\text{área}_{\text{aquífero livre}}}{\text{área}_{\text{totalaquífero}}}$$

5.3.7 Localização do Usuário (K_{loc})

A localização do usuário de água subterrânea pode causar impactos distintos ao aquífero, podendo variar de acordo com a vulnerabilidade. Dessa forma, esse coeficiente será determinado a partir do índice de vulnerabilidade natural dos aquíferos do método GOD de Foster *et al.* (2002).

Esse método avalia a vulnerabilidade do aquífero, utilizando três parâmetros: Grau de confinamento hidráulico – condição do aquífero (G), Ocorrência do substrato litológico – caracterização geral (O) e a Distância da água, ou seja, profundidade do lençol d'água ou teto do aquífero confinado (D). A cada um desses parâmetros é atribuído um valor que varia de 0 a 1, e o nível de vulnerabilidade é obtido através do produto desses valores.

5.4 Fórmula de Cobrança

A fórmula de cobrança foi baseada nos estudos de cobrança em mananciais superficiais desenvolvidos para a BHSF, bem como nos estudos anteriormente executados pela SEMARH para a cobrança de água subterrânea na Região Metropolitana de Maceió, sendo o mecanismo de cálculo adotado apresentado na Equação 19.

$$\text{Cobrança Total} = \text{Vazão} * \text{Preço} * \text{Coeficiente de Ponderação} \quad (19)$$

5.5 Simulação da Cobrança pelo Uso da Água

Após serem identificados os usuários da água e calculados os preços, foram realizadas sete simulações com o modelo proposto, considerando alguns dos coeficientes de ponderação determinados anteriormente. Estas simulações foram realizadas para comparar os diferentes valores arrecadados por cada método, conforme descritas a seguir:

- Simulação 1: preço obtido através da aplicação do método da avaliação contingente;
- Simulação 2: preço obtido através da aplicação do método da demanda tudo ou nada;
- Simulação 3: preço obtido através da aplicação do método do preço ótimo;
- Simulação 4: preço obtido através da aplicação do método *ad hoc*;
- Simulação 5: valores totais dos investimentos, preço igual para todos usos;
- Simulação 6: valores totais dos investimentos, preço diferenciado por uso.

5.6 Avaliação dos Impactos sobre os Usuários da Região

Os impactos da cobrança pelo uso da água na bacia do Reginaldo foram realizados através dos métodos MAC e “tudo ou nada”, para os usuários de água: humano, indústria e outros usos.

Para o abastecimento humano, os impactos foram analisados através da estrutura tarifária da companhia de abastecimento e na renda mensal sobre faixas salariais (salário mínimo de R\$ 545,00, com data de 28 de fevereiro de 2011). A estrutura tarifária da Casal encontra-se apresentada na Tabela 14.

O impacto da cobrança sobre as tarifas de água e esgoto pode ser medida através da análise da parcela da tarifa que corresponde a cobrança em cada metro cúbico faturado.

Tabela 14 – Tarifa de água e esgoto cobrados no Estado de Alagoas

Categoria		Faixas	Tarifa (R\$/m ³)
Água	Residencial	Até 10 m ³	1,92
		Excedente (m ³):	
		11 a 15 m ³ (por/m ³)	3,66
		16 a 20 m ³ (por/m ³)	4,23
		21 a 30 m ³ (por/m ³)	4,51
		31 a 40 m ³ (por/m ³)	4,66
		41 a 50 m ³ (por/m ³)	4,72
		51 a 90 m ³ (por/m ³)	4,75
		91 a 150 m ³ (por/m ³)	4,79
	>150 m ³	4,80	
	Comercial	Até 10 m ³	4,43
		Excedente (m ³)	7,02
	Industrial	Até 10 m ³	4,97
		Excedente (m ³)	9,06
	Pública	Até 10 m ³	4,04
		Excedente (m ³)	10,34
Tarifa Social	Até 10 m ³	0,96 (50% tarifa mínima residencial)	
	Excedente (m ³):		
	11 a 15 m ³ (por/m ³)	1,83 (50% tarifa residencial da faixa)	
	16 a 20 m ³ (por/m ³)	2,12 (50% tarifa residencial da faixa)	
	>20	Aplicar a tarifa residencial da faixa	
Água Bruta	Até 10 m ³	1,06	
	Excedente (m ³)	3,51 (50% tarifa de excesso comercial)	
	Carro pipa	Qualquer consumo	4,43 = (tarifa mínima comercial)
Filantrópica	Até 10 m ³	0,77 = (40% tarifa mínima residencial)	
	Excedente (m ³)	Igual a tarifa residencial da faixa	
Esgoto	Todas	30%	Tarifa social, imóveis em construção e esgotos tratados no local
		60%	Cidades do interior do Estado de Alagoas
		80%	Maceió

Fonte: Casal (2010a)

O impacto no uso industrial e outros usos foi analisado a partir da estrutura tarifária da companhia de abastecimento e através dos custos de produção e preços de vendas dos produtos na área em estudo.

5.7 Avaliação da Aceitabilidade

A aceitabilidade da cobrança pelo uso da água foi medida a partir da aplicação de questionários com perguntas que permitiram avaliar essa questão. Apresenta-se, como exemplo:

Qual é a opinião do (a) chefe de família em relação à construção de um reservatório para solucionar o problema de abastecimento no bairro?

() A favor;

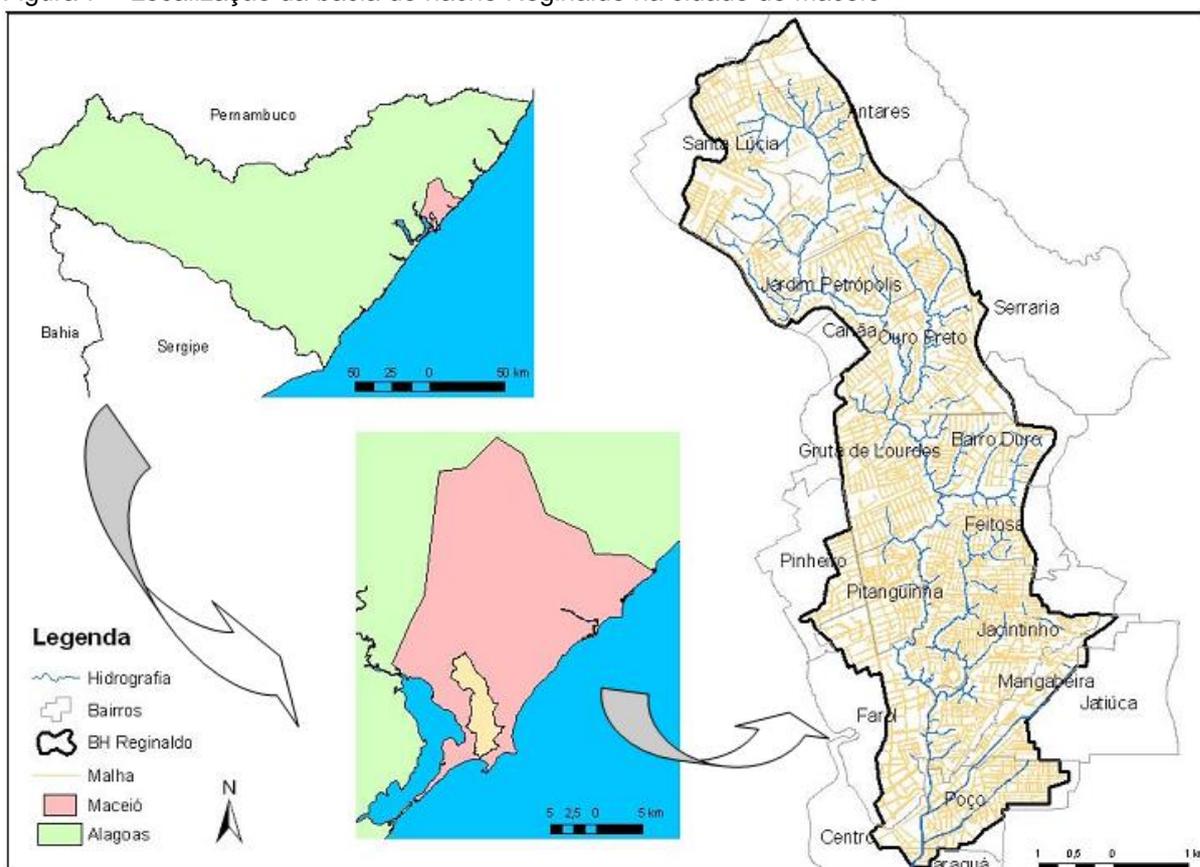
() Contra.

Quanto o (a) chefe de família estaria disposto a pagar para ter e/ou manter água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades da família?

6 ESTUDO DE CASO: BACIA DO RIACHO REGINALDO

A bacia do riacho Reginaldo está completamente inserida na área urbana da cidade de Maceió, onde tem sua nascente no bairro de Santa Lúcia e a sua foz na Avenida da Paz, nas proximidades do bairro de Jaraguá, perto do centro da cidade e da zona portuária (Figura 7).

Figura 7 – Localização da bacia do riacho Reginaldo na cidade de Maceió



Fonte: Pimentel (2009)

A área da bacia abrange, total ou parcialmente, 18 bairros (Antares, Barro Duro, Canaã, Centro, Farol, Feitosa, Gruta de Lourdes, Jacintinho, Jaraguá, Jardim Petrópolis, Jatiúca, Mangabeiras, Ouro Preto, Pinheiro, Pitanguinha, Poço, Santa Lúcia e Serraria). A população total da bacia, é de 196.467 habitantes (IBGE, 2007a), sendo que desses 83.981 vivem no bairro mais populoso da cidade, Jacintinho, que tem 82,2% de seu território no interior da Bacia, ocupando mais da metade da sua superfície, conforme mostrado na Tabela 15.

Tabela 15 – Participação dos bairros na Bacia do Riacho Reginaldo

Bairros	Área (km ²)	% do bairro na bacia	Área do bairro na bacia (km ²)	% População do bairro na bacia
Antares	5,99	36,80%	2,20	36,8%
Barro Duro	2,39	66,10%	1,58	66,1%
Canaã	0,57	37,29%	0,21	37,3%
Centro	1,59	19,54%	0,31	19,5%
Farol	3,01	56,00%	1,68	56,0%
Feitosa	2,61	81,63%	2,13	81,6%
Gruta de Lourdes	3,20	81,48%	2,61	81,5%
Jacintinho	3,67	82,18%	3,02	82,2%
Jaraguá	1,36	4,11%	0,06	4,1%
Jardim Petrópolis	2,68	96,34%	2,58	96,3%
Jatiúca	2,89	7,23%	0,21	7,2%
Mangabeiras	0,82	82,21%	0,67	82,2%
Ouro Preto	0,54	100,00%	0,54	100,0%
Pinheiro	1,97	26,34%	0,52	26,3%
Pitanguinha	1,01	100,00%	1,01	100,0%
Poço	1,07	66,85%	0,71	66,9%
Santa Lúcia	4,03	73,78%	2,97	73,8%
Serraria	7,54	34,26%	2,58	34,3%
Total	46,93		26,86	

Fonte: autora desta dissertação (2011)

6.1 Características Sociais e Econômicas

Na bacia do riacho Reginaldo, as famílias, em sua maioria, são compostas de 3 a 5 pessoas, com número de filhos entre 1 e 3. Em relação à idade do(a) chefe de família houve predominância para mais de 50 anos de idade. Quanto à escolaridade, a maior parte possui o segundo grau completo. A renda da maioria configurou entre 2 a 4 salários mínimos.

A economia tem como base as atividades da indústria, comércio e turismo. No setor industrial encontra-se instalada na bacia a sede da maior indústria de

beneficiamento de coco da América Latina, a Sococo Indústrias Alimentícias. A bacia abriga, também, os dois grandes moinhos de trigo de Maceió.

No setor terciário destacam-se o comércio, onde diversos estabelecimentos vêm sendo abertos ou ampliados, como hotéis, restaurantes, hipermercados e atacadistas. Devido as belezas naturais, o turismo é outro ponto forte na economia, oferecendo um grande número de empregos fixos e temporários.

6.2 Usos da Água

Na Bacia do riacho Reginaldo, segundo a SEMARH, o maior usuário de água subterrânea para captação na bacia é o setor de abastecimento humano (91,11% do total), seguido pela categoria outros usos, que de acordo com o cadastro de outorga é uso comercial, (5,78%) e o setor industrial (3,11%). Praticamente não existe uso para consumo animal e irrigação. Para as águas superficiais, não foram identificadas captações de porte significativo. A Tabela 16 apresenta o resumo das vazões demandadas por setor para água subterrânea e a quantidade de usuários.

Tabela 16 – Demandas de água subterrânea por usuários para a bacia do Riacho Reginaldo

Tipo de Uso	Outorgados		Outorgas vencidas		Total		% da demanda total
	Qt. de Poços	Vazão Média (m ³ /h)	Qt. de Poços	Vazão Média (m ³ /h)	Qt. de Poços	Vazão Média (m ³ /h)	
Abastecimento Humano	52	2.336,47	10	216,00	62	2.552,47	91,11
Abastecimento Industrial	5	69,54	3	17,58	8	87,12	3,11
Outros Usos	18	101,93	8	60,04	26	161,97	5,78
Total	75	2.507,94	21	293,62	96	2.801,56	100

Fonte: autora desta dissertação (2011)

6.3 Programas de Investimentos do PDRH – Pratagy para a Água Subterrânea

A definição dos investimentos previstos para a área em estudo foi escolhida a partir do PDRH – Pratagy, onde foram selecionados os programas de ações voltados para as águas subterrâneas, intitulado “Programa de Aproveitamento Racional da Água Subterrânea”. Esse programa encontra-se dividido em dois projetos de ação, um voltado à exploração dos recursos hídricos subterrâneos e

outro ao aprofundamento do conhecimento hidrogeológico da Região Hidrográfica do Pratygy. Como o PDRH data de 2005, os valores desses investimentos foram atualizados. Considerou-se o horizonte de planejamento de 15 (quinze) anos, uma vez que o PDRH tem prazo de validade para 2025.

A Tabela 17 expõe os programas voltados para as águas subterrâneas, bem como os custos atualizados para a sua execução. A Tabela 18 apresenta essa parcela dividida entre investimentos na bacia e custos de operação e manutenção.

Tabela 17 – Custos dos programas para águas subterrâneas

Projetos	Detalhes	Custos atualizados (R\$)
Conhecimentos Hidrogeológicos	R\$ 300.000/quinquênio	3.477.822,22
Construção de poços (80m e 6")	11 poços, custo da unidade R\$ 15.000	191.280,22
Construção de poços (150m e 8")	5 poços, custo da unidade R\$ 65.000	376.764,07
Operação e Manutenção (80m e 6")	R\$ 24.000/ano cada	306.048,36
Operação e Manutenção (150m e 8")	R\$ 48.000/ano cada	278.225,78
TOTAL		1.847.882,87

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Fonte: baseado no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Pratygy (2005)

Tabela 18 – Valores anuais de investimentos e de custos de operação e manutenção

Projetos	Investimentos (R\$)	Custos O&M (R\$)
Conhecimentos Hidrogeológicos	3.477.822,22	
Construção de poços (80m e 6")	191.280,22	
Construção de poços (150m e 8")	376.764,07	
Operação e Manutenção (80m e 6")		4.590.725,40
Operação e Manutenção (150m e 8")		4.173.386,70
TOTAL (nos 15 anos)	4.045.866,51	8.764.112,10
TOTAL por ano	269.724,43	584.274,14

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Fonte: baseado no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Pratygy (2005)

7 RESULTADOS

7.1 Caracterização Geral dos Usuários do Setor de Abastecimento Humano e das suas Condições pelo Método da Avaliação Contingente

A base de dados foi obtida a partir de uma pesquisa de campo realizada em março de 2010, nos bairros que compõem a bacia, onde foram aplicados 264 questionários (Figura 8). As residências e ruas foram selecionadas aleatoriamente. O questionário foi uma adaptação de Souza (2005) (modelo no Apêndice 1).

Figura 8 – Aplicação do questionário



Fonte: autora desta dissertação (2011)

Na primeira parte do questionário, que consiste do perfil do entrevistado e aspectos familiares, observou-se que nos bairros pesquisados houve uma

predominância de 3 a 5 pessoas residindo por domicílio, caso semelhante ocorrendo para o número de filhos do(a) chefe de família que permaneceu entre 1 e 3.

Em relação à idade do(a) chefe de família houve predominância para mais de 50 anos de idade. Em relação ao grau de escolaridade, 36% possui o segundo grau completo (Tabela 19). A renda da maioria configurou entre 2 a 4 salários mínimos (Tabela 20).

Tabela 19 – Grau de escolaridade

Grau de escolaridade	Percentual (%)
Analfabeto/ Primário Incompleto	14
Primário Completo/ Fundamental Incompleto	20,8
Fundamental Completo/ Ensino Médio Incompleto	18,6
Ensino Médio Completo/ Superior Incompleto	36
Superior Completo	10,6
Total	100,0

Fonte: Silva & Freire (2010)

Tabela 20 – Renda Familiar

Renda familiar	Percentual (%)
Até 1 salário mínimo	28,4
Entre 2 e 4 salários mínimos	56,1
Entre 5 e 7 salários mínimos	12,9
Mais de 8 salários mínimos	2,7
Total	100,0

Fonte: Silva & Freire (2010)

Os dados obtidos na coleta permitem afirmar que as variáveis escolaridade e renda influenciam significativamente na percepção do pesquisado quanto às questões relacionadas à importância da água potável para consumo humano e a necessidade de preservação das águas.

Observou-se que, de todos os entrevistados, 4,9% afirmaram ser indiferentes quanto à necessidade de preservação das águas subterrâneas tendo esse fato apresentado forte correlação com o grau de instrução do entrevistado, ou seja, quanto menor o grau de instrução maior a indiferença com relação à preservação, ao racionamento e à qualidade das águas.

Os dados mostram ainda que 88,6% da população acredita que ter água potável para o consumo humano é um recurso muito importante, 9,8% considera importante, 1,5% afirma ser razoavelmente importante.

O cruzamento desta variável com o grau de instrução evidencia que 50% das pessoas que consideraram água potável para o consumo humano razoavelmente importante é analfabeto ou tem grau de instrução de primário incompleto, 40% tem primário completo ou fundamental incompleto, e 10% tem ensino fundamental incompleto ou ensino médio incompleto. Observa-se ainda que dentre os que não atribuíram importância à água potável para consumo humano, 100% tem o ensino primário completo ou o ensino fundamental incompleto.

A análise da variável cruzada com a renda familiar define que 80% das pessoas que consideraram a água potável para consumo humano razoavelmente importante possuem renda abaixo de 1 salário mínimo, seguido de 20% com renda entre 2 e 4 salários mínimos.

Além dos dados referentes ao perfil dos entrevistados, foram levantados dados que permitem compreender os serviços disponíveis em que a residência está inserida. Esses dados são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 – Serviços disponíveis na residência dos entrevistados (%)

Serviço	Sim	Não
Água encanada	100,0	0,0
Luz	99,6	0,4
Coleta de lixo	98,4	1,6
Linha de ônibus	98,0	2,0
Pavimentação da rua	85,4	14,6
Posto médico	68,1	31,9
Equipe do Programa Saúde da Família	22,6	77,4

Fonte: Silva & Freire (2010)

Os dados permitem afirmar que o local onde o esgoto sanitário é despejado está relacionado ao bairro em que o entrevistado reside, como pode ser observado na Tabela 22.

Tabela 22 – Local onde esgoto é despejado por bairro (%)

Bairro	Rua	Fossa	Fossa e saneamento	Rio	Saneamento	Rua e Fossa
Antares		75,0				25,0
Barro Duro	11,1	77,8			11,1	
Canaã			25,0			75,0
Centro		75,0				25,0
Farol						100,0
Feitosa	14,3	28,6		9,6		47,6
Gruta		16,7	16,7			66,7
Jacintinho	23,9	29,9	3,5		10,4	35,8
Jaraguá		75,0			25,0	
Jardim Petrópolis		100,0				
Jatiúca		6,1			93,9	
Mangabeiras		25,0			75,0	
Ouro Preto	66,7					33,3
Pinheiro		66,7			16,7	16,7
Pitanguinha						100,0
Poço	5,3	26,3			68,4	
Santa Lúcia						100,0
Serraria		18,8			81,3	

Fonte: Silva & Freire (2010)

O local de despejo do esgoto residencial pode ser melhor analisado quando, além de considerar o bairro em que o domicílio se localiza, observa-se a renda familiar do entrevistado. O fato de a renda familiar estar diretamente ligada ao grau de instrução e à classe social do entrevistado são fatores que explicam a relação entre essas variáveis.

Dentre os entrevistados com renda de até 1 salário mínimo, destaca-se o fato de que 100% dos entrevistados residentes no bairro do Feitosa despejam seus esgotos sanitários em rios que cortam a região. Observa-se, também, que dentre os entrevistados que afirmaram possuir renda acima de 8 salários mínimos, 40% afirmaram que a rua possui saneamento e 60% que o esgoto sanitário é despejado na fossa.

A boa qualidade da água, a quantidade adequada, bem como a sua regularidade também é sujeita à disposição geográfica da residência do entrevistado, de acordo com a opinião do mesmo (Tabela 23).

Tabela 23 – Qualidade, quantidade e regularidade da água por bairro (%)

Bairros	Qualidade				Quantidade			Regularidade		
	Boa	Regular	Ruim	Péssima	Suficiente	Regular	Insuficiente	Não costuma faltar	Falta pouco	Falta com frequência
Antares	100,0				100,0			87,5	12,5	
Barro Duro	100,0				88,9	11,1		77,8	22,2	
Canaã	75,0	25,0			100,0			100,0		
Centro	100,0				75,0	25,0		100,0		
Farol	68,8	25,0	6,3		93,8	6,3		87,5	6,3	6,3
Feitosa	86,4	13,6			59,1	31,8	9,1	40,9	40,9	18,2
Gruta	66,7	33,3			66,7	33,3		50,0	50,0	
Jacintinho	44,8	40,3	14,9		46,3	29,9	23,9	29,9	40,3	29,9
Jaraguá	50,0	50,0			100,0			100,0		
Jardim Petrópolis	33,3	66,7			33,3	66,7			100,0	
Jatiúca	36,4	42,4	21,2		36,4	36,4	27,3	9,1	39,4	51,5
Mangabeiras	100,0				100,0			100,0		
Ouro Preto	100,0				100,0			33,3	66,7	
Pinheiro	38,9	55,6	5,6		72,2	27,8		27,8	61,1	11,1
Pitanguinha	80,0	20,0			100,0			40,0	60,0	
Poço	31,6	36,8	26,3	5,3	52,6	31,6	15,8	10,5	31,6	57,9
Santa Lúcia	58,8	41,2			17,6	52,9	29,4	11,8	29,4	58,8
Serraria	68,8	31,3			75,0	18,8	6,3	50,0	43,8	6,3

Fonte: Silva & Freire (2010)

Através da análise dessas variáveis, pode-se observar que os bairros Jacintinho, Jaraguá, Jardim Petrópolis, Jatiúca, Pinheiro e Poço receberam uma avaliação não satisfatória sobre a qualidade da água por 50% ou mais dos moradores entrevistados. Muitos dos entrevistados atribuíram a boa qualidade da água ao fato de obtê-la diretamente de poços, não dependendo da rede de abastecimento pública local. Já para a quantidade de água que chega as suas residências, os bairros que apresentaram uma avaliação de regular a insuficiente foram Jacintinho, Jardim Petrópolis, Jatiúca e Santa Lúcia por mais de 50% dos entrevistados. Os bairros que apresentam falta de água foram Feitosa, Gruta, Jacintinho, Jardim Petrópolis, Jatiúca, Ouro Preto e Pinheiro.

Constatou-se, ainda, que apenas 24,2% dos entrevistados têm conhecimento de alguma fonte de poluição da água subterrânea na localidade. Quando efetuou-se o cruzamento dessa variável com os que não consideram a água como de boa qualidade, destacou-se que os que a residência tem saneamento, totalizam 23,42%, os que despejam seus esgotos na rua e fossa, 15,32%, os que despejam apenas na fossa, 10,81% e os que despejam na rua 8,12%.

Verifica-se ainda que a principal fonte que abastece as residências é a CASAL, com 87,5%, onde dos entrevistados que não estão satisfeitos com os seus serviços de abastecimento 57,8% têm interesse em ter um poço em sua casa.

Os responsáveis pela situação atual do abastecimento de água, seja esta situação considerada boa ou ruim, de acordo com os entrevistados, são: CASAL, com 49,8% de incidência, o governo do Estado, com 18,5%, o governo federal, 8,9%, prefeitura, com 5,4%, os próprios moradores, com apenas 3,9%, os que não culpam ninguém, com 0,4%, os que não sabem a quem atribuir a culpa, 0,4%, os que acham que a culpa é de dois ou mais órgãos governamentais, com 12,7% e ainda tem 1,5% que acha que todos são responsáveis.

A avaliação do abastecimento de água, classificada por bairro, pode ser observada na Tabela 24.

Tabela 24 – Avaliação do abastecimento de água por bairro (%)

Bairros	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssima
Antares	12,5	87,5			
Barro Duro	22,2	77,8			
Canaã	50,0	50,0			
Centro		100,0			
Farol	25,0	75,0			
Feitosa	18,2	54,5	22,7	4,5	
Gruta	8,3	91,7			
Jacintinho	13,4	34,3	29,9	9,0	13,4
Jaraguá	25,0	75,0			
Jardim Petrópolis			66,7	33,3	
Jatiúca	6,1	24,2	48,5	6,1	15,2
Mangabeiras		100,0			
Ouro Preto		66,7	33,3		
Pinheiro	11,1	55,6	27,8		5,6
Pitanguinha	20,0	60,0	20,0		
Poço		31,6	36,8	15,8	15,8
Santa Lúcia	17,6	17,6	41,2		23,5
Serraria	6,3	56,3	37,5		

Fonte: Silva & Freire (2010)

Os dados permitem afirmar que os residentes dos bairros Jacintinho, Jardim Petrópolis, Jatiúca, Poço e Santa Lúcia consideram o abastecimento de água regular, ruim ou péssimo.

A partir do cruzamento das variáveis de qualidade, quantidade e regularidade com a satisfação do abastecimento d'água no domicílio ficou constatado que dos 60,2% que estão satisfeitos com o abastecimento, 1,47% considera a qualidade ruim, 0,74% que a quantidade é insuficiente e 5,88% que a água falta com frequência. Dos 39,7% que não estão satisfeitos com o abastecimento, 20,31% considera a qualidade boa, 17,19% que a quantidade é suficiente e 5,47% que não costuma faltar água. Dessa forma, verifica-se que para alguns entrevistados se os mesmos estão satisfeitos apenas com a qualidade, ou a quantidade ou regularidade, o abastecimento é tido como satisfatório, e se estão insatisfeitos com apenas uma das variáveis, o abastecimento é dito insatisfatório.

Para os entrevistados que disseram ter o serviço de abastecimento de água regular, ruim ou péssimo, foi realizada uma série de perguntas, com a finalidade de obter informações a respeito das alternativas utilizadas para suprir a falta d'água, a providência a ser tomada para tornar o abastecimento satisfatório e os benefícios imediatos de ter um fornecimento de água adequado.

Dentre os entrevistados em questão, em caso de falta de água, 2,0% afirmaram recorrer ao carro pipa, 15,7% buscam obter água através de manancial subterrâneo, 31,5% buscam água pela vizinhança e 5,9% recorrem aos familiares. Além disso, 2,3% armazenam água, 18,2% esperam pelo retorno da água, 7,8% utilizam água mineral para necessidades domésticas e 2,0% recorrem a cisternas. Os que esperam pelo retorno da água explicaram que a água é insuficiente, apenas, em determinado período do dia, exigindo o armazenamento da mesma, para que possa ser utilizada.

De acordo com os entrevistados, os benefícios imediatos se houvesse um fornecimento de água adequado no bairro seriam, na sequência de prioridade, os seguintes: não gastariam tempo para adquirir água, não pagariam para adquirir água e não utilizariam mais o carro pipa.

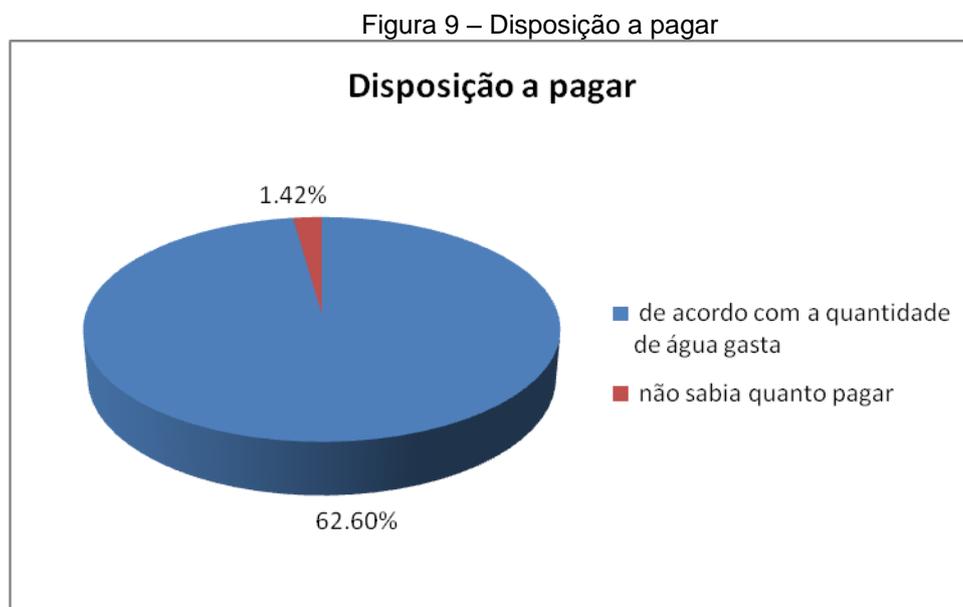
Na opinião dos entrevistados as providências que deveriam ser tomadas para sanar o problema, nesta ordem são: construção de um reservatório, mais investimento para construção de nova canalização, manutenção da rede e troca da rede de abastecimento. Quanto à construção de poços, 81,1% dos entrevistados afirmaram ser a favor da obra. Os que se posicionaram contrários a esta opção alegaram satisfação com o abastecimento atual, preferência que o sistema de abastecimento da CASAL seja melhorado, em termos de quantidade e qualidade, como também na intenção de não pagar para ter a água. Um entrevistado respondeu que a obra não resolveria, pois grande parte da população apresenta um consumo exagerado de água.

7.2 Estimativa do Valor Econômico do Uso da Água pelo Método da Avaliação Contingente

A disposição a pagar dos entrevistados foi obtida utilizando-se o questionário do Apêndice 1. A pergunta básica formulada para todos os entrevistados foi: **Quanto o (a) chefe de família estaria disposto a pagar para ter e/ou manter água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades da família?** Para isso foram apresentadas as alternativas, onde cada entrevistado escolhia, então, sua resposta.

Os resultados mostram que 64,02% manifestaram interesse a pagar pelo uso da água bruta para investir em obras na região para solucionar o problema de

abastecimento. As respostas apresentaram um percentual de 62,60% para o pagamento de acordo com a quantidade de água gasta, representando a intenção da maioria dos que se interessam em pagar. O restante, que corresponde a 1,42%, não sabia quanto pagar (Figura 9).



Fonte: autora desta dissertação (2011)

Conforme o questionário, a população estaria disposta a pagar o preço de R\$ 1,92/m³ (tarifa atual adotada pela Companhia) multiplicado pelo consumo da residência no mês, sendo esse, portanto, o valor final da conta de água. Assim, os valores que as pessoas estariam dispostas a pagar, seriam calculados de acordo com a quantidade de água consumida.

Portanto, para a formação do preço final, ao qual o usuário está disposto a pagar, já devem estar contempladas tanto a parte relacionada aos serviços de distribuição e coleta de água, atualmente já cobrados pela CASAL, quanto àquela relacionada com a cobrança, ainda não estabelecida na conta.

Tomando como referência uma residência que tenha o consumo mensal de 10m³, bem como a tarifa cobrada pela CASAL, que é de R\$ 1,92 por metro cúbico de água para o abastecimento humano, esse usuário estaria disposto a pagar mensalmente a quantia de R\$19,20.

No entanto, para o usuário, nesse valor já deve estar inserida a parte que diz respeito à cobrança pelo uso da água propriamente dita, e não somente os serviços

prestados pela Companhia de Abastecimento, que é a única parte atualmente inserida.

Desta forma, para a obtenção da parte correspondente ao uso da água, foi subtraído do valor final da conta (R\$19,20) as perdas físicas da CASAL em 2010 (R\$ 12,00) e em seguida dividiu-se esse total pelo consumo mensal (10m³) obtendo-se assim, o valor por metro cúbico de água (R\$ 0,72/m³). Na Tabela 25 apresentam-se os preços que a população estaria disposta a pagar por mês, de acordo com o consumo per capita e a quantidade de pessoas residentes no domicílio.

Tabela 25 – Disposição a pagar

Qtd. De pessoas	Preço (R\$)	Percentual (%)
Menos de 3	R\$ 3,24 a R\$ 6,48	15,30
Entre 3 e 5	R\$ 9,72 a R\$ 16,20	35,00
Entre 6 e 8	R\$ 19,44 a R\$ 25,92	10,30
Mais de 8	A partir de R\$ 29,16	2,00
	Outro	1,42
	Não deveria ser cobrado	35,98
		100,00

Fonte: Silva & Freire (2010)

Quanto à forma ideal de se fazer a cobrança, as opções indicadas foram: através de taxa, apresenta 59,7% de resposta; seguida de 31,7% que optaram pela conta; 7,2% que preferiram o imposto e; 1,4% optou por outra forma de pagamento. Ainda nessa questão, 89,2% afirmam que o intervalo de cobrança deve ser mensal, seguido de 5,0% que optaram por anual, 2,9% selecionaram quinzenal e 2,9% que escolheram intervalo bimestral.

7.3 Estimativa do Valor Econômico do Uso da Água pelo Método do Preço Ótimo

Para definição do preço ótimo é necessário 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”.

7.3.1 Estimativa do Preço de Reserva da Água Subterrânea pelo Método da Demanda Tudo ou Nada

O cálculo do preço de reserva, Pr baseia-se, nos custos adicionais de substituição por uma solução alternativa ao se interromper o fornecimento de água, no presente trabalho, água subterrânea. Assim, para estimar os preços de reserva na bacia do riacho Reginaldo, foram utilizados os dados de vazões dos usuários outorgados pela SEMARH (Tabela 26).

Tabela 26 – Demanda média na Bacia do Riacho Reginaldo

Tipo de usos	Demanda média (m ³ /ano)	Demanda média (m ³ /s)
Abastecimento Humano	7.453.218,24	0,709
Outros Usos	472.945,40	0,045
Abastecimento Industrial	254.390,40	0,024
Total	8.180.554,04	0,778

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Em épocas de escassez hídrica, na cidade de Maceió, é habitual a utilização de carro pipa para suprir as necessidades de água. No entanto essa alternativa nem sempre é viável, seja pelo grande volume vendido ou falta de condições financeiras. Em algumas situações, já foram observados a compra de garrações de água mineral de 20 litros. Na Tabela 27 estão apresentadas as alternativas que poderiam ser utilizadas pelos usuários, ao acontecer uma interrupção hipotética do abastecimento de água subterrânea.

Tabela 27 – Alternativas de abastecimento de água, por tipo de uso

Usos	Alternativa mais barata	Alternativa mais cara
Humano	Água tratada (CASAL)	Água mineral
Humano	Água tratada (CASAL)	Carro pipa
Industrial	Água tratada (CASAL)	Carro pipa
Outros usos	Água tratada (CASAL)	Carro pipa

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Abastecimento Humano

O custo do abastecimento humano de água subterrânea foi obtido através do investimento efetuado na perfuração de um poço, baseado nos valores atuais de mercado, conforme apresentado na Tabela 28.

Tabela 28 – Cálculo dos custos de um poço para abastecimento humano

Especificações	Valor (R\$)
Taxas/CREA, licença de obra hídrica e licença de outorga	700,00
Deslocamento e instalação de máquinas e equipamentos	1.000,00
Perfuração em diâmetro de 8 1/2"	1.500,00
Reabertura 10"	1.750,00
Fornecimento e aplicação de tubo PVC geomecânico, com diâmetro de 4"	1.800,00
Fornecimento e aplicação de filtro PVC geomecânico, com diâmetro de 4"	600,00
Fornecimento e aplicação de CAP 4"	110,00
Fornecimento e aplicação de centralizadores de 4"	160,00
Fornecimento e aplicação de cascalho	320,00
Fornecimento e aplicação de cimento	290,00
Fornecimento e aplicação de Hexa-T	200,00
Desenvolvimento com compressor de ar	300,00
Teste de produção com bomba submersa	300,00
Confecção de base em concreto	320,00
Análise físico-química	150,00
Análise bacteriológica	150,00
Bomba para uma vazão estimada de 3m ³ /h	2.400,00
Hidrômetro completo	2.800,00
Estudo para pedido de outorga	2.400,00
TOTAL	17.250,00

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Considerando o custo do poço como investimento inicial, com uma taxa de juros de 10% a.a. e uma vida útil de 15 anos para o poço, o preço da água subterrânea foi obtido a partir do valor anual, tendo sido calculado pela Equação 20.

$$VA = IP \cdot \frac{[i \cdot (1+i)^n]}{(1+i)^n - 1} \quad (20)$$

Onde:

VA = valor anual, em R\$;

IP = investimento inicial do poço, em R\$/ano;

i = taxa de juros ao ano;

n = tempo de vida útil do poço, em anos.

Para o abastecimento humano, o uso da água subterrânea ocorre com maior frequência em condomínios, dessa forma foi considerado o poço de menor vazão, pois assim se obtém o preço máximo dessa modalidade de uso localizado na região em estudo, o qual apresenta uma demanda anual de 8.725m³/ano.

$$VA = 17250 \cdot \frac{[0,10 \cdot (1 + 0,10)^{15}]}{(1 + 0,10)^{15} - 1}$$

$$VA = R\$2.267,92$$

$$\text{Demanda} = 8.725\text{m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Preço do m}^3(\text{R\$/m}^3) = 0,26$$

Como solução alternativa hipotética menos cara (ou mais barata), em uma situação de interrupção do abastecimento pela água subterrânea, foi considerado o sistema de abastecimento público, fornecida pela CASAL, no valor de R\$ 1,92/m³, cujo valor já estão incluídas as perdas físicas que ficam em torno de 67,9% (CASAL, 2010b).

Portanto, substituindo-se os valores obtidos na Equação 1 (página 41), obtém-se o preço de reserva (ou custo de oportunidade) da água no abastecimento humano, o qual é da ordem de R\$ 1,65 por metro cúbico de água captada, ou seja, $Pr = (1,92 - 1,05 \times 0,26 = 1,65$ para uma demanda de 0,71 m³/s.

Admitindo-se agora que a solução alternativa fosse o abastecimento por meio de carro pipa (solução mais cara). Para definir o preço do metro cúbico de água nessa alternativa foi realizada uma pesquisa com empresas transportadoras de água para abastecimento no bairro do Jacintinho, tendo sido esse bairro escolhido entre os 18 situados na área da bacia por estar totalmente inserido na área de estudo e ser o mais populoso, estimou-se o custo médio de água por meio de carro pipa em R\$ 9,38 por metro cúbico, obtém-se um novo preço de reserva de R\$ 9,20 ($Pr = 1,01 \times 9,38 - 1,05 \times 0,26 = 9,20$) por metro cúbico de água consumida. Esse valor foi

obtido admitindo-se que o abastecimento por carro pipa gera perdas em torno de 1%, de modo que $\lambda_p = 0,01$. Admite-se, assim, que haja uma redução de 40% na demanda de água, devido ao alto preço dessa alternativa de abastecimento, resultando em uma quantidade demandada de $0,43 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para análise da simulação da água mineral, utiliza-se o mesmo princípio empregado anteriormente. Neste caso, os métodos alternativos hipotéticos são: a utilização da Companhia de Abastecimento, como a solução menos cara e o abastecimento por água mineral, solução mais cara, cujo preço do garrafão de 20 litros da marca mais barata é R\$ 2,50.

Dessa forma, o preço de reserva para a solução menos cara será de R\$ 1,65 = $(1,92 - 1,05 \times 0,26)$ para uma demanda de $0,71 \text{ m}^3/\text{s}$. Para a alternativa mais cara, o preço reserva será de $125 - (1,05 \times 0,26) = 124,73$. Nesse caso, haveria uma redução de 70% no consumo, a demanda seria reduzida para $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$.

Abastecimento Industrial

Para obtenção do custo da água subterrânea para o uso industrial (Tabela 29), foi adotado o mesmo procedimento utilizado para o abastecimento humano, tendo sido consideradas as mesmas alternativas de abastecimento, diferenciando apenas no valor que compõe o custo de investimento da Companhia de Abastecimento.

Tabela 29 – Cálculo dos custos de um poço para abastecimento industrial

Especificações	Valor (R\$)
Taxas/CREA, licença de obra hídrica e licença de outorga	700,00
Deslocamento e instalação de máquinas e equipamentos	1.000,00
Perfuração em diâmetro de 8 1/2"	2.700,00
Reabertura 10"	3.150,00
Fornecimento e aplicação de tubo PVC geomecânico, com diâmetro de 4"	3.150,00
Fornecimento e aplicação de filtro PVC geomecânico, com diâmetro de 4"	1.200,00
Fornecimento e aplicação de CAP 4"	110,00
Fornecimento e aplicação de centralizadores de 4"	160,00
Fornecimento e aplicação de cascalho	640,00
Fornecimento e aplicação de cimento	290,00
Fornecimento e aplicação de Hexa-T	400,00

Tabela 30 – Cálculo dos custos de um poço para abastecimento industrial

	(conclusão)
Desenvolvimento com compressor de ar	300,00
Teste de produção com bomba submersa	300,00
Confecção de base em concreto	320,00
Análise físico-química	150,00
Análise bacteriológica	150,00
Bomba para uma vazão estimada de 3m ³ /h	2.400,00
Hidrômetro completo	2.800,00
Estudo para pedido de outorga	2.400,00
TOTAL	22.320,00

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Aplicando-se a Equação 20 (página 101), o valor encontrado para o valor anual foi de R\$ 4.183,75, considerando uma taxa de juros de 10% a.a., e um horizonte de 8 anos de vida útil do poço, além de uma demanda anual de 27.332m³/ano. Desta forma, o preço do metro cúbico de água do poço é de R\$ 0,15/m³. Esses cálculos estão apresentados a seguir.

$$R = 22320 \cdot \frac{[0,10 \cdot (1 + 0,10)^8]}{(1 + 0,10)^8 - 1}$$

$$R = R\$4.183,75$$

$$\text{Demanda} = 27.332\text{m}^3/\text{ano}$$

$$\text{Preço do m}^3(\text{R\$/m}^3) = 0,15$$

Como solução alternativa hipotética menos cara foi considerada a água fornecida pela CASAL, cujo valor do metro cúbico para o uso industrial é de R\$ 4,97. Portanto, substituindo-se esses valores assim obtidos na Equação 1 (página 41), obtém-se o preço de reserva (ou custo de oportunidade) da água no abastecimento industrial, o qual é da ordem de R\$ 4,81 por metro cúbico de água captada, ou seja, $Pr = (1,01 \times 4,97) - 1,05 \times 0,15 = 4,81$ para uma demanda de 0,02 m³/s.

Admitindo-se agora que a solução alternativa fosse o abastecimento por meio de carros pipa, o custo de oportunidade da água nesse uso seria ainda maior. Considerando-se o custo médio de abastecimento por carros pipa operados na cidade de Maceió, o qual está em torno de R\$ R\$ 9,38/m³ de água, obtém-se um novo preço de reserva de R\$ 9,32 ($Pr = 1,01 \times 9,38 - 1,05 \times 0,15 = 9,32$) por metro

cúbico de água consumida. Considerando-se assim que haja uma redução de 50% na demanda de água, implicando em uma quantidade demandada de $0,01 \text{ m}^3/\text{s}$.

Outros Usos

Para o cálculo do custo da água subterrânea para a categoria outros usos, considerou-se os mesmos valores usados para o abastecimento humano, investimento inicial de R\$ 17.250,00 e valor anual de 2.267,92, pelo fato dessas categorias utilizarem tipos de captação com características semelhantes.

A variável que diferenciou o custo da água para outros usos foi a demanda por poço, a qual ficou em torno de $1.461,20 \text{ m}^3/\text{ano}$, com base em um poço dessa categoria localizado na área em estudo. Dividindo o benefício anual pela demanda obteve-se o valor do metro cúbico da água que foi de R\$1,55.

Como soluções alternativas hipotéticas, foram consideradas as mesmas usadas para o abastecimento humano, CASAL e carro pipa, sendo diferenciado apenas o preço do metro cúbico da água fornecido pela Companhia de Abastecimento para essa categoria que é de R\$ 4,43.

Dessa forma, o preço de reserva para a solução menos cara será de R\$ 2,80 = $(4,43 - 1,05 \times 1,55)$ para uma demanda de $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$. Para a alternativa mais cara, o preço reserva será de $1,01 \times 9,38 - (1,05 \times 1,55) = \text{R\$ } 7,85$. Nesse caso, haveria uma redução de 40% no consumo, devido ao aumento no preço, a demanda seria reduzida para $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$.

7.3.1.1 Determinação das Demandas Tudo ou Nada e Ordinária

A função de demanda ordinária por água em cada tipo de uso é obtido através das funções de demanda tudo ou nada.

A função de demanda tudo ou nada é ajustada através de dois pares de pontos, obtidos através da quantificação do preço de reserva da água em cada uso.

Coefficientes Linear e Angular

Através do preço de reserva e da quantidade demandada podem ser obtidos os coeficientes linear (α) e angular (β), especificados pelas Equações 21 e 22. Esses

coeficientes definem as funções lineares de demanda tudo ou nada, onde o ajuste é feito a partir dos pares ordenados: preço de reserva (p_j^r) e quantidade demandada (x_j).

$$\alpha = \frac{x_1 p_2^r - x_2 p_1^r}{p_2^r - p_1^r} \quad (21)$$

$$\beta = \frac{x_2 - x_1}{p_2^r - p_1^r} \quad (22)$$

A Tabela 31 apresenta os pares ordenados do preço de reserva e da quantidade demandada além dos coeficientes linear e angular para cada tipo de uso na bacia do riacho Reginaldo. A partir dos pares de pontos (preço de reserva versus demanda) pode-se ajustar uma função linear, de modo a obter-se a função linear de demanda tudo ou nada por água em cada uso.

Tabela 31 – Pares de preço reserva e quantidade – coeficientes linear e angular da demanda tudo ou nada

Usos	Preço de reserva (R\$/m ³)		Demanda (m ³ /s)		Coeficiente	
	p_1^r	p_2^r	x_1	x_2	Linear (α)	Angular (β)
Humano	1,65	124,73	0,71	0,21	0,716	-0,004
Humano	1,65	9,20	0,71	0,43	0,771	-0,038
Industrial	4,81	9,32	0,02	0,01	0,037	-0,003
Outros usos	2,80	7,85	0,05	0,03	0,053	-0,003

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.3.1.2 Elasticidade-preço da Demanda

Para a bacia do riacho Reginaldo, a elasticidade-preço da demanda pode ser obtida a partir dos pares de pontos obtidos anteriormente (preço de reserva e demanda) e aplicados na Equação 7 (página 41). A seguir são apresentados os valores da elasticidade-preço de demanda para cada modalidade de uso.

Abastecimento Humano

Como para o uso humano têm-se duas alternativas de abastecimento, o valor encontrado para a elasticidade foi $|\epsilon_i| = 0,36$ e $|\epsilon_i| = 0,55$ onde indica que a demanda é inelástica para essas alternativas, ou seja, apresentam elasticidade-preço da demanda, em valor absoluto, menor que 1, significa que, se o preço pelo uso da água aumentar em 1%, a quantidade demandada de água cairá em 0,36%, para carro pipa e 0,55% para água mineral, isso indica que a variação percentual na quantidade demandada é menor que a variação percentual no preço.

Abastecimento Industrial

O valor de $|\epsilon_i| = 1,11$ indica que a demanda é elástica, isso significa que se o preço pelo uso da água aumentar em 1%, a quantidade demandada de água reduzirá em 1,11%, ou seja, a variação percentual na quantidade demandada é maior que a variação percentual no preço.

Outros Usos

O valor de $|\epsilon_i| = 0,37$ indica que a demanda é inelástica, significa que, se o preço da água subir em 1%, o volume de demanda de água diminuirá em 0,37%, isso indica que a elevação no preço provoca redução na quantidade demandada relativamente menor que a elevação no preço.

A Tabela 32 mostra a função de demanda ordinária por água em cada modalidade de uso na bacia do riacho Reginaldo, a qual é obtida através da função de demanda tudo ou nada, bem como o valor absoluto das elasticidades-preço da demanda.

Tabela 32 – Funções de demandas por água e elasticidade-preço

Usos	Demandas tudo ou nada	Demandas ordinária	Elasticidade
Humano	$x_{ah} = 0,716 - 0,004p_{ah}$	$x_{ah} = 0,716 - 0,008p_{ah}$	0,55
Humano	$x_{ah} = 0,771 - 0,038p_{ah}$	$x_{ah} = 0,771 - 0,076p_{ah}$	0,36
Industrial	$x_{ai} = 0,038 - 0,003p_{ai}$	$x_{ai} = 0,038 - 0,006p_{ai}$	1,11
Outros usos	$x_{ou} = 0,053 - 0,003p_{ou}$	$x_{ou} = 0,053 - 0,006p_{ou}$	0,37

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.3.2 Custos de Gerenciamento da Água Subterrânea pelo Método do Custo Marginal

O cálculo do custo marginal de gerenciamento dos recursos hídricos, CMg^* baseia-se, de um lado, no custo operacional da unidade marginal (CMe), e de outro, na possibilidade de racionamento de água em certos períodos do ano (estação seca). Assim, se “P” denota a probabilidade de haver racionamento no período crítico do ano; x_j^0 a quantidade de água no uso “j” por unidade de tempo racionada; e $C(x_j^0)$ o custo marginal de racionamento, então o custo marginal de gerenciamento pode ser definido pela Equação 3 (página 43).

7.3.2.1 Custo Operacional Médio – CM_e

A obtenção do custo operacional médio é feita a partir da divisão do custo de operação e manutenção do programa de água subterrânea do PDRH – Pratygy pela demanda de água para cada modalidade de uso. Considerando o custo de operação e manutenção apresentado na Tabela 18 (R\$ 584.274,14), e o total das demandas calculadas na Tabela 26 (8.180.554,04 m³/ano), o custo médio operacional é de R\$ 0,07/m³.

7.3.2.2 Custo Total de Gerenciamento – C

O custo total de gerenciamento da bacia é obtido através dos investimentos necessários para implementação da gestão na bacia, acrescentado do valor de amortização desses investimentos e do custo de operação e manutenção – O&M, resultando em um valor de R\$ 893.600,66/ano.

O valor dos investimentos (P) é de R\$ 269.724,43 e os custos de operação e manutenção são de R\$ 584.274,14

O cálculo do valor da amortização foi realizado a partir da Equação 20 (página 101), considerando a taxa de desconto (i) de 12% ao ano e o horizonte de (n) 15 anos, o que totaliza um valor de R\$ 39.602,08/ano.

$$A = \frac{P}{\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N}} \quad (23)$$

7.3.2.3 Custo Marginal de Racionamento da Água – CM_g^*

Para o cálculo do custo marginal de racionamento da água faz-se necessário obter a probabilidade média de racionamento da água, como também o custo de racionamento da água.

7.3.2.3.1 Probabilidade Média de Racionamento da Água

Para a obtenção da probabilidade de racionamento da água foi considerada uma série histórica de dados pluviométricos, bem como dois cenários: um otimista, anos com precipitação acima da média anual, e um pessimista, anos com precipitação abaixo da média regional.

Os dados de chuva foram obtidos da DMET/SEMARH, referentes ao período de 2000 a 2009.

No cenário pessimista estimou-se que poderia haver redução da demanda, em 8 meses a cada período de 5 anos, ou seja a probabilidade de ocorrer racionamento da água é de 13,3%. No cenário otimista, observou-se que, num período de 10 anos, o racionamento ocorreria em 7 meses, o que representa uma probabilidade de racionamento de 5,8%.

7.3.2.3.2 Custo de Racionamento da Água

O custo de racionamento da água é calculado com base na curva de demanda ordinária em cada uso. Assim sendo, o seu valor é calculado pela Equação 4.

$$C(x_j^0) = P \cdot p(x_j^* - x_j^0) + (1 - P) \cdot p(x_j^*) \quad (4)$$

Onde:

$p(x_j^*)$ valor da água fora do racionamento;

$p(x_j^* - x_j^0)$ valor da água no racionamento.

Para o cálculo do valor da água fora e dentro do racionamento tomaram-se como base as demandas reais em cada modalidade de uso, que representa a demanda fora do racionamento. No caso da demanda no racionamento, conforme

Carrera-Fernandez e Garrido (2002e), foi considerada uma redução de 30% da demanda (Tabela 33).

Tabela 33 – Valores da demanda e do custo da água dentro e fora do racionamento

	Humano	Industrial	Outros usos
demanda por agua: x_j^*	0,709 ⁽¹⁾	0,024 ⁽¹⁾	0,045 ⁽¹⁾
quantidade racionada: x_j^0	0,213 ⁽¹⁾	0,007 ⁽¹⁾	0,014 ⁽¹⁾
consumo no racionamento: $(x_j^* - x_j^0)$	0,496 ⁽¹⁾	0,017 ⁽¹⁾	0,032 ⁽¹⁾
preço no racionamento: $p(x_j^* - x_j^0)$	3,61 ⁽²⁾	3,53 ⁽²⁾	3,58 ⁽²⁾
preço de demanda: $p(x_j^*)$	0,82 ⁽²⁾	2,33 ⁽²⁾	1,33 ⁽²⁾
custo de racionamento: $C(x_j^0)$	1,08 ⁽²⁾	2,45 ⁽²⁾	1,55 ⁽²⁾

Fonte: autora desta dissertação (2011)

⁽¹⁾m³/s; ⁽²⁾R\$/m³

A partir dos preços obtidos da água dentro e fora do racionamento, calcula-se o custo de racionamento da água como sendo a média desses preços nos três usos considerados, equivalendo a R\$ 5,08/m³.

Assim sendo, o custo marginal de racionamento pode ser calculado com base na Equação 3 (página 43).

$$CM_g^* = 0,904 \cdot 0,07 + 0,096 \cdot 5,08$$

$$CM_g^* = R\$0,55 / m^3$$

7.3.3 Definição dos Preços Ótimos

A determinação dos preços ótimos foi realizada através da solução do sistema de Equações 5 e 6 (página 44). Substituindo os valores dos parâmetros na Equação 6, encontramos um sistema de três equações, uma para cada modalidade de uso da água subterrânea na área de estudo (humano, industrial e outros usos), onde os preços ficam em função da constante de proporcionalidade (α) e logo depois substituídos na Equação 6.

Dessa forma, temos:

$$\frac{289,7 \cdot 10^4}{0,36 - \alpha} + \frac{64,9 \cdot 10^4}{1,05 - \alpha} + \frac{27,1 \cdot 10^4}{0,37 - \alpha} - 89,4 \cdot 10^4 = 0$$

Para o abastecimento humano:

$$289,7 \cdot 10^4 (1,05 - \alpha)(0,37 - \alpha) = 1126 \cdot 10^4 - 411,5 \cdot 10^4 \alpha + 289,7 \cdot 10^4 \alpha^2$$

Para o abastecimento industrial:

$$64,9 \cdot 10^4 (0,36 - \alpha)(0,37 - \alpha) = 8,6 \cdot 10^4 - 47,4 \cdot 10^4 \alpha + 64,9 \cdot 10^4 \alpha^2$$

Para o abastecimento outros usos:

$$2,1 \cdot 10^4 (0,36 - \alpha)(1,05 - \alpha) = 10,2 \cdot 10^4 - 38,2 \cdot 10^4 \alpha + 27,1 \cdot 10^4 \alpha^2$$

Para custos:

$$12,5 \cdot 10^4 - 80,4 \cdot 10^4 \alpha + 159,1 \cdot 10^4 \alpha^2 - 89,4 \cdot 10^4 \alpha^3$$

Logo:

$$118,9 \cdot 10^4 - 416,7 \cdot 10^4 \alpha + 222,7 \cdot 10^4 \alpha^2 + 89,4 \cdot 10^4 \alpha^3 = 0$$

Através da resolução dessa equação, foram encontradas as raízes α_1 , α_2 e α_3 :

$$\alpha_1 = 0,94698864171$$

$$\alpha_2 = -3,80876674251$$

$$\alpha_3 = 0,36914379589$$

Conforme Carrera-Fernandez & Garrido (2002e) deve ser usada a menor das três raízes, onde o valor adotado para substituição nas equações de preço ótimo para cada uso é $\alpha = -3,80876674251$.

Dessa forma os valores encontrados para o preço ótimo para modalidade de uso estão apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 – Preço ótimo pelo uso da água na bacia do Riacho Reginaldo

Usos	Preço ótimo (R\$/m ³)
Humano	0,0525
Industrial	0,1319
Outros usos	0,0676

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.4 Estimativa do Valor Econômico do Uso da Água pelo Método *Ad Hoc*

A demanda total foi obtida a partir do cadastro dos usuários de água subterrânea e a oferta foi calculada através dos resultados de ensaios de bombeamento existentes na SEMARH, bem como o orçamento total para a gestão do aquífero. Dessa forma temos:

I- Demanda total em termos de vazão:

$$Q_d = 2.801,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

II- Oferta em termos de vazão:

$$Q_s = 10.937,64 \text{ m}^3/\text{h}$$

III- Como $Q_s > Q_d$, deve-se precificar o uso da água do aquífero para o conjunto dos usuários que dele vai se servir.

IV- Orçamento total:

$$OT = \text{Custos} + \text{Investimentos}$$

$$OT = \text{R}\$146.963,86/\text{ano}$$

V- Preço médio:

$$p_{\text{méd}} = \frac{OT}{Q_s}$$

$$p_{\text{méd}} = \text{R}\$0,005/\text{m}^3$$

7.5 Determinação dos Coeficientes de Ponderação

Natureza do Corpo D'água (K_{nat})

Na bacia do riacho Reginaldo, conforme os dados de outorga, não foram identificadas captações de água superficial no próprio riacho, entretanto há fornecimento de água superficial nessa área, através da CASAL proveniente de outros mananciais superficiais. Dessa forma, como não foi possível saber a quantidade de água superficial que atende a bacia, optou-se por utilizar os dados de outorga para a cidade de Maceió para obtenção desse índice.

As captações superficiais totalizaram um valor de 7,40 m³/s e as captações subterrâneas um total de 3,94 m³/s. A razão das captações de água subterrânea pela demanda total e a razão das captações superficiais pela demanda total resultaram no seguinte:

$$\text{Índice subterrâneo} = \text{captação subterrânea total/demanda total} = \frac{3,94}{11,34} = 0,4$$

$$\text{Índice superficial} = \text{captação superficial total/demanda total} = \frac{7,40}{11,34} = 0,6$$

Considerando a necessidade de coibir ou incentivar a captação em mananciais superficiais ou subterrâneos, conforme estejam ou não comprometidos, tomou-se o valor inicial = 1,0, sendo acrescentados a esse valor os índices (superficial e subterrâneo) obtidos.

Assim, para a água superficial, foi adotado o valor de 1,6 e para a água subterrânea, o valor adotado foi de 1,4.

Classe de Uso (K_{classe})

O cálculo do índice de classe de uso foi realizado para o Valor de Referência de Qualidade do sistema aquífero para o parâmetro nitrato, obtido através dos poços de monitoramento do projeto Asub da área em estudo:

$$V_{\text{percentual}} = (16,18 - 1,53)/16,18 = 0,9$$

Para o cálculo desse coeficiente foi adotado o valor inicial 1,0, sendo acrescentado/diminuído a esse valor o percentual obtido:

- i) Classe 1: $K_{classe} = 1,0 + V_{\text{percentual}} = 1,0 + 0,9 = 1,9$
- ii) Classe 2: $K_{classe} = 1,0$
- iii) Classe 3: $K_{classe} = 1,0 - V_{\text{percentual}} = 1,0 - 0,9 = 0,1$

Disponibilidade Hídrica (K_{disp})

Para a região em estudo foi verificado se o manancial que vem sendo, no momento, utilizado, encontra-se ou não comprometido em termos de disponibilidade. Dessa forma, foram analisados os seguintes cenários:

Cenário 1: não pode haver retirada das fontes superficiais, mas pode retirar das subterrâneas.

$$\text{Condição: } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sup}} \leq Q_{\text{captada}}^{\text{sup}} \text{ e } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sub}} > Q_{\text{captada}}^{\text{sub}}$$

Cenário 2: não pode haver retirada das fontes subterrâneas, mas pode captar das superficiais.

$$\text{Condição: } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sup}} > Q_{\text{captada}}^{\text{sup}} \text{ e } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sub}} \leq Q_{\text{captada}}^{\text{sub}}$$

Cenário 3: não pode haver retirada das fontes superficiais e subterrâneas.

$$\text{Condição: } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sup}} \leq Q_{\text{captada}}^{\text{sup}} \text{ e } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sub}} \leq Q_{\text{captada}}^{\text{sub}}$$

Cenário 4: ainda pode haver captação das fontes superficiais e subterrâneas.

$$\text{Condição: } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sup}} > Q_{\text{captada}}^{\text{sup}} \text{ e } Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sub}} > Q_{\text{captada}}^{\text{sub}}$$

Onde:

$Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sup}}$ = vazão de referência para água superficial (Q_{90})

$Q_{\text{captada}}^{\text{sup}}$ = vazão outorgada superficial

$Q_{\text{oututilizada}}^{\text{sub}}$ = vazão de referência para água subterrânea (vazão potencial dos aquíferos)

$Q_{\text{captada}}^{\text{sub}}$ = vazão outorgada subterrânea

Para análise dos cenários descritos, da mesma forma que o coeficiente de natureza do corpo d'água, foram utilizados os dados da cidade de Maceió para outorgas superficiais e subterrâneas, bem como a vazão de referência dos respectivos mananciais que abastecem essa área (Tabela 35). A disponibilidade hídrica foi calculada pela Equação 18 (página 84).

Tabela 35 – Dados dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais

Manancial	Demanda total (m ³ /ano)	Vazão de referência (m ³ /ano)	Disponibilidade hídrica
Subterrâneo	124,3 x10 ⁶	80,1x10 ⁶	1,55
Superficial	233,3x10 ⁶	55,5x10 ⁶	4,20

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Como:

$Q_{\text{utilizada}}^{\text{sup}} = 55,5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} < Q_{\text{captada}}^{\text{sup}} = 233,3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, não pode haver novas retiradas de água superficial para o manancial em estudo.

$Q_{\text{utilizada}}^{\text{sub}} = 80,1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano} < Q_{\text{captada}}^{\text{sub}} = 124,3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$, não pode haver novas retiradas de água subterrânea para a área em estudo.

O coeficiente de disponibilidade, K_{disp} (Tabela 36) foi calculado considerando o valor inicial igual a 1,0, sendo acrescentados a esse valor os pesos de cada intervalo (Equação 24), esses pesos foram calculados através da relação entre a disponibilidade virtual da área em estudo e o índice de disponibilidade, onde esse índice foi definido pela Equação 25, sendo o percentual de disponibilidade, o valor médio dos intervalos de cada classe de disponibilidade.

$$K_{\text{disp}} = 1 + \text{pesos} \quad (24)$$

$$\text{Índice de disponibilidade} = (1 - \text{percentual de disponibilidade}) * \text{disponibilidade virtual} \quad (25)$$

A Disponibilidade Virtual corresponde à vazão anual que pode ser extraída do aquífero ou do sistema aquífero, sem que se produza um efeito indesejável de qualquer ordem. Na área em estudo a disponibilidade virtual é de $54,4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$. Dessa forma, o índice de disponibilidade foi calculado através da Equação 25:

$$\text{i) } (DHL < 0,25) = (1 - 0,25) * 54,4 \times 10^6 = 40,80 \times 10^6$$

$$\text{ii) } (0,25 < DHL < 0,4) = (1 - 0,325) * 54,4 \times 10^6 = 36,72 \times 10^6$$

$$\text{iii) } (0,4 < DHL < 0,5) = (1 - 0,45) * 54,4 \times 10^6 = 29,92 \times 10^6$$

$$\text{iv) } (0,5 < DHL < 0,8) = (1 - 0,65) * 54,4 \times 10^6 = 19,04 \times 10^6$$

$$\text{v) } (DHL > 0,8) = (1 - 0,8) * 54,4 \times 10^6 = 10,88 \times 10^6$$

Então, a relação entre o índice de disponibilidade de cada classe e a disponibilidade virtual da área em estudo, é definida a seguir:

$$i) (DHL < 0,25) = (54,40 \times 10^6 - 40,80 \times 10^6) / 54,40 \times 10^6 = 0,25$$

$$ii) (0,25 < DHL < 0,4) = (54,40 \times 10^6 - 36,72 \times 10^6) / 54,40 \times 10^6 = 0,33$$

$$iii) (0,4 < DHL < 0,5) = (54,40 \times 10^6 - 29,92 \times 10^6) / 54,40 \times 10^6 = 0,45$$

$$iv) (0,5 < DHL < 0,8) = (54,40 \times 10^6 - 19,04 \times 10^6) / 54,40 \times 10^6 = 0,65$$

$$v) (DHL > 0,8) = (54,40 \times 10^6 - 10,88 \times 10^6) / 54,40 \times 10^6 = 0,80$$

Tabela 36 – Coeficiente de disponibilidade hídrica

Índice de disponibilidade hídrica local	K_{disp}
muito alta (<0,25)	1,2
alta (entre 0,25 e 0,4)	1,3
média (entre 0,4 e 0,5)	1,4
crítica (entre 0,5 e 0,8)	1,6
muito crítica (acima de 0,8)	1,8

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Como o índice de disponibilidade hídrica da área de estudo é da ordem de 0,41, o valor adotado para o coeficiente de disponibilidade foi de 1,4, ou seja, categoria de disponibilidade média.

Finalidade de Uso (K_{uso})

São três as finalidades de uso da água para a bacia em estudo: humano, indústria e comércio. No entanto, têm-se diferentes tipos de indústrias e comércios, que utilizam água de acordo com as suas atividades desenvolvidas. Dessa forma, foi realizada uma separação por ramo de atividade.

Incentivando a população a utilizar a rede de abastecimento público o valor do sistema público adotado foi igual a 1, sendo acrescidos a esse valor os índices obtidos de cada categoria. Os índices foram obtidos através dos dados de vazão, onde foi dividido o valor da vazão de cada atividade pelo valor total da vazão da parte industrial e comercial (Tabela 37).

Tabela 37 – Ramos de atividades da bacia do Riacho do Reginaldo

Usos	Tipo das indústrias e comércios	Vazão (m ³ /s)	K _{uso}
Ind.	Alimentícia	0,019316	1,80
	Água mineral	0,004884	1,20
Comércios	Supermercado	0,008611	1,30
	Lavagem de Veículos	0,003377	1,12
	Água mineral	0,005070	1,18
	Concessionária	0,008088	1,28
	Transporte urbano	0,001389	1,05
	Vidros	0,000556	1,02
	Limpeza urbana	0,001528	1,05

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Sazonalidade (K_{saz})

Com base nos dados da normal climatológica do período de 1974-2004 para a precipitação no município de Maceió, calculou-se a média mensal para o período chuvoso e seco. Para os cinco meses chuvosos a média anual foi de 1.157,80 mm e para os sete meses do período seco a média anual de 525,70 mm. Dessa forma, o percentual do período chuvoso corresponde à 68,77% e para o período seco 31,22%. A razão do período chuvoso pelo seco e vice-versa resulta nos seguintes resultados.

$$\text{Chuvoso} = \frac{\text{precipitação}_{\text{período seco}}}{\text{precipitação}_{\text{período chuvoso}}}$$

$$\text{Chuvoso} = 31,22\% / 68,77\% = 0,45$$

$$\text{Seco} = \frac{\text{precipitação}_{\text{período chuvoso}}}{\text{precipitação}_{\text{período seco}}}$$

$$\text{Seco} = 68,77\% / 31,22\% = 2,20$$

Característica do Aquífero (K_{aq})

Diante da falta de informações a respeito da área em que o aquífero é livre ou confinado para área em estudo, utilizou-se o índice do grau de confinamento do aquífero do método GOD proposta por Foster *et al.* (2002). Esse método se baseia na correspondência de índices entre 0 e 1 a três variáveis que são as que denominam esse modelo: G – Grau de confinamento do aquífero, o qual pode classificar em confinado, semiconfinado ou livre (Tabela 38); O – litologia da cobertura e D – profundidade do lençol d'água ou teto do aquífero.

Para o cálculo do K_{aq} foi considerado o valor inicial igual a 2,0, sendo diminuídos desse valor os índices de cada grau de confinamento do aquífero (Equação 26).

$$K_{aq} = 2,0 - \text{índice} \quad (26)$$

Tabela 38 – Coeficiente característica do aquífero

Grau de confinamento	Índice	K_{aq}
Surgente	0	$2,0-0=2,0$
Confinado	0,2	$2,0-0,2=1,8$
Semiconfinado	0,4	$2,0-0,4=1,6$
Não confinado coberto	0,6	$2,0-0,6=1,4$
Não confinado	1,0	$2,0-1,0=1,0$

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Localização do Usuário (K_{loc})

O coeficiente de localização, K_{loc} foi calculado pela Equação 27, nessa equação foi adotado o valor inicial igual a 1,0 sendo acrescidos a esse valor os pesos obtidos de cada intervalo. Esses pesos foram definidos através do valor médio dos intervalos de cada faixa de valores do índice de vulnerabilidade natural do aquífero do método GOD (Tabela 39). Esse método se baseia na correspondência de índices entre 0 e 1 a três variáveis que são as que denominam esse modelo: G – Grau de confinamento do aquífero, o qual pode classificar em confinado, semiconfinado ou livre; O – litologia da cobertura e D – profundidade do lençol d'água ou teto do aquífero.

O índice final integrado da avaliação de vulnerabilidade a contaminação de aquíferos “GOD” é o produto dos valores obtidos para cada um dos parâmetros, variando de 0,0 (desprezível) até 1,0 (extrema).

$$K_{loc} = 1,0 + \text{pesos} \quad (27)$$

Tabela 39 – Coeficiente localização do usuário

	Classe	Intervalo	K_{loc}
Fora da zona desfavorável	Desprezível	0 – 0,1	1,0
	Baixa	0,1 – 0,3	1,2
Dentro da zona desfavorável	Moderada	0,3 – 0,5	1,4
	Alta	0,5 – 0,7	1,6
	Extrema	0,7 – 1,0	1,9

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6 Simulações dos Valores Propostos

A simulação foi realizada a partir da Equação 19 (página 85), definida anteriormente, bem como das demandas de cada setor usuário e dos valores dos coeficientes de natureza do corpo hídrico, classe de uso, sazonalidade, disponibilidade hídrica e característica do aquífero, sendo considerado o aquífero confinado. Para tanto, foram definidos os PPU's anuais a partir dos métodos da avaliação contingente, tudo ou nada, preço ótimo e *ad hoc*, e depois o total arrecadado por cada modalidade de uso em cada simulação. Foi realizada ainda simulações para os modelos econômicos sem considerar os coeficientes de ponderação.

7.6.1 Simulação 1: Preço Obtido através da Aplicação do Método da Avaliação Contingente

A simulação 1 é baseada no Método da Avaliação Contingente, onde o preço foi obtido a partir da aplicação dos questionários, em que a população indicou o valor que ela atribui ou está disposta a pagar pelo uso da água. Nas Tabelas 40 e 41 são apresentados o total que pode vir a ser arrecadado por esse método.

Tabela 40 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da avaliação contingente, sem utilizar os coeficientes de ponderação

Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,72	5.366.317,13
Arrecadação total			5.366.317,13

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 41 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da avaliação contingente, considerando os coeficientes de ponderação

(continua)

Aquífero confinado								
Período Seco								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K _{nat}	K _{classe}	K _{saz}	K _{disp}	K _{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,72	1,1	1	2,2	1,8	1,8	42.076.219,37

Tabela 42 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da avaliação contingente, considerando os coeficientes de ponderação

(conclusão)

Período Chuvoso								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K _{nat}	K _{classe}	K _{saz}	K _{disp}	K _{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,72	1,1	1	0,45	1,8	1,8	8.606.499,42
Arrecadação total								50.682.718,79

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6.2 Simulação 2: Preço Obtido através da Aplicação do Método da Demanda Tudo ou Nada

A simulação 2 é baseada no Método da Demanda Tudo ou Nada, onde o preço é obtido a partir de uma situação hipotética na qual se interrompe o abastecimento de água, e a população busca uma solução alternativa ao menor custo possível. As Tabelas 43 e 44 apresentam o resultado da arrecadação total simulada por esse método.

Tabela 43 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da demanda tudo ou nada, sem utilizar os coeficientes de ponderação

Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	1,65	12.297.810,10
Abastecimento Industrial	254390,40	4,81	1.223.617,82
Outros Usos	472945,39	2,80	1.324.247,10
Total arrecadado			14.845.675,02

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 44 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da demanda tudo ou nada, considerando os coeficientes de ponderação

(continua)

Aquífero confinado								
Período Seco								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K _{nat}	K _{classe}	K _{saz}	K _{disp}	K _{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	1,65	1,1	1	2,2	1,8	1,8	96.424.669,40
Abastecimento Industrial	254390,40	4,81	1,1	1	2,2	1,8	1,8	9.594.142,63
Outros Usos	472945,39	2,80	1,1	1	2,2	1,8	1,8	10.383.156,64
Total arrecadado								116.401.968,68

Tabela 45 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método da demanda tudo ou nada, considerando os coeficientes de ponderação

(conclusão)

Período Chuvoso								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K _{nat}	K _{classe}	K _{saz}	K _{disp}	K _{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	1,65	1,1	1	0,45	1,8	1,8	19.723.227,83
Abastecimento Industrial	254390,40	4,81	1,1	1	0,45	1,8	1,8	1.962.438,27
Outros Usos	472945,39	2,80	1,1	1	0,45	1,8	1,8	2.123.827,50
Total arrecadado								23.809.493,59
Arrecadação total								140.211.462,27

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6.3 Simulação 3: Preço Obtido através da Aplicação do Método do Preço Ótimo

A simulação 3 é baseada no método do preço ótimo, onde o preço é obtido a partir do custo marginal de gerenciamento dos recursos hídricos e da elasticidade-preço da demanda por água nas várias modalidades de uso. As Tabelas 46 e 47 apresentam o total arrecadado por esse método.

Tabela 46 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método do preço ótimo, sem utilizar os coeficientes de ponderação

Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,0525	391.293,96
Abastecimento Industrial	254390,40	0,1319	33.554,09
Outros Usos	472945,39	0,0676	31.971,11
Total arrecadado			456.819,16

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 47 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método do preço ótimo, considerando os coeficientes de ponderação

(continua)

Aquífero confinado								
Período Seco								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K _{nat}	K _{classe}	K _{saz}	K _{disp}	K _{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,0525	1,1	1	2,2	1,8	1,8	5.522.503,79
Abastecimento Industrial	254390,40	0,1319	1,1	1	2,2	1,8	1,8	473.563,69
Outros Usos	472945,39	0,0676	1,1	1	2,2	1,8	1,8	451.222,32
Total arrecadado								6.447.289,80

Tabela 48 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método do preço ótimo, considerando os coeficientes de ponderação

(conclusão)								
Período Chuvoso								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,0525	1,1	1	0,45	1,8	1,8	488.557,25
Abastecimento Industrial	254390,40	0,1319	1,1	1	0,45	1,8	1,8	53.814,06
Outros Usos	472945,39	0,0676	1,1	1	0,45	1,8	1,8	51.275,26
Total arrecadado								732.646,57
Arrecadação total								7.179.936,37

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6.4 Simulação 4: Preço Obtido através da Aplicação do Método *Ad Hoc*

A simulação 4 é baseada no método *ad hoc*, onde o preço é obtido a partir da demanda total em termos de vazão e do orçamento total para a gestão do uso do aquífero. A Tabela 49 apresenta o valor da arrecadação por esse método.

Tabela 49 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método *ad hoc* 1

Aquífero confinado								
Período Seco								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,005	1,1	1	2,2	1,8	1,8	292.195,97
Abastecimento Industrial	254390,40	0,005	1,1	1	2,2	1,8	1,8	9.973,12
Outros Usos	472945,39	0,005	1,1	1	2,2	1,8	1,8	18.541,35
Total arrecadado								320.710,44
Período Chuvoso								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,005	1,1	1	0,45	1,8	1,8	59.767,36
Abastecimento Industrial	254390,40	0,005	1,1	1	0,45	1,8	1,8	2.039,96
Outros Usos	472945,39	0,005	1,1	1	0,45	1,8	1,8	3.792,55
Total arrecadado								65.599,86
Arrecadação total								386.310,30

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6.5 Simulação 5: Valores Totais dos Investimentos – Preços Iguais

A simulação 5 foi realizada para o cenário de investimentos com amortização em 15 anos. A definição do preço se realizou totalizando a multiplicação dos

volumes anuais para cada setor e dos coeficientes de ponderação das variáveis definidas.

Aplicando o valor total da multiplicação dos volumes anuais pelos coeficientes de ponderação na Equação 19 (página 85), determina-se o preço anual em função do investimento no mesmo intervalo de tempo (ano) para a Simulação 5 (R\$ 853.999,00). O Preço Público Unitário anual para essa simulação foi de R\$/m³ 0,01. A Tabela 50 apresenta a arrecadação por setores usuários.

Tabela 50 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método *ad hoc* 2, considerando os coeficientes de ponderação

Aquífero confinado									
Período Seco									
Tipo de uso	Vcap (m³/ano)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Total (m³/ano)	PPU (R\$/m³)	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	1,1	1	2,2	1,8	1,8	45.452.706,11	0,01	584.391,94
Abastecimento Industrial	254390,40	1,1	1	2,2	1,8	1,8	1.551.374,42	0,01	19.946,24
Outros Usos	472945,39	1,1	1	2,2	1,8	1,8	2.884.210,18	0,01	37.082,70
Total arrecadado									641.420,88
Período Chuvoso									
Tipo de uso	Vcap (m³/ano)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Total (m³/ano)	PPU (R\$/m³)	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	1,1	1	0,45	1,8	1,8	9.297.144,43	0,01	119.534,71
Abastecimento Industrial	254390,40	1,1	1	0,45	1,8	1,8	317.326,58	0,01	4.079,91
Outros Usos	472945,39	1,1	1	0,45	1,8	1,8	589.952,08	0,01	7.585,10
Total arrecadado									131.199,73
Arrecadação total									772.620,61

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6.6 Simulação 6: Valores Totais dos Investimentos – Preços Diferenciados

A simulação 6 também determinou o preço utilizando os valores de investimentos, onde os preços foram diferenciados por modalidade de uso, obtendo-se os seguintes valores: abastecimento humano R\$/m³ 0,01; abastecimento industrial R\$/m³ 0,36 e outros usos R\$/m³ 0,19. A Tabela 51 apresenta a arrecadação por modalidade de uso.

Tabela 51 – Total arrecadado (R\$/ano) pelo método *ad hoc* 3, considerando os coeficientes de ponderação

Aquífero confinado								
Período Seco								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,01	1,1	1	2,2	1,8	1,8	584.391,94
Abastecimento Industrial	254390,40	0,36	1,1	1	2,2	1,8	1,8	718.064,73
Outros Usos	472945,39	0,19	1,1	1	2,2	1,8	1,8	704.571,34
Total arrecadado								2.007.028,01
Período Chuvoso								
Tipo de uso	Vcap (m ³ /ano)	PPU (R\$/m ³)	K_{nat}	K_{classe}	K_{saz}	K_{disp}	K_{aq}	Valor arrecadado (R\$/ano)
Abastecimento Humano	7453218,24	0,01	1,1	1	0,45	1,8	1,8	79.689,81
Abastecimento Industrial	254390,40	0,36	1,1	1	0,45	1,8	1,8	97.917,92
Outros Usos	472945,39	0,19	1,1	1	0,45	1,8	1,8	96.077,91
Total arrecadado								273.685,64
Arrecadação total								2.280.713,65

Fonte: autora desta dissertação (2011)

7.6.7 Valores Arrecadados nas Simulações

Após terem sido mostrados os resultados obtidos nas simulações, apresenta-se, por fim, uma tabela resumo contendo as estimativas dos valores arrecadados pela cobrança por tipo de uso, com vistas a identificar qual delas é mais favorável em relação aos objetivos da cobrança.

Tabela 52 - Resumo da arrecadação estimada da cobrança pelo uso da água na Bacia do Riacho Reginaldo (R\$)

Simulação/ Método	Humano PPU (R\$/ano)	Industrial PPU (R\$/ano)	Outros usos PPU (R\$/ano)	Arrecadação (R\$/ano)
1/MAC	50.682.718,79	-	-	50.682.718,79
2/Tudo ou nada	116.147.897,23	11.556.580,90	12.506.984,14	140.211.462,27
3/P. Ótimo	6.011.061,04	527.377,75	502.497,58	7.040.936,37
4/Ad hoc 1	351.963,33	12.013,08	22.333,90	386.310,31
5/Ad hoc 2	703.926,65	24.026,16	44.667,80	772.620,61
6/Ad hoc 3	664.081,75	815.982,65	800.649,25	2.280.713,65

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Como pode ser verificado na Tabela 52, do ponto de vista financeiro do sistema de cobrança, a Simulação 2 mostra-se como a mais favorável devido à possibilidade de se arrecadar maiores valores com o pagamento pelo uso da água (R\$ 140.211.462,27/ano). No entanto, essa simulação pode ser desfavorável sob o ponto de vista do usuário, que pode apresentar baixa aceitabilidade devido ao alto valor a ser pago. Por conseguinte, para o alcance do objetivo econômico da cobrança, ou seja, incentivar o uso racional da água, faz-se necessário que o preço seja suportável pelos usuários. Verificam-se ainda, que os valores arrecadados nas simulações 1, 2, 3 e 6 seriam capazes de financiar os programas para água subterrânea previstos no PDRH.

Analisando os usuários separadamente, observa-se que o setor responsável pela maior arrecadação é o abastecimento humano, visto que esse é o setor que demanda a maior quantidade de água na bacia (7.453.218,24 m³/ano), sendo esta superior à soma dos outros dois usos (industrial e outros usos). O setor que detém a menor contribuição é o industrial, devido ao fato das maiores demandas industriais da cidade de Maceió não se concentrarem nessa bacia.

7.7 Impactos da Cobrança pelo Uso da Água na Bacia do Riacho Reginaldo

Tendo em vista a impossibilidade de se obter dados referentes aos custos de produção e preços de venda dos usuários industriais e da categoria outros usos na região em estudo, o impacto dessas categorias foi apenas calculado para a estrutura tarifária da Companhia de Abastecimento e encontra-se apresentado no Apêndice 2.

Abastecimento Humano

Os impactos da cobrança pelo uso da água, a partir da aplicação dos modelos arrecadatários e econômicos, foram calculados com base na estrutura tarifária de água adotada pela CASAL, considerando a faixa de consumo e de renda mensal dos usuários.

As Tabelas 53 a 57 apresentam os impactos (em percentuais) tendo como referência a tarifa da CASAL, quando se cobra os preços obtidos anteriormente, por faixa de consumo e categoria de usuários. Os valores foram calculados para a conta

de água, sem considerar a taxa de esgoto, e para a conta total, considerando a conta de água e a taxa de esgoto.

Tomando como exemplo o PPU igual a R\$ 0,0525 por m³ e os domicílios que consomem um volume inferior a 10 m³ por mês, será pago 0,53 centavos de reais a mais sobre a tarifa praticada pela CASAL. Isto significa um acréscimo de 4,37% (tarifa social) e 1,52% (tarifa normal) no valor da tarifa (água+esgoto), estando dentro do limite estabelecido pelo método tudo ou nada (R\$ 1,65/m³) e MAC (R\$ 0,72/m³).

Logo, os valores unitários por retirada aplicáveis a esse setor serão de até R\$ 0,72 por m³ para que atendam os impactos instituídos pelos métodos aplicados para tal finalidade (MAC e tudo ou nada).

Tabela 53 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,72/m³ (MAC)

Tarifa residencial (R\$) segundo faixa de consumo						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Tarifa social									
Até 10 m ³		9,60	30	2,88	12,48	7,20	19,20	75,00	60,00
Tarifa normal									
0 a 10 m ³	19,20	19,20	80	15,36	34,56	7,20	19,20	37,50	20,83
11 m ³	3,66	22,86	80	18,29	41,15	7,92	21,12	34,65	19,25
12 m ³	7,32	26,52	80	21,22	47,74	8,64	23,04	32,58	18,10
13 m ³	10,98	30,18	80	24,14	54,32	9,36	24,96	31,01	17,23
14 m ³	14,64	33,84	80	27,07	60,91	10,08	26,88	29,79	16,55
15 m ³	18,30	37,50	80	30,00	67,50	10,80	28,80	28,80	16,00

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 54 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 1,65/m³ (Demanda Tudo ou Nada)

Tarifa residencial (R\$) segundo faixa de consumo						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Tarifa social									
Até 10 m ³		9,6	30	2,88	12,48	16,5	28,98	171,88	132,21
Tarifa normal									
0 a 10 m ³	19,2	19,2	80	15,36	34,56	16,5	51,06	85,94	47,74
11 m ³	3,66	22,86	80	18,29	41,15	18,15	59,30	79,40	44,11
12 m ³	7,32	26,52	80	21,22	47,74	19,8	67,54	74,66	41,48
13 m ³	10,98	30,18	80	24,14	54,32	21,45	75,77	71,07	39,49
14 m ³	14,64	33,84	80	27,07	60,91	23,1	84,01	68,26	37,92
15 m ³	18,3	37,5	80	30,00	67,50	24,75	92,25	66,00	36,67

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 55 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,0525/m³ (Preço ótimo)

Tarifa residencial (R\$) segundo faixa de consumo						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Tarifa social									
Até 10 m ³		9,6	30	2,88	12,48	0,525	13,01	5,47	4,21
Tarifa normal									
0 a 10 m ³	19,2	19,2	80	15,36	34,56	0,525	35,09	2,73	1,52
11 m ³	3,66	22,86	80	18,29	41,15	0,5775	41,73	2,53	1,40
12 m ³	7,32	26,52	80	21,22	47,74	0,63	48,37	2,38	1,32
13 m ³	10,98	30,18	80	24,14	54,32	0,6825	55,01	2,26	1,26
14 m ³	14,64	33,84	80	27,07	60,91	0,735	61,65	2,17	1,21
15 m ³	18,3	37,5	80	30,00	67,50	0,7875	68,29	2,10	1,17

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 56 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,005/m³ (Ad hoc 1)

Tarifa residencial (R\$) segundo faixa de consumo						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Tarifa social									
Até 10 m ³		9,6	30	2,88	12,48	0,05	12,53	0,52	0,40
Tarifa normal									
0 a 10 m ³	19,2	19,2	80	15,36	34,56	0,05	34,61	0,26	0,14
11 m ³	3,66	22,86	80	18,29	41,15	0,055	41,20	0,24	0,13
12 m ³	7,32	26,52	80	21,22	47,74	0,06	47,80	0,23	0,13
13 m ³	10,98	30,18	80	24,14	54,32	0,065	54,39	0,22	0,12
14 m ³	14,64	33,84	80	27,07	60,91	0,07	60,98	0,21	0,12
15 m ³	18,3	37,5	80	30,00	67,50	0,075	67,58	0,20	0,11

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 57 – Impactos da cobrança na conta de água da CASAL, para PPU = R\$ 0,01/m³ (Ad hoc 2 e Ad hoc 3)

Tarifa residencial (R\$) segundo faixa de consumo						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Tarifa social									
Até 10 m ³		9,6	30	2,88	12,48	0,10	12,58	1,04	0,80
Tarifa normal									
0 a 10 m ³	19,2	19,2	80	15,36	34,56	0,10	34,66	0,52	0,29
11 m ³	3,66	22,86	80	18,29	41,15	0,11	41,26	0,48	0,27
12 m ³	7,32	26,52	80	21,22	47,74	0,12	47,86	0,45	0,25
13 m ³	10,98	30,18	80	24,14	54,32	0,13	54,45	0,43	0,24
14 m ³	14,64	33,84	80	27,07	60,91	0,14	61,05	0,41	0,23
15 m ³	18,3	37,5	80	30,00	67,50	0,15	67,65	0,40	0,22

Fonte: autora desta dissertação (2011)

O impacto na renda dos usuários do abastecimento humano foi calculado por faixas salariais de 1 a 50 salários mínimos tomando como base o consumo de 150 litros/hab.dia (4,5 m³/hab.mês). Os resultados estão apresentados nas Tabelas 58 e 59 de acordo com os preços utilizados nas simulações.

Tabela 58 – Impacto da cobrança na renda mensal dos domicílios com preços de R\$ 1,65 e 0,0525 por m³

Valor da cobrança (R\$/m ³)		Impacto na renda mensal segundo o valor da cobrança e a quantidade de pessoas por domicílio (%)					
		1,65			0,0525		
Pessoas por domicílio		2	4	6	2	4	6
Faixas salariais	Até 01 sal. mín.	2,7248	5,4495	8,1743	0,0867	0,1734	0,2601
	Até 02 sal. mín.	1,3624	2,7248	4,0872	0,0433	0,0867	0,1300
	Até 03 sal. mín.	0,9083	1,8165	2,7248	0,0289	0,0578	0,0867
	Até 04 sal. mín.	0,6812	1,3624	2,0436	0,0217	0,0433	0,0650
	Até 05 sal. mín.	0,5450	1,0899	1,6349	0,0173	0,0347	0,0520
	Até 10 sal. mín.	0,2725	0,5450	0,8174	0,0087	0,0173	0,0260
	Até 20 sal. mín.	0,1362	0,2725	0,4087	0,0043	0,0087	0,0130
	Até 30 sal. mín.	0,0908	0,1817	0,2725	0,0029	0,0058	0,0087
	Até 50 sal. mín.	0,0545	0,1090	0,1635	0,0017	0,0035	0,0052

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 59 – Impacto da cobrança na renda mensal dos domicílios com preços de R\$ 0,005 e 0,01 por m³

Valor da cobrança (R\$/m ³)		Impacto na renda mensal segundo o valor da cobrança e a quantidade de pessoas por domicílio (%)					
		0,005			0,01		
Pessoas por domicílio		2	4	6	2	4	6
Faixas salariais	Até 01 sal. mín.	0,0083	0,0165	0,0248	0,0165	0,0330	0,0495
	Até 02 sal. mín.	0,0041	0,0083	0,0124	0,0041	0,0165	0,0248
	Até 03 sal. mín.	0,0028	0,0055	0,0083	0,0028	0,0110	0,0165
	Até 04 sal. mín.	0,0021	0,0041	0,0062	0,0021	0,0083	0,0124
	Até 05 sal. mín.	0,0017	0,0033	0,0050	0,0017	0,0066	0,0099
	Até 10 sal. mín.	0,0008	0,0017	0,0025	0,0008	0,0033	0,0050
	Até 20 sal. mín.	0,0004	0,0008	0,0012	0,0004	0,0017	0,0025
	Até 30 sal. mín.	0,0003	0,0006	0,0008	0,0003	0,0011	0,0017
	Até 50 sal. mín.	0,0002	0,0003	0,0005	0,0002	0,0007	0,0010

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Os resultados indicam que o impacto da cobrança pelo uso da água decresce de acordo com o aumento da quantidade de salários mínimos e de um menor número de pessoas por domicílios. Por exemplo, para um domicílio com quatro pessoas, cujo chefe de família recebe até 1 salário mínimo por mês, o impacto é de 0,03%, tomando como base o valor da cobrança de R\$ 0,01/m³ (Tabela 59), e para domicílios que apresentam renda familiar de até 5 salários mínimos, o impacto seria de 0,006% da renda mensal.

Os impactos que são superiores a 2% encontram-se destacados nas Tabela 58 e Tabela 59, para preços superiores a R\$ 1,00/m³.

7.8 Aceitabilidade da Cobrança na Bacia do Riacho Reginaldo

A aceitabilidade da cobrança pelo uso da água bruta foi avaliada através da aplicação de questionários, adaptado de Souza (2005), à população da bacia do Reginaldo. Os questionários foram aplicados de maneira aleatória e individual a 264 entrevistados.

A população entrevistada foi questionada em relação à aceitação da cobrança pelo uso da água bruta para investir em obras na região para solucionar o problema de abastecimento na localidade, constatou-se que 64,02% da amostra são favoráveis à cobrança (Figura 10). Quando questionados sobre a disposição a pagar por essa cobrança, verificou-se que 62,60% da população entrevistada estava disposta a pagar de acordo com a quantidade gasta de água e 1,40% estava disposta a pagar (mas não sabia quanto).

Dos entrevistados favoráveis à cobrança pelo uso da água, 31,77% eram do sexo masculino e 32,25% do sexo feminino (Figura 11), 35,98% tem a renda familiar entre 2 e 4 salários mínimos (Figura 12) e 21,97% possui ensino médio completo (Tabela 60).

Figura 10 – Disposição a pagar pelo uso da água

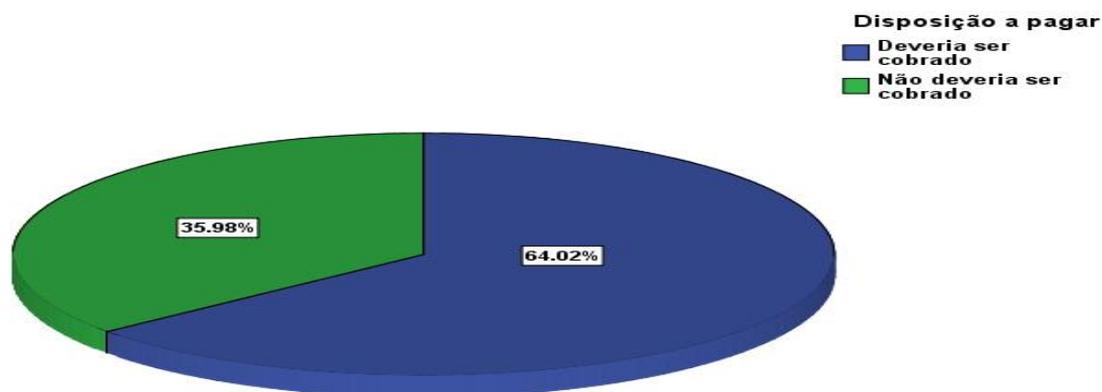
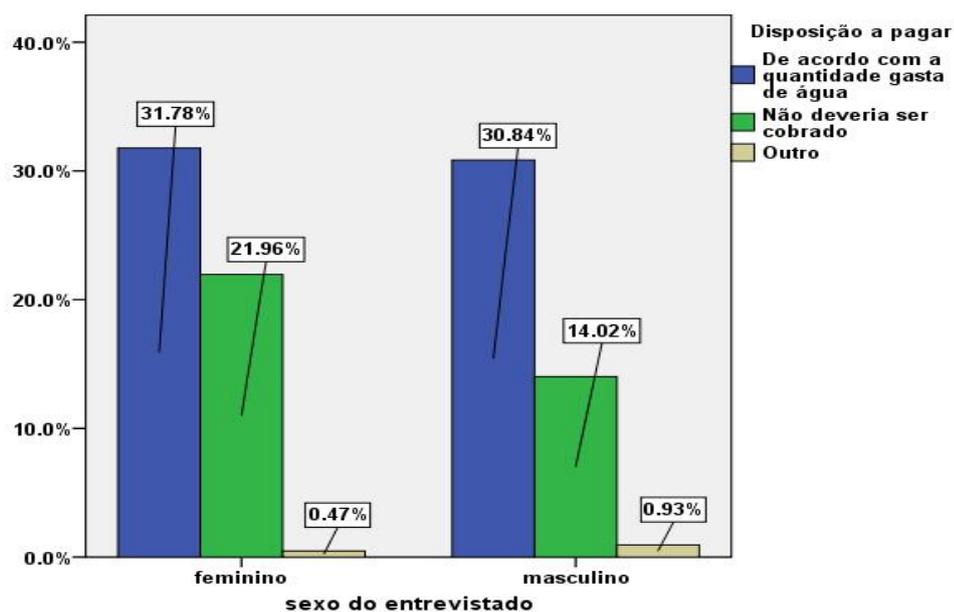
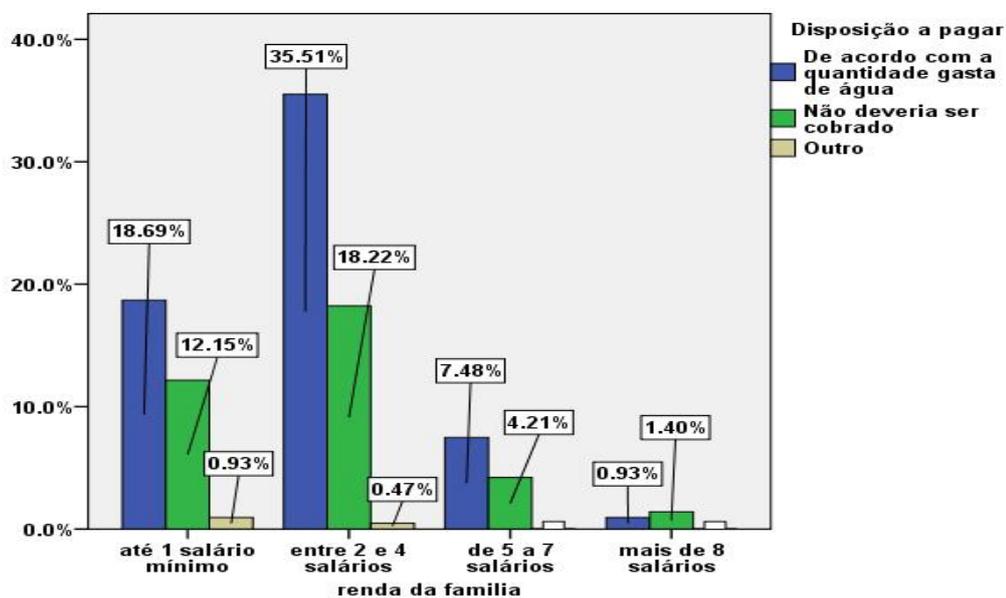


Figura 11 – Disposição a pagar pelo uso da água de acordo com o sexo



Fonte: autora desta dissertação (2011)

Figura 12 – Disposição a pagar pelo uso da água de acordo com a renda



Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tabela 60 – Disposição a pagar pelo uso da água de acordo com a escolaridade

Escolaridade	Disposição a pagar		
	De acordo com a quantidade gasta de água (%)	Não deveria ser cobrado (%)	Outro (%)
Analfabeto	3,74	1,40	
Primário Incompleto	4,67	4,21	
Primário Completo	7,48	6,07	
Fundamental Incompleto	7,01	3,74	0,47
Fundamental Completo	9,81	5,61	
Ensino Médio Incompleto	3,27	0,47	
Ensino Médio Completo	21,50	9,35	0,93
Superior Incompleto	0,47	1,40	
Superior Completo	4,67	3,74	

Fonte: autora desta dissertação (2011)

8 CONCLUSÕES

Na identificação dos usuários de água subterrânea da bacia do riacho Reginaldo, ficou constatado que essa área possui apenas 75 poços outorgados, tendo como maior usuário o setor de abastecimento humano (91,11% do total), seguido pela categoria outros usos (5,78%) e o setor industrial (3,11%), não existindo captações para uso do consumo animal e irrigação.

Com relação aos coeficientes multiplicadores, primeiramente, optou-se por realizar uma otimização para sua quantificação, no entanto, os resultados obtidos não foram satisfatórios, pois apresentaram valores muito altos. Em seguida, foram realizados estudos específicos para o cálculo de cada variável.

No entanto, os valores dos coeficientes (natureza do corpo d'água, classe de uso, disponibilidade hídrica local, sazonalidade, características dos aquíferos, finalidade de uso e localização do usuário) e dos preços obtidos nessa pesquisa podem ou não serem adotados pelos comitês de bacias hidrográficas, visto que a eles cabem a decisão dos valores finais que compõem a formulação de cobrança, bem como propor o destino dos montantes arrecadados.

Percebe-se, também, a necessidade de estudos mais aprofundados para determinação desses coeficientes, visto que, a sua quantificação, do mesmo modo que ocorre com os preços, nem sempre são realizadas segundo estudos técnicos precisos sendo, por vezes, determinadas através de negociações políticas.

A aplicação dos diferentes métodos para definição de preços para a cobrança da água subterrânea na bacia do Riacho Reginaldo, resultou em valores bastante diferenciados, observando-se um valor menor para o uso no abastecimento humano, seguido de perto pela categoria outros usos e muito elevado para o uso industrial.

Dessa forma, buscou-se fazer uma comparação dos vários tipos de preços que foram obtidos, por tipo de uso e metodologia, buscando indicar os valores passíveis de serem adotados na formulação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos subterrâneos.

Visando a obtenção de recursos para o financiamento dos programas para água subterrânea previstos no PDRH foram realizadas sete simulações, onde os preços variaram de acordo com cada método aplicado e as modalidades de uso da água.

As simulações 1 (MAC), 2 (tudo ou nada), 3 (preço ótimo), 5 (*ad hoc* 2) e 6 (*ad hoc* 3) apresentaram valores arrecadados que são capazes de financiar os programas para água subterrânea apresentados nesta dissertação, tornando-se assim a cobrança na bacia do Riacho Reginaldo viável do ponto de vista financeiro. No entanto, essas diferentes simulações só são viáveis se forem respeitados os impactos econômicos de cada setor usuário.

A simulação 2 (método tudo ou nada) apresentou o maior valor arrecadado com o pagamento pelo uso da água, visto que o preço definido no método utilizado nessa simulação foi o maior, R\$/m³ 1,65 para uso humano, R\$/m³ 4,81 para uso industrial e R\$/m³ 2,80 para outros usos.

Observa-se que os preços obtidos pelos preço ótimo e *ad hoc* estão todos dentro da capacidade de pagamento de cada modalidade de uso (industrial e outros usos), tendo por base o preço de reserva (máximo valor suportável pelo usuário) e a disposição a pagar do MAC.

Apenas os valores unitários superiores a R\$ 1,08/m³ (método custo marginal) geraram impactos maiores que o limite estabelecido pelo MAC para o abastecimento humano.

A avaliação da disposição a pagar por água através do método da avaliação contingente necessita de um planejamento adequado, anterior à etapa da pesquisa de campo. O cálculo da amostra, a determinação das variáveis a serem utilizadas, bem como os seus valores, a elaboração do questionário e o treinamento da equipe são algumas das informações necessárias dessa fase.

Observou-se, ainda, que a maioria dos entrevistados (64%) está disposta a pagar para ter água continuamente e de boa qualidade para as utilidades diversas e que quando a população encontra-se satisfeita com os serviços de abastecimento de água, a sua preservação ganha mais importância. Com isso conclui-se que se houvesse um abastecimento contínuo e de qualidade, a população não se utilizaria de fontes alternativas, conseqüentemente conseguiria obter uma melhor utilização dos recursos hídricos e uma possível melhora na qualidade da água.

9 REFERÊNCIAS

AGUIRRE, A.; FARIA, D. M. C. P. Avaliação contingente de investimentos ambientais: um estudo de caso. **Estudo Econômico**, São Paulo, v.26, n.1, p.85-109, jan-abr, 1996.

ANA – Agência Nacional de Águas; MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil, e, Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. (Caderno de Recursos Hídricos 5). Brasília: ANA. 2007a. 124 p. Disponível em <www.ana.gov.br/sprtew/recursos_hidricos.asp>. Acesso em 26 fev. 2011.

ANA – Agência Nacional de Águas; MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Relatório 2009: Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul**. Brasília: ANA. 2010b. 53 p.

ANA – Agência Nacional de Águas; MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Relatório 2009: Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí**. Brasília: ANA. 2010c. 41 p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**. Nota Técnica nº 06/2010/SAG-ANA. Brasília: ANA. 2010a. 48f. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobranca_arrecadacao/BaciaSF_TextoseEstudos.aspx>. Acesso em 02 jul. 2010

ANA – Agência Nacional de Águas. **Subsídios ao CNRH para definição dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica do Rio Doce**. Nota Técnica nº 048/2011/SAG-ANA. Brasília: ANA. 2011b. 24p. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobranca_arrecadacao/BaciaDoce_TextoseEstudos.aspx>. Acesso em 02 dez. 2011.

ARANHA, V. A. O Valor Econômico dos Recursos Hídricos: Teorias e Metodologias. In: _____. **Estudo de condições necessárias para a eficácia da cobrança na gestão dos recursos hídricos**. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica). Universidade de Brasília. Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Distrito Federal, 2006. cap. 3, p. 20-39.

AREND, S. C.; SILVA, J. E. Cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Pardo. **Estudos do CEPE**, Santa Cruz do Sul, n. 25, p. 36-56, 2007.

BARBETTA, P. A.; REIS, M. M.; BORNIA, A. C. **Estatística para Cursos de Engenharia e Informática**. São Paulo: Editora Atlas, 2004. 410 p.

BARROS, J. G. C. As Águas Subterrâneas ou as Águas que Brotam das Pedras. **GTÁGUAS – A revista das águas**, n.6, 2008. Disponível em: <<http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-06/edicoes-da-revista/edicao-06/artigos/as-aguas-subterraneas-ou-as-aguas-que-brotam-das-pedras>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

BAUER, C. J. Bringing Water Markets Down to Earth: the Political Economy of Water Rights in Chile, 1976-95. **World Development**, v.25, n.5, p.639-656, 1997.

BJORNLUND, H., 2008. Monitoring the impacts of water trading - Some methods and results from an Australian water market. In: World Water Congress, XIII., 2008. **Anais...** Montpellier, 2008.

CAMPOS, C. R. P. Experiências internacionais e nacionais na cobrança pelo uso dos recursos hídricos. In: _____. **Aplicação da metodologia neoclássica da demanda “tudo ou nada” como subsídio à cobrança pelo uso dos recursos hídricos**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Pará. Centro Tecnológico, Pará. 2005. cap. 4, p. 42-59.

CARDOSO, F. B. F.; OLIVEIRA, F. R.; NASCIMENTO, F. S.; VARELLA NETO, P. L.; FLORES, P. M., 2008. Poços tubulares construídos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XV., 2008. **Anais...** Natal, 2008.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. A avaliação contingente e a estimativa de funções de demanda por serviços públicos. In: _____. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002a. cap. 18, p. 371-418.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. A cobrança pelo uso da água. In: _____. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002b. cap. 9, p. 147-180.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. Algumas experiências de gestão dos recursos hídricos. In: _____. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002c. cap. 5, p. 77-102.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. Funções de demanda por água. In: _____. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002d. cap. 7, p. 117-131.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. J. Política de preços ótimos em sistemas de bacias. In: _____. **Economia dos Recursos Hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002e. cap. 11, p. 195-215.

CARRERA-FERNANDEZ, J. *et al.* Impactos da cobrança pelo uso da água: uma metodologia de avaliação. **Revista Bahia Análise & Dados**, Salvador, v.13, n. especial, p. 497-513, 2003.

CARRERA-FERNANDEZ, J.; PEREIRA, R. A cobrança pelo uso da água em bacias de domínio da União: o caso da Bacia do Vaza-Barris. In: FÓRUM BANCO DO NORDESTE DE DESENVOLVIMENTO – ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA DA ANPEC, VII., 2004. Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Anais/docs/a-cobranca.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas – Estrutura tarifária da Casal. 2010a. Disponível em: <<http://www.casal.al.gov.br/estrutura-tarifaria/>>. Acesso em: 18 out. 2008.

CASAL – Companhia de Saneamento de Alagoas – **Relatório gerencial** – RG 07/2010. 11p. Maceió: CASAL, 2010b.

CÉSAR, C. S. Outorga e mercado de água: experiências internacionais e nacionais. In: _____. **Análise da institucionalização da cobrança do uso da água para orizicultura na região hidrográfica do litoral do rio grande do sul**. 2007. 188 f. Tese (Doutorado em Agronegócios). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Rio Grande do Sul. 2007. cap. 3, p. 54-93.

CRUZ, E. S.; MELO, D. M., 2003. Estudo da cobrança pelo uso da água: o caso de Campina Grande – PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XV., 2003. **Anais...** Curitiba, 2003.

FARIA, D. M. C. P. **Avaliação Contingente em Projetos de Abastecimento de Água**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento; Secretaria de Política Urbana; Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1995. 122p. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/pub_modernizacao.htm>. Acesso em: 28 fev. 2005.

ANA – Agência Nacional de Águas; MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Relatório 2009: Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. Brasília: ANA. 2010b. 41 p.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Protección de la Calidad del Agua Subterránea**: guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales. Banco Mundial. Washington, D.C.: Mundi-Prensa Libros, S.A, 2002.

KEMPER, K. E.; SIMPSON, L. D. The water market in the northern Colorado water conservancy District - institutional implications. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K. E. (Ed.). **Institutional Frameworks in Successful Water Markets**. Technical Paper N° 427, Washington D.C.: World Bank, 1999. p.21-42.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem 2007**. Acervo bibliográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Maceió: IBGE, 2007a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – Abastecimento de Água. 2008b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/defaulttabpdf_abast_agua.shtm>. Acesso em: 10 nov. 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contagem 2010**. Acervo bibliográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Maceió: IBGE, 2010c.

JARDIM, S. B. Referencial Teórico. In: _____. **A cobrança eficiente pela garantia de disponibilidade e pelo uso da água: proposta de um modelo multicritério de gestão**. 2003. 347 f. Tese (Doutorado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre, 2003. cap. 4, p.68-194.

KEMPER, K. E.; GONÇALVES, J. Y. B.; BEZERRA, F. W. B. Water allocation and trading in the Cariri region - Ceará, Brazil. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K. E. (Ed.). **Institutional Frameworks in Successful Water Markets**. Technical Paper N° 427, Washington D.C.: World Bank, 1999. p.1-9.

KEMPER, K. E.; SIMPSON, L. D. The water market in the northern Colorado water conservancy District - institutional implications. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K. E. (Ed.). **Institutional Frameworks in Successful Water Markets**. Technical Paper N° 427, Washington D.C.: World Bank, 1999. p.21-42.

MEDEIROS, P. C.; RIBEIRO, M. M. R., 2006. Elasticidade-preço da demanda por água na bacia hidrográfica do rio Paraíba. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, VIII., 2006. **Anais...** Gravatá, 2006.

MOTTA, R. S. Manual para valoração econômica de recursos ambientais. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

MÜLLER, I. I. Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos. In: _____. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água para o setor hidrelétrico: avaliação das vazões indisponibilizadas por usinas hidrelétricas em bacias hidrográficas**. 2009. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, 2009. cap. 3, p. 47-97.

NOGUEIRA, J. M.; MEDEIROS, M. A. A.; ARRUDA, F. S. Valoração econômica do Meio Ambiente: Ciência ou Empirismo? **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília. v.17, n.2. p.81-115, 2000. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/cct/v17/cc17n203.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2009.

NUNES JUNIOR, T. T. Cobrança pelo Uso da Água no Brasil. In: _____. **Perspectivas de Efetivação da cobrança pelo uso da água no Brasil com base na investigação da percepção e aceitação social na porção mineira da bacia do rio Paraíba do Sul**. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Geografia, Belo Horizonte, 2007. cap. 3, p. 42-73.

PDRH-Pratagy – **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Pratagy**. Maceió: SEMARHN – Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais e COHIDRO – Consultoria, Estudos e Projetos S/C Ltda, 2005.

PIMENTEL, I. M. C. Bacia do Riacho Reginaldo. In: _____. **Avaliação quali-quantitativa das águas do riacho Reginaldo e seus afluentes**. 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento). Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia, Maceió, 2009. cap. 3, p. 44-47.

LABHID – Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente da COPPE/UFRJ. **Cobrança pelo uso da água bruta: experiências européias e propostas brasileiras**, 2001. In: Projeto PROAGUA – Fortalecimento Institucional, Fase III – Sistema de Gestão da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Rio de Janeiro: MMA/SRH/CEIVAP, 103 p. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/Cobranca_Textos_eEstudos.aspx>. Acesso em: 10 abr. 2011.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Comitê de bacia da região hidrográfica Pratagy. 2011b. Disponível em: <<http://www.semarh.al.gov.br/comitesdebacias/pratagy/>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. L. Instrumentos Regulatórios e Econômicos – Aplicabilidade à Gestão das Águas e à Bacia do Rio Pirapama, PE. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.6, n.4, p.41-70, 2001.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E.; PEREIRA, J. S., 1999. Elasticidade-preço da demanda e a cobrança pelo uso da água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XIII., 1999. **Anais...** Belo Horizonte, 1999.

SANTOS, M. O. R. M. Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos: Principais Experiências. In: _____. **O impacto da cobrança pelo uso da água no comportamento do usuário**. 2002. 241 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia, Rio de Janeiro, 2002. cap. 4, p. 84-127.

SANTOS, R. G., 2006. **Estudo para subsidiar a cobrança pelo uso da água subterrânea na região metropolitana de Maceió**: Sugestões e Recomendações para Implementação da Cobrança Pelo Uso da Água Subterrânea na RMM. Maceió: SEMARH, 2006. 41 p. CD-ROM.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Estudo para subsidiar a cobrança pelo uso da água subterrânea na região metropolitana de Maceió**: relatório final. Maceió: SEMARH, 2006a. 140 p. CD-ROM.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Comitê de bacia da região hidrográfica Pratagy. 2011b. Disponível em: <<http://www.semarh.al.gov.br/comitesdebacias/pratagy/>>. Acesso em: 10 nov. 2011.

SHAH, T. Growing role of groundwater in Indian irrigation in transition: needed: transition from surface to aquifer storage? In: ACWADAM GROUNDWATER CONFERENCE, 2009, Pune. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/indiawaterportal/growing-role-of-groundwater-in-indian-irrigation-in-transition>>. Acesso em: 10 mai. 2011.

SILVA, M. M. A. O.; FREIRE, C. C., 2010. Aplicação da avaliação contingente na bacia do riacho Reginaldo na cidade de Maceió/AL. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, X., 2010. **Anais...** Fortaleza, 2010.

SOARES JÚNIOR, P. R.; CORDEIRO NETTO, O. M.; NOGUEIRA, J. M., 2003. As licenças comercializáveis e os mercados de água: fundamentação teórica e estudos de caso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XV., 2003. **Anais...** Curitiba, 2003.

SOUZA, F. F. Aplicação do método da valoração contingente para efeito da cobrança pelo uso da água. Maceió: UFAL, 2005. (Relatório final de projeto de pesquisa).

SOUZA, J. A. Modelo econômico. In: _____. **Simulação da cobrança de água subterrânea na bacia do rio Paraíba – PB**. 2010. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Paraíba, 2010. cap. 5, p. 68-84.

TAFNER, P.; LOBÃO, W. J.; CARVALHO, M. M.; BORGER, F. G., 2003. Disposição a pagar em projetos de restauração do patrimônio histórico-cultural no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.33, p. 515-539, 2003.

TARRECH, R.; MARIÑO, M.; ZWICKER, G. The Siurana – Riudecanyes Irrigation Subscribers Assosiation and Water Market System. In: MARIÑO, M.; KEMPER, K. E. (Ed.). **Institutional Frameworks in Successful Water Markets**. Technical Paper N° 427, Washington, D.C.: World Bank, 1999. p.11-19.

THOMAS, P. T. Mecanismos de Cobrança Existentes. In: _____. **Proposta de uma metodologia de cobrança pelo uso da água vinculada à escassez**. 2002. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Centro de Tecnologia, Rio de Janeiro, 2002. cap. 3, p. 31-59.

WURBS, R. A. Water rights in Texas. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.121, p.447-454, 1995.

7. Qual o nível de escolaridade (instrução) do (a) chefe de família?
() Analfabeto; () Fundamental Completo;
() Primário Incompleto; () Ensino Médio Incompleto;
() Primário Completo; () Ensino Médio Completo (2º Grau);
() Fundamental Incompleto; () Superior Incompleto;
() Superior Completo.
8. Qual é a renda Familiar?
() Até 1 salário mínimo; () De 5 a 7 salários;
() Entre 2 e 4 salários; () Mais de 8 salários.
9. Quais os serviços disponíveis em seu bairro?
() Água encanada; () Coleta de lixo;
() Esgoto sanitário; () Linha de ônibus;
() Luz; () Posto de saúde;
() Pavimentação da rua; () Equipe do PSF – Programa de Saúde da Família.
10. Onde é despejado o esgoto sanitário de sua residência?
() Rua; () Saneamento;
() Fossa; () Lagoa.
() Rio;

PARTE II:

11. Qual a principal fonte d'água que abastece sua residência?
(0) Carro-pipa
(1) Torneira pública
(2) Água do vizinho
(3) Poço/cisterna
(4) Rede da Casa e poço
(5) Rede da Casa e vizinho
(6) Rede da Casa e outro
(7) Somente rede da Casa
(8) Outro _____
12. Em sua opinião, o abastecimento de água deveria ser uma prioridade?
() Sim; () Não.

22. Quanto é gasto em média, em dinheiro, para se adquirir água suficiente para suprir as necessidades domésticas?

23. Quantos dias a família passa, em média, com a água adquirida?

Até 1 semana;

Até 1 mês;

Entre 8 e 15 dias;

Mais de 1 mês.

24. Qual é a frequência com que o (a) senhor (a) utiliza esta forma de abastecimento?

25. Você pagaria o mesmo preço gasto para se adquirir água, para tê-la todos os dias em seu domicílio?

Sim;

Não.

26. Qual providência deveria ser tomada, em sua opinião, para que o abastecimento d'água fosse satisfatório?

Mais investimento para construção da canalização;

Manutenção da tubulação;

Troca da rede de abastecimento;

Construção de Reservatório (poço).

27. Quais seriam os benefícios imediatos se houvesse um fornecimento de água adequado no bairro?

Não gastaria tempo para adquirir água; Não utilizaria mais o carro pipa;

Não pagaria mais as antigas taxas para adquirir água.

28. Gostaria de ter um poço em sua casa?

Sim;

Não.

PARTE III:

29. Qual a sua opinião em relação à construção de um reservatório para solucionar o problema de abastecimento no bairro? (*)

A favor;

Contra.

* Em caso de resposta positiva na questão 29, responder as questões de 30 a 32:

30. Quanto você estaria disposto a pagar para ter o reservatório construído e/ou manter água de boa qualidade e em quantidade suficiente para as necessidades da família todo dia em seu bairro (domicílio)?

De acordo com a quantidade gasta de água;

Não deveria ser cobrado;

Outro _____

31. Qual seria a melhor forma de se fazer a cobrança?

Taxa; Imposto;

Conta; Outro _____ .

32. Qual seria o melhor intervalo de tempo para se fazer a cobrança?

Quinzenal; Bimestral;

Mensal; Outro _____ .

* Em caso de resposta negativa na questão 29, responder a questão 33:

33. Qual o motivo que o (a) levou a não aceitar a obra?

APÊNDICE 2

Impactos do valor da cobrança na conta de água e esgotos da CASAL – uso comercial e industrial

Tarifa comercial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 2,80/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		44,30	80	35,44	79,74	28,00	107,74	63,21	35,11
11 m ³	7,02	51,32	80	41,06	92,38	30,80	123,18	60,02	33,34
12 m ³	14,04	58,34	80	46,67	105,01	33,60	138,61	57,59	32,00
13 m ³	21,06	65,36	80	52,29	117,65	36,40	154,05	55,69	30,94
14 m ³	28,08	72,38	80	57,90	130,28	39,20	169,48	54,16	30,09
15 m ³	35,10	79,40	80	63,52	142,92	42,00	184,92	52,90	29,39

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa industrial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 4,81/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		49,7	80	39,76	89,46	48,1	137,56	96,78	53,77
11 m ³	9,06	58,76	80	47,01	105,77	52,91	158,68	90,04	50,03
12 m ³	18,12	67,82	80	54,26	122,08	57,72	179,80	85,11	47,28
13 m ³	27,18	76,88	80	61,50	138,38	62,53	200,91	81,34	45,19
14 m ³	36,24	85,94	80	68,75	154,69	67,34	222,03	78,36	43,53
15 m ³	45,30	95,00	80	76,00	171,00	72,15	243,15	75,95	42,19

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa comercial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 1,55/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		44,30	80	35,44	79,74	15,50	95,24	34,99	19,44
11 m ³	7,02	51,32	80	41,06	92,38	17,05	109,43	33,22	18,46
12 m ³	14,04	58,34	80	46,67	105,01	18,60	123,61	31,88	17,71
13 m ³	21,06	65,36	80	52,29	117,65	20,15	137,80	30,83	17,13
14 m ³	28,08	72,38	80	57,90	130,28	21,70	151,98	29,98	16,66
15 m ³	35,10	79,40	80	63,52	142,92	23,25	166,17	29,28	16,27

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa industrial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 2,45/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		49,70	80	39,76	89,46	24,5	113,96	49,29	27,39
11 m ³	9,06	58,76	80	47,01	105,77	26,95	132,72	45,87	25,48
12 m ³	18,12	67,82	80	54,26	122,08	29,4	151,48	43,35	24,08
13 m ³	27,18	76,88	80	61,50	138,38	31,85	170,23	41,43	23,02
14 m ³	36,24	85,94	80	68,75	154,69	34,3	188,99	39,91	22,17
15 m ³	45,30	95,00	80	76,00	171,00	36,75	207,75	38,68	21,49

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa comercial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,005/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		44,30	80	35,44	79,74	0,05	79,79	0,11	0,06
11 m ³	7,02	51,32	80	41,06	92,38	0,06	92,43	0,11	0,06
12 m ³	14,04	58,34	80	46,67	105,01	0,06	105,07	0,10	0,06
13 m ³	21,06	65,36	80	52,29	117,65	0,07	117,71	0,10	0,06
14 m ³	28,08	72,38	80	57,90	130,28	0,07	130,35	0,10	0,05
15 m ³	35,10	79,40	80	63,52	142,92	0,08	143,00	0,09	0,05

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa industrial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,005/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		49,70	80	39,76	89,46	0,05	89,51	0,10	0,06
11 m ³	9,06	58,76	80	47,01	105,77	0,06	105,82	0,09	0,05
12 m ³	18,12	67,82	80	54,26	122,08	0,06	122,14	0,09	0,05
13 m ³	27,18	76,88	80	61,50	138,38	0,07	138,45	0,08	0,05
14 m ³	36,24	85,94	80	68,75	154,69	0,07	154,76	0,08	0,05
15 m ³	45,30	95,00	80	76,00	171,00	0,08	171,08	0,08	0,04

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa comercial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,0676/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		44,30	80	35,44	79,74	0,676	80,42	1,53	0,85
11 m ³	7,02	51,32	80	41,06	92,38	0,7436	93,12	1,45	0,81
12 m ³	14,04	58,34	80	46,67	105,01	0,8112	105,82	1,39	0,77
13 m ³	21,06	65,36	80	52,29	117,65	0,8788	118,53	1,35	0,75
14 m ³	28,08	72,38	80	57,90	130,28	0,9464	131,23	1,31	0,73
15 m ³	35,10	79,40	80	63,52	142,92	1,014	143,93	1,28	0,71

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa industrial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,1319/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		49,70	80	39,76	89,46	1,319	90,78	2,65	1,47
11 m ³	9,06	58,76	80	47,01	105,77	1,451	107,22	2,47	1,37
12 m ³	18,12	67,82	80	54,26	122,08	1,583	123,66	2,33	1,29
13 m ³	27,18	76,88	80	61,50	138,38	1,715	140,10	2,23	1,24
14 m ³	36,24	85,94	80	68,75	154,69	1,847	156,54	2,15	1,19
15 m ³	45,30	95,00	80	76,00	171,00	1,979	172,98	2,08	1,16

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa comercial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,01/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		44,30	80	35,44	79,74	0,1	79,84	0,23	0,13
11 m ³	7,02	51,32	80	41,06	92,38	0,11	92,49	0,21	0,12
12 m ³	14,04	58,34	80	46,67	105,01	0,12	105,13	0,21	0,11
13 m ³	21,06	65,36	80	52,29	117,65	0,13	117,78	0,20	0,11
14 m ³	28,08	72,38	80	57,90	130,28	0,14	130,42	0,19	0,11
15 m ³	35,10	79,40	80	63,52	142,92	0,15	143,07	0,19	0,11

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa industrial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,01/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		49,70	80	39,76	89,46	0,1	89,56	0,20	0,11
11 m ³	9,06	58,76	80	47,01	105,77	0,11	105,88	0,19	0,10
12 m ³	18,12	67,82	80	54,26	122,08	0,12	122,20	0,18	0,10
13 m ³	27,18	76,88	80	61,50	138,38	0,13	138,51	0,17	0,09
14 m ³	36,24	85,94	80	68,75	154,69	0,14	154,83	0,16	0,09
15 m ³	45,30	95,00	80	76,00	171,00	0,15	171,15	0,16	0,09

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa comercial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,19/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		44,30	80	35,44	79,74	1,9	81,64	4,29	2,38
11 m ³	7,02	51,32	80	41,06	92,38	2,09	94,47	4,07	2,26
12 m ³	14,04	58,34	80	46,67	105,01	2,28	107,29	3,91	2,17
13 m ³	21,06	65,36	80	52,29	117,65	2,47	120,12	3,78	2,10
14 m ³	28,08	72,38	80	57,90	130,28	2,66	132,94	3,68	2,04
15 m ³	35,10	79,40	80	63,52	142,92	2,85	145,77	3,59	1,99

Fonte: autora desta dissertação (2011)

Tarifa industrial (R\$) segundo faixa de consumo para PPU = R\$ 0,36/m ³						Valores considerados a cobrança (R\$)	Valor com a cobrança (R\$)	Impacto da cobrança sobre a tarifa da Casal (%)	
Faixas de consumo	Água (por/m ³)	Água (R\$)	% Esgoto	Esgoto (R\$)	Total (R\$)			Em água	No total
Até 10 m ³		49,70	80	39,76	89,46	3,6	93,06	7,24	4,02
11 m ³	9,06	58,76	80	47,01	105,77	3,96	109,73	6,74	3,74
12 m ³	18,12	67,82	80	54,26	122,08	4,32	126,40	6,37	3,54
13 m ³	27,18	76,88	80	61,50	138,38	4,68	143,06	6,09	3,38
14 m ³	36,24	85,94	80	68,75	154,69	5,04	159,73	5,87	3,26
15 m ³	45,30	95,00	80	76,00	171,00	5,4	176,40	5,68	3,16

Fonte: autora desta dissertação (2011)