

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL**  
**MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO RECURSOS**  
**HÍDRICOS**

**TIAGO SILVEIRA DE ANDRADE AQUINO**

**IMPACTO DA RECUPERAÇÃO DOS INVESTIMENTOS NA INFRAESTRUTURA**  
**HÍDRICA (BARRAGENS E ADUTORAS) SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA**  
**ÁGUA**

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2010**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA HIDRÁULICA E AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO RECURSOS  
HÍDRICOS

TIAGO SILVEIRA DE ANDRADE AQUINO

IMPACTO DA RECUPERAÇÃO DOS INVESTIMENTOS NA INFRAESTRUTURA  
HÍDRICA (BARRAGENS E ADUTORAS) SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA  
ÁGUA

Dissertação Apresentada à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil da Universidade Federal do Ceará  
como requisito parcial para obtenção do grau  
de Mestre em Engenharia Civil, área de  
Concentração em Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr. Carísia Carvalho  
Gomes

Co-orientador: Prof. Dr. Francisco De Assis  
De Souza Filho

FORTALEZA – CEARÁ

2010

A669i     Aquino, Tiago Silveira de Andrade  
             Impacto da recuperação dos investimentos na infraestrutura hídrica  
             (barragens e adutoras) sobre a cobrança pelo uso da água/ Tiago Silveira de  
             Andrade Aquino. -- Fortaleza, 2010.  
             115 f. ; il. color. enc.

             Orientadora: Profa. Dra. Carísia Carvalho Gomes  
             Área de concentração: Recursos Hídricos  
             Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
             Tecnologia, Depto. de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Fortaleza, 2010.

             1. Barragens. 2. Adutoras. I. Gomes, Carísia Carvalho (Orient.). II.  
             Universidade Federal do Ceará – Pós-Graduação em Engenharia Civil. III.  
             Título.

CDD 620

TIAGO SILVEIRA DE ANDRADE AQUINO

IMPACTO DA RECUPERAÇÃO DOS INVESTIMENTOS NA INFRAESTRUTURA  
HÍDRICA (BARRAGENS E ADUTORAS) SOBRE A COBRANÇA PELO USO DA  
ÁGUA

Dissertação Apresentada à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Engenharia  
Civil da Universidade Federal do Ceará  
como requisito parcial para obtenção do grau  
de Mestre em Engenharia Civil, área de  
Concentração em Recursos Hídricos.

Aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

---

Carísia Carvalho Gomes (Orientadora)

Doutora em Engenharia Civil - Recursos Hídricos, pela UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

---

Francisco de Assis de Souza Filho (Co-orientador)

Doutor em Engenharia Civil (Universidade de São Paulo - USP)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

---

Pedro Henrique Augusto Medeiros

Doutor em Engenharia Civil - Recursos Hídricos, pela UFC

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
CEARÁ

## RESUMO

As obras de infraestrutura hídrica geralmente esbarram no problema de falta de recursos financeiros para a construção e operação. Levanta-se então a hipótese da captação dos recursos para construção de infraestrutura hídrica por meio da cobrança pelo uso da água bruta. Pergunta-se então qual seria o impacto na cobrança da água se o custo da construção da infraestrutura hídrica fosse aplicado na cobrança pelo uso da água bruta, juntamente com os custos de AOM (Administração, Operação e Manutenção). Avaliou-se o custo financeiro da implantação de sistemas de armazenamento e transferência hídrica em atividades de abastecimento d'água, comparando-se o custo unitário da água bruta com a capacidade de pagamento dos usuários de água. Utilizaram-se dados de construção de reservatórios e adutoras no Ceará, calculou-se a anuidade para pagamento destas obras aplicando variáveis correntes de tempo de pagamento e juros. Com a vazão anual regularizada e o custo de construção das obras, pôde-se estimar um custo para esta água, e assim compará-lo às tarifas pagas pelos usuários atualmente e a sua capacidade de pagamento. Pôde-se observar uma relação entre os custos de construção das infraestruturas e as vazões regularizadas dos equipamentos de abastecimento estudados (barragens e adutoras). A melhor curva de tendência que se encaixou nos gráficos de dispersão entre os custos de abastecimento estimados para pagamento de infraestrutura “versus” vazão regularizada foi a curva de potência. Os valores obtidos para a capacidade de pagamento em outros trabalhos publicados (Marques, 2009 e Tahal, 2003) se mostraram dentro da ordem de grandeza dos valores obtidos no presente trabalho, levando a se considerar que existe a possibilidade do pagamento destas obras, de maneira amortizada, para os usuários não a tornando totalmente inviável.

**Palavras-chave:** Capacidade de Pagamento, Tarifa, Cobrança, Adutoras, Reservatórios, Infraestrutura Hídrica.

## ABSTRACT

The works of water infrastructure often clash over the issue of lack of financial resources for the construction and operation. It then becomes the hypothesis of obtaining the funds for water infrastructure construction by charging for the raw water. Then, comes up the question: what is the impact on water charges if the cost of water infrastructure construction would be applied in charging for the raw water, together with the costs of MOM (Management, Operation and Maintenance). We evaluated the financial cost of the deployment of systems of water storage and transfer activities in water supply, comparing the unitary cost of raw water with the ability of users to pay for this water. The data set used was the total costs for the construction of reservoirs and aqueducts in Ceará, we calculated the annuity payment for these works by applying current variables of time and interest payment. With the annual regulated flow and cost of construction works, we could estimate a cost for this water, and then compare it to current user fees and payment capacity. Was observed a relationship between the cost of building infrastructure and regular drainage equipment supply studied (dams and pipelines). The best trend line that fit the scatterplots between supply costs estimated for the payment of infrastructure “versus” regulated flow was the power curve. The values obtained for the ability to pay in other published works (Marques, 2009 and Tahal, 2003) were within an order of magnitude of values obtained in this work, leading to consider that there is a possibility for the users to pay for these works, in an amortized way, so it doesn't become totally impracticable.

**Keywords:** Payment Capacity, Price, Charge, Aqueducts, Reservoirs, Water Infrastructure.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplo de comportamento da curva logística .....	32
Figura 2 - Variação da tarifa (R\$/ano) em função do volume demandado pelo modelo CPS (Escala Logarítmica) .....	35
Figura 3 - Variação da tarifa (R\$/m <sup>3</sup> ) em função do volume demandado pelo modelo CPS .....	36
Figura 4 - Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Perímetro Dija....	38
Figura 5 - Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Perímetro Icó .....	39
Figura 6 - Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Perímetro Morada Nova .....	39
Figura 7 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários de Acarape .....	40
Figura 8 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários de Guaiuba .....	40
Figura 9 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários de Redenção .....	41
Figura 10 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Canal do Trabalhador .....	41
Figura 11 – Capacidade de pagamento da amostra de usuários da Carcinicultura da Bacia do Jaguaribe.....	42
Figura 12 – Equivalência entre valores presentes e futuros.....	48
Figura 13 - Equivalência entre anuidades e valor no futuro .....	49
Figura 14 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados dos Reservatórios .....	68
Figura 15 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados dos Reservatórios (Excluindo o Reservatório Castanhão).....	69
Figura 16 – Histograma dos Custos por 1000m <sup>3</sup> de Água Bruta dos Reservatórios ..	72
Figura 17 - Curva de Custo dos Reservatórios (Vazão x Custo Total de Investimento Atualizado para 2010) .....	73
Figura 18 - Curva de Custo dos Reservatórios Excluindo Dados Do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo Total de Investimento Atualizado para 2010) .....	74
Figura 19 - Curva de Custo da Água Bruta dos Reservatórios (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m <sup>3</sup> ).....	74
Figura 20 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m <sup>3</sup> dos Reservatórios, Excluindo os Dados do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m <sup>3</sup> ).....	75

Figura 21 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados das Adutoras .....	78
Figura 22 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados das Adutoras com custo inferior a R\$ 10.000.000,00.....	79
Figura 23 – Histograma dos Custos por 1000 m <sup>3</sup> de Água Bruta das Adutoras .....	82
Figura 24 - Curva de Custo das Adutoras (Vazão x Custo Total de Investimento Atualizado para 2010) .....	84
Figura 25 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m <sup>3</sup> das Adutoras (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m <sup>3</sup> ) .....	84
Figura 26 – Distribuição de Frequência dos Custos por 1000m <sup>3</sup> de Água Bruta Disponibilizada por Reservatórios (Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N° 29.373 de 2008).....	87
Figura 27 - Curva de Custo de Disponibilização da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> dos Reservatórios, Excluindo os Dados do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> ) - Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N° 29.373 de 2008 .....	88
Figura 28 – Distribuição de Frequência dos Custos por 1000m <sup>3</sup> de Água Bruta Distribuída por Adutoras (Excluindo os dados da adutora Crateús) - Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N° 29.373 de 2008.....	89
Figura 29 - Curva de Custo de Distribuição da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> das Adutoras, excluindo os dados da adutora Crateús (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> ) - Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N° 29.373 de 2008 .....	90
Figura 30 - Custos por 1000m <sup>3</sup> de água bruta regularizada pelos reservatórios estudados e tarifas do Decreto N° 29.373 de 2008.....	94
Figura 31 - Custos por 1000m <sup>3</sup> de água bruta distribuída pelas adutoras estudadas e tarifas do Decreto N° 29.373 de 2008 .....	95
Figura 32 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> Regularizada por Reservatórios, excluindo os dados do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> ) - Incluindo Valores da Capacidade de Pagamento de Tahal (2003) .....	97
Figura 33 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> Distribuída por Adutoras, excluindo os dados da Adutora Crateús (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m <sup>3</sup> ) - Incluindo Valores da Capacidade de Pagamento de Tahal (2003).....	98



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Abastecimento de Água (Dezembro de 2007) .....	11
Tabela 2 - Esgotamento Sanitário (Dezembro de 2007) .....	11
Tabela 3 - Resumo Dos Dados de Diagnóstico dos Municípios do Atlas Nordeste (Parte 1) .....	21
Tabela 4 - Resumo Dos Dados de Diagnóstico dos Municípios do Atlas Nordeste (Parte 2) .....	21
Tabela 5 - Cálculo dos valores de cobrança pelo uso da água na CEIVAP .....	28
Tabela 6 - Vazão outorgável nos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú .....	30
Tabela 7 - Características e limites das faixas de tarificação .....	33
Tabela 8 - Aplicação do modelo CPS aos usuários de irrigação dos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú .....	34
Tabela 9 – Tarifa cobrada pelo uso dos recursos hídricos segundo Decreto Estadual Nº 29.373, de 08 de agosto de 2008 .....	37
Tabela 10 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do perímetro Dija. ....	42
Tabela 11 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do perímetro Icó. ....	43
Tabela 12 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do perímetro Morada Nova. ....	43
Tabela 13 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários da cidade de Acarape. ....	44
Tabela 14 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários da cidade de Guaiuba. ....	44
Tabela 15 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários da cidade de Redenção. ....	44
Tabela 16 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do Canal do trabalhador.....	45
Tabela 17 - Índice Nacional de Custo da Construção Acumulado (1991 até 2010) ..	53
Tabela 18 - Índice de Inflação Médio do Dólar e Valor Relativo à Um Dólar do Ano de 1995 .....	54
Tabela 19 - Dados Referentes a Reservatórios no Ceará Obtidos na SRH-CE (Capacidade, Vazão Regularizada, Custo de Investimento no Ano da Construção e Ano de Construção) .....	55

Tabela 20 - Dados Referentes a Reservatórios no Ceará Obtidos em Mota (1995) (Capacidade, Vazão Regularizada e Custo de Investimento) .....	56
Tabela 21 - Dados de Adutoras no Ceará (Extensão, Vazão, Valor final da Obra e Ano de Construção) .....	58
Tabela 22 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos Junto a SRH-CE (Custo de Investimento e Ano de Conclusão), e anuidade para pagamento em 50 anos.....	65
Tabela 23 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos em Mota (1995) (Custo de Investimento), e anuidade para pagamento em 50 anos.....	66
Tabela 24 – Anuidade e Custo por 1000 m <sup>3</sup> de Água Bruta dos Reservatórios .....	69
Tabela 25 - Comparativos dos Resultados de Custo Médio de Água por 1000 m <sup>3</sup> para Construção dos Reservatórios .....	73
Tabela 26 – Resultados da Atualização de Valores das Adutoras no Ceará e anuidade para pagamento em 30 anos.....	76
Tabela 27 – Anuidade e Custo por 1000 m <sup>3</sup> de Água Bruta das Adutoras.....	80
Tabela 28 - Comparativos dos Resultados de Custo Médio de Água por 1000 m <sup>3</sup> para Construção das Adutoras.....	83
Tabela 29 – Resumo do Equacionamento Obtido.....	85
Tabela 30 - Impacto do Custo da Água Bruta Regularizada por Reservatórios na Cobrança de Água das Categorias de Uso do Decreto N° 29.373 de 2008.....	92
Tabela 31 - Impacto do Custo de Água Bruta Distribuída por Adutoras na Cobrança de Água das Categorias de Uso do Decreto N° 29.373 de 2008 .....	93

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>5</b>
2.1	Abastecimento Urbano .....	5
2.1.1	<i>Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE) .....</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>CAGECE .....</i>	<i>10</i>
2.2	Abastecimento de Pequenas Comunidades .....	11
2.2.1	<i>Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) - Ceará.....</i>	<i>12</i>
2.2.2	<i>Sistema com Centrais - Bahia .....</i>	<i>14</i>
2.2.3	<i>Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A (COPANOR) – Minas Gerais .....</i>	<i>15</i>
2.2.4	<i>Financiamento dos Sistemas de Abastecimento Rural (SAR) e a experiência do Ceará .....</i>	<i>17</i>
2.2.5	<i>Programas Federais .....</i>	<i>18</i>
2.2.6	<i>Programa Plano Integrado para Garantir Água à População Difusa para os Múltiplos Usos .....</i>	<i>22</i>
2.3	Política de Recursos Hídricos .....	24
2.3.1	<i>Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos .....</i>	<i>24</i>
2.3.2	<i>Lei das Águas e Lei da ANA.....</i>	<i>25</i>
2.3.3	<i>Experiências Nacionais sobre a Cobrança pelo Uso Da Água .....</i>	<i>27</i>
2.3.4	<i>Modelo de Cobrança do Ceará.....</i>	<i>29</i>
2.3.5	<i>Modelo Conceitual de Tarifa (CPS) .....</i>	<i>31</i>
2.4	Capacidade de Pagamento e Impacto da Cobrança.....	37
2.5	Técnicas de Avaliação de Custos .....	45
2.5.1	<i>Custo Fixo e Variável e Custo Marginal.....</i>	<i>45</i>
2.5.2	<i>Disposição a Pagar e Capacidade de Pagamento .....</i>	<i>45</i>
2.5.3	<i>Equivalência temporal .....</i>	<i>46</i>
2.5.4	<i>Taxa de juros .....</i>	<i>50</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>52</b>
3.1	Avaliação de Custos.....	52

3.1.1	<i>Taxa de Juros e Sistema de Pagamentos Constantes</i> .....	52
3.1.2	<i>Atualização de Valores (INCC e Inflação do Dólar Norte Americano)</i> ...	53
3.2	Levantamento de Dados de Custo de Construção dos Reservatórios .....	55
3.2.1	<i>Avaliação de custos</i> .....	55
3.2.2	<i>Desenvolvimento das Curvas de Custo</i> .....	58
3.3	Levantamento de Dados de Custo de Construção das Adutoras.....	58
3.3.1	<i>Avaliação de custos</i> .....	58
3.3.2	<i>Desenvolvimento das Curvas de Custo</i> .....	62
3.4	Cobrança da Água Bruta.....	63
3.4.1	<i>Modelo de Tarifação</i> .....	63
3.4.2	<i>Dados Obtidos</i> .....	63
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>65</b>
4.1	Custo de Construção dos Reservatórios.....	65
4.1.1	<i>Avaliação de custos</i> .....	65
4.1.2	<i>Desenvolvimento das Curvas de Custo</i> .....	73
4.2	Custo de Construção das Adutoras.....	75
4.2.1	<i>Avaliação de custos</i> .....	75
4.2.2	<i>Desenvolvimento das Curvas de Custo</i> .....	83
4.3	Impacto da Cobrança da Infraestrutura no Custo da Água Bruta.....	85
4.3.1	<i>Modelo de Tarifação</i> .....	85
4.3.2	<i>Capacidade de Pagamento</i> .....	96
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>99</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>102</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade de pesquisas e formação de novos conhecimentos em gestão de recursos hídricos e ambiental, com visão holística, embora hoje possa parecer natural, não era assim há algumas décadas. As mudanças de atitude da sociedade iniciaram com a constatação de que o modelo de gestão ambiental praticado era insustentável. Muitos desastres ocorridos no mundo motivaram essa mudança de atitude: corpos de água poluídos, áreas outrora férteis transformadas em desertos, vazamentos de usinas nucleares, etc. (CAMPOS, 2002)

Os estudos ligados à temática ambiental encontram-se em grande evidência. São o foco de interesse de estudantes, pesquisadores, cientistas, ONGs, órgãos públicos, enfim, vários segmentos da sociedade. Porém o tema não é recente, várias áreas do conhecimento abordavam-no há muitos anos. Com progresso, o avanço dos meios tecnológicos e a falta de conscientização do ser humano perante os recursos naturais acarretaram desequilíbrios e aumento nos índices de degradação no meio ambiente. Dessa forma, a temática ambiental toma visibilidade perante a sociedade, que demonstra maior interesse pela questão. (BRASILEIRO, 2009)

A transformação da água bruta em água potável se torna tecnologicamente cada vez mais dispendiosa, elevando os custos. Na Alemanha, por exemplo, a remoção de resíduos de pesticidas custa cerca de R\$ 500 milhões, e os custos são pagos pelo consumidor e não por quem causa a poluição. As empresas de abastecimento de água tentam diminuir a poluição através de acordos voluntários sobre uma redução de adubos e pesticidas. Na Alemanha, o consumo privado de água diminuiu em média de 147 litros em 1990, para atualmente 127 litros por pessoa ao dia. Mas somente 5 litros de água servem para beber e preparar refeições. A maior parte da água potável é usada no banho, na descarga do banheiro e na lavagem de roupa. Os 130 litros de água potável custam ao cidadão em média R\$ 0,70. Com o mesmo valor, somente pode se comprar uma garrafa de água mineral com menos de um litro. Diante deste fato, as queixas sobre o preço alto da água na Alemanha parecem um pouco exageradas. (HERMANS, 2002)

Segundo Salati ET AL (2006), o conceito do desenvolvimento sustentável prevê que os recursos naturais renováveis sejam utilizados de forma a não limitarem

sua disponibilidade para as futuras gerações. O autor conclui que um dos maiores desafios a se enfrentar no futuro para se alcançar o desenvolvimento sustentável, será minimizar os efeitos da escassez da água e da poluição.

Historicamente, o semi-árido brasileiro coleciona uma série de eventos de longos períodos de estiagem, os quais são agravados pelas condições de clima, geologia e geomorfologia da região. Essa problemática é debatida desde o século XIX, e desde então, medidas e soluções tentam minimizar os efeitos da escassez de água na região.

As secas periódicas no Nordeste brasileiro e as migrações que elas provocaram dão uma ideia do que pode acontecer no futuro, em nível mundial, com um agravante: no Brasil, a migração foi interna, mas, quando se tratar da migração da população para um país vizinho ou para regiões desenvolvidas, os problemas se multiplicam. (SALATI, LEMOS e SALATI, 2006)

Em 1909 foi criado no Brasil o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), sendo considerado por Vieira e Gondim Filho (2006) o marco inicial na implantação da infraestrutura hídrica hoje existente. Na área de recursos hídricos, em especial, foram feitos os primeiros estudos hidrológicos, alguns em caráter pioneiro, resultando na primeira síntese hidrológica regional contida nos trabalhos do engenheiro Francisco Gonçalves Aguiar, com modelos de chuva-deflúvio e estimativa de vazões de cheia apropriados ao semi-árido nordestino.

Destacam-se também a fundação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) em 1948, com atribuições de promover o desenvolvimento hidroagrícola do Vale do São Francisco, e a criação de instituições federais como o Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica (DNAEE), o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) e a Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM), entre outros, que vieram somar esforços no que se referia aos recursos hídricos com atividades diferenciadas e setoriais. (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2006)

Recentemente, visando ao fortalecimento institucional dos setores de recursos hídricos da União, dos Estados do Nordeste e do Estado de Minas Gerais, assim como a promoção de um enfoque integrado de gerenciamento de recursos hídricos orientado para o equilíbrio entre a oferta e a demanda por água potável, foi

implementado pelo governo federal o Programa Proágua/semi-árido. Esse programa traz consigo uma missão estruturante, com ênfase no fortalecimento institucional de todos os atores relevantes envolvidos com a gestão dos recursos hídricos, tanto nas bacias das águas de domínio da União, quanto nas bacias das águas de domínio dos Estados inseridos no semi-árido. (VIEIRA e GONDIM FILHO, 2006)

O cenário desejável para uma situação favorável de água não escassa pode ser descrito segundo VIEIRA e GONDIM FILHO (2006) por meio da seguinte inequação: Demanda < Disponibilidade < Potencialidade, incluindo os aspectos quantitativos e qualitativos.

Salati ET AL (2006) ainda informam que para vencer o desafio da escassez da água, tem-se que enfrentar os custos crescentes do desenvolvimento de novas fontes de suprimento de água e dos desperdícios.

As obras de infraestrutura hídrica geralmente esbarram no problema de falta de recursos financeiros para a sua construção e operação. Segundo TEIXEIRA (2004) os objetivos da cobrança pelo uso da água bruta são:

- Reconhecer a água como um bem econômico e dar aos usuários uma indicação do seu real valor;
- Estimular o uso racional, na medida em que diminui o desperdício e aumenta a eficiência do seu uso; e
- Arrecadar recursos financeiros para custear as despesas com o gerenciamento, a operação e a manutenção da infraestrutura hídrica.

Há a necessidade de expansão e melhoria do sistema, bem como a criação de novas estruturas de abastecimento, e estas ações dependem de recursos provenientes de orçamento federal ou estadual, bem como de convênios firmados com iniciativas privadas e organizações não governamentais para o desenvolvimento humano. Devido à insegurança hídrica do semiárido brasileiro, existe também a necessidade de um fundo de emergência para ser utilizado na ocorrência de um longo período de estiagem.

Levanta-se então a hipótese da captação dos recursos para construção de infraestrutura hídrica por meio da cobrança pelo uso da água bruta. Pergunta-se então qual seria o impacto na cobrança da água se o custo da construção da

infraestrutura hídrica fosse aplicado na cobrança pelo uso da água bruta, juntamente com os custos de AOM (Administração, Operação e Manutenção).

Este trabalho tem como objetivo geral, avaliar o custo financeiro da implantação de sistemas de armazenamento e transferência hídrica em atividades de abastecimento d'água (Adutora e Barragens), verificando a capacidade de pagamento destas infraestruturas pelos usuários de água.

Os objetivos específicos para atingir o objetivo principal são os seguintes:

- a) Avaliar os custos, em valor presente e anuidade de pagamento, da infraestrutura de armazenamento (reservatórios) e transferências hídricas (adutoras);
- b) Desenvolver e aplicar metodologia de cálculo das curvas de custos das infraestruturas hídricas de acordo com as vazões regularizadas e;
- c) Estudar os impactos da recuperação do investimento em infraestrutura hídrica através da cobrança da água bruta;

Compõem este trabalho as seguintes partes: Um capítulo de revisão de literatura, apresentando os embasamentos teóricos em gerenciamento e economia de recursos hídricos. Em seguida é apresentado o capítulo de metodologia, composto pelos procedimentos adotados para a realização da pesquisa e dados iniciais, como a metodologia de avaliação de custos e cobrança da água, e dados de custos de construção de infraestrutura hídrica. Posteriormente é apresentado o capítulo mostrando os resultados obtidos na pesquisa e as discussões acerca dos mesmos, em aplicações nos cenários estudados. Finalmente, um mostrando as conclusões que puderam ser obtidas através do estudo, relacionando-os com os objetivos iniciais e recomendando futuros estudos e pesquisas complementares ao assunto, melhorando assim o estudo da problemática propondo melhorias ou soluções desta.



## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Neste capítulo é feito um apanhado da fundamentação teórica sobre: Abastecimento Urbano, listando os sistemas e programas de abastecimento urbano no estado do Ceará; Sistemas de Abastecimento de Pequenas Comunidades, com experiências de sistemas e programas de abastecimento rural pelo Brasil; Políticas de Recursos Hídricos, abordando as políticas adotadas pelos órgãos de abastecimento e sistemas de cobrança pela água; e Técnicas de Avaliação de Custos, expondo métodos de amortização e atualização de custos.

### **2.1 Abastecimento Urbano**

#### **2.1.1 Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE)**

Para suprir a necessidade de água no Ceará, promovendo o abastecimento humano e o desenvolvimento agrícola e industrial, o Governo do Estado vem estruturando o seu sistema de integração dos recursos hídricos. Com o intuito de movimentar as águas, fazendo com que um manancial com grande capacidade de reserva possa suprir a deficiência de outro, foram construídas diversas obras como açudes, adutoras, canais, poços, estações elevatórias e estações de tratamento de água. Para gerenciar estas obras e a oferta hídrica de maneira eficiente, O Governo do Estado do Ceará procurou desenvolver uma política para o setor, focada na gestão participativa e na promoção do desenvolvimento econômico, social e ambiental, de forma sustentável, potencializando a expansão da oferta hídrica com qualidade e o uso eficiente dos recursos hídricos. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

Considerando as singularidades regionais e locais, foi estruturado no Estado o Sistema Estadual dos Recursos Hídricos, tendo a SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos, como órgão responsável pelo desenvolvimento das políticas públicas deste setor, auxiliada pela COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos e a SOHIDRA – Superintendência de Obras Hidráulicas, como instituições responsáveis pelas ações operacionais. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

Desde o período em que o Brasil era governado pelo Império que o problema da seca é cuidado, missões eram enviadas à região para identificar os problemas gerados pela estiagem. A partir de então, medidas pontuais eram adotadas, como escavação de poços, cacimbas e pequenos barramentos. No início do período da República Brasileira, diagnósticos mais detalhados resultaram na criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), em 1909, a qual foi posteriormente denominada Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), em 1919 e, na década de 40 foi transformada no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Em 1959 inicia-se uma nova fase com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE, prolongando-se até meados da década de 70. Nesse período procurou-se relacionar o conhecimento do ambiente natural com as estruturas socioeconômicas, mostrando que o problema da seca resulta em grande parte destas, apontando para a necessidade de modificá-las. Os Estudos Integrados de Base, cujo trabalho mais importante no Ceará resultou no aprofundamento dos conhecimentos relativos aos recursos hídricos e ao potencial hidroagrícola da Bacia do Jaguaribe, iniciou um planejamento espacial.

Esses estudos, possibilitados a partir da implantação de 1.800 postos pluviométricos e 230 fluviométricos, foram ponto de partida para a realização dos Planos Diretores de Bacia, que implementavam estudos e pesquisas de campo a respeito de recursos hídricos, bem como identificavam áreas possíveis de serem aproveitadas. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

Segundo a Secretaria de Recursos Hídricos, no Ceará os principais estudos realizados foram o Plano Diretor do Vale do Rio Curú e do Rio Jaguaribe. Este último propôs a implantação dos Perímetros de Irrigação do Baixo Vale (25.000 ha.), Morada Nova (8.000 ha.) e Icó-Lima Campos (3.000 ha.). Os empreendimentos identificados nos Planos Diretores tinham seus estudos prosseguidos com maiores detalhes nos Projetos de Aproveitamento Hidroagrícola. Entre estes, destacam-se os projetos das áreas jusantes dos Açudes Forquilha, Ayres de Souza, Santo Antônio de Russas, Riacho do Sangue e Cedro. Acontece, então, a época de ouro da engenharia civil, principalmente no governo Juscelino Kubitschek, com as grandes obras de açudagem, das quais o marco para os cearenses foi a construção do Açude Orós. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

Atualmente, a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará trabalha na criação da nova plataforma tecnológica que utiliza a informação como insumo básico dos processos de gestão e monitoramento. Para esta nova fase, a Secretaria implantou uma política tecnológica implantada que visou a modernização do ambiente de trabalho e à reciclagem dos recursos humanos existentes.

Construído em meados para o final de 2003, o Açude Castanhão é o maior reservatório artificial para múltiplos usos da América Latina. Formado pelo barramento do Rio Jaguaribe, e sua represa situada no município de Alto Santo, possui capacidade total de 6.700 hm<sup>3</sup>, uma bacia hidrográfica de aproximadamente 44.800 Km<sup>2</sup> e uma bacia hidráulica de 32,5 Km<sup>2</sup>. Tem vazão regularizada em torno de 29 m<sup>3</sup>/s, e faz parte do sistema principal de abastecimento do Município de Fortaleza e Região Metropolitana, inclusive do Complexo Portuário do Pecém, através do Canal da Integração. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

#### 2.1.1.1 Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos (PROURB)

O Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos, que durou de 1995 a 2003 e beneficiou uma população de aproximadamente 1.762.190 habitantes, foi um programa da SRH-CE que teve como objetivo ser instrumento viabilizador da estruturação urbana de um conjunto de 50 cidades cearenses visando a dar suporte ao desenvolvimento econômico, social e ambiental sustentado, melhorando a qualidade de vida da população e tornando as cidades competitivas para atrair indústrias, impulsionar a agricultura irrigada e incrementar o turismo.

O PROURB foi o primeiro programa desenvolvido pelo Estado do Ceará, cujo objetivo global consistia em fortalecer os governos locais e a gestão dos recursos hídricos no Estado. Apresentava dois componentes básicos, sendo um destinado ao desenvolvimento urbano, encaminhado pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano - SDU, e o outro o componente referente aos recursos hídricos sob a responsabilidade da SRH. Os seus objetivos específicos eram: a) fortalecer a capacidade institucional e de gestão financeira dos governos locais e dos órgãos estaduais de desenvolvimento urbano e gestão dos recursos hídricos, através de treinamento, assistência técnica e incentivos adequados; b) melhorar as

condições de vida nas comunidades muito pobres das cidades selecionadas, através de investimentos em infraestrutura urbana direcionada para a pobreza; c) aumentar a eficiência do uso da água no Estado, através da implementação de gestão de bacias fluviais e melhoria da manutenção da infraestrutura existente para armazenamento e distribuição da água; d) fornecer uma fonte confiável, econômica e segura de abastecimento d'água para as comunidades urbanas com necessidade crucial (vazios hídricos), através da construção de infraestrutura para armazenamento, transporte e distribuição de água. (SILVA, 2004)

Entre suas ações estavam: Gestão Municipal, Planejamento Urbano, Infraestrutura Urbana, Hidrometração, e Profissionalização de jovens. Os municípios que fizeram parte do projeto foram: Acarape, Acaraú, Aquiraz, Aracati, Aratuba, Barbalha, Baturité, Beberibe, Brejo Santo, Canindé, Cascavel, Campos Sales, Camocim, Caucaia, Cedro, Crateús, Crato, Eusébio, Fortaleza, Guaramiranga, Guaiuba, Horizonte, Icó, Iguatu, Ipú, Itapipoca, Itaitinga, Itapajé, Jaguaribe, Jijoca de Jericoacoara, Juazeiro do Norte, Limoeiro do Norte, Maracanaú, Maranguape, Morada Nova, Nova Russas, Pacajús, Pacatuba, Pacoti, Quixadá, Quixeramobim, Redenção, Russas, São Benedito, São Gonçalo do Amarante, Sobral, Tauá, Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará.

Foi através deste programa que se deu início a efetiva implementação do SIGERH (Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos), principalmente devido ao uso dos recursos destinados ao desenvolvimento institucional, o que contribuiu fortemente para a implantação da COGERH e ao fortalecimento de outros órgãos do referido sistema. Foi também através dos recursos desse programa que foi possível as condições materiais necessárias para o trabalho de apoio a organização dos(as) usuários(as) de água, o que resultou na formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas. (SILVA, 2004)

Para implementar o projeto foram utilizados recursos provenientes do Tesouro Estadual, dos Tesouros Municipais e de um empréstimo junto a uma instituição financeira internacional, totalizando US\$ 230,8 milhões aplicados em todo o período do projeto (1995 a 2003).

O projeto obteve os seguintes resultados: 41 Projetos de Administração Tributária, 41 Projetos de Reestruturação Administrativa, 36 Projetos de Cadastro Técnico, 44 Bases Cartográficas / Fotográficas elaboradas, 46 Planos Diretores de

Desenvolvimento Urbano (PDDUs) elaborados, 5 Planos de Desenvolvimento Regionais (PDRs) elaborados, 1 Plano Diretor de Habitação (PDH) elaborado, 49 Projetos Estruturantes elaborados, 18 Obras Estruturantes edificadas, e melhoria de 89 micro-áreas com infraestrutura urbana (como ligações de água e esgoto, construção de habitações e escolas, serviços de pavimentação). (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

#### 2.1.1.2 Projeto de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH)

O PROGERIRH foi criado pelo Governo do Estado em 1997, em parceria com o Banco Mundial, com o intuito de ampliar a infraestrutura hídrica e fornecer um aparato técnico, operacional e institucional no gerenciamento dos recursos hídricos, capazes de dar suporte não só ao abastecimento humano, mas também ao desenvolvimento econômico, lidando com o problema da escassez de recursos hídricos, através de medidas estruturais e de ações que visaram fortalecer o sistema de gestão, buscando criar uma nova cultura e consolidar um novo modelo para tratar os recursos hídricos de forma integrada, tecnicamente planejada, democrática e participativa.

O PROGERIRH, além de conter um componente da gestão dos recursos hídricos mais amplo, apresentou, diferentemente do PROURB-RH, um componente para estudo e gerenciamento dos aquíferos estaduais estratégicos e outro sistema para implantação de um projeto-piloto de desenvolvimento sustentável de micro bacias hidrográficas do semiárido cearense.

Para atingir os objetivos estabelecidos, o Projeto encontrava-se estruturado em seis componentes: Gestão de Recursos Hídricos; Desenvolvimento Hidroambiental; Monitoramento dos Aquíferos Cariri e Litoral; Recuperação de Infraestrutura Hidráulica; Açudes Estratégicos; e Eixos de Integração de Bacias Hidrográficas.

O PROGERIRH dispôs de recursos da ordem de US\$ 247,27 milhões, sendo US\$ 136,00 milhões (1997) oriundos de empréstimo do Banco Mundial e US\$ 111,27 milhões do Governo do Estado, a título de contrapartida. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES financiou parte da contrapartida, no valor de R\$ 126,00 milhões. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

### 2.1.1.3 Subprograma de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos do Semi-Árido Brasileiro (PROAGUA)

Concebido pelo Governo Federal em parceria com o Banco Mundial, o Estado do Ceará tem sido um dos maiores beneficiários do PROÁGUA/Semiárido devido ao avanço na política setorial dos recursos hídricos nos últimos dez anos, e traz consigo uma missão estruturante, com ênfase no fortalecimento institucional de todos os atores relevantes envolvidos com a gestão de recursos hídricos.

Preveem-se investimentos, para todos os Estados do Nordeste, da ordem de US\$ 330.000.000,00, financiados pelo Banco Mundial (60%), *Japan Bank for Internacional Cooperation* - JBIC (21%) e pelos Governos Federal e Estaduais (19%). Desse montante, cerca de R\$ 160.000.000,00 foi destinado ao Ceará por meio de convênios com a Agência Nacional de Águas - ANA, responsável pela execução do componente Gestão (R\$ 5.000.000,00) e com o Ministério da Integração Nacional, responsável pelo componente Obras Prioritárias (R\$ 155.000.000,00). (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2008)

### 2.1.2 CAGECE

Criada pela Lei nº 9.499, de 20 de julho de 1971, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) é uma sociedade de economia mista, tendo como principal acionista o Governo do Estado, e tem como finalidade a prestação dos serviços de água e esgoto no Estado do Ceará, vinculada à Secretaria das Cidades.

A companhia está presente em 251 localidades do Estado com sistemas de abastecimento de água, sendo 149 municípios, e em 64 localidades com coleta e tratamento de esgoto. Abastece uma população de 4,52 milhões de cearenses, incluindo 2,40 milhões de habitantes somente em Fortaleza, segundo dados da própria companhia. Possui uma rede de distribuição de água com 9.784,78 quilômetros de extensão, dos quais 3.963.505 quilômetros são em Fortaleza.

A água distribuída pela Cagece passa por um rigoroso controle de qualidade, atendendo às normas e exigências da Organização Mundial da Saúde (OMS). A Estação de Tratamento de Água responsável pelo abastecimento de Fortaleza e Região Metropolitana é certificada pela ISO 9001:2000 desde 2006,

assim como o Laboratório Central de análises físico-químicas e bacteriológicas, seis Estações de Tratamento de Água do Interior, a Oficina de Hidrômetros e 14 lojas. (GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ, 2004)

Na Tabela 1 e Tabela 2 estão os dados estatísticos sobre água e esgoto da Cagece.

*Tabela 1 - Abastecimento de Água (Dezembro de 2007)*

INFORMAÇÃO	FORTALEZA	ESTADO
Número de localidades atendidas	1	251
População urbana coberta	2.404.423	4.526.783
Índice de cobertura com abastecimento de água	97,80%	96,91%
Índice de hidrometração	98,91%	97,14%
Número de economias reais totais beneficiadas	799.194	1.442.071
Extensão de rede de distribuição de água (m)	3.963.505	9.784.785

Fonte: Cagece

*Tabela 2 - Esgotamento Sanitário (Dezembro de 2007)*

INFORMAÇÃO	FORTALEZA	ESTADO
Número de localidades atendidas	1	64
População urbana coberta	1.242.921	1.669.211
Número de economias reais totais contempladas com o serviço de coleta de esgoto	441.342	512.81
Índice de tratamento de esgoto	100%	100%
Índice de cobertura com serviços de coleta de esgoto	50,56%	35,74%
Extensão da malha coletora de esgoto sanitário (m)	2.206.243	3.750.994

Fonte: Cagece

## 2.2 Abastecimento de Pequenas Comunidades

No Brasil, diferentes programas de abastecimento rural foram adotados, a seguir alguns exemplos de programas implementados nos estados do Ceará, Bahia e Minas Gerais, e outros programas federais (Programa Um Milhão de Cisternas e Atlas da Agência Nacional das Águas - ANA).

### 2.2.1 Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) - Ceará

Iniciado em 1991, o Programa de Saneamento Básico Rural do Ceará estabeleceu-se mediante um acordo de cooperação financeira entre o Governo Alemão através do banco *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KFW) e o governo estadual.

O Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), tem por base o associativismo como um mecanismo institucional para implementar autogestão e a auto-sustentação dos serviços pelos próprios usuários.

Tem como objetivo planejar, projetar e construir os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos pequenos núcleos urbanos disseminados no meio rural. O modelo começou a ser implantado no Ceará em 1995, nas bacias do Acaraú e Coreaú. O SISAR beneficia pequenas comunidades e visa garantir, em longo prazo, o desenvolvimento e manutenção dos sistemas implantados pela CAGECE de forma autossustentável.

Cada um desses sistemas constitui uma Organização Não Governamental-ONG sem fins lucrativos, formada pelas associações comunitárias representando as populações atendidas, com a participação e orientação da CAGECE.

O SISAR é incentivado como responsável pela operação do saneamento nos pequenos núcleos urbanos disseminados no meio rural, com população entre 250 e 1.250 habitantes. O elevado custo da operação destes pequenos sistemas tem sido motivo de preocupação mesmo sem países desenvolvidos, que têm procurado através de sistemas automatizados de elevado custo de investimento, reduzir as despesas de operação.

Segundo a Cagece, o SISAR permite manter o investimento em um nível razoável, ao mesmo tempo em que mantém o custo de operação em um patamar compatível com o nível de renda da população beneficiada. A operação através de empresas teria que obrigatoriamente ser subsidiada pelo Governo Estadual, criando um ônus tão elevado que impossibilitaria a universalização do saneamento. O SISAR, através da auto-gestão dos sistemas de água e esgoto por associação de moradores, com baixo custo de operação, viabiliza a universalização dos serviços



para pequenas comunidades. Neste modelo de operação, a CAGECE, por delegação do Estado, assume o papel de auditoria e controle das atividades do SISAR, garantindo a qualidade dos serviços e evitando desmandos administrativos.

A partir da experiência na Zona Norte, a CAGECE apoiou a criação e estruturação de oito SISARs, cada um com área de atuação correspondente a uma bacia hidrográfica, cobrindo todo o Ceará. Deste modo, ao ser instalado um sistema de saneamento em um pequeno povoado, a comunidade se organiza com o apoio e a orientação da CAGECE em uma associação, à qual o Estado entrega por comodato o conjunto de equipamentos. Ao mesmo tempo, esta associação recebe da Prefeitura a autorização para operação do sistema. Atendidas estas condições, a associação, por sua vez, se filia ao SISAR de sua bacia hidrográfica, que passa a apoiá-la administrativamente e operacionalmente.

Como estrutura organizacional, o SISAR é uma federação de associações comunitárias que tem a responsabilidade de administrar os serviços, garantir o acesso da população e a sustentabilidade financeira dos mesmos. Compõe o conselho de administração do SISAR representantes das comunidades associadas, do Governo do Estado, através da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e das Prefeituras Municipais beneficiárias do Programa (“coparticipantes”).

A apresentação comunitária no SISAR permite o intercâmbio de experiências e o fortalecimento das comunidades nas atividades inerentes à coordenação, à administração, à manutenção e ao acompanhamento dos sistemas implantados. A atuação do SISAR é particularmente importante na definição da estrutura tarifária.

Embora o SISAR já esteja implantado e desfrutando da adesão das comunidades que o integram, ainda são muitos os desafios que esta experiência deverá enfrentar para consolidar-se. Certamente, o maior desafio está colocado para os beneficiários e seus representantes, aos quais cabe trabalhar para manter as condições de salubridade conquistadas e, nessa dedicação, reside a grande expectativa da sustentabilidade da experiência.

Um princípio proposto da CAGECE, válido não apenas para a abrangência do SISAR: “O esgotamento será disponibilizado à população somente

onde for necessário.” Nas áreas de subsolo arenoso e permeável das cidades litorâneas, e mesmo nos Bairros de pequeno adensamento urbano das cidades e vilas do interior, as soluções individuais de esgotamento sanitário têm atendido às necessidades da população. Estas populações veem como uma agressão a instalação de sistemas públicos de esgotamento que elas não necessitam, e cujas tarifas são obrigadas a pagar. Assim, antes de executar os pesados investimentos de instalação de sistemas de esgotamento sanitário, o Poder Público deve verificar se eles são efetivamente necessários e constituem-se em anseios da população. Assim, a CAGECE considera que o Poder Público deve incentivar a adoção de sistemas individuais de solução (fossas sépticas, com sumidouros e leitos de absorção), inclusive através de doação à população carente.

#### 2.2.2 Sistema com Centrais - Bahia

A Companhia de Engenharia Rural da Bahia (CERB) é uma empresa de economia mista, responsável por estudos, projetos, programas e gestão das ações e serviços de saneamento básico no meio rural disperso e povoados, contemplando soluções integradas e integrais de engenharia rural que objetivem a universalização dos serviços com organização, participação comunitária, controle social e desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais beneficiárias. (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PERNAMBUCO, 2008).

A CERB trabalha em todos os municípios abrangidos pelo rio São Francisco. Foi Fundada em 1972 e tem núcleos regionais distribuídos por todo o estado da Bahia. As ações de maior importância em execução pela CERB são:

- Ampliação, recuperação e construção de sistemas de abastecimento de água;
- Sistemas de distribuição de água convencional;
- Implantação de energização;
- Implantação de células voltaicas (energia solar)
- Implantação de dessalinizadores;

- Instalação de equipamentos de bombeamento de água;
- Manutenção de sistemas de abastecimento de água;
- Perfuração e recuperação de poços tubulares;
- Instalação de privadas higiênicas e
- Instalação de sistemas de esgotamento sanitário

O Programa Água para Todos da Bahia tem como objetivo aumentar a oferta de água de qualidade e ampliar os serviços de saneamento básico, articulando a essas iniciativas componentes de sustentabilidade ambiental, como a proteção e recuperação de matas ciliares, nascentes, mananciais e áreas de recargas; educação ambiental e melhorias habitacionais e projetos socioeconômicos. (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PERNAMBUCO, 2008)

Foi investida uma quantia superior a R\$ 2,1 bilhões, até o ano de 2007, sendo mais de R\$ 980 milhões para abastecimento de água, R\$ 720 milhões destinados ao esgotamento sanitário, R\$ 368 milhões para saneamento integrado e R\$ 6 milhões para meio ambiente e projetos socioeconômicos. Os recursos são oriundos de fontes internacionais, federal e estadual.

### 2.2.3 Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A (COPANOR) – Minas Gerais

Com o objetivo de atender as regiões norte e nordeste do estado de Minas Gerais no tocante aos serviços de abastecimento de água tratada e coleta e tratamento de esgotos sanitários, o governo de Minas Gerais criou com a Lei Estadual 16698, de 17 de abril de 2007, a COPANOR, empresa pública subsidiária da COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais). O Governo do Estado de Minas Gerais procurou, na primeira fase do projeto, beneficiar mais de 450 localidades de 92 Municípios das Bacias Hidrográficas dos Rios Jequitinhonha, Mucuri, São Mateus, Buranhém, Itanhém e Jucuruçu. (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PERNAMBUCO, 2008)

Teve como principais objetivos: implantar sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto em todas as localidades com população entre 200 e 5.000 habitantes no Norte e Nordeste de Minas; operar os sistemas de água e esgoto com padrão de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde e de acordo com as recomendações da Organização Mundial de Saúde; e praticar tarifas compatíveis com a realidade local. (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PERNAMBUCO, 2008).

Esperou-se uma melhoria na qualidade de vida da população em sua área de abrangência, uma redução nos índices de mortalidade infantil causada por doenças infecciosas e parasitárias, uma redução das desigualdades regionais e a despoluição de rios e córregos.

Segundo o Portal da COPANOR, o projeto encontra-se em operação com 49 sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em 26 municípios. Dentre eles, os sistemas de abastecimento de água das sedes dos municípios de Santa Maria do Salto, Berilo, Ladainha, Chapada do Norte, Angelândia, Aricanduva, Frei Gaspar, Setubinha, Umburatiba, Santa Cruz de Salinas, Fronteira dos Vales, Pavão, Rubelita e Caraí foram transferidos da administração da Copasa para a COPANOR. A população atendida atualmente é de 94 mil pessoas. Além dos sistemas já em operação, em outros 27 municípios os contratos do programa já foram assinados. Em 83 municípios, as Leis Municipais que autorizam a transferência dos serviços para a COPANOR já foram sancionadas.

Em 2009, 71 concessões da Copasa começaram o processo de transferência para a COPANOR, que será a nova concessionária para a prestação de serviços nos municípios com população inferior a 5 mil habitantes na região nordeste do Estado. Estimava-se que 40 transferências se efetivassem ainda em 2009 e as demais fossem concluídas em 2010.

A COPANOR não visa lucro e o valor arrecadado com as tarifas será somente o necessário para cobrir os custos operacionais. Com isso, prevê-se a aplicação de uma tarifa reduzida, de acordo com a capacidade de pagamento da comunidade local, o que permitirá a inclusão social de milhares de famílias desassistidas com os serviços de saneamento básico.

## 2.2.4 Financiamento dos Sistemas de Abastecimento Rural (SAR) e a experiência do Ceará

### 2.2.4.1 Projeto São José

Com o objetivo de melhorar as condições de vida de famílias carentes da zona rural do Estado, elevar a qualidade de vida e aumentar a geração de emprego e renda da população beneficiada, foi criado, em 1995, o Projeto São José.

Atuando em 177 dos 184 municípios do Ceará, cerca de R\$ 300 milhões já foram liberados através do Projeto (até 2004), beneficiando aproximadamente 413 mil famílias do Estado. O Projeto tem como público-alvo os grupos mais carentes, organizados por interesses comuns e representados por suas entidades associativas, que tenham ação local e em agrupamentos com até 7.500 habitantes.

Segundo o Portal de Serviços e Informações do Governo do Estado do Ceará, o projeto São José realiza investimento em infraestrutura básica, apoiando os pequenos produtores, criando oportunidades de emprego, reduzindo as desigualdades sociais e melhorando os indicadores de saúde e qualidade de vida da população do Ceará. Os principais projetos desenvolvidos através do São José são ações de eletrificação rural; sistemas comunitários de abastecimento de água; mecanização agrícola; habitação rural em áreas de assentamento; e projetos produtivos (ação piloto em elaboração). Todas essas ações são coordenadas pela Secretaria do Desenvolvimento Local e Regional (SDLR) e contam com parceria de dez Secretarias de Estado e suas Entidades Representativas, destacando-se entre elas a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ematerce), Superintendência de Obras Hidráulicas (Sohidra), e Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (Cagece).

Consta também no Portal que entre 2003 e 2004 o Projeto São José havia liberado recursos da ordem de R\$ 72,5 milhões, beneficiando 53.898 famílias, através de convênios com 811 associações comunitárias, em 160 municípios do interior cearense. Vale ressaltar que o Projeto São José, juntamente com o Fundo de Combate a Pobreza (Fecop), fortaleceu a política do Governo para combater à pobreza no Estado do Ceará, reduzindo as desigualdades sociais e as diferenças entre os 184 municípios do Estado.

#### 2.2.4.2 Banco KfW

Em 1998, através do Programa KfW I, ou “Programa de Saneamento Básico do Ceará I”, o governo do estado, através da CAGECE, beneficiou 120 mil habitantes da zona norte do estado do Ceará, levando água tratada a 63 comunidades e esgoto a 22. O programa possuía o nome da instituição financeira que apoiava o projeto, o banco de desenvolvimento do governo alemão de sigla KfW (*Kreditanstalt für Wiederaufbau*), cuja tradução para o português seria Instituto de Crédito para Reconstruções.

Foi elaborado, então, o programa KfW II, ou “Programa de Saneamento Básico do Ceará II”, que, segundo a Secretaria das Cidades do Governo do Ceará, teve como objetivo implantar ou ampliar os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em distritos e pequenas localidades da zona rural, com população acima de 300 habitantes, situados nas bacias do Banabuiú, Baixo e Médio Jaguaribe, Acaraú e Coreaú. Também teve como objetivo o desenvolvimento institucional dos SISAR's (Sistemas Integrados de Saneamento Rural) das bacias do Banabuiú, Baixo e Médio Jaguaribe. Durou entre 2006 e 2009, tendo como fonte de recursos um empréstimo contraído junto ao banco KfW e recursos próprios do Governo do Estado do Ceará.

#### 2.2.5 Programas Federais

##### 2.2.5.1 Programa Um milhão de Cisternas

Iniciado em julho de 2003, o Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC vem desencadeando um movimento de articulação e de convivência sustentável com o ecossistema do Semi-Árido, através do fortalecimento da sociedade civil, da mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, com uma proposta de educação processual. O objetivo do P1MC é beneficiar cerca de 5 milhões de pessoas em toda região semi-árida, com água potável para beber e cozinhar, através das cisternas de placas.

O tipo de cisterna mais comum construído é a cisterna de placas, reservatórios cilíndricos, cobertos e semienterrados. Seu dimensionamento varia de

acordo com o tamanho da família atendida e o tamanho do telhado da casa que captará a água da chuva. Em média, cada cisterna tem capacidade de armazenar 16 mil litros de água, podendo variar entre 10 e 20 mil litros, quantidade de água suficiente para ser utilizada durante o período de estiagem. Essa água é captada no período de chuvas, através de calhas instaladas nos telhados, e armazenada nas cisternas. Com a cisterna, cada família fica independente, autônoma e com a liberdade de escolher seus próprios gestores públicos, buscar e conhecer outras técnicas de convivência com o Semiárido. (ASA BRASIL, 2010)

A cisterna é construída por pedreiros das próprias localidades, formados e capacitados pelo P1MC, e pelas próprias famílias, que executam os serviços gerais de escavação, aquisição e fornecimento da areia e da água. Os pedreiros são remunerados e a contribuição das famílias nos trabalhos de construção se caracteriza como a contrapartida no processo. Se a água da cisterna for utilizada de forma adequada (para beber, cozinhar e escovar os dentes) dura, aproximadamente, 8 (oito) meses

Segundo a ASA (Articulação no Semi-Árido Brasileiro), um fórum de organizadores da sociedade civil que luta pelo desenvolvimento econômico, político e social desde 1999, até abril de 2010 foram construídas 288.459 cisternas do Programa Um Milhão de Cisternas

Segundo técnicos da ONG dos funcionários do Banespa que trabalham com o Projeto Cisternas, os custos variavam bastante na época do estudo, no ano de 2002, de um mínimo de R\$ 844,00, até o máximo de R\$ 1.200,00 (sem considerar os custos de mão de obra). Os materiais utilizados na construção são cimento, areia, ferro, arame, brita, impermeabilizante, calhas de zinco, pano, canos de PVC e joelho de PVC e tinta a base de cal. Pelo programa, a mão-de-obra utilizada para a construção da cisterna vem da própria comunidade em regime de mutirão, havendo um treinamento prévio do método construtivo, bem como da manutenção e do tratamento da água.

O programa trás como benefício a melhoria da saúde da população, já que proporciona à comunidade a utilização de uma água de melhor qualidade e quantidade. Também diminui a dependência da população dos carros-pipa, instrumento comumente utilizado por políticos como moeda de compra de votos. Existe também a capacitação da população, gerando emprego e renda, pois esta

mão de obra é utilizada na construção e manutenção das cisternas. (ASA BRASIL, 2010)

#### 2.2.5.2 Atlas da Agência Nacional de Águas (ANA)

Coordenado pela Agência Nacional de Águas – ANA, o ATLAS consolida um amplo trabalho de diagnóstico e planejamento nas áreas de recursos hídricos e saneamento no Brasil, com foco na garantia da oferta de água para o abastecimento das sedes urbanas em todo o País. (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009)

Segundo a ANA, a elaboração do ATLAS, em um processo participativo e consensual, contou com a mobilização de uma equipe multidisciplinar e a parceria de diversas instituições, assegurando a convergência de decisões entre as instâncias de planejamento federal, estadual e municipal e, ao mesmo tempo, a integração desejada entre a gestão do uso da água e o abastecimento urbano.

A partir dos resultados de diagnóstico detalhado, em que foram avaliados todos os mananciais e sistemas de produção de água de cada sede urbana, são indicadas as principais obras e ações de gestão para o atendimento das demandas até 2025. Adicionalmente, são indicadas ações de coleta e tratamento de esgotos necessárias para a proteção da qualidade das águas dos mananciais.

Por abordar também os custos das soluções propostas e os arranjos institucionais mais indicados para viabilizá-las, o projeto oferece um relato de projetos e obras abrangente, se mostrando a ferramenta adequada para a tomada de decisões e racionalização de investimentos. (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009)

A 1ª versão do Atlas Nordeste (2006) contemplou as sedes municipais com mais de 5.000 habitantes situadas nos nove Estados do Nordeste e nas bacias dos rios Pardo, Mucuri, Jequitinhonha e São Francisco, no Estado de Minas Gerais. A atual área de abrangência foi ampliada de forma a contemplar os municípios com população inferior a 5.000 habitantes localizados no Semi-Árido e entorno, resultando em um universo de 1.892 sedes urbanas e cerca de 40 milhões de habitantes. (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009)

Os estudos incluem todas as sedes urbanas situadas nos Estados da Região Nordeste com área semi-árida (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba,



Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e no semi-árido mineiro. São consideradas, ainda, as sedes urbanas com mais de 5.000 habitantes situadas no Estado do Maranhão e na bacia do rio São Francisco em Minas Gerais, remanescentes da primeira versão do Atlas Nordeste.

*Tabela 3 - Resumo Dos Dados de Diagnóstico dos Municípios do Atlas Nordeste (Parte 1)*

Estado	Total de Municípios Estudados	Demanda 2025 (m³/s)	Tipo de Sistema (%)		
			Isolado		Integrado
			Manancial superficial/misto	Manancial subterrâneo	
AL	102	10,7	42	16	42
BA	417	45,5	54	15	31
CE	184	28,8	46	32	22
MA	122	17,5	28	67	5
MG	195	10,9	77	19	4
PB	223	11	42	18	40
PE	184	29,6	52	8	40
PI	223	8,8	15	80	5
RN	167	10,2	29	23	48
SE	75	6,5	25	27	48
TOTAL	1892	179,5	15.985	7.682	6.615

FONTE: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/AtlasNordeste.aspx>

*Tabela 4 - Resumo Dos Dados de Diagnóstico dos Municípios do Atlas Nordeste (Parte 2)*

Estado	Diagnóstico 2015 (%)			Total de Investimentos Abastecimento de Água (R\$ milhões)
	Abastecimento Satisfatório	Requer investimentos		
		Ampliação de Sistema	Novo Manancial	
AL	36	58	6	668
BA	25	63	12	2.235
CE	27	59	14	895
MA	17	83	---	338
MG	37	61	2	196
PB	38	24	38	619
PE	30	33	37	2.378
PI	14	84	2	432
RN	41	45	14	674
SE	47	39	15	455
TOTAL	29	55	14	8.891

FONTE: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/AtlasNordeste.aspx>

A questão institucional se apresenta como fundamental para o sucesso das alternativas técnicas propostas no ATLAS, dada a necessidade da ação

articulada e integrada entre atores públicos (União, Estados e municípios) e entre os setores envolvidos – recursos hídricos e saneamento.

Para os municípios de pequeno porte, percebe-se que o financiamento de ações e intervenções do ATLAS pode ser viabilizado mediante aportes diferenciados, na maioria das vezes para atendimento simultâneo a diversas obras de sistemas isolados. Em municípios de maior porte e, especialmente, em grandes sistemas integrados, os arranjos podem envolver, além de operações de crédito mais tradicionais, financiamentos externos, sobretudo em ações setoriais integradas, como a recuperação e proteção de mananciais. (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009)

Em todos os casos, há especial relevância para a constituição formal de um Comitê Gestor, de caráter interministerial, que inclua entre as suas atribuições a viabilização das operações de crédito necessárias à execução dos projetos, principalmente para pequenos municípios, e o apoio à implementação e operação das intervenções previstas, pondo em evidência o papel do Poder Público na condução do planejamento e do processo decisório.

Para que o ATLAS se efetive como uma ferramenta de apoio a este arranjo, é também imprescindível estruturar mecanismos para a sua permanente atualização. Neste caso, é igualmente necessário um Colegiado de Atualização disposto a formalizar a atuação dos diversos parceiros institucionais que colaboraram na construção dos estudos, principalmente as entidades municipais e estaduais responsáveis pela prestação de serviços de saneamento e órgãos de gestão dos recursos hídricos. (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009)

#### 2.2.6 Programa Plano Integrado para Garantir Água à População Difusa para os Múltiplos Usos

Como um projeto para diagnosticar a situação hídrica e procurar soluções para os múltiplos usos da água no estado do Ceará, a Assembleia Legislativa do Estado do Ceará, em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA), divulgou no mês de dezembro de 2009 o “Pacto das Águas”, projeto que produziu os seguintes documentos: o “Cenário Atual dos Recursos Hídricos”, o “Plano Estratégico de

Recursos Hídricos do Ceará” e onze Cadernos Regionais das Bacias Hidrográficas que caracterizavam cada bacia do estado do Ceará. Dentre os programas do Plano Estratégico, encontra-se o “Programa Plano Integrado para Garantir Água à População Difusa para os Múltiplos Usos”. (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ, 2009)

Segundo o Relatório, diferente dos centros urbanos, cujas soluções de abastecimento podem ser viabilizadas a partir de recursos hídricos concentrados (barragens e outros reservatórios), áreas rurais semiáridas possuem população difusa, o que dificulta a busca de soluções sustentáveis para o abastecimento de água.

O “Plano Integrado para Garantir Água à População Difusa Para os Múltiplos Usos” está estruturado para atender os desafios de aumentar a oferta hídrica para múltiplos usos através de ações estruturantes e adaptadas ao semiárido, possibilitando a minimização da problemática da escassez da água de forma permanente e fortalecendo a estabilidade econômica e social na zona rural semiárida. (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ, 2009)

Na maioria das vezes o abastecimento de núcleos populacionais abaixo de 100, ou 50 famílias é inviável economicamente, e isso se deve principalmente à falta de um modelo de gestão apropriado aos pequenos sistemas de abastecimento. Atualmente existem poucos dados acerca da população difusa no semiárido, os estudos que existem sobre o assunto são pontuais ou incompletos. (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ, 2009)

Assim, o programa do Plano Integrado busca assegurar a universalização do acesso à água potável, eliminando ao máximo possível atravessadores ou intermediários (carros-pipa). Como etapas desse processo, se caracterizam os seguintes itens:

- Caracterização de forma precisa e sistemática das populações, estabelecendo um sistema de informação com um banco de dados centralizado e sistematicamente atualizado;
- Integração das pequenas fontes hídricas, buscando assim uma gestão compartilhada para o aproveitamento do recurso de uma maneira sustentável;

- Reestruturação do modelo de prestação de serviços de saneamento no Estado, levando em consideração o porte das comunidades que estão fora das condições de operação dos sistemas existentes.

O Pacto das Águas, no documento do “Plano Estratégico”, relata os seguintes objetivos específicos do programa:

- Realizar um diagnóstico da população rural (inclusive a difusa) e das suas necessidades/demandas em termos de abastecimento hídrico;
- Implantar um banco de dados georeferenciado sobre a população difusa;
- Implantar uma estrutura organizacional que permite a atualização permanente dos dados;
- Identificar pequenos depósitos sedimentares com potencialidades hídricas para o abastecimento humano, animal e atividades produtivas;
- Planejar e implementar ações integrando os setores municipais, estaduais e federais;
- Ampliar e implementar o Plano de Ações de Convivência com a Seca (PACS);
- Fortalecer a Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo da População Difusa (Vigiágua);
- Criar e implementar um modelo universal de gestão para os pequenos sistemas de abastecimento.

Segundo o Pacto das Águas, no ano de 2009 já estavam assegurados para este programa R\$ 2.127.000,00 de recursos financeiros.

## **2.3 Política de Recursos Hídricos**

### **2.3.1 Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**

A Lei nº 9.443, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, um grande passo para o avanço nas políticas públicas brasileiras

relacionadas à água. Conjuntamente, esta lei criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), um instrumento que possibilitaria resolver as questões que surgiam no país com a demanda crescente de água para o crescimento urbano, agrícola e industrial, bem como os conflitos que esse aumento de demanda causaria, e o aumento da degradação ambiental das fontes hídricas.

Em 17 de julho de 2000, consolida-se a ampla reforma institucional no Setor de Recursos Hídricos, com a edição da Lei Federal nº 9.984, que cria a Agência Nacional de Águas (ANA). Vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e dotada de autonomia administrativa e financeira, a ANA, na condição de autarquia sob regime especial, tem como missão regular e disciplinar a utilização dos rios e lagos de domínio da União, assegurando água em quantidade e qualidade para usos múltiplos, e implementar o SINGREH em parceria com os governos estaduais e municipais, com os usuários de água e com a sociedade civil organizada. Além de criar condições técnicas e institucionais para a implementação da lei das águas, a ANA contribui na busca de soluções para o enfrentamento de dois graves problemas: as secas prolongadas, especialmente na Região Nordeste, e a poluição dos rios. O Brasil dispõe, agora, de uma entidade com autonomia, estabilidade e agilidade suficiente para fazer frente a um conjunto de desafios. Para sua atuação, a ANA subordina-se aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e articula-se com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do SINGREH. (BRAGA, FLECHA, *et al.*, 2006)

### 2.3.2 Lei das Águas e Lei da ANA

Segundo Braga, Flecha et al (2006) a Lei nº 9433/97 tem como princípios, sobre os quais se baseiam a política de gestão de recursos hídricos, os seguintes pontos:

- Reconhecimento da água como um bem público dotado de valor econômico;
- Necessidade do uso múltiplo das águas;
- Prioridade do uso dos recursos hídricos, em situações de escassez, para o consumo humano e dessedentação de animais;

- Adoção de bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão das águas: gestão descentralizada;
- Participação dos diferentes níveis do poder público, dos usuários e da sociedade civil no processo de tomada de decisão: gestão participativa.

Os autores ressaltam também que a Política de Recursos Hídricos é orientada pelas seguintes diretrizes gerais de ação:

- Gestão sistemática dos recursos hídricos sem dissociação dos aspectos de quantidade e de qualidade;
- Adequação da gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, culturais e sociais das diversas regiões do País;
- Articulação da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;
- Articulação do planejamento dos recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regionais, estaduais e nacional;
- Articulação da gestão de recursos hídricos com a gestão do uso do solo;
- Integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e das zonas costeiras.

Dentre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, Braga, Flecha et al (2006) destacam:

O PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS, que tem como objetivo definir ações estruturais e não-estruturais para a utilização múltipla e racional dos recursos hídricos. Constituem planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da política de gestão de recursos hídricos no que concerne a bacias hidrográficas, definindo os usos prioritários e o programa de investimento para o desenvolvimento, recuperação e conservação dos recursos hídricos da bacia (BRAGA, FLECHA, *et al.*, 2006);

O ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA, que tem como objetivo determinar níveis de qualidade ao longo do tempo nos diversos trechos da malha hidrográfica, em função dos usos e dos programas e metas para a consecução desses objetivos. As definições nele previstas afetam diretamente a outorga, que se

dará pelas vazões de diluição, as quais são, por sua vez, funções dos níveis de qualidade estabelecidos (BRAGA, FLECHA, *et al.*, 2006);

A OUTORGA DE DIREITO DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS, que visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, e para autorizar a outorga o sistema deve ter informações sobre dados relativos à disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, e dos usuários a montante e a jusante do ponto de autorização;

A COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA, que objetiva incentivar o uso racional da água e obter recursos financeiros para a implementação das ações preconizadas nos planos de recursos hídricos;

O SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS, utilizado para prover informações de oferta e demanda de recursos hídricos para utilização no planejamento e gestão das águas.

Os autores também ressaltam que tais instrumentos de gestão são fortemente interdependentes e complementares do ponto de vista conceitual, e sua implementação demanda não somente capacidades técnicas, políticas e institucionais, mas requer também tempo para sua definição e operacionalização, pois, antes de tudo, se trata de um processo organizativo social que demanda participação e aceitação dos atores envolvidos, dentro da compreensão de que haverá um benefício coletivo global.

### 2.3.3 Experiências Nacionais sobre a Cobrança pelo Uso Da Água

#### 2.3.3.1 Cobrança pelo uso da Água no Paraíba Do Sul

De acordo com Pereira (2002, apud MARQUES, 2009), a bacia do rio Paraíba do Sul abrange três estados brasileiros: São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, possuindo uma área de aproximadamente 57.000km<sup>2</sup> e cerca de 5 (cinco) milhões de habitantes. Além de abranger uma desenvolvida área industrial, cerca de 8 (oito) milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Segundo Pereira (2002, apud MARQUES, 2009), o comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul foi instalado formalmente em 18 de dezembro de 1997.

A metodologia de cobrança pelo uso da água utilizada na bacia do rio Paraíba do Sul possibilita um efetivo início da gestão dos recursos hídricos da bacia, devido a sua simplicidade, de acordo com PEREIRA (2002) apud MARQUES, 2009.

De acordo com Pereira (2002, apud MARQUES, 2009), a metodologia de cálculo da cobrança pelo uso da água na bacia do Paraíba do Sul foi apresentada pela Deliberação nº 8 do CEIVAP, como mostrado na Tabela 5. Os valores a serem cobrados resultam da multiplicação dos volumes do consumidor por um preço unitário e por coeficientes.

*Tabela 5 - Cálculo dos valores de cobrança pelo uso da água na CEIVAP*

TIPO DE USO	FÓRMULA
Captação	$C = Q_{cap} \times K_0 \times PPU$
Consumo	$C = Q_{cap} \times K_1 \times PPU$
Lançamento	$C = Q_{cap} \times (1 - K_1) \times (1 - K_2 K_3) \times PPU$
Preços	C - valor da conta (R\$/mês) PPU - Preço Público Unitário (R\$/m³)
Coeficientes	$K_0$ - Multiplicador de preço unitário para captação (< 1) $K_1$ - Coeficiente de consumo para a atividade em questão $K_2$ - % do volume de efluente tratado em relação ao total produzido $K_3$ - Nível de eficiência de redução de DBO na ETE
Quantidades	$Q_{cap}$ - Volume de água captada durante um mês (m³/mês)

FONTE: CEIVAP (2001, apud MARQUES, 2009)

O coeficiente  $K_0$  tem como objetivo introduzir a captação da água como um fator gerador de cobrança, seus valores são inferiores a 1, e são definidos pela CEIVAP. Para que se pudesse estabelecer uma relação de importância entre a captação e o consumo, o coeficiente  $K_1$  tem como objetivo considerar o valor que foi efetivamente consumido em cada setor. O coeficiente  $K_2$  representa o volume de efluente tratado em relação ao total produzido. O coeficiente  $K_3$  representa a eficiência de redução da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) na estação de tratamento de efluentes, como relatou PEREIRA (2002, apud MARQUES 2009).



A utilização de somente um parâmetro de poluição é defendido por Campos et. al (2001, apud MARQUES 2009), pois o DBO representa um parâmetro representativo da qualidade dos esgotos e de fácil mensuração.

Segundo Pereira (2002, apud MARQUES 2009), todos os parâmetros para o cálculo da cobrança pelo uso da água na bacia do rio Paraíba do Sul podem ser informados pelos próprios usuários da água, com exceção dos valores do PPU (Preço Público Unitário) e do  $K_0$ .

#### 2.3.3.2 Cobrança pelo uso da água em São Paulo

A cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo é realizada em função dos volumes captados e efetivamente consumidos, para as retiradas e pela quantidade de DBO, como foi relatado na proposta da CRH/SP (1997, apud PEREIRA 2002).

Segundo Pereira (2002), o Preço Unitário Final (PUF) é obtido a partir do produto entre o Preço unitário básico e coeficientes que são definidos de acordo com as peculiaridades de cada região da bacia. O PUF deve ser menor que um valor determinado: o preço unitário máximo. O valor total cobrado aos usuários consiste na soma de cada um dos valores relacionados a cada parâmetro.

#### 2.3.4 Modelo de Cobrança do Ceará

O relatório do Consórcio Tahal para a SRH-CE (2002) tinha como objetivo propor modelos de tarifação para usuários de água bruta nos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú. O estudo apresenta a formulação e discute três modelos, optando por um e aplicando-o a dados cadastrais colhidos pela própria COGERH em 1998, dados estes que representam 67% da demanda global da área em foco.

No relatório, utilizou-se como dados básicos para simulação as informações fornecidas por reunião deliberativa da COGERH em 2002. A arrecadação necessária era de R\$ 720.000,00/ano para os vales perenizados do Jaguaribe e do Banabuiú. Quanto aos valores de vazão outorgável, a COGERH avaliou, com base na demanda histórica da região, o valor de 220,8 hm<sup>3</sup>/ano, o que confere valor médio a ser arrecadado de 0,0033 R\$/m<sup>3</sup>, custo médio corresponde a

vazão com 90% de garantia, sem contabilizar as perdas em trânsito e demais usos insignificantes. A Tabela 6 mostra a repartição dos usos na vazão outorgável nos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú.

O relatório então calculou as tarifas médias dos setores de uso (TM), mostradas na equação 1 e na equação 2;

$$S = \sum_{i=1}^4 (TM_i \cdot V_i) \quad 1$$

$$\frac{TM_i}{CP_i} = K \quad 2$$

Em que:

S = montante a arrecadar;

TM<sub>i</sub> = tarifa média do setor “i”;

CP<sub>i</sub> = capacidade de pagamento do setor “i” e

K = razão da tarifa em relação à capacidade de pagamento.

V<sub>i</sub> = volume anual outorgável.

Aplicando-se os dados da área de estudo chega-se a  $K \cong 4\%$ , ou seja, basta que se cobre cerca de 4% da capacidade de pagamento dos diversos setores para que os custos OAM (Operação, Administração e Manutenção) sejam cobertos pela tarifa.

*Tabela 6 - Vazão outorgável nos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú*

Uso	Vazão outorgável (hm <sup>3</sup> /ano)	Capacidade de pagamento (R\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa média por setor (R\$/m <sup>3</sup> )	Montante a arrecadar (R\$/ano)
Saneamento	18,9	(-)	0,0121	228.951,36
Canal do Trabalhador	15,8	0,04931	0,0019	29.744,04
Carcinicultura	12,6	0,38972	0,0149	188.064,83
Irrigação	173,4	0,04118	0,0016	273.239,78
<b>Total</b>	<b>220,8</b>	<b>(-)</b>	<b>(-)</b>	<b>720.000,00</b>

Fonte: (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2003)

### 2.3.5 Modelo Conceitual de Tarifa (CPS)

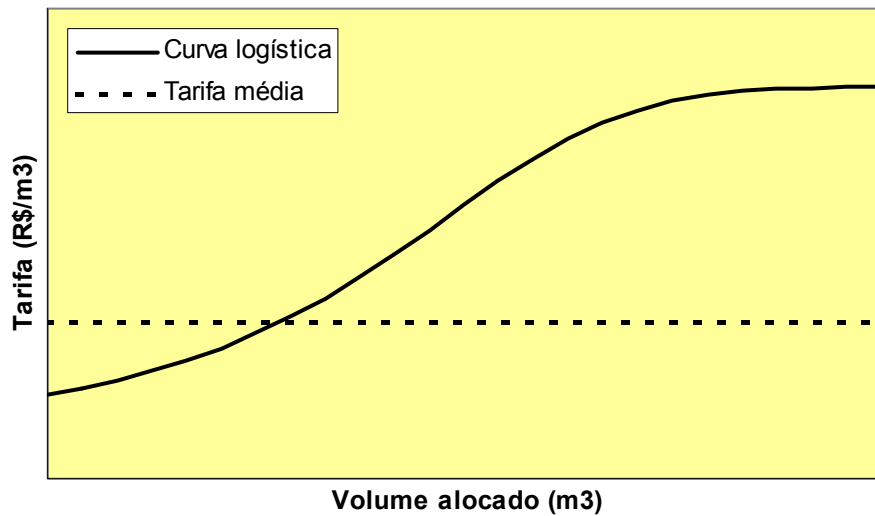
No “*Estudo para definição e implementação da política tarifária de água bruta no estado do Ceará*” (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002), foram estudados três modelos de tarifação para o setor de irrigação, o modelo Binomial, o modelo CMA-3 e o modelo CPS. Foram definidas então as grandezas para delimitação do modelo a ser utilizado: O montante a arrecadar nos vales perenizados de modo a cobrir custos de OAM, incluindo os custos do novo sistema de cobrança, e vazão outorgável dos reservatórios em operação nos vales, tanto em termos totais quanto em termos de uso.

Segundo TAHAL (2002) O modelo CPS (Capacidade de Pagamento e Subsídio cruzado) considera o volume alocado anualmente, trabalha por faixas e o termo de subsídio e/ou tarifa é expresso em forma de fração de tarifa média. Tem como base a equação a seguir:

$$T(u) = (1 + r) \cdot TM \cdot Va(u) \quad 3$$

Em que  $T(u)$  =Tarifa do usuário “u”;  $r$ =termo de subsídio cruzado,  $TM$  = tarifa média do uso;  $Va(u)$  = volume alocado anualmente ao usuário “u”. O termo de subsídio cruzado é modelado por uma curva logística com três parâmetros da Equação 3, que tem como virtudes a inclusão de três graus de liberdade (para calibrar os três parâmetros) e tem comportamento assintótico, o que evita distorções. Para isso, referir-se à Figura 1 (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

Figura 1 - Exemplo de comportamento da curva logística



Fonte: (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

$$r = \frac{\alpha'}{1 + \exp(-\beta' \cdot Va^2) - \gamma'} \quad 4$$

Na Equação 4,  $\alpha'$ ,  $\beta'$  e  $\gamma'$  são parâmetros. Para calibrar os parâmetros podem ser fornecidos os seguintes três valores: montante a arrecadar (S), volume de isenção ( $V_i$ ) e volume de tarifa média ( $V_0$ ). (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

O mesmo documento propõe que a tarifa deve ser tal que:

$$\sum T(u) = S \quad 5$$

A tarifa calculada pelo modelo para o volume de isenção deve ser zero:

$$r(V_a = V_i) = -1 \quad 6$$

O modelo deve calcular o fator  $r = 0$  para o usuário que consuma volume de tarifa média:

$$r(V_a = V_0) = 0 \quad 7$$

Foram aplicadas as técnicas de otimização (minimização de erros), e chegou-se aos valores dos parâmetros para o setor de irrigação dos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú:  $\alpha' = 2,00$ ;  $\beta' = 1E-11$ ;  $\gamma' = 1,08$ , contidos no relatório citado acima.

Segundo o relatório, os usuários de irrigação são divididos em cinco categorias: (1) isenção, (2) subsídio, (3) tarifa média, (4) sobretarifa baixa e (5) sobretarifa alta. O seguinte critério foi utilizado para determinar o limite de cada faixa: (1) a Lei Estadual de Águas prevê isenção de outorga (e, portanto, de tarifa) para vazões inferiores a 2 m<sup>3</sup>/h; (2) ficou determinado que seriam subsidiados (parcial ou integralmente) 50% dos usuários, portanto o limite da segunda categoria é a vazão mediana 32.160 m<sup>3</sup>/ano; (3) o limite superior dos usuários que pagariam tarifa média foi estabelecido próximo à área de 10 ha, uma vez que os estudos de capacidade de pagamento apresentam alteração no padrão dos irrigantes a partir desse valor; (4) o limite superior da sobretarifa baixa foi estabelecido como o volume para irrigação de aproximadamente 16 ha, com base no estudo de capacidade de pagamento. Acima desse valor deve-se aplicar a sobretarifa alta. (PROGERIRH, 2002).

A Tabela 7 apresenta os valores referentes às categorias supracitadas.

*Tabela 7 - Características e limites das faixas de tarifação*

Vazão (m <sup>3</sup> /ano)	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Área irrigação (ha)	Volume	Usuários
categoria 1 – isenção				
17.520	2,00	1,3	5,9%	26,6%
categoria 2 – subsídio				
32.160	3,67	2,3	13,0%	23,4%
categoria 3 – tarifa média				
128.423	14,66	9,17	57,5%	45,8%
categoria 4 – sobretarifa baixa				
222.532	25,40	15,90	9,8%	2,7%
categoria 5 – sobretarifa alta				
> 222.532	> 25,40	> 15,9	13,8%	1,6%

Fonte: PROGERIRH, 2002

Da Tabela 7 pode-se observar que a isenção incide somente sobre 5,9% do volume, porém beneficia mais de 26% dos usuários. De modo semelhante, a tarifa subsidiada beneficia 23,4% dos usuários atingindo, no entanto, apenas 13% do

volume outorgável. Observe-se que cerca de 46% dos usuários (responsáveis pela demanda de quase 58% da vazão) serão tarifados com base na tarifa média do setor (que, por sua vez, está subsidiada por outros usos, já que o custo médio é 0,0033 R\$/m<sup>3</sup> e sua tarifa média é 0,0026 R\$/m<sup>3</sup>). Dos valores supracitados, chega-se à conclusão que apenas 4,3% dos usuários são sobretarifados, porém somam quase um quarto da vazão total demandada. (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2003)

A aplicação do modelo CPS aos dados cadastrais da área de estudo para 1998 resultam nos valores mostrados na Tabela 8. Os resultados mostram que a categoria 2 receberá cerca de 60% de subsídio, tarifa que corresponde a 1,5% da capacidade de pagamento (CP) média do setor. A sobretarificação baixa deverá ser de 35%, o que confere aos usuários da categoria tarifa de 0,0021 R\$/m<sup>3</sup>, valor este inferior aos custos médios de OAM (0,0033 R\$/m<sup>3</sup>). Ou seja, a sobretarificação de 35% é inferior ao subsídio que o setor *irrigação* recebe dos demais setores (saneamento e carcinicultura). Por fim, a categoria 5 também subsidia as categorias 1 e 2, devendo pagar tarifa de 0,0083 R\$/m<sup>3</sup>. Apesar de este valor representar cerca de 2,5 vezes o custo médio OAM, a tarifa cobrada compromete apenas 20% da CP média do setor. Observe-se, ainda, que a CP dos usuários desta categoria é superior à média, de forma que a fração comprometida é inferior a 20% da CP real dos usuários.

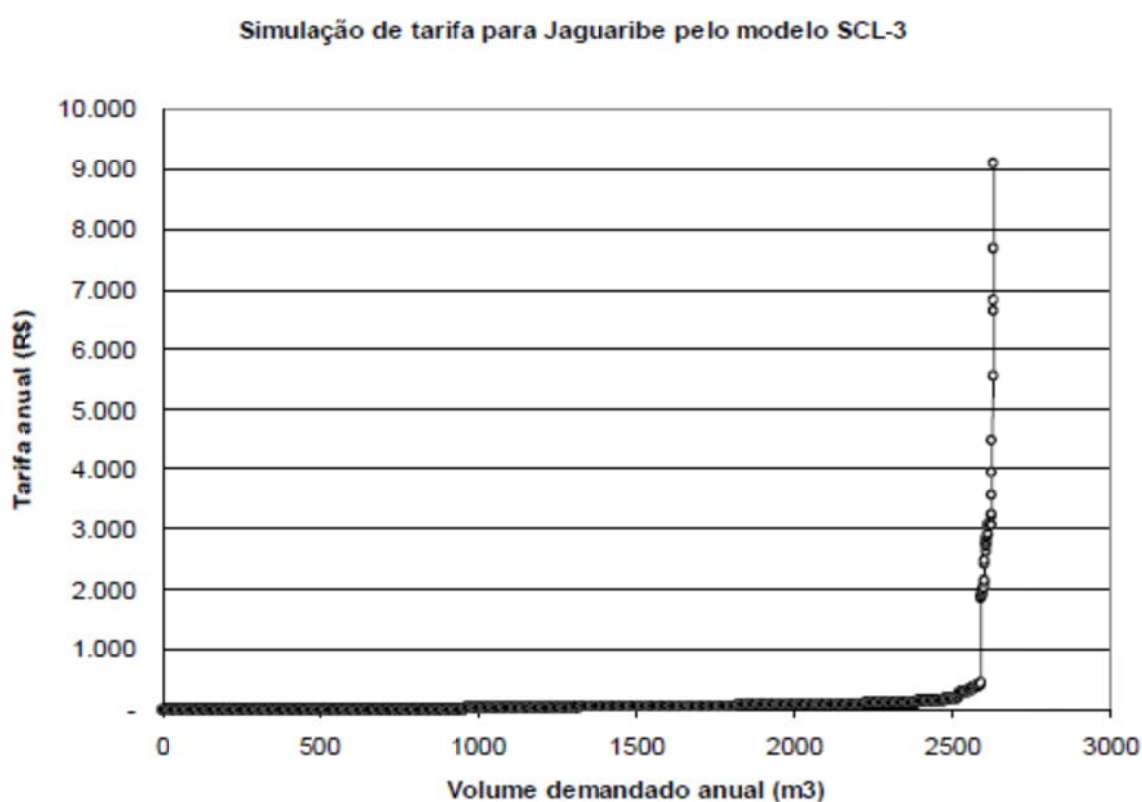
*Tabela 8 - Aplicação do modelo CPS aos usuários de irrigação dos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú*

Tarifa média (R\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa média / capacidade pag	Fator r
	categoria 1 – isenção	
0,00	0,0%	-100,0%
	categoria 2 – subsídio	
0,0006	1,5%	-59,6%
	categoria 3 – tarifa média	
0,0016	3,9%	0,0%
	categoria 4 – sobretarifa baixa	
0,0021	5,1%	35,0%
	categoria 5 – sobretarifa alta	
0,0083	20,2%	426,7%

Fonte: PROGERIRH, 2002

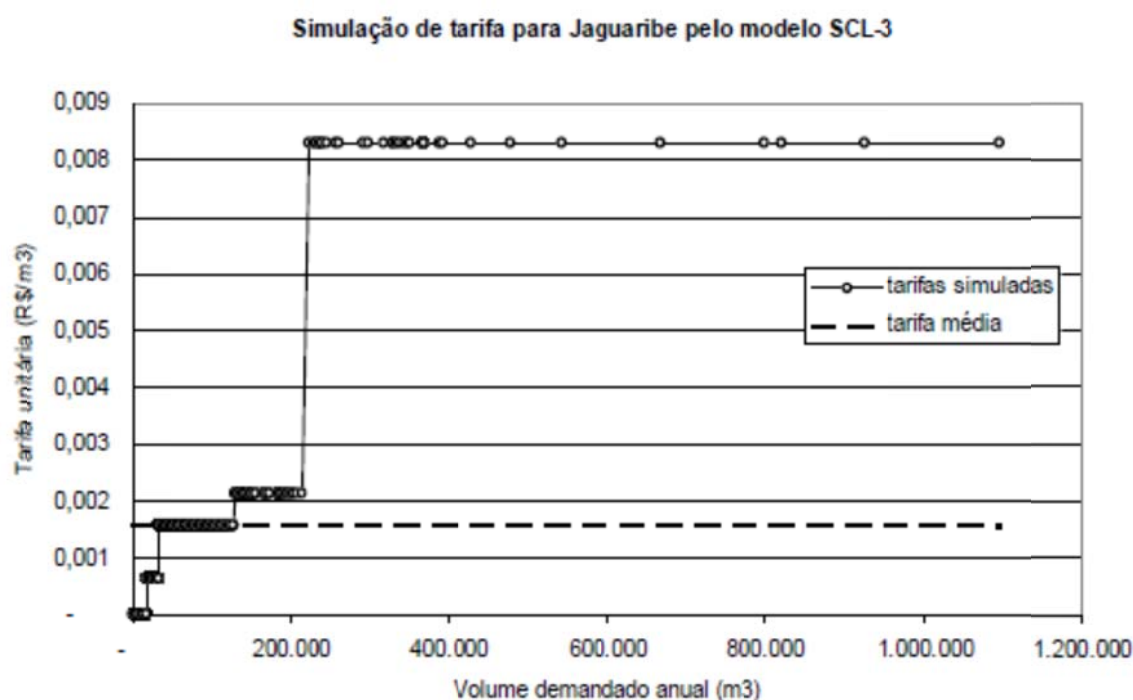
A Figura 2 mostra a tarifa anual calculada pelo modelo CPS para os usuários de irrigação em estudo. Observe-se que a grande maioria deverá pagar valores de até 300 R\$/ano e que o maior usuário será tarifado em cerca de nove mil reais anuais, contra os cerca de 19 mil reais do modelo CMA-3. A Figura 3 mostra o valor da tarifa por usuário. Observe-se que os valores das tarifas ocorrem em cinco patamares, de acordo com as cinco categorias preconizadas anteriormente.

*Figura 2 - Variação da tarifa (R\$/ano) em função do volume demandado pelo modelo CPS (Escala Logarítmica)*



Fonte: (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

Figura 3 - Variação da tarifa (R\$/m<sup>3</sup>) em função do volume demandado pelo modelo CPS



Fonte: SRH-CE (2002)

#### 2.3.5.1 A Cobrança no Ceará

Criado com o intuito de atualizar o valor da tarifa e os critérios de cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado do Ceará, O Decreto Estadual Nº 29.373, de 08 de agosto de 2008, foi o primeiro decreto de cobrança do estado do Ceará. Auxiliou o Governo do Estado no objetivo de viabilizar recursos para as atividades de gestão dos recursos hídricos, para as obras de infraestrutura operacional do sistema de oferta hídrica, bem como incentivar a racionalização do uso da água. Seus valores são relacionados na Tabela 9.



*Tabela 9 – Tarifa cobrada pelo uso dos recursos hídricos segundo Decreto Estadual Nº 29.373, de 08 de agosto de 2008*

<b>CATEGORIA DE USO</b>	<b>TARIFA ATUAL (R\$/1000 m³)</b>
<b>I Abastecimento Público</b>	
Região Metropolitana ou captações em estrutura hídrica de múltiplos usos com adução da COGERH	<b>86,54</b>
Demais Regiões do Estado (captações em açudes, rios, lagoas e poços sem adução da COGERH)	<b>32,77</b>
<b>II Uso Industrial</b>	
Captações em estrutura hídrica com adução da COGERH	<b>1.294,67</b>
Captações em estrutura hídrica sem adução da COGERH	<b>431,56</b>
<b>III Piscicultura</b>	
Tanque Escavado	<b>15,60</b>
Tanque Rede	<b>31,20</b>
<b>IV Carcinicultura</b>	<b>31,20</b>
<b>V Água Mineral e Potável de Mesa</b>	<b>1.036,65</b>
<b>VII Irrigação</b>	
Consumo de 1.440 m³/mês até 5.999 m³/mês	<b>3,00</b>
Consumo de 6.000 m³/mês até 11.999 m³/mês	<b>6,72</b>
Consumo de 12.000 m³/mês até 18.999 m³/mês	<b>7,80</b>
Consumo de 19.000 m³/mês até 46.999 m³/mês	<b>8,40</b>
Consumo a partir de 47.000 m³/mês	<b>9,60</b>
<b>VII Demais Categorias de Uso</b>	<b>86,54</b>

Fonte: (SRH-CE)

## **2.4 Capacidade de Pagamento e Impacto da Cobrança**

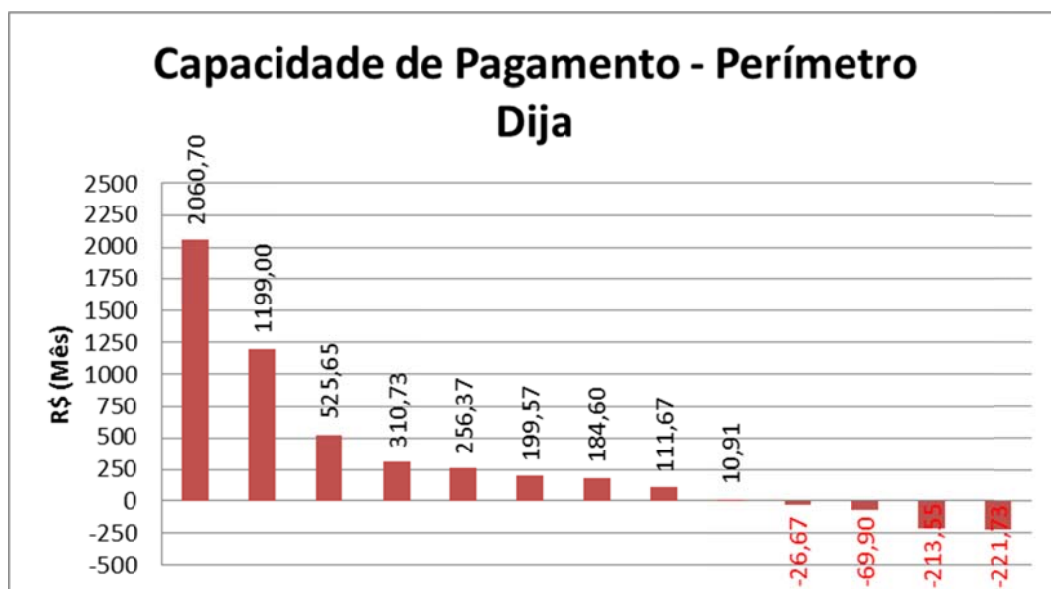
Os valores relacionados à capacidade de pagamento, obtidos através do estudo elaborado pelo consórcio TAHAL Consulting Engineers Ltd e JP Meio Ambiente para a definição e implementação da política tarifária de água bruta no estado do Ceará, foram determinados tendo como base o método residual que, segundo Aguero (1996, apud TAHAL 2002), possibilita determinar o valor de um dado recurso ou fator de produção por meio da degradação e análise de orçamentos anuais das unidades produtivas em estudo. A aplicação desse método consiste em determinar a renda bruta do usuário e subtraí-la de todos os fatores de produção

empregados nas atividades, com exceção da remuneração do fator que está sendo investigado. O valor obtido expressa a capacidade de poupança de produtor para fazer o uso do fator investigado, neste caso a água. (MARQUES, 2009)

Os valores das receitas e custos, utilizados no cálculo das capacidades de pagamentos, referem-se ao ano de 2001. Os gráficos a seguir expressam os valores da capacidade de pagamento da amostra de usuários, utilizados pela TAHAL para a bacia Metropolitana (Acarape, Guaiuba, Redenção e Canal do trabalhador) e para a bacia do Jaguaribe (Perímetro Dija, Perímetro do Icó e Perímetro de Morada Nova). (MARQUES, 2009)

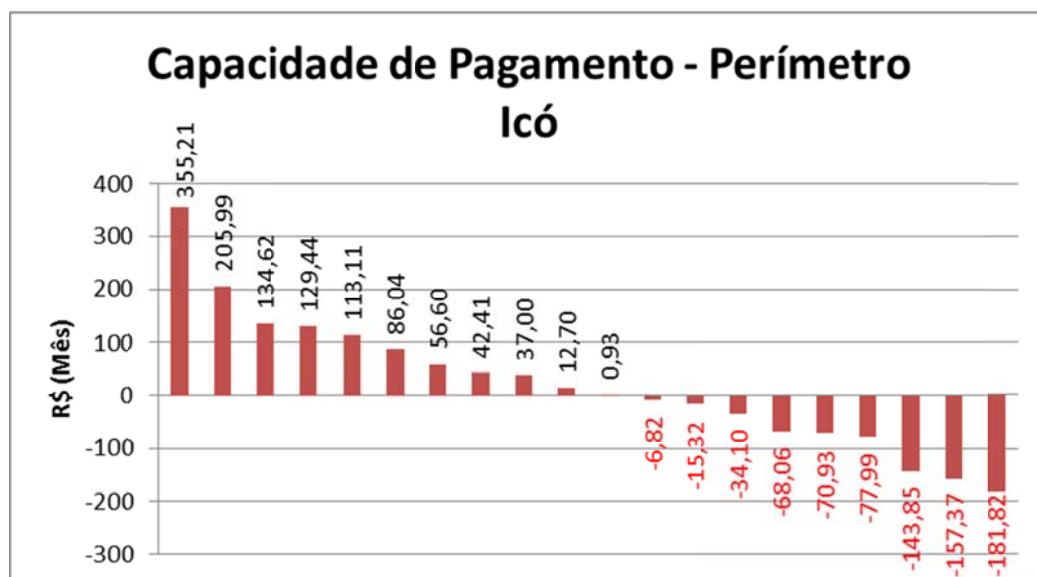
No eixo das abcissas estão indicados os usuários da amostra e no eixo das ordenadas o valor da capacidade de pagamento de cada usuário pesquisado contido no relatório de TAHAL (2002).

*Figura 4 - Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Perímetro Dija*



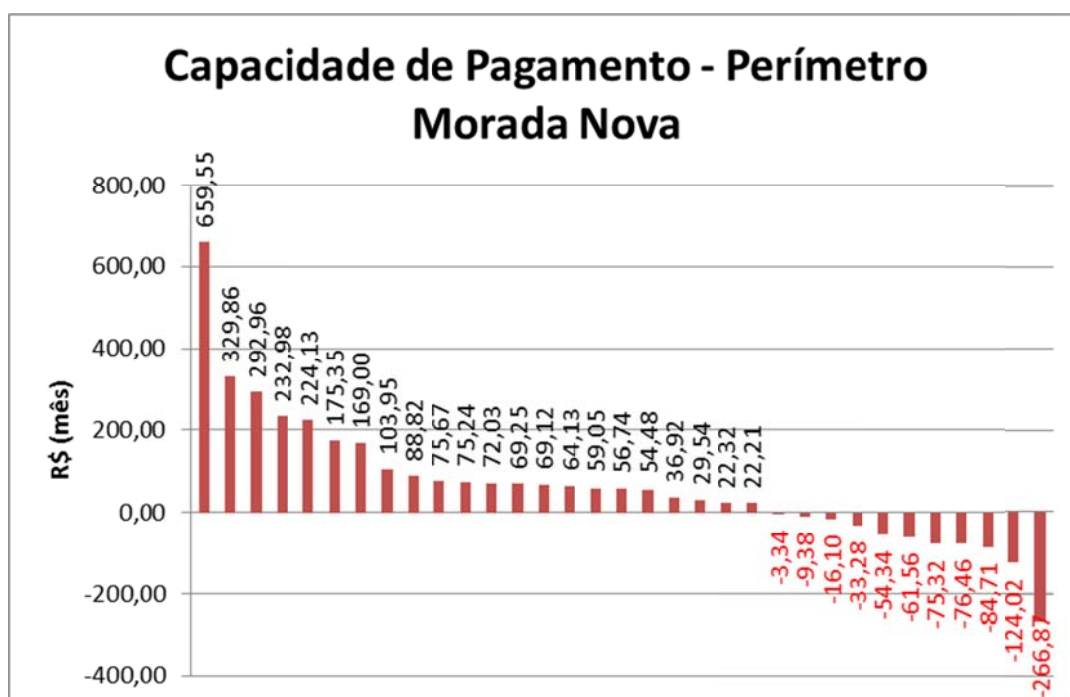
Fonte: (MARQUES, 2009)

Figura 5 - Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Perímetro Icó



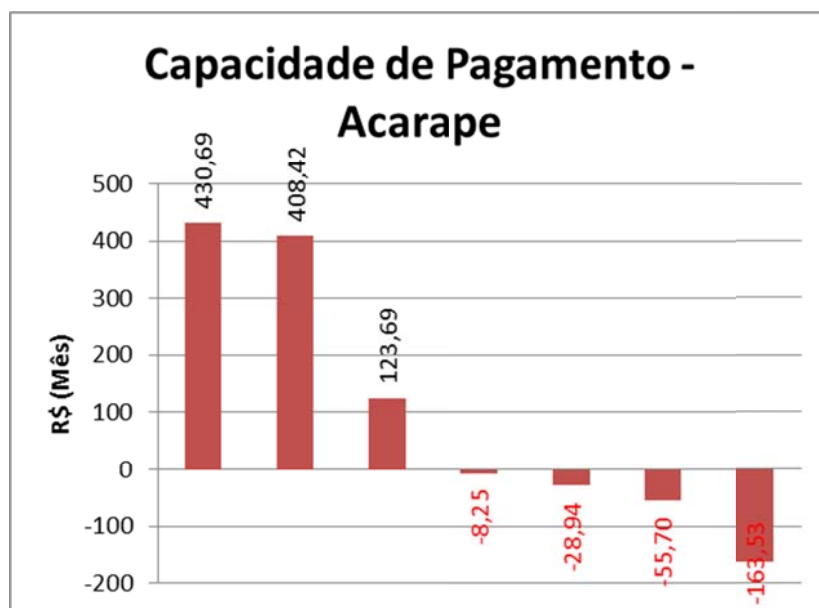
Fonte: (MARQUES, 2009)

Figura 6 - Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Perímetro Morada Nova



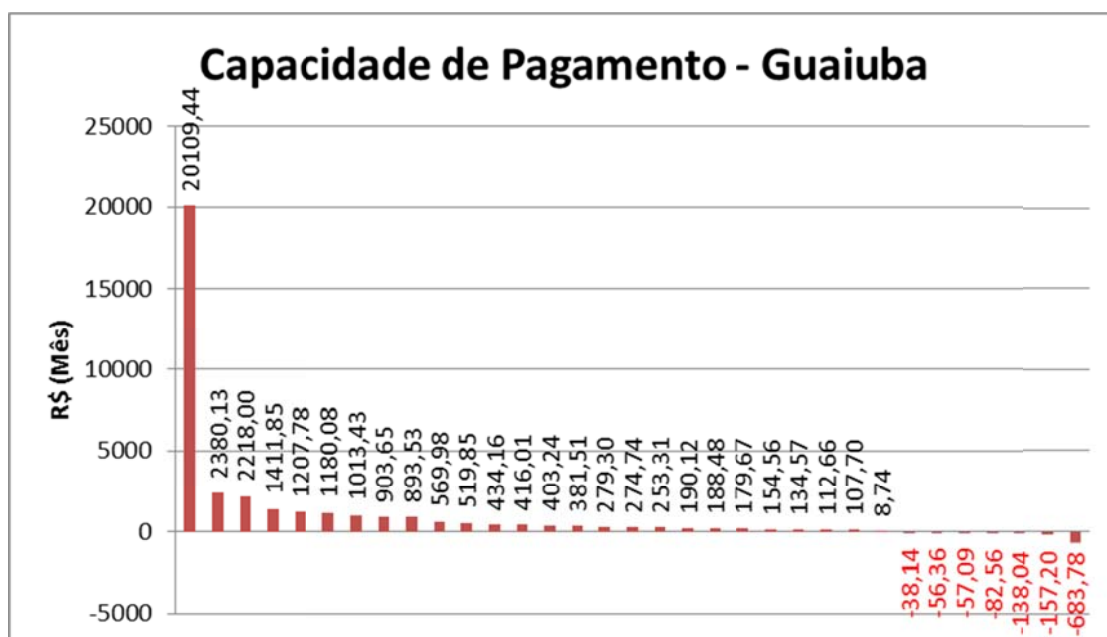
Fonte: (MARQUES, 2009)

Figura 7 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários de Acarape



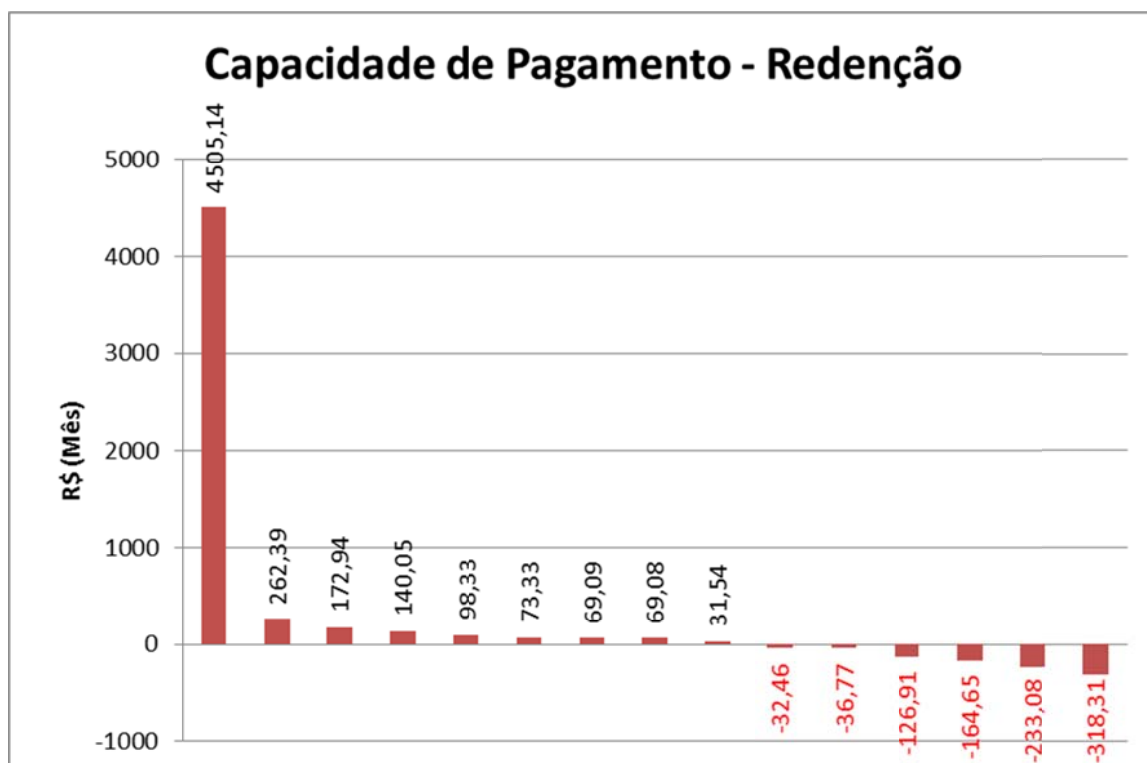
Fonte: (MARQUES, 2009)

Figura 8 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários de Guaiuba



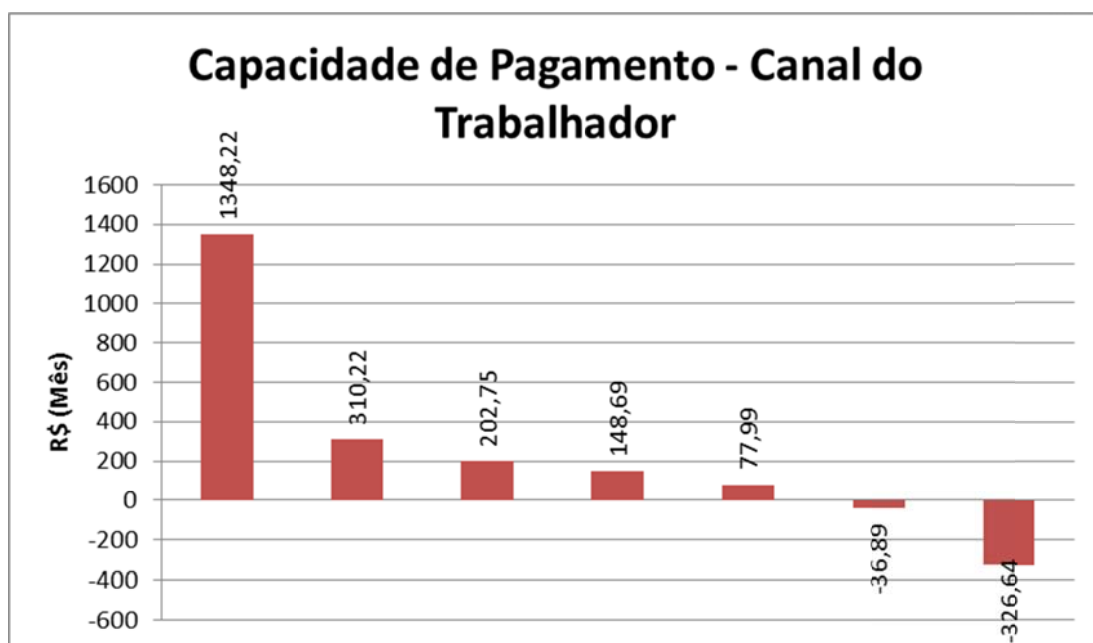
Fonte: (MARQUES, 2009)

Figura 9 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários de Redenção



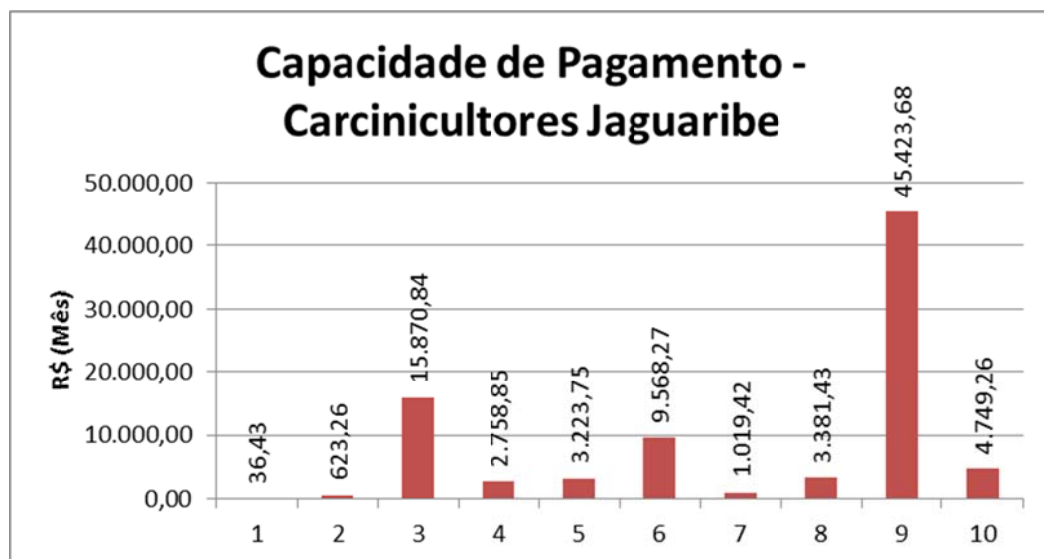
Fonte: (MARQUES, 2009)

Figura 10 – Capacidade de Pagamento da amostra de usuários do Canal do Trabalhador



Fonte: (MARQUES, 2009)

*Figura 11 – Capacidade de pagamento da amostra de usuários da Carcinicultura da Bacia do Jaguaribe*



Fonte: (MARQUES, 2009)

Em seguida, Marques fez o estudo de Impacto da Cobrança no grupo estudado. Como valor da cobrança utilizou o valor do Decreto N° 29.373 e calculou o valor a ser cobrado utilizando o método CPS. Em seguida, calculou o Fator de Impacto de cada tipo de cobrança, dividindo o valor cobrado mensalmente pela capacidade de pagamento daquele elemento do grupo. Como resultado, Marques obteve as tabelas a seguir (Tabela 10 a Tabela 16).

*Tabela 10 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do perímetro Dija.*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7
DEC.29.373	3,46%	31,12%	9,14%	4,59%	6,22%	5,63%	24,33%
CPS	2,29%	17,90%	5,41%	5,44%	7,37%	6,67%	14,41%
USUÁRIO	8	9	10	11	12	13	
DEC.29.373	38,53%	81,91%	-151,95%	-17,89%	-19,34%	-6,44%	
CPS	22,82%	35,90%	-90,00%	-21,20%	-11,46%	-7,63%	

Fonte: (MARQUES, 2009)

*Tabela 11 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do perímetro Icó.*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7
DECRETO	13,49%	4,31%	31,73%	10,75%	45,38%	13,30%	Isento
CPS	7,99%	1,89%	18,80%	12,74%	26,88%	15,76%	Isento
USUÁRIO	8	9	10	11	12	13	14
DECRETO	22,74%	17,37%	130,89%	980,04%	Isento	-328,63%	-28,28%
CPS	26,93%	7,62%	155,06%	429,56%	-14,51%	-194,65%	-33,50%
USUÁRIO	15	16	17	18	19	20	
DECRETO	-11,09%	Isento	-9,55%	-10,00%	-6,87%	-7,07%	
CPS	-4,86%	-1,71%	-4,19%	-11,84%	-8,13%	-8,38%	

Fonte: (MARQUES, 2009)

*Tabela 12 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do perímetro Morada Nova.*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7
DECRETO	0,74%	Isento	2,92%	27,29%	6,14%	2,94%	Isento
CPS	0,33%	0,43%	1,28%	18,04%	7,28%	1,29%	0,57%
USUÁRIO	8	9	10	11	12	13	14
DECRETO	10,61%	Isento	Isento	10,93%	10,15%	6,77%	7,98%
CPS	12,57%	2,01%	1,75%	4,79%	4,45%	2,97%	3,50%
USUÁRIO	15	16	17	18	19	20	21
DECRETO	Isento	Isento	Isento	18,80%	17,48%	22,04%	79,03%
CPS	2,36%	3,07%	2,26%	22,27%	7,66%	9,66%	104,86%
USUÁRIO	22	23	24	25	26	27	28
DECRETO	27,77%	-161,71%	Isento	Isento	Isento	-8,76%	Isento
CPS	12,17%	-70,88%	-16,74%	-11,69%	-3,09%	-3,84%	-2,76%
USUÁRIO	29	30	31	32	33		
DECRETO	Isento	Isento	Isento	Isento	-4,36%		
CPS	-1,44%	-2,44%	-1,78%	-0,78%	-5,17%		

Fonte: (MARQUES, 2009)

*Tabela 13 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários da cidade de Acarape.*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7
DECRETO	15,94%	82,20%	9,69%	-145,25%	-51,22%	-449,50%	-7,55%
CPS	8,43%	34,78%	11,48%	-172,07%	-60,68%	-190,17%	-8,95%

Fonte: (MARQUES, 2009)

*Tabela 14 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários da cidade de Guaiuba.*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7
DECRETO	6,21%	5,22%	10,19%	7,33%	0,79%	16,91%	0,86%
CPS	2,30%	2,38%	4,31%	3,34%	0,93%	7,16%	0,38%
USUÁRIO	8	9	10	11	12	13	14
DECRETO	5,47%	4,99%	2,47%	2,29%	3,06%	3,64%	26,98%
CPS	2,89%	2,64%	2,93%	2,71%	3,63%	4,32%	12,29%
USUÁRIO	15	16	17	18	19	20	21
DECRETO	3,63%	5,82%	20,29%	4,22%	103,17%	7,53%	7,98%
CPS	4,30%	6,89%	10,73%	5,00%	43,65%	8,92%	9,45%
USUÁRIO	22	23	24	25	26	27	28
DECRETO	127,03%	6,00%	37,68%	164,66%	140,37%	-16,98%	-26,37%
CPS	53,74%	2,63%	19,93%	69,66%	166,29%	-7,44%	-31,24%
USUÁRIO	29	30	31	32	33		
DECRETO	-13,74%	-19,24%	-7,93%	Isento	-1,81%		
CPS	-6,02%	-22,80%	-9,39%	-1,19%	-2,15%		

Fonte: (MARQUES, 2009)

*Tabela 15 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários da cidade de Redenção.*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7	8
DECRETO	76,69%	125,83%	10,28%	214,02%	11,22%	1361,93%	22,81%	204,44%
CPS	28,39%	53,24%	12,18%	90,55%	13,30%	504,18%	27,02%	93,15%
USUÁRIO	9	10	11	12	13	14	15	
DECRETO	18,17%	-498,27%	-15,59%	-35,43%	-3,48%	-45,28%	-92,87%	
CPS	7,96%	-210,81%	-6,83%	-18,74%	-1,53%	-20,63%	-39,29%	

Fonte: (MARQUES, 2009)



*Tabela 16 - Fator de impacto (Tarifa cobrada/Capacidade de Pagamento) da amostra de usuários do Canal do trabalhador*

USUÁRIO	1	2	3	4	5	6	7
DECRETO	247,91%	4,48%	21,03%	6,75%	6,20%	-39,12%	-5,21%
CPS	91,78%	5,31%	11,12%	7,99%	2,72%	-46,35%	-6,18%

Fonte: (MARQUES, 2009)

## 2.5 Técnicas de Avaliação de Custos

### 2.5.1 Custo Fixo e Variável e Custo Marginal

Custo variável é aquele que varia de acordo com o volume de produção dentro de uma unidade de tempo, e custo fixo é o custo que independe do volume de produção dentro de uma unidade de tempo. Martins (2000) utiliza o exemplo de uma fábrica, onde tem-se como custo variável o custo das matérias primas, pois se a fábrica produz mais ela precisará de mais matéria prima e, por conseguinte, o custo da matéria prima aumentará, e como custo fixo o aluguel da fábrica, pois o aumento ou redução da produção da fábrica não influencia neste custo.

Segundo Martins (2000) margem de contribuição por unidade é a diferença entre a receita e o custo variável de cada produto, ou seja, é o valor que cada unidade efetivamente traz a empresa de sobra entre sua receita e o custo que de fato provocou e lhe pode ser imputado sem erro. Tem-se também que o custo marginal representa o acréscimo de custo que se verifica quando é produzida uma unidade adicional do bem, podendo ainda dizer-se que é o corresponde ao custo da última unidade produzida.

### 2.5.2 Disposição a Pagar e Capacidade de Pagamento

A água é um bem público de uso comum, e como tal é um bem rival, isto é, sua alocação em determinada atividade irá implicar em menor disponibilidade para os outros setores e um bem não exclusivo, que diz respeito à atenuação dos direitos de propriedade. (JALES, 2009)

Segundo Stiglitz (2003), a eficiência econômica está intimamente ligada ao conceito de ótimo de Pareto, onde nesta situação ninguém pode melhorar seu bem-estar sem que alguém seja prejudicado. Portanto, para se conseguir essa condição econômica, necessariamente é preciso obter a eficiência na produção e no consumo e uma coordenação destas condições entre consumo e produção.

Entretanto, num mercado em que prevalecem as condições do mercado de competição pura, existem as falhas de mercado ou ineficiências, fazendo com que as condições necessárias para uma eficiência de Pareto não se verifiquem. Portanto, na presença de falhas de mercado, os preços não são eficientes, gerando distorções nas alocações dos insumos e dos produtos na economia (JALES, 2009)

De maneira geral, a disposição a pagar (DAP) pela água é “o valor limite que um usuário pagaria por uma unidade adicional, na situação de suprimento em que se encontra”, ligado à sua satisfação. A DAP pode também ser determinada pela renda incremental que o consumidor recebe da atividade produtiva, por unidade de água adicionalmente utilizada. Assim, pode-se estimar a DAP pelo uso da água na irrigação, pelo incremento de renda líquida do produtor quando passa da agricultura de sequeiro para agricultura irrigada. Se o preço da água for igual ao incremento de renda líquida, o produtor será indiferente entre adotar ou não o sistema de irrigação (LANNA, 2000 apud JALES 2009).

Segundo Jales (2009) pode-se configurar também como a intenção de pagar ou não pelo uso da água, sem dimensionar este valor, se os usuários já tem disponibilidade deste recurso para trabalharem e já pagam pelo uso.

### 2.5.3 Equivalência temporal

Segundo Lanna (2001), existem dois problemas distintos em Engenharia Econômica que demandam o estabelecimento de equivalência temporal de valores. Em um dos problemas, tema da Análise Financeira, busca-se estabelecer fluxos financeiros equivalentes entre si. Neste caso existirão quatro possibilidades distintas:

1. Um pagamento futuro que seja contrapartida de um empréstimo obtido no presente;

2. Um empréstimo no presente que tenha como contrapartida um pagamento no futuro;
3. Um fluxo de pagamentos futuros que seja contrapartida de um empréstimo obtido no presente.
4. Um fluxo de empréstimos que tenha como contrapartida um pagamento no futuro.

O outro problema, citado por Lanna (2001), busca a verificação da remuneração de um investimento, ou seja, se o investimento realizado em determinado instante, geralmente o presente, será justificado pela remuneração que gera no futuro.

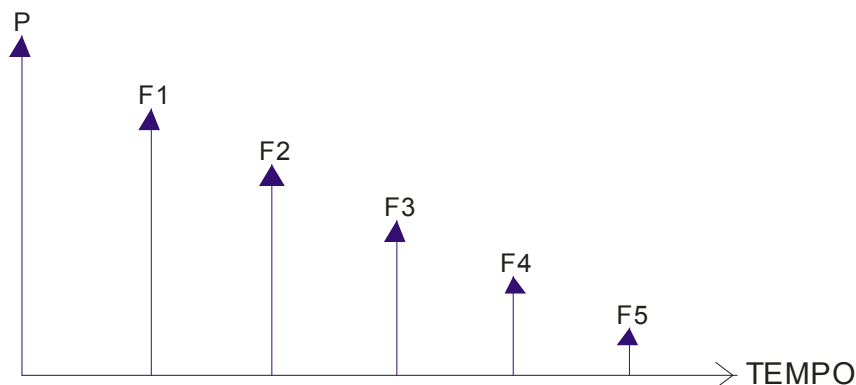
Em ambos os casos, o que se faz é verificar a equivalência de dois fluxos distintos de valores. Na Análise Financeira, busca-se gerar um fluxo equivalente em termos financeiros ao fluxo original. Em Análise Econômica busca-se verificar se o fluxo de benefícios é superior em valores econômicos ao fluxo de custos. A necessidade de estabelecerem-se equivalências é causada pela depreciação temporal de valores, que é resultado do fato de que um custo ou benefício obtido no presente vale mais que o mesmo custo ou benefício quando obtido no futuro. (Jalles 2009, apud Lanna 2001)

Aplicando-se sucessivamente esse raciocínio, através de simbologia literal, será encontrada a fórmula para equivalência temporal entre valores:

$$F = P \times (1 + d)^N \quad 8$$

Sendo F o valor equivalente, no N-ésimo ano, ao valor P no presente, a uma taxa anual de desconto de d%. A Figura 12 ilustra esta situação.

*Figura 12 – Equivalência entre valores presentes e futuros*



O valor presente  $P$  é sucessivamente depreciado pela mesma taxa quando é transportado para intervalos futuros. Caso se queira o valor presente equivalente a dado valor disponível no futuro basta explicitar-se  $P$  na Equação 8 encontrando-se:

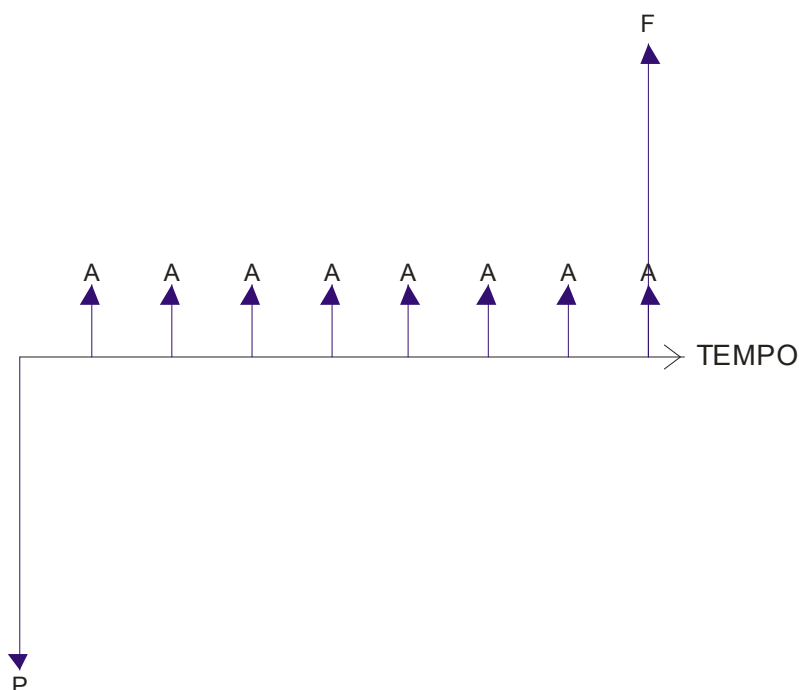
$$P = \frac{F}{(1+d)^N} \quad 9$$

Uma série de pagamentos anuais idênticos de valor  $A$ , conforme é ilustrado na Figura 13, em um período de  $N$  anos, equivalerá, no  $N$ -ésimo ano:

$$F = A[1 + (1+d) + (1+d)^2 + \dots + (1+d)^{(N-1)}] \quad 10$$

Sendo o termo imediatamente à direita do primeiro colchete representativo da anuidade no  $N$ -ésimo ano, que não precisa ser descontada.

Figura 13 - Equivalência entre anuidades e valor no futuro



Multiplicando-se ambos os lados da equação por  $(1 + d)$ :

$$(1 + d) \cdot F = A \cdot [(1 + d) + (1 + d)^2 + \dots + (1 + d)^N] \quad 11$$

Subtraindo-se a Equação 10 da Equação 11 vem :

$$d \cdot F = A \cdot [(1 + d)^N - 1] \quad 12$$

e, finalmente,

$$F = A \cdot \frac{(1 + d)^N - 1}{d} \quad 13$$

Esta equação estabelece a equivalência no N-ésimo ano de N anuidades idênticas a A, descontadas pela taxa d% ao ano.

A equivalência com valores presentes pode ser obtida substituindo-se o valor de F por aquele dado na Equação 8 e explicitando-se P no resultado:

$$P = \frac{A \cdot [(1+d)^N - 1]}{[d \cdot (1+d)^N]} \quad 14$$

As equações 8, 9, 13, e 14 possibilitam a construção de tabelas financeiras que eram essenciais na época em que não existiam calculadoras eletrônicas. Essas tabelas apresentam fatores que são utilizados no cálculo de equivalências financeiras. (Jalles 2009, apud Lanna 2001)

Esses fatores são:

Fator composto para pagamento simples, da Equação 8:

$$[F/P, d\%, N] = (1+d)^N \quad 15$$

Fator de atualização para pagamento simples da Equação 9:

$$[P/F, d\%, N] = \frac{1}{[(1+d)]^N} \quad 16$$

Fator do fundo de amortização da Equação 13:

$$[A/F, d\%, N] = \frac{d}{[(1+d)^{N-1}]} \quad 17$$

Fator de recuperação de capital da Equação 14:

$$[A/P, d\%, N] = \frac{[d \cdot (1+d)^N]}{[(1+d)^{N-1}]} \quad 18$$

#### 2.5.4 Taxa de juros

Segundo Lanna (2001), a taxa de desconto é utilizada para estabelecer equivalências de valores no tempo. Segundo o autor, um bem ou serviço disponível no futuro vale menos do que se fosse disponível no presente. Essa depreciação do valor com o tempo (e não com o uso) é o desconto que tais taxas avaliam.

Na Análise Econômica, sob o ponto de vista social, a taxa de desconto deve refletir a disposição da sociedade em reduzir seu nível presente de consumo

em função da realização de investimentos para o futuro. Essa taxa, denominada taxa social de desconto, deve ser estabelecida politicamente, embora existam estudos que permitem sua estimativa. (Lanna, 2001)

Pode-se dizer que, sob o ponto de vista da análise econômica privada, a questão deve ser traduzida em termos de rentabilidade do projeto analisado e a rentabilidade alternativa, ou seja, o custo de oportunidade do investimento. Segundo Lanna (2001) neste caso, a análise adotará uma taxa de desconto igual à rentabilidade do projeto alternativo que seria escolhido caso aquele analisado não o fosse.

Já sob o enfoque da Análise Financeira, a questão é sobre qual taxa de desconto poderá ser obtida no mercado financeiro pela entidade cujo ponto de vista se adota para financiamento de suas captações e aplicação de suas disponibilidades financeiras. Essa taxa de desconto é a taxa de juros financeira. (Lanna, 2001)

De um ponto de vista da sociedade como um todo, o pagamento de juros é transferência de pagamento: ela por si só não representa o consumo ou a produção de bens e serviços. Como consequência, o pagamento de juros não implica diretamente em qualquer retorno para a sociedade como um todo, desde que quem o paga e quem o recebe pertençam à sociedade. Diferente é a situação quando juros são pagos a entidades externas à sociedade em pauta. Nesse caso eles devem ser considerados como custo. Esse é o enfoque de juros na Análise Econômica, quando adotado o ponto de vista da sociedade como um todo. (Lanna, 2001)

Portanto, Lanna (2001) conclui que sob o ponto de vista da Análise Financeira e da Análise Econômica privada a interpretação é mais simples: juros são despesas para quem os paga e receita para quem os recebe.

### 3 METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho utilizou-se a sequência metodológica de levantamentos de dados de campo e aplicação de métodos e modelos para a obtenção de resultados esperados.

Inicialmente, foi realizado um levantamento de dados quando foram coletadas as informações sobre os custos das obras de abastecimento público de água, ou seja, de Reservatórios e de Adutoras, contidas no trabalho de Mota (1995) e provenientes da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (2010).

Em seguida, os custos das adutoras foram atualizados utilizando-se o INCC - Índice Nacional de Construção Civil e a inflação do Dólar Norte Americano. Os valores obtidos foram anualizados com taxa de juros e tempo de pagamento utilizando-se valores praticados em empreendimentos semelhantes.

Na fase posterior, foram construídos os gráficos dos Custos das obras “versus” Vazão regularizada (*Vazão versus* Custo). Após o cálculo da anuidade de cada obra, e conhecendo-se a capacidade de pagamento das localidades referentes às obras, avaliou-se, então, o impacto que o pagamento desta obra produziria nesta matriz tarifária.

#### 3.1 Avaliação de Custos

##### 3.1.1 Taxa de Juros e Sistema de Pagamentos Constantes

Neste Trabalho, foi utilizada a fórmula para pagamento constante, apresentada no item 2.5.3, juntamente com os parâmetros para o cálculo da anuidade para pagamento do valor investido na construção da infraestrutura. Para tempo de pagamento, foi utilizado o valor de 30 (trinta) anos para as obras de adutoras, e 50 (cinquenta) anos para os reservatórios, por geralmente se tratarem de obras de maior tempo de vida útil. Como taxa de juros, foi utilizado o valor de 8% ao ano, taxa que se assemelha ao valor utilizado atualmente por diversas instituições financeiras (Inclusive próximo à taxa básica de juros do Banco Central do Brasil).



### 3.1.2 Atualização de Valores (INCC e Inflação do Dólar Norte Americano)

Criado pela Fundação Getúlio Vargas, o Índice Nacional de Custo da Construção é levantado desde 1944, aferindo a evolução dos custos de construções habitacionais em 18 capitais do Brasil: Aracaju, Belém, Belo Horizonte, Brasília, Campo Grande, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Goiânia, João Pessoa, Maceió, Manaus, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Paulo e Vitória (Tabela 17).

*Tabela 17 - Índice Nacional de Custo da Construção Acumulado (1991 até 2010)*

<b>ANO</b>	<b>INCC ACUMULADO NO ANO</b>	<b>INCC ACUMULADO RELATIVO AO ANO DE 2010</b>
1991	486,33%	1746139,96%
1992	1194,51%	134888,10%
1993	2763,69%	4710,29%
1994	1029,93%	416,87%
1995	31,45%	317,13%
1996	9,56%	289,46%
1997	6,81%	271,00%
1998	2,75%	263,75%
1999	9,21%	241,51%
2000	7,66%	224,32%
2001	8,85%	206,08%
2002	12,87%	182,59%
2003	14,41%	159,59%
2004	11,04%	143,72%
2005	6,84%	134,52%
2006	5,03%	128,08%
2007	6,16%	120,65%
2008	11,86%	107,85%
2009	3,24%	104,47%
2010	4,47%	100,00%

Fonte: [http://www.portalbrasil.net/incc\\_di.htm](http://www.portalbrasil.net/incc_di.htm)

O INCC é utilizado para reajustar o valor dos imóveis mensalmente durante sua construção, consequentemente, as parcelas a serem pagas durante a construção sofrem este reajuste mensal. Para esta pesquisa, foi utilizada uma série

histórica do INCC, e o valor da obra foi trazido para a data presente através da atualização com os índices acumulados desde a construção da obra.

Devido à oscilação da inflação brasileira ao longo dos anos, e os valores adquiridos no banco de dados da SRH-CE estarem relacionados ao ano em que foi construída a estrutura hídrica, fez-se necessário atualizar estes valores para o ano de 2010. Assim, foi possível relacionar os custos das obras com sua vazão regularizada e a capacidade de armazenamento (no caso dos reservatórios) de maneira mais realista.

Como também foram utilizadas as tabelas de Mota (1995), que estavam em valores de Dólar Norte Americano em 1995, foi utilizada uma tabela que mostra a inflação acumulada do dólar. Partindo do ano de 1995 até o ano de 2010, encontrou-se uma inflação acumulada do dólar americano de aproximadamente 44,1%. Portanto, para serem utilizados, os valores de Mota (1995) foram atualizados segundo este índice, e em seguida convertidos para o Real utilizando uma cotação média praticada no mês de Julho de 2010 (um dólar americano vale um real e setenta centavos). A seguir é apresentada a tabela contendo a inflação acumulada do dólar desde 1995 (Tabela 18).

*Tabela 18 - Índice de Inflação Médio do Dólar e Valor Relativo à Um Dólar do Ano de 1995*

<b>ANO</b>	<b>FATOR MÉDIO DE INFLAÇÃO</b>	<b>VALOR DO DOLAR RELATIVO A UM DOLAR NO ANO DE 1995</b>
1995	456,5	US\$ 1,00
1996	469,9	US\$ 1,03
1997	480,8	US\$ 1,05
1998	488,3	US\$ 1,07
1999	499,1	US\$ 1,09
2000	515,8	US\$ 1,13
2001	530,1	US\$ 1,16
2002	538,8	US\$ 1,18
2003	551,0	US\$ 1,21
2004	565,7	US\$ 1,24
2005	584,8	US\$ 1,28
2006	603,5	US\$ 1,32
2007	620,7	US\$ 1,36
2008	644,4	US\$ 1,41
2009	642,2	US\$ 1,41
2010	657,8	US\$ 1,44

Fonte: [http://www.minneapolisfed.org/community\\_education/teacher/calc/hist1800.cfm](http://www.minneapolisfed.org/community_education/teacher/calc/hist1800.cfm)

Para encontrar o valor que um dólar de 1995 valeria nos anos seguintes, dividiu-se o fator da segunda coluna relativa ao ano final, pelo valor da segunda coluna relativa ao ano inicial. Este resultado então equivale ao valor do dólar naquele ano relativo a um dólar do ano de 1995.

### 3.2 Levantamento de Dados de Custo de Construção dos Reservatórios

#### 3.2.1 Avaliação de custos

Realizou-se um levantamento dos barramentos no Ceará que possuíam os seguintes dados listados no sistema da SRH-CE: Vazão Regularizada, Capacidade, Ano de Conclusão da Obra, e Valor Total da Obra. Por se tratarem de valores relativos ao ano de conclusão da obra, foi necessária a atualização destes através do INCC, utilizando a acumulação do índice desde o ano de conclusão da obra até 2010. A Tabela 19 apresenta estes dados.

*Tabela 19 - Dados Referentes a Reservatórios no Ceará Obtidos na SRH-CE (Capacidade, Vazão Regularizada, Custo de Investimento no Ano da Construção e Ano de Construção)*

Nº	RESERVATÓRIO	CAPACIDADE (hm³)	VAZÃO REGULARIZADA (m³/s)	INVESTIMENTO NO ANO DA CONSTRUÇÃO (R\$)	ANO DE CONCLUSÃO
1	Jerimum	20,50	0,500	1.612.832,25	1996
2	Castro	63,90	0,600	2.358.072,22	1997
3	Monsenhor Tabosa	12,10	0,100	1.251.556,27	1998
4	Sousa	30,84	0,300	3.372.387,78	1998
5	Angicos	56,05	0,727	2.713.008,10	1998
6	Cauhipe	12,00	0,154	2.928.417,12	1999
7	Gangorra	62,50	0,235	4.199.870,21	1999
8	Ubalzinho	31,80	0,300	4.135.057,56	1999
9	Flor do Campo	111,30	0,380	4.537.598,13	1999
10	Barra Velha	99,50	0,500	4.430.477,41	1999
11	Sítios Novos	126,00	1,100	9.949.234,57	1999
12	Benguê	19,56	0,199	3.403.582,65	2000
13	Cachoeira	34,33	0,200	3.644.827,00	2000
14	Muquém	47,64	0,300	3.741.173,50	2000
15	Pirabibu	74,00	3,800	4.892.334,81	2000

*Tabela 19 - Dados Referentes a Reservatórios no Ceará Obtidos na SRH-CE (Capacidade, Vazão Regularizada, Custo de Investimento no Ano da Construção e Ano de Construção)*

Nº	RESERVATÓRIO	CAPACIDADE (hm³)	VAZÃO REGULARIZADA (m³/s)	INVESTIMENTO NO ANO DA CONSTRUÇÃO (R\$)	ANO DE CONCLUSÃO
16	Rosário	47,20	0,460	6.652.840,75	2001
17	Carmina	13,63	0,100	3.860.098,06	2002
18	Catu	27,13	0,200	5.300.146,58	2002
19	Malcozinhado	37,84	0,491	5.319.806,49	2002
20	Aracoiaíba	170,70	0,500	14.066.161,10	2002
21	Castanhão	6700,00	29,000	159.882.032,84	2003
22	Faé	24,41	0,300	4.388.023,33	2004
23	Arneiroz II	197,06	1,570	20.198.824,93	2005
24	Itapebussu	8,80	0,100	1.939.339,73	2006
25	Macacos	10,32	0,100	4.603.681,51	2007
26	Pesqueiro	8,20	0,100	4.848.088,95	2008

Fonte: SRH-CE

Como dados de custos, também foram utilizados os valores de construção dos reservatórios contidos no estudo de Mota (1995). Na Tabela 20 os custos de construção dos reservatórios estão em dólares, portanto para poder comparar estes dados com os dados da tabela da SRH-CE foram utilizados os fatores de atualização pela inflação do dólar e conversão do dólar em real em julho de 2010. A Tabela 20 apresenta os dados citados.

*Tabela 20 - Dados Referentes a Reservatórios no Ceará Obtidos em Mota (1995) (Capacidade, Vazão Regularizada e Custo de Investimento)*

Nº	RESERVATÓRIO	CAPACIDADE (hm³)	VAZÃO REGULARIZADA (hm³/ANO)	INVESTIMENTO (US\$) - 1995
1	MORGADO	1,26	0,1504	299.150,51
2	JAPIASSU	1,45	0,1848	225.550,03
3	SABOYA	10,29	0,3816	496.094,72
4	CASA NOVA	1,64	0,384	361.262,02
5	IPUEIRA FUNDA	1,71	0,386	506.516,23
6	SOARES	2,12	0,42	255.371,74
7	CAMPO BARRO	5,64	0,4455	375.539,95
8	JUVENAL	4,07	0,453	500.005,92
9	CASTRO FILHO	5,61	0,4681	674.423,33

*Tabela 20 - Dados Referentes a Reservatórios no Ceará Obtidos em Mota (1995)  
(Capacidade, Vazão Regularizada e Custo de Investimento)*

<b>Nº</b>	<b>RESERVATÓRIO</b>	<b>CAPACIDADE (hm³)</b>	<b>VAZÃO REGULARIZADA (hm³/ANO)</b>	<b>INVESTIMENTO (US\$) - 1995</b>
10	REPARRO	4,38	0,5568	626.506,99
11	FRANCISCO ALVES	1,67	0,5876	351.869,40
12	CAIRU	6,98	0,5907	244.896,47
13	SALDANHA	11,42	0,6534	1.520.564,63
14	IRAÚNA	3,02	0,6798	536.613,40
15	JOACY	2,85	0,7308	411.505,30
16	ENCANTO II	4,54	0,7584	505.583,57
17	FLÁVIO RIBEIRO	6,37	0,8721	921.308,31
18	DESTERRO	3,97	0,9443	617.534,53
19	PREMUOCA	5,2	1,0005	1.364.615,32
20	MUCUIM	7,01	1,172	699.989,98
21	POTIRETAMA	6,32	1,3509	449.569,92
22	CANINDÉ	3,61	1,4421	690.480,32
23	PUIÚ	8,5	1,5774	1.073.508,98
24	CANAFÍSTULA	13,11	1,824	1.223.867,62
25	TRAPIÁ	18,19	2,9832	1.509.894,78
26	TRICI	16,5	3,675	4.985.272,50
27	ARRIBITA	19,6	3,8144	1.706.652,19
28	MUNDAÚ	21,3	4,0338	8.601.734,98
29	UMARI	28,79	4,0608	4.683.329,93
30	FAVELAS	30,1	4,4745	8.065.013,68
31	REALEJO	31,55	4,818	6.627.076,40
32	SÃO JOSÉ	29,25	5,0732	1.081.599,71
33	CARÃO	23	5,4108	4.876.920,09
34	CIPOADA	86	7,9576	4.290.218,37
35	TEJUSSUOCA	40,66	12,4246	5.363.721,03
36	RIACHO DOS CARNEIROS	37,18	15,3608	8.763.083,49
37	PATU	71,82	23,0769	14.171.204,72
38	ATALHO	108,25	44,16	38.929.668,56
39	EDSON QUEIROZ	248,75	64,3667	54.793.490,86
40	PEDRAS BRANCAS	434,05	70,0504	10.663.294,01

Fonte: Mota (1995)

Em seguida foram utilizados os procedimentos citados no item 3.1 para atualização de valores e anualização dos custos.

### 3.2.2 Desenvolvimento das Curvas de Custo

Para o desenvolvimento das curvas de custo, foram comparados os custos de construção dos reservatórios em Reais no ano de 2010, com a Vazão Regularizada dos mesmos. Para melhor visualização dos resultados foi utilizada nos gráficos uma escala logarítmica no eixo das abscissas.

## 3.3 Levantamento de Dados de Custo de Construção das Adutoras

### 3.3.1 Avaliação de custos

Realizou-se um levantamento das adutoras que possuíam os seguintes dados listados no sistema da SRH-CE: Município, Extensão, Vazão Transportada, Valor Final da obra e Ano de conclusão. Por se tratarem de valores relativos ao ano de conclusão da obra, foi necessária a atualização destes através do INCC, utilizando a acumulação do índice desde o ano de conclusão da obra até 2010. A Tabela 21 apresenta os dados citados.

*Tabela 21 - Dados de Adutoras no Ceará (Extensão, Vazão, Valor final da Obra e Ano de Construção)*

Nº	Adutora	Município	Extensão (Km)	Vazão (l/s)	Valor Final da Obra (R\$)	Ano de Conclusão
1	Aiuaba	Aiuaba	2,6	11	104.417,42	2001
2	Aracoiaba/baturité	Aracoiaba / Baturité	24,89	133,64	2.330.054,72	2002
3	Assaré	Assaré	10,82	33	1.115.533,13	1998
4	Aurora	Aurora	6,3	44	842.220,41	2001

*Tabela 21 - Dados de Adutoras no Ceará (Extensão, Vazão, Valor final da Obra e Ano de Construção)*

<b>Nº</b>	<b>Adutora</b>	<b>Município</b>	<b>Extensão (Km)</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Valor Final da Obra (R\$)</b>	<b>Ano de Conclusão</b>
5	Batente-patos	Morada Nova	45,2	14	3.209.548,92	2006
6	Cabeça preta	Limoeiro do Norte	2,54	3	129.959,26	1997
7	Campos Sales/ Salitre	Araripe / Campos Sales / Salitre	103,12	96	11.979.446,50	2002
8	Cangati	Quixeramobim	6,1	5	101.381,22	1999
9	Canindé	Canindé	7,22	100	487.141,36	1999
10	Capistrano	Capistrano	13,6	10	150.902,39	1998
11	Caridade	Caridade	11,1	14	1.212.381,66	1998
12	Cariús/jucás	Cariús / Jucás	4,4	24	797.388,83	2001
13	Cascavel	Cascavel	8,8	173	750.602,43	2000
14	Catarina	Catarina	19,59	25,55	7.413.799,53	2007
15	Catolé da pista	Piquet Carneiro	1	2	157.401,20	1999
16	Catunda	Catunda	1,98	13,52	2.091.622,04	2006
17	Cedro	Cedro	5,9	31	349.363,09	1999
18	Chaval/Barroquinha	Barroquinha / Chaval	30,4	56	1.066.488,50	2002
19	Crateús	Crateús	13,12	137	261.754.135,52	1993
20	Cuncas	Barro	1,78	6	160.337,77	1999
21	Eng. João Tomé	Ipueiras	4,2	9	211.734,12	2000
22	Forquilha	Forquilha / Sobral	28,77	66,81	5.744.690,10	2008

*Tabela 21 - Dados de Adutoras no Ceará (Extensão, Vazão, Valor final da Obra e Ano de Construção)*

<b>Nº</b>	<b>Adutora</b>	<b>Município</b>	<b>Extensão (Km)</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Valor Final da Obra (R\$)</b>	<b>Ano de Conclusão</b>
23	Graça/ Pacujá /Mucambo	Graça / Ibiapina / Mucambo / Pacujá	44,15	53,95	10.521.887,39	2007
24	Iara	Barro	3,52	7	219.464,24	2000
25	Ibicuitinga	Ibicuitinga	33,1	18	1.091.161,17	1998
26	Icó	Icó	11,7	50	513.549,62	2002
27	Ideal/Capirava/ Ocara	Aracoiaba / Ocara	11,1	12	602.446,28	1998
28	Iguatu	Iguatu	19,5	180,29	1.938.530,83	2002
29	Independência	Independência	8,8	31	1.214.319,78	2000
30	IpaguassuMirim/ Arraial	Massapê	2,94	2	63.506,89	1999
31	Ipu	Ipu	26,4	70,43	1.698.221,56	1998
32	Irauçuba	Irauçuba	17	33	506.755,68	1998
33	Itaguá	Campos Sales	4,2	4	99.905,59	1999
34	Itamaracá	Groaíras	5,24	2	152.549,50	1999
35	Itapaje	Itapagé	17,5	67	1.659.473,29	1999
36	Itapiúna/CaioPrado	Itapiúna	11,98	25	570.514,02	1998
37	Jacurutu	Caucaia	2,76	1	167.519,74	1999
38	Km 20	Senador Pompeu	9	3	174.946,55	2000
39	Lavras da Mangabeira	Lavras da Mangabeira	25,96	40,5	7.856.922,99	2007
40	Monsenhor Tabosa	Monsenhor Tabosa	4,6	23	376.746,42	1999



*Tabela 21 - Dados de Adutoras no Ceará (Extensão, Vazão, Valor final da Obra e Ano de Construção)*

<b>N°</b>	<b>Adutora</b>	<b>Município</b>	<b>Extensão (Km)</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Valor Final da Obra (R\$)</b>	<b>Ano de Conclusão</b>
41	Mumbaba	Massapê	6,95	10	164.076,62	1998
42	Novo oriente	Novo Oriente	13,5	48	1.580.067,80	2000
43	Palestina do cariri	Limoeiro do Norte	3	6	155.689,42	1999
44	Palhano	Aracati / Itaíçaba / Palhano	22,7	18	400.051,57	1999
45	Palmatoria	Itapiúna	12,1	4	291.265,02	1998
46	Paramoti	Paramoti	31,1	22	799.272,52	2001
47	Piquet carneiro	Piquet Carneiro	7,5	23	361.659,78	1999
48	Pirabibu-Cedro	Quixeramobim	16,3	30	4.745.925,20	2002
49	Pires Ferreira	Pires Ferreira	16,4	10,5	3.487.117,95	2007
50	Primavera	Morada Nova	3,77	3	119.050,28	1998
51	Quixadá	Quixadá	23,5	109	2.684.244,38	2000
52	Redencao/ Acarape/ Barreira/ Anto	Redenção	38,2	44	2.374.393,04	1997
53	Roldão	Morada Nova	1,34	2	111.801,13	1998
54	Saco Verde / Pedra Preta	Limoeiro do Norte / Tabuleiro do Norte	15	3	151.385,36	1998
55	Santa rosa	Caucaia	1,79	2	127.199,31	2000
56	São João do Aruaru	Morada Nova	1,77	1	153.631,99	1998
57	São Miguel dos Amancios	Quixeramobim	1	5	100.146,41	1998
58	São Pedro	Caucaia	4,19	5	143.421,81	2000

*Tabela 21 - Dados de Adutoras no Ceará (Extensão, Vazão, Valor final da Obra e Ano de Construção)*

<b>N°</b>	<b>Adutora</b>	<b>Município</b>	<b>Extensão (Km)</b>	<b>Vazão (l/s)</b>	<b>Valor Final da Obra (R\$)</b>	<b>Ano de Conclusão</b>
59	Senador Sá-Uruoca-Jordão	Senador Sá / Uruoca	33,03	17,93	1.225.586,62	1998
60	Ser. Do Félix/Boq. De Cesário	Beberibe	18,66	12	4.243.366,44	2006
61	Sifão Umburanas	Beberibe	2,86	250	20.188.643,64	2006
62	Sobral	Sobral	10,47	6	218.391,63	1995
63	São Gonçalo do Amarante/Umarituba/Siupé	São Gonçalo do Amarante	12,39	55,66	921.690,16	2002
64	Tejucuoca	Tejuçuoca	6,81	6	292.542,36	1997
65	Tomé	Limoeiro do Norte	3,65	4	156.196,84	1998
66	Trici-taua	Tauá	19,6	52	1.212.381,66	1999
67	Uruque	Quixeramobim	1,06	2	70.540,04	1998
68	Varzea alegre	Várzea Alegre	10	84	1.181.030,62	1999

Fonte: Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará - SRH-CE – Set/2009

Em seguida foram utilizados os procedimentos citados no item 3.1 para atualização de valores e anualização dos custos.

### 3.3.2 Desenvolvimento das Curvas de Custo

Para o desenvolvimento das curvas de custo, foram comparados os custos de construção das adutoras em Reais, no ano de 2010, com a Vazão Transportada das mesmas. Para melhor visualização dos resultados foi utilizada nos gráficos uma escala logarítmica no eixo das abscissas.

### 3.4 Cobrança da Água Bruta

#### 3.4.1 Modelo de Tarifação

O modelo de tarifação adotado neste estudo, ou seja, os valores cobrados pela utilização dos recursos hídricos, baseou-se no Decreto Estadual Nº29.373, de 08 de agosto de 2008. Comparou-se então estes valores aos encontrados com o custo por metro cúbico de água proveniente das infraestruturas hídricas, para o caso do custo de construção da infraestrutura ser custeado pelo pagamento da água proveniente deste.

#### 3.4.2 Dados Obtidos

Após reunião deliberativa da COGERH (2002) foram fornecidos os seguintes valores: a arrecadação necessária é de R\$ 720.000,00/ano para os vales perenizados do Jaguaribe e do Banabuiú. Quanto aos valores de vazão outorgável, a COGERH avaliou, com base na demanda histórica da região, o valor de 220,8 hm<sup>3</sup>/ano, o que confere valor médio a ser arrecadado de 0,0033 R\$/m<sup>3</sup>. Esse valor é 27% superior ao custo médio OAM avaliado por Araújo (2002), de 0,0026 R\$/m<sup>3</sup>. A diferença era esperada, uma vez que o custo médio corresponde a vazão com 90% de garantia, sem contabilizar as perdas em trânsito e demais usos insignificantes. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra a repartição dos usos na vazão outorgável nos vales perenizados dos rios Jaguaribe e Banabuiú segundo COGERH (2002). (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

Observa-se que a capacidade de pagamento do setor de saneamento não foi estudada por Biserra e Leite (2002). No entanto, este setor já paga tarifa de água bruta do estado desde 1996, tendo seu valor sido negociado e estando plenamente em vigor atualmente. O Canal do Trabalhador (CT) tem funcionado de modo a abastecer dois setores distintos, a saber, a irrigação de fruticultura e o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Considerando que os reservatórios da RMF encontram-se com recarga quase total e que não há previsão de demanda pelo setor de saneamento para os próximos dois anos, a vazão outorgável considerada neste estudo deverá ser unicamente para atender ao setor

específico de irrigação. Assim, a tarifa a ser paga pela administração do CT deverá ser proporcional à capacidade de pagamento do setor específico (no caso, irrigação de frutas), avaliada por Biserra e Leite (2002) como 49,31 R\$/1000 m<sup>3</sup>. É importante mencionar ainda que a tarifa do CT cobre apenas os custos de disponibilização da água em Itaiçaba, sem incluir os custos de bombeamento, manutenção e operação do canal em si. (PROGERIRH, 2002)

A partir dos dados fornecidos e dos pressupostos que a tarifa média por uso deve ser proporcional à capacidade de pagamento (Biserra e Leite, 2002) e que o montante global a arrecadar deve ser 720.000,00 R\$/ano (COGERH, 2002), pode-se avaliar a tarifa média por setor, como demonstrado na Tabela 6. Assim, as tarifas médias dos setores de uso (TM) são calculadas pelas Equações 19 e 20. (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

$$S = \sum_{i=1}^4 (TM_i \cdot V_i) \quad 19$$

$$\frac{TM_i}{CP_i} = K \quad 20$$

Em que: S = montante a arrecadar; TM<sub>i</sub> = tarifa média do setor “i”; CP<sub>i</sub> = capacidade de pagamento do setor “i” e K = razão da tarifa em relação à capacidade de pagamento. Aplicando os dados da área de estudo chega-se a K ≅ 4%, ou seja, basta que se cobre cerca de 4% da capacidade de pagamento dos diversos setores para que os custos OAM sejam cobertos pela tarifa. (TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE, 2002)

Para o cálculo do impacto na cobrança, comparou-se os valores obtidos como custo médio com os valores praticados e contidos no Decreto Estadual N° 29.373, de 08 de agosto de 2008.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, obtidos através da metodologia apresentada anteriormente. Foram elaboradas tabelas com os resultados de avaliação de custos das obras, com valores atualizados e a anuidade de cada infraestrutura estudada. Calculou-se o custo de água de cada reservatório e adutora estudada, e estes resultados foram mostrados em tabelas e gráficos com a curva de custo resultante. A seguir foi calculado o impacto a cobrança desses valores, comparando os resultados com as tarifas atualmente cobradas pela SRH e a capacidade de custo dos usuários de algumas regiões e de algumas atividades.

### 4.1 Custo de Construção dos Reservatórios

#### 4.1.1 Avaliação de custos

Após a atualização de valores utilizando o INCC e a inflação do Dólar, no caso dos dados obtidos no trabalho de Mota (1995), e aplicando o prazo de pagamento e juros informados no item 3.1.1, obtêm-se os valores apresentados na Tabela 22 (26 reservatórios com dados obtidos na SRH) e na Tabela 23 (40 reservatórios obtidos em Mota (1995)).

*Tabela 22 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos Junto a SRH-CE (Custo de Investimento e Ano de Conclusão), e anuidade para pagamento em 50 anos.*

Nº	Reservatório	Ano de Conclusão	Investimento da Obra (R\$)	Investimento Atualizado Para o Ano de 2010 (R\$)	Valor da Anuidade (R\$)
1	JERIMUM	1996	1.612.832,25	4.668.449,71	381.612,42
2	CASTRO	1997	2.358.072,22	6.390.409,26	522.370,32
3	MONSENHOR TABOSA	1998	1.251.556,27	3.300.958,92	269.829,82
4	SOUSA	1998	3.372.387,78	8.894.616,89	727.071,41
5	ANGICOS	1998	2.713.008,10	7.155.513,91	584.912,16
6	CAUHIPE	1999	2.928.417,12	7.072.293,41	578.109,48
7	GANGORRA	1999	4.199.870,21	10.142.924,72	829.111,66

*Tabela 22 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos Junto a SRH-CE (Custo de Investimento e Ano de Conclusão), e anuidade para pagamento em 50 anos.*

Nº	Reservatório	Ano de Conclusão	Investimento da Obra (R\$)	Investimento Atualizado Para o Ano de 2010 (R\$)	Valor da Anuidade (R\$)
8	UBALDINHO	1999	4.135.057,56	9.986.398,50	816.316,76
9	FLOR DO CAMPO	1999	4.537.598,13	10.958.556,80	895.783,75
10	BARRA VELHA	1999	4.430.477,41	10.699.854,19	874.636,66
11	SITIOS NOVOS	1999	9.949.234,57	24.027.965,69	1.964.114,59
12	BENGUE	2000	3.403.582,65	7.635.003,82	624.107,03
13	CACHOEIRA	2000	3.644.827,00	8.176.169,33	668.343,45
14	MUQUÉM	2000	3.741.173,50	8.392.296,26	686.010,28
15	PIRABIBU	2000	4.892.334,81	10.974.610,81	897.096,05
16	ROSÁRIO	2001	6.652.840,75	13.710.448,19	1.120.731,22
17	CARMINA	2002	3.860.098,06	7.047.974,70	576.121,60
18	CATU	2002	5.300.146,58	9.677.292,76	791.049,57
19	MALCOZINHADO	2002	5.319.806,49	9.713.188,88	793.983,82
20	ARACOIABA	2002	14.066.161,10	25.682.753,65	2.099.381,69
21	CASTANHÃO	2003	159.882.032,84	255.153.585,11	20.856.983,32
22	FAÉ	2004	4.388.023,33	6.306.544,84	515.515,00
23	ARNEIROZ II	2005	20.198.824,93	27.171.573,31	2.221.082,06
24	ITAPEBUSSU	2006	1.939.339,73	2.483.871,99	203.038,80
25	MACACOS	2007	4.603.681,51	5.554.176,50	454.014,26
26	PESQUEIRO	2008	4.848.088,95	5.228.898,00	427.425,07

*Tabela 23 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos em Mota (1995) (Custo de Investimento), e anuidade para pagamento em 50 anos.*

Nº	Reservatório	Investimento em Dólares de 1995 (US\$)	Investimento Atualizado Para o Ano de 2010 (R\$)	Valor da Anuidade (R\$)
1	MORGADO	299.150,51	732.320,45	59.861,97
2	JAPIASSU	225.550,03	552.146,47	45.134,03
3	SABOYA	496.094,72	1.214.439,87	99.271,79
4	CASA NOVA	361.262,02	884.369,42	72.290,88
5	IPUEIRA FUNDA	506.516,23	1.239.951,73	101.357,20
6	SOARES	255.371,74	625.150,02	51.101,55
7	CAMPO BARRO	375.539,95	919.321,80	75.147,99

*Tabela 23 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos em Mota (1995) (Custo de Investimento), e anuidade para pagamento em 50 anos.*

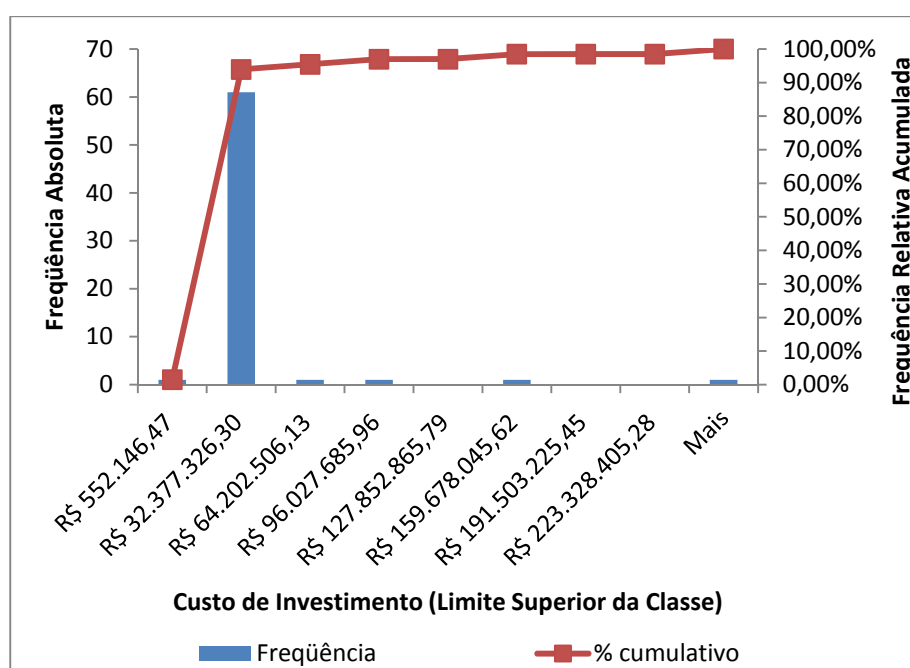
Nº	Reservatório	Investimento em Dólares de 1995 (US\$)	Investimento Atualizado Para o Ano de 2010 (R\$)	Valor da Anuidade (R\$)
8	JUVENAL	500.005,92	1.224.014,49	100.054,44
9	CASTRO FILHO	674.423,33	1.650.988,31	134.956,50
10	REPARRO	626.506,99	1.533.689,11	125.368,13
11	FRANCISCO ALVES	351.869,40	861.376,29	70.411,36
12	CAIRU	244.896,47	599.506,56	49.005,38
13	SALDANHA	1.520.564,63	3.722.342,21	304.274,89
14	IRAÚNA	536.613,40	1.313.629,60	107.379,84
15	JOACY	411.505,30	1.007.364,97	82.344,89
16	ENCANTO II	505.583,57	1.237.668,58	101.170,57
17	FLÁVIO RIBEIRO	921.308,31	2.255.362,74	184.359,80
18	DESTERRO	617.534,53	1.511.724,53	123.572,68
19	PREMUOCA	1.364.615,32	3.340.578,30	273.068,42
20	MUCUIM	699.989,98	1.713.575,47	140.072,56
21	POTIRETAMA	449.569,92	1.100.547,16	89.961,87
22	CANINDÉ	690.480,32	1.690.295,82	138.169,61
23	PUIÚ	1.073.508,98	2.627.949,98	214.816,14
24	CANAFÍSTULA	1.223.867,62	2.996.027,93	244.903,89
25	TRAPIÁ II	1.509.894,78	3.696.222,42	302.139,79
26	TRICI	4.985.272,50	12.203.947,08	997.585,52
27	ARRIBITA	1.706.652,19	4.177.884,56	341.512,23
28	MUNDAÚ	8.601.734,98	21.057.047,23	1.721.263,23
29	UMARI	4.683.329,93	11.464.791,67	937.164,84
30	FAVELAS	8.065.013,68	19.743.153,49	1.613.861,80
31	REALEJO	6.627.076,40	16.223.083,03	1.326.121,17
32	SÃO JOSÉ	1.081.599,71	2.647.756,09	216.435,15
33	CARÃO	4.876.920,09	11.938.700,38	975.903,49
34	CIPOADA	4.290.218,37	10.502.454,57	858.500,65
35	TEJUSSUOCA	5.363.721,03	13.130.389,08	1.073.315,53
36	RIACHO DOS CARNEIROS	8.763.083,49	21.452.028,38	1.753.550,11
37	PATU	14.171.204,72	34.691.109,15	2.835.750,42
38	ATALHO	38.929.668,56	95.299.828,63	7.790.080,37
39	EDSON QUEIROZ	54.793.490,86	134.134.465,63	10.964.534,60

*Tabela 23 – Resultados da Atualização de Valores dos Reservatórios no Ceará. Dados Obtidos em Mota (1995) (Custo de Investimento), e anuidade para pagamento em 50 anos.*

Nº	Reservatório	Investimento em Dólares de 1995 (US\$)	Investimento Atualizado Para o Ano de 2010 (R\$)	Valor da Anuidade (R\$)
40	PEDRAS BRANCAS	10.663.294,01	26.103.743,74	2.133.794,62

O histograma da Figura 14 apresenta os custos totais atualizados utilizando os dados das duas tabelas.

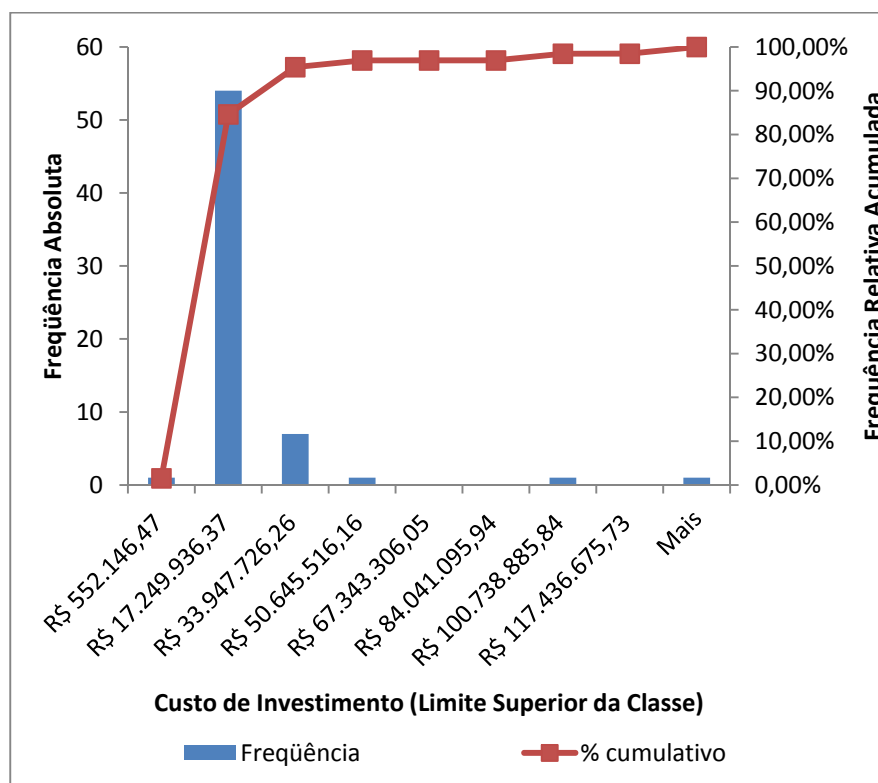
*Figura 14 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados dos Reservatórios*



Nota-se que devido ao alto custo do Reservatório Castanhão (R\$ 255.153.585,11 atualizado para o ano de 2010), seu valor ficou muito distante da dispersão dos outros reservatórios, portanto criou-se um histograma que não levou em consideração o Reservatório Castanhão na Figura 15.



*Figura 15 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados dos Reservatórios (Excluindo o Reservatório Castanhão)*



A partir destes dados, calculou-se quanto seria a anuidade a ser paga para a recuperação de custo de cada reservatório, seguindo as especificações descritas no item 3.1.1 (juros e taxa de retorno). Em seguida foi calculado também para cada obra hídrica o custo por 1000m<sup>3</sup> de água, levando-se em consideração o volume anual regularizado e o custo anual para pagamento do investimento daquela obra (Tabela 24).

*Tabela 24 – Anuidade e Custo por 1000 m<sup>3</sup> de Água Bruta dos Reservatórios*

Nº	NOME	INVESTIMENTO (R\$) - 2010	ANUIDADE 50 ANOS (R\$)	VOLUME REGULARIZADO ANUAL (m <sup>3</sup> )	CUSTO POR 1000 m <sup>3</sup> (R\$/1000 m <sup>3</sup> )
1	JERIMUM	4.668.449,71	381.612,42	15.768.000,00	24,20
2	CASTRO	6.390.409,26	522.370,32	18.921.600,00	27,61
3	MONSENHOR TABOSA	3.300.958,92	269.829,82	3.153.600,00	85,56
4	SOUSA	8.894.616,89	727.071,41	9.460.800,00	76,85
5	ANGICOS	7.155.513,91	584.912,16	22.926.672,00	25,51
6	CAUHIPE	7.072.293,41	578.109,48	4.856.544,00	119,04
7	GANGORRA	10.142.924,72	829.111,66	7.410.960,00	111,88
8	UBALDINHO	9.986.398,50	816.316,76	9.460.800,00	86,28

Tabela 24 – Anuidade e Custo por 1000 m³ de Água Bruta dos Reservatórios

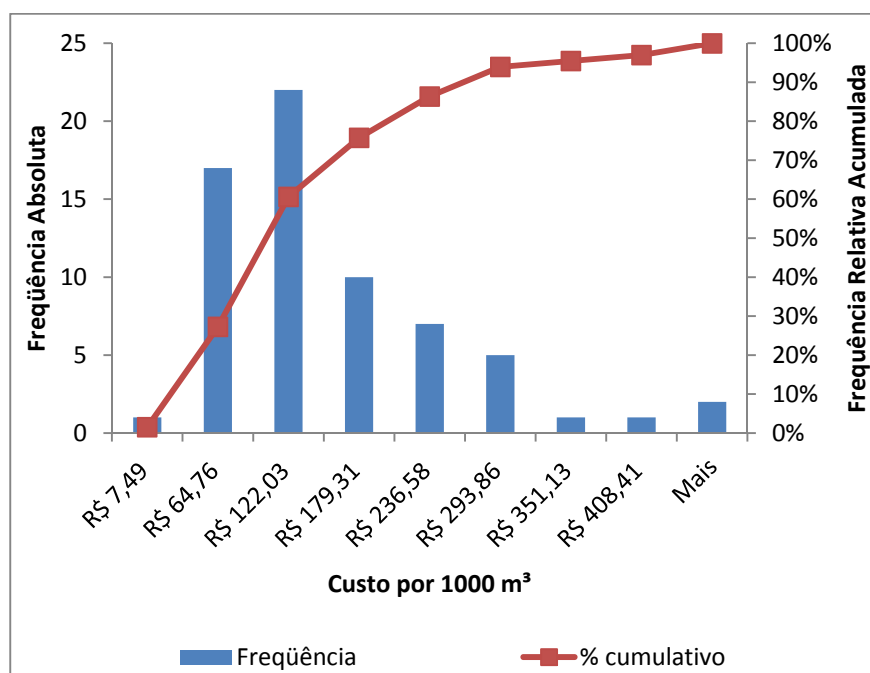
Nº	NOME	INVESTIMENTO (R\$) - 2010	ANUIDADE 50 ANOS (R\$)	VOLUME REGULARIZADO ANUAL (m³)	CUSTO POR 1000 m³ (R\$/1000 m³)
9	FLOR DO CAMPO	10.958.556,80	895.783,75	11.983.680,00	74,75
10	BARRA VELHA	10.699.854,19	874.636,66	15.768.000,00	55,47
11	SITIOS NOVOS	24.027.965,69	1.964.114,59	34.689.600,00	56,62
12	BENGUE	7.635.003,82	624.107,03	6.275.664,00	99,45
13	CACHOEIRA	8.176.169,33	668.343,45	6.307.200,00	105,97
14	MUQUÉM	8.392.296,26	686.010,28	9.460.800,00	72,51
15	PIRABIBU	10.974.610,81	897.096,05	119.836.800,00	7,49
16	ROSÁRIO	13.710.448,19	1.120.731,22	14.506.560,00	77,26
17	CARMINA	7.047.974,70	576.121,60	3.153.600,00	182,69
18	CATU	9.677.292,76	791.049,57	6.307.200,00	125,42
19	MALCOZINHADO	9.713.188,88	793.983,82	15.484.176,00	51,28
20	ARACOIABA	25.682.753,65	2.099.381,69	15.768.000,00	133,14
21	CASTANHÃO	255.153.585,11	20.856.983,32	914.544.000,00	22,81
22	FAÉ	6.306.544,84	515.515,00	9.460.800,00	54,49
23	ARNEIROZ II	27.171.573,31	2.221.082,06	49.511.520,00	44,86
24	ITAPEBUSSU	2.483.871,99	203.038,80	3.153.600,00	64,38
25	MACACOS	5.554.176,50	454.014,26	3.153.600,00	143,97
26	PESQUEIRO	5.228.898,00	427.425,07	3.153.600,00	135,54
27	MORGADO	732.320,45	59.861,97	150.400,00	398,02
28	JAPIASSU	552.146,47	45.134,03	184.800,00	244,23
29	SABOYA	1.214.439,87	99.271,79	381.600,00	260,15
30	CASA NOVA	884.369,42	72.290,88	384.000,00	188,26
31	IPUEIRA FUNDA	1.239.951,73	101.357,20	386.000,00	262,58
32	SOARES	625.150,02	51.101,55	420.000,00	121,67
33	CAMPO BARRO	919.321,80	75.147,99	445.500,00	168,68
34	JUVENAL	1.224.014,49	100.054,44	453.000,00	220,87
35	CASTRO FILHO	1.650.988,31	134.956,50	468.100,00	288,31
36	REPARRO	1.533.689,11	125.368,13	556.800,00	225,16
37	FRANCISCO ALVES	861.376,29	70.411,36	587.600,00	119,83
38	CAIRU	599.506,56	49.005,38	590.700,00	82,96
39	SALDANHA	3.722.342,21	304.274,89	653.400,00	465,68
40	IRAÚNA	1.313.629,60	107.379,84	679.800,00	157,96
41	JOACY	1.007.364,97	82.344,89	730.800,00	112,68
42	ENCANTO II	1.237.668,58	101.170,57	758.400,00	133,40
43	FLÁVIO RIBEIRO	2.255.362,74	184.359,80	872.100,00	211,40

Tabela 24 – Anuidade e Custo por 1000 m<sup>3</sup> de Água Bruta dos Reservatórios

Nº	NOME	INVESTIMENTO (R\$) - 2010	ANUIDADE 50 ANOS (R\$)	VOLUME REGULARIZADO ANUAL (m <sup>3</sup> )	CUSTO POR 1000 m <sup>3</sup> (R\$/1000 m <sup>3</sup> )
44	DESTERRO	1.511.724,53	123.572,68	944.300,00	130,86
45	PREMUOCA	3.340.578,30	273.068,42	1.000.500,00	272,93
46	MUCUIM	1.713.575,47	140.072,56	1.172.000,00	119,52
47	POTIRETAMA	1.100.547,16	89.961,87	1.350.900,00	66,59
48	CANINDÉ	1.690.295,82	138.169,61	1.442.100,00	95,81
49	PUIÚ	2.627.949,98	214.816,14	1.577.400,00	136,18
50	CANAFÍSTULA	2.996.027,93	244.903,89	9.460.800,00	25,89
51	TRAPIÁ II	3.696.222,42	302.139,79	12.614.400,00	23,95
52	TRICI	12.203.947,08	997.585,52	8.830.080,00	112,98
53	ARRIBITA	4.177.884,56	341.512,23	3.814.400,00	89,53
54	MUNDAÚ	21.057.047,23	1.721.263,23	30.274.560,00	56,86
55	UMARI	11.464.791,67	937.164,84	17.975.520,00	52,14
56	FAVELAS	19.743.153,49	1.613.861,80	7.884.000,00	204,70
57	REALEJO	16.223.083,03	1.326.121,17	9.460.800,00	140,17
58	SÃO JOSÉ	2.647.756,09	216.435,15	6.307.200,00	34,32
59	CARÃO	11.938.700,38	975.903,49	3.153.600,00	309,46
60	CIPOADA	10.502.454,57	858.500,65	25.228.800,00	34,03
61	TEJUSSUOCA	13.130.389,08	1.073.315,53	12.614.400,00	85,09
62	RIACHO DOS CARNEIROS	21.452.028,38	1.753.550,11	15.360.800,00	114,16
63	PATU	34.691.109,15	2.835.750,42	26.490.240,00	107,05
64	ATALHO	95.299.828,63	7.790.080,37	17.660.160,00	441,11
65	EDSON QUEIROZ	134.134.465,63	10.964.534,60	58.341.600,00	187,94
66	PEDRAS BRANCAS	26.103.743,74	2.133.794,62	100.915.200,00	21,14

O histograma da Figura 16 foi construído com os custos por 1000m<sup>3</sup> de água bruta.

Figura 16 – Histograma dos Custos por 1000m<sup>3</sup> de Água Bruta dos Reservatórios



O custo médio total da água bruta dos reservatórios ficou em R\$ 130,14 por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta. Já o custo médio levando-se em consideração a vazão regularizada (média ponderada) ficou em R\$ 46,71 por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta. Neste caso, o reservatório Castanhão está “puxando” a média para baixo, por se tratar de um reservatório mais eficiente em termos de volume regularizado e custo de investimento. Calculando-se, então, a média, excluindo os dados do Reservatório Castanhão, obteve-se R\$131,79 por 1000m<sup>3</sup> de água bruta como média simples e R\$73,96 por 1000 m<sup>3</sup> para a média ponderada.

Para conhecer a influência de cada fonte de dados, calculou-se a média do custo por 1000 m<sup>3</sup> com os dados de Mota (1995) e da SRH. Os reservatórios do trabalho de Mota apresentaram as seguintes médias: R\$ 79,42 por 1000 m<sup>3</sup> de média simples, e R\$ 31,01 por 1000 m<sup>3</sup> de média ponderada. Os reservatórios obtidos na SRH apresentaram as seguintes médias: R\$ 163,11 por 1000 m<sup>3</sup> de média simples e R\$ 101,49 por 1000 m<sup>3</sup> de média ponderada. Esta diferença nas médias dos custos da água dos reservatórios obtidos nas duas fontes pode ter sido causada, devido o fato dos reservatórios de Mota (1995) possuírem porte menor (e provavelmente menos eficientes) que os reservatórios obtidos junto a SRH. Tal fato também pode indicar um custo marginal crescente, tendo em vistas que os reservatórios de Mota (1995) são menores. Na Tabela 25 é apresentado um comparativos dessas médias.

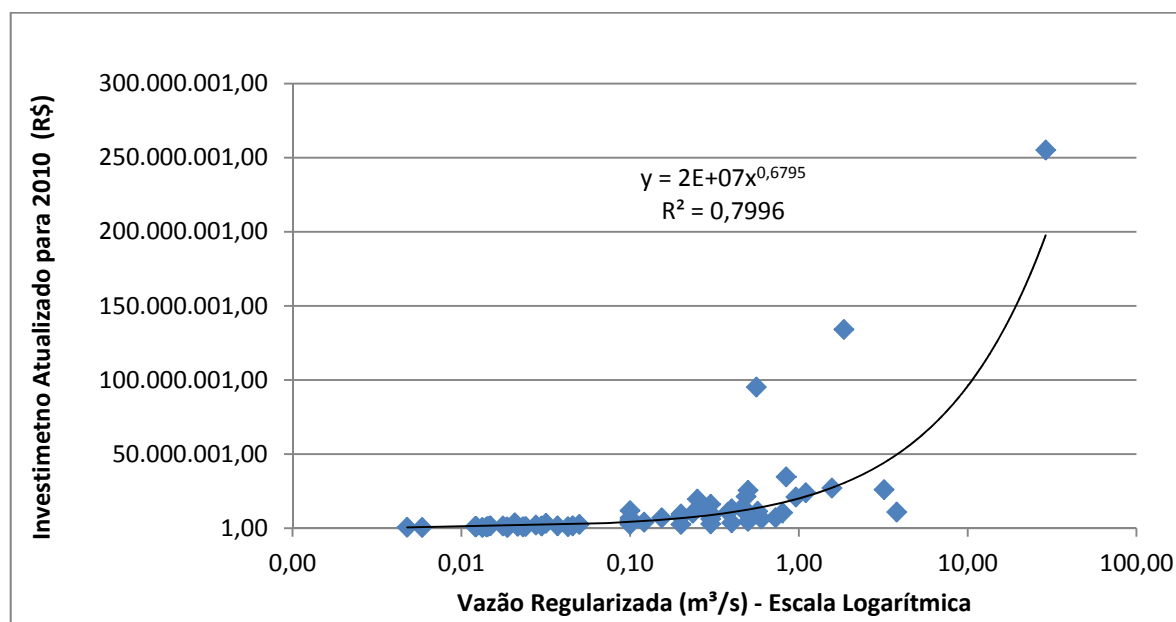
*Tabela 25 - Comparativos dos Resultados de Custo Médio de Água por 1000 m³ para Construção dos Reservatórios*

	<b>Custo por 1000 m³ Média Simples (R\$/1000 m³)</b>	<b>Custo por 1000 m³ Média Ponderada (R\$/1000 m³)</b>
<b>Mota (1995)</b>	79,42	31,01
<b>SRH (2008)</b>	163,11	101,49
<b>Mota (1995) e SRH</b>	130,14	46,71
<b>Mota (1995) e SRH – Sem Reservatório Castanhão</b>	131,79	73,96

#### 4.1.2 Desenvolvimento das Curvas de Custo

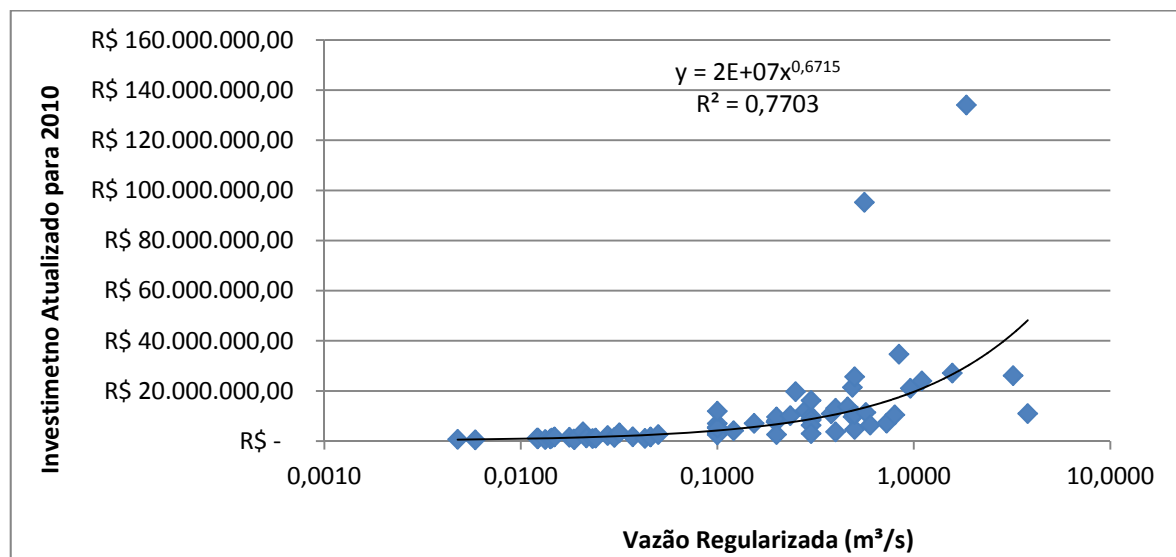
Utilizando-se os dados obtidos, foram construídos gráficos de dispersão com a Vazão Regularizada “versus” os Custos de Investimento Atualizados. A escala logarítmica no eixo das vazões regularizadas foi utilizada para melhor observação dos dados.

*Figura 17 - Curva de Custo dos Reservatórios (Vazão x Custo Total de Investimento Atualizado para 2010)*



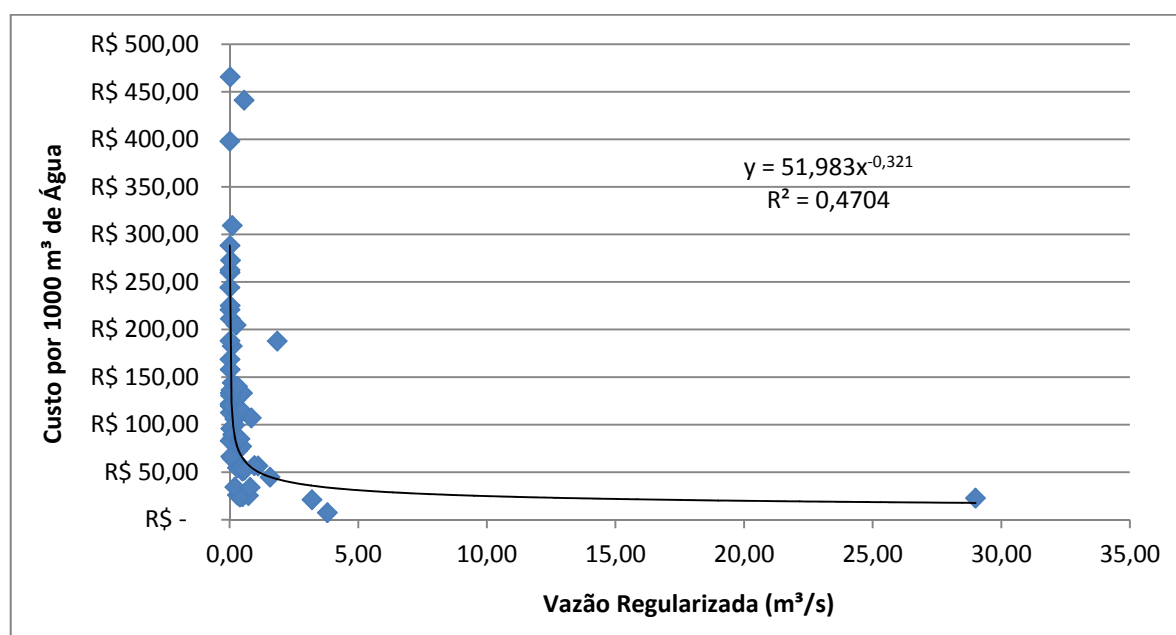
Observou-se que a vazão e o custo atualizado do Reservatório Castanhão ficou distante do restante da dispersão dos outros dados, portanto na Figura 18 foi construído um novo gráfico retirando-se o Reservatório Castanhão.

*Figura 18 - Curva de Custo dos Reservatórios Excluindo Dados Do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo Total de Investimento Atualizado para 2010)*



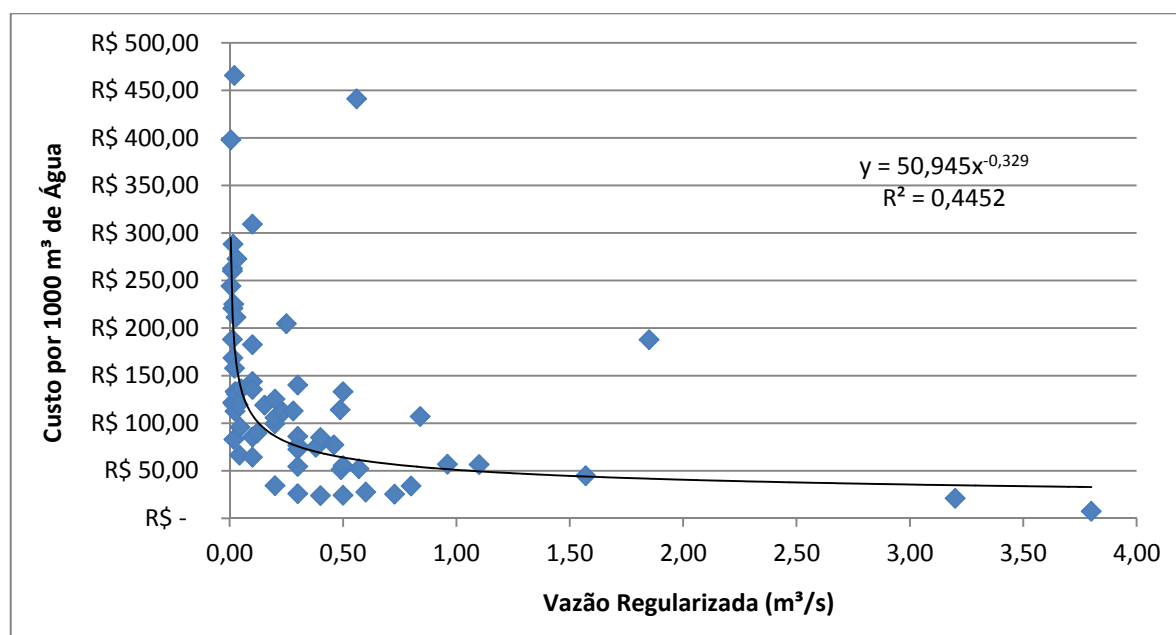
Foi desenvolvida também a curva de custo de água bruta em R\$ por 1000 m³.

*Figura 19 - Curva de Custo da Água Bruta dos Reservatórios (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m³)*



Observou-se que o reservatório Castanhão possui dados que se distanciaram dos demais, por se tratar de um grande reservatório com uma alta vazão regularizada (29,0 m³/s), portanto para uma melhor observação da dispersão dos dados, foi construída uma nova curva excluindo os dados do reservatório Castanhão.

*Figura 20 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m³ dos Reservatórios, Excluindo os Dados do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000 m³)*



Por se tratar de um reservatório de grande eficiência (alta vazão aduzida em relação ao custo de construção do barramento), observou-se que o Reservatório Castanhão se encontra no gráfico da Figura 19 em uma posição distante da dispersão e com valor abaixo de R\$ 50,00 por 1000 m³. Como a possibilidade de construção de reservatórios do porte e com a mesma eficiência do Castanhão é muito baixa, optou-se por não utilizar seu valor para compor a curva de custo dos reservatórios.

## 4.2 Custo de Construção das Adutoras

### 4.2.1 Avaliação de custos

Após a atualização de valores utilizando o INCC e aplicando-se o prazo de pagamento e juros informados no item 3.1.1, obtém-se os seguintes valores, apresentados na Tabela 26.

*Tabela 26 – Resultados da Atualização de Valores das Adutoras no Ceará e anuidade para pagamento em 30 anos.*

Nº	ADUTORA	ANO DE CONCLUSÃO	INVESTIMENTO DA OBRA (R\$)	INVESTIMENTO ATUALIZADO PARA O ANO DE 2010 (R\$)	VALOR DA ANUIDADE (R\$)
1	AIUABA	2001	104.417,42	215.187,72	19.114,57
2	ARACOIABA / BATURITÉ	2002	2.330.054,72	4.254.339,26	377.902,04
3	ASSARÉ	1998	1.115.533,13	2.942.200,15	261.348,09
4	AURORA	2001	842.220,41	1.735.682,50	154.176,22
5	BATENTE-PATOS	2006	3.209.548,92	4.110.733,43	365.145,90
6	CABEÇA PRETA	1997	129.959,26	352.191,44	31.284,26
7	CAMPOS SALES / SALITRE	2002	11.979.446,50	21.872.717,88	1.942.897,39
8	CANGATI	1999	101.381,22	244.841,40	21.748,63
9	CANINDÉ	1999	487.141,36	1.176.474,01	104.503,17
10	CAPISTRANO	1998	150.902,39	398.002,55	35.353,55
11	CARIDADE	1998	1.212.381,66	3.197.636,54	284.037,85
12	CARIÚS / JUCÁS	2001	797.388,83	1.643.291,74	145.969,39
13	CASCAVEL	2000	750.602,43	1.683.770,61	149.565,02
14	CATARINA	2007	7.413.799,53	8.944.483,02	794.515,47
15	CATOLÉ DA PISTA	1999	157.401,20	380.132,82	33.766,22
16	CATUNDA	2006	2.091.622,04	2.678.912,48	237.960,92
17	CEDRO	1999	349.363,09	843.731,67	74.946,52
18	CHAVAL / BARROQUINHA	2002	1.066.488,50	1.947.252,08	172.969,40
19	CRATEÚS	1993	261.754.135,52	12.329.378.664,57	1.095.187.062,03
20	CUNCAS	1999	160.337,77	387.224,81	34.396,19
21	ENG. JOÃO TOMÉ	2000	211.734,12	474.967,40	42.190,14
22	FORQUILHA	2008	5.744.690,10	6.195.925,63	550.368,17
23	GRAÇA / PACUJÁ / MUCAMBO	2007	10.521.887,39	12.694.279,46	1.127.600,26
24	IARA	2000	219.464,24	492.307,81	43.730,44
25	IBICUITINGA	1998	1.091.161,17	2.877.919,51	255.638,20
26	ICÓ	2002	513.549,62	937.666,52	83.290,51
27	IDEAL / CAPIRAVA / OCARA	1998	602.446,28	1.588.942,08	141.141,65
28	IGUATU	2002	1.938.530,83	3.539.473,88	314.402,38
29	INDEPENDÊNCIA	2000	1.214.319,78	2.723.993,25	241.965,33
30	IPAGUASSU MIRIM /	1999	63.506,89	153.372,74	13.623,71



*Tabela 26 – Resultados da Atualização de Valores das Adutoras no Ceará e anuidade para pagamento em 30 anos.*

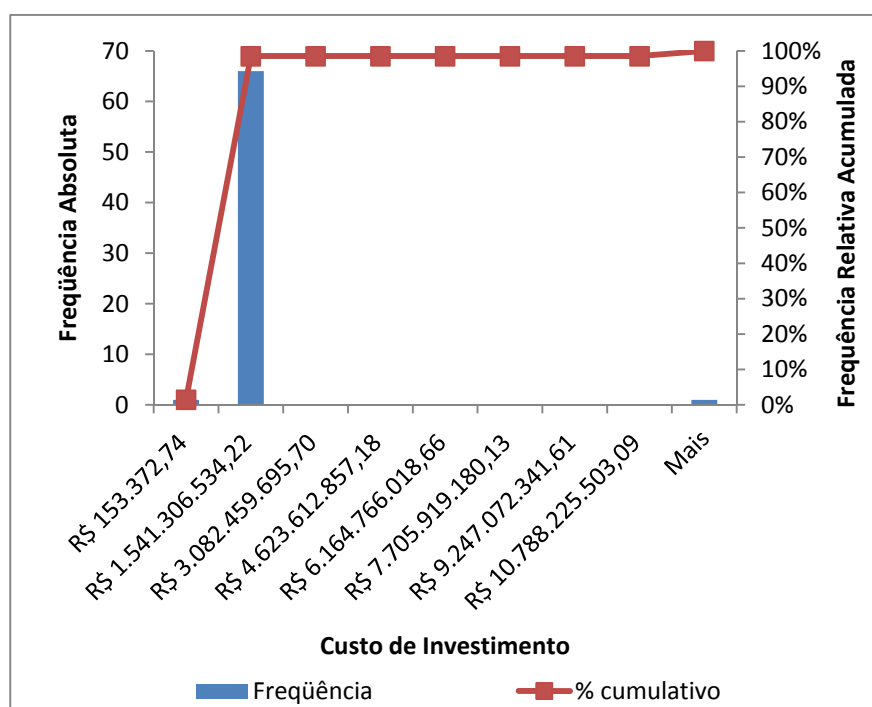
Nº	ADUTORA	ANO DE CONCLUSÃO	INVESTIMENTO DA OBRA (R\$)	INVESTIMENTO ATUALIZADO PARA O ANO DE 2010 (R\$)	VALOR DA ANUIDADE (R\$)
	ARRAIAL				
31	IPU	1998	1.698.221,56	4.479.031,23	397.860,85
32	IRAUCUBA	1998	506.755,68	1.336.559,71	118.723,17
33	ITAGUÁ	1999	99.905,59	241.277,67	21.432,08
34	ITAMARACÁ	1999	152.549,50	368.415,69	32.725,42
35	ITAPAJE	1999	1.659.473,29	4.007.722,10	355.995,67
36	ITAPIÚNA / CAIO PRADO	1998	570.514,02	1.504.721,27	133.660,53
37	JACURUTU	1999	167.519,74	404.569,67	35.936,89
38	KM 20	2000	174.946,55	392.444,58	34.859,85
39	LAVRAS DA MANGABEIRA	2007	7.856.922,99	9.479.095,57	842.003,73
40	MONSENHOR TABOSA	1999	376.746,42	909.863,97	80.820,88
41	MUMBABA	1998	164.076,62	432.749,37	38.440,02
42	NOVO ORIENTE	2000	1.580.067,80	3.544.448,58	314.844,27
43	PALESTINA DO CARIRI	1999	155.689,42	375.998,78	33.399,01
44	PALHANO	1999	400.051,57	966.147,23	85.820,38
45	PALMATORIA	1998	291.265,02	768.206,66	68.237,83
46	PARAMOTI	2001	799.272,52	1.647.173,72	146.314,21
47	PIQUET CARNEIRO	1999	361.659,78	873.428,88	77.584,45
48	PIRABIBU-CEDRO	2002	4.745.925,20	8.665.365,55	769.722,18
49	PIRES FERREIRA	2007	3.487.117,95	4.207.082,64	373.704,35
50	PRIMAVERA	1998	119.050,28	313.993,14	27.891,20
51	QUIXADÁ	2000	2.684.244,38	6.021.365,78	534.862,47
52	REDENCAO / ACARAPE / BARREIRA / ANTO	1997	2.374.393,04	6.434.638,91	571.572,46
53	ROLDAO	1998	111.801,13	294.873,63	26.192,87
54	SACO VERDE / PEDRA PRETA	1998	151.385,36	399.276,38	35.466,70
55	SANTA ROSA	2000	127.199,31	285.336,75	25.345,73
56	SAO JOAO DO ARUARU	1998	153.631,99	405.201,83	35.993,04
57	SAO MIGUEL DOS AMANCIOS	1998	100.146,41	264.134,50	23.462,39
58	SAO PEDRO	2000	143.421,81	321.727,48	28.578,23
59	SENADOR SA-URUOCA-JORDAO	1998	1.225.586,62	3.232.464,40	287.131,52

*Tabela 26 – Resultados da Atualização de Valores das Adutoras no Ceará e anuidade para pagamento em 30 anos.*

Nº	ADUTORA	ANO DE CONCLUSÃO	INVESTIMENTO DA OBRA (R\$)	INVESTIMENTO ATUALIZADO PARA O ANO DE 2010 (R\$)	VALOR DA ANUIDADE (R\$)
60	SER. DO FÉLIX / BOQ. DE CESÁRIO	2006	4.243.366,44	5.434.828,61	482.761,88
61	SIFÃO UMBURANAS	2006	20.188.643,64	25.857.257,33	2.296.833,80
62	SOBRAL	1995	218.391,63	692.582,48	61.520,32
63	SÃO GONÇALO DO AMARANTE / UMARITUBA / SIUPÉ	2002	921.690,16	1.682.871,48	149.485,15
64	TEJUCUOCA	1997	292.542,36	792.793,96	70.421,85
65	TOME	1998	156.196,84	411.966,58	36.593,93
66	TRICI-TAUA	1999	1.212.381,66	2.927.970,46	260.084,10
67	URUQUE	1998	70.540,04	186.048,19	16.526,18
68	VARZEA ALEGRE	1999	1.181.030,62	2.852.255,92	253.358,57

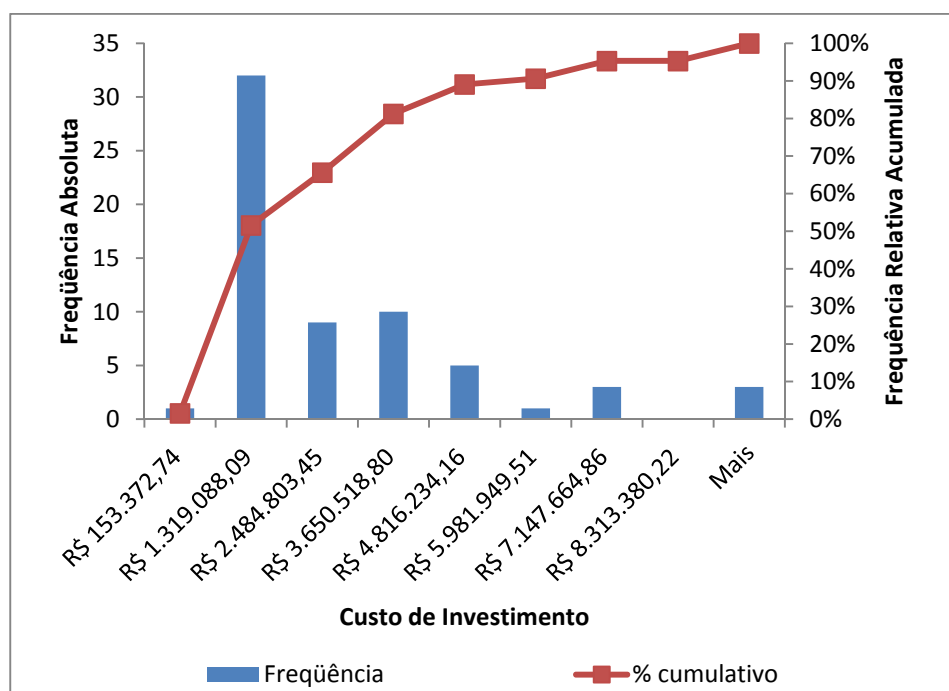
Observou-se um valor extremamente alto relativo à Adutora Crateús, possivelmente por um erro da SRH na transformação de moedas, pois a adutora foi construída em 1993, ano no qual o Brasil possuiu 3 moedas diferentes (Cruzeiro, Cruzeiro Real e Real). O histograma dos custos totais atualizados utilizando-se os dados de custo de investimento atualizado para 2010 localiza-se na Figura 21.

*Figura 21 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados das Adutoras*



Notou-se que devido à grande quantidade das adutoras apresentarem custo de investimento inferior a dez milhões de reais (94%), criou-se um histograma na Figura 22 que levou em consideração apenas as adutoras com custo de investimento (atualizado para 2010) inferior a dez milhões de reais, portanto foram excluídas o Sifão Umburanas, a Adutora Campos Sales / Salitre, a Adutora Graça / Pacujá / Mucambo e a Adutora Crateús.

*Figura 22 – Histograma dos Custos Totais de Investimento Atualizados das Adutoras com custo inferior a R\$ 10.000.000,00*



A partir destes dados, calculou-se quanto seria a anuidade a ser paga por cada adutora seguindo-se as especificações descritas no item 3.1.1. Em seguida foi calculado também para cada obra hídrica o custo por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta, levando-se em consideração o volume anual transportado e o custo anual para pagamento do investimento daquela obra. Estes valores são apresentados na Tabela 27.

Tabela 27 – Anuidade e Custo por 1000 m³ de Água Bruta das Adutoras

Nº	ADUTORA	INVESTIMENTO ATUALIZADO PARA O ANO DE 2010 (R\$)	ANUIDADE (30 ANOS) (R\$)	VOLUME TRANSPORTADO ANUAL (m³)	CUSTO POR 1000 m³ (R\$/1000 m³)
1	IPAGUASSU MIRIM/ARRAIAL	153.372,74	13.623,71	63.072,00	216,00
2	URUQUE	186.048,19	16.526,18	63.072,00	262,02
3	AIUABA	215.187,72	19.114,57	346.896,00	55,10
4	ITAGUÁ	241.277,67	21.432,08	126.144,00	169,90
5	CANGATI	244.841,40	21.748,63	157.680,00	137,93
6	SAO MIGUEL DOS AMANCIOS	264.134,50	23.462,39	157.680,00	148,80
7	SANTA ROSA	285.336,75	25.345,73	63.072,00	401,85
8	ROLDÃO	294.873,63	26.192,87	63.072,00	415,29
9	PRIMAVERA	313.993,14	27.891,20	94.608,00	294,81
10	SAO PEDRO	321.727,48	28.578,23	157.680,00	181,24
11	CABEÇA PRETA	352.191,44	31.284,26	94.608,00	330,67
12	ITAMARACÁ	368.415,69	32.725,42	63.072,00	518,86
13	PALESTINA DO CARIRI	375.998,78	33.399,01	189.216,00	176,51
14	CATOLÉ DA PISTA	380.132,82	33.766,22	63.072,00	535,36
15	CUNCAS	387.224,81	34.396,19	189.216,00	181,78
16	KM 20	392.444,58	34.859,85	94.608,00	368,47
17	CAPISTRANO	398.002,55	35.353,55	315.360,00	112,11
18	SACO VERDE / PEDRA PRETA	399.276,38	35.466,70	94.608,00	374,88
19	JACURUTU	404.569,67	35.936,89	31.536,00	1.139,55
20	SAO JOAO DO ARUARU	405.201,83	35.993,04	31.536,00	1.141,33
21	TOME	411.966,58	36.593,93	126.144,00	290,10
22	MUMBABA	432.749,37	38.440,02	315.360,00	121,89
23	ENG. JOÃO TOMÉ	474.967,40	42.190,14	283.824,00	148,65
24	IARA	492.307,81	43.730,44	220.752,00	198,10
25	SOBRAL	692.582,48	61.520,32	189.216,00	325,13
26	PALMATORIA	768.206,66	68.237,83	126.144,00	540,95
27	TEJUCUOCA	792.793,96	70.421,85	189.216,00	372,18
28	CEDRO	843.731,67	74.946,52	977.616,00	76,66
29	PIQUET CARNEIRO	873.428,88	77.584,45	725.328,00	106,96
30	MONSENHOR TABOSA	909.863,97	80.820,88	725.328,00	111,43

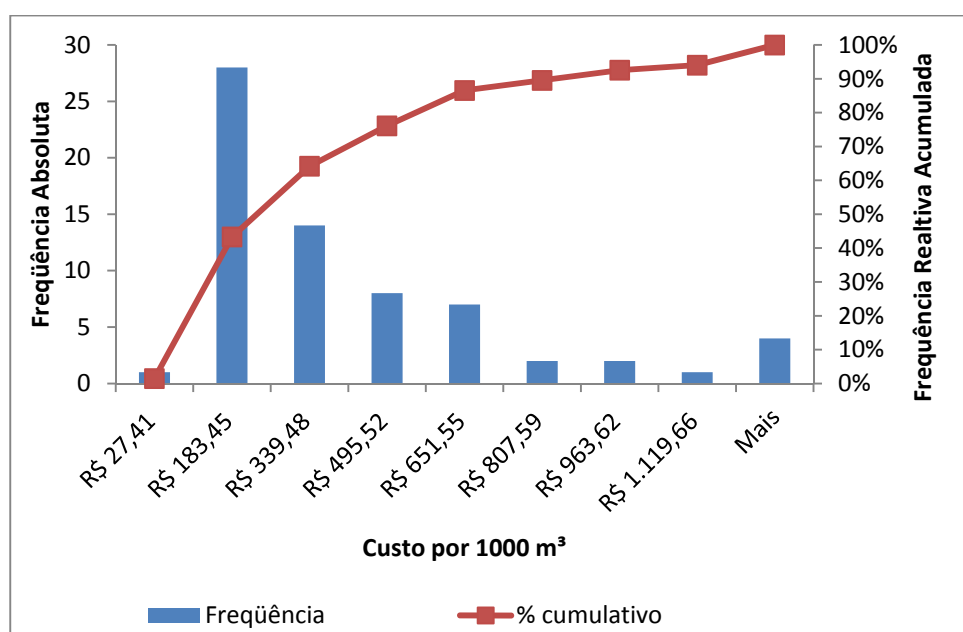
Tabela 27 – Anuidade e Custo por 1000 m³ de Água Bruta das Adutoras

Nº	ADUTORA	INVESTIMENTO ATUALIZADO PARA O ANO DE 2010 (R\$)	ANUIDADE (30 ANOS) (R\$)	VOLUME TRANSPORTADO ANUAL (m³)	CUSTO POR 1000 m³ (R\$/1000 m³)
31	ICÓ	937.666,52	83.290,51	1.576.800,00	52,82
32	PALHANO	966.147,23	85.820,38	567.648,00	151,19
33	CANINDÉ	1.176.474,01	104.503,17	3.153.600,00	33,14
34	IRAUÇUBA	1.336.559,71	118.723,17	1.040.688,00	114,08
35	ITAPIÚNA/CAIO PRADO	1.504.721,27	133.660,53	788.400,00	169,53
36	IDEAL/CAPIRAVA/O CARA	1.588.942,08	141.141,65	378.432,00	372,96
37	CARIÚS/JUCÁS	1.643.291,74	145.969,39	756.864,00	192,86
38	PARAMOTI	1.647.173,72	146.314,21	693.792,00	210,89
39	SÃO GONÇALO DO AMARANTE/UMARITUBA/SIUPÉ	1.682.871,48	149.485,15	1.755.293,76	85,16
40	CASCAVEL	1.683.770,61	149.565,02	5.455.728,00	27,41
41	AURORA	1.735.682,50	154.176,22	1.387.584,00	111,11
42	CHAVAL/BARROQUINHÁ	1.947.252,08	172.969,40	1.766.016,00	97,94
43	CATUNDA	2.678.912,48	237.960,92	426.366,72	558,11
44	INDEPENDÊNCIA	2.723.993,25	241.965,33	977.616,00	247,51
45	VARZEA ALEGRE	2.852.255,92	253.358,57	2.649.024,00	95,64
46	IBICUITINGA	2.877.919,51	255.638,20	567.648,00	450,35
47	TRICI-TAUA	2.927.970,46	260.084,10	1.639.872,00	158,60
48	ASSARÉ	2.942.200,15	261.348,09	1.040.688,00	251,13
49	CARIDADE	3.197.636,54	284.037,85	441.504,00	643,34
50	SENADOR SÁ-URUOCA-JORDAO	3.232.464,40	287.131,52	565.440,48	507,80
51	IGUATU	3.539.473,88	314.402,38	5.685.625,44	55,30
52	NOVO ORIENTE	3.544.448,58	314.844,27	1.513.728,00	207,99
53	ITAPAJE	4.007.722,10	355.995,67	2.112.912,00	168,49
54	BATENTE-PATOS	4.110.733,43	365.145,90	441.504,00	827,05
55	PIRES FERREIRA	4.207.082,64	373.704,35	331.128,00	1.128,58
56	ARACOIABA/BATURITÉ	4.254.339,26	377.902,04	4.214.471,04	89,67
57	IPU	4.479.031,23	397.860,85	2.221.080,48	179,13
58	SER. DO FÉLIX/BOQ. DE CESÁRIO	5.434.828,61	482.761,88	378.432,00	1.275,69

Tabela 27 – Anuidade e Custo por 1000 m<sup>3</sup> de Água Bruta das Adutoras

Nº	ADUTORA	INVESTIMENTO ATUALIZADO PARA O ANO DE 2010 (R\$)	ANUIDADE (30 ANOS) (R\$)	VOLUME TRANSPORTADO ANUAL (m <sup>3</sup> )	CUSTO POR 1000 m <sup>3</sup> (R\$/1000 m <sup>3</sup> )
59	QUIXADÁ	6.021.365,78	534.862,47	3.437.424,00	155,60
60	FORQUILHA	6.195.925,63	550.368,17	2.106.920,16	261,22
61	REDENCAO/ACARAPE/BARREIRA/ANTO	6.434.638,91	571.572,46	1.387.584,00	411,92
62	PIRABIBU-CEDRO	8.665.365,55	769.722,18	946.080,00	813,59
63	CATARINA	8.944.483,02	794.515,47	805.744,80	986,06
64	LAVRAS DA MANGABEIRA	9.479.095,57	842.003,73	1.277.208,00	659,25
65	GRAÇA/PACUJÁ/MUCAMBO	12.694.279,46	1.127.600,26	1.701.367,20	662,76
66	CAMPOS SALES/SALITRE	21.872.717,88	1.942.897,39	3.027.456,00	641,76
67	SIFÃO UMBURANAS	25.857.257,33	2.296.833,80	7.884.000,00	291,33
68	CRATEÚS	12.329.378.664,57	1.095.187.062,03	4.320.432,00	253.490,17

Devido ao problema encontrado com a Adutora Crateús, optou-se por excluir seus resultados do histograma, construído para as adutoras com os custos por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta (Figura 23).

Figura 23 – Histograma dos Custos por 1000 m<sup>3</sup> de Água Bruta das Adutoras

O custo médio total da água bruta das adutoras ficou em R\$340,32 por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta como média simples e R\$234,77 por 1000 m<sup>3</sup> como média ponderada. Na Tabela 28 foram listados valores médios obtidos.

*Tabela 28 - Comparativos dos Resultados de Custo Médio de Água por 1000 m<sup>3</sup> para Construção das Adutoras*

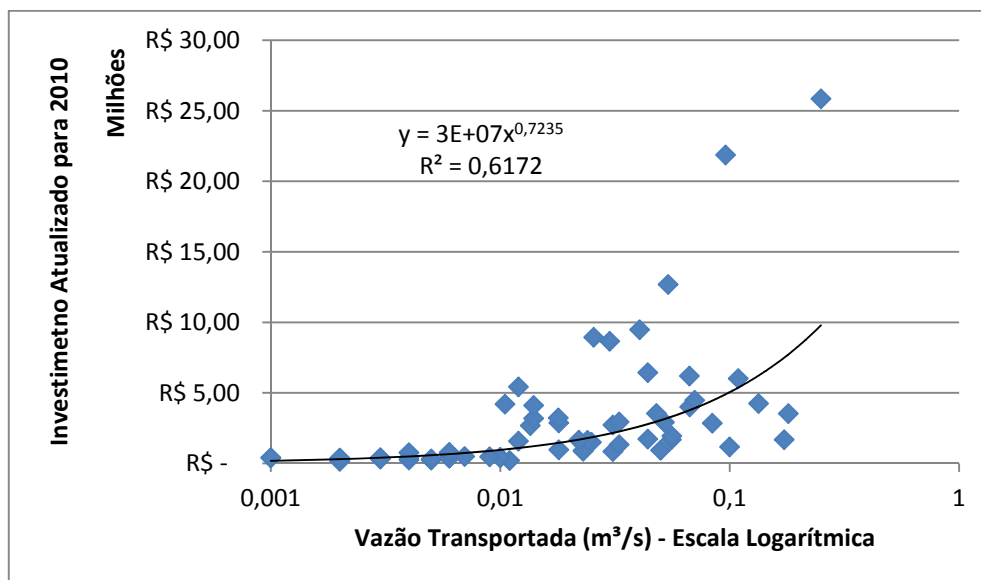
	<b>Custo por 1000 m<sup>3</sup> Média Simples (R\$/1000 m<sup>3</sup>)</b>	<b>Custo por 1000 m<sup>3</sup> Média Ponderada (R\$/1000 m<sup>3</sup>)</b>
<b>SRH</b>	340,32	234,77

Observa-se que, em comparação aos custos de água obtidos dos reservatórios o custo da água das adutoras ficou muito acima. Este resultado pode ser explicado, pois, na construção das adutoras outros fatores como extensão do ramal, tipo de solo escavado, altura manométrica e material da adutora influenciam bastante no preço da obra, tornando a vazão aduzida um fator não determinante para o custo destas estruturas hídricas.

#### 4.2.2 Desenvolvimento das Curvas de Custo

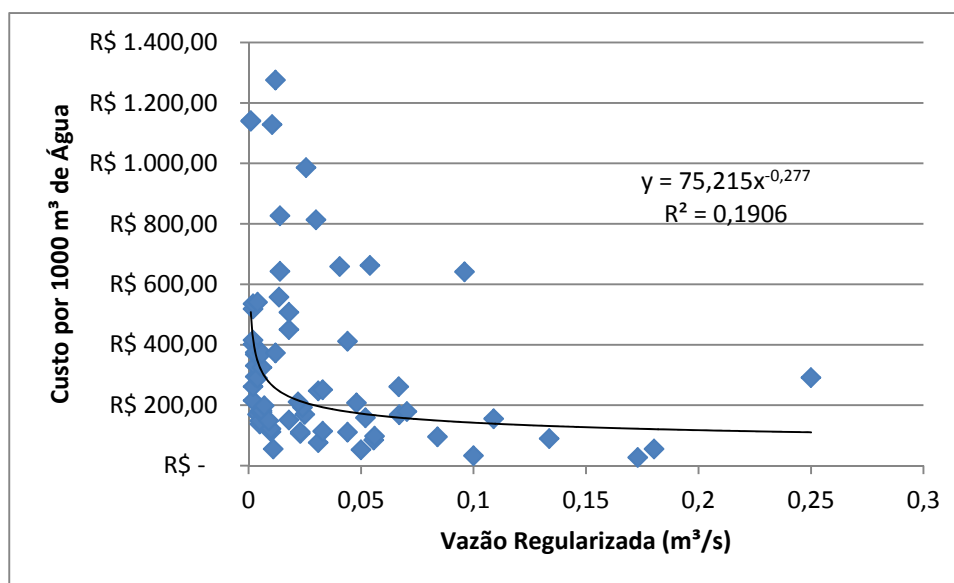
Utilizando-se os dados obtidos, foram construídos gráficos de dispersão com a Vazão Transportada “versus” os Custos de Investimento Atualizados. A escala logarítmica no eixo das vazões transportadas foi utilizada para melhor observação dos dados presentes na Figura 24.

Figura 24 - Curva de Custo das Adutoras (Vazão x Custo Total de Investimento Atualizado para 2010)



Desenvolveu-se também a curva de custo de água bruta em R\$ por 1000  $m^3$ , apresentada na Figura 25.

Figura 25 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000  $m^3$  das Adutoras (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000  $m^3$ )



A seguir uma tabela comparando o equacionamento das curvas de custo total da obra e custo por 1000  $m^3$  de água, apresentando o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), variância da população ( $\sigma_{POP}^2$ ) e variância do erro ( $\sigma_E^2$ ).



Tabela 29 – Resumo do Equacionamento Obtido

Curva de Custo	Equação da Curva	Coefficiente de Determinação ( $R^2$ )	Variância da População ( $\sigma_{POP}^2$ )	Variância do Erro ( $\sigma_E^2$ )
Total de Construção dos Reservatórios (2010)	$2E+07x^{0,6795}$	0,800	1,293E+15	2,592E+14
Total de Construção dos Reservatórios - Sem o Castanhão (2010)	$2E+07x^{0,6715}$	0,770	4,113E+14	9,447E+13
Total de Construção das Adutoras	$3E+07x^{0,7235}$	0,617	2,021E+13	7,735E+12
1000m <sup>3</sup> de água dos Reservatórios	$51,983x^{-0,321}$	0,470	9.636,618	5.103,553
1000m <sup>3</sup> de água dos Reservatórios (Sem o Castanhão)	$50,945x^{-0,329}$	0,445	9.604,907	5.328,802
1000m <sup>3</sup> de água das Adutoras	$75,215x^{-0,277}$	0,191	87.454,567	70.785,727

### 4.3 Impacto da Cobrança da Infraestrutura no Custo da Água Bruta

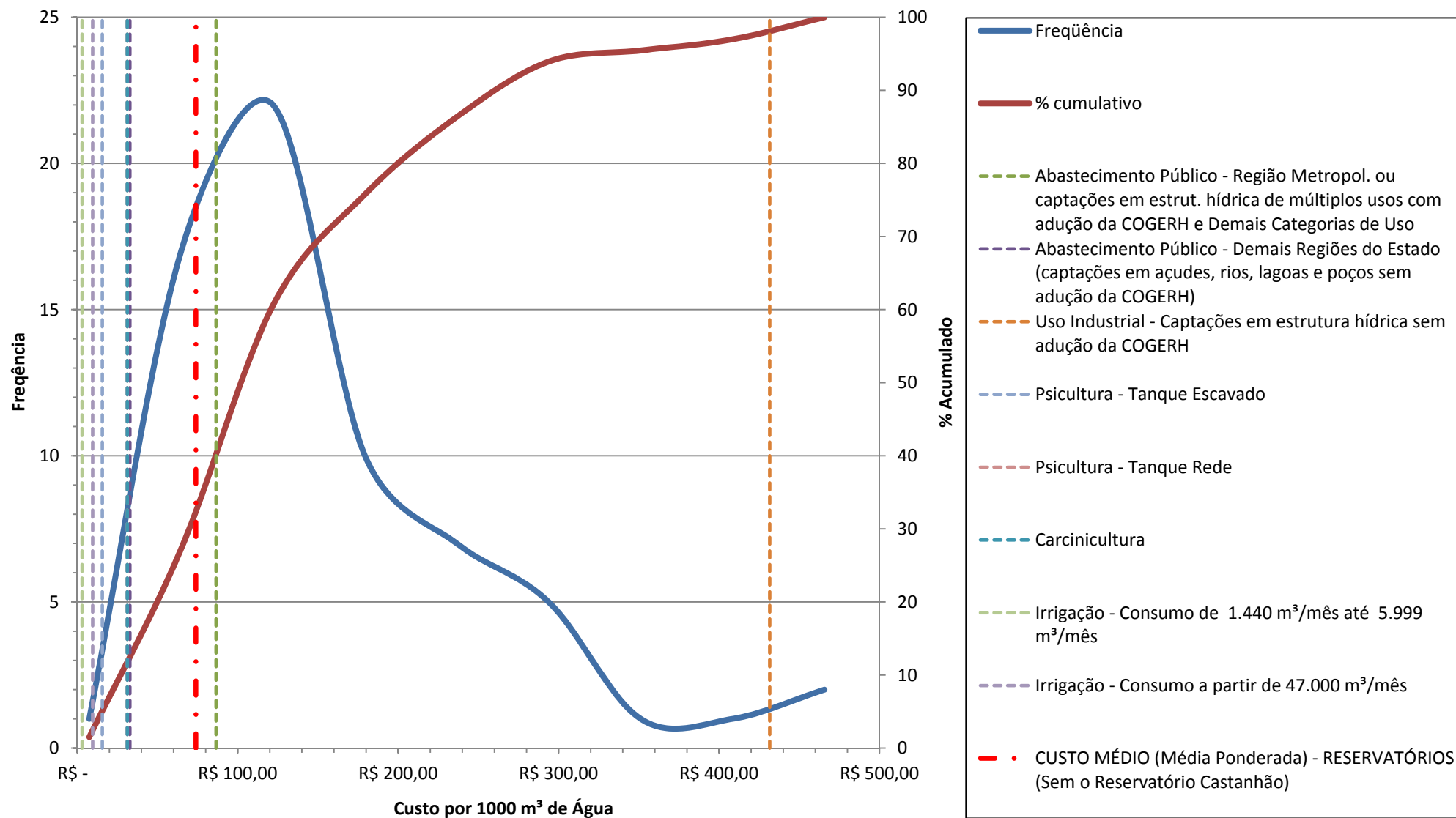
#### 4.3.1 Modelo de Tarificação

Foram comparados os valores obtidos como custo médio (dos reservatórios e adutoras) com as tarifas contidas no Decreto Estadual Nº 29.373, de 08 de agosto de 2008.

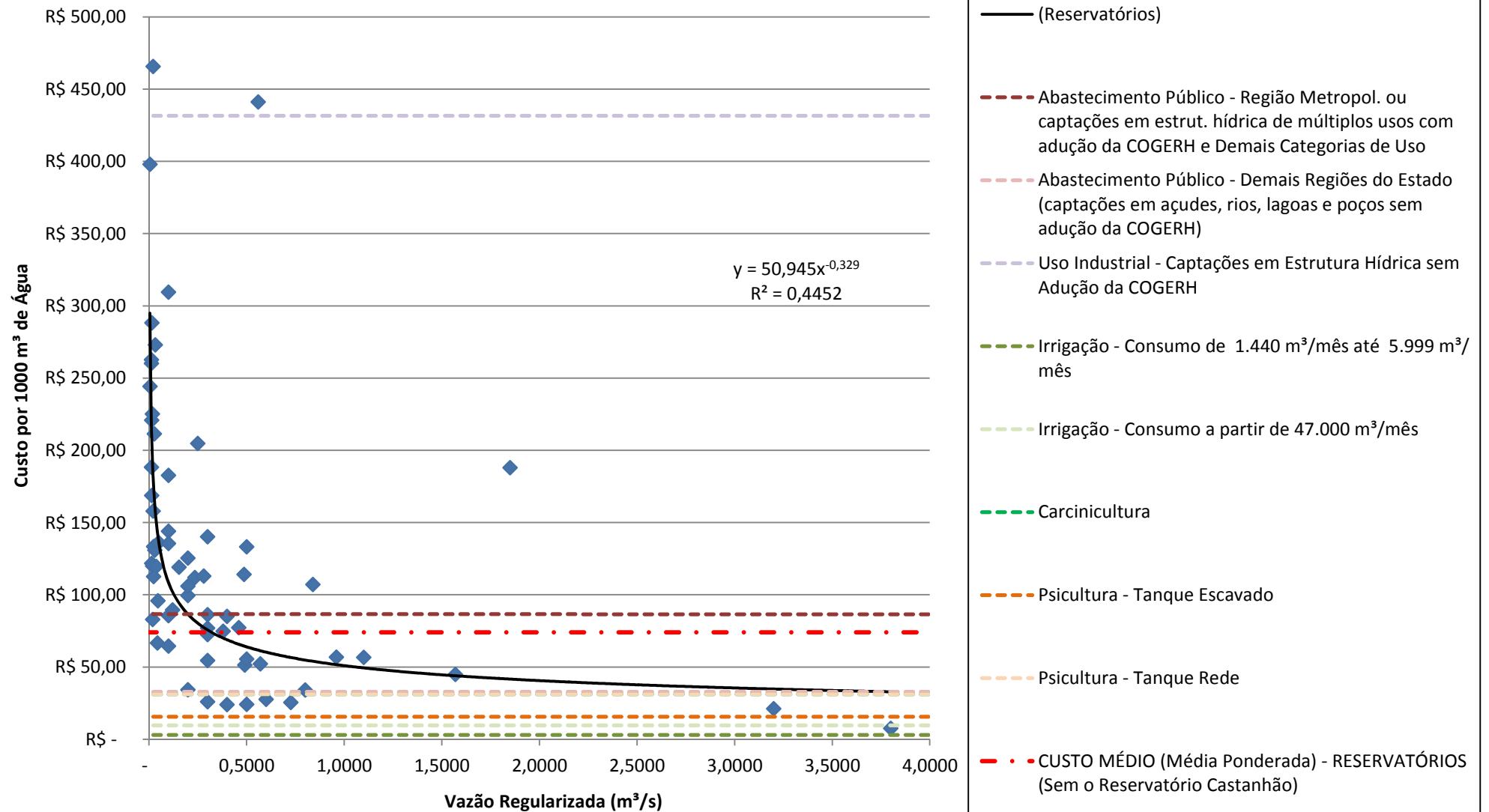
Partindo-se dos gráficos de custo por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta, calculados nos itens 4.1.1 e 4.2.1, a partir da Tabela 24 e Tabela 27, inseriu-se os seguintes valores de custo de água contidos no Decreto Nº 29.373 de 2008: Abastecimento Público, Uso Industrial, Piscicultura, Carcinicultura, Irrigação nos casos de consumo máximo e mínimo, e Demais Categorias de Usos. Por serem de uma ordem de grandeza maior que os outros valores, as tarifas de uso industrial foram separadas das outras tarifas, dividindo-se em dois gráficos para facilitar a visualização em relação à dispersão dos pontos. Para efeito comparativo, também foi inserido no gráfico as médias simples e ponderadas dos custos, em reais por 1000 m<sup>3</sup> de água, das adutoras e dos reservatórios.

Os mesmos dados citados foram colocados nos histogramas dos custos de água bruta, possibilitando assim visualizar o grau de frequência que se localizavam as tarifas calculadas em relação às tarifas praticadas no Decreto N°29.373. Por ser um valor bem acima dos encontrados no trabalho, a tarifa de Uso Industrial com Captações em estrutura hídrica com adução da COGERH não foi colocado nos gráficos, pois, isto dificultaria a visualização dos outros valores. Na Figura 26 e Figura 28 são apresentados os gráficos de distribuição de frequência, e na Figura 27 e Figura 29 os gráficos de curva de custo com os valores citados.

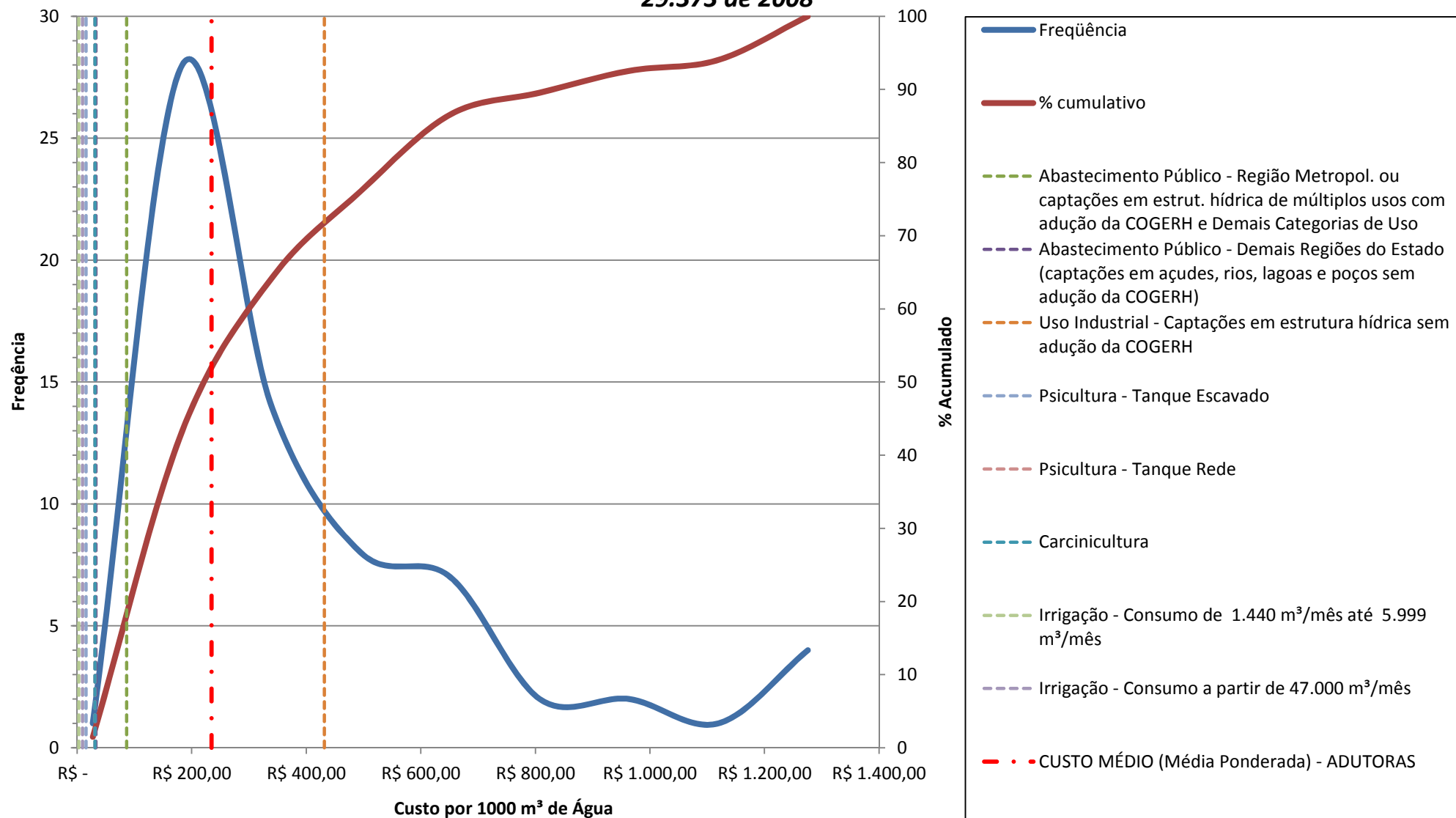
**Figura 26 – Distribuição de Frequência dos Custos por 1000m<sup>3</sup> de Água Bruta Disponibilizada por Reservatórios (Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N° 29.373 de 2008)**



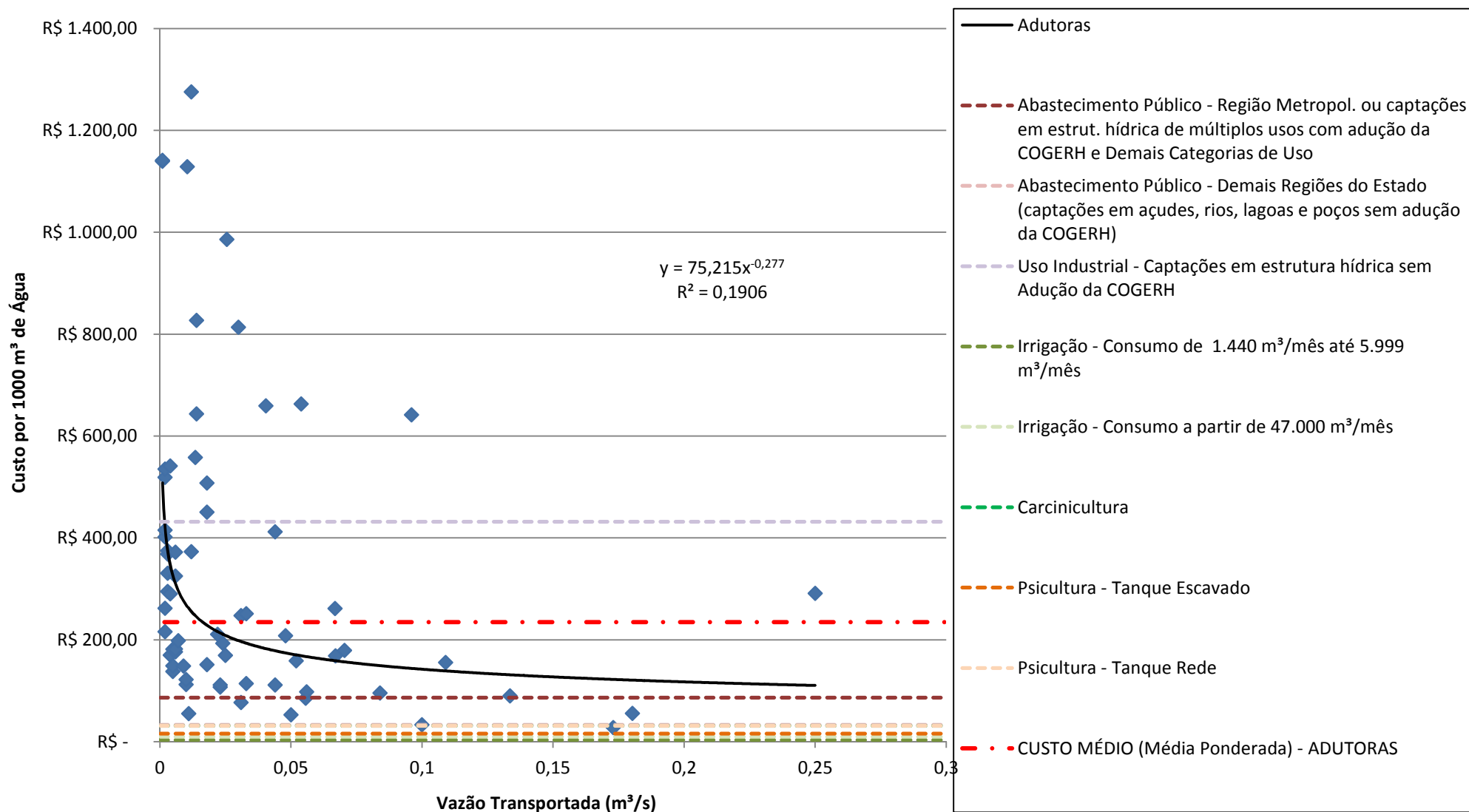
**Figura 27 - Curva de Custo de Disponibilização da Água Bruta em Reais por 1000m<sup>3</sup> dos Reservatórios, Excluindo os Dados do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m<sup>3</sup>) - Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N°**



**Figura 28 – Distribuição de Frequência dos Custos por 1000m<sup>3</sup> de Água Bruta Distribuída por Adutoras  
(Excluindo os dados da adutora Crateús) - Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N°  
29.373 de 2008**



**Figura 29 - Curva de Custo de Distribuição da Água Bruta em Reais por 1000m³ das Adutoras, excluindo os dados da adutora Crateús (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m³) - Incluindo Valores de Cobrança de Água Bruta do Decreto N° 29.373 de 2008**



Pôde-se observar que o valor médio de pagamento por 1000 m<sup>3</sup> de água bruta, que financiaria a construção de um reservatório nas condições estudadas (R\$73,00), está na mesma ordem de grandeza dos valores correntemente cobrados no Decreto N° 29.373, de 08 de agosto de 2008 para abastecimento Público da Região Metropolitana de Fortaleza ou captações em estrutura hídrica de múltiplos usos com adução da COGERH (R\$86,54).

Comparando com os valores cobrados pelo Decreto N° 29.373, de 08 de agosto de 2008, aproximadamente 40% dos custos da água bruta disponibilizada dos reservatórios obtidos neste estudo estão abaixo do valor cobrado para uso de abastecimento público com adução da COGERH; 10,8% dos valores ficaram abaixo do valor cobrado para piscicultura com tanque rede, carcinicultura e para abastecimento público sem adução da COGERH; e 1,5% dos valores ficaram abaixo do valor máximo cobrado para irrigação. No caso do uso industrial, devido à sua alta tarifa, todos os valores de custo por 1000 m<sup>3</sup> de água encontrados neste estudo, ficaram abaixo da tarifa cobrada no Decreto de 2008, e para os demais usos todos os custos encontrados no estudo ficaram acima dos cobrados pela tarifa do Decreto de 2008.

No caso das Adutoras, observou-se que aproximadamente 10,4% dos valores de custo de distribuição de água obtidos neste estudo estão abaixo do valor cobrado para uso de abastecimento público com adução da COGERH; 1,5% dos valores ficaram abaixo do valor cobrado para piscicultura em tanque rede, carcinicultura e abastecimento público sem adução da COGERH; e nenhum dos valores ficou abaixo do valor máximo cobrado para irrigação e piscicultura com tanque escavado. No caso do uso industrial, todos os valores de custo por 1000 m<sup>3</sup> de água encontrados neste estudo, ficaram abaixo da tarifa cobrada no uso com adução da COGERH, e 74,6% ficaram abaixo da tarifa cobrada no uso sem adução da COGERH.

Na Tabela 30 e na Tabela 31 são apresentados os impactos dos custos de água bruta calculados na cobrança de água dos usos contidos no Decreto N° 29.373 de 2008.

Na Figura 30 e na Figura 31 são apresentados os custos por 1000m<sup>3</sup> de água regularizada por cada reservatório e distribuída por cada adutora estudada em comparação com as tarifas do Decreto N° 29.373 de 2008.

Tabela 30 - Impacto do Custo da Água Bruta Regularizada por Reservatórios na Cobrança de Água das Categorias de Uso do Decreto N° 29.373 de 2008

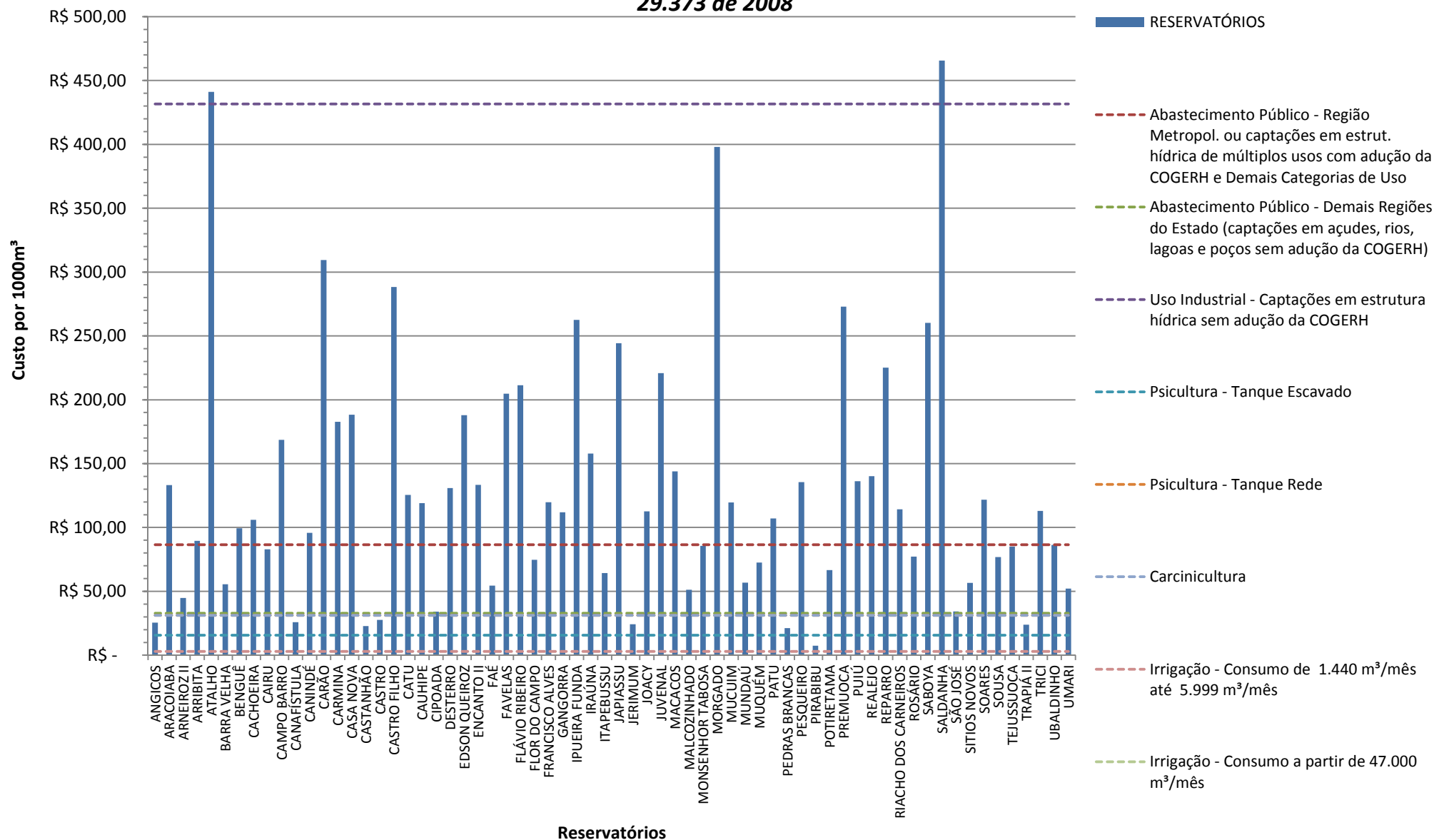
CATEGORIA DE USO	TARIFA ATUAL (R\$/1000 m³)	CUSTO DE RESERVATÓRIO MAIS BARATA (R\$/1000 m³)	CUSTO MÉDIO DOS RESERVATÓRIOS (R\$/1000 m³)	CUSTO DE RESERVATÓRIO MAIS CARA (R\$/1000 m³)	IMPACTO DO CUSTO DE RESERVATÓRIO MAIS BARATO	IMPACTO DO CUSTO MÉDIO DOS RESERVATÓRIOS	IMPACTO DO CUSTO DE RESERVATÓRIO MAIS CARO
Abastecimento Público - Região Metropolitana ou captações em estrutura hídrica de múltiplos usos com adução da COGERH e Demais Categorias de Uso	86,54	7,49	73,96	465,68	8,7%	85,5%	538,1%
Abastecimento Público - Demais Regiões do Estado (captações em açudes, rios, lagoas e poços sem adução da COGERH)	32,77	7,49	73,96	465,68	22,8%	225,7%	1421,1%
Uso Industrial - Captações em estrutura hídrica com adução da COGERH	1294,67	7,49	73,96	465,68	0,6%	5,7%	36,0%
Uso Industrial - Captações em estrutura hídrica sem adução da COGERH	431,56	7,49	73,96	465,68	1,7%	17,1%	107,9%
Psicultura - Tanque Escavado	15,60	7,49	73,96	465,68	48,0%	474,1%	2985,1%
Psicultura - Tanque Rede	31,20	7,49	73,96	465,68	24,0%	237,1%	1492,6%
Carcinicultura	31,20	7,49	73,96	465,68	24,0%	237,1%	1492,6%
Irrigação - Consumo de 1.440 m³/mês até 5.999 m³/mês	3,00	7,49	73,96	465,68	249,5%	2465,3%	15522,6%
Irrigação - Consumo de 6.000 m³/mês até 11.999 m³/mês	6,72	7,49	73,96	465,68	111,4%	1100,6%	6929,8%
Irrigação - Consumo de 12.000 m³/mês até 18.999 m³/mês	7,80	7,49	73,96	465,68	96,0%	948,2%	5970,2%
Irrigação - Consumo de 19.000 m³/mês até 46.999 m³/mês	8,40	7,49	73,96	465,68	89,1%	880,5%	5543,8%
Irrigação - Consumo a partir de 47.000 m³/mês	9,60	7,49	73,96	465,68	78,0%	770,4%	4850,8%
Demais Categorias de Uso	86,54	7,49	73,96	465,68	8,7%	85,5%	538,1%



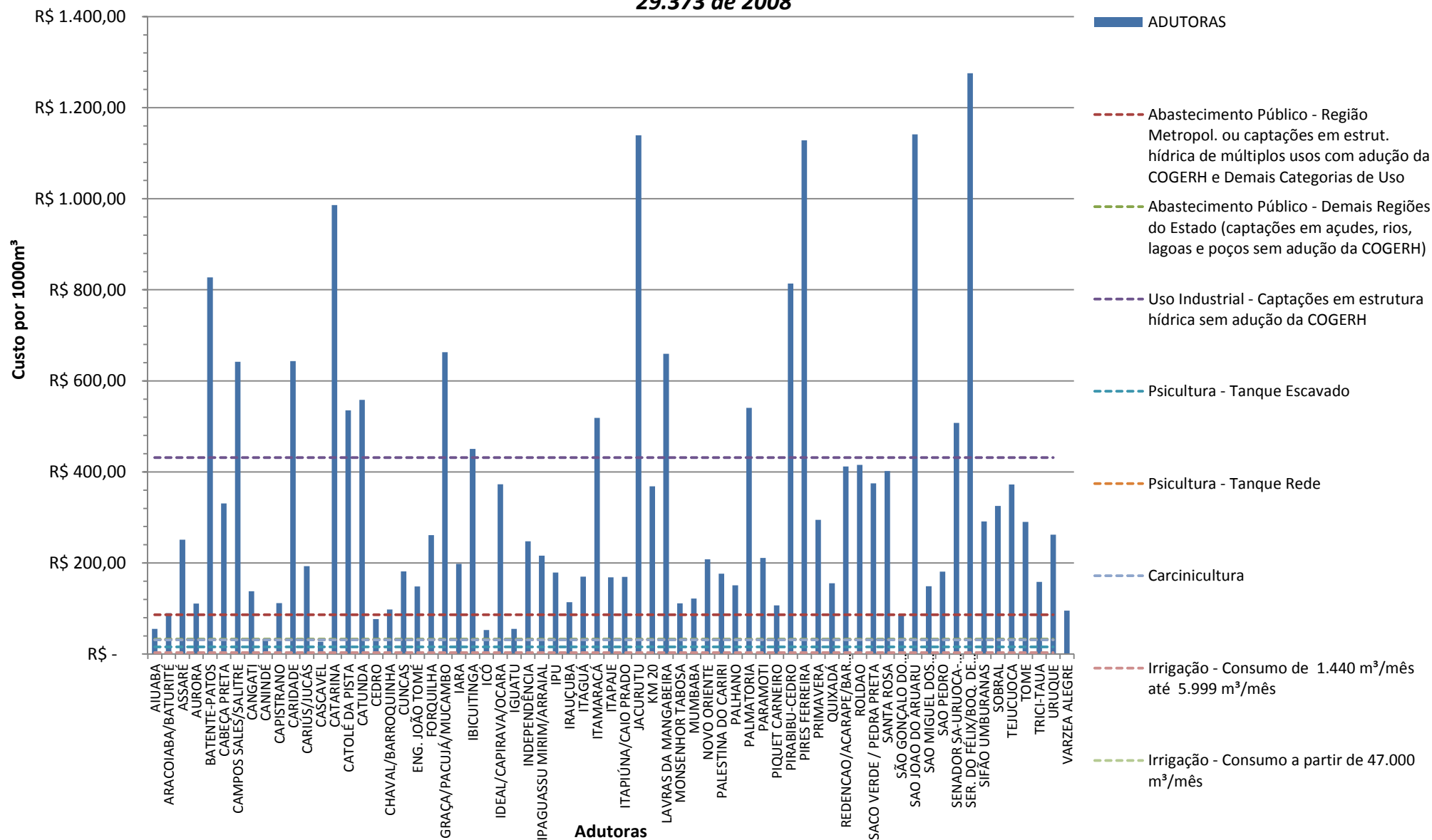
Tabela 31 - Impacto do Custo de Água Bruta Distribuída por Adutoras na Cobrança de Água das Categorias de Uso do Decreto N° 29.373 de 2008

CATEGORIA DE USO	TARIFA ATUAL (R\$/1000 m³)	CUSTO DE ADUTORA MAIS BARATA (R\$/1000 m³)	CUSTO MÉDIO DAS ADUTORAS (R\$/1000 m³)	CUSTO DE ADUTORA MAIS CARA (R\$/1000 m³)	IMPACTO DO CUSTO DE ADUTORA MAIS BARATA	IMPACTO DO CUSTO MÉDIO DAS ADUTORAS	IMPACTO DO CUSTO DE ADUTORA MAIS CARA
Abastecimento Público - Região Metropolitana ou captações em estrutura hídrica de múltiplos usos com adução da COGERH e Demais Categorias de Uso	86,54	27,41	234,77	1275,69	31,7%	271,3%	1474,1%
Abastecimento Público - Demais Regiões do Estado (captações em açudes, rios, lagoas e poços sem adução da COGERH)	32,77	27,41	234,77	1275,69	83,7%	716,4%	3892,9%
Uso Industrial - Captações em estrutura hídrica com adução da COGERH	1294,67	27,41	234,77	1275,69	2,1%	18,1%	98,5%
Uso Industrial - Captações em estrutura hídrica sem adução da COGERH	431,56	27,41	234,77	1275,69	6,4%	54,4%	295,6%
Psicultura - Tanque Escavado	15,60	27,41	234,77	1275,69	175,7%	1504,9%	8177,5%
Psicultura - Tanque Rede	31,20	27,41	234,77	1275,69	87,9%	752,5%	4088,7%
Carcinicultura	31,20	27,41	234,77	1275,69	87,9%	752,5%	4088,7%
Irrigação - Consumo de 1.440 m³/mês até 5.999 m³/mês	3,00	27,41	234,77	1275,69	913,8%	7825,7%	42523,0%
Irrigação - Consumo de 6.000 m³/mês até 11.999 m³/mês	6,72	27,41	234,77	1275,69	408,0%	3493,6%	18983,5%
Irrigação - Consumo de 12.000 m³/mês até 18.999 m³/mês	7,80	27,41	234,77	1275,69	351,5%	3009,9%	16355,0%
Irrigação - Consumo de 19.000 m³/mês até 46.999 m³/mês	8,40	27,41	234,77	1275,69	326,4%	2794,9%	15186,8%
Irrigação - Consumo a partir de 47.000 m³/mês	9,60	27,41	234,77	1275,69	285,6%	2445,5%	13288,4%
Demais Categorias de Uso	86,54	27,41	234,77	1275,69	31,7%	271,3%	1474,1%

**Figura 30 - Custos por 1000m<sup>3</sup> de água bruta regularizada pelos reservatórios estudados e tarifas do Decreto N° 29.373 de 2008**



**Figura 31 - Custos por 1000m<sup>3</sup> de água bruta distribuída pelas adutoras estudadas e tarifas do Decreto N° 29.373 de 2008**

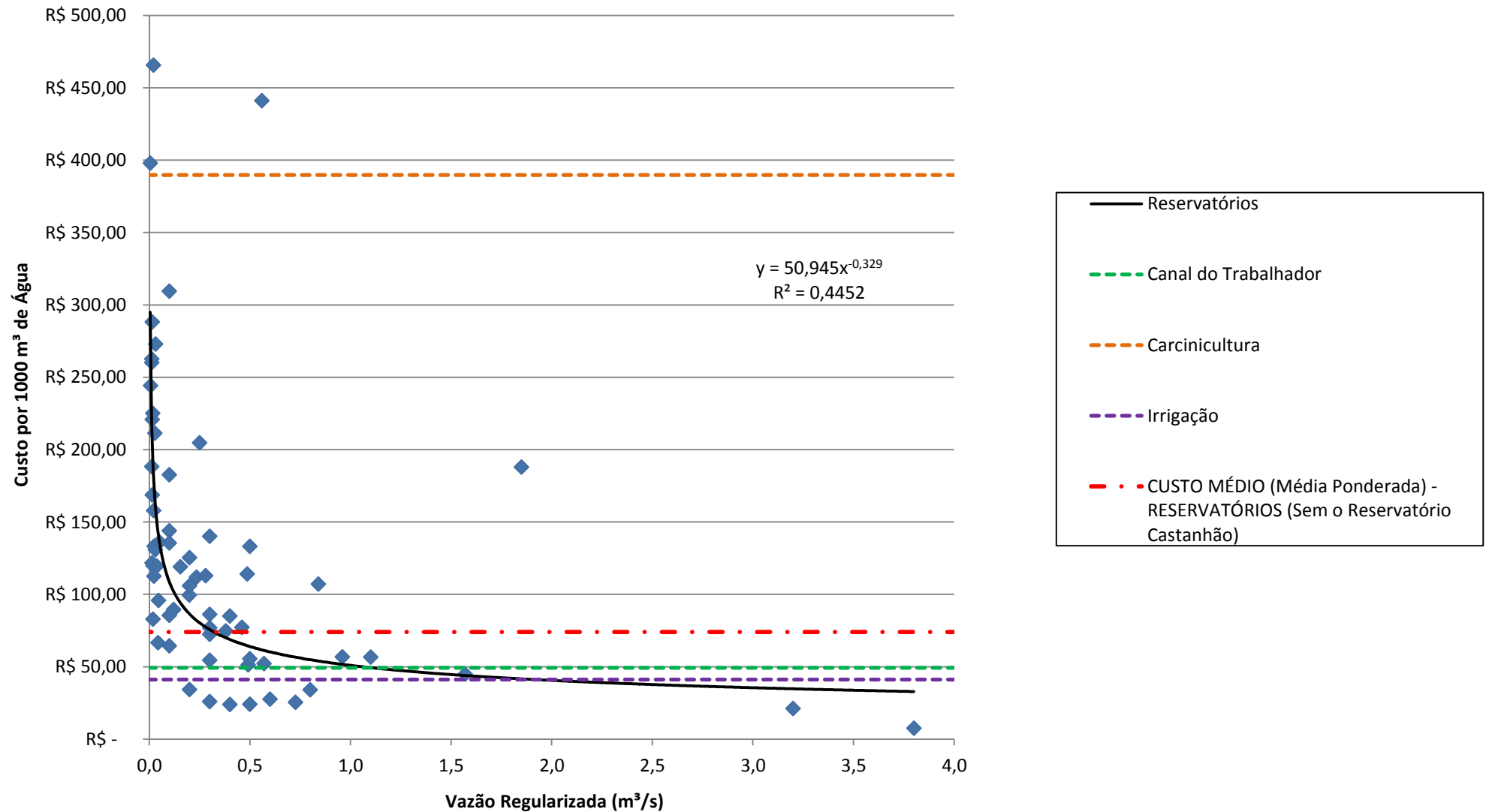


#### 4.3.2 Capacidade de Pagamento

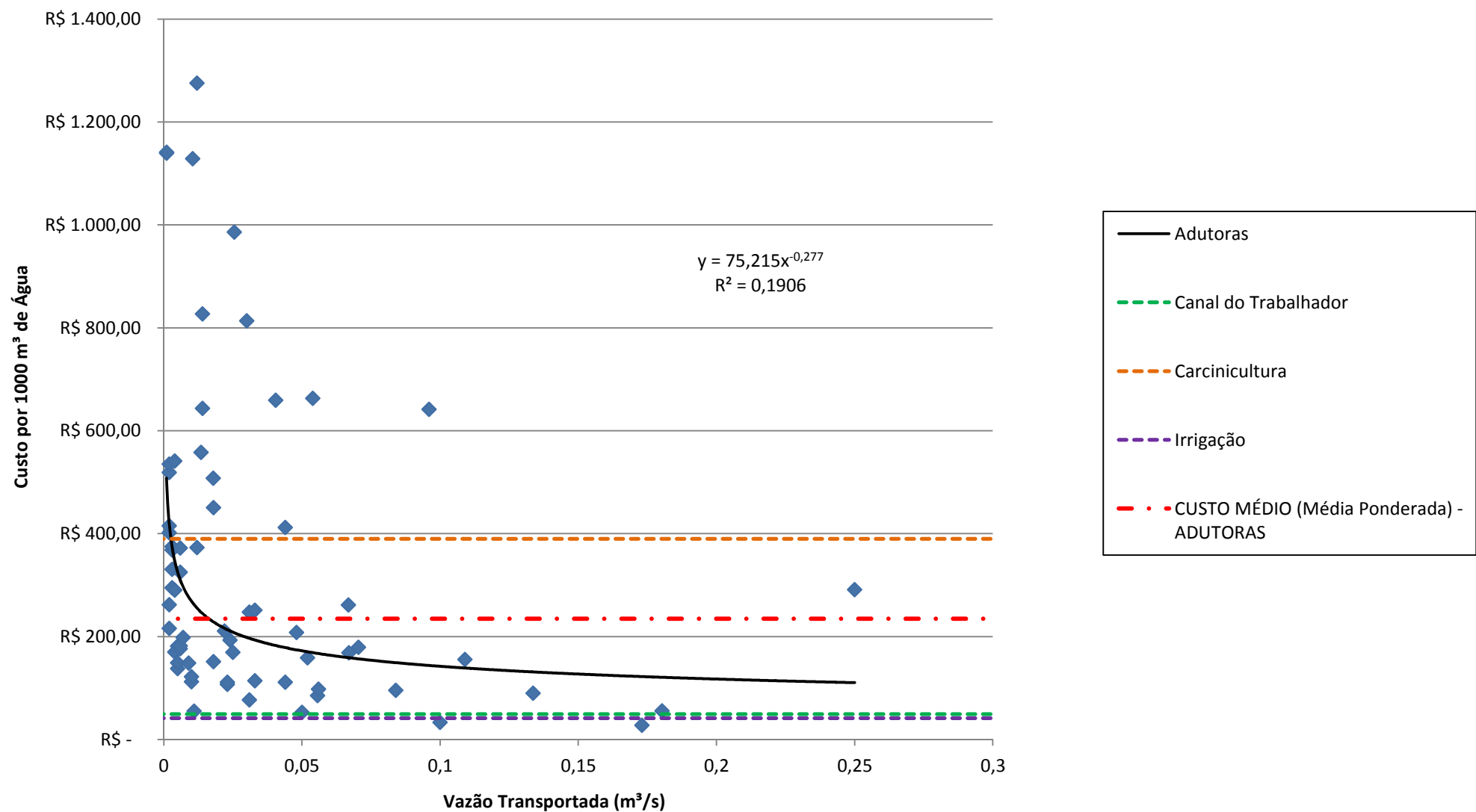
Comparou-se também os custos por 1000 m<sup>3</sup> de água encontrados com os valores de capacidade de pagamento apresentados no relatório elaborado por Tahal para a SRH-CE (2003), citados anteriormente na Tabela 6.

Os gráficos de dispersão dos valores de custo por 1000 m<sup>3</sup> de água relativos ao custo de construção dos reservatórios e das adutoras, incluindo os valores de capacidade de pagamento determinados por Tahal para SRH-CE (2003) encontram-se na Figura 32 e Figura 33.

**Figura 32 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000m<sup>3</sup> Regularizada por Reservatórios, excluindo os dados do Reservatório Castanhão (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m<sup>3</sup>) - Incluindo Valores da Capacidade de Pagamento de Tahal (2003)**



**Figura 33 - Curva de Custo da Água Bruta em Reais por 1000m<sup>3</sup> Distribuída por Adutoras, excluindo os dados da Adutora Crateús (Vazão x Custo da Água Bruta em Reais por 1000m<sup>3</sup>) - Incluindo Valores da Capacidade de Pagamento de Tahal (2003)**



## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Observando-se os resultados obtidos no trabalho, pôde-se concluir que é possível estimar uma tarifa referente à construção da infraestrutura (barragens e adutoras), utilizando-se parâmetros econômicos correntes, bem como fatores de correção usuais de recursos hídricos, pois, ficou constatado que os resultados médios de custo unitário obtidos se encontravam pouco acima do valor que é cobrado atualmente no estado do Ceará para certas finalidades, como abastecimento público, alguns usos industriais e demais estilos não listados em decreto.

Pôde-se observar também uma relação entre os custos de construção das infraestruturas e as vazões regularizadas e distribuídas pelos equipamentos de abastecimento estudados (barragens e adutoras). Conclui-se que a melhor curva de tendência que se encaixou nos gráficos de dispersão entre os custos unitários de regularização/distribuição de água “versus” vazão regularizada foi a curva de potência. A linha de tendência mostrou que o custo por 1.000 m<sup>3</sup> de água reduziu à medida que a vazão regularizada aumenta, sendo esta redução de maneira drástica no início da escala das abcissas, e de maneira suave, chegando a quase estabilizar no final dessa escala.

Outra observação é que os valores obtidos para a capacidade de pagamento em outros trabalhos publicados (Marques, 2009 e Tahal, 2003) se mostraram dentro da ordem de grandeza dos valores obtidos no presente trabalho, como custo de regularização e distribuição de água, levando a se considerar que existe a possibilidade do pagamento das obras de infraestrutura hídrica, de maneira amortizada, por parte dos usuários. Essa possibilidade é levantada pois os custos médios encontrados são maiores que as tarifas praticadas para algumas categorias de usuários (agricultores, carcinicultores e piscicultores), porém são bem abaixo de valores atualmente praticados para outros usuários (Indústrias). No entanto, a agricultura (cuja tarifa é muito menor que o custo da água) é o maior consumidor, representando grande parcela do volume de água. Ou seja, a indústria isoladamente dificilmente pagaria pela obra pois consome um pequeno volume de água comparando com a agricultura.

Estudos deste tipo podem servir como ferramentas de gestão para a SRH, auxiliando na definição e revisão de cobrança da água bruta para cada modalidade de uso.

Este trabalho também abre discussão para alguns aspectos de complementação da pesquisa para trabalhos futuros, recomendando algumas sugestões:

- (a) Estimar o custo de construção de outras estruturas de abastecimento, tais como poços, cisternas e barramentos subterrâneos. Sugere-se também fazer a estimativa de sistemas integrados, constituído por reservatórios, adutoras e redes de abastecimento, levando-se em consideração a população abastecida.
- (b) Calcular o custo de construção de infraestrutura levando-se em conta a classificação destas, como porte do reservatório, fator de forma do reservatório, características geológicas do local no caso de adutoras, para determinação de valores tarifários mais aplicáveis a cada caso, diminuindo assim a dispersão e a envoltória no caso da curva de tendência do custo “versus” vazão.
- (c) Utilizar outras formas de pagamento, taxas de juros e períodos de pagamento, recalculando-se as parcelas, podendo-se inclusive utilizar métodos de pagamento com redução gradual do valor cobrado, mantendo estável a tarifa pois a mesma sofrerá reajuste por outros fatores de administração, operação e manutenção.
- (d) Verificar a capacidade de pagamento de diversas categorias de usuários, levando em consideração a possibilidade de um usuário de maior capacidade pagar uma maior tarifa que um usuário de menor capacidade, mantendo constantes os valores totais de pagamento da infraestrutura.
- (e) Sabe-se que inicialmente que a água regularizada ou transportada pelo dispositivo não será a capacidade máxima deste, ou seja, o valor máximo não será cobrado. Sugere-se então novos estudos que contemplem este aspecto de evolução do consumo da água e também da cobrança relativa à este consumo, bem como o impacto na recuperação do investimento.



- (f) Estudar a possibilidade da criação de um fundo para administrar estes pagamentos, pois uma vez que alguns recursos sejam adquiridos por fontes governamentais, os valores em poder do fundo de administração podem ser utilizados para outros fins como modernização, automação e expansão do sistema de abastecimento, e
- (g) Utilizar as curvas de custo para planejamento, neste caso deve-se fazer análise de incertezas, calculando a vazão regularizada com diversas garantias;

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ATLAS. **Abastecimento Urbano de Água - Atlas Nordeste**, 2009. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/AtlasNordeste.aspx>>. Acesso em: Junho 2010.

AQUINO, T. S. D. A. **Estudo Técnico Preliminar e Estimativa de Custo para a Construção de Adutoras para Abastecimento de Comunidades em Aiuaba,CE**. Fortaleza. 2007.

ARAÚJO, J. C. et al. Custo de Disponibilização e Distribuição de Água por Diversas Fontes no Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, p. 281-304, Abril-Junho 2005.

ARAÚJO, J. C.; GÜNTNER, A.; BRONSTERT, A. "Loss of Reservoir Volume by Sediment Deposition and Its Impact on Water Availability in Semiarid Brazil". **Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques**, n. 51, Fevereiro 2006.

ASA BRASIL. Articulação no Semi-Árido Brasileiro. **ASA Brasil**, 2010. Disponível em: <[http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD\\_MENU=1150](http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp?COD_MENU=1150)>. Acesso em: Junho 2010.

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO CEARÁ. **Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará**. Fortaleza. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS. **ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/>>. Acesso em: Junho 2010.

BARTH, F. T. et al. **Modelos Para Gerenciamento de Recursos Hídricos**. São Paulo: Nobel / ABRH, 1987.

BISERRA, V.; LEITE, R. **Análise da capacidade de pagamento dos usuários de água**. COGERH. Fortaleza. 2002.

BRAGA, B. et al. A Reforma Institucional do Setor de Recursos Hídricos. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. **Águas Doces no Brasil**. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.

BRASILEIRO, R. S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido. **Scientia Plena**, 2009.

CAMPOS, J. N. B. **Água, Sociedade e Natureza. Desenvolvimento Científico e Gestão das Águas**. Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido. Fortaleza: [s.n.]. 2002.

CEMAIS. COPANOR. **Selo de Responsabilidade Social | CeMAIS**, 2010. Disponível em: <<http://www.cemais.org.br/igs/empresa/copanor/>>. Acesso em: Junho 2010.

COPASA. A Copanor. **COPASA**. Disponível em: <[http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1728&sid=357&tpl=section\\_Copanor](http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1728&sid=357&tpl=section_Copanor)>. Acesso em: Junho 2010.

FEBRABAN - FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. FEBRABAN. **Projeto Cisternas**, 9 Abril 2003. Disponível em: <[http://www.febraban.org.br/arquivo/destaques/destaque-fomezero\\_cisternas.asp](http://www.febraban.org.br/arquivo/destaques/destaque-fomezero_cisternas.asp)>. Acesso em: Junho 2010.

FEBRABAN - FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BANCOS. FEBRABAN. **Bancos aóiam Fome Zero, com Projeto Cisternas**, 23 Maio 2003. Disponível em: <<http://www.febraban.org.br/arquivo/destaques/destaque-fomezero.asp>>. Acesso em: Junho 2010.

FUNDAÇÃO KONRAD ADENAUER. **Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido**. Fortaleza. 2002.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Página Principal. **Portal de Serviços e Informações do Estado do Ceará**, 18 Agosto 2004. Disponível em: <[http://www25.ceara.gov.br/noticias/noticias\\_detalhes.asp?nCodigoNoticia=13029](http://www25.ceara.gov.br/noticias/noticias_detalhes.asp?nCodigoNoticia=13029)>. Acesso em: Junho 2010.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **COGERH Companhia de Gestão de Recursos Hídricos**, 2008. Disponível em: <<http://portal.cogerh.com.br>>. Acesso em: Junho 2010.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Secretaria dos Recursos Hídricos**, 2008. Disponível em: <<http://www.srh.ce.gov.br/>>. Acesso em: Junho 2010.

HERMANS, K. **Água - Uma Questão de Sobrevivência**. Água e Desenvolvimento Sustentável no Semi-Árido. Fortaleza: [s.n.]. 2002.

JALES, J. V. **Análise da Capacidade de Pagamento versus a Disposição a Pagar Pelo Uso da Água dos Irrigantes do Perímetro Irrigado Baixo Acaraú**: Um Estudo de Caso. Fortaleza: UFC, 2009.

LANNA, A. E. **Economia dos Recursos Hídricos**. Porto Alegre: UFRGS, 2001.

LINSLEY, R. Y.; FRANZINI, J. B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. São Paulo: Editora McGraw-Hill do Brasil, 1978.

MARQUES, L. D. A. **ANÁLISE DA COBRANÇA DA ÁGUA BRUTA NA BACIA DO JAGUARIBE E REGIÃO METROPOLITANA**. UFC. Fortaleza. 2009.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 7<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MOTA, F. A. **Análise dos Custos do Volume Regularizado e da Eficiência Hídrica de Reservatórios do Ceará**. Fortaleza. 1995.

MOTA, S. **Preservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1988.

PAIVA, M. P. **Grandes Represas do Brasil**. Brasília: Editerra, 1982.

PEREIRA, J. S. **A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão dos recursos hídricos**: da experiência francesa a prática brasileira. [S.I.]: IPH/UFRGS, 2002.

SALATI, E.; LEMOS, H. M. D.; SALATI, E. **Água e o Desenvolvimento Sustentável**. In: REBOUÇAS, A. D. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PERNAMBUCO. **Modelos da Gestão dos Serviços de Saneamento Rural para Pernambuco**. Recife. 2008.

SILVA, U. P. A. D. **Análise da Importância da Gestão Participativa dos Recursos Hídricos no Ceará: Um Estudo de Caso**. UFC. Fortaleza. 2004.

SRH-CE. **Decreto Estadual Nº 29.373, de 08 de agosto de 2008**. [S.I.].

STIGLITZ, J. **Introdução à Microeconomia**. São Paulo: Editora Campos, 2003.

TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE. **Estudos para a definição e implementação as política Tarifária de água bruta no estado do Ceará - 7º Relatório**. Fortaleza: [s.n.], 2002.

TAHAL CONSULTING ENGINEERS LTD E JP MEIO AMBIENTE. **Estudos para a definição e implementação as política Tarifária de água bruta no estado do Ceará - 19º Relatório**. [S.l.]. 2003.

TEIXEIRA, F. J. C. Modelos de Gerenciamento de Recursos Hídricos: Análises e Propostas de Aperfeiçoamento do Sistema do Ceará. **Série Água Brasil 6**, 2004.

VIEIRA, V. P. P. B.; GONDIM FILHO, J. G. C. Água Doce no Semi-árido. In: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. **Águas Doces no Brasil**. São Paulo: Editora Escrituras, 2006.