

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



**FASE 1 - DIAGNÓSTICO
VOLUME 05
ESTUDOS COMPLEMENTARES**



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

Governador: Tasso Ribeiro Jereissati

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Secretário: Hypérides Pereira de Macedo

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Presidente: Francisco Lopes Viana

Diretoria de Planejamento

Joaquim Guedes Correia Gondim Filho

Diretoria de Estudos e Projetos

Francisco de Assis de Souza Filho

Este Projeto foi financiado pelo Banco Mundial / PROURB-RH

Gerente dos Programas Especiais do Banco Mundial

Francisco José Colelho Teixeira

Gerente Adjunto dos Programas Especiais do Banco Mundial

Ramón Flávio Rodrigues

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO JAGUARIBE

DIAGNÓSTICO

APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará cõnscio da importância da água na vida de todos, bem como das restrições e diferenças dos fatores climáticos do semi-árido nordestino, em 1987 criou a Secretaria dos Recursos Hídricos com o intuito de desenvolver uma política abrangente com ações voltadas para o equacionamento desta problemática, de forma a promover a infra-estrutura hídrica necessária ao desenvolvimento econômico, assim como a gestão racional da água em congruência com a preservação de meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida do povo cearense.

A Política Estadual de Recursos Hídricos alcança parte significativa de seus objetivos com a edição do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, desenvolvido para planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos do referido rio.

Na elaboração do Plano foi, de forma inédita, introduzido o moderno conceito de gestão participativa, no qual o Comitê da Bacia Hidrográfica foi responsável, através de inúmeros seminários, pela definição das demandas de cada setor envolvido, bem como pela aprovação das diversas propostas de utilização racional da água.

O Plano apresenta o Estudo em 3 fases, caracterizadas por: a) Diagnóstico, contendo os estudos de base de hidrologia, os estudos de demanda, o balanço entre a oferta e a demanda, os estudos ambientais e complementares; b) Planejamento, que aborda a definição das demandas para os diversos setores, medidas de proteção ambiental e gestão de águas; c) Programas de Ação, que estabelecem as intervenções para a conservação ambiental, o abastecimento dos núcleos urbanos, o monitoramento dos sistemas, a conservação da água e o programa de estudos e projetos.

A COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, na qualidade de agência gestora das águas do Estado do Ceará, tem o prazer e privilégio de disponibilizar o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacias do Rio Jaguaribe, que tem como características singulares a busca do atendimento das demandas até o ano 2030 a partir das ofertas atuais e o incremento por ampliação e integração da oferta hídrica, e importação de águas de outras bacias e da legitimação dos usos da água objeto de intensas discussões com os usuários da água na Região Metropolitana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e com água garantida nos próximos trinta anos.

Francisco Lopes Viana

Presidente da COGERH

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

ENGESOFT - ENGENHARIA E CONSULTORIA S/C LTDA

Coordenador Geral:

Eng° Civil João Fernandes Vieira Neto
M.Sc. Planejamento dos Recursos Hídricos, UFRGS

Equipe Técnica:

Eng° Civil José Nilson Bezerra Campos
Doutor em Recursos Hídricos, Colorado State University.

Eng^a Civil Laurinda Lilia Sales Furtado
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

Eng^a Civil Eveline Alves de Queiroz
M.Sc. Hidráulica e Saneamento, USP

Eng^a Civil Sílvia Rodrigues Franco
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

Eng^a Civil Ticiania Marinho de Carvalho Studart
Doutora em Recursos Hídricos, UFC

Bel. Computação Márcio de Araújo Botelho
M.Sc. Geoprocessamento, UNICAMP

Economista Raimundo Eduardo Silveira Fontenele
Doutor em Economia, Universidade de Paris

Geólogo Itabaraci Nazareno Cavalcante
Doutor em Hidrogeologia, IG/USP

ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA COGERH

Presidente da Comissão:

Eng° Civil Francisco de Assis de Souza Filho
M.Sc. Hidráulica e Saneamento

Membros:

Eng° Agrícola Paulo Miranda Pereira
M.Sc. Engenharia Agrícola

Eng° Civil Francisco José Coelho Teixeira

Sociólogo João Lúcio Farias de Oliveira
M.Sc. Sociologia

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE	1
CONTEÚDO DO VOLUME	4
MAPA DE LOCALIZAÇÃO	6
1. RESENHA DE ESTUDOS ANTERIORES	8
<i>1.1 Levantamento e Análise de Estudos Anteriores</i>	<i>9</i>
1.1.1. Instituições Atuantes Em Estudos Regionais.....	9
1.1.2. Estudos De Diagnóstico E Planejamento.....	10
1.1.2.1. Estudos Anteriores ao P.E.R.H.....	10
1.1.2.2. O Plano Estadual dos Recursos Hídricos - P.E.R.H.....	24
1.1.2.3. Estudos Posteriores ao P.E.R.H.....	27
2. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CUSTO DA ÁGUA	37
<i>2.1. Introdução: Abordagem Conceitual do Modelo a ser Proposto para Cobrança da Água Bruta no Estado do Ceará</i>	<i>38</i> 38
2.1.1. Uma Breve Panorâmica do Conceito do Desenvolvimento Sustentável.....	38
2.1.1.1 A Dimensão Econômica do Valor da Água.....	39
2.1.1.2. Características e Uso da Água.....	39
2.1.1.3. O Valor Econômico da Água.....	41
<i>2.2. Experiências Internacionais na Cobrança Pela Água Bruta</i>	<i>45</i>
2.2.1. Introdução.....	45
2.2.2. França	46
2.2.3. Inglaterra.....	49
2.2.4. Alemanha.....	51
<i>2.3 Experiência Brasileira na Cobrança Pela Água Bruta</i>	<i>52</i>
2.3.1. Princípios Jurídicos na Gestão dos Recursos Hídricos	52
2.3.2. Estudos disponíveis concernentes a cobrança de água bruta	58
<i>2.4. Metodologia Proposta Para Estabelecimento do Valor da Cobrança Pelo Uso Da Água</i>	<i>62</i>
2.4.1. Introdução: Conceituação	62
2.4.2. Bases de cálculo para a cobrança de água bruta	64
<i>2.5. Conclusão e Recomendações</i>	<i>67</i>

3. AVALIAÇÃO DO CUSTO PELO USO DA ÁGUA BRUTA NA BACIA DO JAGUARIBE.....	70
<i>3.1. Introdução.....</i>	<i>71</i>
<i>3.2. Modelo Proposto Para Cálculo do Custo da Água.....</i>	<i>72</i>
<i>3.3. Metodologia e Resultados.....</i>	<i>73</i>
3.3.1. Introdução.....	73
3.3.2. Custos de Operação e Manutenção da Infra-Estrutura Hídrica.....	74
3.3.2.1. Introdução.....	74
3.3.2.2. Sub-Bacia do Salgado.....	74
3.3.2.3. Sub-Bacia do Banabuiú.....	78
3.3.2.4. Sub-Bacia do Alto Jaguaribe.....	80
3.3.2.5. Sub-Bacia do Médio Jaguaribe.....	83
3.3.2.6. Sub-Bacia do Baixo Jaguaribe.....	85
3.3.3. Custos de Investimentos.....	86
3.3.4. Resultados e Conclusões Finais.....	89

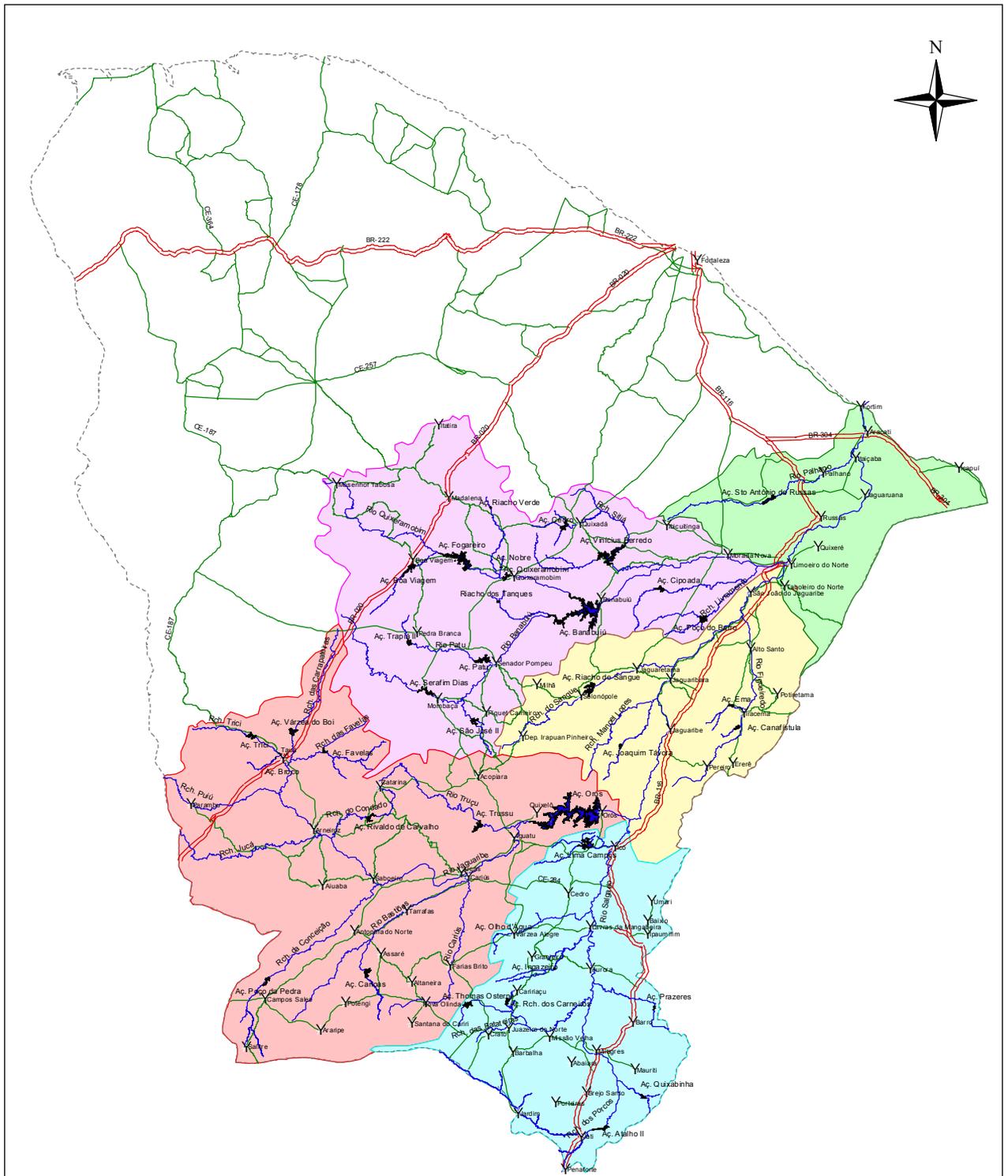
CONTEÚDO DO VOLUME

CONTEÚDO DO VOLUME

Este documento, Volume 5 ESTUDOS COMPLEMENTARES, faz parte da Fase do Diagnóstico do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe, elaborado pela ENGESOFT – Engenharia e Consultoria Ltda., desenvolvido no âmbito do Contrato 042/97, PROURB-CE firmado entre a Consultora e a COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

O Volume 5 apresenta-se dividido em três capítulos, sendo o primeiro uma Resenha Histórica de Estudos Anteriores, o segundo Metodologia de Avaliação do Custo da Água revisa as diversas metodologias de avaliação do custo da água e estabelece bases conceituais sobre a avaliação do custo da água, e o terceiro e último capítulo apresenta a Avaliação do Custo pelo Uso da Água Bruta na Bacia do Jaguaribe.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Y Sedes Municipais
- Açúdes c/ Cap. >10hm³
- ▬ Principais Tributários
- Estradas
 - ▬ estradas estaduais
 - ▬ estradas federais
 - ▬ Divisa Estadual
- Sub-bacias do Jaguaribe
 - Alto Jaguaribe
 - Baixo Jaguaribe
 - Banabuiú
 - Médio Jaguaribe
 - Salgado



Mapa de Localização

1. RESENHA DE ESTUDOS ANTERIORES

1. RESENHA DE ESTUDOS ANTERIORES

1.1 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE ESTUDOS ANTERIORES

1.1.1. Instituições Atuantes Em Estudos Regionais

A Bacia do Rio Jaguaribe dada sua extensão territorial, a qual é superior a 72.000 km² compreendendo cerca de 48% do território do Estado do Ceará, apresenta uma elevada importância econômica e estratégica para o desenvolvimento regional, sobretudo em função do potencial de solos agricultáveis e da disponibilidade de recursos hídricos e minerais, bem como por concentrar também uma parcela significativa da população do estado, cerca de 1.971.359 habitantes nos seus 79 municípios segundo dados do IBGE/91.

Esta característica da bacia fez com que houvesse um interesse maior por parte das instituições de desenvolvimento em elaborar estudos visando conhecer melhor as potencialidades de desenvolvimento econômico e social da Bacia do Rio Jaguaribe. Este interesse tem sido demonstrado desde a criação da SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste a partir de 1960, a qual se constitui em órgão federal criado com a finalidade de prover ações estratégicas de desenvolvimento no âmbito da região nordeste, tendo sido a primeira instituição responsável por estudos integrados de planejamento a nível regional.

O DNOCS- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, outro órgão federal com atuação no âmbito da região nordeste, teve sua criação remontando ao início do século (1909) sob a denominação de IOCS- Inspetoria de Obras Contra as Secas, depois alterado para IFOCS- Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (1921) e finalmente DNOCS, tendo desenvolvido uma série de obras visando promover a oferta hídrica para combate aos efeitos das secas através da construção de açudes de grande, médio e pequeno porte dentre outras obras de cunho estratégico tais como estradas vicinais e perímetros de irrigação. A finalidade precípua do DNOCS, relativa a construção de obras contra as secas, resultou em ações de natureza setorial e específicas não tendo sido sua preocupação a elaboração de estudos de planejamento integrados de natureza regional, tal como estudos com abrangência de extensas áreas como a Bacia Hidrográfica do Rio Jaguaribe.

A CODEVASF- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e o extinto DNOS- Departamento Nacional de Obras de Saneamento são outras instituições federais que tiveram significativa atuação em projetos de desenvolvimento regional a nível de nordeste, sendo que a primeira teve pouca atuação na área da bacia do Jaguaribe por conta da limitação de sua área jurisdicional e pela presença mais acentuada do DNOCS no Estado do Ceará. O DNOS teve uma importante participação na construção de obras de infra-estrutura hídrica e de irrigação, como por exemplo a construção do Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi (DIJA) que foi posteriormente assumido e concluído pelo DNOCS após a extinção daquele órgão.

A CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais ligada ao Ministério das Minas e Energia é outra instituição federal responsável por importantes estudos de diagnóstico e pesquisa destinados ao planejamento de ações de desenvolvimento regional, tal como o Programa Gestão e Administração Territorial –GATE, do qual resultou um diagnóstico consolidado das potencialidades hídricas e minerais da Bacia do Jaguaribe.

O DNAEE- Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica também ligado ao Ministério das Minas e Energia efetuou em convênio com órgão estadual um estudo sobre o uso e as disponibilidades de recursos hídricos na Bacia do Jaguaribe

A OEA- Organização do Estados Americanos, instituição internacional com atuação centrada nas Américas, também realizou estudos na Bacia do Jaguaribe através de sua Secretaria Executiva para Assuntos Econômicos e Sociais em convênio com o governo brasileiro através da CODEVASF.

A nível estadual as principais instituições que desenvolveram estudos no setor foram a SRH- Secretaria dos Recursos Hídricos, a partir da elaboração do PERH- Plano Estadual dos Recursos Hídricos e a SEPLAN- Secretaria de Planejamento que deu suporte à fase estadual do Projeto Áridas juntamente com a própria SRH.

1.1.2. Estudos De Diagnóstico E Planejamento

1.1.2.1. Estudos Anteriores ao P.E.R.H

a) O Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe (GVJ)

O primeiro estudo de diagnóstico de grande envergadura realizado sobre o vale do Rio Jaguaribe foi o “Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe” desenvolvido no período de 1962/1965 e editado em 1967, tendo sido elaborado por um grupo misto franco-brasileiro composto pela SUDENE, pelo lado brasileiro, e pela Cooperação Técnica do Governo Francês (ASMIC) constituída por técnicos da SCET e do ORSTOM. Este trabalho ficou posteriormente conhecido por “Estudos do GEVJ” ou “Estudos do GVJ”.

O objetivo do estudo foi o de “inventariar os recursos naturais da bacia e efetuar o balanço dos solos e das águas disponíveis”. Este estudo ofereceu o mais completo conjunto de informações e avaliações disponíveis sobre a bacia do Jaguaribe na fase anterior ao Plano Estadual dos Recursos Hídricos, tendo se constituído na base para o planejamento das maiorias das ações desenvolvidas a nível governamental para a região do vale. Neste estudo merece especial destaque, apud Zicman¹, os volumes 5 e 7 “Monografia Hidrológica” e “Política das Águas”, respectivamente.

Em termos de estudos hidrológicos foi feita uma compilação e análise criteriosa dos dados fluviométricos reunidos pelo DNOCS desde a sua criação (1909) desenvolvendo-se as seguintes atividades segundo Zicman:

- reconstituição do histórico de cada posto, tarefa esta realizada com grande dificuldade devido terem ocorrido diversas reinstalações de alguns postos sem registro da data de mudança do zero, além de casos em que não se tinha conhecimento preciso se os dados eram brutos ou já corrigidos;
- visitas aos locais dos postos fluviométricos;
- comparação dos dados linimétricos de postos próximos;
- instalação de novos postos;
- realização de duas campanhas de medição de vazão;
- elaboração de uma base cartográfica na escala 1/250.000 a partir de fotos aéreas;
- planimetragem das áreas de drenagem dos postos;

¹ Bernardo Zicman, in “Avaliação Global das Perspectivas para o Aproveitamento dos Recursos Hídricos e de Solo da Bacia do Jaguaribe”, OEA, 1990

- análise dos resultados das medições de descarga e definição de curvas de calibragem , sendo às vezes várias curvas para um mesmo posto em função de alterações nas condições de escoamento;
- traçado das curvas de recessão;
- comparação das vazões mensais de postos próximos entre si;
- análise do complexo físico das bacias;
- regionalização da bacia, em função de critérios que até então não tinham sido utilizados no nordeste do Brasil, utilizando parâmetros de relevo, solos, precipitação e altitude;

Como resultado foram apresentadas vazões médias mensais indicando-se os anos com dados mais confiáveis e procurou-se caracterizar o escoamento dos principais rios da bacia, tendo-se chegado aos seguintes parâmetros gerais nos estudos do GVJ:

- a lâmina média escoada para 1000 km² variava entre 43 e 100 mm nos terrenos cristalinos e entre 19 e 70 mm nas áreas sedimentares, as quais compreendem apenas uma pequena extensão territorial quando comparada ao cristalino;
- deflúvio médio anual da bacia como um todo foi estimado em 115 a 120 m³/s correspondendo a uma lâmina de cerca de 51 mm;
- coeficiente de escoamento variava de 6 e 9,5 % com média de 8%, tendo sido encontrado um déficit de escoamento da ordem de 650 mm para a bacia;

Os estudos hidrológicos do GVJ constituíram-se assim num marco balizador e analítico do acervo hidrológico disponível, porém seus resultados foram afetados pela própria imprecisão relativa aos dados existentes, mormente no que diz respeito ao estabelecimento de curvas de descarga para os postos. Segundo análise apresentada no P.E.R.H, a tentativa de caracterizar o escoamento nos rios principais na bacia em alguns locais com pouca disponibilidade de dados “produziu resultados tendenciosos”.

Em termos de resultados práticos visando o aproveitamento hidroagrícola, os estudos do GVJ se concentraram em inventariar os recursos hídricos e de solo centrada na irrigação de solos aluviais, concluindo que seria possível irrigar cerca de 60.000 ha, com garantia de 100% contando-se apenas com as reservas hídricas existentes à época.

b) O Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (PLIRHINE)

O PLIRHINE foi contratado pela SUDENE em 1978 tendo sido editado em 1980 visando “fornecer elementos alternativos de base para o estabelecimento de uma política de água para o Nordeste”. O plano compreendeu diversos estudos multidisciplinares e específicos abrangendo coletas, ordenações e análises de dados cujo objetivo seria “o primeiro passo de uma tentativa de estabelecer essa política” (P.E.R.H, 1992). Segundo se consta, o plano não teve continuidade em virtude de divergências conceituais entre as instituições envolvidas na sua elaboração tendo sido editado em caráter provisório.

A metodologia de desenvolvimento do plano constou da divisão do nordeste em 24 unidades de planejamento (UP's) sendo a Bacia do Jaguaribe uma delas. Entretanto, dada a base cartográfica utilizada na escala 1:2.500.000 o PLIRHINE não permitiu a obtenção de resultados finais definitivos. A inadequação de escala pode ser comprovada pelo fato de que a Bacia do Jaguaribe com mais de 72.000 km² caberia dentro de uma folha tamanho A4. Foi feita uma regionalização hidrológica de todo o nordeste definindo-se tanto as zonas hidrológicamente homogêneas (ZHH) como as lâminas médias. A figura 1.1.2.1 apresenta parte do mapa do PLIRHINE relativa à Bacia do Jaguaribe na escala original 1:2.500.000.

Apesar das restrições à base cartográfica utilizada, o PLIRHINE definiu estratégias globais a nível de região e estratégias sub-regionais específicas para cada unidade de planejamento. A Bacia do Jaguaribe foi dividida e analisada em três sub-unidades de planejamento quanto à disponibilidade e demanda hídrica nos cinco quinquênios subseqüentes.

c) Plano de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Jaguaribe

Foi elaborado em 1983 a partir de um convênio celebrado entre o DNAEE e a extinta SOSP-Secretaria de Obras e Serviços Públicos do Estado do Ceará objetivando caracterizar, de forma geral, o uso e as disponibilidades dos recursos hídricos na bacia. Para elaboração deste plano não foram desenvolvidos novos estudos tendo sido utilizados dados de estudos anteriores, principalmente os do GVJ. Sumariamente foram abordados neste plano os seguintes tópicos:

- caracterização físico-territorial;
- caracterização sócio-econômica;
- caracterização dos aspectos legais e político- institucionais;

- caracterização das disponibilidades e usos da água;
- análise das possibilidades de valorização dos recursos hídricos;
- proposições para um plano de ação, tendo em vista o desenvolvimento regional.

Com base nos dados decorrentes dos estudos do GVJ chegou-se à conclusão de que a área irrigável com os recursos então existentes, considerada uma demanda de 15.775 m³/ha/ano, seria de 61.200 hectares, podendo alcançar 85.200 ha com a construção de novos açudes, sendo que estes valores contemplam o atendimento de demandas não agrícolas para um horizonte de projeto no ano 2000.



LEGENDA

	Limite de Zonas Hidrológicamente Homogêneas (ZHH)
	Subdivisão de uma ZHH em áreas com lâminas médias diversos
	Lâmina média da ZHH (em mm)
	Lâmina média na subdivisão da ZHH (em mm)
H2.c	Precipitação média anual de 600 a 1000 mm, com mais de 60% no trimestre úmido
H3.c	Precipitação média anual de 1000 a 1600 mm, com mais de 60% no trimestre úmido
P1	Solos com permeabilidade média a alta
P3	Solos com permeabilidade equivalente a impermeável
R1	Relevo muito suave (DS inferior a 10 m)
R3	Relevo suave (DS de 25 a 50 m)
R4	Relevo moderado (DS de 50 a 100 m)
R5	Relevo forte (DS de 100 a 250 m)
R6	Relevo bastante forte (DS de 250 a 500m)
A1	Altitude inferior a 500 m
A2	Altitude de 500 a 800 m
A3	Altitude de 800 a 1000 m

Fonte: GEOTÉCNICA – PLIRHINE

CONVENÇÕES

	Limite estadual
	Limite da bacia
	Curso d'água

FIGURA 1.1.2.1
ZONAS HIDROLOGICAMENTE
HOMOGÊNEAS

Segundo o plano, o potencial total irrigável na Bacia do Jaguaribe seria de 887.000 ha , os quais só poderiam ser irrigados com a transposição de 444 m³/s provenientes do Rio São Francisco. Entretanto, esta estimativa pode ser considerada superavaliada, pois foi baseada em mapas do Projeto RADAM, tendo sido indicados como solos potencialmente muito bons para irrigação, manchas de solo no sertão do Salgado reconhecidamente não exploráveis agricolamente.

O principal resultado deste trabalho foi sua apresentação e consolidação sistematizadas com vistas a subsidiar as ações governamentais na utilização racional dos recursos hídricos.

d) Estudos de Hierarquização de Áreas para Irrigação Privada na Região Nordeste – Relatório do Plano Operativo- Volume 2 – Tomo 41 – Jaguaribe (CE)

Este estudo foi elaborado pela TECNOSOLO no âmbito do PRONI- Programa Nacional de Irrigação, o qual consistia no estudo de 43 vales na região nordeste, destinado a selecionar e hierarquizar áreas prioritárias para desenvolvimento da irrigação privada. O estudo tinha o objetivo de sugerir intervenções governamentais de natureza estrutural para incentivo a irrigação nestas áreas prioritárias. Abrangia a alocação de redes de eletrificação rural, estradas, barragens e demais obras de infra-estrutura necessárias ao desenvolvimento da irrigação privada.

As disponibilidades de recursos hídricos foi avaliada com base em estudos anteriores, alguns dos quais aqui citados e de novos estudos procedidos pelas consultoras AGUASOLOS e SIRAC para aproveitamentos menores da bacia. As vazões regularizadas disponíveis no sistema de reservatórios superficiais foram avaliadas com base na tese de doutorado do professor José Nilson Beserra Campos² para um nível de garantia de 88% de atendimento à demanda. O quadro 1.1.2.1.1 apresenta os resultados das vazões calculadas.

² Campos, José Nilson B., A Procedure for Reservoir Sizing on Intermittent Rivers Under High Evaporation Rate, PhD Thesis, Colorado State University, 1987

Quadro 1.1.2.1.1 – Vazões Regularizadas dos Açudes

Bacia	Açude	Vazão Regularizada (m ³ /s)
Banabuiú	Arrojado Lisboa	13,03
	Pedras Brancas	1,99
	Sub-Total	15,02
Jaguaribe	Orós	14,75
	Riacho do Sangue	0,40
	Santo Antonio de Russas	0,16
	Quixeramobim	0,89
	Castanhão*	10,44
	Sub-Total	26,44
	Total Geral	41,66

* Dados do Anteprojeto do DNOS/CESAN

Por este estudo, considerando-se uma demanda de 20.000 m³/ha /ano, a área irrigável com os recursos hídricos superficiais seria de 65.625 hectares de superfície agricultável útil, sendo 54.054 ha (82%) na Chapada do Apodi e 11.751 ha (18%) no resto da bacia. Considerando-se os projetos já implantados e em fase de implantação, acrescidos dos que possuíam à época projetos executivos e estudos de viabilidade, a área total passível de irrigação na bacia seria de 84.430 hectares, praticamente corroborando com o valor estimado pelo Plano de Utilização Integrada de Recursos Hídricos na Bacia do Jaguaribe, anteriormente descrito.

e) Estudos de Alternativas, Anteprojeto e Estudos de Viabilidade Técnico-Econômica para Projeto Jaguaribe-Apodi – Relatório de Estudos Hidrológicos

Foi elaborado pelo consórcio HIDROSERVICE-NORONHA-PRC para o PRONI destinado a avaliar qual seria a máxima área possível de ser irrigada no Projeto Chapada do Apodi que fosse compatível com os seguintes aspectos:

- as disponibilidades hídricas criadas por 24 açudes, sendo 16 existentes e 8 a implantar na época;
- outros 22 projetos de irrigação, sendo 7 já implantados;
- com 6 demandas não agrícolas, somando 6 m³/s.

Foram trabalhadas duas hipóteses obedecendo os critérios de déficit de suprimento sugeridos pelo Bureau of Reclamation³ que em termos de valores agregados eram:

- 65% da demanda de um ano;
- 100% da demanda anual em dois anos consecutivos;
- 200% da demanda anual em 10 anos consecutivos.

O quadro 1.2.2.1.2 apresenta o sumário das alternativas estudadas definidas em conjunto pela consultora, o PRONI, o DNOCS, o DNOS e a SRH.

³ United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, à época era órgão assessor do PRONI

Quadro 1.1.2.1.2- Características das Áreas Irrigáveis na Bacia do Jaguaribe

Área ou Perímetro Irrigado	Superfície Agrícola Útil (ha) 1ª Hipótese	Superfície Agrícola Útil (ha) 2ª Hipótese
Várzea do Boi (implantado)	300	300
Cariús – Bastiões	1.000	-
Cariús- Farias Brito	1.000	-
Cariús- Barro Alto	1.000	-
Iguatu- Várzea Jaguaribe	1.750	1.750
Chapada do Moura	3.600	3.600
Iguatu- Várzea do Trussu	1.750	1.750
Icó-Lima Campos 2 (implantada)	2.600	2.600
Iguatu 1 (implantada)	3.100	3.100
Cariri	1.200	1.200
Salgado 1 (implantada)	500	500
Salgado 2	3.000	-
Icó-Lima Campos 1 (implantada)	1.000	1.000
Pequenos Irrigantes	2.000	2.000
Baixo Jaguaribe 1 (implantada)	2.050	2.050
Montante Morada Nova	1.000	1.000
Transição Sul	7.500	7.500
Poço do Barro	500	500
Banabuiú	4.200	4.200
Tabuleiro de Russas	14.000	8.000
Baixo Jaguaribe 2 (implantada)	2.050	2.050
Chapada do Apodi	11.000	11.000
Baixo Jaguaribe 3	10.000	10.000
Total	76.100	64.100

Fonte: HIDROSERVICE-NORONHA-PRC, Projeto Jaguaribe-Apodi – Estudos Hidrológicos

O relatório concluiu que a área máxima possível de ser irrigada com os recursos hídricos disponíveis na Bacia do Jaguaribe seria da ordem de 90.000 hectares, considerando-se uma área irrigada máxima para a Chapada do Apodi de 30.000 hectares na 1ª hipótese e de 37.000 hectares para a 2ª hipótese.

f) Estudos de Transposição das Águas do Rio São Francisco para a Região Semi-Árida do Nordeste

Os estudos destinados a suprir o déficit hídrico das regiões semi-áridas dos estados nordestinos com a transposição das águas do Rio São Francisco remontam ao início da década de `80, quando o DNOS através da CESAN iniciou os primeiros trabalhos a este respeito.

Entre os trabalhos desenvolvidos na primeira fase dos estudos, anteriores à elaboração do P.E.R.H, podem ser citados em ordem cronológica os seguintes:

- Modelo Matemático do Aproveitamento Hídrico da Bacia do Rio São Francisco e Transposição de Águas para Bacias do Semi-Árido Nordestino

Este estudo foi desenvolvido pela HIDROSERVICE no ano de 1983, constando de dois volumes denominados:

- Modelo de Simulação TRANSPOR, 1983
- Avaliação dos Dados, 1983

A finalidade deste estudo pode ser sumarizada nos seguintes objetivos:

- determinar as vazões a serem transpostas para cada alternativa de obras e das áreas de aproveitamento hidroagrícola das bacias receptoras, incluindo a Bacia do Jaguaribe no Estado do Ceará;
- avaliar a capacidade de reservação das bacias receptoras para evitar o super-dimensionamento das obras de transposição;
- pré-dimensionar as obras de transposição, como as estações elevatórias, túneis, canais e reservatórios de passagem;
- avaliar os impactos da retirada das águas do Rio São Francisco nas usinas hidrelétricas da CHESF situadas a jusante da captação;

- determinar os níveis de recuperação na geração de energia elétrica nas usinas a serem construídas nos reservatórios previstos para recepção das águas de transposição.

As conclusões deste estudo foi de que seria possível irrigar 180.000 hectares na Bacia do Jaguaribe sem contar com os 70.000 hectares da Chapada do Apodi, os quais somados compreenderiam ao todo 250.000 hectares irrigáveis com as águas da transposição, acarretando na necessidade de uma vazão de transposição de 90 m³/s, valor este muito superior às disponibilidades hídricas previstas para a Bacia do Jaguaribe.

Transposição de Água do Rio São Francisco para a Região Semi-Árida do Nordeste

O DNOS contratou o consórcio NORONHA-HIDROTERRA para elaboração deste estudo tendo sido desenvolvido entre 1983 a 1989. Foram elaborados anteprojetos da maioria das obras de transposição compreendendo os eixos de transposição, barragens e aproveitamento hidroelétrico do sistema, podendo ser citados os seguintes relatórios:

- Sistema Adutor Principal – Trecho: Rio São Francisco – Rio Piranhas- Rio Apodi, 1983
- Trecho Rio São Francisco- Jati, 1984
- Trecho Rio Salgado- Rio Piranhas- Rio Apodi, 1984
- Anteprojeto dos Aproveitamentos Múltiplos das Barragens Jati e Cachoeirinha, 1985
- Anteprojeto do Aproveitamento Múltiplo da Barragem de Aurora, 1985
- Anteprojeto da Barragem de Castanhão, 1986

Foram feitas diversas simulações da disponibilidade hídrica resultante da construção dos diversos reservatórios estratégicos como Jati, Cachoeirinha, Aurora e Castanhão, agregando-se sempre seus efeitos sinérgicos com a vazão regularizada pelo Açude Orós. Verificou-se, por exemplo, que a Barragem Aurora pouco contribuiria para o aumento da disponibilidade hídrica do Castanhão no caso de não serem executadas as obras de transposição.

- Plano de Ação para Irrigação do Nordeste Semi-Árido Complementada com Águas do Rio São Francisco

Foi elaborado em 1985 pelo consórcio NORONHA-PRC com o objetivo de definir as obras a serem implantadas e a etapalização de sua implementação com base nos estudos e simulações anteriormente elaboradas. Utilizou-se dois modelos matemáticos para consecução dos objetivos, sendo o primeiro denominado Modelo TRANSPOR, o qual perfazia o estudo hidrodinâmico da transposição e balanço oferta-demanda, e o segundo denominado Modelo ODIPRO- Otimização Dinâmica de Projetos, consistindo de um “algoritmo definidor da área-meta ótima e da seqüência de implantação dos projetos”.

Segundo o Plano de Ação, as áreas possíveis de irrigar sem a transposição seriam as constantes no Quadro 1.1.2.1.3 apresentado abaixo.

Quadro 1.1.2.1.3 - Áreas Irrigáveis na Bacia do Jaguaribe Sem Transposição do Rio São Francisco

Projeto	Área Irrigável (ha)
Várzeas do Salgado	2.974
Icó-Lima Campos	3.277
Várzeas do Jaguaribe	8.550
Riacho do Sangue	100
Morada Nova	8.035
Baixo Jaguaribe	28.034

O total irrigado, na condição de não haver transposição, seria de acordo com a tabela acima cerca de 50.790 hectares na Bacia do Jaguaribe. Com a transposição das águas do Rio São Francisco, as áreas irrigáveis máximas consideradas no Plano de Ação seriam conforme o quadro 1.1.2.1.4 a seguir:

Quadro 1.1.2.1.4 – Áreas Irrigáveis Máximas na Bacia do Jaguaribe Com Transposição de Águas do Rio São Francisco

Projeto	Área Máxima (ha)
Cariri Leste Leste	24.500
Cariri Leste Oeste	10.700
Cariri Oeste	36.100
Montante de Jati	8.697
Várzea do Salgado	2.794
Icó-Lima Campos	3.277
Iguatu	6.003
Várzeas do Jaguaribe	8.550
Tabuleiro/Jaguaribe/Livramento/Peixe Gordo	6.812
Chapada Apodi Oeste	100.010
Banabuiú – Morada Nova	8.085
Tabuleiro Morada Nova	11.894
Tabuleiro Santa Rosa	13.011
Tabuleiro de Russas	29.946
Baixo Jaguaribe	28.024
Total	298.403

Fonte: HIDROSERVICE-PRC, Plano de Ação

g) Demais Estudos Desenvolvidos Anteriores ao P.E.R.H

O leque de estudos desenvolvidos para a Bacia do Jaguaribe anteriormente a elaboração do Plano Estadual dos Recursos Hídricos não se esgota nos estudos até aqui apresentados, sendo que estes mereceram destaque por serem de maior abrangência, configurando-se em planos ou programas de macro-planejamento a nível regional. Entretanto diversos outros estudos com nível de amplitude menor ou de influência localizada foram elaborados principalmente no decorrer dos anos `60, `70 e mais preponderantemente na década de `80, podendo-se citar:

- “*As Enchentes no Vale do Rio Jaguaribe: Dimensões, Freqüência, e Alternativas de Controle*”, Manfredo Cássio de Aguiar Borges, 1985;
- “*Barragem Trussu – Influência do Açude Trussu no Funcionamento do Reservatório de Orós – Estudo de Sensibilidade*”, COTEC, 1988;
- “*Elaboração do Projeto Executivo da Barragem Castanhão*”, HIDROSERVICE-NORONHA, 1988;
- “*Vale do Banabuiú – Anteprojeto de Valorização Hidroagrícola*”, SCET, 1969;
- “*Planície do Icó – Anteprojeto de Valorização Hidroagrícola*”, SCET, 1969;
- “*Plano Diretor do Baixo Jaguaribe*”, SCET, 1970;
- “*Estudo de Viabilidade do Baixo Jaguaribe*”, SCET-SIRAC, 1973;
- “*Projeto Sertanejo*”, SERETE, 1980;
- “*PRONI – Projeto Sub-Setorial de Irrigação II – Cariri – Salgado*”, TECNOSOLO, 1989;

Convém ressaltar que a maioria destes estudos e projetos se constituíram em idéias de intervenções governamentais de caráter isolado e sem continuidade, perdurando na maioria das vezes apenas durante o tempo de mandato de um governo específico ou até mesmo de uma direção ministerial em órgãos responsáveis por ações de desenvolvimento de caráter regional. Daí advém o fracasso de certos programas de desenvolvimento pela falta de continuidade dos respectivos programas.

1.1.2.2. O Plano Estadual dos Recursos Hídricos - P.E.R.H

O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH, foi o estudo mais abrangente sobre os recursos hídricos da bacia do Jaguaribe já realizado até o momento

O PERH foi iniciado em janeiro de 1989, tendo sido elaborado em dois enfoques: os Aspectos Técnicos, divididos em dois lotes de serviços (o Lote 1 englobou a bacia do Jaguaribe, e o Lote 2 o restante do estado do Ceará); e os Aspectos Institucionais e Jurídicos.

O trabalho foi dividido, em seu escopo inicial, em quatro fases : Diagnóstico, Estudos de Base, Planejamento e Programação das Ações. Esta última, por necessidade de concluir o PERH em prazo pré-determinado, não realizou-se.

A seguir será feita uma descrição sucinta de cada fase

a) Diagnóstico

A etapa do Diagnóstico constou, basicamente, da coleta e análise dos dados de pluviometria, fluviometria e açudagem.

Os dados pluviométricos, até 1988, foram homogeneizados e consistidos pelo método do Vetor Regional, e os resultados apresentados para a bacia do Jaguaribe foram considerados satisfatórios.

Os dados fluviométricos coletados foram: dados sobre as seções transversais dos rios, boletins de coleta de campo de cotas, medições de vazão, cotas médias diárias em papel e em formato digital e vazões médias diárias, variando entre as estações o período dos dados. Essas informações foram consistidas, sendo traçadas curvas-chave para todas as estações fluviométricas em que dispunha-se de medições de descargas. Os dados de cota relativos ao período de validade de cada curva chave foram transformados em vazões, sendo os resultados, junto com os dados já disponíveis, submetidos a uma análise de consistência.

Os dados de açudagem tiveram como ponto de partida o trabalho da FUNCEME de levantamento dos espelhos d'água do Estado, cuja base foram fotos de satélite de 1984. O trabalho constou da coleta de dados sobre os açudes existentes e estimativa do volume para aqueles cujos dados de cota-área-volume não estavam disponíveis.

Em termos de águas subterrâneas, o Diagnóstico do PERH realizou o cadastro dos poços existentes na bacia, através dos bancos de dados dos diversos órgãos federais e estaduais com atuação na área e das empresas privadas perfuradoras de poços.

b) Estudos de Base

Os estudos de base do PERH constaram, basicamente, das seguintes atividades principais:

- Caracterização Climatológica da bacia do Jaguaribe;
- Mapeamento e definição de Zonas Hidrológicas Homogêneas;
- Aplicação do modelo chuva-deflúvio MODHAC para extensão das séries de vazões mensais dos postos fluviométricos e geração das séries afluentes aos açudes existentes e programados;
- Determinação das vazões regularizadas dos açudes existentes na bacia, incluindo a grande açudagem e a média e pequena açudagem;

- Estudos de demandas, que consideraram as seguintes classes de demandas: demanda humana urbana concentrada (DHUC), correspondente as sedes municipais; demanda humana urbana difusa (DHUD), correspondente as sedes distritais; demanda animal rural (DAR); demanda de irrigação pública (DIR); demanda de irrigação privada (DIRP); demanda industrial (DI). Essas demandas foram coletadas e projetadas para os horizontes de planejamento (1990, 2010 e 2020).
- Estudos de secas e inundações;

c) Planejamento

A etapa de Planejamento constou, basicamente, da identificação das deficiências de atendimento as demandas para os horizontes de planejamento, e a estimativa dos volumes a serem disponibilizados para o atendimento delas.

Para isso, foram realizados dois tipos de balanço hídrico entre a oferta disponível e as demandas dos anos de 1990, 2010 e 2020: o balanço distribuído para os cenários de ano normal e ano seco, tendo como passo de tempo do balanço o semestre; e o balanço do sistema de perenização, que constou da simulação do sistema de reservatórios com passo mensal.

O balanço hídrico distribuído foi realizado em unidades de balanço (UB), que resultaram do cruzamento da divisão municipal com a bacia hidrográfica. Foram consideradas, além das demandas supracitadas, as seguintes disponibilidades: perenização, deflúvio natural, açudes médios interanuais, açudes pequenos anuais e poços.

Apesar de inovadora, os resultados dessa metodologia devem ser analisados cuidadosamente, pois foram feitas diversas aproximações para dividir-se os dados por unidade de balanço, podendo levar a algumas inconsistências, principalmente nas unidades menores. A nível macro, no entanto, os resultados são bastante confiáveis e importantes, permitindo inclusive a identificação dos vazios hídricos na bacia.

O balanço do sistema de perenização foi realizado com o modelo HEC-3 (U.S. Army Corps of Engineers), cuja regra operativa principal consiste em definir zonas de armazenamento para cada reservatório do sistema, e fazendo com que ao longo do tempo os níveis de cada açude permaneçam na mesma zona de armazenamento. No PERH, no entanto, não utilizou-se dessa regra operacional. O sistema de reservatórios foi operado de tal forma a liberar de cada açude a vazão regularizada a 90% com volume de alerta.

Os volumes possíveis de serem disponibilizados em cada UB foram estimados para os açudes, açudes de perenização e os poços.

Nos estudos de planejamento do PERH foi, ainda, acrescentada uma série de programas de ações a serem detalhadas posteriormente. Essa programação foi superficial, apenas listando e comentando possíveis ações a serem implementadas na bacia.

1.1.2.3. Estudos Posteriores ao P.E.R.H

a) Avaliação Global das Perspectivas para o Aproveitamento dos Recursos Hídricos e de Solo da Bacia do Jaguaribe

Este estudo, datado de abril/1990, foi elaborado pelo Eng^o Bernardo Zicman para a OEA no âmbito do Programa para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada em convênio com a CODEVASF. Trata-se de um estudo bem objetivo, baseado nos dados obtidos em estudos anteriores, ressaltando-se os do GVJ e do próprio P.E.R.H quando se encontrava ainda em fase de consolidação, porém já tendo sido apresentados alguns resultados nas suas fases de diagnóstico e de estudos de base, os quais foram inclusive objeto de crítica no trabalho em referência. Encontram-se também neste trabalho, referências aos demais estudos anteriores ao P.E.R.H aqui já citados, como o PLIRHINE e o Plano de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Jaguaribe.

O estudo faz um diagnóstico consistente dos recursos hídricos e de solo da bacia, compreendendo um balanço preliminar entre demandas e disponibilidades a nível da bacia; uma avaliação da questão da grande açudagem, do controle de cheias e de sua capacidade de regularização; uma avaliação do potencial de águas subterrâneas e, por fim, propõe diretrizes para o desenvolvimento e a utilização dos recursos hidro-edáficos da Bacia do Jaguaribe.

No que pese suas conclusões consubstanciadas nas diretrizes apresentadas, o estudo sugere que o potencial de solos irrigáveis da bacia só poderá ser plenamente mobilizado com irrigação, caso se viabilize a execução das obras de transposição das águas do Rio São Francisco, conclusão esta que se deduz dos demais estudos anteriores ao P.E.R.H aqui referenciados.

O trabalho do Eng^o Bernardo Zicman teve uma importância inequívoca em consolidar e historiar a evolução dos estudos já realizados com relação à Bacia do Jaguaribe, principalmente na forma crítica de apresentar seus resultados e contradições, tendo sido fonte de referência e informações para uma considerável parcela dos estudos de diagnóstico aqui apresentados.

b) Projeto Áridas

O Projeto Áridas foi desenvolvido entre 1994/95 abrangendo dois programas de estudo, sendo o primeiro a nível regional, sob a responsabilidade da SEPLAN- Presidência da República, e o segundo a nível estadual sob a coordenação da SEPLAN- Ceará, contando ainda com a colaboração do Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura – IICA.

O objetivo central do projeto ÁRIDAS CEARÁ 2020 era:

“a elaboração de uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Ceará. Trata-se da montagem de uma estratégia nova, incorporando a idéia de sustentabilidade nos campos econômico, social e ambiental, bem como a visão política de longo prazo e de planejamento participativo.”

“Um dos desafios que o Projeto levanta é o de apontar caminhos para o desenvolvimento sustentável, com base no desenvolvimento endógeno e na real e mutuamente comprometida integração sociedade civil – governo, repensando a dinâmica da sociedade assim como a natureza e o papel dos governos nessa integração.”

A nível estadual foram criados nove grupos de trabalho assim distribuídos:

- GT I – Recursos Naturais e Meio Ambiente
- GT II – Recursos Hídricos
- GT III – Desenvolvimento Humano e Social
- GT IV – Organização do Espaço e Agricultura
- GT V – Economia
- GT VI – Políticas de Desenvolvimento e Modelos de Gestão
- GT VII – Integração com a Sociedade
- GT VIII – Desenvolvimento Institucional
- GT IX – Ensino Superior, Ciência e Tecnologia

No que diz respeito a elaboração de um diagnóstico de interesse para este trabalho, relativo a Bacia do Jaguaribe, os estudos desenvolvidos pelo GT II – Recursos Hídricos, consubstanciados no relatório final “Política de Recursos Hídricos e o Desenvolvimento Sustentável do Estado do Ceará”, é o que apresenta maior importância para análise e discussão inerentes à elaboração de um plano de gerenciamento de águas a nível de bacia hidrográfica.

Entre os méritos maiores do Projeto ÁRIDAS relacionados ao desenvolvimento sustentável de recursos hídricos foi a definição dos conceitos de *sustentabilidade* e *vulnerabilidade* aplicados a nível de bacia hidrográfica ou UP`s – Unidades de Planejamento do estado, conforme a delimitação geográfica definida no P.E.R.H., utilizando-se indicadores estimativos de vulnerabilidade dos recursos. Segundo a conceituação apresentada no relatório final do GT II – Recursos Hídricos:

“O termo *vulnerabilidade* denota o lado fraco de um assunto, questão ou sistema, ou ainda, o ponto onde uma pessoa ou sistema podem ser atacados, feridos ou danificados. Por outro lado, sustentabilidade significa a capacidade de um sistema manter-se em uma determinada condição. Então, a vulnerabilidade denota o ponto onde a sustentabilidade é atingida. Neste contexto, vulnerabilidade e sustentabilidade são conceitos inversos, isto é: baixa sustentabilidade é entendida como vulnerabilidade.”

“Dentro da filosofia do Projeto ÁRIDAS, os níveis de vulnerabilidade e sustentabilidade são estimados através de *indicadores*. Esses indicadores são avaliados na atual situação e projetados dentro de um cenário tendencial para o ano 2020. Procura-se então definir qual seria o cenário desejável para aquele horizonte e quais as medidas necessárias para direcionar o cenário tendencial para o cenário desejável.”

“No semi-árido, na ótica dos recursos hídricos, a vulnerabilidade da região tem sido, desde há muito, atribuída às secas. Embora não deva se assumir como causa única e exclusiva da pobreza regional, essa anormalidade climática certamente muito contribui para que as coisas assim estejam.”

No Projeto ÁRIDAS, com relação aos recursos hídricos superficiais, foram então definidos os conceitos de *seca hidrológica*, que é aquela seca primária resultado da insuficiência e irregularidade das precipitações pluviais; a *seca agrícola ou edáfica*, resultante da escassez de umidade no solo para desenvolvimento das culturas agrícolas, a qual é uma consequência da primeira, e a *seca sócio-econômica*, correspondendo ao flagelo humano resultante daquelas outras duas.

Convém apresentar aqui a conceituação dos indicadores de vulnerabilidade utilizados no ÁRIDAS para fins de melhor compreensão dos seus resultados. Foram adotados oito indicadores, sendo sete referidos ao potencial hidráulico móvel e apenas um referenciado ao potencial hidráulico localizado.

Define-se *potencial hidráulico móvel* àquela parcela da precipitação pluvial que se desloca dentro da bacia e pode ser utilizada pelo homem para aproveitamento em local diverso daquele em que ocorreu a precipitação. Enquadram-se dentro deste conceito, o escoamento superficial, formador do escoamento fluvial, e o escoamento subterrâneo, formador do lençol freático e outras reservas subterrâneas.

Por sua vez, define-se *potencial hidráulico localizado* àquela parcela da precipitação que fica retida no local onde a mesma ocorreu, sendo formada pela água retida nas depressões do solo e em vegetais, configurando-se assim na evaporação após um curto intervalo de tempo, e pela água infiltrada no solo que vai ser utilizada pelo sistema radicular das plantas através do fenômeno da evapotranspiração.

Os indicadores de vulnerabilidade para o potencial hídrico móvel utilizados no ÁRIDAS foram:

- *Insuficiência na capacidade de armazenamento*: É a relação entre a capacidade de acumulação existente e o suprimento renovável (S/Q):

$$S/Q = \frac{\text{capacidade de acumulação total de água nos reservatórios da UP}}{\text{volume afluente médio anual}}$$

Este indicador estima a vulnerabilidade da UP frente às secas prolongadas. Quanto maior seu valor, maior será a capacidade de acumulação da UP e melhor sua condição de enfrentamento às secas.

- *Crescimento na demanda por água*: É a relação entre o uso consuntivo e o suprimento renovável (D/Q):

$$D/Q = \frac{\text{uso da água como demanda humana, animal, agrícola e industrial}}{\text{volume afluente médio anual}}$$

Serve para indicar as UP's mais sensíveis à problemática da seca. Considerou-se que uma relação $D/Q \geq 0,10$ é considerada crítica.

- *Sobre-exploração das águas subterrâneas*: É a relação entre as retiradas de água subterrânea e o potencial explorável (Go/Gw):

Go/Gw = retirada de água subterrânea

potencial explorável

Considerou-se que ocorre uma sobre-exploração crítica da água subterrânea quando $Go/Gw \geq 2,00$.

Variabilidade interanual dos deflúvios anuais: É o coeficiente de variação dos deflúvios anuais (CV):

CV = desvio-padrão dos deflúvios anuais

média dos deflúvios anuais

A eficiência de um sistema de reservatórios em regularizar o escoamento superficial depende muito da variabilidade interanual das aflúncias ao sistema. Quanto maior for o coeficiente de variação das aflúncias anuais, maior deverá ser a capacidade dos reservatórios para regularizar determinada vazão. Foi adotado que $CV \geq 1,00$ indicaria um sistema vulnerável no que diz respeito à sua capacidade de regularização.

Atendimento às demandas em anos normais: Este indicador foi calculado com base nos dados do P.E.R.H. pela soma das AN's das unidades de balanço de cada UP, revelando a suscetibilidade às crises no suprimento das demandas em anos normais. Apontou-se como crítico, segundo o P.E.R.H., um valor de $AN \leq 70\%$.

Atendimento às demandas em anos secos: Foi calculado pela soma das AS's das unidades de balanço de cada UP, e mostra a fragilidade de cada UP frente às secas no atendimento às demandas. Adotou-se como crítico o valor de $AS \leq 50\%$.

Sustentabilidade no atendimento às secas: É a relação entre o grau de atendimento às demandas no ano seco e o grau de atendimento no ano normal (AS/NA):

Este indicador atesta com clareza a vulnerabilidade do sistema hídrico existente em cada UP à ocorrência de secas. Considerou-se valor crítico para este indicador quando $AS/NA \leq 0,50$.

O indicador de vulnerabilidade para o potencial hídrico localizado adotado no ÁRIDAS foi:

Ciclo máximo anual contínuo de umidade do solo: É a relação entre a duração do ciclo máximo de umidade e o ciclo vegetativo de 125 dias (Lu):

Lu = ciclo máximo anual contínuo de umidade (CMACU)

125 dias

Foi considerado o valor Lu=1 como sendo o valor crítico para este indicador, isto é, quando $Lu \leq 1,00$ a UP é considerada um sistema vulnerável no que se relaciona à umidade do solo.

A necessidade de se classificar cada UP globalmente e comparativamente em termos de maior ou menor vulnerabilidade, resultou na criação de um *Índice de Vulnerabilidade Global (IVG)*, definido pela relação entre a soma do número de indicadores que resultou crítico para determinada UP pelo número total de indicadores utilizados (8).

Os resultados do estudo de indicadores e da classificação global para as cinco sub-bacias do Jaguaribe são apresentados no quadro 1.1.2.3 adaptado do Projeto ÁRIDAS.

Quadro 1.1.2.3 - Indicadores de Vulnerabilidade para as Diferentes UP's da Bacia do Jaguaribe

Unidade de Planejamento (UP)	S/Q	D/Q	Go/Gw	CV	NA	AS	AS/AN	Lu	IVG
Alto Jaguaribe	2,12	0,20	1,13	1,26	35,6	10,4	0,29	0,89	0,88
Salgado	0,36	0,30	10,58	1,33	43,2	10,8	0,25	1,10	0,88
Banabuiú	2,29	0,66	1,20	1,32	98,4	54,8	0,56	0,89	0,50
Médio Jaguaribe	1,19	0,09	0,33	1,40	75,7	59,7	0,79	0,38	0,38
Baixo Jaguaribe	0,73	0,24	7,17	1,10	34,9	1,8	0,05	1,10	0,88

Os indicadores foram estimados com base nos dados do P.E.R.H.. Valores críticos estão sombreados.

O Projeto ÁRIDAS conclui o diagnóstico dos recursos hídricos superficiais, apresentando conclusões a cerca de políticas de enfrentamento com base na avaliação final da vulnerabilidade às secas identificada para cada UP conforme o processo aqui descrito. Foram feitas as seguintes considerações:

- Bacia do Alto Jaguaribe (UP I)

É uma das bacias que apresenta o maior índice global de vulnerabilidade do estado (IGV igual a 0,88), necessitando da construção de obras hídricas de regularização, como açudes interanuais e de uma política de gerenciamento adequada das águas superficiais. Apesar de conter o Açude Orós que resultou num valor normal para o índice S/Q, pelo fato dele estar localizado no limite com a sub-bacia do Médio Jaguaribe, tem pouca influência benéfica para a bacia como um todo. O índice Go/Gw mostra também que há um indício de sobre-exploração de alguns aquíferos, acarretando a necessidade de um gerenciamento racional dessas águas.

- Bacia do Salgado (UP II)

Requer as seguintes políticas de enfrentamento segundo o ÁRIDAS:

- construção de açudes para preenchimento dos vazios hídricos, aumentando a relação S/Q que é muito baixa;
- gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com transferência de demandas atualmente atendidas por águas subterrâneas para serem atendidas por açudes devido o alto valor de Go/Gw, e a construção de adutoras que permitam essa transferência;
- devido ao alto índice D/Q, mostra-se necessário a transferência de água de outra bacia para suprir as demandas desta, ratificando a importância das águas de transposição do Rio São Francisco;
- os valores de atendimento às demandas são baixos, principalmente o índice que mostra a vulnerabilidade quanto à ocorrência de secas (AS/AN). Isso leva à conclusão da necessidade de fontes hídricas com maior garantia de fornecimento. Essas fontes hídricas podem ser grandes açudes ou águas transpostas.
- Bacia do Banabuiú (UP III)
- Esta bacia, apesar dos índices críticos D/Q e Go/Gw, terá as demandas do ano 2020 atendidas em termos médios satisfatoriamente, indicando que o maior investimento na bacia será no gerenciamento dos recursos superficiais e subterrâneos, de acordo com o ÁRIDAS.
- Bacia do Médio Jaguaribe (UP IV)

É a bacia que apresenta melhor IGV (0,38) dentro das sub-bacias do Jaguaribe, sendo um dos mais baixos do estado, e com a construção do Açude Castanhão será substancialmente melhorado seu índice S/Q, requerendo entretanto, um gerenciamento otimizado dos recursos superficiais por conta do elevado CV.

- Bacia do Baixo Jaguaribe (UP V)

Constitui-se numa bacia de elevado índice global de vulnerabilidade (IGV = 0,88), carecendo da construção de açudes interanuais, como o Açude Figueiredo no Rio Ema. Devido o crescimento da demanda d'água a valores bastante elevados, o atendimento à demanda só será possível com a transposição de águas de outras bacias como as do Açude Castanhão e do Rio São Francisco.

c) Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos – PROGERIRH

O PROGERIRH foi concebido e desenvolvido pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, sendo editado em Outubro/1995, com o propósito de promover a integração das bacias hidrográficas do estado através da construção de sistemas de transposição de águas intra e inter-bacias, visando permitir a regularização do abastecimento hídrico durante os períodos de seca nas regiões mais carentes de recursos hídricos estratégicos, bem como o de permitir um gerenciamento integrado da oferta hídrica no estado.

O Programa propõe “transformar o Ceará numa grande bacia, geminando vales, revertendo cursos d'água, transpondo divisores, misturando rios e reabastecendo açudes em plena seca. Uma nova geografia hidrográfica será desenhada na superfície do Estado”.

“O objetivo final a ser perseguido com a integração de bacias hidrográficas é de aumentar a capacidade de acumulação e o rendimento de todo o sistema de açudagem, proporcionando uma maior movimentação da água armazenada e assim melhorar a repartição espacial dos recursos hídricos no território estadual. Com o sistema interligado de bacias através de reservatórios, tornar-se-á possível otimizar a gestão de seus recursos, suprindo volumes onde haja escassez com a transferência de onde eles estejam disponíveis”.

A questão central colocada pelo PROGERIRH é o preenchimento dos “vazios hídricos”, ou grandes extensões de áreas desprovidas de reservatórios, a partir da construção de novos açudes, complementando a rede de 40 reservatórios programados em todo o Estado e já em fase de início de implantação pertencentes ao Programa PROURB, além de diversos eixos de transferência de água constituídos por sistema integrados de adutoras, canais, túneis e reservatórios.

Dentre os oito principais eixos de integração apontados pelo PROGERIRH, quatro se localizam dentro da Bacia do Jaguaribe:

- eixo Jaguaribe – Icapuí;
- eixo Médio Jaguaribe – Banabuiú (Sertão Central) – Metropolitanas de Fortaleza;

- eixo Figueiredo – Sistema Lacustre de Tabuleiro do Norte;
- eixo Cariús/Bastiões – Alto Jaguaribe (Inhamuns) – Várzeas de Iguatu.

Apresenta-se a seguir um resumo dos eixos de transferência relativos à Bacia do Jaguaribe, constantes do PROGERIRH:

- Eixo Jaguaribe-Icapuí:

Destina-se a incrementar o desenvolvimento das áreas de tabuleiro favorecendo a exploração de fruticultura irrigada nos municípios de Jaguaruana, Aracati e Icapuí. Com esta integração será perenizado o córrego da mata que atravessa toda a faixa de tabuleiros no município de Icapuí. O projeto também visa assegurar o abastecimento de água a Icapuí dado o grande potencial turístico da região.

- Eixo Médio Jaguaribe-Banabuiú (Sertão Central)-Metropolitanas de Fortaleza

O principal reservatório do sistema será o Açude Castanhão, que atualmente se encontra em fase de construção, o qual será interligado ao Açude Banabuiú. No trajeto serão reforçadas as vazões dos riachos Santa Rosa e Livramento, melhorando a capacidade de regularização dos açudes Poço do Barro e Cipoada, permitindo o aproveitamento de manchas de solo irrigáveis da Formação Faceira. As águas transpostas ao Banabuiú serão endereçadas ao Açude Pedra Branca, localizado no sertão central, possibilitando o aproveitamento de áreas agrícolas próximas ao reservatório. Daí as águas serão conduzidas até as nascentes do Riacho do Feijão, no divisor d'água da bacia do Rio Pirangi, sendo finalmente integradas ao sistema de abastecimento d'água de Fortaleza ou através de uma derivação para o Canal do Trabalhador, ou através do Rio Choró.

- Eixo do Figueiredo-Sistema Lacustre de Tabuleiro do Norte

A construção do futuro Açude Figueiredo permitirá a perenização do Riacho Tapuio através da construção de dois eixos de integração, o primeiro para as manchas irrigáveis da Caatinga do Atanásio e Caatingueira e o segundo para o divisor do Riacho Tapuio. A perenização do Tapuio permitirá o aproveitamento de largas faixas de solos irrigáveis, como também do sistema lacustre da região de Tabuleiro do Norte e São João do Jaguaribe.

- Eixo Cariús/Bastiões-Alto Jaguaribe (Inhamuns)- Várzeas de Iguatu

Esta integração preconiza a perenização do sistema Cariús/Bastiões integrante do Alto Jaguaribe. Para tanto deverão ser considerados os reservatórios Canoas, Bastiões, Urucu e Felipe na bacia do Rio Bastiões, e, Farias Brito, Fortuna e Muquém na bacia do Rio Cariús. A captação d'água para esta transferência se fará do Rio Jaguaribe a jusante da confluência com o sistema Cariús/Bastiões. A partir dali, as águas serão aduzidas ao Açude Arneiroz por meio de barragens vertedouras sucessivas. O Açude estratégico Arneiroz, situado no centro da região dos Inhamuns, a mais árida do Estado, será o principal vetor hídrico de desenvolvimento da região, possibilitando também o beneficiamento de importantes manchas de solo na região de Iguatu.

d) Avaliação das Potencialidades Hídrica e Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe

Este estudo foi desenvolvido pela CPRM- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, empresa vinculada ao Ministério das Minas e Energia, tendo sido editado em 1996. O objetivo do estudo foi o de realizar uma avaliação a nível de diagnóstico das potencialidades minerais e hídricas das regiões do médio e baixo Jaguaribe, dentro de uma visão sistêmica, conectando aspectos sociais e econômicos à pesquisa das potencialidades. O estudo pretendeu oferecer informações que incentivassem a aplicação de recursos financeiros para fomentar o desenvolvimento científico/tecnológico, industrial e social da região, de acordo com a apresentação do trabalho.

Foi feito um diagnóstico acurado das potencialidades hidro-minerais da bacia, sendo entretanto que a maioria dos estudos, no que concerne às potencialidades hídricas, foram baseados em dados do próprio Plano Estadual dos Recursos Hídricos e dos Estudos da Base do Vale do Jaguaribe ou Estudos do GVJ, tendo sido agregadas informações mais recentes e dados do DNAEE.

2. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CUSTO DA ÁGUA

2. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DO CUSTO DA ÁGUA

2.1. INTRODUÇÃO: ABORDAGEM CONCEITUAL DO MODELO A SER PROPOSTO PARA COBRANÇA DA ÁGUA BRUTA NO ESTADO DO CEARÁ

2.1.1. Uma Breve Panorâmica do Conceito do Desenvolvimento Sustentável

É cada vez mais crescente a inclusão dos instrumentos de análise da economia e sua interação com o meio ambiente nos debates sobre os problemas do desenvolvimento e, particularmente, sobre o uso dos recursos naturais dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável.

Nesse contexto, calcado no tripé crescimento econômico, equidade social e equilíbrio ecológico, além de uma componente primordial para efetivação dessa idéia que se baseia no desenvolvimento participativo e de responsabilidade comum, um novo rumo apresenta-se irreversível no tratamento das questões que envolvem os recursos hídricos. Sendo a água um recurso natural que contribui para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social, uma política racional dos recursos hídricos não deve se abster da idéia de que a água tem funções econômicas e apresenta cada vez mais um valor econômico. Assim, sob a hipótese de torná-la escassa e limitar o seu uso para as gerações futuras, torna-se imprescindível valorá-la, o que em caso contrário corre-se o risco de provocar uma demanda excessiva que pode levar à degradação e/ou exaustão total.

Assim, para determinar o custo de oportunidade da água⁴, torna-se necessário incluir a possível consequência, para as gerações futuras, do esgotamento de tais recursos. Esta idéia recente de atribuir aos recursos hídricos valores comparáveis àqueles atribuídos aos demais bens e serviços transacionados no mercado não apresenta, porém, um consenso quanto à metodologia a ser adotada, não somente conceitual para fins de cálculo da divergência entre preços sociais e os preços de mercado, mas sobretudo pelo fato das diferentes particularidades de cada região.

No entanto, visto numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, parece-nos consensual atribuir uma novo comportamento no tratamento das questões hídricas levando-se em conta dois aspectos:

¹ Refere-se ao valor da água em um uso alternativo. Se o valor da água for menor que o custo de oportunidade, haverá um estímulo à superutilização do recurso. Se, ao contrário, o custo de oportunidade for maior que o custo marginal, haverá um consumo justificável.

- Em meio à progressiva escassez dos recursos hídricos, a existência de estoques suficientes para atender a demanda futura não se dará sem que haja uma mudança nos padrões de consumo atualmente observados;
- Essa abordagem sugere que um desenvolvimento sustentado deve levar em conta a necessidade de gerenciamento dos recursos naturais dentro de critérios de eficiência e equidade, o que supõe inclusive o estabelecimento de novos preços relativos que possam refletir essas preocupações.

O objetivo deste trabalho não é apenas de propor um modelo de cobrança pelo uso da água, mas também de subsidiar em termos metodológicos em vista da valoração desse recurso natural. Para tanto, o estudo apresentará, na seqüência, a dimensão econômica a ser dada quando se analisa o problema da otimização dos recursos hídricos dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável e, em seguida, as experiências internacionais e brasileira na cobrança pela água bruta. Na parte final do trabalho é apresentada uma proposta para implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia do rio Jaguaribe, seguida da conclusão e recomendações.

2.1.1.1 A Dimensão Econômica do Valor da Água

Esta seção apresenta alguns aspectos que refletem a dimensão econômica da água. Após uma descrição sucinta das características e uso da água no Brasil e a importância dos mananciais hídricos da bacia do Jaguaribe no cenário futuro do Estado do Ceará, será apresentada o valor da água no âmbito da doutrina econômica dominante, a teoria neoclássica.

2.1.1.2. Características e Uso da Água

Apresentando-se como um dos recursos naturais de uso mais intensivo, a água tem uso indispensável para o abastecimento humano e animal, irrigação, criação de espécies aquáticas, geração de energia, insumo industrial, higiene pessoal e ambiental, transporte, lazer, composição de paisagens e diluição de efluentes industriais e dejetos orgânicos (inclusive os humanos).

Evidentemente, a disponibilidade do recurso água é bastante diferenciada no Brasil, bem como a sua distribuição dos seus diversos usos. A TABELA 2.1.1.2 apresenta o balanço hídrico no Brasil, onde se verifica que em 1991 este se apresentava favorável em 0,65, porém com enormes variações a nível regional.

TABELA 2.1.1.2
Disponibilidade e Estimativas de Consumo Hídrico no Brasil

Região	Disponibilidade de (m ³ /s) (1)	Consumo						Balanço (%) (2/1)	
		Urbano		Indústria		Irrigação			Total
		M ³ /s	%*	m ³ /s	%*	m ³ /s	%*		
Norte	121,847	9,3	58,1	4,0	25,0	2,7	16,9	16,0	0,01
Nordeste	5,900	42,9	17,3	31,6	12,8	173,2	69,9	247,7	4,20
Centro-Oeste	27,842	16,1	34,6	5,8	12,5	24,6	52,9	46,5	0,17
Sudeste	10,589	144,7	29,3	148,3	30,0	201,6	40,8	494,6	4,67
Sul	11,578	42,0	11,9	25,4	7,2	284,8	80,9	352,5	3,04
Brasil	177,757	255,1	22,1	215,0	18,6	686,9	59,4	1157,0	0,65

FONTE: BARTH, F.T. (1991), Aspectos ambientais da gestão dos recursos hídricos. Subsídio técnico para a elaboração do Relatório Nacional do Brasil para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, UNICED 92, mimeo.

* Percentagem sobre o total do consumo da região.

Verifica-se inicialmente uma relação direta entre o nível de desenvolvimento da região e o total de consumo, haja vista que as regiões sudeste e sul, onde se concentram as atividades industriais e regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro, participam com 73,2% do consumo nacional. A tabela também aponta que 59,4% do consumo nacional é destinado à irrigação, sendo que nas regiões nordeste e sul os percentuais atingem, respectivamente, 69,9% e 80,9%. Isto pode significar que essas regiões tendem a gerar conflitos futuros em relação aos outros usos da água e que a solução, mormente a necessidade de investimentos para ampliação da oferta hídrica, deve ser acompanhada de um adequado gerenciamento das bacias.

Note-se que no caso da região Nordeste e, mais particularmente da bacia do Jaguaribe, o uso da água para irrigação, apesar do baixo nível de renda da população interiorana e a inexpressiva participação do consumo industrial, apresenta uma tendência natural de ser objeto de negociação quando ao volume a ser ofertado para garantir o abastecimento dos grandes centros urbanos. Tal cenário se confirma em várias regiões do país, como é o caso da região metropolitana de Fortaleza – RMF, onde o processo de desenvolvimento ainda mantém as características de concentração dos parques industriais nos grandes centros urbanos e que cujas taxas de crescimento populacionais indicam diferenças cada vez mais significativas entre as populações metropolitana e do interior.

Certamente, a demanda hídrica agregada da região metropolitana de Fortaleza deverá ser suprida parcialmente pela bacia do Jaguaribe, levando-se em conta a inviabilidade técnica de mobilizar, ao mesmo tempo, todos os recursos hídricos da bacia metropolitana para atender somente a demanda da RMF. Dessa forma, é evidente que o volume a ser importado deverá ser objeto de negociação entre os futuros Comitês de Bacia, conforme propõe a atual política de gestão dos recursos hídricos do Estado do Ceará.

Diante ainda da sinalização do uso da água para transferência de bacias, principalmente para atender a demanda futura da região metropolitana, a determinação de um preço justo e a efetiva cobrança passa a ser um instrumento de fundamental importância na gestão dos recursos hídricos no Estado do Ceará.

2.1.1.3. O Valor Econômico da Água

Como todo recurso natural, o volume e a perenidade dos fluxos dos recursos hídricos, bem como a capacidade e a conservação dos seus estoques, dependem essencialmente das ações dos homens. Assim, como a maioria dos recursos naturais, os recursos hídricos devem ser considerados como um bem finito.

Certos recursos naturais renováveis podem ser estocados, enquanto outros não. A forma mais comum de estocagem é aquela da energia solar na biomassa a partir da fotossíntese. A biomassa, pela sua duração de vida e seu processo de renovação, constitui o essencial dos estoques de recursos renováveis. O estoque de recursos renováveis tem outros tipos de efeitos que aqueles dos recursos naturais esgotáveis: estocar um recurso natural esgotável amplia sua vida econômica, enquanto que estocar um recurso natural renovável permite amortecer as flutuações decorrentes dos desajustes entre a oferta e a demanda (por exemplo: a água represada nas barragens).

A economia analisa a maneira de alocar os recursos raros entre os seus usos múltiplos. Essa alocação depende não somente da dotação dos fatores, mas também do estado da tecnologia utilizada para transformar os *inputs* em *outputs* e dos objetivos da sociedade em seu conjunto.

A economia analisa essa alocação a partir das ações dos indivíduos e de seus grupos, as quais são diretamente relacionadas com a definição dos objetivos da sociedade como um todo. A hipótese implícita é que os indivíduos atuam seguindo seus próprios interesses maximizando uma **função objetivo**. Os economistas supõem que os interesses sociais são maximizados na medida em que os recursos naturais renováveis são alocados pelos indivíduos em seu maior nível de eficiência.

Entretanto, a alocação ótima dos recursos naturais renováveis é afetada diretamente pela natureza e a repartição dos direitos de propriedade e a capacidade de regeneração de seus estoques.

A natureza e a repartição dos direitos de propriedade estão relacionadas com a importância atual do interesse geopolítico para com os recursos naturais. Durante muitos anos os recursos hídricos eram vistos como um bem livre. Porém, em muitos países vem se discutindo o problema da escassez da água dentro de uma perspectiva de longo prazo e com a preocupação de administrar os recursos hídricos com eficiência e visão estratégica, tendo ainda o compromisso de garantir o equilíbrio na distribuição desses recursos.

Outro aspecto importante diz respeito à característica dinâmica dos recursos hídricos. A renovação desse recurso é relacionada tanto por fenômenos físicos, climatologia, hidrografia, etc., como por fenômenos antrópicos. Diante disso, toda análise estática deve ser analisada apenas como primeira aproximação. De fato, o que é mais relevante nesse campo é fazer uma análise prospectiva do balanço oferta versus demanda tendo como base a política de recursos hídricos atual e a programação do setor.

A análise prospectiva do balanço oferta/demanda é feita com base em modelos dinâmicos que são próximos daqueles desenvolvidos pelos modelos demográficos. Assim, de um lado, tem-se um fenômeno dinâmico e físico-natural, que corresponde a capacidade de regeneração dos mananciais hídricos. Paralelamente ocorre um segundo fenômeno dinâmico, de caráter mais abrangente, que é provocado por critérios sócio-econômicos e pelo estabelecimento de regras relativas a gestão dos recursos hídricos, pela organização administrativa e pela política de aproveitamento econômico dos rios e dos mananciais das águas represadas.

O problema maior de um recurso hídrico é que seu estoque varia com o tempo. Haverá um aumento dos estoques se o manancial de recurso hídrico em questão pode se reproduzir até um determinado nível máximo. Nenhum recurso hídrico pode se reproduzir à níveis superiores a sua capacidade de absorção do meio ambiente. Entretanto, o estoque de um determinado recurso hídrico pode se reduzir se sua taxa de extração supera de maneira constante sua taxa de regeneração.

É por esta razão que cada vez mais há um consenso geral de que a água tem um valor econômico e, portanto, a cobrança pelo seu uso pode mudar o comportamento de seus principais usuários. A justificativa é que somente com a internalização dos custos sociais nos custos privados haverá uma maior racionalização pelo uso da água. Entretanto, se há consenso quanto a implantação da cobrança da água, como instrumento de gestão dos recursos hídricos, vê-se atualmente um debate conflitante quanto às proposições teóricas e práticas de incorporação dos objetivos de eficiência econômica e ambiental ao nível dos preços.

Dentro da ótica da teoria neoclássica, a idéia dominante é a de que o valor real da água para efeito de troca fundamenta-se na avaliação subjetiva dos usuários da água e que o livre jogo de mercado identifica um preço resultante do equilíbrio entre oferta e demanda. Para avaliar em termos monetários os bens e serviços naturais e ambientais, os métodos neoclássicos de ajuste dos preços postulam, através de técnicas de avaliação das preferências individuais, a extensão da teoria do valor. Os mecanismos de mercado, através das mudanças nos preços relativos, aparecem como indispensáveis para a alocação ótima dos bens e serviços ambientais. O mercado aparece não somente como mecanismo de regulação econômica e social, mas também como mecanismo de regulação da natureza.

Para tanto, uma avaliação do custo da água a partir da doutrina neoclássica utiliza principalmente o método de mercados hipotéticos. A técnica de valoração contingente, um instrumento de pesquisa que é usado para estimar a disposição a pagar por (*willingness to pay*) (ou de receber para aceitar a perda) serviços naturais e de meio ambiente, tem se desenvolvido rapidamente.

Entretanto, uma das maiores críticas quanto à confiabilidade das valorações por meio de métodos que simulam mercados hipotéticos é a limitação de informação dos indivíduos quanto aos reais benefícios e custos pelo uso de serviços naturais e ambientais. A título de exemplo: Uma dificuldade importante reside no fato de que o princípio da racionalidade do consumidor se encontra rapidamente num impasse na medida em que não se pode aplicá-

lo no sentido do desenvolvimento sustentável. Utilizando o fundamento utilitarista das preferências individuais, este princípio ignora o significado da distribuição temporal das perdas e dos ganhos, isto é, é impossível conhecer as preferências dos indivíduos que pertencem às gerações futuras. De fato, a preocupação de igualdade intertemporal, o elemento implícito na definição corrente do desenvolvimento sustentável, é ausente do quadro teórico e na prática.

A abordagem teórica das preferências individuais que sustentam o método de mercados hipotéticos apresenta uma série de dificuldades não somente quando se verifica a definição do desenvolvimento sustentável, mas também quando se trata de distinguir as “preferências subjetivas” (o que o indivíduo prefere pessoalmente) e as “preferências éticas” (as preferências expressas pelos indivíduos em função de considerações sociais interpessoais). Pode-se exemplificar através de uma citação de PEARCE (1994)⁵: “*Supõe-se, por exemplo, que num país em desenvolvimento um projeto de distribuição de água potável nas zonas rurais reduza consideravelmente o tempo que é dedicado pelas mulheres em busca d’água nas fontes habituais. Esse ganho de tempo constitui uma vantagem importante do empreendimento (...). Os analistas constataram que as mulheres apoiam com entusiasmo o projeto e atribuem, em conseqüência, a esse ganho de tempo um valor monetário correspondente a produção ou a renda de trabalho das mulheres em outras atividades. (...) Supõe-se, entretanto, que esses analistas tenham constatado que os maridos atribuem um reduzido valor ou que vários deles sejam mesmo hostis ao projeto, tendo em vista que o projeto venha provocar uma modificação das relações de força no âmbito da família e uma ruptura com o estilo de vida tradicional. As preferências dos homens devem ser consideradas como ilegítimas a modernização ? Ou, por outro lado, os analistas deveriam levar em consideração a melhoria do bem-estar das mulheres na avaliação de projetos ?*” (N.T).

Nesse contexto, podemos concluir que as ações públicas no gerenciamento dos recursos hídricos não podem ser decididas com base nos princípios básicos da teoria microeconômica neoclássica do meio ambiente, mas a partir do estabelecimento de sistemas de cobrança que permitam uma abertura do debate junto da população beneficiada. Somente a partir da definição de critérios preestabelecidos que busquem a transparência e facilitem a negociação, será possível avançar na idéia de atribuir valores de cobrança pelo uso da água que não se restrinjam apenas ao objetivo de viabilidade

financeira, mas que também atendam a eficiência econômica e ambiental. Esses conflitos quanto aos valores de cobrança pelo uso da água podem ser melhor resolvidos através de um processo de negociação que de regras puramente acadêmicas como aquela das “preferências individuais”.

⁵ OCDE, “*Evaluation des Projets et Politiques: intégrer l’économie et l’environnement*”, Paris, 1994.

2.2. EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA COBRANÇA PELA ÁGUA BRUTA

2.2.1. Introdução

Para melhor compreender as complexas questões associadas a cobrança pelo uso da água, torna-se necessário apresentar modelos adotados em alguns países europeus que tradicionalmente já implantaram um sistema de cobrança. No texto, a seguir, aborda-se o assunto relacionando com os aspectos institucionais existentes nos modelos, porém, sem focalizar detalhes que poderão ser encontrados na bibliografia consultada.

A análise sucinta da experiência dos três mais importantes sistemas de gestão europeu, a saber: França, a Inglaterra e País de Gales e a Alemanha demonstra que esses países cobram pelo uso da água tanto para retirada como para lançamento de efluentes. Os recursos obtidos com a cobrança beneficiam apenas para o caso francês aqueles que pagaram, sendo destinados à construção de estações de tratamento de efluentes. Vale ressaltar que os recursos do setor hídrico estão fora do orçamento nacional francês. Na Alemanha somente os benefícios da arrecadação provenientes da taxa de lançamentos são diretamente aplicados em prol dos usuários, enquanto que a arrecadação pela retirada da água é destinada ao funcionamento das entidades de recursos hídricos. No caso da Inglaterra e do País de Gales os recursos obtidos são incorporados ao orçamento da Agência Ambiental e são destinados principalmente para recuperação dos custos da máquina administrativa.

Especial atenção deve ser dada ao sistema francês, cujos princípios, principalmente aquele relacionado a organização de comitês, agências e consórcios estabelecidos para o gerenciamento por bacias hidrográficas, e não por divisões políticas e administrativas, vem sendo implantado em várias regiões do Brasil, entre as quais as prefeituras da região do Piracicaba-Capivari, em São Paulo, na bacia do alto Iguaçu (Região Metropolitana de Curitiba) e na bacia do Rio dos Sinos (Região Metropolitana de Porto Alegre).

A exemplo da Europa, alguns estados brasileiros estão seguindo no esforço de implantação de instrumentos econômicos que gerem recursos para financiamento de programas ambientais dentro da filosofia do Princípio Poluidor Pagador (PPP)⁶. Este princípio adotado em 1972 pela OCDE - Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento tem sido implantado continuamente

⁶ O Princípio Poluidor Pagador (PPP) estabelecido pela OCDE diz que "ao poluidor devem ser imputadas todas as despesas relativas às medidas tomadas pelos poderes públicos para que o meio ambiente esteja em estado aceitável. Em outros termos, o custo dessas medidas deverá ser repercutido no custo dos bens e serviços que estão na origem da poluição em função da produção e/ou de seu consumo. De uma forma geral, tais medidas não devem ser acompanhadas

nos países membros e foi uma das peças fundamentais de discussão durante o debate sobre o uso de instrumentos econômicos na política ambiental durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92) (RIBEIRO et alli, 1998). No Brasil o PPP é previsto na Lei nº 9.433/97 que trata sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos e já está incorporado nas leis estaduais de São Paulo (7.763/91) e do Rio Grande do Sul (10.350/94).

Dentro de uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, o uso de instrumentos econômicos que promovem a eficiência econômica conjugada com a preocupação ambiental ressurgiu com uma aplicação prática dos conceitos da teoria do bem-estar social desenvolvidos inicialmente pelo economista inglês PIGOU (1920)⁷. Segundo o autor, um dos precursores da economia do bem-estar, nos preços dos bens e serviços devem ser incorporados de forma integral os custos sociais, inclusive aqueles relacionados à poluição, à exploração e a degradação dos recursos naturais e ambientais.

A instituição do Princípio Poluidor Pagador como instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos, mesmo sendo uma idéia relativamente recente no cenário brasileiro e aparentemente fora da realidade atual do semi-árido nordestino, vem como o propósito de incorporar progressivamente o problema nas discussões dos comitês de bacia quanto à definição dos valores de cobrança pelo uso da água. A seguir, são focalizados a experiência de alguns países europeus pela cobrança pelo uso da água enquanto diluidora de efluentes e, em seguida, será complementada com uma apresentação da experiência brasileira baseando-se em estudos já realizados.

2.2.2. França

Muito embora tenha uma tradição estatal na maioria das atividades de prestação de serviço, a gestão dos recursos hídricos na França caracteriza-se pela atuação predominante de empresas privadas controlando o setor.

Através da Lei das Águas de 1964 a França instituiu três princípios básicos que nortearam toda a gestão dos recursos, a saber: (i) um aparato jurídico bem definido; (ii) a divisão do país em 6 (seis) grandes bacias, criando, para cada uma, um comitê da Bacia e uma Agência Financeira da Bacia (hoje denominada Agência de Águas) e (iii) a instituição da cobrança pelo uso da água, sendo constituída pelo valor de retirada (*redevance de prélèvement*) e pelo lançamento de afluente (*redevance de consommation*).

de subvenções suscetíveis de engendrar distorções importantes no comércio e nos investimentos internacionais”(OCDE, 1972).

⁷ PIGOU, A.C., “*The Economics of Welfare*”, Macmillan, Londres, 1920.

A lei francesa que criou o gerenciamento integrado das bacias em seis áreas, com base nos limites naturais e não os estabelecidos por divisões políticas administrativas, favoreceu a descentralização, o que fortaleceu o poder de decisão dos usuários (agricultores, industriais, pescadores, associações, etc.) e consumidores dessas regiões.

A lei de 1964 também criou organismos, com o objetivo de fomentar, administrar e financiar sistemas de controle da qualidade da água. Um dos organismos é o Comitê de Bacia, cuja autonomia financeira e de gerenciamento financeira, como um “banco de financiamento”, os trabalhos de despoluição, de obras para abastecimento de água potável, obras nos rios e orientação técnica. Contam esses comitês de bacias com a participação de vários membros, tendo a seguinte representação: 2/5 de consumidores, 2/5 de usuários e 1/5 de representantes do poder público.

O estabelecimento da cobrança pelo uso da água foi adotada também a partir de 1964. O valor da cobrança é estabelecido pelo Conselho de Administração da Agência de Águas e é dividido em duas parcelas: uma referente ao abastecimento d'água e outra que corresponde as taxas de poluição, sendo ambas as parcelas nas categorias doméstica e industrial.

Os valores a serem cobrados, realizados pelas agências de águas e submetidos aos conselhos de administração e, em seguida, aos comitês de bacia, são estimados para os usuários domésticos e industrial com base em três elementos: volume de água derivado durante período de estiagem; uso consultivo (valor anterior multiplicado por um fator de consumo) e local de derivação, enquanto que os usuários agrícolas a cobrança é estimada com base no volume de água derivado durante a estação de estiagem.

A Tabela 2.2.2.1 apresenta os valores de cobrança para as bacias de Artois-Picardie e Seine-Normandie, onde se verifica que a cobrança total corresponde o somatório da parcela I, referente a captação, com a parcela II, referente ao uso consultivo.

TABELA 2.2.2.1
Valores cobrados pela retirada de água
Nas bacias de Artois-Picardie e Seine-Normandie

Bacia	Parcela I (US\$/mil m ³)	Parcela II (US\$/mil m ³)
Artois-Picardie		
• Água subterrânea	18	-
• Água superficial	1,6	36
Seine-Normandie		
• Água subterrânea	16	26
• Água superficial	0,5	26

FONTE: RIBEIRO, M.M.R. e LANNA, A.E., Base para a cobrança de Água Bruta: Discussão de Algumas Experiências, mimeo, 1998

A Lei das Águas de 1964 prevê também como instrumento de gestão a cobrança pelo lançamento de efluentes, sendo estabelecido pelo conselho de Administração da Agência de Bacia e é estimada com base nas despesas plurianuais previstas nos programas de despoluição e que cujos valores são revista a cada ano levando em conta os objetivos de qualidade estabelecidos para cada bacia. A Tabela 2.2.2.2 apresenta os valores unitários em 1992 estipulados pela Agência de Bacia Seine-Normandie, e aplicados sobre a descarga média diária de efluente no mês mais seco, pois as condições de diluição apresentam-se mais críticas.

TABELA 2.2.2.2
Parâmetros e valores unitários em 1992 praticados pela
Agência Seine-Normandie (França)

Parâmetro	Preços Unitários	
	(F/Kg/dia)	(US\$/Kg/dia)
MÊS (Materiais em suspensão)	113,9	19,1
MO (Matérias oxidáveis)*	249,7	41,8
MN (Matérias nitrogenadas)	213,7	35,8
MI (Matéria inibidoras)	3.502,0	586,9
SS (Sais solúveis)	2.380,0	398,9

*MO = $(DQ + 2 \cdot DBO_5)^3$

FONTE: RIBEIRO, M.M.R. e LANNA, A.E., Bases para a Cobrança de Água Bruta: Discussão de Algumas Experiência, mimeo, 1998.

Uma residência doméstica paga anualmente um valor, calculada por município ou grupo de municípios e cobrada pela companhia concessionária dos serviços de água e esgoto, que corresponde ao produto dos seguintes itens: poluição individual; população do município; coeficiente de aglomeração; coeficiente de coleta e coeficiente de zona. No exemplo francês admitiu-se que cada habitante gera 162g de substância de poluentes ao dia, sendo 90g de MES; 57g de MO e 15 g de MN. Para aqueles municípios com menos de 400 habitantes não há cobrança e para a poluição industrial esta é estimada, sem medição direta, com base na quantidade de contaminação produzida em um dia normal do mês de maior lançamento de esgotos no corpo receptor hídrico. Para tanto, as Agências de Bacia se utilizam de um Quadro de Estimativa Fixa, onde se estabelece as quantidades de lançamento, por cada tipo de atividade industrial, com base nos valores apresentados na Tabela 2.2.2.2 anterior.

2.2.3. Inglaterra

Na Inglaterra e no País de Gales a instituição da cobrança da água data de 1969. Em dezembro de 1973 o parlamento aprovou uma Lei das Águas, criando 10 Autoridades Regionais da Água (nove na Inglaterra e uma no País de Gales), tendo as seguintes funções: emissão de outorgas e alocação de recursos hídricos a vários usuários, de recursos hídricos (abastecimento público; coleta e tratamento de efluentes domésticos; navegação; drenagem; pesca em águas interiores e costeiras e proteção contra enchentes).

Em 1989, com o “*Water Act*” ficou estabelecido que o “*National Rivers Authority (NRA)*”, depois fundida em 1996 com a “*Her Majesties Inspectorate of Pollution*”, criando, portanto, a “*Environmental Agency (EA)*”, definiria o sistema de cobrança pela retirada da água.

O sistema de cobrança na Inglaterra e no País de Gales baseia-se na seguinte fórmula:

$$S/\text{ano} = V.A.B.C.SUC$$

Onde: V = volume anual outorgado;

A = fator de fonte;

B = fator sazonal;

C = fator de perdas;

SUC = cobrança unitária padrão (*standard unit charge*) da região.

As variáveis A , B e C dizem respeito às penalidades aos usuários. A variável A varia de 0,2 a 3,0 e corresponde ao fato do usuário utilizar ou não como fonte abastecedora a NRA, sendo que a água subterrânea recebe o menor peso entre as fontes. A variável B apresenta o maior peso (1,6) e os consumidores que apresentam maior desperdício nos seus sistemas de

abastecimento possuem um peso maior na variável C. A título de exemplo, os irrigantes que utilizam sistema por aspersão têm $C = 1$ e para os usuários do abastecimento público o C é igual a 0,6. No que se refere a cobrança unitária padrão (SUC), esta é calculada pela NRA e incorpora apenas os custos administrativos de cada região do país. O valor da SUC varia de US\$ 10 a 28/mil m^3 de água, sendo que o sistema cobra dos usuários de uma mesma região o mesmo valor unitário mesmo quando a retirada da água é realizada de um manancial hídrico já bastante explorado. Segundo REES (1997)⁸, apesar da inclusão na fórmula de variáveis que incorporem as perdas, o sistema de cobrança inglês é ineficiente do ponto de vista econômico, haja vista incorporar apenas os custos administrativos da NRA, ficando os preços, portanto, abaixo do custo marginal de longo prazo.

Em 1991 a NRA elaborou um novo modelo de cobrança considerando, além dos custos administrativos, os custos com monitoramento do sistema de permissões de lançamento. O sistema de cobrança anual é baseado na seguinte fórmula (RIBEIRO e LANNA, 1998):

$$S/\text{ano} = CV \cdot CE \cdot CR \cdot ACFF$$

Onde: CV = coeficiente baseado no volume máximo diário admissível de efluente com base na especificação do sistema de permissões;

CE = coeficiente baseado no tipo de efluente;

CR = coeficiente baseado no tipo do corpo hídrico receptor (superficial, subterrâneo, estuário):

ACFF (*Annual Charge Financial Factor*) = valor da cobrança anual em libras/ano.

Para o cálculo do valor a ser cobrado o coeficiente CV varia de um valor de 0,3, para volumes entre 0 a 5 m^3 , até um valor de 14 para volumes superiores a 150.000 m^3 . O coeficiente CE varia também de 0,3 a 14 e o CR apresenta três faixas, conforme o tipo do corpo hídrico receptor: 0,5 para águas subterrâneas; 1 para águas superficiais e 1,5 para os estuários. O valor da cobrança anual (ACFF) não difere de região para região e era estipulado, durante o biênio 1995/96, em 401 libras esterlinas (aproximadamente US\$ 661).

⁸ REES, J.(1997), "Towards implementation realities" In: T. O Riordan (ed.) Ecotaxation. London Earthscan Publications, p. 287-303.

2.2.4. Alemanha

O arranjo institucional de gestão das águas na Alemanha foi instituído em 1957 e revisado em 1986. Por tratar-se de uma república federativa, as leis mais abrangentes são federais, sendo complementadas com leis estaduais detalhadas e delegado aos Estados (*Länder*) a responsabilidade da gestão através dos escritórios regionais dos Departamentos de Água das Secretarias de Meio Ambiente.

O marco institucional de destaque na gestão alemã é a Lei de Taxação de Efluentes datada de 1976 e revisada em 1994, com o qual foi definido alguns incentivos para redução da poluição hídrica e estipulado um volume de recursos financeiros para a adoção de medidas de proteção dos recursos hídricos.

Deve-se destacar dentro da política da política de gestão de recursos hídricos na Alemanha a atuação da Associação do Ruhr (*Ruhrverband*) com vistas a melhoria da qualidade da água desta região de grande importância industrial e de alta concentração populacional. Conjuntamente com a Associação de Barrageiros do Ruhr (*Ruhrtalesperrenverein*), responsável pela construção e operação de reservatório de regularização de vazão, as duas entidade fundidas em 1990 possuem como integrantes os industriais e demais usuários e as comunidades locais, cuja assembléia, formada por cerca de 1.500 membros, decide o montante das taxas a serem cobradas e de que maneira deve ser aplicado os recursos.

O modelo de cobrança pela retirada da água bruta na Alemanha é fixado através de Leis Estaduais. Não há obrigação do estado em beneficiar o pagador, porém existe uma compensação financeira aos agricultores que restringem o uso do solo, bem como a possibilidade de ajuda na recuperação dos custos. No caso do estado de Baden-Wurttemberg a cobrança pela retirada da água superficial e subterrânea vem sendo feita desde 1987 e é estimada com base no volume da retirada, no tipo de fonte e no uso final da água (SMITH, 1995). Quando o volume retirado é inferior a 2.000 m³/ano não há cobrança pela água. A Tabela 2.2.4.1 apresenta os valores cobrados para o estado de Baden-Wurttemberg, conforme o tipo de manancial hídrico e seus respectivos usos.

TABELA 2.2.4.1
Valores cobrados pela retirada de água bruta
no Estado de Baden-Wurtemberg (Alemanha)

Manancial hídrico	Usos	Preço (US\$/mil ³)
Água Subterrânea	Todos	60
	Irrigação	6
Água Superficial	Abastecimento público	60
	Outros fins	24

FONTES: Ver tabela 2

No que diz respeito a cobrança pelo lançamento de efluentes, esta é fixada por Lei Federal, sendo os recursos aplicados na melhoria da qualidade da água. O sistema foi adotado em 1981, sendo inicialmente implementado nos Estados de Schleswig-Holstein, Hessen e Saarland e em todo país a partir de 1993. Somente em 1993 os Estados da antiga República Democrática Alemã (SMITH, 1995) adotaram o sistema. A fórmula de cálculo da cobrança pelo lançamento de efluentes se baseia nas unidades de poluição lançadas, no volume e concentração previstos para o ano seguinte e nos valores negociados dentro dos níveis admissíveis fixados pela Lei de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Para o cálculo da poluição utiliza-se a unidade de poluição equivalente a poluição produzida por um indivíduo e definida para cada tipo de poluente. Um exemplo da unidade de poluição do sistema é representado da seguinte forma: 3 kg de fósforo, 25 kg de nitrogênio e 50 kg de oxigênio (para o caso do DQO). Os valores da unidade de poluição têm apresentado uma elevação gradual ano após ano, conforme se pode verificar: 1981 – DM 12 (US\$ 6,70); DM 60 (US\$ 33,70) e DM 70 (US\$ 39,30) (RIBEIRO et alli, 1998).

2.3 EXPERIÊNCIA BRASILEIRA NA COBRANÇA PELA ÁGUA BRUTA

2.3.1. Princípios Jurídicos na Gestão dos Recursos Hídricos

De acordo com a Constituição Federal de 1988, todas as águas são públicas, de domínio da União e dos Estados. Da união são as águas que, devido à sua localização, atravessam ou limitam mais de um Estado ou país. São ainda do domínio da União as águas represadas em reservatórios por ela construídas. Aos Estados cabe o domínio das águas subterrâneas localizadas em seus limites territoriais, além das águas dos rios que nascem e tem foz nos mesmos.

Um aspecto fundamental do texto constitucional é que a água torna-se um bem inalienável, de domínio público, deixando, assim, de existir legalmente as águas comuns, municipais e as particulares previstas no Código de Águas de 1934. Isso significa que, ao pertencerem à União e aos Estados, as águas são incluídas na categoria de bens públicos de uso comum. Devido ao Poder Público federal ou estadual assumir o domínio da água em nome da sociedade, as águas não são suscetíveis de direito de propriedade. Sendo indefinido o direito de propriedade, a cobrança pelo uso da água corresponde o valor do pagamento que um determinado usuário deve realizar ao poder público pelo direito de seu uso, como esclarece o Código das Águas: “*A concessão não importa, nunca, a alienação parcial das águas públicas, que são inalienáveis, mas no simples direito ao uso destas águas*” (Art. 46).

Após a Constituição Federal de 1988, vários estados aprovaram suas legislações de recursos hídricos, destacando-se São Paulo, Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pará, Pernambuco e o Distrito Federal.

Em 8 de Janeiro de 1997 foi sancionada a Lei nº 9.433, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Como acontece em quase todos os países que avançam na gestão de seus recursos hídricos, a Lei nº 9.433 define como unidade de planejamento as bacias hidrográficas, ficando, ainda, estabelecido que comitês de bacias hidrográficas, contando com a participação dos usuários, das prefeituras, da sociedade civil organizada e demais níveis de governo (estaduais e federal), tratariam de seus problemas no âmbito de cada bacia hidrográfica. Ainda são aspectos importantes da Lei nº 9.433 quatro princípios essenciais ao avanço da política de gestão do uso da água:

- O princípio dos “usos múltiplos”, que torna igualitário o acesso aos recursos hídricos a todos os tipos de usuários;
- O reconhecimento de que a água é um bem “*finito e vulnerável*”, o que traduz na importância de tratá-lo dentro de uma perspectiva de uso racional para atender às gerações futuras;
- O reconhecimento da necessidade de atribuir um “*valor econômico da água*” como elemento fundamental para um uso mais racional dos recursos hídricos e servindo de base para instituir a cobrança pelo uso da água;

- Adotar medidas que viabilizam o desenvolvimento de uma “*gestão descentralizada e participativa*” no processo de tomada de decisão, através da participação dos próprios usuários, da sociedade civil organizada, as ONGs e demais organismos envolvidos com o planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Além desses principais básicos que norteiam a Lei nº 9.433, destacam-se ainda cinco instrumentos relevantes para o modelo de gestão dos recursos hídricos que se pretende implantar no Brasil

- O primeiro instrumento é o “*Plano Nacional de Recursos Hídricos*”, documento imprescindível para a programação do setor, não somente por constituir um trabalho de atualização e consolidação dos chamados Planos Diretores de Recursos Hídricos elaborados por bacia hidrográfica (ou conjunto), mas deve ser encarado como um processo que reflita de maneira contínua as mudanças do próprio desenvolvimento;
- A implantação da “*Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos*” como elemento central do controle para o uso racional dos recursos hídricos, pois trata-se de um instrumento que permite o usuário de receber uma autorização, ou uma concessão, ou ainda uma permissão – conforme o caso – para fazer uso da água;
- A “*Cobrança pelo Uso da Água*” deve ser implementada com o intuito de criar condições para que haja um equilíbrio do balanço oferta x demanda e promover a racionalização do uso da água;
- O estabelecimento do “*Enquadramento dos Corpos d’água em Classe de Uso*” com o objetivo de ser estabelecer um sistema de vigilância sobre os níveis de qualidade da água dos mananciais, além de permitir uma melhor relação entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental, conforme preceitua a própria Resolução nº 20 do CONAMA;
- O quinto e último instrumento é o “*Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos*”, essencial para coletar, organizar, criticar e difundir a base de dados relativa aos recursos hídricos, seus usos, o balanço hídrico de cada manancial e de cada bacia, criando condições para que os gestores, os usuários, a sociedade civil e outros usuários formem opinião para as tomadas de decisão.

Outro aspecto fundamental da Lei nº 9.433 que merece citação é o estabelecimento de um arranjo institucional claro, baseado no princípio da gestão compartilhada do uso da água, com o qual resultou na criação dos seguintes organismos: o “*Conselho Nacional de Recursos Hídricos*”, os “*Comitês de Bacias Hidrográficas*” e as “*Organizações Cíveis de Recursos Hídricos*”.

No Estado do Ceará a promulgação da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH, além de outras providências, considera em seu Artigo 2º que “*a água, como recurso limitado, desempenha importante papel no processo de desenvolvimento econômico e social, impõe custos crescentes para sua obtenção, tornando-se um bem econômico de expressivo valor, decorrendo, daí, que a cobrança pelo uso da água é entendida como fundamental para a racionalização de seu uso e conservação e instrumento da viabilidade da Política Estadual de Recursos Hídricos*”.

No artigo 326º da constituição estadual é estabelecido que Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH deverá ser atualizado e que a Administração, por lei, instituirá seu sistema de gestão que congregará organismos estaduais e municipais e a sociedade civil com o fito de garantir: “*(i) a utilização racional das águas, superficiais e subterrâneas; (ii) o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das respectivas obras na forma da lei; (iii) a proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual ou futuro; (iv) a defesa contra eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde, à segurança pública, e ocasionem prejuízos econômicos ou sociais*”.

Pela constituição estadual (Art. 259) é instituída ainda que o poder público deverá registrar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração dos recursos hídricos existentes no território estadual, mesmo que de propriedade da União e autorizado por ela.

Considerando de maior importância para racionalização pelo uso da água, os recursos hídricos deverão ser cobrados levando-se em conta as peculiaridades de cada bacia hidrográfica, com base no que for estabelecido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH, e os recursos obtidos deverão ser destinados ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH (Lei nº 11.996, Art. 3, X e parágrafo único).

Os princípios básicos aplicados para estabelecer as normas para fixação da tarifa ou preço público pelo uso de água são os seguintes (Lei nº 11.996, Art. 7):

- I. A cobrança pela utilização considerará a classe de uso preponderante e que for enquadrado o corpo d'água onde se localiza o uso, a disponibilidade hídrica local, o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas, a vazão captada e o seu regime de variação, o consumo efetivo e a finalidade a que se destina;
 - II. A cobrança pela diluição, transporte e a assimilação de efluentes do sistema de esgotos e outros líquidos, de qualquer natureza, considerará a classe de uso em que for enquadrado o corpo d'água receptor, o grau de regularização assegurado por obras hidráulicas, a carga lançada e seu regime e seu regime de variação, ponderando-se, entre outros, os parâmetros orgânicos e físico-químicos dos efluentes e a natureza da atividade responsável pelos mesmos;
- # 1º. no caso do inciso II, os responsáveis pelos lançamentos não ficarão desobrigados do cumprimento das normas e padrões legais, relativos ao controle da poluição das águas;
- # 2º. poderão deixar de ser cobrados os usos insignificantes;
- # 3º. será aplicada a legislação federal específica quando da utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica.

O artigo 7º da Lei Nº 11.996, de 24 de julho de 1992, define ainda que os custos das obras de recursos hídricos de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo deverão ser rateados, podendo ser financiados ou subsidiados conforme critérios e normas a serem estabelecidos em regulamento que deverão atender os seguintes critérios:

- I. Deverá ser precedida de negociação do rateio de custos entre os setores beneficiados a concessão ou autorização de obras de regularização de vazão, com potencial de aproveitamento público. Quando houver aproveitamento hidrelétrico a negociação envolverá a União;
- II. Dependerá de estudo de viabilidade técnica e econômica, social e ambiental, com previsão de formas de retorno dos investimentos públicos, a construção de interesse comum ou coletivo. No caso das obras a fundo perdido deverá haver também uma justificativa circunstanciada da destinação de recursos a fundo perdido.

Por fim, deve ser ressaltado a criação, com base na Lei Estadual nº 12.217, de 18.11.93, da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH, tendo como objetivo, segundo o Artigo 2º *“gerenciar os recursos hídricos constantes nos corpos d'água superficiais e subterrâneos de domínio do Estado, visando equacionar as questões referentes ao seu aproveitamento e controle, operando para*

tanto, diretamente ou por subsidiária ou ainda por pessoa jurídica de direito privado, mediante contrato, realizado sob forma remunerada, objetivando:

- I. Desenvolver estudos visando quantificar as disponibilidades e demandas das águas para múltiplos fins;*
- II. Implantar um sistema de informações sobre recursos hídricos, através da coleta de dados, estatística e cadastro de usos de água, visando subsidiar as tomadas de decisões;*
- III. Desenvolver ações no sentido de subsidiar o aperfeiçoamento do suporte legal ao exercício da gestão das águas, consubstanciado na Lei nº 11,996 de 24/7/92;*
- IV. Desenvolver ações que preservem a quantidade das águas, de acordo com os padrões requeridos para usos múltiplos;*
- V. Desenvolver ações de integração com os sistemas ligados direto e indiretamente a recursos hídricos, e com a sociedade como um todo, visando a racionalização do aproveitamento e uso destes recursos;*
- VI. Realizar outras atividades que, direta ou indiretamente, explícita ou implicitamente, digam respeito aos seus objetivos”.*

É a partir desse arranjo jurídico que deverá ser constituído o sistema de cobrança pelo uso da água, levando-se em conta ainda que deverão ser analisados os possíveis óbices e soluções para que sua implantação tenha um sucesso jurídico garantido.

Muito mais do que um modelo institucional e arranjo jurídico bem definido, o sistema de cobrança a ser implantado deve ser concebido dentro de uma perspectiva de desenvolvimento participativo. Somente com a adoção de um processo democrático de discussão, onde todas as partes envolvidas interviriam na definição do modelo de cobrança, é que os usuários compreenderiam a importância de se estabelecer um programa de recuperação dos investimentos e pagamento dos custos de operação, manutenção e administração do sistema de gestão dos recursos hídricos.

A experiência internacional tem mostrado que modelos burocráticos, baseados apenas na adoção de normas e leis e na definição unilateral do modelo de cobrança, não são capazes de garantir uma gestão efetiva e eficiente dos recursos hídricos. Caberá as instituições federais, estaduais e municipais intervenientes no planejamento, administração e regulamentação dos recursos hídricos adotar uma estratégia de divulgação e marketing junto aos usuários, motivando-os para que possam participar efetivamente dos processos de discussão e para que haja, entre os usuários dos recursos hídricos e a sociedade de um modo geral, um consenso no sentido de considerar a água como um bem cada vez mais escasso e, portanto, cada vez mais um bem econômico.

2.3.2. Estudos disponíveis concernentes a cobrança de água bruta

A análise da experiência brasileira tem como objetivo de fornecer alguns subsídios aos estudos para implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no âmbito do plano de gerenciamento da bacia do Jaguaribe.

Para o Estado do Ceará deve-se destacar o trabalho desenvolvido por LANNA (1995)⁹ para a bacia do rio Curú, o qual se baseia no custo incremental médio de oferta da água bruta e introduz um esquema de subsídios cruzados levando-se em conta a capacidade de pagamento dos usuários irrigantes.

A estrutura de cobrança proposta apresenta duas parcelas: uma fixa que é função da área irrigável (A), com o qual se faz o esquema de subsídios cruzados, e outra variável, que é função do volume de água consumido (V). O valor da cobrança é dado através da seguinte fórmula:

$$\$ = f(A) + \$_a \cdot V \quad (1)$$

Onde: $\$$ = valor da cobrança;

$f(A)$ = fator variável para cada usuário dado em unidades monetárias por hectare, responsável pela inserção dos subsídios cruzados;

$\$_a$ = preço de referência por volume de água;

V = volume de água captado pelo usuário em 1.000 m³.

⁹ LANNA, A.E. (1995), "Cobrança pelo uso da água na bacia do rio Curú, CE", Relatório de consultoria, COGERH – Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará.

Para o cálculo da função (A) LANNA (1995) propôs inicialmente uma função não-linear logística expressa da seguinte forma:

$$f(A) = \{ [1 - EXP(-\hat{a} \cdot A^2)] \beta \cdot A - \alpha \} \quad (2)$$

Onde: α e β são parâmetros a serem calculados com base em duas situações:

- i) a condição de que a cobrança média é igual ao preço de referência, caso ocorram subsídios cruzados;
- ii) outra condição qualquer.

O valor da cobrança é dado pela seguinte fórmula:

$$\$ = \{ [1 - EXP(-\beta \cdot A^2)] \beta \cdot A - \alpha \} + \$_{a} \cdot (t_{a} \cdot A_{ef}) \quad (3)$$

Uma alternativa para a condição (ii) é fixar um valor de área que sendo totalmente irrigado resulte em um valor nulo na cobrança. Substituindo em (3) o valor nulo para $\$$ e identificando como A^* a área especificada, obtém-se a expressão matemática de cálculo de α :

$$\alpha = \{ [1 - EXP(-\beta \cdot A^{*2})] \beta \cdot A^* \} + \$_{a} \cdot (t_{a} \cdot A^*) \quad (4)$$

Na fórmula (3) todos os termos são conhecidos, exceto β , que poderá ser estimado de forma iterativa até que se cumpra a condição (i), que corresponde uma cobrança média por volume igual ao preço de referência da água.

A estrutura de cobrança formulada para a bacia do Curú admitiu que o preço de referência da água igual ao custo incremental médio, estimado em US\$ 30/1.000 m³. Para cálculo deste valor, considerou-se uma anuidade de 50 anos no fator de recuperação do capital, uma taxa de desconto social de 8% e a vazão garantida do açude estimada nos estudos do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Com base na distribuição dos usuários segundo 4 classes de valores de cobranças médias pelo uso da água, o estudo demonstra ainda a cobrança média (US\$/1.000 m³) em função da área potencial e da percentagem de área efetivamente irrigada e a arrecadação correspondente por grupo. Toda análise foi centrada no estabelecimento de subsídios para contemplar os usuários menos capacitados financeiramente, representado pelos

proprietários de pequenas áreas, e se apresenta, segundo o autor, benéfica para uma possível política de desconcentração fundiária da bacia.

Em ARAÚJO (1996)¹⁰ buscou-se avaliar os custos da água bruta em todo Estado do Ceará. Os valores foram estimados para três cenários de curto prazo abrangendo as “bacias metropolitanas” (BM) e “bacias interioranas” (BI), estas últimas representadas pelas bacias do Jaguaribe, Acaraú, Curú, Coreaú, Poti e Litorâneas. Para as BM os valores variam de R\$ 13 a 19/1.000 m³, enquanto que os das BI apresentam-se relativamente inferiores (R\$ 5 a 11/1.000 m³). O custo médio calculado baseou-se na razão entre a soma dos custos de operação, custos de bombeamento interno ao sistema, custos de manutenção e custos técnico-administrativo de gestão e o volume negociável, definido como sendo o volume de água bruta que pode ser entregue, no ponto de captação de cada usuário no rio, com garantia anual de 90%.

Estudos recentes realizados pela COGERH¹¹ estimam para o sistema metropolitano um custo médio de R\$ 7,02/1.000 m³, baseando-se apenas nas despesas diretas de operação e manutenção. De acordo com os dados da COGERH, a expectativa de custos médios para o ano de 1998 é de R\$ 7,02/1.000 m³ (custos de operação e manutenção) e incluído o custo de bombeamento, inclusive transposição das águas do rio Jaguaribe, o custo médio atinge R\$ 24,68/1.000 m³.

CONEJO (1993)¹², MAKIBARA (1995)¹³ e SOUZA (1995)¹⁴ obtiveram valores diferentes para a bacia do rio Piracicaba.

¹⁰ ARAÚJO, J.C. (1996), “*Estudos de Tarifa d’água e hidrológicos*”, Relatório Técnico, CNPq/COGERH, Fortaleza.

¹¹ COGERH (1998), “*Sistema de Transferência de Água Bruta para Fortaleza*”, junho a dezembro de 1998. Em BRYANT, M. J., ARAÚJO, J.C. e SOUSA, M.P., “*Diagnóstico do Sistema de Tarifa de Água Bruta no Ceará*”, Relatório Técnico Preliminar, SRH, setembro/1998.

¹² CONEJO, J.G.L. (1993), “*A outorga de usos da água como instrumento de gerenciamento dos recursos hídricos*”. Revista de Administração Pública, p. 27, Abril/Junho, p. 28-62.

¹³ MAKIBARA, H. (1995), “*Contribuição aos estudos para implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo*”. Documento distribuído no Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Recife.

¹⁴ SOUZA, M.P. (1995), “*A cobrança e a água como bem comum*”. Revista Brasileira de Engenharia – Caderno de Recursos Hídricos, v.13, n.1, p.25-55.

Em CONEJO (1995) calculou-se o valor do custo da água para consumo doméstico e irrigação em US\$ 20/1.000 m³ e para o consumo industrial em US\$ 30/1.000 m³. Em SOUZA (1995) os valores a serem cobrados foram quantificados com base no consumo de água que afeta a capacidade de assimilação do corpo hídrico e, em função disso, a cobrança se baseia no custo médio do sistema de tratamento de efluentes líquidos. Para aplicar a metodologia proposta o autor utiliza três exemplos: a reversão do Alto Piracicaba para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo; a captação de água e o lançamento de esgotos da cidade de Piracicaba e uma grande indústria localizada na bacia do rio Piracicaba.

No estudo de MAKIBARA (1995) foram feitas várias simulações visando aferir o grau de sensibilidade das principais variáveis que afetam o valor da cobrança. Ao final do estudo foi apresentada uma proposta de avaliação com base no custo médio incremental. A definição do valor de cobrança baseia-se no “rateio de custos”, onde todos os usuários (usuário urbano de água; usuário industrial de água; poluidor urbano – esgotamento sanitário urbano; poluidor industrial – lançamento de efluentes industriais; usuário da rede de esgotos urbanos e estado) contribuem com uma quota de pagamento para um “fundo financeiro” que seriam reinvestidos na própria bacia mediante um processo de negociação no âmbito das bacias hidrográficas.

Nas bacias de Paraguaçu e Fêmeas, no Estado da Bahia, GARRIDO (1996) estimou a cobrança com base no valor econômico intrínseco da água. Para o abastecimento doméstico o valor é de US\$ 1,20/1.000 m³ na bacia de Paraguaçu e US\$ 0,03/1.000 m³ na bacia de Fêmeas. No entanto, os valores não diferem para o caso industrial onde a cobrança pela retirada da água é de US\$ 1,60/1.000 m³.

Ainda para o Estado da Bahia CARRERA-FERNANDEZ (1997)¹⁵ desenvolveu estudos para as bacias do Alto Paraguaçu e Itapicuru. A estimativa do valor da água em cada uso (irrigação; abastecimento; energia elétrica) foi obtida através da avaliação do custo de oportunidade da água em cada uso. A título de exemplo, o valor da água do usuário irrigante corresponde ao máximo valor que estes usuários estariam dispostos a pagar (ou valor de reserva) por metro cúbico da água, o qual é obtido pelo ganho adicional que tais irrigantes obteriam ao irrigar suas lavouras com a água do manancial. Este ganho corresponde a renda (ou quase renda) da terra irrigada em relação à terra em sequeiro, sendo apropriada pelos irrigantes donos de suas terras. O cálculo do valor máximo pelo uso da água para irrigação é dado pela seguinte fórmula:

¹⁵ CARRERA-FERNANDEZ, J. (1997), “Cobrança e Preços Ótimos pelo Uso da Água de Mananciais”, Revista Econômica do Nordeste, v.28, n.3, p.249-277, jul./set. 1997

$$p_i^r = \frac{(P_i - P_s)S_i}{x_i}$$

Onde: x_i = volume de água por unidade de tempo captada do manancial para irrigação;

S_i = área total irrigada com a água de manancial;

P_i = preço da terra irrigada por unidade de área (com ou sem outorga para captação de água do manancial);

P_s = preço da terra em sequeiro por unidade de área.

Substituindo-se os valores correspondentes e obtendo-se as funções de demanda ordinária por água bruta para irrigação para as duas bacias, o preço de demanda por metro cúbico de água em cada bacia é obtido ainda substituindo-se os respectivos consumos anuais de água para irrigação nas respectivas equações, o qual é da ordem de US\$ $4,37 \times 10^{-3}$ na bacia do Alto Paraguaçu e US\$ $1,16 \times 10^{-3}$ na bacia do Itapicuru. CARRERA-FERNANDEZ (1997) estimou ainda a elasticidade-preço da demanda por água para irrigação nas referidas bacias, avaliadas nos respectivos pontos de captação, sendo igual a $-0,39$ para a bacia do Alto Paraguaçu e $-0,58$ para a bacia do Itapicuru.

LANNA e PEREIRA (1996)¹⁶ em estudo de cobrança na bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, apresentam uma proposta de cálculo do custo em função da localização da captação, do uso da água, da estação do ano, do volume consumido e do preço de referência arbitrada para a água. O modelo proposto considerou, por exemplo, que o coeficiente de uso tinha um valor maior no caso industrial (1,5), um valor intermediário para o abastecimento público (1,0) e menor para os usuários irrigantes (0,25). Os valores encontrados são relativamente similares aos obtidos por CONEJO (1993) para a bacia do rio Piracicaba, a saber: US\$ 20/1.000 m³ e US\$ 30/1.000 m³ para uso doméstico e industrial, e bem inferior no que se refere a cobrança para as indústrias (US\$ 6/1.000 m³).

2.4. METODOLOGIA PROPOSTA PARA ESTABELECIMENTO DO VALOR DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA

2.4.1. Introdução: Conceituação

¹⁶ LANNA, A.E. & PEREIRA, J.S. (1996), "Panorama da Cobrança pelo Uso da Água no Brasil", Workshop sobre Cobrança pelo Uso da Água, Belo Horizonte.

O item a seguir tem como objetivo apresentar uma base metodológica de cálculo dos custos pelo uso da água e que poderá ser utilizada como referência para o estabelecimento das tarifas¹⁷.

O objetivo maior deste item não será apenas de tentar apropriar o custo do metro cúbico de água disponibilizado, mas de construir as bases para implantação da cobrança pelo uso da água. Assim, buscará nessa contribuição atingir três objetivos específicos:

- Tornar viável a aplicação dos recursos públicos mediante a determinação do custo global dos serviços de água;
- Contribuir para o planejamento das inversões futuras e reposição dos investimentos já realizados;
- Dar subsídios para a definição das tarifas a serem adotadas.

Deve-se ainda esclarecer que a busca de elementos necessárias para a determinação dos custos associados à produção e distribuição de água visa, entre outros objetivos, promover a viabilidade financeira do sistema paralelamente com sua eficiência econômica e ambiental, além do próprio aspecto de equidade social. A maior dificuldade existente quando se busca internalizar esses objetivos no valor a ser cobrado pelo uso da água bruta é que muitas vezes os mesmos se apresentam conflitantes, tornando inviável a elaboração de uma estrutura de cobrança que unifique os interesses financeiro, econômico, ambiental e social.

A seguir, são apresentadas as bases de cálculo que objetivam, em última instância, a sustentabilidade pela utilização dos recursos hídricos, sendo seguido de uma conclusão e algumas recomendações para a implantação pelo uso dos recursos hídricos na bacia do Jaguaribe.

¹⁷ Segundo MAKIBARA, H. (1995), o termo **tarifa** não é recomendado, pois pressupõe o pagamento de uma contra-prestação de um serviço pelo agente arrecadador. Para o autor, várias expressões são sugeridas para se adequar ao caso brasileiro, destacando-se **contribuição, retribuição, preço público** ou ainda **cobrança pelo uso dos recursos hídricos**.

2.4.2. Bases de cálculo para a cobrança de água bruta

A referência básica mais utilizada para cálculo da cobrança pela água bruta é o custo marginal ou custo marginal social de longo prazo. Segundo WINPENNY (1994)¹⁸, DUBORG (1995)¹⁹ e HERRINGTON (1997)²⁰, a elaboração de um sistema de cobrança baseado no custo marginal é o mais adequado, pois o mesmo incorpora implicitamente em seu cálculo os objetivos de eficiência econômica e ambiental.

O valor da cobrança baseado em custos marginais é geralmente composto pela adição²¹:

- Da parcela correspondente aos custos administrativos, também chamados de custos de acesso, representado pelo valor das despesas anuais de administração e monitoramento do meio;
- Da parcela correspondente aos custos marginais de longo prazo, representado pela amortização dos investimentos públicos nas obras de infra-estrutura que viabilizarão as retiradas futuras de água;
- Da parcela correspondente aos custos marginais de curto prazo, representado pelos custos operacionais e de manutenção, incluindo custos ambientais.

Diversas fórmulas de cálculo são propostas para estimar o custo marginal de retirada de água. Em razão das variações possíveis em sua determinação, apresenta-se a seguir algumas das alternativas propostas.

Em DUBORG (1995) o custo marginal é definido como “*Textbook Marginal Cost*” ou *TMC* e pode ser expresso como:

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

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

¹⁸ WINPENNY, J. (1994), “*Managing Water as An Economic Resource*”. London, Routledge.

¹⁹ DUBORG, W.R. (1995), “*Pricing for Sustainable Water Abstraction in England and Wales: A Comparison of Theory and Practice*”. Norwich, CSERGE Working Paper WM 95-03.

²⁰ HERRINGTON, P. (1997), “*Pricing Water Properly*”. In: O’RIORDAN, T. (ed.) *Ecotaxation*. London, Earthscan Publications, p. 263-268.

²¹ RIBEIRO, M.M.R. e LANNA, AA.E., “*Bases para a Cobrança de Água Bruta: Discussão de Algumas Experiências*”, mimeo, 1998.

I_t = custos de investimentos no ano t ;

Q_t = volume incremental de água disponibilizada;

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

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

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

n = vida útil do investimento.

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

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

Onde: k = ano que se planeja o maior investimento.

Essa segunda variante do custo marginal é similar a primeira fórmula, mas o segundo termo introduz o custo do maior investimento a ser realizado no período de análise (RIBEIRO e LANNA, 1998).

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

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

Onde: A/C_i = Custo médio incremental;

I_t = Investimentos de todos os programas no ano t ;

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

Q_t = Quantidade incremental no ano t ;

r = taxa de desconto.

O cálculo do A/C , por expressar no numerador a soma dos custos associados impostos pelas retiradas de água e no denominador a soma dos benefícios, suposta proporcional à água retirada, pode ser definido como uma relação custo-benefício (RIBEIRO e LANNA, 1998). A propósito, vale ressaltar que o uso de uma relação custo-benefício não somente permite verificar a taxa de retorno social dos investimentos, mas também possibilita aos tomadores de decisão a possibilidade de atribuir prioridades em termos de programação de investimentos através de critérios de avaliação preestabelecidos.

Nos estudos apresentados por MAKIBARA (1995) para a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, o cálculo do A/C é realizado após serem adotados os seguintes procedimentos:

- a) **Definição do programa de investimentos**, sendo constituído de barragens de regularização; sistema de tratamento de esgotos; proteção de futuros mananciais; pesquisa e desenvolvimento tecnológico em tratamento de efluentes industriais; planejamento da disposição de resíduos sólidos; cadastro e monitoramento dos usos dos recursos hídricos; modernização dos sistemas de outorga e planos de zoneamento e de gestão dos recursos hídricos e assistência e apoio técnico aos municípios no campo de recursos hídricos;
- b) **Identificação dos usuários dos recursos hídricos e dos parceiros no rateio de despesas e a quantificação das principais variáveis a serem utilizadas como base de cobrança:**

O custo médio incremental será estabelecido em relação ao volume de água captado e ao lançamento de efluentes, em termos de DBO. O rateio é efetuado entre os usuários dos recursos hídricos superficiais na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, a saber: usuário urbano; usuário industrial; usuário irrigante; o lançamento urbano de esgotos e o lançamento de efluentes industriais, havendo, ainda, a possibilidade de alocação de parte dos custos para a tarifa normal de serviços de esgotamento sanitário municipal e o Estado,

na forma de subsídios e/ou incentivos, principalmente nos programas de natureza regional e de usos múltiplos como uma barragem de regularização.

Os valores de rateio entre os usuários foram arbitrados individualmente nos quadros de investimentos e de despesas de operação/manutenção e a quantificação de uso dos recursos hídricos baseia-se para o ano de 1995, sendo estes últimos projetados para os 20 anos subsequentes.

Foram utilizadas ainda como base para cálculo da cobrança as seguintes hipóteses: (i) valores das cargas poluidoras urbanas e industriais; (ii) índice de perdas globais (físicas e não físicas), para fins de cálculo do volume faturado de esgotos urbanos nos sistemas públicos de abastecimento d'água; (iii) índice percentual da participação de cada usuário para fins de cobrança; (iv) programação dos investimentos para os 20 anos subsequentes, à exceção dos valores referentes as águas do Sistema Cantareira e a carga poluidora das usinas de açúcar e álcool, esta última suposta constante a partir do pressuposto de que não haverá expansão dos canais; (v) vazão das transferências inter-bacias para abastecimento da cidade de Jundiaí e o sistema Cantaneira para abastecimento da Grande São Paulo.

- c) **Estabelecimento do valor de cobrança a partir do custo médio incremental de longo prazo**, utilizando-se para tanto a fórmula do custo marginal social de longo prazo (*Average Incremental Cost*). O procedimento de cálculo baseia-se no “rateio de custos” de uma programação de investimentos, sendo estabelecido como parceiros os usuários urbano e industrial de água, o usuário irrigante, o poluidor urbano (esgotamento sanitário urbano), o poluidor industrial (lançamento de efluentes industriais), o usuário da rede de esgotos e Estado.

2.5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A experiência recente em alguns estados brasileiros no estabelecimento de critérios de cobrança pelo uso da água brutas tem seguido o modelo francês, cuja filosofia básica é a de que os fundos arrecadados devem ser diretamente alocados na própria bacia, diferindo, portanto, do modelo americano, que trata a cobrança como um tributo (LANNA, 1995). A preferência pelo sistema francês é ressaltada por vários autores (MAKIBARA, 1995; LANNA, 1995) pela fórmula institucional que estabelece o princípio da descentralização na gerência dos recursos arrecadados. Não somente os valores a serem cobrados são discutidos

mediante um processo de negociação no âmbito das próprias agências/comitês de águas, mas os recursos obtidos com essas cobranças ficam em poder destas e não de uma outra instituição centralizada.

Este modelo tem sido proposto em diversos sistemas de gerenciamento de recursos hídricos no Brasil, destacando-se o sistema Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Trata-se de uma proposta definida por MAKIBARA como de “*socialização das despesas*”, tal como é utilizada na taxa de condomínio de um edifício de apartamentos. O procedimento baseia-se no princípio da “*solidariedade financeira*”, onde todos os usuários da bacia hidrográfica contribuiriam igualmente para formação de um “*fundo financeiro*” que cobririam despesas de investimento e manutenção dos equipamentos.

Para o objetivo específico deste trabalho, que é o de contribuir para a implantação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, o modelo apresentado induz implicitamente a idéia de que qualquer tentativa de aferição dos custos associados ao uso da água bruta deve ser continuamente realimentado com informações atualizadas dos custos das obras de infra-estrutura comum e OAM, mas também dos quantitativos dos volumes negociáveis ao nível das bacias. Para tanto, a metodologia a ser proposta e detalhada numa fase posterior do plano de gerenciamento deve ser suficientemente operacional para que as questões não se limitem apenas à determinação dos custos passados, mas que sejam apresentadas sugestões que possibilitem uma atualização permanente dos mesmos.

A determinação de valores do custo médio baseados no custo marginal social de longo prazo, conforme proposta neste relatório, poderia servir como um “limite máximo” da cobrança, servindo de base inicial nas discussões das tarifas a serem cobradas. A referida metodologia não apenas subsidiaria de maneira constante os órgãos de planejamento, com o intuito de auxiliá-los nas tomadas de decisão, mas também forneceria elementos importantes no processo de negociação dos comitês de bacias hidrográficas. Futuramente, com o devido consenso no que se refere ao sistema de cobrança a ser utilizado, os comitês de bacias, através de um processo cognitivo e de negociação, instituiriam suas próprias formas de cobrança, principalmente quanto a vazão a ser considerada nos cálculos.

Faz-se necessário também efetuar o cotejo entre os valores de cobrança e a capacidade de pagamento dos usuários ou ainda pesquisas de “*disposição a pagar*” com o objetivo de verificar se as metas previstas podem ser cumpridas pelos usuários. Vale ressaltar que, na impossibilidade de definir o valor ótimo pelo uso da água, a implementação de um sistema de cobrança através de sucessivas simulações permitiria ainda a transparência dos custos,

o reconhecimento por parte dos usuários quanto a necessidade de recuperar os custos associados ao uso da água e funcionaria ainda como um processo de aprendizagem nas atividades de negociação dos comitês de bacias.

3. AVALIAÇÃO DO CUSTO PELO USO DA ÁGUA BRUTA NA BACIA DO JAGUARIBE

3. AVALIAÇÃO DO CUSTO PELO USO DA ÁGUA BRUTA NA BACIA DO JAGUARIBE

3.1. INTRODUÇÃO

A água como um bem econômico cada vez mais escasso justifica o argumento de que a cobrança pelo seu uso não é um ônus aos seus usuários, mas sim um critério de eficiência no uso da água e instrumento de planejamento que permita garantir a continuidade das ações do Estado. Somente através de uma política de recuperação dos custos, ao qual seja possível cobrir os custos de operação e manutenção e uma parcela dos investimentos de capital, poderá viabilizar a implementação de novos investimentos no setor hídrico.

Entretanto, dado o caráter eminentemente sócio-político que envolve a alocação dos recursos públicos em infra-estrutura hídrica (barragens, projetos de irrigação, adutoras, sistemas de abastecimento d'água, etc), a filosofia básica de tarifação adotada pelos diversos organismos responsáveis pelo setor não se baseia no que deveria ser a lógica de qualquer ação de investimento, ou seja, o seu retorno econômico a partir de uma relação benefício/custo que permita remunerar o capital social.

É, portanto, dentro dessa filosofia, que a maioria dos organismos públicos não estabelece uma política de tarifação baseado no custo real dos investimentos e nas despesas de operação, administração e manutenção dos investimentos.

Na prática, porém, utiliza-se geralmente uma regra que, muito embora ainda não seja a ideal, pelo menos permita uma relativa recuperação dos investimentos e o ressarcimento dos custos de operação e manutenção da infra-estrutura hídrica.

Dentro dessa filosofia, a metodologia geralmente empregada baseia-se no princípio econômico denominado **Cost Recovery** (GITTINGER, 1985)²², também conhecido como modelo com base na incidência nos investimentos passados.

O princípio básico desta metodologia é que o valor a ser cobrado pelo uso da água deve incluir uma parcela referente aos investimentos realizados e outra referente ao custeio das despesas operacionais. Apesar de não ressarcir integralmente o sistema de reservatórios existentes na bacia, esta metodologia relativamente simples fornece aos órgãos de planejamento de recursos hídricos critérios realistas para adoção do sistema de cobrança,

²² GITTINGER, J.P. (1985), *Análisis Económico de Proyectos Agrícolas*, Instituto de Desarrollo Económico/Banco Mundial, Editorial Tecnos. Madrid, 1982.

na medida em que permite subsidiá-los em uma análise aproximativa o custo médio do m³ de água outorgável²³.

A seguir, após uma descrição sucinta da metodologia proposta, são apresentadas as tarefas desenvolvidas no sentido de fundamentar e consolidar a avaliação do custo médio pelo uso da água bruta na bacia do Jaguaribe.

3.2. MODELO PROPOSTO PARA CÁLCULO DO CUSTO DA ÁGUA

Propõe-se aqui uma metodologia simplificada para avaliação do custo da água, com o qual será possível fornecer uma ordem de grandeza para o cálculo da tarifa d'água a ser cobrada pelos usuários de água no Vale do Jaguaribe.

Segundo a metodologia denominada **Cost Recovery**, adaptada para o presente estudo, o valor de cobrança pelo uso da água baseada na aplicação do princípio usuário-pagador é composto pela adição de:

- Parcela correspondente à amortização dos investimentos públicos efetuados nas obras de infraestrutura de uso comum, tais como barragens de suprimento hídrico;
- Parcela correspondente às despesas de administração, operação (inclusive energia) e manutenção da infra-estrutura hídrica, tais como os custos de gestão e monitoramento, recuperação de barragens e administração do sistema.

A metodologia proposta pode ser expressa pela equação abaixo:

$$C\$_i = \frac{K_1 + K_2}{Q}$$

Onde:

²³ Com base na legislação sobre sistema integrado dos recursos hídricos do Estado do Ceará (Decreto n° 23.067, de 11/02/94), que regulamenta a parte referente à outorga do direito de uso dos recursos hídricos, a tarifa d'água, excetuando-se as hipóteses de cessão a título gratuito e de inexigibilidade, deverá ser fixada ano a ano pelo Governador do Estado, mediante proposta do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CONERH, e paga com base na vazão máxima outorgada, ou na quantidade estabelecida em título, pelo usuário conforme critérios e periodicidade a serem estabelecidos pela Secretaria de Recursos Hídricos – SRH, em função dos usos específicos.

$C\$_i$ - Tarifa d'água a ser paga pelo usuário i , em R\$/hm³;

K_1 – valor correspondente à amortização anual dos investimentos públicos nas obras de infra-estrutura, em R\$;

K_2 – valor correspondente às despesas anuais de administração, operação e manutenção, em R\$;

Q – vazão regularizável anual, em hm³.

O cálculo do coeficiente K_1 é obtido a partir da seguinte fórmula:

$$K_1 = I_0 \cdot F_c$$

Onde:

I_0 – valor atualizado dos investimentos públicos (barragens), em R\$;

F_c – Fator de atualização do capital.

O fator de recuperação do capital pode ser obtido desde que sejam conhecidas as seguintes variáveis: taxa de desconto (r) e tempo de recuperação do investimento (n), ou seja:

$$F = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^{n-1}}$$

A legislação brasileira, com base no decreto n° 75.510 de 19/03/75, estabeleceu que os investimentos públicos em infra-estrutura hídrica são amortizados em um prazo de até 50 (cinquenta) anos. No que se refere ao valor da taxa de desconto a ser utilizado para cálculo da amortização das obras de infra-estrutura, sugere-se uma taxa de 8% ao ano, idêntica a taxa de juros estabelecida pelo Banco Mundial para os projetos financiados pelo PROURB – CE.

Para o cálculo de K_2 , referente aos custos de operação, manutenção e administração do sistema, foram considerados os gastos referentes a gestão por parte da COGERH, gerência das bacias, gastos com manutenção da infra-estrutura e custos com bombeamento.

3.3. METODOLOGIA E RESULTADOS

3.3.1. Introdução

Este capítulo destina-se, basicamente, a estimar os custos médios de operação e manutenção (O&M) e de investimentos passados do sistema hídrico da bacia do Jaguaribe dados em função da vazão regularizável com 90% de garantia anual.

Para a realização do trabalho foi feito um exaustivo trabalho de coleta de dados junto aos diversos órgãos (COGERH, SRH, DNOCS, etc.), além de outros estudos relacionados aos custos médios de barragens no Ceará (MOTA, 1995; SOUZA et alli, 1998) e os trabalhos desenvolvidos no decorrer deste Plano de Gerenciamento da bacia do Jaguaribe por parte da Consultora, com destaque para os estudos hidrológicos e hidrogeológicos.

3.3.2. Custos de Operação e Manutenção da Infra-Estrutura Hídrica

3.3.2.1. Introdução

Esta parte do trabalho objetiva estimar os valores referentes às despesas de operação e manutenção (O&M) do sistema hídrico da bacia do Jaguaribe, que abrange as sub-bacias do Salgado, Banabuiú, Alto Jaguaribe, Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe.

Estão incluídos como custos O & M os gastos referentes a gerência das bacias, gastos com manutenção e bombeamento. A partir dos custos analisados e dos valores referentes as vazões regularizáveis das sub-bacias em análise, pode-se obter os custos unitários, conforme tabela abaixo.

Tabela 3.3.2.1 – Custos unitários de O&M na bacia do Jaguaribe

Sub-bacias	Águas superficiais	Águas subterrâneas
	R\$/1000 m ³	R\$/1000 m ³
Salgado	7,86	1,76
Banabuiú	2,32	17,49
Alto Jaguaribe	2,42	7,60
Médio Jaguaribe	15,30	19,58
Baixo Jaguaribe	8,05	6,61
Média	3,10	5,07

O detalhamento dos custos de O&M para cada sub-bacia é apresentado nos itens a seguir.

3.3.2.2. Sub-Bacia do Salgado

a) Custos de Gestão da COGERH:

Os custos operacionais da COGERH foram apresentados no documento “*Estudo da Capacidade de Pagamento da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos*” de abril de 1994. Para o ano de 1998 a previsão destes custos (custos administrativos e operacionais) era de R\$ 3.304.092, ou seja: R\$ 275.341/mês.

Para a bacia do Jaguaribe considerou-se o percentual de 50% do total, que corresponde à proporção desta bacia em termos de área. Assim, o custo COGERH para a bacia do Jaguaribe é de R\$ 1.652.046/ano.

Assim, dada a dificuldade de fazer um rateio proporcional dessas despesas para cada sub-bacia, foi admitido um valor médio de R\$ 330.409 para cada sub-bacia.

Como o custo de gestão da COGERH inclui o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas, temos para a sub-bacia do Salgado um custo médio de R\$ 0,98/1000 m³, considerando-se uma vazão regularizável com 90% de garantia anual.

b) Custo da Gerência da sub-bacia do Salgado

É prevista para a gerência da sub-bacia do Salgado a existência de uma unidade física de apoio, devendo situar-se na cidade do Crato.

TABELA 3.3.2.2a – Custos de Gerência da sub-bacia do Salgado

Discriminação	Valor (R\$/ano)
Aluguel da sede	6.000,00
1 técnico de nível superior	28.000,00
1 técnico de nível médio	14.000,00
Combustível	5.000,00
Manutenção de veículos	1.200,00
Depreciação de veículos	3.000,00
Equipamentos (barco, sonda)	3.000,00
Subtotal	60.200,00
Administração (20%)	12.040,00
Total	72.240,00

Assim, para os custos de gerência da sub-bacia do Salgado, é previsto um custo médio de R\$ 0,21/1000 m³, obtido pela razão entre o custo anual de gerência e a vazão regularizável com 90% de garantia anual das águas superficiais e subterrâneas.

c) Custo de Manutenção para a estimativa dos custos de manutenção foi utilizado os valores unitários previstos no projeto executivo de recuperação dos açudes da bacia do Curu²⁴ e o valor efetivamente gasto pelo DNOCS na bacia²⁵, os quais na época foram avaliados na seguinte forma:

- Valor gasto pelo DNOCS para manutenção das barragens do Curu = R\$ 127.910/ano
- Custos de recuperação COGERH (redução do BDI e redução de custos devido à manutenção constante) = R\$ 119.050/ano
- Total (1 + 2) = R\$ 246.960/ano

Com base nos dados da bacia do Curu chegou-se a seguinte relação $\$M = \sum \mu \cdot \ln(V/V_0)$ em que “ $\$M$ ” é o custo de manutenção (R\$/ano); “ μ ” é um parâmetro; “ V ” o volume de acumulação do reservatório (hm^3); e “ V_0 ” o volume de referência, para o qual o custo de manutenção é desprezível. O valor de μ é igual a 14.703 e $V_0 = 3 \text{ hm}^3$. Assim, a equação acima fica $\$M (\text{R}\$/\text{ano}) = \sum [\ln(V(\text{hm}^3)) - 1,099]$.

TABELA 3.3.2.2b – Dados Básicos das barragens na sub-bacia do Salgado

Barragens do Salgado	Volume (hm^3)	$\ln(\text{hm}^3) - 1,099$	Q_{90}
Thomas Osterne	28,79	2,261	4,440
Riacho dos Carneiros	37,18	2,517	2,108
Manoel. Albino	37,14	2,516	0,265
Atalho	108,25	3,585	19,248
Quixabinha	32,51	2,383	1,418
Prazeres	32,50	2,382	3,489
Ingazeiro	11,32	1,328	2,298
Olho d'Água	21,30	1,960	3,415
Lima Campos	63,65	3,054	12,192
Total	372,64	21,985	48,873

²⁴ COGERH/Engesoft – **Projeto Executivo de Obras de Recuperação em Açudes e Estruturas Hidráulicas da Bacia do Curú**. COGERH, Fortaleza, 1996.

²⁵ ARAÚJO, J.C. de, *Estudos de Tarifa d'Água e Hidrológicos*. Relatório Técnico. CNPq/COGERH, Fortaleza, 1996.

Considerando a equação anterior, temos para a sub-bacia do Salgado o seguinte custo de manutenção: $R\$ 14.703 \times 21,985 = R\$ 323.251/\text{ano}$.

Para se obter o custo médio da manutenção da infra-estrutura, dividiu-se o valor anual previsto, que é de R\$ 323.251, pela vazão regularizável da oferta hídrica superficial com 90% de garantia anual, o que resultou num custo médio de R\$ 6,61/1000 m³.

d) Custo de Bombeamento

Para efeito de custo de bombeamento foi considerado a transposição das águas do sistema Icó-Lima Campos.

Fazendo uma analogia com os custos de bombeamento calculados para o Canal do Trabalhador²⁶, tem-se os seguintes valores:

O custo de energia para o Canal do Trabalhador com $Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$ corresponde ao valor de R\$ 4,47/1.000m³. Já para o bombeamento do sistema Icó-Lima Campos, por se tratar de vazão reduzida ($2 \text{ m}^3/\text{s}$), com recorrência de 5 anos, chegou-se ao custo de R\$ 0,06/1000 m³.

e) Custos totais de O&M na sub-bacia do Salgado

Assim, considerando os itens anteriores referentes aos custos médios de gestão COGERH, gerência da sub-bacia, gastos com manutenção e custo com bombeamento, o custo médio de O&M na sub-bacia do Salgado, abaixo discriminado, corresponde a R\$ 7,86/1.000m³.

TABELA 3.3.2.2c – Custos médios de O&M na sub-bacia do Salgado

Tipo de Custo	Valor (R\$/1000m ³)
Gestão (COGERH)	0,98
Gerência	0,21
Manutenção	6,61
Bombeamento	0,06
Total	7,86

²⁶ SOUZA, M., ARAÚJO, J.C. de e BRYANT, M.J., *Diagnóstico e Perspectivas do Sistema Tarifário de Água Bruta no Estado do Ceará – Relatório Técnico*, SRH, outubro/1998.

3.3.2.3. Sub-Bacia do Banabuiú

- a) Custo COGERH na bacia do Jaguaribe: R\$ 1.652.046/ano, ou seja, R\$ 330.409 para cada sub-bacia.

Como o custo de gestão da COGERH inclui o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas, temos para a sub-bacia do Banabuiú um custo médio de R\$ 0,73/1000 m³, considerando-se uma vazão regularizável com 90% de garantia anual de 433,18 hm³ das águas superficiais e uma vazão explotável subterrânea de 21,5 hm³.

- b) Custo da Gerência

É prevista para a gerência da sub-bacia do Banabuiú a existência de uma unidade física que terá a responsabilidade de gerenciar as sub-bacias do Banabuiú e Baixo Jaguaribe, devendo situar-se na cidade de Limoeiro do Norte.

TABELA 3.3.2.3a – Custos de Gerência em Limoeiro do Norte

Discriminação	Valor (R\$/ano)
Aluguel da Sede	6.000,00
1 técnico de nível superior	28.000,00
2 técnicos de nível médio	28.000,00
Combustível	6.500,00
Manutenção de veículos	1.500,00
Depreciação de veículos	3.000,00
Equipamentos (barco, sonda)	3.000,00
Subtotal	76.000,00
Administração (20%)	15.200,00
Total	91.200,00

Considerando a gerência para as duas bacias (Baixo Jaguaribe e Banabuiú), temos para a bacia do Banabuiú o custo anual de R\$ 45.600,00. Em termos de custos médios, temos para a sub-bacia do Banabuiú um valor de R\$ 0,10/1.000m³.

c) Custo de Manutenção

Como já foi dito anteriormente, os custos de manutenção do sistema Jaguaribe se basearão no estudo desenvolvido para a bacia do Curu. Assim, para a sub-bacia do Banabuiú, o custo de manutenção do sistema foi calculado com base nos dados descritos abaixo.

TABELA 3.3.2.3b – Dados Básicos das barragens na sub-bacia do Banabuiú

Barragens do Banabuiú	Volume (hm ³)	Ln (hm ³) – 1,099	Q ₉₀
Serafim Dias	43,00	2,662	8,098
São José	29,15	2,273	1,064
Patu	71,83	3,175	21,166
Boa Viagem	47,00	2,751	4,871
Fogareiro	118,82	3,679	41,273
Riacho Verde	14,67	1,587	0,797
Nobre	22,09	1,996	0,240
Quixeramobim	54,00	2,890	29,284
Riacho dos Tanques	12,78	1,449	0,940
Banabuiú	1.800,00	6,397	235,817
Trapiá II	18,19	1,802	4,612
Pedras Brancas	434,05	4,974	59,836
Cipoada	17,25	1,749	4,614
Poço do Barro	52,00	2,852	9,517
Cedro	126,00	3,737	11,046
Total	2.860,83	43,979	433,175

Custo de Manutenção = R\$ 14.703*43,979 = R\$ 646.623/ano.

Para se obter o custo médio da manutenção da infra-estrutura, dividiu-se o valor anual previsto, que é de R\$ 646.623, pela vazão regularizável da oferta hídrica superficial com 90% de garantia anual, avaliada em 433,175 hm³, o que resultou num custo médio de R\$ 1,49/1000 m³.

d) Custos totais de O&M na sub-bacia do Banabuiú

Assim, considerando os itens anteriores referentes aos custos médios de gestão COGERH, gerência da sub-bacia e gastos com manutenção, o custo médio de O&M na sub-bacia do Banabuiú corresponde a R\$ 2,32/1.000m³ (Tabela 3.3.2.3c).

TABELA 3.3.2.3c – Custos médios de O&M na sub-bacia do Banabuiú

Tipo de Custo	Valor (R\$/1000m ³)
Gestão (COGERH)	0,73
Gerência	0,10
Manutenção	1,49
Total	2,32

3.3.2.4. Sub-Bacia do Alto Jaguaribe

- a) Custo COGERH para toda a bacia do Jaguaribe: R\$ 1.652.046/ano, ou seja, R\$ 330.409 para cada sub-bacia.

Como o custo de gestão da COGERH inclui o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas, temos para a sub-bacia do Alto Jaguaribe um custo médio de R\$ 0,97/1000 m³, considerando-se uma vazão regularizável com 90% de garantia anual.

- b) Custo da Gerência

É prevista a implantação de gerência das sub-bacias do Alto e Médio Jaguaribe, podendo situar-se na cidade de Iguatu.

TABELA 3.3.2.4a – Custos de Gerência em Iguatu

Discriminação	Valor (R\$/ano)
Aluguel	6.000,00
1 técnico de nível superior	28.000,00
2 técnicos de nível médio	28.000,00
Combustível	6.500,00
Manutenção de veículos	1.500,00
Depreciação de veículos	3.000,00
Equipamentos (barco, sonda)	3.000,00
Subtotal	76.000,00
Administração (20%)	15.200,00
Total	91.200,00

Considerando a gerência para as duas bacias (Alto Jaguaribe + Médio Jaguaribe), temos para a bacia do Alto Jaguaribe o custo anual de R\$ 45.600,00. Em termos de custos médios, temos para a sub-bacia do Alto Jaguaribe um valor de R\$ 0,13/1.000m³.

c) Custo de Manutenção

Levando-se em conta a metodologia desenvolvida, a qual se baseia no estudo desenvolvido para a bacia do Curu, e com base nos dados da tabela abaixo, temos para a sub-bacia do Alto Jaguaribe, o seguinte custo de manutenção: $\text{Custo de Manutenção} = \text{R\$ } 14.703 \cdot 26,292 = \text{R\$ } 386.571/\text{ano}$.

TABELA 3.3.2.4b – Dados Básicos das barragens na sub-bacia do Alto Jaguaribe

Barragens do Alto Jaguaribe	Volume (hm ³)	Ln (hm ³) – 1,099	Q ₉₀
Várzea do Boi	51,82	2,849	8,126
Trici	16,50	1,704	3,023
Favelas	30,10	2,306	4,789
Poço da Pedra	50,00	2,813	7,286
Rivaldo de Carvalho	6,43	0,762	0,496
Canoas	69,25	3,139	7,495
Trussu	263,00	4,473	35,816
Broco	17,50	1,763	0,761
Orós	1.956,26	6,480	224,416
Total	2.460,86	26,292	292,208

Para se obter o custo médio da manutenção da infra-estrutura, dividiu-se o valor anual previsto, que é de R\$ 386.571, pela vazão regularizável da oferta hídrica superficial com 90% de garantia anual, avaliada em 292,208 hm³, o que resultou num custo médio de R\$ 1,32/1000 m³.

d) Custos totais de O&M na sub-bacia do Alto Jaguaribe

Assim, considerando os itens anteriores referentes aos custos médios de gestão COGERH, gerência da sub-bacia e gastos com manutenção, o custo médio de O&M na sub-bacia do Alto Jaguaribe corresponde a R\$ 2,42/1.000m³.

TABELA 3.3.2.4c – Custos médios de O&M na sub-bacia do Alto Jaguaribe

Tipo de Custo	Valor (R\$/1000m ³)
Gestão (COGERH)	0,97
Gerência	0,13
Manutenção	1,32
Total	2,42

3.3.2.5. Sub-Bacia do Médio Jaguaribe

- a) Custo COGERH para toda a bacia do Jaguaribe: R\$ 1.652.046/ano, ou seja, R\$ 330.409 para cada sub-bacia.

Como o custo de gestão da COGERH inclui o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas, temos para a sub-bacia do Médio Jaguaribe um custo médio de R\$ 8,42/1000 m³, considerando-se uma vazão regularizável com 90% de garantia anual.

- b) Custo da Gerência: Os custos totais de gerência previstos para a sub-bacia do Médio Jaguaribe são os mesmos discriminados para a sub-bacia do Alto Jaguaribe, como explicado anteriormente.

Considerando a gerência para as duas sub-bacias (Alto Jaguaribe + Médio Jaguaribe), temos para a sub-bacia do Médio Jaguaribe o custo anual de R\$ 45.600,00. Em termos de custos médios, temos para a sub-bacia do Médio Jaguaribe um valor de R\$ 1,16/1.000m³.

- c) Custo de Manutenção

Da mesma forma que calculado para as demais sub-bacias, o custo de manutenção do sistema de barragens da sub-bacia do Médio Jaguaribe foi realizado baseando-se no estudo desenvolvido para a bacia do Curu. Assim, com base nos dados da tabela abaixo, obtém-se o seguinte custo de manutenção: $\text{Custo de Manutenção} = \text{R\$ } 14.703 \times 7,802 = \text{R\$ } 114.714/\text{ano}$.

TABELA 3.3.2.5a – Dados Básicos das barragens na sub-bacia do Médio Jaguaribe

Barragens do Médio Jaguaribe	Volume (hm ³)	Ln (hm ³) – 1,099	Q ₉₀
Joaquim Távora	23,66	2,065	3,600
Riacho do Sangue	61,42	3,019	13,043
Canafístula	13,12	1,475	1,412
Ema	10,39	1,242	1,997
Total	108,59	7,802	20,052

Para se obter o custo médio da manutenção da infra-estrutura, dividiu-se o valor anual previsto, que é de R\$ 114.714, pela vazão regularizável da oferta hídrica superficial na sub-bacia do Médio Jaguaribe com 90% de garantia anual, avaliada em 20,052 hm³, o que resultou num custo médio de R\$ 5,72/1000 m³.

d) Custos totais de O&M na sub-bacia do Médio Jaguaribe

Assim, considerando os itens anteriores referentes aos custos médios de gestão COGERH, gerência da sub-bacia e gastos com manutenção, o custo médio de O&M na sub-bacia do Médio Jaguaribe corresponde a R\$ 15,30/1.000m³.

TABELA 3.3.2.5b – Custos médios de O&M na sub-bacia do Médio Jaguaribe

Tipo de Custo	Valor (R\$/1000m ³)
Gestão (COGERH)	8,42
Gerência	1,16
Manutenção	5,72
Total	15,30

3.2.2.6. Sub-Bacia do Baixo Jaguaribe

a) Custo COGERH para toda a bacia do Jaguaribe: R\$ 1.652.046/ano

Como o custo de gestão da COGERH inclui o gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas, temos para a sub-bacia do Baixo Jaguaribe um custo médio de R\$ 4,74/1000 m³, considerando-se uma vazão regularizável com 90% de garantia anual.

b) Custo da Gerência

Considerando a gerência para as duas bacias (Baixo Jaguaribe e Banabuiú), temos para a bacia do Baixo Jaguaribe o custo anual de R\$ 45.600,00. Em termos de custos médios, o resultado para a sub-bacia do Baixo Jaguaribe é de R\$ 0,66/1.000m³.

c) Custo de Manutenção

Fazendo-se novamente analogia com o estudo desenvolvido para a bacia do Curu, e com base nos dados da tabela abaixo, o custo de manutenção encontrado para a sub-bacia do Baixo Jaguaribe é igual a R\$ 14.703*2,296 = R\$ 33.752/ano.

TABELA 3.3.2.6a – Dados Básicos do sistema da sub-bacia do Baixo Jaguaribe

Barragens do Baixo Jaguaribe	Volume (hm ³)	Ln (hm ³) – 1,099	Q ₉₀
Sto. Antônio de Russas	29,79	2,296	12,747
Total	29,79	2,296	12,747

Para se obter o custo médio da manutenção da infra-estrutura, dividiu-se o valor anual previsto, que é de R\$ 114.714, pela vazão regularizável da oferta hídrica superficial na sub-bacia do Baixo Jaguaribe com 90% de garantia anual, o que resultou num custo médio de R\$ 2,65/1000 m³.

d) Custos totais de O&M na sub-bacia do Baixo Jaguaribe

Assim, considerando os itens anteriores referentes aos custos médios de gestão COGERH, gerência da sub-bacia e gastos com manutenção, o custo médio de O&M na sub-bacia do Baixo Jaguaribe corresponde a R\$ 8,05/1.000m³.

TABELA 3.3.2.6b – Custos médios de O&M na sub-bacia do Baixo Jaguaribe

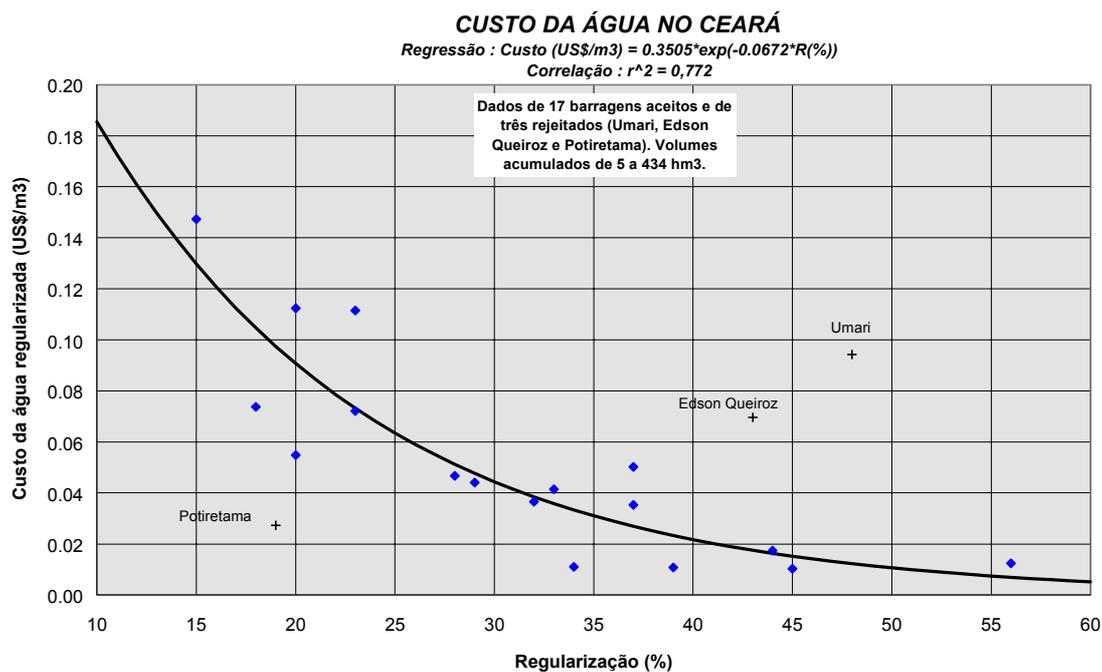
Tipo de Custo	Valor (R\$/1000m ³)
Gestão (COGERH)	4,74
Gerência	0,66
Manutenção	2,65
Total	8,05

3.3.3. Custos de Investimentos

Para obtenção do valor atualizado da infra-estrutura hidráulica construída foram consideradas as seguintes abordagens:

- Valor do investimento inicial obtido a partir das planilhas de quantitativos constantes nos projetos de cada açude, o qual inclui custos de construção, de desapropriação e de projeto, estimado por MOTA (1995);
- Valor atual estimado com base em metodologia desenvolvida por ARAÚJO (1998), com o qual avalia o custo médio de investimento de barragens no Ceará a partir da razão entre a anuidade do investimento (considerando-se despesas com obra, projeto e fiscalização; e recuperação de capital em 50 anos com juros de 8% a.a.) e a vazão regularizável com 90% de garantia anual. Baseando-se em parte nos dados de custos estimados por MOTA (1995), a função exponencial que melhor descreve o custo médio em função do rendimento hidrológico é expressa por: $C\$ = f \cdot 0,3505 \cdot \exp(-0,067 \cdot R(\%))$, onde $C\$$ são os custos de recuperação de capital em US\$/1.000m³, $R(\%)$ o rendimento hidrológico em % e f o fator de correção dado em função da razão " f_k " "volume de acumulação/vazão média afluyente anual". A Figura 3.3.3.1 apresenta o resultado da correlação encontrada que estima o custo médio em função do rendimento hidrológico da barragem;
- A equação de ARAÚJO (1998) tem melhor aplicabilidade para $1 \text{ ano} \leq f_k \leq 3 \text{ anos}$. Para valores que variam bastante desta faixa, admitiu-se que o custo unitário é o valor médio calculado em R\$ 0,059/m³ corrigido pelo fato de correção " f ".

As abordagens propostas para cálculo do custo de investimentos das barragens foram aplicadas nos 38 (trinta e oito) reservatórios com importância estratégica para a gestão das águas superficiais da Bacia do Jaguaribe e que foram estudados neste plano para fins de consolidação da oferta hídrica superficial.



Fonte: ARAÚJO, J.C. de **Aspectos de Gestão e do Uso Econômico dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará**. Relatório Técnico CNPq / COGERH, Fortaleza, novembro, 1997

A seguir, na Tabela 3.3.3.1, é apresentada uma listagem geral dos açudes, por sub-bacia, na área de interesse do estudo.

Tabela 3.3.3.1 – Relação dos Açudes de Interesse para o Gerenciamento da Bacia

SUB-BACIA: SALGADO				
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Lima Campos	Icó	São João	63,65	340,00
R. dos Carneiros	Juazeiro do Norte	Dos Carneiros	37,18	268,00
Prazeres	Barro	Das Cuncas	32,50	141,00
Ingazeiro	Granjeiro	Rosário	11,32	274,00
Quixabinha	Mauriti	Do Boi	32,51	172,00
Atalho II	Jati	Dos Porcos	108,25	2.064,00
Thomas Osterne	Crato	Carás	28,79	234,00
Manoel Balbino	Juazeiro do Norte	Cachoeira	37,18	40,59
Olho d'água	Várzea Alegre	Machado	21,30	73,2
SUB-BACIA: BANABUIÚ				
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Cedro	Quixadá	Sitiá	126,00	213,00
Poço do Barro	Morada Nova	Livramento	52,00	370,00
Pedras Brancas	Banabuiú	Sitiá	434,00	1.787,00
Quixeramobim	Quixeramobim	Quixeramobim	54,00	7140,00
Patu	Senador Pompeu	Patu	71,80	940,00
Arrojado Lisboa	Banabuiú	Banabuiú	1.800,00	12.672,00
Boa Viagem	Boa Viagem	Boa Viagem	47,00	11,00
Cipoda	Morada Nova	Santa Rosa	17,30	342,00
Riacho dos Tanques	Senador Pompeu	Muxuré	12,78	21,00
Nobre	Senador Pompeu	Nobre	22,09	16,00
Riacho Verde	Quixeramobim	Pirabiú	14,67	14,00
Serafim Dias	Mombaça	Banabuiú	43,00	1533,00
São José II	Piquet Carneiro	São Gonçalo	29,15	185,00
Fogareiro	Quixeramobim	Quixeramobim	118,81	5200,00
Trapia II	Pedra Branca	Rch. Cachoeira	18,19	139,00

SUB-BACIA: ALTO JAGUARIBE				
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Trici	Tauá	Trici	16,50	557,00
Trussu	Iguatú	Trussu	263,00	1.495,00
Poço da Pedra	Campos Sales	Conceição	50,00	830,00
Orós	Orós	Orós	1956,30	24.853,00
Várzea do Boi	Tauá	Carrapateira	51,8	1312
Broco	Tauá	Catingueira	17,50	7,8
Favelas	Tauá	Das Favelas	30,1	678,00
Rivaldo de Carvalho	Catarina	Condado	6,42	268,42
Canoas	Assaré	Rch. São Miguel	169,25	643,10
SUB-BACIA: BAIXO JAGUARIBE				
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Santo Antônio de Russas	Russas	Carnaúba	29,70	855,00
SUB-BACIA: MÉDIO JAGUARIBE				
Reservatório	Localização (Município)	Rio ou Riacho Barrado	Capacidade (hm³)	Área da Bacia Hidrográfica (km²)
Riacho do Sangue	Solonópole	Do Sangue	61,42	1.360,00
Ema	Iracema	Bom Sucesso	10,40	100
Joaquim Távora	Jaguaribe	Feiticeiro	23,66	120,00
Canafístula	Iracema	Foice	13,12	53,00

Dessa forma, os custos de investimentos das barragens da bacia do Jaguaribe foram estimados com base nas três metodologias descritas anteriormente e atualizados para o mês de dezembro de 1998. A tabela 3.3.3.2 apresenta o resumo dos custos das barragens da bacia do Jaguaribe de acordo com as metodologias recomendadas.

3.3.4. Resultados e Conclusões Finais

A Tabela 3.3.4.1 descreve os custos médios de recuperação de capital para as barragens da bacia do rio Jaguaribe e os custos médios de operação, manutenção e administração (O&M) do sistema, conforme metodologia apresentada nos itens anteriores.

TABELA 3.3.4.1 – Síntese dos Custos da Infra-Estrutura Hídrica na Bacia do Jaguaribe

Sub-bacia	Investimento (R\$/1000m ³)	O&M (R\$/1000m ³)
Águas Superficiais		
Alto Jaguaribe	80,51	2,42
Médio Jaguaribe	90,19	15,30
Baixo Jaguaribe	40,79	8,05
Salgado	80,95	7,86
Banabuiú	38,62	2,32
Média	57,67	3,10
Águas Subterrâneas	-	
Alto Jaguaribe	-	7,60
Médio Jaguaribe	-	19,58
Baixo Jaguaribe	-	6,61
Salgado	-	1,76
Banabuiú	-	17,49
Média	-	5,07

Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe



VOLUME 5 - Estudos Complementares

Tabela 3.3.3.2 - Custos de Investimento das Barragens na bacia do Rio Jaguaribe

Sub-bacia/Açude	Volume (hm ³)	Q afluente (hm ³ /ano)	Q ₉₀ (hm ³ /ano)	Fator de correção	Custo Unitário, Q90 (R\$/m ³) (*)	Remuneração do capital (**) (R\$ 1,00/ano)	Valor dos Investimentos (R\$ 1,00)	FONTE DOS DADOS
Alto Jaguaribe								
Poço da Pedra	50,00	46,09	7,286	0,92	0,112	814.028	9.958.399	Eq. Araújo, 1997
Trici	16,50	25,39	3,023	-	0,162	490.643	6.002.268	MOTA, 1995
Várzea do Boi	51,82	55,47	8,126	0,89	0,116	945.401	11.565.555	Eq. Araújo, 1997
Favelas	30,10	32,38	4,789	-	0,166	793.746	9.710.276	MOTA, 1995
Rivaldo de Carvalho	6,43	12,34	0,496	0,77	0,205	101.874	1.246.278	Eq. Araújo, 1997
Trussu	263,00	72,62	35,816	1,25	0,016	568.972	6.960.506	Eq. Araújo, 1997
Canoas	69,25	19,31	7,495	1,24	0,032	240.615	2.943.562	Eq. Araújo, 1997
Broco	17,50	4,59	0,761	1,26	0,145	110.532	1.352.197	Eq. Araújo, 1997
Orós	1.956,26	1037,20	224,416	1,06	0,087	19.460.385	238.068.320	Eq. Araújo, 1997
Subtotal			292,208			23.526.196	287.807.361	
Salgado								
Thomas Osterne ¹	28,79	5,64	4,440	1,36	-	-	-	Custo Unitário Médio
Riacho dos Carneiros	37,18	3,15	2,108	-	0,409	862.449	10.550.753	MOTA, 1995
Manoel Balbino ¹	37,14	0,87	0,265	4,51	-	-	-	Custo Unitário Médio
Ingazeiro	11,32	11,57	2,298	0,90	0,083	190.541	2.330.976	Eq. Araújo, 1997
Olho d'Água ¹	21,30	10,65	3,415	1,07	-	-	-	Custo Unitário Médio
Atalho II	108,25	97,78	19,248	0,93	0,087	1.665.699	20.377.299	Eq. Araújo, 1997
Quixabinha ¹	32,51	3,29	1,418	1,60	-	-	-	Custo Unitário Médio
Prazeres ¹	32,50	6,18	3,489	1,37	-	-	-	Custo Unitário Médio
Lima Campos	63,65	24,78	12,192	1,14	0,015	179.165	2.191.818	Eq. Araújo, 1997
Subtotal			48,873			2.897.853	35.450.846	
Médio Jaguaribe								
Joaquim Távora	23,66	16,13	3,600	0,99	0,078	280.028	3.425.721	Eq. Araújo, 1997
Canafstula	13,12	5,91	1,412	1,10	0,078	109.602	1.340.809	Eq. Araújo, 1997
Riacho do Sangue	61,42	77,54	13,043	0,85	0,096	1.258.418	15.394.835	Eq. Araújo, 1997
Ena	10,39	9,65	1,997	0,92	0,080	160.365	1.961.828	Eq. Araújo, 1997
Subtotal			20,052			1.808.413	22.123.193	
Banabuiú								
Serafim Dias	43,00	101,39	8,098	0,73	0,149	1.210.081	14.803.511	Eq. Araújo, 1997
São José	29,15	6,37	1,064	1,32	0,151	160.418	1.962.470	Eq. Araújo, 1997
Riacho Verde ¹	14,67	1,83	0,797	1,52	-	-	-	Custo Unitário Médio
Nobre	22,09	1,68	0,240	1,72	0,231	55.421	677.994	Eq. Araújo, 1997
Riacho dos Tanques	12,78	2,99	0,940	1,30	0,055	51.761	633.212	Eq. Araújo, 1997
Trapiá II	18,19	14,44	4,612	-	0,032	148.602	1.817.917	MOTA, 1995
Pedras Brancas	434,05	158,50	59,836	-	0,018	1.049.464	12.838.606	MOTA, 1995
Patu	71,83	73,42	21,166	-	0,066	1.394.707	17.062.130	MOTA, 1995
Boa Viagem	47,00	28,88	4,871	1,02	0,115	560.946	6.862.327	Eq. Araújo, 1997
Fogareiro ¹	118,82	267,85	41,273	0,74	-	-	-	Custo Unitário Médio
Quixeramobim ¹	54,00	339,83	29,284	0,57	-	-	-	Custo Unitário Médio
Banabuiú	1.800,00	639,98	235,817	1,17	0,034	8.130.851	99.468.642	Eq. Araújo, 1997
Cedro	126,00	25,84	11,046	1,34	0,027	293.979	3.596.388	Eq. Araújo, 1997
Cipoada	17,25	32,25	4,614	-	0,092	422.236	5.165.423	MOTA, 1995
Poço do Barro	52,00	29,57	9,517	1,04	0,042	399.170	4.883.237	Eq. Araújo, 1997
Subtotal			433,175			13.877.637	169.771.856	
Baixo Jaguaribe								
Sto. Antônio de Russas	29,79	92,32	12,747	0,68	0,041	520.003	6.361.446	Custo Unitário Médio
Subtotal			12,747			520.003	6.361.446	
TOTAL GERAL			807,055		3,019	42.630.102	521.514.702	

(*) Valores estimados para dezembro de 1998, cujo valor do dólar americano era igual a R\$ 1,204.

(**) Considerando uma taxa de desconto de 8% a.a. e uma vida útil dos investimentos de 50 anos.

(***) Valor médio do custo unitário/Q90 (Mota, Araújo) R\$/m³= 0,0590

Analisando o resultado para cada sub-bacia, note-se uma maior discrepância nos custos médios de operação, manutenção e administração (O&M) que em relação aos valores do custo médio de recuperação do capital, variando de R\$ 2,32/1000m³ para a sub-bacia do Banabuiú até R\$ 15,30/1000m³ para a sub-bacia do Médio Jaguaribe.

O custo médio de O&M para a bacia do Jaguaribe de R\$ 3,10/1000m³, avaliado com base no volume de água **regularizável**, quando comparado aos valores obtidos em relatório anterior²⁷, sendo estes estimados com base no volume de água **outorgável**²⁸, apresenta-se um pouco abaixo do valor obtido para a média das bacias interioranas (US\$ 5,29/1000 m³)²⁹, porém bem inferior aos valores encontrados para as bacias metropolitanas (US\$ 12,50/1000m³) e para o Canal do Trabalhador (US\$ 15,16/1000m³). Ressalte-se, entretanto, que a avaliação feita no presente estudo referente ao custo médio de O&M para a bacia do Jaguaribe (R\$ 3,10/1000m³) encontra-se dentro do intervalo da tarifa média inicial a ser cobrada para a irrigação no Estado proposto em relatório anterior³⁰, a qual deveria estar entre R\$ 2,00 e R\$ 4,00/1000m³.

Os resultados finais da avaliação do custo d'água na bacia do Jaguaribe sintetizados na Tabela 3.3.4.1 apresentam ainda o custo médio de O&M associado a oferta hídrica subterrânea. Observe-se que o valor médio para toda a bacia é de R\$ 5,07/1000m³ e, como se poderia prever, haja vista tratar-se da maior bacia hidrogeológica cearense³¹, apresenta-se com um valor mais reduzido na sub-bacia do Salgado (R\$ 1,76/1000m³). Em conseqüência, dados os menores recursos de água exploráveis da sub-bacia do Médio Jaguaribe, reflete-se no mais alto valor do custo médio de O&M associado a oferta hídrica subterrânea do vale, estimado em R\$ 19,58/1000m³.

Ainda com relação aos valores encontrados, verifica-se que o custo de recuperação do capital, considerando uma vida útil de 50 anos e uma taxa de juros de 8% ao ano, para as barragens do Jaguaribe é de R\$ 57,67/1000 m³, valor este bem acima do encontrado para as barragens da bacia do Curu³² (R\$ 33,60/1000 m³, a preços de dezembro de 1998). Analisando os valores, porém, por sub-bacia, observa-se que estes apresentam-se com variações que vão desde R\$ 38,62/1000 m³ para a sub-bacia do Banabuiú até R\$ 90,19/1000 m³ para a sub-bacia do Médio Jaguaribe.

²⁷ SOUZA, M., ARAÚJO, J.C. de e BRYANT, M.J., *idem* – Relatório Técnico, SRH, outubro/1998.

²⁸ O volume outorgável é igual ao volume regularizável menos perdas em trânsito e usos insignificantes.

²⁹ Ressalte-se que para a conversão dos valores foi utilizado na época R\$ 1,00 igual a US\$ 1,05 (Outubro/98).

³⁰ SOUZA, *idem*, SRH, outubro/1998.

³¹ COGERH/EngSoft, *Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe*, Relatório Final do Diagnóstico RF – 1, Tomo I – Estudos de Base de Hidrologia – Oferta Hídrica, abril/99.

³² LANNA, A.E., *Estudos para Cobrança pelo Uso de Água Bruta no Estado do Ceará – Simulação Tarifária para a Bacia do Rio Curu*. Relatório n. 2. COGERH, Fortaleza, dezembro, 1994.

Por fim, é importante salientar que o produto deste estudo corresponde a uma primeira estimativa dos valores médios de custos de O&M e parcela dos investimentos realizados da água bruta na bacia do Jaguaribe associados à vazão regularizável com 90% de garantia anual. Desta forma, o estudo em apreço fornece subsídios importantes para a implementação de uma política tarifária na bacia do Jaguaribe, permitindo a COGERH o estabelecimento de tarifas que reduzam em parte os custos associados à oferta de água. Neste sentido, somente com uma melhor revisão dos valores de custos e volumes, considerando principalmente as perdas em trânsito e volumes para fins sociais, bem como a realização de um estudo detalhado da capacidade de pagamento de cada usuário e operacionalização das discussões nos comitês de bacias, será possível no futuro definir uma política satisfatória de tarifação no qual permita a cobrança não somente dos usos consuntivos (domésticos, industriais e agrícolas), mas também dos demais usuários (lançamento de efluentes, geração de energia elétrica, pesca, lazer, navegação).

SUMÁRIO

DIAGNÓSTICO

VOLUME - 1 ESTUDOS DE BASE DE HIDROLOGIA

TOMO I - Atualização e Análise de Dados Hidrometeorológicos

Capítulo 1 – Atualização de Dados Hidrometeorológicos

Capítulo 2 – Análise de Consistência de Dados Pluviométricos e Fluviométricos

TOMO II - Estudos de Oferta Hídrica

Capítulo 1 – Estudos de Oferta Hídrica Superficial

Capítulo 2 – Estudos de Oferta Hídrica Subterrânea

TOMO III - Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem

Capítulo 1 – Estudo do Impacto Cumulativo da Pequena Açudagem

VOLUME - 2 ESTUDOS DE DEMANDA

Capítulo 1 – Introdução

Capítulo 2 – Demanda Hídrica para Abastecimento Humano

Capítulo 3 – Demanda Hídrica para Abastecimento Industrial

Capítulo 4 – Demanda Hídrica para Irrigação

Capítulo 5 – Demanda Hídrica Agregada

VOLUME – 3 ESTUDOS DE BALANÇO OFERTA x DEMANDA

Capítulo 1 – Consolidação da Oferta Hídrica na Bacia

Capítulo 2 – Consolidação da Demanda Hídrica na Bacia

Capítulo 3 – Balanço Oferta x Demanda

VOLUME – 4 ESTUDOS AMBIENTAIS

Capítulo 1 – Análise de Estudos de Impacto Ambiental

Capítulo 2 – Análise do Uso e Ocupação do Solo na Bacia

Capítulo 3 – Análise da Situação das Matas Ciliares

Capítulo 4 – Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais

Capítulo 5 – Avaliação da Qualidade das Águas Subterrâneas

VOLUME – 5 ESTUDOS COMPLEMENTARES

Capítulo 1 – Resenha de Estudos Anteriores

Capítulo 2 – Metodologia de Avaliação do Custo da Água

Capítulo 3 – Avaliação do Custo pelo Uso da Água Bruta na Bacia do Jaguaribe

VOLUME - 6 ANEXOS

PLANEJAMENTO

VOLUME 1 - PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- Capítulo 1 – Elaboração das Projeções de Demanda
- Capítulo 2 – Consolidação da Oferta Hídrica na Bacia
- Capítulo 3 – Balanço Oferta x Demanda

VOLUME 2 - ESTUDOS AMBIENTAIS

- Capítulo 1 – Medidas de Proteção de Mananciais
- Capítulo 2 – Avaliação das Possibilidades de Reuso das Águas

VOLUME 3 - ESTUDOS COMPLEMENTARES

- Capítulo 1 – Avaliação do Grau de Saturação da Açudagem na Bacia
 - Capítulo 2 – Estudo de Cheias no Vale do Jaguaribe
 - Capítulo 3 – Medidas de Gestão da Demanda
-

PROGRAMAS DE AÇÕES

VOLUME 1 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

- Capítulo 1 – Considerações Iniciais
- Capítulo 2 – Síntese dos Estudos Ambientais
- Capítulo 3 – Propostas de Conservação Ambiental
- Capítulo 4 – Aspectos Legais e Institucionais
- Capítulo 5 – Programas a Serem Desenvolvidos

VOLUME 2 – PROGRAMA DE ABASTECIMENTO DOS NÚCLEOS URBANOS

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Programação de Investimentos
- Capítulo 3 – Estimativa de Custo por Adutora

VOLUME 3 – PROGRAMA DE MONITORAMENTO

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Bases Conceituais do Monitoramento Proposto
- Capítulo 3 – Tratamento da Informação, Equipes, Recursos Materiais e Financeiros para o Monitoramento das Águas da Bacia
- Capítulo 4 – Programa de Monitoramento Quantitativo das Águas da Bacia
- Capítulo 5 – Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas da Bacia

VOLUME 4 – PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DA ÁGUA

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Programa de Cobrança
- Capítulo 3 – Sub-Programa de Hidrometração

VOLUME 5 – PROGRAMA DE ESTUDOS E PROJETOS

- Capítulo 1 – Introdução
- Capítulo 2 – Estudos Ambientais
- Capítulo 3 – Recursos Para o Monitoramento das Águas da Bacia
- Capítulo 4 – Estudos e Projetos Específicos

VOLUME 6 – ANEXO : EIXO DE INTEGRAÇÃO JAGUARIBE - ICAPUÍ

