ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Banco Mundial

PROÁGUA
NACIONAL

Secretaria dos
Recursos Hídricos - SRH
Governo do Estado do Ceará

COGERH
Companhia de Gestão
dos Recursos Hídricos

COMITÊ DE BACIA
HIDROGRÁFICA DO COREAÚ
GESTÃO DAS ÁGUAS
Cuidando da Natureza

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ

Fase 3: Programas

Relatório Final

Edição Definitiva

Novembro de 2010

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Governador: Cid Ferreira Gomes

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
Secretário: Cesar Augusto Pinheiro

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
Presidente: Francisco José Coelho Teixeira

Diretoria de Planejamento
João Lúcio Farias de Oliveira

Diretoria Administrativa Financeira
Paulo Henrique Studart Pinho

Diretoria Operações
José Ricardo Dias Adeodato

Este Projeto foi financiado pela Agência Nacional de Águas/ PROÁGUA Nacional

Coordenador dos Projetos Especiais/ PROÁGUA Nacional
Hugo Estênio Rodrigues Bezerra

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ

FASE 3: PROGRAMAS

Relatório Final - Edição Definitiva (RFED)

Novembro/2010

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Planejamento consiste no processo de preparação de um conjunto de decisões, a serem tomadas, posteriormente, para que determinados objetivos possam ser atingidos. Nessa visão, o planejamento é a busca do melhor caminho para se atingir os objetivos. Um plano, por sua vez, é o documento que materializa, em textos, o planejamento, e viabiliza sua concretização em termos de ações.

Em consonância com as transformações ocorridas na sociedade brasileira nos últimos trinta anos, o planejamento na área de recursos hídricos modificou-se, não seguindo mais o modelo de planejamento racional clássico. O modelo de planejamento brasileiro adotado, principalmente após a Lei 9.433/97 é o modelo de planejamento político. O Plano, no contexto da Lei, é um espaço de reflexão com vistas à identificação de conflitos potenciais ou existentes.

Com esta nova visão, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH elaborou o **Plano de Gerenciamento de Águas da Bacia do Coreaú,** com a inserção dos usuários em todo o processo, da formulação do Termo de Referência à elaboração e à aprovação do Plano.

Na fase de elaboração do Termo de Referência, a COGERH realizou um seminário bacia, com duração de 1,5 dias, com a participação dos membros titulares e suplentes do Comitê de Bacia Hidrográfica do Coreaú – CBH - Coreaú, além de demais usuários de cada bacia. Essa estratégia teve por objetivo inserir no Plano as percepções dos usuários dos problemas locais e de suas soluções, além de fazer com que os mesmos se sentissem comprometidos com o Plano. Destes eventos foram extraídos os principais problemas e demandas dos comitês, os quais foram organizados em quatro eixos temáticos, a saber: 1) Balanço Hídrico, 2) Aspectos Institucionais, 3) Interferências com o Meio Ambiente e 4) Identificação de Conflitos. As questões levantadas pelos CBHs foram incluídas no Termo de Referência e analisadas em todo o processo de construção do plano, a fim torná-lo realmente participativo.

Na fase de elaboração do Plano, cada um dos relatórios foi apresentado e debatido com a equipe de fiscalização e a câmara técnica do CBH e, a cada relatório de fase, era apresentado ao comitê de bacia. Importantes contribuições foram geradas nestes encontros e incorporadas ao texto.

Mas engana-se quem pensa que o modelo de planejamento político prescinde de uma sólida e rica base técnica. Os consensos só têm chance de alcançar bons resultados se a sólida base técnica não existir. A qualidade de uma decisão em uma sociedade complexa como a de hoje é diretamente proporcional a qualidade da base informacional e de conhecimento disponível. Em assim sendo, a construção deste Plano teve duas dimensões: dimensão da política participativa, que inseriu a visão e os anseios dos usuários na construção do sistema de gerenciamento de águas e a dimensão técnica, que produziu levantamentos e análises dos fundamentos técnicos relacionados aos aspectos hídricos e ambientais.

O Plano apresenta o Estudo em três fases, caracterizadas por: a) Estudos Básicos e Diagnóstico, contendo os estudos de base de hidrologia, os estudos de demanda, o balanço entre a oferta e a demanda, os estudos ambientais e análise de indicadores, entre outros; b) Planejamento, que aborda a projeção da oferta e da demanda, medidas não estruturais que melhorem a eficiência do sistema, avaliação do grau de saturação da bacia e concepção de um modelo de operação de reservatórios, entre outros. Nestas duas Fases, as demandas do CBH foram organizadas em um modelo matricial inovador, onde os problemas da bacia, na percepção do CBH, foram organizados e classificados e elencadas as ações para resolvê-los. E por fim, c) Programas de Ação, que descrevem os programas necessários para resolver ou minorar os problemas identificados pelo CBH, abordados nas Fases anteriores.

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 Bacia do Coreaú, objeto de intensas discussões com os usuários da água da Bacia do Coreaú, e que representa um marco no planejamento participativo dos recursos hídricos do Estado do Ceará, buscando apresentar soluções para os anseios e as demandas da Bacia.

Francisco José Coelho Teixeira
Presidente da COGERH

EQUIPE DE ELABORAÇÃO

IBI ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA

Coordenador Geral:
Engº Civil Hypérides Pereira de Macedo
M.Sc. Hidráulica e Recursos Hídricos, USP/UFC.

Coordenadora Auxiliar:
Engª Agrônoma Maria Vilalba Alves de Macedo
Engenheira Agrônoma, UFC.

Equipe Técnica:

Eng º Civil Iuri José Alves de Macedo
Engenheiro Civil, UFC

Eng ª Civil Raquel de Azevedo Espíndola
Engenheira Civil, UNIFOR

Eng ª Civil Andrea Pereira Cysne
Doutoranda em Recursos Hídricos, UFC

Eng º Civil Alan Michell Barros Alexandre
Doutorando em Recursos Hídricos, UFC

Eng ª Civil Erika da Justa
Doutoranda em Recursos Hídricos, UFC

EngºCivil Marcelo Brauner dos Santos
M.Sc. Recursos Hídricos, UFC

Arquiteto e Urbanista Levi Teixeira Pinheiro

Economista Francisco Wellington Ribeiro
M.Sc. em Desenv. e Meio Ambiente - UFC

Bel. Computação Fábio Carlos Sousa Dias
M.Sc. Ciência da Computação - UFC

ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA COGERH

Coordenador:

- João Lúcio Farias de Oliveira, Analista de Gestão de Recursos Hídricos da COGERH

Membros:

- Nelson Neiva de Figueiredo, Analista de Gestão de Recursos Hídricos da COGERH
- Ubirajara Patrício Alvares da Silva, Analista de Gestão de Recursos Hídricos da COGERH
- Adahil Pereira de Sena, Analista de Gestão de Recursos Hídricos da COGERH
- Virgilio César Aires de Freitas, Analista de Gestão de Recursos Hídricos da COGERH

EQUIPE DE APOIO TÉCNICO DA COGERH:

Sede - Fortaleza

- Gianni Peixoto Bezerra Lima, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- Walt Disney Paulino, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- Fernanda Azevedo Benevides, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- João Silvio Dantas de Morais, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- Paulo Miranda Pereira, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos

Gerência Metropolitanas - Fortaleza

- Berthyer Peixoto Lima, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- Márcia Soares Caldas, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos

Gerência do Litoral e Curu - Pentecoste

- Marcílio Caetano de Oliveira, Tecnólogo em Gestão dos Recursos Hídricos
- Celineide Nascimento Pinheiro, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- Manoel Reginaldo da Silva, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos

Gerência do Acaraú e Coreaú - Sobral

- Vicente Lopes Frota, Engenheiro Civil
- José de Arimatéia Paiva, Analista em Gestão dos Recursos Hídricos
- Manuel Bartolomeu Gomes de Almeida, Administrador
- Adriana Kamylle Prado Pereira, Tecnóloga em Gestão dos Recursos Hídricos

MEMBROS DA CÂMARA TÉCNICA DE INSTRUMENTOS DE GESTÃO DO CBH-COREAÚ

- Benedito Francisco Moreira Lourenço - FCIS
- Carlos Ramalho – EMBRAPA/SOBRAL
- Fábio – Defesa Civil
- Fernando Cela Pinto - IBAMA
- Francisco Genaro dos Santos - SITIGRAN
- Francisco Leonardo Tavares Soares – Pref. Viçosa do Ceará
- Francisco Sergio Carneiro Fontenele – Pref. Viçosa do Ceará
- Geraldo Gurgel Junior – DNOCS
- Gescilene dos S. Barbosa - FCIS
- Jean Leite Tavares – IFCE/SOBRAL
- João Evangelista Vieira – IBAMA
- Joaquim Ferreira dos Reis - DNOCS
- José Arnaldo Barbosa da Silva – Defesa Civil
- José Falcão Sobrinho – UVA
- Leuda de Barros de Oliveira - SITIGRAN
- Lúcia Sousa Melo Freitas - EMATERCE
- Marcos Antônio Monteiro Freitas – EMATERCE
- Maria Vânisse Borges de Matos - SEMACE
- Prof. Licurgo – UVA
- Rosemeire Felício Nogueira – SEMACE
- Saulo – FUNCEME
- Vicente de Paulo Miranda Leitão – IFCE/SOBRAL

MEMBROS COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO COREAÚ:

INSTITUIÇÃO	SETOR	TITULAR /SUPLENTE
Secretaria Recursos Hídricos	PPE	Daniel Sanford Moreira Maria Eliane Sampaio Cortez
Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATERCE	PPE	Lúcia Sousa Melo Freitas Marcos Antônio Monteiro Freitas
SEMACE	PPE	Rosemeire Felício Nogueira Mª. Vânisse Borges de Matos
IBAMA	PPF	
DNOCS	PPF	Joaquim Ferreira dos Reis Geraldo Gurgel Junior
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO	PPF	Francisco Humberto Sousa Bezerra
Prefeitura Municipal de Camocim	PPM	Fco. José Barroso Carneiro Afrânio Queiroz de Oliveira
Prefeitura Municipal de Frecheirinha	PPM	Eudes Almeida Lima Francisco das Chagas Costa
Prefeitura Municipal de Viçosa do Ceará	PPM	Fco. Sérgio Carneiro Fontenele Fco Leonardo Tavares Soares
Prefeitura Municipal de Cruz	PPM	José Oliveira de Vasconcelos Maria José de Farias
Prefeitura Municipal de Barroquinha	PPM	Edmundo Alves da S. Filho Reginaldo da Silva Mota
Câmara Municipal de Ibiapina	PPM	Maria do Rosário Melo Fernando José Melo de Carvalho
Associação de Mor. De São Bernardo e Desterro	Sociedade Civil	Anastácio Felismino Sales Antônio Pereira da Costa
SITIGRAN – Sindicato dos Trabalhadores na Industria da Construção Civil de Granja	Sociedade Civil	Francisco Genaro dos Santos Leuda de Barros de Oliveira
ADECUBA- Ass. De Des. Com. De Ubaúna	Sociedade Civil	Francisco Benício da Silva Antônia do Carmo Aguiar

INSTITUIÇÃO	SETOR	TITULAR /SUPLENTE
FAEC – Federação da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará	Sociedade Civil	José Pinto de Albuquerque Alexandre Magnum L Pontes
Universidade Federal do Ceará – Campus de Sobral	Sociedade Civil	Nilena Brito Maciel Fernando Daniel O. Mayorga
Fundação Centro de Ecologia e Integração Social – FUNDAÇÃO CIS	Sociedade Civil	Benedito Fco. Moreira Lourenço Gescilene dos S. Barbosa
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Mucambo	Sociedade Civil	Francisco Inácio de Brito Rita Fernandes de Oliveira
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Tianguá	Sociedade Civil	Antônio Pinheiro do Nascimento Maria do Socorro D. Melo
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Acaraú	Sociedade Civil	João Jaime de Farias Antônio Carlos do Nascimento
Associação Comunitária 12 de outubro	Usuário	Erismar Ribeiro de Freitas Atº Marcilon da Ponte Ferreira
Colônia de Pescadores Z-24 de Chaval	Usuário	Francisco Ermínio Sobrinho Claudiana Fernandes da Silva
Colônia dos Pescadores Z-45 de Granja	Usuário	José Ribamar Pereira de Oliveira Antônio Pereira Viana
Associação Comunitária São Francisco de Paracuá	Usuário	João Paulo Ferreira José Alves de Lima
Associação dos Produtores de Cachaça de Alambique do Ceará- APCAC	Usuário	Jachson Nogueira de Sousa Jorge Maurício M. Nogueira
Associação dos Produtores Orgânicos do Vale do Lambedouro - APOVAL	Usuário	Gustavo Nogueira de Sousa Luzia Ferreira de Lima
Associação Comunitária Santa Helena do Sítio Ingá	Usuário	Ernandes Sabino de Assis Francisca Maria da Silva
Associação Comunitária da Barra	Usuário	Luis Cardoso da Silva Luciano Silva de Sousa
CAGECE	Usuário	Silvestre Gomes Coelho Neto Maria Socorro dos Santos Sousa

CONTEÚDO DO VOLUME

CONTEÚDO DO VOLUME

O presente documento consiste na **EDIÇÃO DEFINITIVA DO RELATÓRIO FINAL (RFED) DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ**, elaborado pela **IBI ENGENHARIA CONSULTIVA S/S**, consoante a Solicitação de Propostas SDP-SBQC Nº 01/CEL04/PROÁGUA NACIONAL/COGERH/CE, que resultou no CONTRATO 029/2009/COGERH, no âmbito do Acordo de Empréstimo 7420-BR.

Este Volume, denominado **FASE 3 - PLANEJAMENTO,** engloba os **BLOCOS I (PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS)** e **II (ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ).**

Neste Volume, inverte-se a ordem dos **BLOCOS I** e **II**, trazidas nos volumes anteriores, por questões didáticas. Apresenta-se, inicialmente, o modelo matricial originado das tarjetas, cada capítulo correspondendo a um eixo temático - Conflitos, Barreiras Institucionais, Vulnerabilidades Ambientais e Oferta de Água. Nestas matrizes são apontados os programa e ações necessários ao atendimento de cada demanda do CBH. No Capítulo 5 são descritos os Programas criados para o atendimento das demandas do CBH, alguns deles já apontados pelo TDR.

Assim sendo, no **Capítulo 1 – Identificação de Programas para Mediação dos Conflitos Apontados pelo CBH,** são elencados os programas e ações que visam à moderação dos conflitos quanto ao uso da água e de gestão apontados pelo CBH. No **Capítulo 2 – Identificação de Programas para Solucionar as Principais Barreiras Institucionais,** são apresentados os programas e ações para melhoria da articulação e participação nas políticas de água, visando solucionar as barreiras institucionais descritas nos Seminários pelos membros do CBH. No **Capítulo 3 – Identificação de Programas de Ações Voltadas para Minorar as Vulnerabilidades Ambientais**, são apresentados os programas e ações para melhoria da qualidade da água, dentre outras, apontadas pelo CBH. No **Capítulo 4 – Identificação de Programas de Ações Voltadas para a Melhoria da Oferta de Água** são elencados os programas e ações para abastecimento de água nas localidades apontadas pelo CBH, seja por cisternas, poços, carro-pipa, adutoras ou novos reservatórios.

No **Capítulo 5 - Programas de Ações**, são descritos os programas de ações a serem implementados para que o planejamento - que visa o atendimento de todas as demandas apontadas pelo CBH - seja executado, quais sejam: Programa da Gestão da Demanda de Água, Programa de Moderação de Conflitos, Programa de Fortalecimento institucional da Gestão dos Recursos Hídricos, Programa de Águas Subterrâneas, Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais, Modelo de Gestão de Estoque de Água nos Reservatórios, Programa de Incremento da Oferta Hídrica, Programa de Avaliação do Custo da Água, Estabelecimento de um Suporte a Decisão, Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais, Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios, Programa de Formação de uma Base de Dados das Bacias e Programa de Cadastro de Usuários.

E, finalmente, no **Capítulo 6 - Metodologia de Planejamento Participativo,** está descrita, em detalhes, a metodologia de planejamento participativo criada pela COGERH para este Plano, calendário de reuniões e principais avanços em busca da inserção do usuário no processo de planejamento.

Já estão incorporadas ao documento as observações levantadas ao longo de todo o processo de apresentação e discussão do Plano com a equipe de fiscalização da COGERH e com a Câmara Técnica do CBH. Ou seja, textos foram acrescentados ou corrigidos, capítulos foram fundidos ou trocados de ordem (ou ainda de denominação), tudo isso no intuito de tornar o Plano realmente participativo e o seu texto, mais claro e completo.

Estrutura Original dos Relatórios:

Conforme especificado nos Termos de Referência (TDR), a **ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ** foi estruturada na apresentação dos seguintes relatórios:

1. Relatórios Técnicos da Fase 1 - Estudos Básicos e Diagnóstico: Esta Fase engloba os seguintes Relatórios Técnicos Preliminares:

> **1.1. Relatório de Tarefas RT1:** Este relatório engloba as Tarefas 1.1 a 1.6 do TDR. Primeiramente faz um levantamento dos estudos anteriores, nas áreas de recursos hídricos e meio ambiente, em âmbito regional, estadual e local; faz a caracterização da bacia (física, hidroclimatológica e sócio-econômica), avalia seus aqüíferos; apresenta a evolução cronológica da oferta e demanda d'água na bacia; avalia e apresenta metodologia para o estudo do impacto da pequena açudagem na bacia e, por fim, faz o monitoramento analítico dos reservatórios da bacia.
>
> **1.2. Relatório de Tarefas RT2:** Este relatório engloba as Tarefas 1.7 a 1.12 do TDR. Primeiramente faz a avaliação das lagoas litorâneas, depois elabora o balanço oferta x demanda hídrica na bacia. Faz o diagnóstico das enchentes, avalia as condições ambientais da bacia, analisa o modelo institucional e o funcionamento do arcabouço institucional na área de recursos hídricos da bacia.
>
> **1.3. Relatório de Tarefas RT3:** Este relatório constitui-se em uma única tarefa, a 1.13, que faz o levantamento de indicadores ambientais, de gestão de recursos hídricos e calcula o índice de pobreza da água na bacia.
>
> **1.4. Relatório de Tarefas RT4:** Este relatório se refere ao BLOCO II (ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ) da Fase 1 do Plano e engloba as Tarefas 1.14 a 1.17. Faz a apresentação e análise das demandas do CBH, quando da elaboração do TDR, nos quatro eixos temáticos – conflitos, vulnerabilidades ambientais, modelo institucional e balanço hídrico.
>
> **1.5. Relatório da Fase 1 – RF1:** Este relatório sintetiza os estudos que permitiram elaborar o diagnóstico e apresentar os resultados dos estudos realizados. Os relatórios de tarefas RT1 a RT4 são consolidados em um texto único. Descreve ainda o processo de construção do Plano, a metodologia de planejamento participativo criada pela COGERH, a agenda de trabalho, principais avanços em busca da inserção do usuário no processo de planejamento.

2. Relatórios Técnicos da Fase 2 - Planejamento: Esta Fase engloba os seguintes Relatórios Técnicos Preliminares:

2.1. Relatório de Tarefas RT5: Este relatório engloba as Tarefas 2.1 a 2.4 do TDR. Elabora projeções da oferta e da demanda, efetua o balanço entre as duas e propõe procedimentos para outorga

2.2. Relatório de Tarefas RT6: Este relatório engloba as Tarefas 2.5 a 2.8 do TDR. Faz proposição de medidas não estruturais que melhorem a eficiência do sistema, avalia o grau de saturação em açudes da bacia, formula metas para indicadores e índices levantados em tarefas anteriores e faz a concepção de um Modelo de Operação dos Reservatórios

2.3. Relatório de Tarefas RT7: Este relatório se refere ao BLOCO II (ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ) da Fase 2 do Plano e engloba as Tarefas 2.9 a 2.12 do TDR. Apresenta as ações para solucionar os problemas levantados pelo CBH, quando da elaboração do TDR, nos quatro eixos temáticos – conflitos, vulnerabilidades ambientais, modelo institucional e balanço hídrico.

2.4. Relatório da Fase 2 – RF2: O relatório de conclusão da Fase 2 deverá discorrer sobre as ações estruturais e não estruturais propostas. Deverão ser consolidados os relatórios das tarefas RT5 a RT7.

3. Relatórios Técnicos da Fase 3 – Execução do Planejamento: Esta Fase engloba os seguintes Relatórios Técnicos Preliminares:

3.1. Relatório de Tarefas RT8: Este relatório engloba as Tarefas 3.1 a 3.8 do TDR. Elabora um modelo de gestão dos estoques de água na bacia; propõe um programa de incremento de oferta hídrica; faz a avaliação do custo da água; discorre sobre um sistema de apoio a decisão e descreve os seguintes programas: Programa de proteção ambiental dos mananciais, Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios, Programa de Formação de uma Base dos Dados das Bacias e Programa de Cadastro de Usuários

3.2. Relatório de Tarefas RT9: Este relatório se refere ao BLOCO II (ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ) da Fase 3 do Plano. É formado pelas tarefas 3.9 a 3.12. Descreve os seguintes programas: Programa com vistas à mediação dos conflitos identificados pelos CBHs, Programa com vistas a minorar as vulnerabilidades ambientais identificadas pelos CBHs, Programa com vistas a solucionar as principais barreiras institucionais, na percepção dos CBHs, para a gestão integrada dos recursos hídricos e Programa de melhoria da oferta de água na visão dos CBH.

3.3. Relatório da Fase 3 – RF3: O relatório de conclusão da Fase 3 discorre sobre os programas de ações a serem implementados para que o planejamento seja executado. Deverão ser consolidados os relatórios das tarefas RT8 e RT9. As avaliações em termos de viabilidade técnica, política e financeira deverão constar no texto.

4. Edição Preliminar do Relatório Final (RFEP) – Este relatório consolida as três fases dos estudos, incluindo as alterações aos relatórios das fases anteriores, sugeridas pela fiscalização.

5. Edição Preliminar do Caderno Síntese (CSEP) – Esse relatório sintetiza o Relatório Final e será levado a público para dar publicidade aos Planos de Gerenciamento das Águas e para que as ações propostas sirvam de orientação aos órgãos públicos municipais, estaduais e federais, aos CBHs e a toda a sociedade. O documento deverá ter no mínimo 100 páginas, incluindo ilustrações e quadros, nos moldes do documento "Nova Políticas das Águas".

6. Relatório Final – edição definitiva (RFED) – Após a incorporação das correções à edição preliminar, a CONSULTORA se obrigará a entregar a versão definitiva do relatório final.

7. Caderno Síntese – edição definitiva (CSED) – Após a incorporação das correções à edição preliminar, a CONSULTORA se obrigará a entregar a versão definitiva da síntese executiva.

SUMÁRIO

FASE 3 – PLANEJAMENTO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **IV**

CONTEÚDO DO VOLUME **X**

INTRODUÇÃO **24**

1. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA MEDIAÇÃO DOS CONFLITOS APONTADOS PELO CBH **28**

2. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA SOLUCIONAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS INSTITUCIONAIS NA PERCEPÇÃO DO CBH **36**

3. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS COM VISTAS A MINORAR AS VULNERABILIDADES AMBIENTAIS APONTADAS PELO CBH **40**

4. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA NA VISÃO DO CBH **44**

5. PROGRAMAS DE AÇÕES **48**

5.1. Programa da Gestão da Demanda de Água 48

5.1.1. Descrição do programa 49

5.1.2. Objetivos do Programa 49

5.1.3. Instituições envolvidas 49

5.1.4. Ações Previstas 49

5.1.5. Fontes de Recursos 50

5.1.6. Estimativas de Recursos 50

5.1.7. Matriz do Programa da Gestão da Demanda de Água da Bacia do Coreaú 50

5.1.8. Aspectos Gerais 51

5.2. Programa de Moderação de Conflitos 51

5.2.1. Descrição do programa 51

5.2.2. Objetivos do Programa 52

5.2.3. Instituições envolvidas 52

5.2.4. Ações Previstas 52

5.2.5. Fontes de Recursos 53

5.2.6. Estimativas de Recursos 53

5.2.7. Matriz do Programa de Moderação de Conflitos 53

5.2.8. Aspectos Gerais 54

5.3. Programa de Fortalecimento Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos 54

5.3.1. Descrição do Programa 55

5.3.2. Objetivos do Programa 56

5.3.3. Subprograma de Fortalecimento do SIGERH 56

5.3.4. Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas 60

5.3.5. Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos 63

5.4. Programa de Águas Subterrâneas 65
5.4.1. Descrição do programa 65
5.4.2. Objetivos do Programa 66
5.4.3. Instituições envolvidas 66
5.4.4. Ações Previstas 66
5.4.5. Fontes de Recursos 67
5.4.6. Estimativas de Recursos 67
5.4.7. Matriz do Programa de Águas Subterrâneas da Bacia do Coreaú 67
5.4.8. Aspectos Gerais 68
5.5. Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais da Bacia do Coreaú 69
5.5.1. Descrição do programa 69
5.5.2. Objetivos do Programa 69
5.5.3. Instituições envolvidas 69
5.5.4. Ações Previstas 70
5.5.5. Fontes de Recursos 70
5.5.6. Estimativas de Recursos 70
5.5.7. Matriz do Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia do Coreaú 70
5.5.8. Aspectos Gerais 71
5.5.9. Situação dos reservatórios 72
5.5.10. Aspectos do Monitoramento 72
5.6. Modelo de Gestão dos Estoques de Água nos Reservatórios 73
5.6.1. Descrição do Programa 73
5.6.2. Objetivos do Programa 73
5.6.3. Instituições Envolvidas 74
5.6.4. Ações Previstas 74
5.6.5. Fontes de Recursos 75
5.6.6. Estimativas de Recursos 76
5.6.7. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água 76
5.6.8. Aspectos da Gestão dos Estoques de Água 79
5.6.9. Tomada de Decisão sob Análise de Sistemas em Recursos Hídricos: Modelo de Operação de Estoques de Água 80
5.6.10. A Incerteza na Oferta e Alocação Intertemporal 81
5.6.11. Operação de Reservatórios 83
5.6.12. Regra de operação atual 88
5.6.13. Modelo de Gestão de Estoques de água 90
5.7. Programa de Incremento da Oferta Hídrica 94
5.7.1. Considerações Gerais 94
5.7.2. Descrição do Programa 94
5.7.3. Objetivo do Programa 95
5.7.4. Instituições Envolvidas 96

5.7.5. Ações Previstas 96
5.7.6. Fontes de Recursos 96
5.7.7. Estimativas de Recursos 96
5.7.8. Matriz do Programa de Incremento da Oferta Hídrica 97
5.7.9. Aspectos do Incremento da Oferta Hídrica 98
5.7.10. Importância da Integração de Bacias 99
5.7.11. Impactos Ambientais 99
5.7.12. Proposta de Intervenções para o Incremento da Oferta Hídrica 101
5.7.13. Outras Alternativas de Oferta Hídrica 103
5.8. Programa de Avaliação do Custo da Água 103
5.8.1. Descrição do Programa 103
5.8.2. Objetivos do Programa 103
5.8.3. Instituições Envolvidas 103
5.8.4. Ações Previstas 104
5.8.5. Fontes de Recursos 104
5.8.6. Estimativas de Recursos 104
5.8.7. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água 104
5.8.8. Aspectos de Avaliação do Custo da Água 105
5.8.9. Custos de Investimento 106
5.8.10. Reservação 106
5.8.11. Adução 109
5.8.12. Poço 110
5.8.13. Custos de Operação, Administração e Manutenção 112
5.8.14. Síntese dos Resultados de Avaliação 113
5.9. Estabelecimento de um Sistema de Suporte a Decisão 114
5.9.1. Descrição do Programa 114
5.9.2. Objetivos do Programa 114
5.9.3. Instituições Envolvidas 114
5.9.4. Ações Previstas 114
5.9.5. Fontes de Recursos 115
5.9.6. Estimativas de Recursos 115
5.9.7. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água 115
5.9.8. Aspectos do Sistema de Informações 116
5.9.9. Visão sobre Sistemas de Apoio a Decisão 117
5.9.10. Estrutura do Sistema de Suporte a Decisão 118
5.9.11. Modelo de Operação/otimização de Sistemas de Reservatórios 119
5.9.12. Problema da Alocação Negociada: Definição do Volume Alocável de Curto Prazo 121
5.9.13. Plataforma Apoio a Decisão: AQUANET 122
5.9.14. Aplicação do AQUANET na Região Hidrográfica do Coreau 124
5.9.15. Cenários de Vazões utilizando previsão climática sazonal 126

5.9.16. Informações Climáticas na Alocação 127
5.9.17. Metodologia de Utilização do Sistema de Apoio a Decisão 131
5.10. Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica de Coreaú 132
5.10.1. Introdução 132
5.10.2. Matriz do Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica de Coreaú 133
5.10.3. Proteção ambiental: integridade dos corpos d'água 136
5.10.4. Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas 138
5.10.5. Preservação da qualidade das águas 141
5.10.6. Monitoramento da qualidade da água 144
5.10.7. Gestão racional dos recursos hídricos locais e integração dos agentes administrativos 147
5.10.8. Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos: propostas de zoneamento funcional 148
5.10.9. Incumbência de atribuições técnicas, legais e financeiras: nos âmbitos federal, estadual, municipal e local 162
5.10.10. Referência de Modelo no Brasil: Consórcio Piracicaba, Capivari, Jundiaí 165
5.11. Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios 167
5.11.1. Descrição do Programa 167
5.11.2. Objetivos do Programa 168
5.11.3. Instituições Envolvidas 168
5.11.4. Ações Previstas 168
5.11.5. Fontes de Recursos 168
5.11.6. Estimativas de Recursos 169
5.11.7. Matriz do Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios da Bacia do Coreaú 169
5.12. Programa de Formação de uma Base de Dados das Bacias 169
5.13. Proposta de apresentação do Sistema de Cadastro de Usuários - SisCad 176
6. METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO 180
6.1. Introdução 180
6.2. ETAPA 1 - Elaboração do Termo de Referência 180
6.2.1. Passo 1 – Definição do Calendário de Atividades 181
6.2.2. Passo 2 – Definição do Conteúdo dos Seminários com os CBHs 182
6.2.3. Passo 3 – Definição da Metodologia de Planejamento Participativo a ser adotada nos Seminários 184
6.2.4. Passo 4 – Metodologia de Acompanhamento da Revisão/Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas pelos CBHs 185
6.2.5. Passo 5 – Realização dos Seminários 186
6.2.6. Passo 6 – Elaboração e Discussão do TDR dos Planos 189
6.3. ETAPA 2 – Elaboração do Plano de Gerenciamento das Águas 191
6.3.1. Passo 1 – Estabelecimento de Calendário de Apresentações 191

6.3.2. Passo 2 – Apresentação dos Relatórios para a Equipe de Fiscalização 192
6.3.3. Passo 3 – Apresentação dos Relatórios para a Câmara Técnica e para o Plenário do CBH 194
6.3.4. Passo 4 – A Construção do Bloco II – Articulação Política com o CBH 197
6.3.5. Passo 5 – Aprovação dos Planos em Audiências Públicas 199
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 202
ANEXO 205

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1. Matriz dos Programas para Moderação dos Conflitos de Água da Bacia do Coreaú 29
Quadro 2.1. Matriz dos Programas para Solucionar as Principais Barreiras Institucionais na Percepção do CBH do Coreaú 37
Quadro 3.1. Matriz dos Programas para Melhorar a Qualidade de Água da Bacia do Coreaú 41
Quadro 4.1. Matriz dos Programas para Melhoria da Oferta de Água da Bacia do Coreaú 45
Quadro 5.1 - Matriz do Programa da Gestão da Demanda de Água da Bacia do Coreaú. 50
Quadro 5.2 - Matriz do Programa de Moderação de Conflitos. 53
Quadro 5.3 - Matriz do Subprograma de Fortalecimento do SIGERH. 58
Quadro 5.4 - Matriz do Subprograma de Fortalecimento do Comitê de Bacia Hidrográfica do Coreaú. 61
Quadro 5.5 - Matriz do Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos 64
Quadro 5.6 - Matriz do Programa de Águas Subterrâneas da Bacia do Coreaú. 67
Quadro 5.7 - Matriz do Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais da Bacia do Coreaú. 71
Quadro 5.8. Matriz do Programa de Gestão de Estoques de Água 76
Quadro 5.9. Matriz do Programa de Incremento da Oferta Hídrica do Estado 97
Quadro 5.10. Proposta de construção de Açudes Estratégicos para incremento da oferta hídrica na bacia do Coreaú. 101
Quadro 5.11a. Proposta de construção de Açudes de médio porte para incrementar a oferta hídrica na bacia do Coreaú - PROGERIRH 102
Quadro 5.11b. Proposta de construção de Açudes de médio porte para incrementar a oferta hídrica na bacia do Coreaú - PLANERH 102
Quadro 5.12. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água na Bacia do Coreaú 104
Quadro 5.13. Características e variáveis de referência de reservatórios selecionados da Bacia do Coreaú 108
Quadro 5.14. Custos da água de reservação, com base em reservatórios selecionados da Bacia do Coreaú 108
Quadro 5.15. Características de adutoras selecionadas da Bacia do Coreaú 109
Quadro 5.16. Custos da água de adução, com base em adutoras selecionadas da Bacia do Coreaú 110
Quadro 5.17. Características de poços da Bacia do Coreaú 111
Quadro 5.18. Custos da água de poços, com base em dados de águas subterrâneas da Bacia do Coreaú 111
Quadro 5.19. Custos de OAM da infraestrutura hídrica e vazões específicas da Bacia do Coreaú 113
Quadro 5.20. Síntese dos custos da água da Bacia do Coreaú 113

Quadro 5.21. Matriz do Programa de Gestão de Estoques de Água 115
Quadro 5.22. Cota-Area-Volume do Reservatório Itaúna 124
Quadro 5.23. Matriz de Compromissos do Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Coreaú 133
Quadro 5.24. Relação das unidades geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, com suas respectivas feições ambientais e zonas funcionais 149
Quadro 5.25. Relação das sub-bacias do sistema hidrográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, com seus respectivos municípios 150
Quadro 5.26. Ações de planejamento e instrumentos normativos para a preservação e conservação dos mananciais da bacia do Coreaú 164
Quadro 5.27. Matriz do Programa de Monitoramento Analítico da Bacia do Coreaú 169
Quadro 6.1. Calendário de Atividades durante a Etapa 1 – Elaboração do TDR 182
Quadro 6.2. Metodologia de Acompanhamento dos Planos pelo CBH 186
Quadro 6.3. Calendário das Apresentações dos Relatórios dos Planos de Bacia. 192
Quadro 6.4. Natureza e Tipologias das demandas contidas nas tarjetas elaboradas pelos CBHs 198
Quadro 6.5. Calendário de Apresentações – Audiências Públicas 199

LISTA DE FIGURAS

Figura 5.1. Zonas do Reservatório 83
Figura 5.2. Rede de Reservatórios (adaptado de Wurbs, 1993) 87
Figura 5.3. Regra de Operação utilizada na estimativa da vazão regularizada de longo prazo 89
Figura 5.4. Regra de Operação utilizada Salvaguardas (em vermelho) característica da operação de curto prazo 89
Figura 5.5. Curva Volume duração (VA) e definição Manual do Volume de Espera 93
Figura 5.6. Arquitetura de um Sistema de Suporte a Decisão 118
Figura 5.7. Estrura da decisão sobre a operação de reservatórios 120
Figura 5.8. Diagrama Unifilar dos Reservatórios das bacias Coreau, onde SB é o nome da Sub Bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM 125
Figura 5.9. Interfase do AQUANET para as Bacias do Coreau 125
Figura 5.10. Distribuição Espacial das Zonas Funcionais na Bacia do Coreaú 150
Figura 5.11. Página inicial do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 170
Figura 5.12. Página referente ao item Relatórios do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 170
Figura 5.13. Página referente ao item Estudo Anteriores do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 171
Figura 5.14. Página referente ao item Caracterização da Bacia – Mapas do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 171
Figura 5.15. Página referente ao item Hidrografia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 172
Figura 5.16. Página referente ao tema Hidrografia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 172
Figura 5.17. Página referente ao tema Hidrografia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 173
Figura 5.18. Página referente aos dados socioeconômicos da Bacia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 173

Figura 5.19. Página referente aos reservatórios da Bacia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados 174
Figura 5.20. Página referente às informações do Impacto da pequena Açudagem na bacia 174
Figura 5.21. Página referente ao Monitoramento Analítico dos reservatórios da bacia 175
Figura 5.22. Página referente às lagoas da bacia 175
Figura 5.23. Página inicial do sítio do Sistema de Cadastro de Usuários (Usuário e Senha) 176
Figura 5.24. Página inicial do sítio do Sistema de Cadastro de Usuários 176
Figura 5.25. Tela de Entrada do Usuário 177
Figura 5.26. Tela com opção de Alterar/Excluir Processos 177
Figura 5.27. Tela com Filtros para Consultas 178
Figura 5.28. Tela de Resultados exportada para o formato PDF 178
Figura 6.1. Foto do Encontro Técnico I 181
Figura 6.2. Plenária do Encontro Técnico II no auditório da COGERH 184
Figura 6.3. Modelos das tarjetas utilizadas no seminário 185
Figura 6.4. Construção da Metodologia de Acompanhamento dos Planos pelos CBHs 186
Figura 6.5. No sentido horário: Abertura dos Seminários no CBH a) Bacias Metropolitana b) Bacia do Acaraú c) Bacia do Coreaú e d) Bacia do Litoral 187
Figura 6.6. No sentido horário: Discussão dos grupos nos Seminários a) CBH Bacias Metropolitana b) CBH Bacia do Acaraú c) CBH Bacia do Coreaú e d) CBH Bacia do Litoral 188
Figura 6.7. No sentido horário: Apresentação dos grupos nos Seminários a) CBH Bacias Metropolitana b) CBH Bacia do Acaraú c) CBH Bacia do Coreaú e d) CBH Bacia do Litoral 189
Figura 6.8. Apresentação de Relatório para a Comissão de Fiscalização da COGERH 193
Figura 6.9. Apresentação de Relatório para a Comissão de Fiscalização da COGERH 193
Figura 6.10. Divulgação dos Relatórios dos Planos no site da COGERH 194
Figura 6.11. Link para download de todos os Relatórios dos Planos de Bacias no site da COGERH 195
Figura 6.12. Apresentação de Relatório de Fase 1 para o CBH das Bacias Metropolitanas 196
Figura 6.13. Apresentação de Relatório de Fase 2 para o CBH da Bacia do Acaraú 196
Figura 6.14. Tarjetas originais Eixo Aspectos Ambientais – Seminário CBH Litoral 197
Figura 6.15. Audiência Pública em que foi aprovado a Atualização do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas no CBH-RMF 199
Figura 6.16. Audiência Pública em que foi aprovado o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Litoral (CBH-Litoral) 200
Figura 6.17. Audiência Pública em que foi aprovado os Planos de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú e Coreaú (CBH-Acaraú e CBH-Coreaú) 200

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A estratégia de planejamento participativo impressa em todas as etapas de construção deste Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia Hidrográfica do Coreaú foi à ênfase nos problemas da bacia, na percepção do seu Comitê. As contribuições advindas do CBH foram geradas durante um Seminário, em 2008, ainda na fase de elaboração do Termo de Referência deste Plano, onde os membros do CBH discutiram seus anseios e necessidades, e as materializam em tarjetas.

Durante a elaboração do Plano, nas Fases 1 e 2 - Bloco II (articulação política com os comitês), estas tarjetas serviram de base para o desenvolvimento de um modelo matricial, no qual as demandas do CBH eram organizadas segundo sua **NATUREZA** e **TIPOLOGIA,** buscando sempre uma convergência para encaminhamentos claros e objetivos. Neste Relatório, há uma continuidade deste modelo, onde se acrescentam duas colunas contendo os **PROGRAMAS** e as **AÇÕES** necessários para o atendimento de cada uma das demandas do CBH. Observa-se que alguns programas identificados como necessários para a solução de problemas apontados pelo CBH, já tinham sido previamente sugeridos pelo TDR. Outros, no entanto, não tinham sido contemplados e tiveram, portanto, que ser criados.

Apresenta-se nos quatro primeiro capítulos todas as demandas do CBH, organizadas no modelo matricial, nos quatro eixos temáticos - Conflitos, Barreiras Institucionais, Vulnerabilidades Ambientais e Oferta de Água. No quinto capítulo são descritos detalhadamente os treze Programas a serem implementados na bacia para que o Planejamento seja executado, atendendo assim todas as aspirações e anseios do CBH. E no sexto capítulo, é explicitada a metodologia de planejamento participativo para elaboração do plano.

Por questões didáticas, descreve-se novamente a metodologia do modelo matricial de sistematização das demandas contidas nas tarjetas. Considerou-se que os problemas apontados pelo CBH podem ser classificados pela sua **NATUREZA** – Administrativa, Estrutural, Institucional, Gerenciamento, Gestão, Legal e Preservação. Cada uma dessas classes pode ainda ser subdividida quanto às suas **TIPOLOGIAS**, conforme abaixo discriminado:

1. Administrativa: quando há limitações de ordem logística, material, financeira, pessoal, desempenho funcional do organismo ou servidor, causam problemas na ação do SIGERH. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Ampliação de pessoal
- Aquisição de material e/ou equipamento
- Capacitação de pessoal
- Compensação financeira ou material
- Implementação logística
- Nomeação de pessoal
- Substituição de pessoal
- Transferência de pessoal

2. Estrutural: quando decorrente de manutenção de infraestrutura, construção de obra hídrica, correção ou complementação de obras hídricas e demolição de obras irregulares. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Estudo
- Construção ou complementação da obra
- Correção ou reforma da obra
- Demolição de obra irregular
- Manutenção da obra
- Projeto
- Recuperação da obra

3. Gerenciamento: esta natureza compreende a ação ou inação local na ponta do sistema de oferta d'água, do tipo desperdício, vandalismo, operação de equipamento hidráulico, medição, distribuição justa da água, inspeção, assistência técnica, recuperação de áreas degradadas (proteção dos mananciais), etc. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Alocação da água
- Controle da água
- Inspeção
- Liberação da água
- Medição da água
- Proteção dos mananciais

4. Gestão: quando depende de ato administrativo com "poder de polícia", ação executiva da autoridade constituída da administração direta, como cobrança, aplicação de auto de infração, multa, concessão ou cancelamento de outorga, encaminhamento de uso irregular da água no ministério público ou autoridade competente, comunicação, planejamento (estudo, cadastramento, avaliação, promoção de oficina, seminário ou audiência), etc. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Autuação
- Concessão de uso
- Comunicação
- Reconhecimento
- Moderação
- Notificação por apropriação irregular da água
- Notificação por uso inadequado da água
- Notificação por poluição
- Planejamento
- Punição de usuário

5. Institucional: quando caracterizado pela inexistência do Estado ou diretamente da autoridade delegada, falta de um instrumento entre intuições, entendimento informal ou formal entre os organismos. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Autorização
- Articulação
- Formalização
- Intermediação
- Reconhecimento

6. Legal: quando totalmente não respaldado em lei genericamente apontado na lei, porém, não regulamentado por decreto ou sem diploma normativo complementar do tipo portaria, resolução, etc. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Celebração de parceria
- Legislação
- Normalização
- Regulamentação

7. Preservação: significa manter o uso da água dentro dos padrões de preservação ambiental, evitando sua degradação. Como forma de mediação dos problemas dessa natureza, considera-se as seguintes tipologias das soluções**:**

- Autuação
- Capacitação
- Promover denúncia
- Requerer embargo
- Zoneamento

1. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA MEDIAÇÃO DOS CONFLITOS APONTADOS PELO CBH

1. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA MEDIAÇÃO DOS CONFLITOS APONTADOS PELO CBH

Neste capítulo são organizados, por meio de uma matriz, os programas e as ações que visam à mediação de conflitos (**Quadro 1.1**).

Os conflitos apresentados pelo CBH possuem várias naturezas e tipologias. Sendo assim, para mediá-los, são necessários diferentes Programas e Subprogramas, dentre os que se destacam:

- Programa da Gestão da Demanda de Água;
- Programa de Moderação de Conflitos;
- Programa de Fortalecimento Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos;
  - Subprograma de Fortalecimento do SIGERH;
  - Subprograma de Implementação da Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos;
- Programa de Gestão de Estoques de Água;
- Programa de Incremento da Oferta Hídrica;
- Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais;
- Programa de Águas Subterrâneas;
- Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais.

Quadro 1.1. Matriz dos Programas para Moderação dos Conflitos de Água da Bacia do Coreaú

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Contratação de técnicos através de concurso para entidades que atuam com recursos hídricos e meio ambiente.	Administrativo	Ampliação de Pessoal	SRH, COGERH, SEMACE e IBAMA	Subprograma de Fortalecimento do SIGERH	• Ampliar o corpo técnico
Ineficiência na fiscalização das questões ambientais.	Administrativo	Ampliação de Pessoal	SEMACE e IBAMA.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Estudo de viabilização do açude Mucambo para irrigação.	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica
Problema de manancial para abastecimento humano com alta salinidade em Tatajuba e distrito de Guriú em Camocim	Estrutural	Estudo	COGERH e CAGECE	Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais	• Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Realização de ações de conservação do açude Mucambo (segurança de barragem, instituição que assuma essa atividade)	Estrutural	Manutenção da obra	COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Recuperação de infra-estrutura.
Estudo de viabilidade técnica para abastecimento de Camocim pelos açudes gangorra ou Itaúna	Estrutural	Projeto	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica
Problema de abastecimento humano Ubaúna em Coreaú, mesmo sendo tratada pela CAGECE.	Estrutural	Projeto	COGERH e CAGECE	Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais	• Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Monitoramento qualitativo e quantitativo dos lagos naturais município e COGERH.	Gerenciamento	Controle da água	SEMACE e COGERH	Programa de Gestão de Estoques de Água	• Ampliar o monitoramento para os açudes de pequeno porte, lagoas e poços.
Solucionar os problemas de qualidade da água quanto à salinização.	Gerenciamento	Controle da água	SEMACE e COGERH	Programa de Incremento de Oferta Hídrica	• Realizar inventário ambiental • Realizar avaliação hidrogeológica
Criação de porcos nas margens das lagoas de estabilização do açude tucunduba.	Gerenciamento	Inspeção	SEMACE, COGERH e CGA.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Lavagem de roupas motos e carros em açudes, lagos, lagoas e rios.	Gerenciamento	Inspeção	COGERH, SEMACE, CBH e	Programa de Proteção Ambiental	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
			CGA.	dos Mananciais	
Conflito de uso quanto à liberação da água do açude Premuoca para a população a jusante.	Gerenciamento	Liberação da água	SRH, COGERH, CBH e CGA	Programa de Moderação de Conflitos.	• Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Combate à inadimplência de usuários de água para fortalecer a gestão das águas no Estado.	Gestão	Autuação	COGERH, SRH e CBH	Programa de Moderação de Conflitos.	• Implementar os instrumentos de gestão (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
Campanhas educativas nos meios de comunicação incentivando a preservação dos recursos naturais.	Gestão	Comunicação	SEMACE, SEDUC e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Implantar programa educação de ambiental.
Manutenção do sistema de esgoto sanitário de Uruoca e Flecheirinha, visando eliminar os extravasamentos.	Gestão	Concessão de uso	SRH e COGERH	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Estabelecer critérios operacionais de reservatórios, preservando hierarquia de uso (Cangalhas, Torta e Moréias etc.)	Gestão	Concessão de uso	SRH e COGERH	Programa de Moderação de Conflitos.	• Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Desentendimento entre pescadores artesanais e associações dos criadores de tilapias do Aç. Premuoca.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CGA e SEMACE	Programa de Moderação de Conflitos.	• Regulamentar a criação de peixes nos açudes.
Universalização das outorgas na bacia.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, SRH e CBH	Programa de Moderação de Conflitos.	• Atualizar o cadastro de usuários.
Critérios, Normatização e fiscalização na liberação de água para o carnaval nos açudes e rios da bacia do Coreaú.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Carnaval nos açudes.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Balneário do açude Trapiá III - esgotos jogados dentro do açude.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Barragens particulares para o balneário no açude angicos.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Disciplinamento do uso dos Recursos hídricos para balneabilidade.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Realização de estudo de viabilidade para utilização das margens dos Recursos hídricos com balneários (lazer).	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Conflito entre comunidades por água do laginho da torta e lago D`Moreiras.	Gestão	Moderação	SRH, COGERH e CBH	Programa de Moderação de Conflitos.	• Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Solucionar os conflitos entre os diversos usuários da água, através de processo de discussão e sensibilização.	Gestão	Moderação	SRH, COGERH, CBH e CGA	Programa de Moderação de Conflitos.	• Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Solucionar os problemas dos conflitos de usos múltiplos nos açudes Várzea da volta e Tucunduba	Gestão	Moderação	SRH, COGERH e CGA	Programa de Moderação de Conflitos.	• Implementar os instrumentos de gestão (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
Barragens particulares no lago seco – Camocim.	Gestão	Notificação por apropriação irregular da água	COGERH e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Disponibilização de técnicos para estudos e para definição de escavação de poços adequados com qualidade de água para consumo humano.	Gestão	Planejamento	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de acordo com a geologia da área.
Estudo de demandas de poços profundos na bacia e perfuração desses em áreas deficitárias de água.	Gestão	Planejamento	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de acordo com a geologia da área.
Realização de estudo hidrológico da lagoa das cangalhas, visando determinar a capacidade de suporte recarga.	Gestão	Planejamento	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica do Estado	• Realizar avaliação hidrogeológica.
Estudo de alternativas para melhoria na qualidade da água dos açudes.	Gestão	Reconhecimento	COGERH e SEMACE	Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais.	• Realizar parceiras com laboratórios de instituições públicas; • Incentivar a criação de rede de laboratórios do Estado do Ceará acreditados pelo me INMETRO; • Desenvolver pesquisas quanto aos aspectos liminológicos e qualidade da água • Fortalecimento do Monitoramento quantitativo dos mananciais
Verificar a dinâmica das lagoas litorâneas.	Gestão	Reconhecimento	COGERH	Programa de	• Realizar avaliação hidrogeológica.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
				Incremento da Oferta Hídrica do Estado	
Que os municípios possam exercer a ação fiscalizatória.	Institucional	Articulação	COGERH, SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Solucionar problemas de interpretação da legislação entre o IBAMA e SEMACE.	Institucional	Articulação	SEMACE e IBAMA.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Acionar a defesa civil visando à articulação com as instituições competentes.	Institucional	Articulação	COGERH, SEMACE e DEFESA CIVIL.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Fiscalização conjunta e com qualidade dos mananciais pelos órgãos públicos (IBAMA - SEMACE - SRH e Prefeituras).	Institucional	Articulação	COGERH e SEMACE.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Poder para o DNOCS fiscalizar seus próprios açudes.	Institucional	Articulação	COGERH e DNOCS.	Subprograma de Fortalecimento do SIGERH	• Acionar convênio de cooperação técnica entre SRH, COGERH, SEMACE e DNOCS. • Criar câmaras técnica-administrativa permanente na COGERH com representantes do SIGERH.
Conflito entre quilombolas e rendeiros açude Várzea da Volta pela posse de terra.	Institucional	Articulação	INCRA	Programa de Moderação de Conflitos/ Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos. • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Elaboração de PGIRSU pelos municípios.	Institucional	Articulação	SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Estabelecimento de critérios para perfuração de poços com verba pública para atendimento da população difusa.	Legal	Normalização	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica do Estado	• Realizar avaliação geológica/ hidrogeológica, utilizando métodos de locação de acordo com a geologia da área.
Fiscalização precária quanto à pesca predatória nos açudes da bacia.	Legal	Regulamentação	SRH, COGERH, SEMACE e SDA.	Programa de Moderação de Conflitos.	• Aplicação da Lei Estadual da Pesca e Aqüicultura

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Conflito entre carcinicultores x pescadores artesanais acessos a Camboas em Camocim.	Legal	Regulamentação	SRH, COGERH, SEMACE e SDA.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Disciplinamento e fiscalização ostensiva da atividade de carcinicultura.	Legal	Regulamentação	COGERH, CGA e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Impedir a pesca com “batidas” nos açudes.	Legal	Regulamentação	COGERH e SEMACE	Programa de Moderação de Conflitos.	• Regulamentar a criação de peixes nos açudes.
Desestruturação da fiscalização ambiental nos municípios.	Preservação	Capacitação	SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Capacitação dos professores por parte do poder público quanto ao programa de ed. Ambiental (PEACE).	Preservação	Capacitação	SEMACE, SEDUC e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Implantar o programa de educação ambiental.
Incentivar a agroecologia e a produção orgânica.	Preservação	Capacitação	SEMACE, SDA e EMATECE.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Programas de educação ambiental.	Preservação	Capacitação	SEMACE, SEDUC e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Implantar o programa de educação ambiental.
Animais nos açudes.	Preservação	Promover denuncia	SEMACE, COGERH e CGA.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Fazer cumprir a legislação para o uso de agrotóxico na região da Ibiapaba.	Preservação	Promover denuncia	SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Acionar o ministério público visando eliminar a existência de animais soltos nas zonas urbanas dos municípios.	Preservação	Promover denuncia	SEMACE e IBAMA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Disciplinar os usos de queimadas.	Preservação	Promover denuncia	SEMACE e IBAMA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Uso de agrotóxicos nas margens dos açudes.	Preservação	Promover denuncia	SEMACE, COGERH e CGA.	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Apreender animais dispersos nas águas e	Preservação	Promover denuncia	COGERH,	Programa de	• Ordenação das atividades nas bacias e

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
penalizar os proprietários.			SEMACE e CGA.	Proteção Ambiental dos Mananciais.	leitos dos rios, açudes e lagoas.
Identificar indicadores ecodinâmicos para caracterização dos problemas das secas (definição das zonas semi-áridas x litorâneas.	Preservação	Zoneamento	SEMACE, IPECE e FUNCEME	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Identificação e preservação das nascentes e olhos d´água / matas ciliares/encostas.	Preservação	Zoneamento	SEMACE e IBAMA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.

2. IDENTIFICAÇÃO DOS PROGRAMAS PARA SOLUCIONAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS INSTITUCIONAIS NA PERCEPÇÃO DO CBH

2. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA SOLUCIONAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS INSTITUCIONAIS NA PERCEPÇÃO DO CBH

Neste Capítulo são organizados, por meio de uma matriz, os programas e as ações, que visam solucionar as principais barreiras institucionais (**Quadro 2.1**).

As principais barreiras institucionais apontadas pelo CBH apresentam pouca variação quanto à natureza e à tipologia. Sendo assim, recorreu-se a um único programa - **Programa de Fortalecimento Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos**. Dentre os subprogramas apresentados para solucionar estas demandas destacam-se:

- Subprograma de Fortalecimento do SIGERH
- Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Quadro 2.1. Matriz dos Programas para Solucionar as Principais Barreiras Institucionais na Percepção do CBH do Coreaú

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Incentivo à participação das prefeituras nos comitês (prefeitos).	Institucional	Articulação	SRH, COGERH e CBH.	Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica	• Incentivo do poder público visando à maior participação dos membros do Comitê.
Fortalecer os CONDEMAS	Institucional	Articulação	SEMACE e PREFEITURA	Subprograma de Fortalecimento do SIGERH.	• Promover articulação entre o Comitê e as instituições públicas e privadas da Bacia.
Criação e instalação dos CONDEMAS pelas prefeituras municipais, bem como definir políticas, estrutura e pessoal.	Institucional	Articulação	SEMACE, PREFEITURA e CBH.	Subprograma de Fortalecimento do SIGERH.	• Promover articulação entre o Comitê e as instituições públicas e privadas da Bacia.
Os governos respeitem os CBHs como entes **consultivos e deliberativos**, estreitando o relacionamento e fortalecendo sua participação.	Legal	Regulamentação	SRH, COGERH e CBH.	Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica	• Revisar lei da política estadual dos recursos hídricos. • Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.
Participação (assento) dos CBHs no CONERH.	Legal	Regulamentação	SRH e COGERH	Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica	• Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.
Revisão da lei estadual de Recursos Hídricos com participação.	Legal	Legislação	SRH, COGERH e CBH	Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica	• Revisar lei da política estadual dos recursos hídricos. • Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Disciplinar o uso dos setores litorâneos, ouvindo as comunidades nos processos decisórios.	Preservação	Zoneamento	SEMACE, IBAMA e PREFEITURA	Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica	• Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão.
Participação da comunidade dos municípios da bacia na implementação da Rota das Emoções	Preservação	Zoneamento	SEMACE e PREFEITURA	Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica	• Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão.

3. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS COM VISTAS A MINORAR AS VULNERABILIDADES AMBIENTAIS APONTADAS PELO CBH

3. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS COM VISTAS A MINORAR AS VULNERABILIDADES AMBIENTAIS APONTADAS PELO CBH

Neste Capítulo são identificados, por meio de uma matriz, os programas e as ações que visam melhorar as condições ambientais da bacia e, em particular, a qualidade da água de seus mananciais (**Quadro 3.1**). As vulnerabilidades ambientais apontadas pelo CBH apresentam poucas variação quanto à natureza e à tipologia, sendo necessário a implementação de apenas dois programas:

- Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais
- Programa de Monitoramento da Qualidade e da Quantidade da Água dos Mananciais

Quadro 3.1. Matriz dos Programas para Melhorar a Qualidade de Água da Bacia do Coreaú

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Empreendimento às margens, ou mesmo "dentro" de açudes ou rios. Construções nas APAS.	Gestão	Reconhecimento	COGERH e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais/ Programa de Monitoramento da Qualidade e da Quantidade da Água dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas. • Identificar trechos de rios onde a qualidade d'água possa estar mais degradada, possibilitando ações preventivas e de controle por parte dos órgãos competentes.
Reflorestamento das matas ciliares.	Gerenciamento	Proteção dos mananciais	COGERH e SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Respeito a APP dos rios e açudes na instalação de lagoas de estabilização (Tanguá – Rio Quatiguaba / Açude Tucunduba).	Preservação	Autuação	SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Lixo hospitalar a céu aberto no açude Tucunduba.	Preservação	Promover denúncia	COGERH, SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Construção de lagoas de estabilização na bacia hidráulica do Açude Tucunduba	Preservação	Autuação	SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais/ Programa de Monitoramento da Qualidade e da Quantidade da Água dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras. • Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Eliminar os lançamentos de esgotos nos Recursos Hídricos da Bacia do Coreaú.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Lixo e esgoto nos açudes, lagos e lagoas.	Preservação	Promover denúncia	COGERH, SEMACE e PREFEITURA	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais/ Programa de Monitoramento da Qualidade e da Quantidade da Água dos Mananciais	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras. • Realizar inventário ambiental dos mananciais.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Desmatamento das margens dos rios da bacia, comprometendo a qualidade da água.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais/ Programa de Monitoramento da Qualidade e da Quantidade da Água dos Mananciais	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea. • Realizar inventário ambiental dos mananciais
Desmatamento Irregular em Uruoca com retirada de estacas e em Sobral e Coreaú lenha para fabricação de cal.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE	Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.

4. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA A MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA NA VISÃO DO CBH

4. IDENTIFICAÇÃO DE PROGRAMAS PARA MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA NA VISÃO DO CBH

Neste Capítulo são organizados, por meio de uma matriz, os programas e as ações que visam a melhoria da oferta de água (Q**uadro 4.1**).

Embora apresente pouca variação quanto à natureza e à tipologia, e, portanto possam ser solucionadas com a implementação de apenas dois programas, as ações necessárias podem ser bem distintas, notadamente quando se trata de demandas difusa e concentrada. Os Programas identificados para solucionais tais problemas são os que se seguem:

- Programa de Águas Subterrâneas
- Programa de Incremento da Oferta Hídrica.

Quadro 4.1. Matriz dos Programas para Melhoria da Oferta de Água da Bacia do Coreaú

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Construção do açude Diamantino em Marco	Estrutural	Complementação da obra	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Proposta de construção do reservatório Diamantino.
Construção de cisternas de placas visando atender a demanda difusa.	Estrutural	Construção	SRH, SOHIDRA e SDA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Celebrar convênio de cooperação técnica entre SRH, SDA e ONGs para investimento em pequenas obras hídricas.
Construção de barragens subterrâneas visando fixar as comunidades nos locais de moradia.	Estrutural	Construção	SRH, SOHIDRA e SDA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Celebrar convênio de cooperação técnica entre SRH, SDA e ONGs para investimento em pequenas obras hídricas.
Alcântaras tem deficiência de abastecimento de água, necessitamos de construção de cisternas.	Estrutural	Construção	SRH, SOHIDRA e SDA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Celebrar convênio de cooperação técnica entre SRH, SDA e ONGs para investimento em pequenas obras hídricas.
Construção de adutora do açude angicos ao Jordão (Município de Moraújo).	Estrutural	Estudo	CAGECE, SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Construção de adutora do açude Gangorra para o Lago Seco (transposição de bacias).	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica. • Realizar avaliação hidrológica.
Construção do canal hidroágricola do açude Jaburu ao rio Quatiguaba em Tianguá.	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica. • Realizar avaliação hidrológica.
Construção dos açudes Boqueirão (Rio Jurema) e Paula Pessoa em Senador Sá e	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	PROGRAMA	AÇÃO ESPECÍFICA
Martinópole.					• Realizar avaliação hidrológica.
Abastecimento humano de água deficiente na comunidade de Preá	Estrutural	Estudo	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Realizar avaliação hidrológica.
Construção de açudes nas localidades de Bom Sucesso, rios porcos e babatão.	Estrutural	Estudo	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Uma barragem no rio pesqueiro para melhorar a condição da região: Córrego dos Cavalos em Marco	Estrutural	Estudo	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Construção do açude caiçara (açude Flecheirinha) em Flecheirinha para abastecimento e irrigação	Estrutural	Projeto	SRH e SOHIDRA	Programa de Incremento da Oferta Hídrica	• Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Recuperação e instalação de poços tubulares.	Estrutural	Recuperação e construção	SRH e SOHIDRA	Programa de Águas Subterrâneas	• Realizar Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de poços de acordo com a geologia da área.

5. PROGRAMAS DE AÇÕES

5. PROGRAMAS DE AÇÕES

Nos capítulos precedentes foram apresentadas todas as demandas do CBH, em cada eixo temático, sistematizadas no modelo matricial já referido. Foram apontadas ainda as ações específicas que solucionariam ou amenizariam os problemas existentes na bacia, na percepção do CBH. Tais ações são parte integrante de onze Programas mais abrangentes que devem ser implementados na bacia. Alguns Programas identificados já tinham sido previamente sugeridos pelo TDR. Outros, no entanto, não tinham sido contemplados e tiveram, portanto, que ser criados.

O presente capítulo descreve detalhadamente os seguintes programas:

- Programa da Gestão da Demanda de Água
- Programa de Moderação de Conflitos
- Programa de Fortalecimento Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos, subdividido em:
  - Subprograma de Fortalecimento do SIGERH
  - Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas
  - Subprograma de Implementação do Sistema de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos
- Programa de Águas Subterrâneas
- Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais
- Modelo de Gestão de Estoque de Água nos Reservatórios
- Programa de Incremento da Oferta Hídrica
- Programa de Avaliação do Custo da Água
- Estabelecimento de um Suporte a Decisão
- Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais
- Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios
- Programa de Formação de uma Base de Dados das Bacias
- Programa de Cadastro de Usuários

5.1. Programa da Gestão da Demanda de Água

Basicamente, os problemas estão relacionados ao crescimento da demanda, ao desperdício, à poluição e à urbanização descontrolada. Na zona rural, some-se a isto a destruição das matas ciliares e a contaminação por agrotóxicos. No caso das cidades, as concessionárias de saneamento básico poderiam desenvolver ações visando melhorar o sistema de água com o intuito de diminuir as perdas nas redes de distribuição procurando evitar o roubo e vazamentos no sistema, como também ampliar e melhorar a rede de esgotos domésticos e fiscalizar com mais eficiência os efluentes industriais que são jogados sem tratamento nos rios, açudes e águas litorâneas, gerando um alto nível de degradação.

5.1.1. Descrição do programa

Entre os recursos naturais utilizados pelo homem, a água apresenta características únicas o que a torna insubstituível e essencial para a manutenção da vida na terra e indispensável para o desenvolvimento das atividades humanas. A proposta desse programa é melhorar a gestão da demanda visando o uso eficiente da água e o equilíbrio entre oferta e demanda, contribuindo, assim, para o uso racional da água.

5.1.2. Objetivos do Programa

O objetivo geral deste Programa é atender a demanda da bacia usando a água de forma racional. Dentre os objetivos específicos, ressalta-se:

- Conservar a água como valor sócio-ambiental relevante.
- Instrumentalizar a fiscalização, essencial a qualquer modelo de gestão.
- Compatibilizar interesses e dirimir conflitos relativos a problemas de utilização das águas com vistas no desenvolvimento dos recursos hídricos;
- Assegurar assistência técnica e financeira para a implementação dos projetos.
- Capacitar recursos humanos para satisfazer as exigências referentes ao planejamento, manejo, controle e desenvolvimento.

5.1.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do programa de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, Departamento de Obras Contra as Secas - DNOCS, Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs e Comissões Gestoras dos Açudes - CGA. As universidades podem também auxiliar no desenvolvimento de metodologias para o cálculo de alguns parâmetros.

5.1.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse programa são:

- Ampliar e fortalecer a capacidade de fiscalização do uso da água.
- Criar rede integrada de monitoramento da qualidade da água e disponibilizar as informações.
- Aparelhar e capacitar equipes para o monitoramento dos corpos hídricos.
- Definir procedimentos operacionais padrões.
- Estudar técnicas para o manejo racional da irrigação.
- Implementar o plano de recuperação dos perímetros de irrigação.
- Conscientizar a população sobre o uso racional da água, com redução de desperdício.
- Estudar um modelo institucional e legal que incentive o reúso da água e a captação da água de chuva.
- Criar um sistema de informação com banco de dados de irrigantes.

5.1.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa da gestão da demanda de água **podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.**

5.1.6. Estimativas de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.1.7. Matriz do Programa da Gestão da Demanda de Água da Bacia do Coreaú

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.1** a seguir.

Quadro 5.1 - Matriz do Programa da Gestão da Demanda de Água da Bacia do Coreaú.

Objetivos	Geral: atender a demanda da bacia usando a água de forma eficiente, envolvendo o equilíbrio entre oferta e demanda, mantendo o foco sobre o melhor uso. Específicos: • Conservar a água como valor sócio-ambiental relevante. • Instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão. • Compatibilizar interesses e dirimir conflitos relativos a problemas de utilização das águas com vistas no desenvolvimento dos recursos hídricos; • Assegurar assistência técnica e financeira para a implementação dos projetos. • Capacitar recursos humanos para satisfazer as exigências referentes ao planejamento, manejo, controle e desenvolvimento.
Instituições Envolvidas	Instituições Estaduais: (SRH, COGERH e SEMACE), Instituição Federal (DNOCS) e Entidades Colegiadas: (CBH e CGA).
Ações Previstas	• Ampliar e fortalecer a capacidade de fiscalização do uso da água. • Criar rede integrada de monitoramento da qualidade da água e disponibilizar as informações. • Aparelhar e capacitar equipes para o monitoramento dos corpos hídricos. • Definir procedimentos operacionais padrões. • Estudar técnicas para o manejo racional da irrigação. • Implementar o plano de recuperação dos perímetros de irrigação. • Conscientizar a população sobre o uso racional da água. • Estudar um modelo institucional e legal que incentive o reúso da água e a captação da água de chuva. • Criar um sistema de informação com banco de dados de irrigantes.
Fontes de Recursos	Governo federal e estadual; Órgãos financeiros nacionais e internacionais; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.1.8. Aspectos Gerais

A utilização da água nas diversas atividades humanas tem conseqüências muito variadas sobre o corpo d'água. O recurso hídrico pode consultivo, por exemplo, no abastecimento urbano e industrial, na irrigação, na aqüicultura etc., ou não-consuntivo como é o caso, em geral, da geração hidrelétrica, navegação fluvial, pesca, recreação, assimilação de esgotos etc.

O manejo sustentável dos recursos hídricos tem sido discutido por mais de três décadas em várias conferências mundiais. No entanto, as metas traçadas visando alcançar a gestão adequada destes recursos de modo a atender as necessidades atuais e futuras, ainda constitui uma difícil tarefa a ser alcançada.

A quantidade de água disponível para a sociedade faz diferença nas potencialidades de seu desenvolvimento. Dependendo do setor econômico priorizado - primário, secundário ou terciário - a economia pode demandar mais ou menos água. Obviamente o suprimento de água adequado pode viabilizar projetos agrícolas, o surgimento de pólos industriais, assim como a movimentação de serviços que dependam de energia. Por outro lado, a insuficiência de água pode inviabilizar economicamente a região (Correia, 2006). O atraso no desenvolvimento da região Nordeste, em relação ao restante do Brasil, tem nas adversidades climáticas uma explicação. Porém, a água, por si só, não é condição necessária e suficiente para o desenvolvimento – vide o exemplo da região Amazônica. Outros condicionantes podem existir.

Faz-se necessário uma melhor articulação entre os órgãos de fomento ao desenvolvimento e os órgãos de gestão dos recursos hídricos, compatibilizando as futuras demandas com as ofertas projetadas em cada região.

A política estadual de irrigação, setor de maior consumo dos recursos hídricos deve cada vez mais estar compatibilizada com política de recursos hídricos, buscando o equilíbrio oferta/demanda, como por exemplo, através da modernização dos pólos de irrigação - maior eficiência de uso de água e adequação de culturas com a disponibilidade hídrica.

A eficácia de planos de racionalização do uso da água está diretamente ligada à realização de campanhas educativas que promovam o empenho e a conscientização da dos usuários, seja no seu local de trabalho ou no seu próprio lar. Por fim, faz-se necessária ainda uma visão mais ampla acerca do problema de desperdício de água, já que somente a implantação de novas tecnologias não basta, e sim, umas mudanças de paradigmas.

5.2. Programa de Moderação de Conflitos

Os conflitos em gestão de águas se caracterizam pela disputa pelo uso do corpo hídrico por parte de dois ou mais indivíduos ou por grupos de indivíduos (Pinheiro, 2002). Em tempos de escassez esses conflitos tendem a se tornar mais acirrados.

5.2.1. Descrição do programa

A água nas últimas décadas tem se apresentado com um recurso escasso em escala mundial, devido as suas limitações qualitativas, decorrentes da poluição, e de suas limitações quantitativas, derivadas, por sua vez, das adversidades climáticas, das demandas crescentes e do seu uso ineficiente. Esta escassez de água tende a gerar conflitos, em decorrência do seu

papel fundamental nas mais variadas atividades humana. Os conflitos, dependendo do grau, podem gerar desavenças entre os usuários.

A proposta desse Programa é aperfeiçoar o modelo de negociação de conflitos de água, seja através da prevenção deste - por meio de capacitação e conscientização dos usuários - ou da sua moderação - por meio da negociação.

5.2.2. Objetivos do Programa

O objetivo geral do programa é promover ações visando aperfeiçoar o modelo de negociação dos conflitos, seja por meio da negociação direta ou pela conscientização dos usuários. Dentre os objetivos específicos, ressalta-se:

- Melhorar/adaptar ferramentas de negociação que reduzam e previnam os conflitos;
- Ampliar fiscalização dos recursos hídricos e outros recursos naturais;
- Elaborar ferramentas para melhorar a articulação institucional;

5.2.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do programa de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como Hídricos - SRH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, Secretaria do Desenvolvimento Agrário - SDA, Departamento de Obras Contra as Secas - DNOCS, Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH e Comissões Gestoras dos Açudes – CGA. As universidades podem também auxiliar no desenvolvimento de metodologias para o aperfeiçoamento ferramentas de negociação dos conflitos.

5.2.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse programa são:

- Implementar os instrumentos de gestão hidroambiental (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
- Ampliar e fortalecer a capacidade de fiscalização do uso da água.
- Criar um sistema de informações com banco de dados sobre o uso da água para aqüicultura e pesca.
- Revisar os critérios dos instrumentos de gestão (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
- Regulamentar a criação de peixes nos mananciais.
- Atualizar o cadastro de usuários.
- Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
- Estudar um modelo institucional e legal que incentive o reúso da água e a captação da água de chuva.
- Celebrar convênio entre as Instituições que fazem parte do SIGERH
- Implementar os instrumentos de gestão hidro-ambiental (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).

- Revisar os critérios dos instrumentos de gestão hidro-ambiental (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
- Acionar convênio de cooperação técnica entre SRH, COGERH, SEMACE e DNOCS.
- Revisar os critérios dos instrumentos de gestão hidroambiental.
- Esclarecer quanto à legislação pertinente.
- Realizar a desobstrução dos leitos dos rios e açudes.
- Maior controle das atividades de agropecuária próxima aos recursos hídricos

5.2.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa da moderação dos conflitos de água **podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.**

5.2.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.2.7. Matriz do Programa de Moderação de Conflitos

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.2** a seguir.

Quadro 5.2 - Matriz do Programa de Moderação de Conflitos.

Objetivos	Geral: O objetivo geral do programa é promover ações visando aperfeiçoar o modelo de negociação dos conflitos, seja por meio da negociação direta ou pela conscientização dos usuários. Específicos: • Elaborar ferramentas de negociação que reduzam e previnam os conflitos; • Ampliar fiscalização dos recursos hídricos e outros recursos naturais; • Elaborar ferramentas para melhorar a articulação institucional;
Instituições Envolvidas	SRH, COGERH, SEMACE, SDA, DNOCS, CBH e CGA
Ações Previstas	• Implementar os instrumentos de gestão hidroambiental (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental). • Ampliar e fortalecer a capacidade de fiscalização do uso da água. • Criar um sistema de informações com banco de dados sobre o uso da água para aqüicultura e pesca. • Revisar os critérios dos instrumentos de gestão (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental). • Regulamentar a criação de peixes nos mananciais. • Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos. • Estudar um modelo institucional e legal que incentive o reúso da água e a captação da água de chuva. • Celebrar convênio entre as Instituições que fazem parte do SIGERH • Implementar os instrumentos de gestão hidro-ambiental (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).

	• Revisar os critérios dos instrumentos de gestão hidro-ambiental (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental). • Acionar convênio de cooperação técnica entre SRH, COGERH, SEMACE e DNOCS. • Revisar os critérios dos instrumentos de gestão hidroambiental. • Esclarecer quanto à legislação pertinente. • Realizar a desobstrução dos leitos dos rios e açudes. • Maior controle das atividades de agropecuária próxima aos recursos hídricos.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.2.8. Aspectos Gerais

A importância da negociação na fase de planejamento decorre do fato de que o uso e a proteção das águas são promovidos por muitas entidades, públicas e privadas, com distintos graus de poder.

Quando a apropriação da água atinge nível próximo do esgotamento de sua disponibilidade qualitativa ou quantitativa, surgem os conflitos. A situação mais comum é que não haja condição de se adotar a solução mais adequada, permanecendo os conflitos como se o tempo pudesse solucioná-los sozinho. A criação do Comitê de Bacia tem por objetivo promover um fórum permanente de negociação para os interessados. O poder público deve assumir a propriedade das águas e estabelecer o controle sobre seu uso, como determina a Constituição Federal, mas a gestão, pela sua complexidade, deve ser descentralizada para permitir a interveniência dos diversos interessados.

Os conflitos de gestão de águas podem ser oriundos de diversas causas. Dentre elas destacam-se barragens irregulares ao longo do rio, a ausência/lentidão da compensação financeira dos proprietários de terras com fontes hídricas, a poluição das fontes hídricas, o não consenso da liberação de água das fontes hídricas ou a captação irregular ao longo do rio. A moderação desses conflitos de forma eficiente depende de uma gestão, que considere as seguintes atividades básicas:

- operação e manutenção da infraestrutura hidráulica dos recursos hídricos;
- conhecimento hidrológico da bacia;
- conscientização ambiental;
- monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos;
- apoio à organização dos usuários dos recursos hídricos;
- alocação participativa dos recursos hídricos; e
- implantação dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos (licença, outorga e tarifa).

5.3. Programa de Fortalecimento Institucional da Gestão dos Recursos Hídricos

A partir dos anos 80, começaram as discussões em torno dos pontos críticos da gestão dos recursos hídricos na Brasil. Verificava-se que o setor de energia era o único que demandava

regulação e, em conseqüência disso, assumia o papel de gestor dos recursos hídricos à época, uma vez que detinha todas as informações disponíveis sobre a água.

Com a promulgação da Constituição de 1988, foram criadas as condições iniciais para inaugurar nova etapa da gestão de recursos hídricos no Brasil, denominada modelo sistêmico de integração participativa. A diferença entre um modelo econômico-financeiro e um sistêmico de integração participativa é que o segundo, além de examinar o crescimento econômico, também verifica a eqüidade social e o equilíbrio ambiental. A integração desses objetivos deve dar-se na forma de uma negociação social, ainda no âmbito da unidade de planejamento da bacia hidrográfica.

À Constituição Federal, seguiram-se as Constituições Estaduais e as Políticas de Água. No caso do Ceará, o governo do Estado vem estruturando, nos últimos vinte anos, um sistema de integração dos recursos hídricos com objetivo de garantir a oferta de água em quantidade e qualidade para todos, promover o abastecimento humano, e a disponibilidade de recursos hídricos para agricultura, indústria e turismo, com foco na gestão participativa e na promoção do desenvolvimento econômico, social e ambiental de forma sustentável. A participação da sociedade, um dos pilares da nova gestão, é garantida pela criação dos comitês de bacias, comissões e/ou associações de usuários.

5.3.1. Descrição do Programa

O Ceará, desde o início da elaboração do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PERH, 1992), considerou que a implantação de um sistema de gestão dos recursos hídricos era uma condição necessária e fundamental à ampliação e melhoria do patrimônio econômico, social e ambiental, conduzido harmonicamente e equanimente distribuído no espaço e no tempo. Para tanto, adotou uma Política de Recursos Hídricos, que trata a água como um bem econômico e que requer o envolvimento de todos os interessados na formulação dos mecanismos de implementação e gerenciamento do sistema. Também levou em consideração que seria um processo que demandaria comprometimento político e engenhosidade, sobretudo, por se tratar de um Estado localizado no semi-árido.

O esforço contínuo em por em prática os preceitos da política e do plano estadual de recursos hídricos faz com que o Estado do Ceará ocupe uma posição de vanguarda em relação aos demais estados brasileiros, tornando-se referência nacional e internacional na área de gestão de recursos hídricos, que em grande parte se deve aos aportes financeiros externos. Apesar dos avanços significativos alcançados, diversas ações necessitam ser executadas no sentido de melhorar a eficiência do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGERH.

O Programa de fortalecimento institucional da gestão dos recursos hídricos pretende desenvolver ações visando atender essas necessidades, incrementando a logística do sistema hídrico que compõe a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) e suas vinculadas - Superintendência de Obras Hidráulica (SOHIDRA) e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) - criando uma de rede de informação e comunicação da gestão dos recursos hídricos, como também executando atividades que visem o fortalecimento dos comitês de bacias hidrográficas – CBHs, procurando melhorar a integração entre as instituições que fazem parte do SIGERH.

5.3.2. Objetivos do Programa

O objetivo geral do programa é promover ações visando o fortalecimento institucional da gestão dos recursos hídricos por meio da articulação entre os órgãos que compõem o SIGERH e, ainda, o fortalecimento dos Comitês, assim com incentivar a participação na política de água. Têm-se como objetivos específicos:

- Incrementar a logística do Sistema Hídrico (SRH e suas Vinculadas);
- Incentivar melhor integração entre as instâncias colegiadas, executivas e afins do SIGERH;
- Fortalecer institucionalmente os comitês de bacias hidrográficas; e,
- Implementar rede de informação e comunicação visando o desenvolvimento hídrico do estado do Ceará.

Para atender a esses objetivos específicos desenvolveram-se os seguintes subprogramas:

- Subprograma de Fortalecimento do SIGERH
- Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas
- Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos

5.3.3. Subprograma de Fortalecimento do SIGERH

A Lei no 11.996/92 que estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGERH) no Ceará, tem como uns de seus objetivos, assegurar que a água, recurso natural essencial à vida, ao desenvolvimento econômico e ao bem estar social, possa ser controlada e utilizada, em padrões de qualidade e quantidade satisfatórios, por seus usuários atuais e pelas gerações futuras, em todo o território do Estado, gerenciando de forma integrada, participativa e descentralizada, e considerando a bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento. A água é considerada como recurso limitado é dotado de valor econômico.

5.3.3.1. Descrição do Subprograma

O modelo institucional construído para setor de recursos hídricos, compatível com o quadro das dificuldades, rejeitou a tradicional fórmula do arranjo piramidal. Adotou-se, preferencialmente, o esquema de rede, estabelecendo-se uma estrutura institucional própria do sistema hídrico, a se compor de três unidades: a SRH/CE, a SOHIDRA e a COGERH, considerado o Sistema Hídrico. Integra-se a essa, no processo operativo, um conjunto de organismos colegiados e de participação da sociedade civil, do qual fazem parte o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs) e as associações de usuários de açude. Todas essas instituições e organismos são conduzidos a uma ação sinérgica por meio do SIGERH, tendo como órgão gestor a SRH (PINHEIRO, 2002).

O SIGERH não tem atingido plenamente suas finalidades de integrar as ações institucionais relacionadas à gestão da água, devendo ser reforçada a integração dos entes que o compõem.

Nesse caso, o subprograma propõe aprofundar melhor o processo de controle social da gestão dos recursos hídricos, fortalecendo os entes colegiados do SIGERH - CONERH, CBH e Comissões Gestoras dos Açudes - CGA.

5.3.3.2. Objetivos do Subprograma

O subprograma tem como objetivo geral fortalecer institucionalmente o SIGERH por meio de ações que incentive uma maior integração e melhoria da infraestrutura física dos órgãos que o compõe. Dentre os objetivos específicos, têm-se:

- Incrementar a logística dos órgãos que compõem o SIGERH;
- Melhorar a infraestrutura física e informacional do Sistema Hídrico (SRH e suas Vinculadas);
- Incentivar melhor integração entre as instâncias colegiadas, executivas e afins do SIGERH.

5.3.3.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do subprograma de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, Departamento de Obras Contra as Secas - DNOCS, Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH e Comissões Gestoras dos Açudes - CGA. As universidades podem também auxiliar no desenvolvimento de metodologias para o cálculo de alguns parâmetros.

5.3.3.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse subprograma são:

- Acionar convênio de cooperação técnica entre SRH, COGERH, SEMACE e DNOCS.
- Criar câmara técnica-administrativa permanente na COGERH com representantes do SIGERH.
- Melhorar a infraestrutura física e informacional.
- Ampliar o corpo técnico.
- Redefinir o papel das instituições que fazem parte do SIGERH quanto à gestão e a fiscalização dos corpos hídricos.
- Celebrar convênio entre as Instituições que fazem parte do SIGERH.
- Incentivar a integração entre os órgãos quanto à elaboração de estudos, planos e outras atividades a serem realizadas pelo Sistema Hídrico.

5.3.3.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do subprograma de fortalecimento do SIGERH **podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.**

5.3.3.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores

envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.3.3.7. Matriz do Subprograma de Fortalecimento do SIGERH

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido subprograma é apresentada no **Quadro 5.3** a seguir.

Quadro 5.3 - Matriz do Subprograma de Fortalecimento do SIGERH.

Objetivos	Geral: fortalecer institucionalmente o SIGERH por meio de ações que incentive uma maior integração e melhoria da infraestrutura física dos órgãos que o compõe. Específicos: • Incrementar a logística dos órgãos que compõem o SIGERH; • Melhorar a infraestrutura física e informacional do Sistema Hídrico (SRH e suas Vinculadas); • Incentivar melhor integração entre as instâncias colegiadas, executivas e afins do SIGERH.
Instituições Envolvidas	SRH, COGERH, SEMACE, DNOCS, CBH e CGA.
Ações Previstas	• Acionar convênio de cooperação técnica entre SRH, COGERH, SEMACE e DNOCS. • Criar câmara técnica-administrativa permanente na COGERH com representantes do SIGERH. • Melhorar a infraestrutura física e informacional. • Ampliar o corpo técnico. • Redefinir o papel das instituições que fazem parte do SIGERH quanto à gestão e a fiscalização dos corpos hídricos. • Celebrar convênio entre as Instituições que fazem parte do SIGERH. • Incentivar a integração entre os órgãos quanto à elaboração de estudos, planos e outras atividades a serem realizadas pelo Sistema Hídrico.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.3.3.8. Aspectos Gerais

A base legal, constituída pelo conjunto de leis, decretos, normas e regulamentos relacionados ao uso e controle dos recursos hídricos, conforma um modelo de gerenciamento de águas adotado pelo Estado. No Brasil, por exemplo, até o advento da Lei de Recursos Hídricos, o modelo de gestão era o do gerenciamento pelo tipo de uso da água, existindo diversos órgãos e entidades públicas com atribuições de gestão da água, de forma desarticulada e ineficiente.

No Ceará, com a instituição da Política Estadual de Recursos Hídricos, o usuário de águas passou a ser maior partícipe como decisor na gestão e no uso deste recurso natural. Anteriormente, a gestão era centralizada pelos órgãos federais e estaduais, enquanto o uso da água era praticado desordenadamente e de acordo com a conveniência do usuário.

Segundo Campos e Studart (2001), para que a água possa ser utilizada e controlada em níveis satisfatórios de quantidade e de qualidade, seja pela geração atual, seja pela futura, são necessários mecanismos de planejamento e gerenciamento integrados, descentralizados e, sobretudo, participativos.

A COGERH tem um papel fundamental no cenário dos recursos hídricos atual, a partir da implementação da gestão participativa dos recursos hídricos no âmbito do SIGERH, tendo como atribuições o gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do Ceará; monitoramento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos; apoio a organização social para a gestão da água, operação e manutenção das estruturas hidráulicas estaduais; implementação dos instrumentos de gestão e a realização de estudos e projetos.

Alguns entraves limitam o desempenho da Companhia, entidade responsável pela gestão dos recursos hídricos, que precisam ser avaliados e resolvidos, tais como:

- Legislação estadual de recursos hídricos, precisando ser aperfeiçoada;
- A capacidade de fiscalização dos usos de água e de construções irregulares de obras hídricas, precisando ser melhorada e fortalecida;
- Indefinição de atribuições e ausência de mecanismos institucionais para o controle da pesca em águas interiores, necessitando de regulamentação;
- Pouco conhecimento da Política Estadual de Recursos Hídricos dificultando a expansão dos instrumentos de gestão (outorga e cobrança);
- Incompatibilidade dos parâmetros de qualidade ambientais adotados nacionalmente com a realidade do semi-árido nordestino, gerando dificuldades para o enquadramento dos corpos hídricos e na avaliação da qualidade da água bruta disponibilizada para as concessionárias de saneamento.
- Ausência de uma política e legislação específica para utilização de vazantes dos nossos reservatórios (atualmente COGERH, SRH, SEMACE, DAS e FETRAECE estão elaborando uma proposta decreto específico, através de o Grupo de Trabalho).
- O nível de articulação, que é prejudicado pela descontinuidade das políticas setoriais, e muitas vezes pela postura dos gestores das instituições.

Com tanto entraves, houve importantes avanços, todavia está diante de grandes desafios para atender as novas demandas. Algumas alterações poderão ser feitas no sistema, como o retorno da FUCEME para a esfera dos Recursos Hídricos e a atualização da legislação. Como também, é necessária melhor definição dos papeis dos órgãos que compõem o SIGERH e uma melhor articulação entre estes.

Outro ponto que não se deve esquecer é avançar no processo de delegação do gerenciamento das águas de domínio da União em nosso estado e melhorar o relacionamento entre as esferas estaduais e federais de recursos hídricos, com o estabelecimento de novos convênios e cumprimento dos existentes.

O Estado do Ceará já obteve muitos avanços na gestão de suas águas. Entre eles podem ser citados: a alocação negociada de água, a legitimação da participação social no processo (CBH’s e Comissões Gestoras dos Açudes), a mediação de conflitos existentes pelo uso da água, a implantação dos instrumentos de gestão (outorga e cobrança e planos de bacia), a melhoria da articulação institucional para questões de recursos hídricos, a operação e manutenção da infra-estrutura hídrica e o monitoramento quantitativo e qualitativo de parte de seus mananciais.

5.3.4. Subprograma de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas

Os organismos colegiados e de participação no modelo cearense são o Conselho Estadual de Recursos Hídricos - CONERH, os Comitês de Bacia Hidrográfica - CBHs e as associações de usuários de açude. Todas essas instituições e organismos são conduzidos a uma ação sinérgica por meio do SIGERH, tendo como órgão gestor a SRH.

Os CBHs são unidades de gestão colegiada, destinados a atuarem como "parlamento da águas", são formados por representantes da sociedade civil, órgãos governamentais e prefeituras, sendo o fórum de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica. O CBH da Bacia do Coreaú está em funcionamento desde 2006. O gerenciamento ao nível da bacia hidrográfica tem grande importância, pois a bacia é uma unidade geográfica formada pela integração de vários corpos d'água. Logo, a intervenção em qualquer um desses corpos pode afetar todo o sistema hídrico.

5.3.4.1. Descrição do Subprograma

A descentralização política no gerenciamento dos recursos hídricos, através do incentivo da participação dos usuários, permitiu um maior controle destes recursos, pois antes, quando o sistema era centralizado pelos órgãos federais e estaduais, o uso da água era praticado desordenadamente, e de acordo com conveniência do setor usuário. Entendendo os Comitês de Bacia Hidrográfica como a instância mais importante de integração e participação dos usuários de água com os níveis superiores da gestão, percebe-se a necessidade do seu fortalecimento.

Este programa visa o fortalecimento institucional e político dos Comitês de Bacias, por meio de capacitação permanente dos seus membros, ampliação do suporte técnico-financeiro, ampliação de participação e a intensificação da implementação dos instrumentos de gestão.

5.3.4.2. Objetivos do Subprograma

O objetivo geral deste Subprograma é o fortalecimento institucional e político dos CBHs, visando a sua maior participação e reconhecimento nos espaços de negociação e definição das intervenções na gestão de recursos hídricos das Bacias Hidrográficas. Dentre os objetivos específicos, ressalta-se:

- Planejamento e monitoramento permanente
- Capacitação dos membros dos diferentes colegiados,
- Ampliação do suporte técnico-financeiro
- Ampliação de espaços de participação
- Intensificar implementação de instrumentos de gestão.

5.3.4.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do subprograma de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como SRH, COGERH, SEMACE, DNOCS e CBH.

5.3.4.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse subprograma são:

- Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.
- Criar e implementar Comissões Gestoras nos reservatórios.
- Incentivo do poder público visando à maior participação dos membros do Comitê.
- Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão
- Promover articulação entre o Comitê e as instituições públicas e privadas da Bacia.
- Elaborar um plano permanente de capacitação dos membros do comitê e das comissões gestoras.
- Elaborar de estudos, planos e outras ações a serem realizadas pelo Sistema Hídrico com a participação dos CBHs.

5.3.4.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do subprograma de fortalecimento dos comitês de bacias hidrográficas podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.3.4.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do subprograma são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.3.4.7. Matriz do Subprograma de Fortalecimento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Coreaú

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.4** a seguir.

Quadro 5.4 - Matriz do Subprograma de Fortalecimento do Comitê de Bacia Hidrográfica do Coreaú.

Objetivos	Geral: O objetivo geral deste Subprograma é o fortalecimento institucional e político dos CBHs, visando a sua maior participação e reconhecimento nos espaços de negociação e definição das intervenções na gestão de recursos hídricos das Bacias Hidrográficas. Específicos: • Planejamento e monitoramento permanente • Capacitação dos membros dos diferentes colegiados, • Ampliação do suporte técnico-financeiro • Ampliação de espaços de participação • Intensificar da implementação de instrumentos de gestão.
Instituições Envolvidas	SRH, COGERH, SEMACE, SDA, DNOCS, CBH e CGA
Ações Previstas	• Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês. • Criar e implementar Comissões Gestoras nos reservatórios.

	• Incentivo do poder público visando à maior participação dos membros do Comitê. • Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão • Promover articulação entre o Comitê e as instituições públicas e privadas da Bacia. • Elaborar um plano permanente de capacitação dos membros do comitê e das comissões gestoras. • Elaborar de estudos, planos e outras ações a serem realizadas pelo Sistema Hídrico com a participação dos CBHs.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.3.4.8. Aspectos Gerais

O CBH da bacia do Coreaú, assim como os demais do estado do Ceará é composto por representantes de instituições governamentais e não-governamentais, distribuídos em quatro setores, com o seguinte percentual de participação: Usuários (30%), Sociedade Civil (30%), Poder Público Municipal (20%) e Poder Público Estadual/Federal (20%).

O gerenciamento dos recursos hídricos feito forma descentralizada, visando à participação dos usuários de água. O apoio à organização dos usuários é desenvolvido, considerando-se três escalas espaciais:

- ***açude*** – é o núcleo básico de organização dos usuários, onde pescadores, vazanteiros, irrigantes e até mesmo concessionários de abastecimento de água dos centros urbanos dependem de um mesmo reservatório de água e devem, portanto, decidir conjuntamente sobre sua utilização. Neste nível, é apoiado o fortalecimento ou a constituição de associações;
- ***vale perenizado*** – este nível de organização possui uma maior complexidade de atuação, pois envolve um ou mais reservatórios e/ou trechos de rios perenizados, nos quais, ordinariamente, encontram-se os grandes perímetros públicos irrigados com irrigantes privados, agroindústrias, indústrias e captação para abastecimento de várias cidades, usuários que devem deliberar conjuntamente sobre a operação de um sistema perenizado; e
- ***região hidrográfica*** – nível mais complexo dos três, pois abrange toda a área de uma região hidrográfica, a qual deve ser entendida como a unidade de planejamento e gestão, com todos os seus conflitos e potencialidades.

Ao se consolidar a organização dos primeiros níveis de gestão (açudes e vale perenizado), deve-se instituir um Comitê de Bacia Hidrográfica, visando à concretização da gestão participativa dos recursos hídricos. Apesar deste tipo de organização, permitir um melhor controle dos recursos hídricos, os Comitês no Ceará necessitam de maior incentivo do poder público para tornar mais eficiente sua gestão, isto é, necessário fortalecer os CBH's para que tenham mais autonomia, capacidade de desempenhar suas atribuições e maior clareza de suas reais prerrogativas como instância deliberativa e consultiva, no âmbito do SIGERH.

5.3.5. Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos

Devido à complexidade e abrangência intrínseca da gestão das águas, por esta ser um ente que perpassa por vários temas, há a necessidade de uma boa articulação entre os diversos órgãos e os próprios usuários.

Dentre ferramentas encontradas para melhorar articulação entre os diversos níveis de gestão dos recursos hídricos, destaca-se o sistema de informações sobre os recursos hídricos, previsto na lei das águas (Lei nº 9433/97). Tal sistema faria a coleta, o tratamento, o armazenamento e a recuperação de informações relevantes sobre os recursos hídricos e sobre os fatores intervenientes em sua gestão.

5.3.5.1. Descrição do Subprograma

O estado do Ceará conta hoje com uma considerável base de informações referentes aos aspectos sociais, técnicos (hidrológicos, ambientais e infra-estrutura hidráulica), dentre outras. Entretanto, tais informações se encontram em vários documentos e órgãos, devendo ser reunidas, sintetizadas e analisadas criticamente com a participação das instancias envolvidas.

A criação e a implementação do Subprograma de Informação de Comunicação dos Recursos Hídricos abrangeria tanto a organização e o compartilhamento de dados entre as diversas instituições, quanto comunicação ao público em geral destas informações. Sendo assim, a proposta desse Programa é organizar os dados em única estrutura integrada, melhorar a comunicação entre os diversos órgãos do SIGERH e ampliar a divulgação dos diversos temas vinculados aos recursos hídricos. Pode-se considerar, também, que seria um programa de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre os recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

5.3.5.2. Objetivos do Subprograma

O objetivo geral do subprograma é organizar um sistema de informação e comunicação entre as entidades do SIGERH e tornar públicas as informações sobre gestão e uso da água.

Dentre os objetivos específicos, ressalta-se:

- Organizar um banco de dados sobre recursos hídricos da bacia;
- Conhecer as necessidades de comunicação e informação dos órgãos que fazem parte do SIGERH, como também, as dos Comitês;
- Articular entre as diversas instituições um banco de dados sobre recursos hídricos;
- Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Ceará.
- Implementar estruturas para garantir que toda a sociedade tenha acesso às informações geradas.
- Conscientizar a população em geral sobre uso adequado dos recursos hídricos;
- Gerar mais participação dos cidadãos, bem como estabelecer processos mais integrados e descentralizados da gestão dos recursos hídricos.

5.3.5.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do subprograma de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como SRH, COGERH e CBH.

5.3.5.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse subprograma são:

- Elaborar projeto de rede de comunicação visando à divulgação da quantidade e qualidade da água bruta.
- Elaborar plano de comunicação visando o desenvolvimento hídrico do Ceará.
- Articular com escolas, ONG´s, Associações e Sindicatos para divulgar o conhecimento sobre os recursos hídricos da bacia.
- Melhorar o sistema de comunicação entre os CBHs e as instituições do Sistema Hídrico.

5.3.5.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.3.5.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do subprograma são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do subprograma.

5.3.5.7. Matriz do Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido subprograma é apresentada no **Quadro 5.5** a seguir.

Quadro 5.5 - Matriz do Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos

Objetivos	Geral: O objetivo geral do subprograma é organizar um sistema de informação e comunicação entre as entidades do SIGERH e tornar públicas informações sobre gestão e uso da água. Específicos: • Organizar um banco de dados sobre recursos hídricos; • Conhecer as necessidades de comunicação e informação dos órgãos que fazem parte do SIGERH, como também, as dos Comitês; • Articular entre as diversas instituições um banco de dados sobre recursos hídricos; • Reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Ceará. • Implementar estruturas para garantir que toda a sociedade tenha acesso às informações geradas.

	• Conscientizar a população em geral sobre uso adequado dos recursos hídricos; • Gerar mais participação dos cidadãos, bem como estabelecer processos mais integrados e descentralizados da gestão dos recursos hídricos.
Instituições Envolvidas	SRH, COGERH e CBH.
Ações Previstas	• Elaborar projeto de rede de comunicação visando à divulgação da quantidade e qualidade da água bruta. • Elaboração de Plano de Comunicação visando o desenvolvimento hídrico do Ceará. • Articular com escolas, ONG´s, Associações e Sindicatos para divulgar o conhecimento sobre os recursos hídricos da bacia. • Melhorar o sistema de comunicação entre os CBHs e as instituições do Sistema Hídrico.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.3.5.8. Aspectos Gerais

O Ceará vem dando continuidade, com sucesso, ao processo de implementação da gestão integrada, descentralizada e participativa, que foi um marco institucional ao desenvolvimento dos recursos hídricos no Estado. Procurou assegurar o abastecimento das populações urbana e rural e os diversos usos da água, ampliando e mantendo a infra-estrutura existente. E, ainda, incrementando a oferta, bem como a evolução racional da demanda e criando condicionantes institucionais para enfrentar as oportunidades e os riscos em médio e longo prazo, entre eles as mudanças climáticas. Uma das áreas cruciais no processo de reforma é o gerenciamento de uma rede de serviços de água, envolvendo um grande número de intervenientes. Na verdade, órgãos públicos federal, estadual e municipal, organização de usuários, representantes da sociedade civil que foram e continuarão a ser encorajados a aderir à gestão dos recursos hídricos em seus respectivos níveis.

Para fortalecer o processo da gestão das águas faz-se imprescindível ainda que exista uma boa articulação entre as diversas instituições e organismos, sendo necessário, além, de mecanismos técnicos, institucionais e legais, mecanismos de informação e comunicação dos dados gerados sobre recursos hídricos.

Com esta visão, o Subprograma de Informação e Comunicação dos Recursos Hídricos propõe reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos do Estado, ampliando assim o acesso às informações geradas para toda sociedade.

5.4. Programa de Águas Subterrâneas

5.4.1. Descrição do programa

O monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos representa aspecto fundamental no apoio à gestão hidroambiental, particularmente associado às diversas variações quali-quantitativas decorrentes do uso e ocupação do solo, permitindo o conhecimento em tempo real das variáveis que podem comprometer os diversos segmentos do planejamento e da gestão dos recursos hídricos e, desta forma, a tomada de decisões técnicas. A fim de se assegurar a coleta

de dados representativos, e conseqüentemente informações técnicas consolidadas, o monitoramento necessita de planejamento pertinente a seleção dos poços para tal finalidade, definição dos parâmetros a serem monitorados, métodos de amostragem e freqüências de obtenção de dados para, posteriormente, serem submetidos à análise e interpretação gerando informações para a gestão hídrica.

A proposta deste Programa, assim, é o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos subterrâneos, de forma a agregar mais informação sobre o real estado deste recurso na bacia.

5.4.2. Objetivos do Programa

Este programa tem como objetivo dotar a bacia de uma rede de monitoramento pode ser direcionado para os aspectos quantitativos e qualitativos das águas subterrâneas, ou seja, levantar, gerar e disponibilizar informações e conhecimentos sobre a ocorrência, circulação, qualidade e utilização das águas subterrâneas na região semi-árida, que além de indispensáveis como base para a Gestão de Recursos Hídricos são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico da região. Dentre os objetivos específicos, ressalta-se:

- Identificar os sistemas aqüíferos presentes na bacia e estimar suas reservas hídricas;
- Obter maior conhecimento em relação às características físico-químicas e/ou bacteriológicas da água;
- Acompanhar a evolução qualitativa da água em termos de mudanças naturais ou em decorrência do uso e ocupação do solo;
- Obter maior conhecimento sobre o comportamento hidráulico do corpo aqüífero;
- Acompanhar a evolução quantitativa das reservas em termos de mudanças naturais ou em decorrência da explotação das mesmas;
- Instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão.

Assim, tais considerações devem ser contempladas na elaboração das diretrizes relacionadas à implantação de qualquer rede de monitoramento para que ela tenha o comportamento vinculado à gestão, requerendo o planejamento a fim de se obter dados seguros que sejam traduzidos em informações confiáveis.

5.4.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do programa de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como SRH, COGERH, CPRM e DNOCS. As universidades podem também auxiliar no desenvolvimento de metodologias para o cálculo de alguns parâmetros.

5.4.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse programa são:

- Criar uma rede de monitoramento integrado dos recursos hídricos subterrâneos;
- Cadastrar as fontes de abastecimento;
- Realizar um diagnóstico hidroambiental dos aqüíferos;

- Realizar uma caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica local para qualquer que seja o poço a ser inserido na rede de monitoramento;
- Realizar anualmente campanhas de coletas e análises hidroquímicas, termotolerantes (bacteriológicas), agrotóxicos, BTEX e metais pesados, dos aqüíferos.
- Incentivar a criação de rede de laboratórios do estado do Ceará acreditados pelo INMETRO.
- Monitorar as águas subterrâneas.
- Realizar Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de poços de acordo com a geologia da área.
- Recuperação, manutenção e instalação de dessalinizadores.

5.4.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa de monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.4.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.4.7. Matriz do Programa de Águas Subterrâneas da Bacia do Coreaú

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.6** a seguir.

Quadro 5.6 - Matriz do Programa de Águas Subterrâneas da Bacia do Coreaú.

Objetivos	Geral: Dotar a bacia de uma rede de monitoramento pode ser direcionado para os aspectos quantitativos e/ou qualitativos e, principalmente, integrado das águas subterrâneas. Específicos: • Identificar os sistemas aqüíferos presentes na bacia e estimar suas reservas hídricas; • Obter maior conhecimento em relação às características físico-químicas e/ou bacteriológicas da água; • Acompanhar a evolução qualitativa da água em termos de mudanças naturais ou em decorrência do uso e ocupação do solo; • Obter maior conhecimento sobre o comportamento hidráulico do corpo aqüífero; • Acompanhar a evolução quantitativa das reservas em termos de mudanças naturais ou em decorrência da explotação das mesmas; • Instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão.
Instituições Envolvidas	Instituições Estaduais (SRH, COGERH) e Instituições Federais (CPRM e DNOCS).
Ações Previstas	• Criar uma rede de monitoramento integrado dos recursos hídricos subterrâneos; • Cadastrar as fontes de abastecimento;

	• Realizar um diagnóstico hidroambiental dos aqüíferos; • Realizar uma caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica local para qualquer que seja o poço a ser inserido na rede de monitoramento; • Realizar anualmente campanhas de coletas e análises hidroquímicas, termotolerantes (bacteriológicas), agrotóxicos, BTEX e metais pesados, dos aqüíferos. • Incentivar a criação de rede de laboratórios do estado do Ceará acreditados pelo INMETRO. • Monitorar as águas subterrâneas. • Realizar Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de poços de acordo com a geologia da área. • Recuperação, manutenção e instalação de dessalinizadores.
Fontes de Recursos	Governos Federal e Estadual; Órgãos Financeiros Nacional e Internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.4.8. Aspectos Gerais

Para conhecer a ocorrência da água subterrânea é necessário um grande conhecimento da situação do aqüífero. As zonas geológicas importantes para a água subterrânea devem ser identificadas da mesma forma que suas estruturas em termos de capacidade de armazenamento, além da produção de água.

A utilização da água subterrânea vem aumentando desde a década de 70, principalmente nos locais de maior potencialidade e em função da necessidade de uma fonte de água para a região, imposta pelas suas condições climáticas. No entanto, esse crescimento tem sido feito de forma inadequada, tendo como resultado a exaustão dos aqüíferos e sua contaminação.

Estando parte da bacia em uma região semi-árida, a água subterrânea torna-se um recurso estratégico para o desenvolvimento regional dos municípios e nesse sentido a região necessita de uma maior ênfase ao estudo e a gestão desse recurso tão importante, de forma a promover o conhecimento necessário para estimular o desenvolvimento socioeconômico.

Existem dois grandes domínios de ocorrência das águas subterrâneas no território semi-árido: o cristalino e sedimentar. O domínio cristalino tem sua explotação freqüentemente associada ao abastecimento de pequenas comunidades. Sob o domínio sedimentar é que se dão os principais usos econômicos e abastecimento de populações das águas subterrâneas.

O abastecimento dessa região pelo uso da água subterrânea sempre foi uma alternativa devido à carência de água. Mas os poços têm baixa produção e baixa qualidade. Nos períodos de seca (estiagem), a água dos poços chega a ser a única alternativa de abastecimento em algumas regiões.

Ainda deve ser considerado o problema de contaminação do aqüífero, que pode ter origem diversa, sendo as mais comuns as contaminações relacionadas a atividades industriais, agrícolas e domésticas.

5.5. Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais da Bacia do Coreaú

5.5.1. Descrição do programa

O monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos representa aspecto fundamental no apoio à gestão hidroambiental, particularmente associado às diversas variações quali-quantitativas decorrentes do uso e ocupação do solo, permitindo o conhecimento em tempo real das variáveis que podem comprometer os diversos segmentos do planejamento e da gestão dos recursos hídricos e, desta forma, a tomada de decisões técnicas. A fim de se assegurar a coleta de dados representativos, e conseqüentemente informações técnicas consolidadas, o monitoramento necessita de planejamento pertinente a seleção dos poços para tal finalidade, definição dos parâmetros a serem monitorados, métodos de amostragem e freqüências de obtenção de dados para, posteriormente, serem submetidos à análise e interpretação gerando informações para a gestão hídrica.

A proposta deste Programa, assim, é o monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos subterrâneos, de forma a agregar mais informação sobre o real estado deste recurso na bacia.

5.5.2. Objetivos do Programa

Este programa tem como objetivo dotar a bacia de uma rede de monitoramento pode ser direcionado para os aspectos quantitativos e qualitativos das águas subterrâneas, ou seja, levantar, gerar e disponibilizar informações e conhecimentos sobre a ocorrência, circulação, qualidade e utilização das águas subterrâneas na região semi-árida, que além de indispensáveis como base para a Gestão de Recursos Hídricos são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico da região. Dentre os objetivos específicos, ressalta-se:

- Identificar os sistemas aqüíferos presentes na bacia e estimar suas reservas hídricas;
- Obter maior conhecimento em relação às características físico-químicas e/ou bacteriológicas da água;
- Acompanhar a evolução qualitativa da água em termos de mudanças naturais ou em decorrência do uso e ocupação do solo;
- Obter maior conhecimento sobre o comportamento hidráulico do corpo aqüífero;
- Acompanhar a evolução quantitativa das reservas em termos de mudanças naturais ou em decorrência da explotação das mesmas;
- Instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão.

Assim, tais considerações devem ser contempladas na elaboração das diretrizes relacionadas à implantação de qualquer rede de monitoramento para que ela tenha o comportamento vinculado a gestão, requerendo o planejamento a fim de se obter dados seguros que sejam traduzidos em informações confiáveis.

5.5.3. Instituições envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do programa de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como SRH, COGERH,

CPRM e DNOCS. As universidades podem também auxiliar no desenvolvimento de metodologias para o cálculo de alguns parâmetros.

5.5.4. Ações Previstas

As ações previstas para esse programa são:

- Criar uma rede de monitoramento integrado dos recursos hídricos subterrâneos;
- Cadastrar as fontes de abastecimento;
- Realizar um diagnóstico hidroambiental dos aqüíferos;
- Realizar uma caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica local para qualquer que seja o poço a ser inserido na rede de monitoramento;
- Realizar anualmente campanhas de coletas e análises hidroquímicas, termotolerantes (bacteriológicas), agrotóxicos, BTEX e metais pesados, dos aqüíferos.
- Incentivar a criação de rede de laboratórios do estado do Ceará acreditados pelo INMETRO.
- Monitorar as águas subterrâneas.
- Realizar Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de poços de acordo com a geologia da área.

5.5.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa de monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.5.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.5.7. Matriz do Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia do Coreaú

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.7** a seguir.

Quadro 5.7 - Matriz do Programa de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo dos Mananciais da Bacia do Coreaú.

Objetivos	Geral: Dotar a bacia de uma rede de monitoramento pode ser direcionado para os aspectos quantitativos e/ou qualitativos e, principalmente, integrado das águas subterrâneas. Específicos: • Identificar os sistemas aqüíferos presentes na bacia e estimar suas reservas hídricas; • Obter maior conhecimento em relação às características físico-químicas e/ou bacteriológicas da água; • Acompanhar a evolução qualitativa da água em termos de mudanças naturais ou em decorrência do uso e ocupação do solo; • Obter maior conhecimento sobre o comportamento hidráulico do corpo aqüífero; • Acompanhar a evolução quantitativa das reservas em termos de mudanças naturais ou em decorrência da explotação das mesmas; • Instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão.
Instituições Envolvidas	Instituições Estaduais (SRH, COGERH) Instituições Federais (CPRM e DNOCS).
Ações Previstas	• Criar uma rede de monitoramento integrado dos recursos hídricos subterrâneos; • Cadastrar as fontes de abastecimento; • Realizar um diagnóstico hidroambiental dos aqüíferos; • Realizar uma caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica local para qualquer que seja o poço a ser inserido na rede de monitoramento; • Realizar anualmente campanhas de coletas e análises hidroquímicas, termotolerantes (bacteriológicas), agrotóxicos, BTEX e metais pesados, dos aqüíferos. • Incentivar a criação de rede de laboratórios do estado do Ceará acreditados pelo INMETRO. • Monitorar as águas subterrâneas. • Realizar Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de poços de acordo com a geologia da área.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.5.8. Aspectos Gerais

Para conhecer a ocorrência da água subterrânea é necessário um grande conhecimento da situação do aqüífero. As zonas geológicas importantes para a água subterrânea devem ser identificadas da mesma forma que suas estruturas em termos de capacidade de armazenamento, além da produção de água.

A utilização da água subterrânea vem aumentando desde a década de 70, principalmente nos locais de maior potencialidade e em função da necessidade de uma fonte de água para a região, imposta pelas suas condições climáticas. No entanto, esse crescimento tem sido feito de forma inadequada, tendo como resultado a exaustão dos aqüíferos e sua contaminação.

Estando parte da bacia em uma região semi-árida, a água subterrânea torna-se um recurso estratégico para o desenvolvimento regional dos municípios e nesse sentido a região necessita

de uma maior ênfase ao estudo e a gestão desse recurso tão importante, de forma a promover o conhecimento necessário para estimular o desenvolvimento socioeconômico.

Existem dois grandes domínios de ocorrência das águas subterrâneas no território semi-árido: o cristalino e sedimentar. O domínio cristalino tem sua explotação freqüentemente associada ao abastecimento de pequenas comunidades. Sob o domínio sedimentar é que se dão os principais usos econômicos e abastecimento de populações das águas subterrâneas.

O abastecimento dessa região pelo uso da água subterrânea sempre foi uma alternativa devido à carência de água. Mas os poços têm baixa produção e baixa qualidade. Nos períodos de seca (estiagem), a água dos poços chega a ser a única alternativa de abastecimento em algumas regiões.

Ainda deve ser considerado o problema de contaminação do aqüífero, que pode ter origem diversa, sendo as mais comuns as contaminações relacionadas a atividades industriais, agrícolas e domésticas.

5.5.9. Situação dos reservatórios

De acordo com o Boletim Informativo/2008 sobre o nível trófico dos principais reservatórios da Bacia do Coreaú, elaborado pela COGERH, observa-se que nenhum reservatório está enquadrados no nível hipertrófico, ou seja, esses reservatórios apresentam um enriquecimento máximo de nutrientes, com grandes quantidades de algas e plantas aquáticas, exigindo uma intervenção imediata para reverter ou atenuas essa processo.

No entanto, existe um reservatório (Premuoca) que foi classificado como eutrófico, que possui enriquecimento de nutrientes (P e N), muito crescimento planctônico (alta produtividade), extensa área coberta com plantas aquáticas, muita acumulação de sedimentos no fundo, baixos níveis de oxigênio dissolvido no fundo e com poucas espécies de peixes.

Os reservatórios Trapiá III, Volta da Várzea, Matinópole, Tuncunduba, Gangorra e Itaúna apresentam-se em estado mesotrófico. Os reservatórios Diamante e Angicos possuem estado oligotrófico.

5.5.10. Aspectos do Monitoramento

Para que uma rede de monitoramento da qualidade e quantidade de água tenha credibilidade é essencial que sejam produzidos dados confiáveis, o que permite uma tomada de decisão mais acertada e uma melhor orientação para as políticas públicas.

Para garantir uma melhor qualidade dos resultados produzidos devem existir convênios com laboratórios, bem como implantar um sistema de qualidade para a coleta e tratamento dos dados de campo.

Quanto às equipes de campo devem ser realizados treinamentos e capacitações permanentes.

5.5.10.1. Monitoramento da Qualidade da Água

A rede de monitoramento da qualidade da água pode ser dividida por grupos. Sugere-se que eles sejam dispostos da seguinte maneira:

- Monitoramento dos açudes da bacia hidrográfica;
- Monitoramento dos vales perenizados;
- Monitoramento da bacia hidráulica.

5.5.10.2. Monitoramento da Quantidade de Água

A realização desse trabalho já é desenvolvida pela COGERH, em parceria com diversas instituições, principalmente da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, e de um esforço conjunto dos municípios, no estabelecimento de um sistema de comunicação e repasse de informações. Os reservatórios na bacia são utilizados apenas para o acúmulo de água.

- O trabalho de monitoramento deverá pauta-se na observação de alguns dados:
- Monitoramento dos Açudes: Volume Armazenado e Volume Sangrado;
- Estabelecimento de seções de medição de vazão nos principais afluentes do rio principal;
- Curvas-Chave das Seções Monitoradas nos Rios;
- Equações dos Vertedouros.

5.6. Modelo de Gestão dos Estoques de Água nos Reservatórios

5.6.1. Descrição do Programa

O modelo de gestão dos estoques de água (MGEA) é uma ação permanente do sistema de gerenciamento de recursos hídricos. A gestão dos estoques deve incorporar aspectos de quantidade e qualidade da água. O desenvolvimento de estratégia de gestão do risco dos estoques é importante desafio atual, notadamente os riscos devidos à variabilidade e a mudança do clima. A gestão integrada da quantidade e qualidade da água constitui-se em outro desafio. A gestão dos estoques de água está associada à alocação de água de longo prazo (outorga) e de curto prazo (alocação negociada), assim como, ao controle de cheias.

5.6.2. Objetivos do Programa

O objetivo geral do programa de Gestão dos Estoques de Água é prover a bacia hidrográfica de estratégia de operação dos reservatórios superficiais que possibilite uma alocação de água de longo prazo (outorga) e de curto prazo (alocação negociada) eficiente.

Como objetivos específicos podem-se definir:

i) Definir e implementar estratégia de operação de longo prazo dos estoques de água;

ii) Definir e implementar estratégia de operação de curto prazo dos estoques de água;

iii) Definir e Implementar Sistema de Controle de Cheias

iv) Definir e implementar estratégia de gestão da qualidade da água

v) Definir arcabouço de tomada de decisão que associe a participação pública e a otimização dos estoques de água.

5.6.3. Instituições Envolvidas

A operacionalização deste programa demanda a participação da SRH e da COGERH; assim como, o Comitê de Bacia.

5.6.4. Ações Previstas

As ações previstas neste programa são:

- Definição das regras de operação de longo prazo (10-30 anos) incluindo:
  - Estabelecimento dos volumes alocáveis para cada tipo de uso (abastecimento urbano, irrigação, Industria entre outros) . Esta definição deverá ser feita pelo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) e materializada em uma resolução. Neste processo deve-se definir a forma de cálculo das garantias do suprimento de água e a incorporação ou não dos volumes de alerta.
  - Definição das séries de vazões para todos os reservatórios objeto de outorga de uso da água. Para este fim estudos hidrológicos devem ser desenvolvidos. Esta ação deve ser executada pela COGERH com apoio da FUNCEME.
  - Estudo de garantia de regularização para os horizontes de 10 a 30 anos com vistas a quantificação das vazões outorgáveis. Estes estudos devem incorporar os padrões de variação climática na escala decadal. Esta ação deve ser executada pela COGERH.
  - Implementação de sistema de suporte a decisão a operação de longo prazo (outorga) de uso da água. Este sistema de apoio a decisão é descrito em programa específico. Esta ação deve ser executada pela SRH/COGERH.
- Definição das regras de operação de longo prazo (até 2 anos) incluindo:
  - Definir *Cenários de Racionamento* onde se predefine o nível de racionamento de cada setor usuário para diferentes níveis de falha do abastecimento. O objetivo destes cenários seria se predefinir a alocação de água entre os setores para quando na Alocação Negociada se definir o nível de racionamento já se saber quanto de água ficará para cada setor. Neste processo obedece-se a prioridade de uso. Esta ação permitirá dar maior previsibilidade dos resultados da alocação negociada e maior clareza dos impactos alocativos da decisão de racionamento. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH e pelos Comitê de Bacia.
  - Disponibilizar sistema na INTERNET que possibilite a simulação por parte dos usuários dos cenários de operação do reservatório. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH e pelos Comitê de Bacia.
  - Desenvolver e implementar sistemas de gestão do risco associado variabilidade sazonal e interanual do clima. A utilização da previsão climática sazonal é instrumento de quantificação do risco e a possibilidade de sua utilização na alocação deve ser promovida. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH e pelos Comitê de Bacia.
  - Implementar sistema de apoio a decisão a operação de curto prazo. Esta ação é compartilhada com o programa específico para Sistemas de Suporte a Decisão. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH.
- Definir e implementar sistemas de controle e alerta de cheias

- Definir regras de operação de curtíssimo prazo (poucos dias) associadas as regras de horizonte mais dilatado com vistas ao controle e alerta de cheias. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH.
- Definir sistema de alerta de cheias considerando sistema de monitoramento deste evento extremo, os níveis de alerta e as ações do plano de contingência. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH, Defesa Civil e Comitê de Bacia.
- Implementar infra-estrutura física e institucional necessária para a operacionalização do sistema de alerta de cheias.

- Definir e implementar estratégia de gestão da qualidade da água
  - Definir os instrumentos econômicos e de controle necessário para um gerenciamento da qualidade da água eficiente. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH
  - Definição do marco regulatório e o sistema normativo e legal do gerenciamento da qualidade da água, assim como, os mecanismos de integrado ao gerenciamento de quantidade. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH/SEMACE
  - Definir a estratégia de implementação do sistema de gerenciamento da qualidade da água (GQA). Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH/SEMACE.
  - Dar continuidade e efetividade aos resultados do PRODHAM avaliando a possibilidade de incorporação das estratégias de manejo hidroambienltal deste programa no sistema de gerenciamento da qualidade da água. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH.
  - Realizar o diagnóstico das fontes poluidoras concentradas e difusas, urbanas e rurais. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH/SEMACE.
  - Desenvolver modelagem matemática que funcione com sistema de apoio a decisão ao sistema de monitoramento e ao planejamento do modelo de gerenciamento da qualidade da água (esta modelagem deve permitir a integração da informação disponível, a avaliação de impactos e a construção de cenários atuais e futuros). Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH
  - Projeto de rede de monitoramento da qualidade da água; Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH/SEMACE.
  - Proposição de arcabouço político-jurídico-institucional de gerenciamento da qualidade e a implantação de projeto piloto para teste deste modelo incluindo a estratégia de monitoramento. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH.
  - Definição do modelo sob a experiência do projeto piloto que incorpore a outorga, cobrança e fiscalização (incluindo monitoramento) da qualidade, as formas de participação pública e o sistema normativo (leis, decretos e resoluções) que amparem o modelo de gestão. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH.
- Definir arcabouço de tomada de decisão que associe a participação pública e a otimização dos estoques de água.

5.6.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação de gestão dos estoques de água deverão ser obtidos de programas dos governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.6.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados e a implantação da infra-estrutura física para elaboração e realização de ações do programa.

5.6.7. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.8** a seguir.

Quadro 5.8. Matriz do Programa de Gestão de Estoques de Água

Objetivos	Geral: prover a bacia hidrográfica de estratégia de operação dos reservatórios superficiais que possibilite uma alocação de água de longo prazo (outorga) e de curto prazo (alocação negociada) eficiente Específicos: i) Definir e implementar estratégia de operação de longo prazo dos estoques de água; ii) Definir e implementar estratégia de operação de curto prazo dos estoques de água; iii) Definir e Implementar Sistema de Controle de Cheias iv) Definir e implementar estratégia de gestão da qualidade da água v) Definir arcabouço de tomada de decisão que associe a participação pública e a otimização dos estoques de água.
Instituições Envolvidas	Instituições do Estaduais (SRH, COGERH, FUNCEME, SEMACE e Defesa Civil); Instituições Federais (DNOCS, MI, e ANA), Comitê de Bacia.
Ações Previstas	i) Definição das regras de operação de longo prazo (10-30 anos) incluindo: a. Estabelecimento dos volumes alocáveis para cada tipo de uso (abastecimento urbano, irrigação, Industria entre outros) . Esta definição deverá ser feita pelo Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) e materializada em uma resolução. Neste processo deve-se definir a forma de cálculo das garantias do suprimento de água e a incorporação ou não dos volumes de alerta. b. Definição das séries de vazões para todos os reservatórios objeto de outorga de uso da água. Para este fim estudos hidrológicos devem ser desenvolvidos. Esta ação deve ser executada pela COGERH com apoio da FUNCEME. c. Estudo de garantia de regularização para os horizontes de 10 a 30 anos com vistas a quantificação das vazões outorgáveis. Estes estudos devem incorporar os padrões de variação climática na escala decadal. Esta ação deve ser executada pela COGERH.

	d. Implementação de sistema de suporte a decisão a operação de longo prazo (outorga) de uso da água. Este sistema de apoio a decisão é descrito em programa específico. Esta ação deve ser executada pela SRH/COGERH.
Ações Previstas	ii) Definição das regras de operação de longo prazo (até 2 anos) incluindo: a. Definir Cenários de Racionamento onde se predefine o nível de racionamento de cada setor usuário para diferentes níveis de falha do abastecimento. O objetivo destes cenários seria se predefinir a alocação de água entre os setores para quando na Alocação Negociada se definir o nível de racionamento já se saber quanto de água ficará para cada setor. Neste processo obedece-se a prioridade de uso. Esta ação permitirá dar maior previsibilidade dos resultados da alocação negociada e maior clareza dos impactos alocativos da decisão de racionamento. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH e pelos Comitê de Bacia. b. Disponibilizar sistema na INTERNET que possibilite a simulação por parte dos usuários dos cenários de operação do reservatório. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH e pelos Comitê de Bacia. c. Desenvolver e implementar sistemas de gestão do risco associado variabilidade sazonal e interanual do clima. A utilização da previsão climática sazonal é instrumento de quantificação do risco e a possibilidade de sua utilização na alocação deve ser promovida. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH e pelos Comitê de Bacia. d. Implementar sistema de apoio a decisão a operação de curto prazo. Esta ação é compartilhada com o programa específico para Sistemas de Suporte a Decisão. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH. iii) Definir e implementar sistemas de controle e alerta de cheias a. Definir regras de operação de curtíssimo prazo (poucos dias) associadas as regras de horizonte mais dilatado com vistas ao controle e alerta de cheias. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH. b. Definir sistema de alerta de cheias considerando sistema de monitoramento deste evento extremo, os níveis de alerta e as ações do plano de contingência. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH, Defesa Civil e Comitê de Bacia. c. Implementar infra-estrutura física e institucional necessária para a operacionalização do sistema de alerta de cheias. iv) Definir e implementar estratégia de gestão da qualidade da água v) Definir os instrumentos econômicos e de controle necessário para um gerenciamento da qualidade da água eficiente. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH vi) Definição do marco regulatório e o sistema normativo e legal do gerenciamento da qualidade da água, assim como, os

	mecanismos de integrado ao gerenciamento de quantidade. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH/SEMACE
Ações Previstas	vii) Definir a estratégia de implementação do sistema de gerenciamento da qualidade da água (GQA). Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH/SEMACE. viii) Dar continuidade e efetividade aos resultados do PRODHAM avaliando a possibilidade de incorporação das estratégias de manejo hidroambienltal deste programa no sistema de gerenciamento da qualidade da água. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH. ix) Realizar o diagnóstico das fontes poluidoras concentradas e difusas, urbanas e rurais. Esta ação deverá ser realizada pela COGERH/SEMACE. x) Desenvolver modelagem matemática que funcione com sistema de apoio a decisão ao sistema de monitoramento e ao planejamento do modelo de gerenciamento da qualidade da água (esta modelagem deve permitir a integração da informação disponível, a avaliação de impactos e a construção de cenários atuais e futuros). Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH xi) Projeto de rede de monitoramento da qualidade da água; Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH/SEMACE. xii) Proposição de arcabouço político-jurídico-institucional de gerenciamento da qualidade e a implantação de projeto piloto para teste deste modelo incluindo a estratégia de monitoramento. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH. xiii) Definição do modelo sob a experiência do projeto piloto que incorpore a outorga, cobrança e fiscalização (incluindo monitoramento) da qualidade, as formas de participação pública e o sistema normativo (leis, decretos e resoluções) que amparem o modelo de gestão. Esta ação deverá ser realizada pela SRH/COGERH. xiv)Definir arcabouço de tomada de decisão que associe a participação pública e a otimização dos estoques de água.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).
Estimativas de Custos	

Fonte: Própria Pesquisa

5.6.8. Aspectos da Gestão dos Estoques de Água

A disponibilidade hídrica superficial é estratégica para o desenvolvimento regional e o abastecimento dos centros urbanos. Esta oferta ocorre com grande variabilidade inter anual (anos secos e úmidos) e multidecadal (décadas secas e úmidas). Demandando um estoque de águas que permita uma regularização plurianual da oferta de água.

A ocorrência superficial da água se dá sob grande variabilidade inter anual (anos secos e úmidos) e multidecadal (décadas secas e úmidas). Demandando um estoque de águas que permita uma regularização plurianual da oferta de água.

A alocação da disponibilidade hídrica plurianual é realizada pelo instrumento da outorga de uso da água. Para a realização da outorga opera-se os reservatórios para o cálculo da vazão com garantia de 90%. Sendo 90% desta a vazão a outorgável segundo a legislação cearense. A outorga é o instrumento da política de água que permite a instalação de uma nova infraestrutura na bacia hidrográfica. Desta forma tem um caráter de longo prazo.

Em anos em que a disponibilidade hídrica não consegue suprir toda a demanda outorgada o nível de racionamento é definido pela Macro Alocação de Água Negociada. Sendo este o instrumento de alocação de curto prazo. A decisão da alocação negociada é instrumentalizada pela operação de curto prazo dos reservatórios. Sendo esta operação definidora dos níveis de racionamento do hidrossistema.

Desta forma a operação dos estoques de água dos reservatório seja de longo ou curto prazo é decisiva para a uso eficiente do potencial hidrológico da bacia hidrográfica. Faz-se necessário compatibilizar a regra de operação de longo prazo e de curto prazo com vistas a uma melhor estimação das garantias para os diversos usos da água.

Os modelos de operação de reservatórios são utilizados para diferentes funções no gerenciamento de recursos hídricos, tais como, o projeto dos reservatórios, a definição do volume de água outorgável (alocação de longo prazo), a definição do nível de racionamento a cada ano ou estação climática (alocação negociável) ou a operação em tempo real para controle de cheias. A modelagem para cada uma destas situações incorpora especificidades e níveis de detalhamento diferente da bacia hidrográfica e do reservatório (isolado ou do sistema de reservatórios). A seção sobre “Concepção de Modelo de Operação de Reservatórios” apresentou de forma detalhada os fundamentos da operação de Estoques de Águas Superficiais.

A Análise de Sistemas em Recursos Hídricos desenvolveu diversas técnicas que possibilitam a otimização de sistema de reservatórios para a satisfação de um conjunto de demandas satisfazendo a um dado objetivo que pode ser a maximização dos benefícios líquidos agregados. Esta abordagem ocorre sob a hipótese de um planejador central que representa os objetivos de uma sociedade. Freqüentemente alocação de água se dá sob conflito entre usos e usuários. Os conflitos são manifestações da discordância entre os objetivos dos diferentes agentes econômicos e sociais que tem interesses nos recursos hídricos. O processo de participação pública no gerenciamento de recursos hídricos é o espaço em que estes conflitos se explicitam e são mediados em busca de resolução. Sendo este processo de caráter político, não estruturado e com função utilidade complexa e cambiante no processo de negociação. Desta forma a identificação de soluções ótimas baseadas exclusivamente na otimização

utilizando as técnicas de análise de sistema podem não responder a complexidade do jogo alocativo. Surgindo aqui uma oposição entre participação e otimização.

Esta oposição se mostrará falsa caso se entenda que a otimização dos sistemas pode ser absoluta em locais com demanda concentrada de um único tipo e que deve estar totalmente submetida a participação em caso de usos múltiplos e conflitantes sendo uma ferramenta de construção de cenários nestas situações. A seção que trata do "Estabelecimento de um Sistema de Suporte a Decisão" descreve como as técnicas de análise de sistema podem ser utilizadas como ferramenta no gerenciamento de conflitos na Gestão de Estoques de Água.

A seguir é apresentado como a análise de sistemas aborda a operação de estoques de água para em seguida apresentar como se da a regra de operação atualmente praticada e finalmente se apresenta a proposição de um modelo de gestão dos estoques de água.

5.6.9. Tomada de Decisão sob Análise de Sistemas em Recursos Hídricos: Modelo de Operação de Estoques de Água

A alocação de água quando realizada utilizando-se técnicas de análise de sistema nos recursos hídricos adota uma abordagem de planejador social. A análise de sistema podem incorporar objetivos múltiplos e incertezas. A decisão de alocação é feita, freqüentemente, com base em um critério em que uma utilidade social agregada é maximizada, por exemplo, maximização do benefício econômico líquido (eficiência Marschall) ou da regularização dos estoques de água, maximização da disponibilidade através da minimização de perdas do hidrossistema (evaporação e vertimento) ou dos custos; Wurbs (1996:101) apresenta exemplos de critérios de decisão. Neste processo, os conflitos de interesses entre atores sociais e econômicos se dissolvem na função agregada. Tudo ocorre como se a sociedade tivesse um único interesse uniforme com decisão individual de um único agente social e não uma decisão coletiva e conflituosa de múltiplos agentes. Nas condições desta teoria, duas pessoas diferentes sob o mesmo domínio de informações, ações e conseqüências escolheriam sempre uma mesma decisão. A análise de sistema quando da abordagem das incertezas não tem rompido com uma visão frequencialista da probabilidade e deixa de incorporar, de forma completa, as teorias da probabilidade subjetiva, Savage (1972), e as modernas abordagens da teoria estatística da decisão, descritas, por exemplo, em Berger (1985).

A análise de sistema tem-se modificado deixando de ser um método de escolha da solução para ser um método que possibilite a construção de uma base de informações sobre um conjunto de soluções de compromisso entre os diferentes agentes, sob o qual uma conferência de consenso possa operar ou um outro mecanismo de alocação.

De forma específica, o objetivo da análise de sistemas e da modelagem é prover informações sobre os recursos hídricos. Estas informações nunca são completas, raramente são certas e nunca substituem o julgamento de planejadores e gerentes experientes, Loucks (1992). O critério de sucesso destas informações geradas é a medida da utilização destas nos processos de tomada de decisão sobre planejamento e gerenciamento de recursos hídricos. Uma revisão do estado da arte da análise de sistemas no planejamento e gerenciamento das águas subterrâneas é apresentada por Yeh (1992), e em águas superficiais, Yeh (1985), Wurbs (1993), Wurbs (1996).

O planejamento, gerenciamento e operação de sistemas de recursos hídricos apresentam grande complexidade, impondo limitações à modelagem computacional. Estas limitações devem-se principalmente à falta do completo entendimento das interdependências físicas,

bioquímicas, ecológicas, sociais, legais e políticas que governam o comportamento dos hidrossistemas (LOUCKS, 1992). Os conflitos de objetivos (ambientais, sociais e econômicos) e propósitos de uso impõem a necessidade de soluções de compromissos entre estes para a resolução dos problemas dos hidrossistemas.

A alocação de água tem, entre suas especificidades, a incerteza associada à aleatoriedade da ocorrência da água da natureza. Este fato condiciona significativamente o processo de alocação de água.

5.6.10. A Incerteza na Oferta e Alocação Intertemporal

A aleatoriedade da ocorrência temporal da água produz uma incerteza que necessita ser considerada na **alocação de água intertemporal**, isto é, a decisão de quanto usar em um período ou armazenar para o próximo, por exemplo, mês, estação ou ano. A alocação de água intertemporal tem associada um conflito de interesses entre os usuários, por exemplo: enquanto o abastecimento urbano tende a manter maiores estoques para o futuro, com vistas à manutenção de um potencial racionamento uniforme no tempo, a irrigação tende a propor menor estoque para o futuro; que o potencial racionamento seja o mínimo hoje. A incerteza, em função da aversão a riscos dos usuários, acirra este conflito de interesses. É mais um espaço de disputa entre os contendores.

As incertezas hidrológicas estão associadas ao processo natural de variabilidade climática interanual e decadal. Estas potencializadas estão em provável cenário de mudança climática. O impacto das incertezas destes fatores nos hidrossistemas se dará pelo lado da oferta (afluências e perdas) como pela demanda. A irrigação, principalmente poderá apresentar modificações em seu padrão de ocorrência, assim como poderá ser um mecanismo de aumento da segurança na produção de alimentos, possibilitando, assim, adaptação ao aumento de incertezas associado ao aquecimento global (MENSELSONHN *et al*., 2003.)

A variabilidade climática intersazonal e interanual esta associada a processos geofísicos (oceânicos e atmosféricos) em escala planetária que condicionam regionalmente a variabilidade hidrológica. A medida estrutural para mitigar o efeito desta variabilidade tem sido a construção de reservatórios que transportem a água no tempo, regularizando a variabilidade temporal. O tratamento das incertezas de longo prazo é realizado a partir do cálculo de uma retirada de referência, associada a uma garantia/falha no suprimento de longo termo. Esta retirada de referência é a quantidade de água disponibilizada.

A vazão de referência serve como um limite superior de utilização. Em períodos onde ocorre a possibilidade de falha do sistema, faz-se necessário adotar vazões menores que a vazão de referência com vistas a evitar uma falha total (100%) ou muito elevada no sistema. Nestes períodos, surge o problema clássico da operação de curto prazo das infra-estruturas de estocagem, ou seja, surge o problema da alocação de água intertemporal: Quanto de água posso usar? Ou quanto devo armazenar para o próximo período? Esta decisão pode ser expressa como apresentada na tabela a seguir. Neste quadro, A_i é a ação a ser escolhida (quanto de água usar ou quanto armazenar); $\boldsymbol{\theta_j}$ é um provável estado da natureza (vazões afluentes ao reservatório neste e no próximo período) e C_{ij} é uma conseqüência de uma dada ação *i* sob um dado estado da natureza *j* (por ex: nível de falha do sistema atual e futuro ou

benefícios e custos sociais, econômicos e ambientais). A escolha da ação a ser adotada ocorre em cenários de incerteza ou de riscos[1].

No **cenário de incerteza**, segundo a hipótese de Laplace que estabelece, na incerteza, todos os estados da natureza têm a mesma probabilidade de ocorrência. Existem, assim, têm-se três critérios de tomada de decisão: Savage (1972) e Moore et al. (2001:408):

- *Critério Maximin:* calcula-se a pior conseqüência (C), associada a uma dada ação A e se escolhe a ação que, entre estas conseqüências, apresenta a condição mais favorável. Este é um cenário bastante pessimista. O método max-min, para Nardine *et al*. (1995), deve ser utilizada quando se trata de problemas de estrita incerteza.
- *Critério Maximax:* calcula-se a melhor conseqüência (C) associada a uma dada ação A e escolhe-se a ação que, entre estas conseqüências, apresenta a condição mais favorável. Este é um cenário bastante otimista.
- *Critério de minimização do máximo arrependimento* Savage (1972:163). Identifica-se, para cada θ_j, a conseqüência $C_{i,j}$ mais favorável, que denominamos de $C_{j,}$ e recalculamos coluna de θ_j com base na expressão: $C_{i,j}^{*} = C_j - C_{i,j}$; onde $C_{i,j}^{*}$ é o valor do arrependimento. Sob a tabela formada com os $C_{i,j}^{*}$, escolhe-se o máximo valor do arrependimento (mva), associado a cada uma das ações i ($mva_i = \underset{J}{MAX}(C_{i,j}^{*})$). A ação que apresentar o menor valor de arrependimento será a escolhida (AE), isto é, $AE = \underset{i}{MIN}(mva_{i,j}^{*})$.

A prática dos recursos hídricos tem utilizado, freqüentemente, uma versão do critério máximin. Este critério é operacionalizado a partir da seleção da escolha de um ano seco (freqüentemente o mais seco da história) para ser o ano sob o qual se darão as construções dos cenários de retirada do reservatório. A escolha deste ano imporá o pior cenário de conseqüências para as ações de retirada de água. A ação escolhida será aquela que maximize as condições no pior cenário.

Estrutura da Decisão Intertemporal. Onde A é a ação a ser escolhida, θ é um provável estado da natureza e C é uma conseqüência da ação da linha, caso ocorra o estado da natureza da coluna.

	Estado da Natureza	
Ações	θ_1	θ_2
A_1	C_{11}	C_{12}
A_2	C_{21}	C_{22}

No cenário de riscos, a solução adotada é a maximização do **valor esperado** de uma propriedade desajável (benefício líquido) ou a minimizaçãodo **valor esperado** de uma propriedade não desejável (custos, arrependimento).

[1] O risco tem atributos quantificáveis podendo-se associar uma distribuição de probabilidade e Incerteza não apresenta estes atributos quantificáveis, Vieira (2005:4).

A tomada de decisão em um cenário de incerteza ou risco pode ser aprimorada com a melhoria da qualidade da informação hidrológica, principalmente a partir da utilização de previsões de vazões sazonais ou interanuais melhores.

A variabilidade climática decadal consiste em modos plurianuais de variação em que temos longos períodos de anos secos, seguidos de outros tantos mais úmidos. Duas soluções parecem plausíveis enquanto solução para este tipo de problema. O primeiro tipo é a construção de um arcabouço político-institucional para administração dos longos períodos de escassez, tais como modelos de alocação de água flexíveis e seguro da água. O segundo tipo está associado à importação de água de regiões onde a variação decadal é menos significativa.

5.6.11. Operação de Reservatórios

5.6.11.1. Zoneamento

Políticas operacionais de reservatórios tipicamente envolvem a divisão da capacidade total de armazenamento em determinadas zonas. Um reservatório típico consiste de uma ou mais zonas como ilustrado na **Figura 5.1**. A distribuição da capacidade de armazenamento entre as zonas pode ser permanente ou pode variar com as estações do ano ou com outros fatores.

A seção que tratou da "Concepção de um modelo de Operação de Reservatórios" apresentou descrição detalhada sobre cada uma das zonas em que se divide o reservatório.

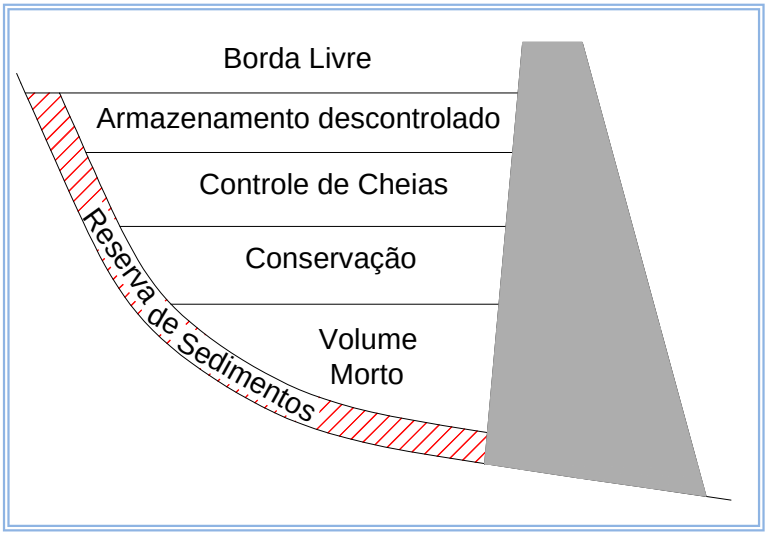


Figura 5.1. Zonas do Reservatório

5.6.11.2. Curvas guia de liberação e diagramas de controle

Os termos curva de liberação e curva guia são tipicamente usadas para denotar curvas operacionais que definem os níveis de armazenamento ideal ou desejado e provê um mecanismo para regras de liberação a ser especificado como uma função do volume armazenado. Curvas de liberação são tipicamente expressas como elevação da superfície da água ou volume de armazenamento contra o tempo do ano. Embora o termo curva de liberação denote vários outros tipos de volume de armazenamento, o topo da zona de conservação é uma forma comum de curva de liberação.

O topo da zona de conservação é variado de acordo com a época em muitos reservatórios, particularmente em regiões com pronunciada sazonalidade com estações secas e úmidas. Isto

é, a curva de guia sazonal reflete locais no qual os meses mais secos são caracterizados por demandas de água altas, baixos escoamentos superficiais, e uma baixa probabilidade de inundações. O topo da zona de conservação poderia também ser variado como uma função das condições de umidade da bacia, do armazenamento em outros sistemas de reservatórios, ou outros parâmetros dependendo da estação do ano.

Planos operacionais podem ser expressos em vários formatos. Um diagrama de controle de água representa uma compilação de critérios regulares, diretrizes, curvas de liberação, e especificações que governam o armazenamento e funções de liberação de um reservatório. Um diagrama de controle de água especifica curvas de liberação como uma função dos níveis de armazenamento, estação do ano, e fatores relacionados. O formato e os tipos de curvas são refletidos na variedade de diagramas de controle de água para diferentes projetos de reservatórios.

5.6.11.3. Regras operacionais para controle de inundação

As operações de controle da zona de inundação são baseadas em minimizar o risco e as conseqüências de realizar liberações que contribuam para a inundação a jusante, de modo a assegurar que o nível máximo da superfície da água nunca seja excedido. As zonas de controle de inundação devem ser esvaziadas tão depressa quanto as condições de inundação a jusante permita de modo a reduzir o risco futuro de que sejam feitas liberações altamente prejudiciais excedendo a capacidade de armazenamento disponível.

Um tipo de problema de operação do sistema do reservatório consiste no desenvolvimento do plano operacional, freqüentemente chamado de programa de regularização. Outro problema relacionado à operação de sistema de reservatórios diferentes envolve decisões de liberação em tempo real para operações de controle de inundação dentro do programa de regularização. O plano operacional provê orientação para decisões de liberação em tempo real, mas tipicamente possui grande flexibilidade. Informações relativas ao armazenamento atual e escoamentos superficiais são usadas, em combinação com o programa de regulamento, para a tomada de decisões de liberação. As operações em tempo real envolvem freqüentemente coleta de dados de precipitação atual e de escoamentos superficiais e de fluxos no intuito de prever o esperado em locais pertinentes durante as próximas várias horas ou dias, para habilitar decisões de liberação mais efetivas.

As decisões de liberação dependem do controle de inundação, ou seja, se a capacidade de armazenamento é excedida ou não. Um conjunto específico de curvas, baseado nas vazões a jusante, é seguida contanto que capacidade de armazenamento disponível seja suficiente para o controle de inundação. O objetivo das curvas de liberação do reservatório é assegurar que as liberações do reservatório não contribuam para danos a jusante danos contanto que a capacidade de armazenamento não seja excedida.

Regularização baseado nos escoamentos a Jusante. Assumindo que a capacidade de armazenamento do controle de a inundação não seja excedida, as operações de controle de inundação são baseadas nas vazões permissíveis e nos locais ou pontos de controle. As estações de medição de vazão ficam situadas nos pontos de controle. Liberações são feitas para esvaziar a zona de controle de inundação tão depressa quanto possível sem exceder as vazões permissíveis a jusante a cada ponto de controle.

Normalmente, nenhuma liberação de controle de inundação é feita se o nível do reservatório estiver abaixo do topo da zona de conservação. Porém, em alguns casos, se previsões de

inundação indicam que o volume de influxo excederá o armazenamento de conservação disponível, isto pode ocorrer sob certas condições. A idéia é liberar um pouco de água antes, e maximizar a capacidade de armazenamento disponível para regular a inundação.

Para muitos reservatórios, a vazão permissível associada com um determinado ponto de controle é constante. A outros projetos, o ponto de controle de inundação é subdividido em dois ou mais zonas. As vazões permissíveis nos pontos de controle podem variar.

Reservatórios de controle de inundação são tipicamente operados baseado na manutenção da vazão nos vários pontos de controle localizados em várias distâncias a jusante da barragem. A operação de controle dos pontos a jusante requer previsões de escoamentos superficiais.

A maioria dos reservatórios de controle de inundação são componentes de sistemas de múltiplo-reservatórios. Dois ou mais reservatórios localizados na mesma bacia de um rio terão pontos de controle comuns. Um reservatório pode ter um ou mais pontos de controle que só é influenciado por aquele reservatório e vários outros pontos de controle que são influenciados por outros reservatórios. As decisões de liberação de múltiplo-reservatório podem estar baseadas em manter o equilíbrio relativo especificado entre a porcentagem de capacidade de armazenamento de controle de inundação utilizado em cada reservatório.

5.6.11.4. Curvas de operação para conservação da capacidade de armazenamento

Uma grande quantidade de fatores e considerações pode vir a serem importantes na operação de reservatórios para o suprimento de água para propósitos de armazenamento de conservação. Cada reservatório isolado e sistema de múltiplos-reservatórios têm aspectos específicos e uma variedade de procedimentos é usada para definir as regras operacionais.

Em geral, podem ser categorizadas operações de conservação como sendo influenciadas principalmente por quaisquer variações sazonais no escoamento superficial e/ou na ameaça de seca a longo prazo. Em algumas um reservatório será cheio durante uma estação de chuvas e será esvaziado durante uma estação seca com demandas de água elevadas. Assim, o nível do reservatório flutua a cada ano em um ciclo sazonal previsível. Em outros casos, a gestão dos estoques é predominantemente influenciada pelo risco de secas de longo prazo. A operação do reservatório durante os períodos de seca não freqüente é significativamente diferente do que durante em condições normal de umidade. Embora a importância relativa das variações sazonais e as secas de longo prazo variem entre sistemas de reservatório, tipicamente ambos os aspectos da operação de reservatório serão preocupantes na operação de um hidrossistema.

A capacidade de armazenamento para uso conservativo serve a uma variedade de propósitos de projeto ou tipos de uso de água. A operação do reservatório para o suprimento de água municipal e industrial é baseada no conhecimento das demandas, sujeitas a restrições institucionais relacionados a acordos e direitos de água. As operações de suprimento de água municipais e industriais são tipicamente baseadas em assegurar um alto grau de garantia, satisfazendo as demandas durante períodos de secas severos.

a) Considerações da Operação para Múltiplos Propósitos e Usos

A operação de reservatório para múltiplos propósitos envolve várias interações entre os propósitos que podem ser complementares, mas são mais freqüentemente competitivos ou contraditórios. A operação de reservatório pode estar baseada nos objetivos contraditórios de maximizar a quantidade de água disponível para propósitos de conservação e maximizar a

quantidade de espaço vazio disponível para armazenar águas de inundação futuras para reduzir danos à jusante. Zonas de conservação são compartilhadas para vários propósitos que envolvem retiradas físicas e usos no reservatório.

O uso setorial dos reservatórios foi prática comum, isto é operar somente um reservatório para conservação, outro somente para controle de inundação, ou uma combinação dos grupos de controle de inundação e conservação. As interações entre o controle de inundação e a conservação em um reservatório de múltiplos propósitos objetivam a distribuição de capacidade de armazenamento entre os usos/usuários. Estudos de alocações do armazenamento a longo prazo e curvas de regras de operação sazonais são dois tipos importantes de modelagem de sistemas de reservatório.

b) Sistema Operacional de Múltiplos Reservatórios

Decisões de liberação de múltiplos reservatórios acontecem em situações nas quais as necessidades de água podem ser satisfeitas alternativamente através de liberações de dois ou mais reservatórios.

O vertimento dos reservatórios de montante podem ser armazenados nos reservatórios de jusante e assim não é perdido ao sistema. **Desta forma para reservatórios em série o reservatório a jusante deve ser esvaziado antes de usar a água do reservatório de montante**. Isto é na **Figura 5.2**, usa-se o reservatório **B** antes de usar o reservatório **A**. Para reservatórios em paralelo (situação dos reservatórios **B** e **C** na Figura 2) a minimização do vertimento envolve o esvaziamento do volume armazenado de forma balanceada nos diferentes reservatórios. A aproximação mais simples poderia ser liberar do reservatório com o maior nível de conservação. Assim, decisões de liberação estariam baseadas em equilibrar o esvaziamento em porcentagem dos grupos de conservação. Podem ser adotadas outras aproximações mais precisas e mais complexas para selecionar o reservatório com a probabilidade mais alta de ocorrência de vertimentos.

Podem ser refletidas numerosas outras considerações em decisões de liberação de múltiplos reservatórios. Se os reservatórios tiverem potencial de evaporação significativamente diferente, a minimização da evaporação pode ser um objetivo. Os critérios de minimizar vertimentos ou evaporação são pertinentes a um único propósito ou sistemas de múltiplos propósitos. Como ilustrado na **Figura 5.2**, podem ser subdivididos grupos de conservação em qualquer número de zona de forma a facilitar a formulação de regras de liberação de múltiplos reservatórios. As múltiplas zonas podem refletir as regras operacionais seguidas pelos operadores de reservatório.

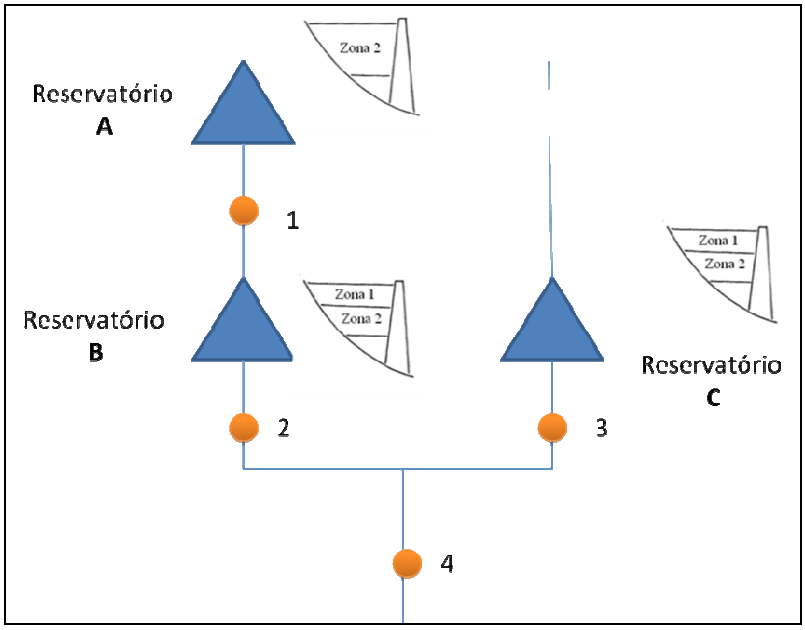


Figura 5.2. Rede de Reservatórios (adaptado de Wurbs, 1993)

5.6.11.5. Otimização da Operação de Reservatórios

Otimização de reservatórios para uso singular e múltiplo pode ser encontrada de forma ampla na literatura, por exemplo: utilizando Programação Dinâmica (STEDINGER, 1984; BRAGA et al., 1985; BRAGA et al., 1991; VEDULA et al., 1992; PERERA et al., 1996, GEORGAKATOS, 1997 para hidroelétricas); utilizando programação não linear e integrando simulação a otimização (LALL et al., 1988; SINHA et al., 1999) e integrando água superficial e subterrânea (LALL, 1995); utilizando programação linear (JENKINS et al., 2000; LUND et al., 1995), programação linear com rede de fluxo implantado no modelo MODSIM (SHAFER et al., 1981; LABIDIE et al., 1986; SOUZA FILHO e PORTO, 1996; AZEVEDO et al., 1998) e algoritmo genético (OLIVEIRA et al., 1997). A incerteza na operação de reservatórios foi incorporada por diversas formas, entre elas a utilização de conjuntos difusos por Russell et al. (1996).

A utilização da análise de sistema como suporte ao processo de tomada de decisão de alocação de água negociada pode ser observada em Freitas (2003) e uma avaliação de conflitos de usos múltiplos pode-se encontrar em Mauad et al. (2003).

Yeh (1985) e Wurbs (1993), realizarão revisão da literatura sobre os modelos de simulação e otimização de sistemas de reservatórios. Loucks et al (1981) apresentam em seu livro “Water Resource Systems Planning and Analyses” a elaboração conceitual e numérica da modelagem para a operação de sistemas de reservatórios. Modelagem de quantidade e qualidade pode ser encontrado em Mays (1997).

Labadi et al (1986) e Shafer et al (1981) desenvolveram modelo de rede de fluxo denominado MODSIM para a alocação da água os quais tiveram aplicações no Brasil, apresentados nos trabalhos Souza Filho & Porto(1998).

O Prof. Loucks desenvolveu o modelo IRIS (Interative River System Simulation) em colaboração entre o International Institute for Applied Systems Analyses (IIASA) e a Cornell

University. O modelo opera os reservatórios como função da estocagem e da estação do ano e opera o sistema de reservatórios de forma combinada.

Wurbs et al; (1996) desenvolveu o modelo RESSALT que contempla a operação de sistemas de reservatórios sujeitos à processos de salinização.

Os modelos HEC 5 (HEC,1982), bem como o HEC 3, são muito utilizados, tendo sido o modelo HEC 3 escolhido e utilizado na realização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, no estado do Ceará, SRH-Ce (1991). Lund et al (1995), propuseram modelo de rede de fluxo para a alocação de água baseado em simulador desenvolvido pelo Corps Engineering no modelo HEC-PRN.

Fontanne (1997) desenvolveu modelagem do planejamento da operação de reservatórios utilizando lógica Fuzzy na definição da função objetivo. Esta aplicação tenta introduzir os conjuntos difusos na incorporação dos desejos conflituosos dos usuários e usos na função objetivo de um modelo de otimização. Esta linha de pesquisa é compartilhada por Russell et al (1996), e Huang (1996).

5.6.12. Regra de operação atual

A operação atualmente realizada de longo prazo e curto prazo foram apresentadas nas seções sobre “Concepção de um Modelo de Operação de Reservatórios” e “Estabelecimento de um Sistema de Apoio a Decisão”. Pode-se adicionar as informações e análises destas duas seções o que se segue.

A regra de operação de longo prazo para o cálculo da vazão com garantia de 90% segue a regra de operação mostrada na **Figura 5.3**. Nesta regra de operação observam-se três estágios de liberação. No primeiro estágio (1) o reservatório está com volume menor que o necessário no período para suprir o volume da vazão regulariza (R). Nesta situação libera-se o volume de água disponível no reservatório secando-o. O segundo estágio (2) há um volume do reservatório (V) suficiente para o suprimento de toda a vazão regularizada, neste caso a liberação é igual à vazão regularizada. No terceiro estágio (3) o volume do reservatório é maior que o volume máximo de conservação (caso não haja comportas) o volume liberado será a vazão controlada (R) mais a vertimento, vazão não controlada (V-Vmax).

Esta regra de operação pode levar a eventos severos de secas ao utilizar toda a água esvaziando completamente o reservatório para os períodos subseqüente. Este fato é mais pronunciado em locais com séries históricas com seqüência concentrada temporalmente de anos secos, ou seja, em locais com secas com grande persistência temporal. Como é o caso do Ceará. Em contrapartida esta operação dá a maior vazão regularizada para uma dada garantia.

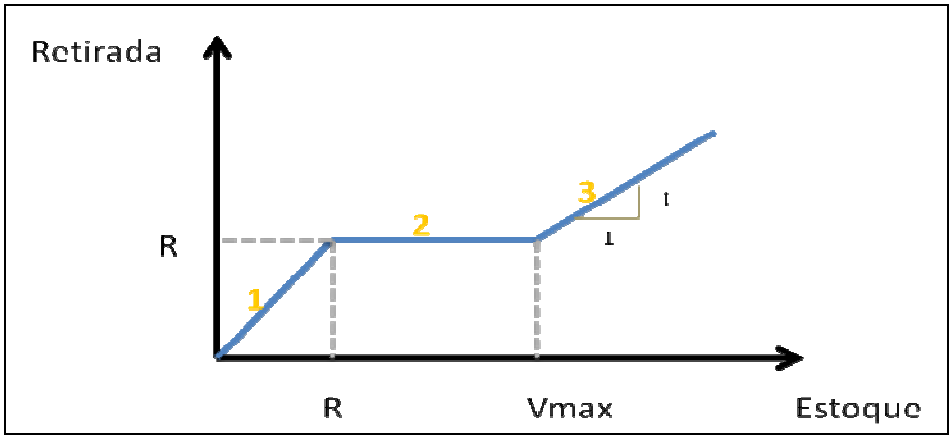


Figura 5.3. Regra de Operação utilizada na estimativa da vazão regularizada de longo prazo

Devido à maior prioridade de uso do abastecimento humano (urbano) e as secas persistentes adota-se na operação de curto prazo operação com salvaguardas. Isto é, impõe-se o racionamento para alguns usos antes do reservatório entrar próximo do colapso. A **Figura 5.4** mostra a estrutura desta regra de operação. O que se observa nesta Figura é que a redução da retiradas (racionamento de água) antes do reservatório chegar a níveis mais baixos. Este nível no qual se inicia o racionamento é denominado de nível de alerta (V*). Nesta regra de operação o reservatório tem duas zonas a primeira mais elevada ocorre quando o volume estocado é maior que o volume de alerta e menor que o volume máximo nesta zona libera-se a vazão regulariza. Na segunda zona que ocorre quando o reservatório estiver com volume menor que o volume de alerta a liberação é uma fração da vazão regularizada.

A operação com salvaguardas é a realizada na alocação negociada. Neste processo a decisão é qual fração de racionamento será realizada naquele ano, sendo esta uma das flexibilidades do modelo de operação. O volume disponível no reservatório deve satisfazer a demanda urbana de 18 meses ou 30 meses e a disponibilidade remanescentes é alocada para a irrigação e demais usos. Esta é uma operação com salvaguardas que resguarda o abastecimento urbano. Esta regra de operação de curto prazo caso aplicada no longo prazo leva a garantias diferenciadas para a irrigação e abastecimento urbano, podendo aumentar significativamente as garantias do abastecimento urbano com relação à garantia realizada no cálculo da outorga e reduzir drasticamente as garantias para uso na irrigação. Esta diferenciação nas garantias será maior quão mais próximo forem os valores das demandas de irrigação e do abastecimento urbano.

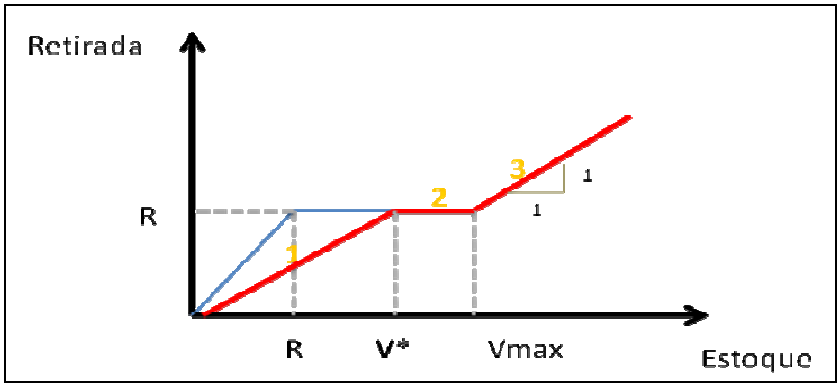


Figura 5.4. Regra de Operação utilizada Salvaguardas (em vermelho) característica da operação de curto prazo

5.6.13. Modelo de Gestão de Estoques de água

O modelo de gestão de Estoques de Água apresentado a seguir cobrirá quatro pontos: fundamentos do modelo de gestão, Operação de longo prazo e operação de curto prazo dos estoques de água, aspectos de qualidade da água e aspectos associados a participação pública e a otimização dos estoques de água.

5.6.13.1. Fundamentos

O Modelo de Gestão dos Estoques de Água deve ter como fundamento:

- Aproximar a operação de longo prazo e a operação de curto prazo. O uso de salvaguardas na forma de volume de alerta em que o reservatório seria dividido em pelo menos duas zonas com vazões liberadas diferentes é uma estratégia de operação de longo prazo que possibilita esta aproximação.
- Os sistemas de reservatórios em série devem procurar esvaziar os reservatórios de jusante para montante.
- Reservatórios em paralelo devem ser esvaziados na mesma proporção.
- Sistemas de reservatórios onde há um único tipo de demanda concentrada podem ser operados sem perca utilizando técnicas de otimização.
- Sistemas de reservatórios que abastecem mais de um tipo de uso com potencial ou efetivo conflito de uso os métodos de simulação e otimização podem ser utilizado como ferramenta de suporte a tomada de decisão participativa.
- A operação de curto prazo deve incorporar a previsão de vazões sazonais e interanuais conforme apresentado nas seções sobre “Concepção de Operação de Sistemas de Reservatórios” e “Sistema de Apoio a Decisão”.
- O modelo de gestão de estoques de água deve contemplar aspectos de qualidade e quantidade de água
- Deve-se procurar integrar a gestão dos estoques de águas superficiais a disponibilidade hídrica subterrânea.

5.6.13.2. Operação de longo prazo

A operação de longo prazo tem por objetivo principal o cálculo da vazão de referência para a outorga de uso da água. Esta vazão define os limites da outorga e conseqüentemente dos usuários que terão permissão de se instalar na bacia. Desta forma a bacia define a capacidade máxima da demanda instável na bacia hidrográfica sendo um condicionante do desenvolvimento.

A garantia no horizonte de outorga (até trinta anos) esta submetida a grandes incertezas devido à variabilidade climática decadal, as condições de armazenamento iniciais do reservatório entre outros fatores. A garantia do suprimento de água esta associada a incerteza. A incerteza do suprimento hídrico produzida pela grande variabilidade dos deflúvios é uma realidade que necessita ser incorporada na definição do volume alocável de um reservatório. Não basta a definição da vazão regularizada de longo termo é necessário referência da vazão regularizável em séries temporais de menor duração, tais como as de trinta e sessenta anos. Sendo este um desafio atual.

O processo de alocação atual tem como base o cálculo do volume outorgável (90% de Q90). Calcula-se esta vazão e outorga-se até o valor do volume outorgável. Todos os usos são outorgados com a garantia de 90% calculado com base na falha mensal. A operação como anteriormente observado não incorpora volume de alerta.

Propõem a utilização de dois tipos de modelos para o cálculo da vazão outorgável:

Modelo proposto pelo Prof. Nilson Campos com utilização de séries sintéticas de 1000 anos e balanço hídrico anual para reservatórios isolados com um único de tipo de uso. Este método foi descrito na seção sobre “Concepção de modelo de Operação de Reservatórios”

Modelo de balanço hídrico mensal utilizando série histórica ou pseudo-histórica (preenchida por modelo chuva-deflúvio) com balanço hídrico mensal e volume de alerta para reservatórios isolados com usos agrícolas e urbanos com vistas a emular a operação de curto prazo atualmente realizada.

Em sistemas de reservatórios com usos múltiplos a utilização do da plataforma AQUANET com a definição de pelo menos duas zonas nos reservatórios e a utilização de pelo menos duas prioridades de uso uma para a irrigação e outra para o abastecimento urbano. A zona inferior do reservatório deve permitir apenas o uso urbano.

5.6.13.3. Operação de curto prazo

A operação de curto prazo do sistema de reservatório é definida no processo de alocação negociada. A quantificação do risco de falha no abastecimento pode ser melhor estimado na regularização plurianual através da utilização da previsão climática interanual/sazonal.

Atualmente com descrito anteriormente na seção “Concepção de Modelo de Operação de Reservatórios” é a utilização de estratégia de adoção de vazões zero para os anos subseqüentes. O que traduz uma estratégia *maxmin* como descrito anteriormente nesta seção. Esta estratégia pode levar a arrependimento quando se configurar cenários mais úmidos que a pessimista estratégia de vazões zero. Desta forma se propõe a adoção de um risco aceitável no processo de alocação com vistas a aumentar o nível atual de benefícios dos empreendimentos agrícolas, industriais e a satisfação das demandas de consumo humano. Este risco pode ser avaliado com a utilização de modelos de previsão de vazões conforme apresentado anteriormente.

Os modelos de operação de curto prazo devem contar com “Sistema de Apoio à Decisão” anteriormente descrito.

Propõe a utilização de três classes de modelos para o apoio a operação de estoques de curto prazo:

- Modelo de balanço hídrico mensal utilizando dois cenários de vazões (vazões zero e previsão de vazões pelo método dos vizinhos) para análise das garantias das demandas e definição da regra de operação dos reservatórios. Modelo simplificado pode ser utilizado para a simulação de reservatórios isolados.
- Modelo simulador/otimizador similar que opere o sistema a partir de sistema de prioridades para os estoques e demandas, similar ao AQUANET, para a operação de sistema de reservatórios com usos múltiplos.

- Modelo de otimização de sistema de reservatórios para sistemas que tenham fundamentalmente um tipo de uso (ex. abastecimento urbano) neste caso pode-se utilizar programação dinâmica, linear ou não linear ou a utilização de algoritmos evolucionários.

5.6.13.4. Operação com vistas a critérios de Qualidade da água

A qualidade da água é problema crescente para os estoques de água devido ao lançamento de carga organiza e nutrientes nos corpos de água. O grande tempo de residência de nossos reservatórios intensificam os impactos devido ao lançamento deste efluentes. A variação interanual que impõe grandes variações nos estoques de água levam a significativo aumento das concentrações de nutrientes nos lagos e conseqüente eutrofização dos mesmos.

A deterioração da qualidade da água dos estoques de água impõe custos crescentes no tratamento ou a indisponibilização das mesmas. A gestão integrada de quantidade e qualidade da água deve ser buscada.

A gestão da qualidade da água exige ações na produção de conhecimento principalmente no que tange ao conhecimento dos processos hidrodinâmicas, físicos, químicos e biológicos dos reservatórios.

A modelagem numérica destes corpos de água é de grande revelo para a identificação da capacidade de suporte dos mesmos. Existem diferentes tipos de modelos de qualidade da água. O modelo mais adequado e os dados básicos exigidos dependem do propósito do estudo. Por exemplo, um plano de longo período não necessita dos mesmos detalhes de modelagem que, por exemplo, quando se analisa o impacto individual dos despejos de uma indústria.

A modelagem numérica da bacia hidrográfica tem sido contemplada com um grande número de modelos que avaliam o impacto ocasionado por cargas pontuais, sendo poucos os modelos que analisam o efeito das cargas difusas. A modelagem da qualidade das águas / modelos ecológicos em ambiente aquático superficiais encontram revisões e sistematização nos trabalhos de Thoman e Muller(1983), Chapra (1997) e Jorgensen(1993); Porto(1991) e Wrobell (1989).

5.6.13.5. Participação Pública e Otimização

O processo participativo é fundamento da política e do sistema nacional de recursos hídricos. O rico processo de alocação negociada de água é um dos momentos mais relevantes deste processo. Este processo político deve ser apoiado com informações que possibilitem o reconhecimento dos ganhos e perdas em cada uma das alternativas em análise para cada um dos setores sociais envolvidos neste processo de negociação. As metodologias de análise de sistemas podem ser importante ferramenta de apoio a decisão participativa.

Em sistemas de reservatórios onde há um único uso concentrado técnicas de otimização podem ser utilizadas mais intensamente desde que parametrizada pelas instâncias participativas do sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

5.6.13.6. Operação para Controle de Cheias

Alguns reservatórios podem vir a ser utilizados para o controle de Cheias. Neste caso o volume de espera de cheias do reservatório deve ser estimado por um dos métodos descritos a seguir.

O método da curva volume - duração é a técnica mais utilizada no Brasil para a determinação do volume de espera no reservatório. Este método foi desenvolvido por Beard (1963) e consiste em uma adaptação da metodologia de Wait (1945) apud Kelman (1987) para a determinação do volume útil do reservatório.

A metodologia pode ser adaptada relacionando-se para cada duração D o máximo volume afluente em D dias consecutivos, Vad. (Kelman, 1987). Assim pode-se calcular o volume-duração (**Figura 5.5**) para um dado período, através da equação a seguir.

$$VA_d = \max_{0 \le t \le H+1-D} \sum_{J=1}^{D} QA_{t+j} x \Delta t \qquad (1)$$

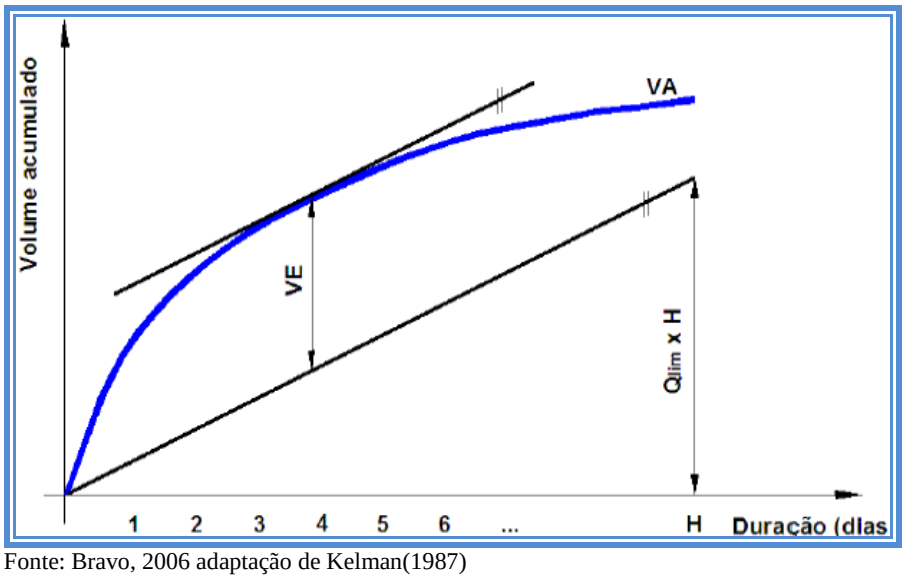
Onde:

VAD = máximo volume afluente acumulado para a duração D.

H = último intervalo de tempo considerado;

QAt+j = vazão média diária afluente no intervalo t+j;

t = intervalo de tempo (geralmente um dia).



Fonte: Bravo, 2006 adaptação de Kelman(1987)

Figura 5.5. Curva Volume duração (VA) e definição Manual do Volume de Espera

Levando em conta uma vazão efluente limite (Qlim) que possibilita a que não ocorra inundações no lado jusante da barragem, o cálculo do volume de espera (VE) necessário pode ser obtido através da utilização da equação 2 ou, de forma manual, como apresentado na **Figura 5.5**. Kelman (1987).

$$VE = \max\left[VA_D - DxQ_{\lim} x\Delta t\right] \quad (2)$$

Onde:

VE = Volume de espera para o período analisado.

Qlim = Vazão efluente Limite.

Esse procedimento pode ser repetido para o conjunto de n anos de uma série histórica sendo definidos n valores para o volume de espera. Finalmente, a escolha do volume de espera a ser alocado dependerá do tomador de decisões, Kelman (1987).

Uma hipótese poderia ser a seleção do volume de espera máximo obtido, com o intuito de estar preparado para o pior evento ocorrido na série histórica avaliada, Kelman (1987).

Essa abordagem tem o inconveniente que não permite conhecer a priori a probabilidade de que o volume de espera alocado não seja suficiente num determinado ano (ou período chuvoso), Kelman (2007).

5.7. Programa de Incremento da Oferta Hídrica

5.7.1. Considerações Gerais

Mais importante do que construir novos açudes ou mesmo ampliar a oferta d'água no Estado, mediante um processo de transferência por canais, adutoras, etc, é administrar as reservas já existentes. A gestão dos Recursos Hídricos é, sem dúvida, a tarefa mais importante no âmbito da nova política de água do Ceará.

Para tanto, é fundamental a organização dos segmentos, sejam eles institucionais, individuais ou coletivos, privados ou públicos, que vivem, utilizam ou produzem tendo como fonte a oferta hídrica. Estes organismos, que nascem dos usuários dos açudes e passam pelos grandes vales úmidos perenizados, envolvendo vazanteiros, pescadores, ribeirinhos, empresas rurais, indústrias, cidades, vilas e comunidades, formam o Comitê de Bacias Hidrográficas, que exercem o papel de Parlamento da Água. A presença do Estado neste Comitê tem função moderada. Os gerentes de bacias, administradores de açudes, guardas de lagoas interiores, além de preservar o patrimônio público no sentido mais amplo, incluindo a fiscalização hidroambiental, deverão assumir o papel de mediador dos conflitos em torno do recurso hídrico. Um aparato jurídico, institucional e técnico está sendo estruturado para o desempenho desta meta prioritária. A instrumentação dos açudes e rios, a informatização dos dados, o treinamento profissional, o controle das obras de oferta hídrica, a disciplina do uso da água mediante concessão publica, a regulamentação e normatização da lei, são elementos básicos na desafiante tarefa do uso social das águas territoriais.

5.7.2. Descrição do Programa

O Ceará foi beneficiário, ao longo de mais de um século de investimentos, do vasto programa de açudagem. Apesar disto, a racionalidade do planejamento destas ações, o norteamento das políticas desenvolvimentistas do Estado e as concentrações dos complexos urbanos e industriais demonstram, cada vez mais, a necessidade de promoção de ajustes e complementação desses projetos. Estas mudanças incluem novos projetos de mananciais, interligados a sistemas de adutoras ou canais de integração.

A própria irregularidade espacial da chuva é reforçada por outra heterogeneidade, que é a base física territorial e, conseqüentemente, a desigualdade da oferta d'água, dificultando a regularização dos recursos hídricos nas bacias.

No momento presente, diante dos estudos já realizados, as ações de ajuste da oferta d'água são refinadas, quanto ao planejamento pontual e abrangência, porquanto seus benefícios são mais extensivos em face das novas estruturas de transferência d'água (perenização e adutoras) e integração das bacias (canais, elevatórias, etc).

Falta ao Estado tão somente promover o controle de algumas bacias livres, e preencher alguns "vazios hídricos" do território que ainda estão sem um manancial permanente de oferta d'água.

Nesta proposição foram resgatados os estudos originais dos projetos de açudagem que apoiaram tecnicamente os programas PROURB e PROGERIRH, bem como a compatibilização de algumas ações do Pacto das Águas (2009).

5.7.3. Objetivo do Programa

O objetivo geral do Programa Incremento da Oferta Hídrica é tornar a distribuição da água mais difusa por todo o Estado, visando preencher os vazios hídricos.

Como objetivos específicos podem-se definir:

a) Fortalecer o planejamento nas ações de aumento da oferta hídrica;

b) Ampliar a infra-estrutura de armazenamento e transferência hídrica;

c) Otimizar o uso da água em seus diversos aspectos;

d) Garantir a segurança da infra-estrutura hídrica;

e) Promover parcerias para o uso de tecnologias alternativas de oferta d'água.

f) Perenizar uma maior área de leitos de rios;

g) Promover o aproveitamento hidroagrícola das áreas de entorno dos reservatórios;

h) Intensificar as atividades pesqueiras, particularmente produtivas, em açudes de médio porte;

i) Buscar a eliminação do abastecimento móvel (caminhões-pipa) de baixa eficiência e alto custo;

j) Implantar uma rede de adutoras e canais tornando a distribuição da água mais eficiente e menos onerosa;

k) Promover a utilização da auto-produção de energia elétrica;

l) Viabilizar a fixação do homem no campo, eliminando o despovoamento das áreas sertanejas.

5.7.4. Instituições Envolvidas

A operacionalização deste programa demanda a participação da SRH/SOHIDRA e da COGERH, assim como, o Comitê de Bacia.

5.7.5. Ações Previstas

Esta bacia, uma das mais estratégicas do Estado, detentora de uma das mais promissoras manchas de solos da região de Granja/Camocim, não teve o suficiente apelo governamental para o seu desenvolvimento, baseado nos recursos hídricos, principalmente voltado para o aproveitamento hidroagrícola. Para tanto, embora estudados desde a década de sessenta, nunca foram implantados os seus principais mananciais.

No caso específico desta bacia o desenvolvimento das atividades produtivas somente se dará com o apoio do controle de seus principais tributários. A região aguarda há muito tempo por uma atitude proativa do governo. As últimas grandes enchentes na bacia que desabrigaram pessoas, principalmente na cidade de Granja, são um reflexo da falta de controle desta bacia.

Para atender a essa dependa estão previstas as seguintes ações:

a) Implementação de projetos e obras de preservação e de adução, de acordo com os Planos de Bacias.

b) Fortalecimento e integração dos sistemas de informação de recursos hídricos.

c) Revisão da legislação de licença de obras hídricas para garantir a segurança das mesmas, em consonância com o SIGERH.

d) Implementação de sistema de alerta de cheias.

e) Fortalecimento da fiscalização da construção de obras hídricas.

f) Monitoramento dos parâmetros de segurança de obras hídricas.

g) Ampliação da infra-estrutura de transferência hídrica entre diferentes regiões por meio de adutoras e canais, formando uma rede de distribuição.

h) Incentivar as iniciativas de reúso da água.

5.7.6. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do aumento da oferta hídrica deverão ser obtidos de programas dos governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.7.7. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de

serviços técnicos especializados e a implantação da infra-estrutura física para elaboração e realização de ações do programa.

5.7.8. Matriz do Programa de Incremento da Oferta Hídrica

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.9** a seguir.

Quadro 5.9. Matriz do Programa de Incremento da Oferta Hídrica do Estado

Objetivos	Geral: tornar a distribuição da água mais difusa por todo o Estado, visando preencher os vazios hídricos. Específicos: (a) Fortalecer o planejamento nas ações de aumento da oferta hídrica; (b) Ampliar a infra-estrutura de armazenamento e transferência hídrica; (c) Otimizar o uso da água em seus diversos aspectos; (d) Garantir a segurança da infra-estrutura hídrica; (e) Promover parcerias para o uso de tecnologias alternativas de oferta d'água. (f) Perenizar uma maior área de leitos de rios; (g) Promover o aproveitamento hidroagrícola das áreas de entorno dos reservatórios; (h) Intensificar as atividades pesqueiras, particularmente produtivas, em açudes de médio porte; (i) Buscar a eliminação do abastecimento móvel (caminhões-pipa) de baixa eficiência e alto custo; (j) Implantar uma rede de adutoras e canais tornando a distribuição da água mais eficiente e menos onerosa; (k) Promover a utilização da auto-produção de energia elétrica; (l) Viabilizar a fixação do homem no campo, eliminando o despovoamento das áreas sertanejas.
Instituições Envolvidas	Instituições do Estaduais (SRH/SOHIDRA, COGERH); Instituições Federais (DNOCS, MI, e ANA) e Comitê de Bacia.
Ações Previstas	(a) Implementação de projetos e obras de preservação e de adução, de acordo com os Planos de Bacias. (b) Fortalecimento e integração dos sistemas de informação de recursos hídricos (c) Revisão da legislação de licença de obras hídricas para garantir a segurança das mesmas, em consonância com o SIGERH. (d) Implementação de sistema de alerta de cheias − Fortalecimento da fiscalização da construção de obras hídricas (e) Monitoramento dos parâmetros de segurança de obras hídricas (f) Ampliação da infra-estrutura de transferência hídrica entre diferentes regiões do território por meio de adutoras e canais, formando uma rede de distribuição.
Fontes de Recursos	(a) Governos federal e estadual; (b) Órgãos financeiros nacional e internacional; (c) Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).
Estimativas de Custos	US$ 602.246.000,00

5.7.9. Aspectos do Incremento da Oferta Hídrica

Diversas restrições têm retardado o desenvolvimento do Estado do Ceará, como a inadequada estrutura fundiária, arcaica tecnologia empregada na lavoura, mão-de-obra não qualificada, limitação dos solos, deficiências na infra-estrutura física de transportes e armazenagem, insuficiente capacidade de poupança dos setores público e privado, e elevados níveis de exclusão social.

A maior vulnerabilidade advém, todavia, do clima semi-árido e da carência de recursos hídricos. O Estado padece de longos períodos de estiagem e não possui, sequer, um curso de água naturalmente perene.

Além da inexistência de cursos de água regulares, a maior parte do território estadual assenta-se sobre a formação cristalina, não sendo, por isso, rico em mananciais subterrâneos, que ocorrem em áreas restritas do Estado.

O fenômeno da estiagem é típico das condições climáticas do semi-árido nordestino, em que a seca prolongada desestrutura a economia rural e deteriora as condições de vida e de trabalho da população do interior. Os principais pontos a serem superados são os decorrentes surtos de migração, inchaço das grandes cidades e surgimento de bolsões de miséria.

A restrição oriunda da baixa disponibilidade de recursos hídricos pode ser minimizada a médio e longo prazos e tem sido objeto de ações concretas do Governo Estadual. Resolvido esse fator impeditivo do desenvolvimento, o Ceará poderá vir a crescer de forma continuada e harmônica, pois as potencialidades existentes, se bem aproveitadas, poderão inseri-lo num circulo de prosperidade. O maior potencial é representado pela população do Estado que, uma vez qualificada, poderá se constituir em motor de desenvolvimento, similar a diversos países de base física limitada.

A implantação do programa terá efeitos diretos e indiretos sobre todo o Estado e acarretará mudanças estruturais na vida econômica e social do território, garantindo a inserção competitiva do Ceará no cenário regional e nacional.

O aumento da oferta de recursos hídricos, de forma equilibrada, em todas as partes do Estado permitirá que o desenvolvimento ocorra em bases sustentáveis e permanentes e beneficiará a população residente por meio da expansão das atividades econômicas com reflexos positivos sobre os setores sociais.

Do ponto de vista econômico, o maior benefício refere-se ao aumento permanente da produção rural pelo incremento das lavouras, pecuária e piscicultura a ser desenvolvida, principalmente, nos açudes de médio porte. Com isso, o Ceará que hoje importa a maioria dos alimentos que consome poderá reverter essa situação e passar a ser um Estado exportador de produtos agropecuários. Os 300.000 hectares de terra irrigável poderão ser integralmente aproveitados com culturas nobres, de alto valor unitário e abrirá espaço para a implantação de atividades agroindustriais.

O desenvolvimento da agropecuária, da agroindústria e da piscicultura irá gerar efeitos positivos sobre o setor terciário por meio do incremento dos serviços especializados de apoio as novas atividades.

A renda gerada pela expansão das atividades que serão beneficiadas pela oferta regular de água no tempo e no espaço resultarão, por sua vez, na atração e realização de investimentos para atender a expansão da demanda das empresas e famílias num ciclo virtuoso de crescimento.

O setor público, por sua vez, terá uma arrecadação aumentada pelo crescimento do valor bruto da produção, pela cobrança da tarifa sobre a água e poderá, dessa forma, além de amortizar os custos dos investimentos necessários, realizar investimentos em infra-estrutura com recursos próprios.

Outros benefícios econômicos e financeiros resultarão da economia a ser realizada, por exemplo, com a redução dos gastos com a distribuição de água por carros-pipa, cujos custos de operação e manutenção são bastante elevados.

Somam-se aos benefícios de natureza econômica aqueles de natureza social como a fixação da população no campo, reduzindo-se a pressão dos fluxos migratórios sobre os centros urbanos de maior porte, especialmente a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) que abriga mais de 1/3 da população total do Ceará em fração diminuta do seu território.

5.7.10. Importância da Integração de Bacias

A integração dos recursos hídricos no território cearense é um projeto estratégico e inovador. O principio desta ação começa na unidade hidrográfica, que guarda uma perfeita analogia com o modelo integrador do Funil, uma vez que todos os tributários de uma bacia se juntam na foz. Ampliando esse conceito fundamental, o programa busca transformar o Ceará numa grande bacia, germinando 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. A natureza do relevo cearense se constitui um fator favorável para que um conjunto de eixos transferindo a água por caminhos diferentes dos naturais, possam garantir, desde a fonte ao ponto de consumo, o recurso hídrico necessário a implementação dos empreendimentos que irão desenvolver o Ceará e melhorar a vida do seu povo.

A idéia de integração das bacias hidrográficas decorre exatamente do fato de se poder melhorar o valor do rendimento dos corpos d'água acumulados. Ora, se adensarmos a concentração de barragens, principalmente nas áreas denominadas de "vazios hídricos", onde a acumulação interanual de água é escassa ou mesmo inexistente e tornar possível a transferência de vazões de uma bacia para outra, estaremos atendendo este requisito de tirar melhor proveito das águas acumuladas no interior do Estado. As bacias que, em determinado momento, tiverem maiores disponibilidades, poderão, de forma complementar, suprir as necessidades das bacias vizinhas.

O preenchimento dos "vazios hídricos" tem sido uma preocupação do Estado nos últimos anos, principalmente com a construção de açudes de médio porte, alem de outros empreendimentos realizados no setor, com recursos próprios do Estado.

5.7.11. Impactos Ambientais

A execução do programa provocará impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico que deverão ser cuidadosamente identificados e avaliados, de forma que sejam adotadas medidas com vistas a aumentar os benefícios e minorar os eventuais efeitos negativos das intervenções.

5.7.11.1. Meio Físico

Os impactos negativos referem-se a:

- Retirada de solo: a superfície dos terrenos, onde será retirado o solo para a execução das obras, ficara exposta aos agentes erosivos, desequilibrando os processos geológicos de erosão/sedimentação, alterando a drenagem e o assoreamento;
- Movimento de terra e estocagem de material: acarretará carreamento de sólidos, aumentando a turbidez e o assoreamento dos recursos hídricos superficiais;
- Esgotamento sanitário: a extensão dos serviços de abastecimento de água para consumo humano e outras atividades econômicas gerarão efluentes de esgotos que poderão poluir os recursos hídricos superficiais caso não recebam tratamento e destinação adequados;
- Poeiras e ruídos: durante a construção da obra ocorrerá a emissão de poeiras e ruídos temporários;
- Desmatamento: poderá ocorrer a instalação de processos de degradação ambiental devido ao desmatamento necessário para a construção de açudes e lançamento de esgotos nos lagos pela população ribeirinha;
- Contaminação: existirá o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Os impactos positivos, por sua vez, são:

- Interligação de bacias e a construção de açudes resultarão em oferta de água para o consumo humano e para o desenvolvimento de atividades agrícolas, de pecuária, industriais e piscicultura;
- Surgimento de microclima mais ameno e beneficiamento de toda a área a jusante dos barramentos, isto é, de sua respectiva sub-bacia hidrográfica.

5.7.11.2. Meio Biológico

No meio biológico os impactos negativos dirão respeito à eliminação de solos e da cobertura vegetal nas áreas de empréstimo, bem como ao uso de explosivos que trarão prejuízos à fauna local, afugentando-a para áreas periféricas, provocando concorrência em termos de território e alimentação. O aumento da turbidez da água poderá prejudicar a fauna aquática.

Os efeitos positivos serão, entretanto, maiores:

- A fauna aquática de águas paradas será incrementada com a formação dos reservatórios;
- A regularização das cheias reduzirá os níveis de erosão dos solos ribeirinhos à jusante das barragens, permitindo a manutenção das matas ciliares, beneficiando a fauna terrestre e alada, bem como a preservação de seus habitats;
- Desenvolvimento de programas de pesca e piscicultura, compatíveis com as dimensões dos açudes e as características ambientais locais.

5.7.11.3. Meio Socioeconômico

Os principais efeitos negativos, com relação ao ambiente socioeconômico, derivarão da inquietação da população quanto à eventual realocação das habitações, propriedades e infra-estrutura já existente nas áreas que poderão ser oferecidas pelo projeto e da ansiedade quanto

à natureza das soluções a serem adotadas; riscos de acidentes envolvendo a população pelos animais peçonhentos durante o desmatamento e o manejo da fauna; e, descontentamento da população não proprietária afetada, abandono da infra-estrutura e paralisação das atividades produtivas nas áreas a serem inundadas.

Como impactos positivos poderão ser listados:

- Aumento da oferta de empregos e geração de renda além da dinamização das atividades diretamente dependentes da interligação de recursos hídricos, a expansão de atividades secundárias e terciárias;
- Aproveitamento dos subprodutos resultantes do desmatamento para a construção dos açudes;
- Desaparecimento dos efeitos negativos das cheias regionais, beneficiando a população situada a jusante dos barramentos;
- Desenvolvimento da pesca e da piscicultura, aumentando a oferta de alimentos ricos em proteínas;
- Melhoria das condições gerais de saúde da população pela oferta de água de boa qualidade o que redundará na queda dos índices de mortalidade infantil.

5.7.12. Proposta de Intervenções para o Incremento da Oferta Hídrica

Visando aproveitar o potencial hidroagrícola da bacia, prevê-se a construção de sete açudes na bacia, sendo dois deles estratégicos para o desenvolvimento da bacia do Coreaú. São eles: Canto das Pedras e Paula Pessoa. Estes reservatórios incrementarão 7,95 m³/s de vazão regularizada na bacia do Coreaú.

As características das barragens, que já foram objeto de estudo do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos - PROGERIH do Estado do Ceará, a previsão de custo para construção e o caráter de prioridade das mesmas, são apresentadas no **Quadro 5.10**. Em **anexo** pode-se observar os mapas esquemáticos com a localização das respectivas barragens na carta da Sudene.

Quadro 5.10. Proposta de construção de Açudes Estratégicos para incremento da oferta hídrica na bacia do Coreaú.

Nome do Açude	Município	Rio Barrado	Capacidade (hm^3)	Q_{90} (m^3/s)	Prioridade	Custo Previsto (US$)
Canto das Pedras	Granja	Coreaú	100,00	5,52	L	70.000.000,00
Paula Pessoa	Granja/Meruoca	Itacolomi	194,00	2,43	M	253.800.000,00
Frecheirinha	Frecheirinha	Caiçara	85,00	0,63	M	104.000.000,00
TOTAL			**379,00**	**8,58**		**427.800.000,00**

Fonte: PROGERIH
Legenda: L – Longo Prazo (2030); M – Médio Prazo (2020); C – Curto Prazo (2015).

Além da construção desses dois açudes estratégicos na bacia do Coreaú, prevê-se ainda a construção de cinco açudes de médio porte, com a finalidade de aumentar o incremento da oferta hídrica na bacia e proporcionar um aumento no desenvolvimento da região. Esses açudes incrementarão cerca de 2,0 m³/s de vazão regularizada na bacia. No entanto, ressalta-se que a eficiência do sistema deverá ser analisada antes da construção dos reservatórios propostos (**Quadro 5.11a**). Em **anexo** observa-se os mapas com as possíveis localizações dos barramentos mencionados.

Quadro 5.11a. Proposta de construção de Açudes de médio porte para incrementar a oferta hídrica na bacia do Coreaú - PROGERIRH

Nome do Açude	Município	Rio Barrado	Capacidade Estimada (hm^3)	Estimativa da Descarga Regularizada (m^3/s)	Prioridade	Custo Previsto (US$)
Campanário	Moraujo/ Uruoca	Riacho do Mocambo	23,00	0,48	L	18.446.000,00
Inhanduba	Marco/Bela Cruz	Inhanduba	50,00	0,30	M	35.000.000,00
Jurema	Martinópole/ Senador Sá	Riacho Jurema	80,00	0,44	M	56.000.000,00
Unha de Gato	Granja	Rio Tapuio	25.00	0,41	L	21.000.000,00
TOTAL			**153,00**	**1,63**		**130.446.000,00**

Fonte: PROGERIRH
Legenda: L – Longo Prazo (2030); M – Médio Prazo (2020); C – Curto Prazo (2015).

Ainda há de se considerar a importância da construção dos dois reservatórios previstos no PLANERH: Diamantino e Ibuguaçu (**Quadro 5.11b**).

Quadro 5.11b. Proposta de construção de Açudes de médio porte para incrementar a oferta hídrica na bacia do Coreaú - PLANERH

Nome do Açude	Capacidade Estimada (hm^3)	Estimativa da Descarga Regularizada (m^3/s)	Prioridade	Custo Previsto (US$)
Diamantino	17,10	0,10	C	13.000.000,00
Ibuguaçu	40,00	0,60	C	31.000.000,00
TOTAL	**57,10**	**0,70**		**44.000.000,00**

Fonte: PLANERH (2005)
Legenda: C – Curto Prazo (2015).

Sendo assim, as metas para este programa são de construir as seguintes barragens:

Curto Prazo (até o ano de 2015):

- Diamantino
- Ibuguaçu

Médio prazo (do ano 2016 a 2020):

- Paula Pessoa
- Frecheirinha
- Inhanduba
- Jurema

Longo prazo (do ano 2021 a 2030):

- Canto das Pedras
- Campanário
- Unha de Gato

5.7.13. Outras Alternativas de Oferta Hídrica

Na Bacia do Coreaú não há perspectiva, no horizonte do Plano, da necessidade de utilizar água dessalinizada. Para esta bacia enfatiza-se a ampliação da oferta hídrica através dos açudes propostos no item 5.7.11.

5.8. Programa de Avaliação do Custo da Água

Este capítulo traz inicialmente a descrição do programa de avaliação do custo da água, apresentando seus componentes de delimitação da ação. Posteriormente, procede-se em descrição de alguns aspectos atinentes à referida avaliação, bem como em exemplificação de alternativas metodológicas para desenvolvimento da mesma.

5.8.1. Descrição do Programa

O programa de avaliação do custo da água constitui-se em ação a ser desempenhada de modo contínuo, visando o acompanhamento, temporal e espacial, dos custos associados à infraestrutura hídrica na Bacia do Coreaú. Possibilitando, assim, a geração de elementos informativos ao Estado, usuários das águas e sociedade civil, bem como, e de modo imperativo, a geração de subsídios à tomada de decisão pelos órgãos gestores dos recursos hídricos.

Para o desenvolvimento de tal ação, faz-se oportuno estudo inicial de avaliação do custo da água, considerando, integralmente, a atual infraestrutura de oferta hídrica na Bacia do Coreaú.

Descreve-se tal programa conforme os itens a seguir relacionados: objetivos, instituições envolvidas, ações previstas e fontes e estimativas de recursos.

5.8.2. Objetivos do Programa

O objetivo geral do programa de avaliação do custo da água é aferir medidas indicativas do custo de oferta dos recursos hídricos na Bacia do Coreaú.

Como objetivos específicos podem-se definir:

i) Avaliar os custos de investimento e de operação, administração e manutenção (OAM) em infraestrutura hídrica;

ii) Avaliar os custos de oferta de água por meio de vários tipos de infraestrutura hídrica, como reservação, adução e poço.

5.8.3. Instituições Envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do referido programa de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como SRH, COGERH, SOHIDRA, DNOCS. Podendo, ainda, contar com a participação de entidades da sociedade civil e entidades públicas e privadas de colaboração para o desenvolvimento técnico-científico dos recursos hídricos.

5.8.4. Ações Previstas

O estabelecimento de programa de ação no âmbito da avaliação do custo da água tem como requisito a composição, a formação de equipes técnicas especializadas para atuarem em três níveis básicos.

O primeiro, concernente à realização de coleta e tratamento inicial de dados e informações geradas primariamente (pesquisa em campo), bem como em nível secundário. O segundo, atinente à realização de tratamento avançado e análise dos dados e informações processadas. Um terceiro nível de atuação corresponderia à tomada de decisão pelos corpos gestores e entes representativos.

Com a formação das equipes responsáveis pela execução do programa de ação adquire-se condição de inicializar os estudos, os trabalhos requeridos para a prática de avaliação do custo da água bruta na bacia.

Depois de concluída a realização de estudo atinente à avaliação do custo da água, a continuidade do programa de ação ocorreria com a atualização, em uma perspectiva de curto prazo, de medidas aferidas no ano específico do estudo para o ano de interesse. Sendo oportuno, proceder-se em revisão, reformulação do estudo no futuro, em perspectivas de médio e longo prazo.

5.8.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa de avaliação do custo da água podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, como recursos do INTERÁGUAS - que substituirá o PROÁGUA - e PROGERIRH; órgãos financeiros nacional e internacional, como recursos do Banco Mundial; além de recursos próprios de instituições envolvidas, em especial SRH e COGERH.

5.8.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo estadual envolvidas na ação, como SRH e COGERH, na forma de despesa com pessoal do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.8.7. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa de ação é apresentada no **Quadro 5.12** a seguir.

Quadro 5.12. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água na Bacia do Coreaú

Objetivos	- Geral: aferir medidas indicativas do custo de oferta dos recursos hídricos na Bacia do Coreaú. - Específicos: i) Avaliar os custos de investimento e de operação, administração e manutenção (OAM) em infraestrutura hídrica; ii) Avaliar os custos de oferta de água por meio de vários tipos de infraestrutura hídrica, como reservação, adução e poço.

Instituições Envolvidas	- Instituições governamentais (como SRH, COGERH, SOHIDRA, DNOCS). - Entidades da sociedade civil. - Entidades públicas e privadas.
Ações Previstas	- Formação de equipes técnicas especializadas para atuarem: i) Realização de coleta e tratamento inicial de dados e informações geradas primariamente (pesquisa em campo), bem como em nível secundário; ii) Realização de tratamento avançado e análise dos dados e informações processadas. - Composição de corpos gestores e entes representativos para fase de tomada de decisão. - Execução dos estudos, trabalhos de avaliação dos custos. - Atualização contínua de medidas de avaliação.
Fontes de Recursos	- Governos federal e estadual (como INTERÁGUAS e PROGERIRH). - Órgãos financeiros nacional e internacional (como Banco Mundial). - Recursos próprios (como orçamento da SRH e COGERH).
Estimativas de Recursos	- Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH) - remuneração (tempo parcial) de corpo técnico e gestores envolvidos nas atividades. - Contratação de serviços técnicos especializados.

Fonte: Própria Pesquisa

5.8.8. Aspectos de Avaliação do Custo da Água

O conhecimento de medidas de custos associados à água bruta é importante para subsidiar as políticas de recursos hídricos, em especial àquelas voltadas para a tarifação, o incremento de oferta e o gerenciamento, por exemplo. Nesse sentido, em nível de planejamento dos recursos hídricos do estado do Ceará, realiza-se avaliação dos custos de oferta de água na Bacia do Coreaú. Tal procedimento constitui-se em atividade preliminar e exemplificadora de ação do programa de avaliação do custo da água na referida bacia.

Os custos relativos à infraestrutura de água bruta são comumente divididos em dois tipos: de investimento e de operação, administração e manutenção (OAM). O primeiro refere-se aos custos de capital investido, e o segundo concerne aos custos de gestão. Esses dois tipos de custos podem ainda ser associados a três especificidades de infraestrutura hídrica: reservação, adução e poço. As duas primeiras concernentes às águas superficiais e a terceira, às águas subterrâneas. A reservação por meio de barragens e a perfuração de poços são caracterizadas como sistemas de disponibilização de águas e os sistemas de adução relacionam-se à distribuição das águas previamente disponíveis.

A infraestrutura de reservação por meio de barragens constitui-se em sistema de importância primária em regiões semiáridas, onde se verificam grandes irregularidades pluviométricas intra e inter-anual, fato determinante para a condição de intermitência dos cursos fluviais. Sob essas condições, os reservatórios assumem função essencial na disponibilidade hídrica em todo o estado do Ceará.

A disponibilidade das águas por reservação em barragens constitui-se em condição necessária, mas não suficiente para a mitigação do problema hídrico no estado, e notadamente na bacia do Coreaú. Além da disponibilização, são imperativas as forma de distribuição das águas, sendo a infraestrutura de adução a prática mais difundida no território cearense.

Além da importância notória das águas superficiais, as águas subterrâneas também se configuram em disponibilidade hídrica estratégica no Ceará, apesar das peculiaridades inerentes ao substrato cristalino (quase 90% do território cearense).

A avaliação que se procede tem por objetivo quantificar os custos médios de investimento e de OAM de sistemas hídricos da Bacia do Coreaú. Em relação à infraestrutura hídrica de reservação, os custos unitários são função da vazão regularizada com 90% de garantia (Q_{90}). As águas aduzidas têm seus custos volumétricos associados à vazão de projeto das adutoras. Para a avaliação das águas derivadas de poços os custos unitários correspondem à vazão efetiva disponível.

5.8.9. Custos de Investimento

A avaliação dos custos associados aos investimentos em infraestruturas hídricas tem como base procedimentos metodológicos fundamentados em literatura especializada. Os custos são apreciados sobre três tipos de infraestrutura de oferta hídrica, as quais se constituem em aparatos significativos para a disponibilidade e distribuição da água no estado do Ceará: reservatórios, adutoras e poços.

Os custos ainda são avaliados em dois aspectos: custo total, dado em reais ao ano, e custo unitário, dado em reais por m^3 (ou reais por m^3 e por km de água aduzida no caso da adução). A avaliação do custo total, neste estudo preliminar e exemplificador, é específica à seleção das unidades de infraestrutura (especialmente reservatórios e adutoras) tomadas como referência para aferição dos montantes. Para o desenvolvimento do programa de ação de avaliação do custo da água, sugere-se que se considerem todas as unidades hídricas da Bacia do Coreaú, de modo a apreciar o conjunto de sua infraestrutura hídrica.

O procedimento de seleção supracitado é plausível para estimação dos referidos custos para efeito da presente avaliação, os quais, quando relacionados com a vazão de água correspondente, permitem verificar as medidas de custos unitários da água. Sendo, os custos unitários, medidas especialmente requeridas nos processos de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Ressalta-se ainda que os procedimentos metodológicos adotados nesse relatório fornecem medidas indicativas plausíveis dos custos das águas na Bacia do Coreaú. Medidas estas que podem ser comparativamente consideradas afins com avaliações efetuadas em outros estudos especializados sobre o tema. Portanto, as medidas derivadas do procedimento de avaliação dos custos da água são críveis para o nível de planejamento em que se insere tal estudo, em especial pelo caráter exemplificador.

5.8.10. Reservação

A presente avaliação dos custos associados a investimento em infraestrutura hídrica de reservação tem como base procedimento metodológico fundamentado em literatura especializada. Araújo et al (2005), em estudo sobre custos de disponibilização e distribuição de água no estado do Ceará, estimam equação de regressão para aferir custos unitários de investimento em disponibilização das águas por infraestrutura de reservação (barragens). No referido estudo, os autores concluem que é baixa a relação entre custo da água e capacidade de armazenamento do reservatório, encontrando melhor relação do custo da água em função do rendimento hidrológico e da forma de dimensionamento do reservatório.

No cerne do programa de avaliação do custo da água, têm-se as alternativas de se utilizar equação de estimação dos custos ou os quantitativos orçados na construção dos reservatórios (desapropriação, obra, supervisão), dependendo da disponibilidade de informações. No caso da avaliação ora efetuada, utiliza-se equação de estimação dos custos, devido ao não acesso a quantitativos para essa avaliação.

A técnica de operacionalização da pesquisa consiste, portanto, em coleta de dados dos reservatórios referentes às variáveis consideradas básicas, quais sejam: capacidade de armazenamento, vazão regularizada com 90% de garantia (Q_{90}), vazão afluente média e altura máxima. Parte dessa coleta foi efetuada em documento da SRH (2000) – capacidade e vazões – e em banco de dados da SRH (2010) – altura. Os valores aferidos correspondentes aos investimentos são atualizados para maio de 2010, com base em fator de atualização calculado a partir do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC), disponibilizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2010).

A seguir, é apresentada a equação base de estimação do custo unitário de investimento em infraestrutura hídrica de reservação de água por barragem (ARAÚJO et al, 2005). Tal equação de regressão é capaz de estimar os referidos custos em função de parâmetros hidrológicos.

$$C = 0{,}0690 \cdot pC1^{-0{,}9389}$$

onde:

C = custo unitário de investimento em reservação (R$/m3);

pC1 = parâmetro de custos.

O parâmetro pC1 de custos da água reservada é calculado conforme a equação a seguir:

$$pC1 = RH \cdot \alpha^{0{,}10}$$

onde:

RH = rendimento hidrológico do reservatório;

α = fator de forma do reservatório.

O rendimento hidrológico da bacia hidráulica é fornecido pela razão entre a vazão regularizada com 90% de garantia (Q_{90}) e a vazão afluente média; e o fator de forma da bacia hidráulica é definido pela razão entre a capacidade de acumulação e a altura máxima (elevada ao cubo) do espelho d'água em relação ao ponto mais profundo do açude (CAMPOS, 2005).

Os cálculos são realizados para um conjunto de seis açudes selecionados, devido à existência apenas para essa amostra de dados requeridos para aplicação da metodologia. Os açudes considerados também se restringem àqueles com capacidade de armazenamento igual ou superior a 10 hm^3, por serem estes as fontes hídricas estratégicas de oferta superficial no estado. Para as atividades do programa de ação sugere-se que se considere o conjunto de reservatórios da Bacia do Coreaú.

O **Quadro 5.13** apresenta valores de variáveis de referência utilizadas no cálculo do custo da água por reservação na Bacia do Coreaú; já o **Quadro 5.14** descreve os custos anualizados e os custos volumétricos de cada açude nas mesmas bacias.

Quadro 5.13. Características e variáveis de referência de reservatórios selecionados da Bacia do Coreaú

Açudes	Capacidade (hm^3)	Vazão Q_{90} (hm^3/ano)	RH	Fator de forma
Angicos	56,05	16,08	0,281	8.302
Gangorra	62,50	12,93	0,416	7.046
Itaúna	77,50	28,70	0,136	13.289
Martinópole	23,20	8,83	0,222	17.431
Tucunduba	40,20	16,40	0,214	7.374
Várzea da Volta	12,50	5,36	0,116	4.017
TOTAL	**271,95**	**88,30**	**-**	**-**

Fonte: SRH (2000) e Dados da Pesquisa

Quadro 5.14. Custos da água de reservação, com base em reservatórios selecionados da Bacia do Coreaú

Açudes	Custo anual (R$/ano)	Custo unitário (R$/1.000 m^3)
Angicos	3.310.751	205,85
Gangorra	1.871.907	144,78
Itaúna	11.156.164	388,75
Martinópole	2.112.445	239,23
Tucunduba	4.415509	269,26
Várzea da Volta	2.706.076	504,76
TOTAL	**25.572.853**	**-**
MÉDIA	**-**	**292,10**

Fonte: Dados da Pesquisa

O custo de 292,10 R$/mil m^3 refere-se ao custo médio simples. Ponderando tal medida em relação à vazão Q_{90}, tem-se custo de 289,61 R$/mil m^3. O menor custo unitário aferido foi do açude Gangorra, equivalendo a quase 145,00 R$/mil m^3 e o custo mais elevado corresponde ao açude Várzea da Volta, aproximadamente 505,00 R$/mil m^3.

O custo médio da vazão regularizada com 90% de garantia no estado do Ceará foi calculado em 211,77 R$/mil m^3, em valores de outubro de 2006 (ou 272,90 R$/mil m^3, em valores atualizados para maio de 2010), conforme estudo sobre custo de garantia de regularização efetuado por Campos, Campos e Mota (2009). Ainda com base nesse estudo, a amplitude dos custos atualizados é dada pelos valores mínimo de 46,52 e máximo de 663,47 R$/mil m^3. Araújo et al (2005) calcularam o custo médio de investimento em disponibilização de água por barragem no Ceará de 91,00 R$/mil m^3, em valores de agosto de 2001 (ou 192,44 R$/mil m^3, em valores atualizados para maio de 2010), com amplitude de custos atualizados de 27,49 a 678,82 R$/mil m^3.

Ressalta-se que o custo médio aferido (292,10 R$/mil m^3) nesta avaliação é função da amostra de reservatórios selecionados, podendo esse valor, em diferentes magnitudes, estar abaixo ou acima da média quando considerado o conjunto integral de reservatórios da bacia ou uma amostra mais representativa.

5.8.11. Adução

Para avaliação dos custos de investimento em distribuição de água por adução, utilizou-se de montantes de quantitativos monetários correspondentes a construções e supervisões de obras de infraestrutura adutora. Os valores orçados associados à construção e supervisão foram coletados em SRH (2010), assim como as demais variáveis de interesse. As variáveis apreciadas na pesquisa são: valores de construção e supervisão, datas base dos valores, vazão e extensão. Os valores correspondentes aos investimentos são atualizados para maio de 2010, com base em fator de atualização calculado a partir do INCC (FGV, 2010).

O procedimento metodológico adotado para aferição dos custos de investimento em adução é a recuperação de capital. Com a determinação do montante de investimento realizado em infraestrutura adutora, a definição da taxa de juros para se recuperar o capital investido e o número de anos correspondente, pode-se calcular o custo anual de remuneração do investimento. Para isso, utiliza-se o fator de recuperação de capital (FRC):

$$FRC_{(i,n)} = \frac{1 \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde:

FRC = fator de recuperação de capital;

i = taxa de juros ao ano do período;

n = número de anos do período.

No caso de infraestrutura de adução, utiliza-se comumente taxa de juros de 12% ao ano e período de 30 anos para recuperação dos investimentos. Com a definição da taxa e do período, FRC resulta em 0,12414.

Para o cálculo do custo da água de adução na Bacia do Coreaú, utilizam-se apenas duas adutoras, as quais apresentam os dados requeridos para tal mensuração, conforme a fonte de dados secundários consultada. Portanto, os investimentos representam parcela do montante correspondente ao conjunto integral de adutoras (total de cinco) na Bacia do Coreaú (SRH, 2010). Ainda sobre as adutoras selecionadas, estas representam 46% da extensão e 42% da vazão do conjunto total de adutoras (vazão total de 5,56 hm^3/ano e extensão total de 136,7 km). Para o desenvolvimento do programa de ação de avaliação do custo da água sugere-se que se considerem a integralidade dos sistemas de adução da referida bacia.

O **Quadro 5.15** apresenta características da adutora admitida no cálculo dos investimentos totais e unitários referentes à oferta (distribuição) de água por adução; e o **Quadro 5.16** apresenta os custos relativos à água aduzida na Bacia do Coreaú.

Quadro 5.15. Características de adutoras selecionadas da Bacia do Coreaú

Adutoras	Extensão (km)	Vazão (hm^3/ano)
Chaval/Barroquinha	30,4	1,77
Senador Sá/Uruoca/Jordão	33,0	0,56
TOTAL	63,4	2,33

Fonte: SRH (2010)

Quadro 5.16. Custos da água de adução, com base em adutoras selecionadas da Bacia do Coreaú

Adutoras	Investimento (R$ 1.000)	Anuidade (R$/ano)	Custo unitário (R$/1.000 m^3.km)
Chaval/Barroquinha	2.756	342.138	6,37
Senador Sá/Uruoca/Jordão	3.331	413.497	22,14
TOTAL	6.087	755.643	-
MÉDIA	-	-	14,26

Fonte: SRH (2010) e Dados da Pesquisa

O custo médio de 14,26 reais por mil m^3 por km de adução para as adutoras selecionadas pode ser tomado como custo médio para o conjunto de sistemas adutores da Bacia do Coreaú. No entanto, como adoção de procedimento simplificado, as especificidades topográficas próprias a cada adutora foram desconsideradas, tendo o custo unitário por extensão de água aduzida influência da topografia em cada localidade de instalação do sistema.

Na tentativa de suprir essa lacuna, considera-se a altura manométrica média a vencer pelos sistemas adutores estudados em Araújo et al (2005), a qual corresponde a 101,35 m. Portanto, admitindo que essa medida pode ser utilizada no cálculo do custo médio de adução da água, para a amostra selecionada de adutoras afere-se custo de 140,67 R$/$hm^3$.km.m. O custo médio calculado pelos autores supracitados foi de 263,35 R$/$hm^3$.km.m, em valores de agosto de 2001 (ou 556,91 R$/$hm^3$.km.m, em valores atualizados para maio de 2010).

Ressalta-se que o custo médio aferido (14,26 R$/mil m^3.km) nesta avaliação é função da amostra selecionada, podendo esse valor, em diferentes magnitudes, estar abaixo ou acima da média quando considerado o conjunto integral de adutoras da bacia ou uma amostra mais representativa.

5.8.12. Poço

A avaliação dos custos de disponibilidade de água subterrânea é composta por duas categorias de quantitativos de investimentos: custos de construção de poços e custos de equipamento de bomba. A avaliação referencia-se em estudo detalhado de composição desses dois tipos de custos para oferta de água subterrânea em cada região hidrográfica do estado do Ceará. Do referido estudo, realizado por Barbosa (2000), obtém-se os montantes de custos médios de investimento específico (construção e bomba) na Bacia do Coreaú, tanto para poços no embasamento sedimentar como para poços no substrato cristalino (fissural). Os valores de investimentos são atualizados para maio de 2010, a partir do INCC (FGV, 2010).

Adota-se o fator de recuperação de capital (FRC) para se determinar a anuidade dos investimentos em infraestrutura de oferta de água subterrânea por meio de poços. Com a definição do investimento total realizado em poços (construção e bomba), da taxa de juros de recuperação do capital investido e o número de anos correspondente, calcula-se o custo anualizado de remuneração do capital investido. Para isso, utiliza-se FRC:

$$FRC_{(i,n)} = \frac{1 \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

onde:

FRC = fator de recuperação de capital;

i = taxa de juros ao ano do período;

n = número de anos do período.

Para a construção de poços utiliza-se taxa de juros de 12% ao ano e período de 30 anos para recuperação de investimentos; e para a aquisição de bomba a taxa de desconto adotada também é de 12% ao ano e o período de 6 anos. Com a definição das taxas e dos períodos, calcula-se FRC de 0,12414 para a recuperação de capital investido na construção e FRC de 0,24323 para recuperar o capital investido na aquisição da bomba.

Com os valores médios de investimento de capital, atualizados a partir de Barbosa (2000), e de anuidade dos investimentos para poço de água subterrânea, procede-se no cálculo dessas medidas para o conjunto de poços considerados no presente estudo. Os dados referentes à participação do número de poços e da vazão efetiva em cada um dos componentes geológicos (sedimento e cristalino) são baseados em documento do INESP (2009). Com a determinação dessa participação pode-se efetuar a avaliação dos custos específicos para o sedimento e para o cristalino. Para o desenvolvimento do programa de ação de avaliação do custo da água sugere-se que se confira o investimento integral realizado com infraestrutura de águas subterrâneas da Bacia do Coreaú.

O **Quadro 5.17** apresenta características referentes à disponibilidade de águas subterrâneas e o **Quadro 5.18** apresenta os custos relativos aos poços na Bacia do Coreaú.

Quadro 5.17. Características de poços da Bacia do Coreaú

Aquíferos	Poços	Vazão (hm^3/ano)
Sedimento	373	6,29
Cristalino	318	2,98
TOTAL	691	9,27

Fonte: Baseado em INESP (2009)

Quadro 5.18. Custos da água de poços, com base em dados de águas subterrâneas da Bacia do Coreaú

Aquíferos	Investimento (R$ 1.000)	Anuidade (R$/ano)	Custo unitário (R$/1.000 m^3)
Sedimento	12.188	1.612.457	256,35
Cristalino	4.621	668.423	224,30
TOTAL	**16.809**	**2.280.880**	**480,65**

Fonte: Dados da Pesquisa

Os valores unitários demonstram maior medida de custo volumétrico para poços no sedimento. Essa é uma característica bem particular à Bacia do Coreaú, como pode ser observado em Barbosa (2000) e Araújo et al (2005). As médias de custos para o estado como um todo demonstram o inverso, ou seja, a água subterrânea é mais cara no cristalino e não no sedimento. Os custos de investimento de água subterrânea aferidos por Barbosa (2000) para a Bacia do Coreaú são de 54,07 e 48,88 R$/mil m^3 para o sedimento e o cristalino, respectivamente, em valores de dezembro de 1998 (ou 142,66 e 128,97 R$/mil m^3, em valores atualizados para maio de 2010).

Ressalta-se que o custo médio aferido (256,35 R$/mil m^3 no sedimento e 224,30 R$/mil m^3 no cristalino) nesta avaliação é função da amostra de poços considerados, podendo esse valor, em diferentes magnitudes, estar abaixo ou acima da média quando considerado o conjunto integral de poços da bacia ou uma amostra mais representativa.

5.8.13. Custos de Operação, Administração e Manutenção

A avaliação dos custos de gestão ou custos de operação, administração e manutenção (OAM) toma como fonte de dados, planilhas de custos gerenciais da COGERH (2010) para os anos de 2008 e 2009. Os valores são atualizados para maio de 2010 e considera-se a média simples entre os custos do referido biênio; assim, pretende-se evitar estimação de medida com viés ocasionado por valor atípico em determinado ano. Para o programa de ação é igualmente oportuno considerar mais de um ano para análise de custos OAM, na tentativa de evitar algum viés.

Esses custos são respectivos a cada região hidrográfica no estado do Ceará, contendo o rateio de custos com a sede da companhia em Fortaleza para cada bacia hidrográfica. Tais medidas referem-se, por exemplo, aos custos com pessoal, planejamento, tributos, veículos, equipamentos, utensílios, aluguéis, segurança, comunicações, energia, manutenção, monitoramento. O custo médio ao ano, considerando o biênio 2008-2009, em gestão das águas (OAM) na bacia do Coreaú foi de 1.208 mil reais, em valores de maio de 2010.

Consideram-se ainda os custos realizados em recuperação de barragens danificadas pela quadra chuvosa do ano de 2009, com fonte de recursos externa à COGERH. Tais custos são disponíveis em boletim de medição da COGERH (2010a). Os valores são atualizados para maio de 2010. Tais custos são relativos a barragens em todo território estadual, e não necessariamente na Bacia do Coreaú. Esse custo total para o estado como um todo é rateado para cada região hidrográfica, de modo que se tenha uma medida indicativa correspondente de tais custos para o ano de 2009, tendo em vista que esses são considerados como atípicos por não se realizarem rotineiramente a cada ano, notadamente da forma como ocorreram os eventos referentes a 2009 (elevados custos de recuperação de barragens).

Ressalta-se que esses custos de recuperação de barragens do ano de 2009 são considerados atípicos, por não se constituírem em medida rotineira de custos. Esse fato pode ser apresentado como mais um motivo para diluição dos gastos específicos desse serviço de manutenção de reservatório no conjunto de vazões superficiais e subterrâneas, bem como no conjunto de regiões hidrográficas. Sugere-se, no âmbito das atividades do programa de ação, que se realize a prática de procedimento de diluição dos custos de recuperação de barragens para todas as bacias do estado, sendo essa prática respaldada no princípio de unidade estadual. Considerando que a garantia de oferta hídrica em uma bacia é de interesse das demais. Dessa forma, evita-se viés de responsabilização isolada de sinistros sistêmicos a bacias específicas.

O custo com recuperação de barragens, conforme COGERH (2010a), em todo o território cearense foi de 5.222 mil reais no ano de 2009, ou em valores de maio de 2010, 5.488 mil reais. Dividindo este último valor de forma igualitária entre as onze regiões hidrográficas do estado, respaldado na argumentação supracitada, tem-se valor de 499 mil reais ao ano para a Bacia do Coreaú.

Os custos referidos nas planilhas são concernentes às atividades da companhia na gestão do sistema hídrico do estado cearense. A especificação dos custos para cada tipo de infraestrutura hídrica (reservação, adução e poço) admitida nesse estudo é de certo modo prejudicada devido

à sobreposição de custos associados a mais de uma ou a todas as infraestruturas conjuntamente. Sugere-se que no desenvolvimento das ações do programa de avaliação do custo da água realize-se identificação dos custos OAM associados a cada tipo de infraestrutura hídrica - reservação, adução e poço.

Dessa forma, na presente avaliação, não se verifica de modo claro que parcela de determinado custo de gestão corresponde às águas reservadas por barragens, às águas aduzidas e às águas bombeadas dos aquíferos; excetuando-se os custos supracitados com recuperação de barragens. Ainda assim, procede-se na diluição desse custo específico de água superficial de reservação em toda a vazão de águas superficiais e subterrâneas admitidas.

Portanto, a avaliação dos custos de OAM é admitida para o somatório da vazão total regularizada pelos reservatórios (vazão Q_{90}), conforme SRH (2000), e da vazão com disponibilidade efetiva de águas subterrâneas. A vazão aduzida é admitida como parcela da vazão regularizada por reservação, ou seja, constitui-se em vazão distribuída e não disponibilizada, sendo percebida como infraestrutura que distribui determinada vazão já existente.

Com efeito, o **Quadro 5.19** apresenta os custos totais referentes à OAM e as vazões consideradas para o cálculo das medidas unitárias dos custos.

Quadro 5.19. Custos de OAM da infraestrutura hídrica e vazões específicas da Bacia do Coreaú

Custos gerenciais COGERH (R$/ano)	Custos recuperação barragens (R$/ano)	Custo total OAM (R$/ano)	Vazão superficial (hm^3/ano)	Vazão subterrânea (hm^3/ano)	Vazão total (hm^3/ano)	Custo total unitário (R$/1.000 m^3)
1.207.805	498.942	1.706.747	88,30	9,27	97,57	17,49

Fonte: COGERH (2010 e 2010a), SRH (2000), INESP (2009) e Dados da Pesquisa

O custo unitário avaliado de 17,49 R$/mil m^3 corresponde ao custo médio de OAM da infraestrutura de oferta hídrica (águas superficiais e subterrâneas) por reservação, adução e poço na Bacia do Coreaú.

5.8.14. Síntese dos Resultados de Avaliação

A avaliação do custo da água na Bacia do Coreaú pode ser sintetizada com a descrição (**Quadro 5.20**) dos custos unitários de investimento e de operação, administração e manutenção (OAM), associados às três classes de infraestrutura hídrica apreciada no presente estudo - reservação, adução e poço.

Quadro 5.20. Síntese dos custos da água da Bacia do Coreaú

Infraestrutura hídrica	Custo unitário de investimento (R$/1.000 m^3)	Custo unitário de OAM (R$/1.000 m^3)
Reservação	292,10	17,49
Adução	14,26*	
Poço	480,65	

Fonte: Dados da Pesquisa
* Custo em R$/1.000 m^3.km

Os valores de custos da água mostram-se plausíveis e afins com outras medidas aferidas em estudos especializados sobre o tema. Pela utilização dos procedimentos metodológicos adotados, foi possível a aferição dos custos volumétricos associados a cada infraestrutura hídrica abordada no estudo.

Para o desenvolvimento do programa de ação de avaliação do custo da água na Bacia do Coreaú é recomendado que o custo unitário de OAM seja determinado por infraestrutura hídrica admitida.

5.9. Estabelecimento de um Sistema de Suporte a Decisão

5.9.1. Descrição do Programa

O programa do sistema de suporte a decisão é uma ação permanente do sistema de recursos hídricos. O Sistema de Suporte à Decisão objeto deste programa apóia a alocação negociada, a outorga e o controle de cheias.

5.9.2. Objetivos do Programa

Melhorar a qualidade da tomada de decisões e promover a transparência pública através da integração das informações em um sistema de coleta, processamento, armazenamento e distribuição da informação.

Como objetivos específicos podem-se definir:

- Implementar uma estrutura institucional que permita a integração das informações;
- Melhorar a qualidade de decisão através do acesso a informações relevantes, confiáveis e com legitimidade institucional;
- Disponibilizar à sociedade informações sobre recursos hídricos.

5.9.3. Instituições Envolvidas

A operacionalização deste programa demanda a participação da SRH e da COGERH; assim como, o Comitê de Bacia.

5.9.4. Ações Previstas

As ações previstas neste programa são:

- Elaboração de diagnóstico e definição dos objetivos, incorporando os aspectos gerenciais e de transparência da gestão de recursos hídricos, assim como, informações e dados que constituirão o sistema de informações em recursos hídricos.
- Definição da arquitetura do sistema considerando as múltiplas instituições e tipos de informações a serem consideradas.
- Desenvolvimento do sistema de informações contemplando a integração dos sistemas computacionais existentes e o desenvolvimento de novos módulos.
  - Desenvolvimento do sistema de gestão de outorgas na bacia.
  - Desenvolvimento do sistema de alocação de água negociada na bacia hidrográica
  - Desenvolvimento do sistema de controle de cheias

- Disseminação do Sistema de Informações. Identificados os sistemas de informações em cada instituição participante do Sistema Integrado, avaliam-se os dados e as informações existentes que poderão ser disponibilizados aos tomadores de decisão e ao público em geral. Esta deverá ser precedida de um planejamento detalhado de como realizar essa disseminação, definidos quais os meios e canais de divulgação, periodicidade, entre outras atividades.
- Atualização e manutenção do Sistema Integrado de Informações.
- Criar uma estrutura institucional para disponibilização dos resultados do levantamento, em formato digital, para os usuários

5.9.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação de gestão dos estoques de água deverão ser obtidos de programas dos governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.9.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados e a implantação da infra-estrutura física para elaboração e realização de ações do programa.

5.9.7. Matriz do Programa de Avaliação do Custo da Água

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.21** a seguir.

Quadro 5.21. Matriz do Programa de Gestão de Estoques de Água

Objetivos	Geral: Melhorar a qualidade da tomada de decisões e promover a transparência pública através da integração das informações em um sistema de coleta, processamento, armazenamento e distribuição da informação Específicos: – Implementar uma estrutura institucional que permita a integração das informações; – Melhorar a qualidade de decisão através do acesso a informações relevantes, confiáveis e com legitimidade institucional; – Disponibilizar à sociedade informações sobre recursos hídricos.
Instituições Envolvidas	Instituições do Estaduais (SRH, COGERH) Instituições Federais (DNOCS, MI, e ANA), Comitê de Bacia.
Ações Previstas	– Elaboração de diagnóstico e definição dos objetivos, incorporando os aspectos gerenciais e de transparência da gestão de recursos hídricos, assim como, informações e dados que constituirão o sistema de informações em recursos hídricos. – Definição da arquitetura do sistema considerando as múltiplas instituições e tipos de informações a serem consideradas.
Ações Previstas	– Desenvolvimento do sistema de informações contemplando a integração dos sistemas computacionais existentes e o desenvolvimento de novos módulos. – Desenvolvimento do sistema de gestão de outorgas na bacia. – Desenvolvimento do sistema de alocação de água negociada na bacia

	hidrográfica – Desenvolvimento do sistema de controle de cheias – Disseminação do Sistema de Informações. Identificados os sistemas de informações em cada instituição participante do Sistema Integrado, avaliam-se os dados e as informações existentes que poderão ser disponibilizados aos tomadores de decisão e ao público em geral. Esta deverá ser precedida de um planejamento detalhado de como realizar essa disseminação, definidos quais os meios e canais de divulgação, periodicidade, entre outras atividades. – Atualização e manutenção do Sistema Integrado de Informações. – Criar uma estrutura institucional para disponibilização dos resultados do levantamento, em formato digital, para os usuários.
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH).

5.9.8. Aspectos do Sistema de Informações

O sistema de informações em recursos hídricos tem duas grandes esferas de ocorrência, a *primeira* como momento de disponibilização das informações à sociedade por parte do estado e a *segunda* como ferramenta de apoio a decisão nos diversos níveis de decisão do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos.

A Alocação e o Gerenciamento dos recursos hídricos para múltiplos propósitos, usos e objetivos, freqüentemente envolve diversos interesses, acarretando disputas. Os problemas de gerenciamento dos conflitos estão associados às incertezas no suprimento e na demanda, às modificações nas restrições institucionais e legais e, em uma série de outros fatores inerentes ao ambiente da decisão. As decisões a serem tomadas por agências e comitês de bacias, se dão em ambientes de mudanças, restrições e incertezas.

Um processo privilegiado de resolução de conflitos é a negociação. O propósito deste processo de negociação é identificar qual a alternativa é aceita por todas as partes.

O processo de negociação é interativo e iterativo. Durante o seu desenvolvimento é necessário o conhecimento dos impactos provocados pelas diversas alternativas e os benefícios associados as mesmas. Sem este conhecimento não é possível identificar as preferências relativas a cada uma das partes, tornando impossível uma negociação racional. Faz-se necessário, em um processo de negociação, dirimir os conflitos cognitivos.

Decisões de planejamento e operacionais, no campo dos recursos hídricos, necessitam sistematizar um grande número de informações bem como prever reações dos sistemas hidráulico/hidrológico às intervenções propostas. Estas decisões necessitam de informações (dados) de sistemas e modelos de previsão confiáveis, de respostas rápidas e amigáveis. Os modelos de previsão deverão contemplar as condições de ambiência dos hidrossitemas (sistemas hidráulico/hidrológico), tais como as restrições e condicionantes jurídico-administrativo e as incertezas. Estas são de diversas naturezas: hidráulicas, estruturais, econômicas e hidrológicas. As hidrológicas são inerentes ao processo, pois são ocasionadas pela estocasticidade dos fenômenos da natureza, as incertezas dos parâmetros dos modelos e as incertezas dos próprios modelos utilizados. A forma de levar em conta estas incertezas no processo de decisão é associar risco às alternativas, os quais são traduzidos pelos indicadores de impactos e benefícios.

As alternativas analisadas pelos decisores devem ser consideradas em suas opções que melhor explorem suas possibilidades, isto é, uma variante ótima. Para isso, deve-se fazer uso de ferramentas que proporcionem soluções ótimas ou não inferiores, dependendo do número de objetivos que se pretende pesquisar.

Propõe-se aqui a metodologia de construção de uma ferramenta que dê suporte às decisões concernentes ao *sistema Sociotécnico,de operação dos reservatórios o qual deve ser* entendido como a combinação de um sistema técnico com o ambiente sociopolítico (Grigg, 1996). Neste sentido diversos tipos de sistemas de informação podem ser utilizados. O sistema *Sociotécnico* em foco é da operação dos sistemas de reservatórios e a alocação negociada.

A Plataforma AQUANET desenvolvida no Laboratório de Sistema de Suporte a Decisão (LABSID) da USP é o aqui utilizado para o Sistema de Suporte a Decisão que apóie a operação dos reservatórios. Esta plataforma permite a operação de um conjunto dos reservatórios, assim como, representar estações de bombeamento, adutoras e canais. Este modelo possibilita também a comparação de cenários. Adicionalmente diversas organizações como a Agência Nacional de Água (ANA) utiliza o AQUANET o que facilita a comunicação com estas organizações.

Os cenários de vazões para a alocação negociada podem ser construídos a partir do uso da previsão climática sazonal. Neste sentido modelo de previsão é aqui apresentado.

O texto a seguir descreve o Sistema de Suporte a Decisão (SSD) como uma classe de Sistema de Informações (SI) para em seguida apresentar a Estrutura do SSD. Posteriormente é apresentado o problema da alocação de negociada de água e uma descrição da plataforma Aquanet para se descrever a metodologia de construção de cenários de vazões utilizando-se a previsão climática sazonal para se propor os passos metodológicos de utilização do sistema de apoio a decisão da operação de reservatórios.

5.9.9. Visão sobre Sistemas de Apoio a Decisão

Define-se Sistema de Informações (S.I) como um conjunto de componentes que trabalham integrados para coleta, processamento, armazenamento e distribuição da informação com vista ao apoio a decisão, coordenação, controle, análise e visualização em uma organização.

A palavra informação significa dados na forma que possam ser manipuláveis e úteis para o homem. Entendendo-se por dados a listagem de fatos, associados a eventos que ocorreram na organização ou no ambiente físico, antes desta ter sido organizada e estruturada em formato inteligível e utilizável pelas pessoas.

O Sistema de Informações em foco é o Sistema de Informações baseado em computadores. Este sistema necessita de Hardware e Software com vistas ao processamento e disseminação da informação.

O Sistema de Informações é algo mais que computadores. A utilização efetiva de S.I. requer o entendimento da estrutura organizacional, da administração e da tecnologia da informação. Todo S.I. procura descrever soluções organizacionais e administrativa para os desafios propostos pelo ambiente.

Existem basicamente seis tipos de sistemas de informações:

- Nível estratégico:
  - Sistema de apoio a executivos (ESS)
- Nível gerencial:
  - Sistema de informações gerenciais (MIS)
  - Sistema de suporte a decisão (DSS)
- Nível especialidades:
  - Sistema de trabalho especializado (KWS)
  - Sistema de automação de escritório (OAS)
- Nível operacional:
  - Sistema de processamento de interações (TPS)

Os sistemas de suporte a decisão apresentam as seguintes características:

- Oferecem aos usuários flexibilidade, adaptabilidade e respostas rápidas;
- Os usuários tem controle sobre a entrada e saída de dados;
- Operam sem ou com pouca assistência de programadores profissionais;
- Apoiam a tomada de decisão e soluções de problemas que não possuem soluções específicas anteriormente;
- Apresentam um sofisticado sistema de análise de dados e modelos.

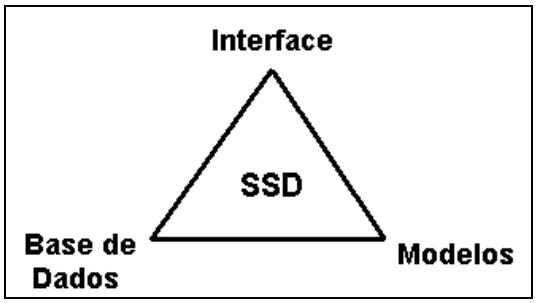
5.9.10. Estrutura do Sistema de Suporte a Decisão

O SSD é um sistema computacional fácil de entendimento e utilização, cujo objetivo é ajudar pessoas ou grupos que tomam decisão, a solucionar problemas não estruturados, (ou parcialmente estruturados). Entende-se por problemas não estruturados aqueles que não são passíveis de serem sistematizados por equacionamento matemático ou por não possuírem uma estrutura conceitual lógica.

Basicamente, os SSD são compostos por três partes:

- um módulo de diálogo, (geralmente uma interface gráfica);
- uma base de dados/conhecimentos; e
- uma base de modelos, (de otimização e simulação).

A **Figura 5.6** apresenta a interligação dos diversos componentes de um sistema deste tipo.



Fonte: Walsh, 1993

Figura 5.6. Arquitetura de um Sistema de Suporte a Decisão

Em sua concepção, os SSD's têm as seguintes características que lhe são peculiares:

- são orientados aos tomadores de decisão ou aos usuári de recursos hídricos. Os usuários deverá ser o principal foco durante o processo de construção do SSD;
- são interativos;
- serem direcionados a problemas não-estruturais ou parcialmente estruturados;
- terem seus componentes modulares, porém integram a interface do usuário, modelos e banco de dados.

5.9.11. Modelo de Operação/otimização de Sistemas de Reservatórios

O processo de alocação atual no Ceará é construído em dois processos: Macro Alocação Negociada e a outorga. No processo de Macro Alocação define-se o volume de água disponível para a alocação, isto é, o nível de racionamento necessário. Definindo inclusive a quantidade de água para cada uso e região. A outorga personaliza a definição da Macro Alocação, definindo a quantidade destinada a cada usuário particular. O foco do sistema aqui descrito é a alocação negociada que é descrita esquematicamente na **Figura 5.7**.

Alguns fatos positivos devem ser destacados neste processo de macro alocação: i) A forte participação pública no processo; ii) O estabelecimento de um consenso na sociedade sobre a alocação realizada; iii) O estabelecimento de mecanismos de avaliação, acompanhamento e controle por parte dos usuários e sociedade civil da implementação do acordo realizado; iv) Suporte técnico das informações de monitoramento na decisão inicial e na avaliação e controle; v) A operação do sistema hidráulico ser parte decisiva em todo o processo.

O processo de alocação de água é um processo político e ocorre através da negociação da regra anual de operação dos reservatórios. Este tipo de modelo, conforme bem definiu Grigg (1996), pressupõe: i) a identificação dos grupos de interesse; ii) a identificação das trocas potenciais e estratégias na negociação; iii) a participação popular; iv) o estabelecimento de alternativas que possibilitem aproximações no sentido da resolução dos conflitos; v) identificação das preferências individuais e de grupos; vi) análise do comportamento, votação e outros conceitos das ciências políticas.

O processo de macro alocação do Ceará descrito é um processo de alocação política. A outorga é instrumento de gerenciamento de recursos hídricos na medida em que é instrumento de alocação de água, caso contrário é apenas uma peça burocrática.

A forma política de alocação pode vir a incorporar um sistema de critérios e valores mais amplos que a alocação econômica, permitindo equacionar melhor o uso social e ecológico da água.

O processo de alocação de água negociada no Ceará se dá nas audiências públicas realizadas pela COGERH nos reservatórios isolados ou nas grandes reuniões dos comitês de bacia ou comissões de usuários de água onde se define a regra de operação dos reservatórios. A definição da regra de operação dos reservatórios é em si o primeiro passo da alocação da água estocada, o segundo está na tomada d'água do usuário.

O processo de alocação negociada necessita de informações:

- **Dados Básicos.** A base de dados necessários à tomada de decisão é o cadastro de usuários (Demandas), os dados dos reservatórios e os dados oriundos do monitoramento

dos estoques de água, as ficha técnica da fontes hídricas (reservatórios), séries históricas fluviométricas, séries históricas climatológicas.

- **Modelos.** Os modelos necessários ao processo de negociação e a outorga são modelos de estimativa da demanda, modelos de simulação de reservatórios e modelos de qualidade da água.

Estas informações subsidiam o processo de negociação da alocação negociada.

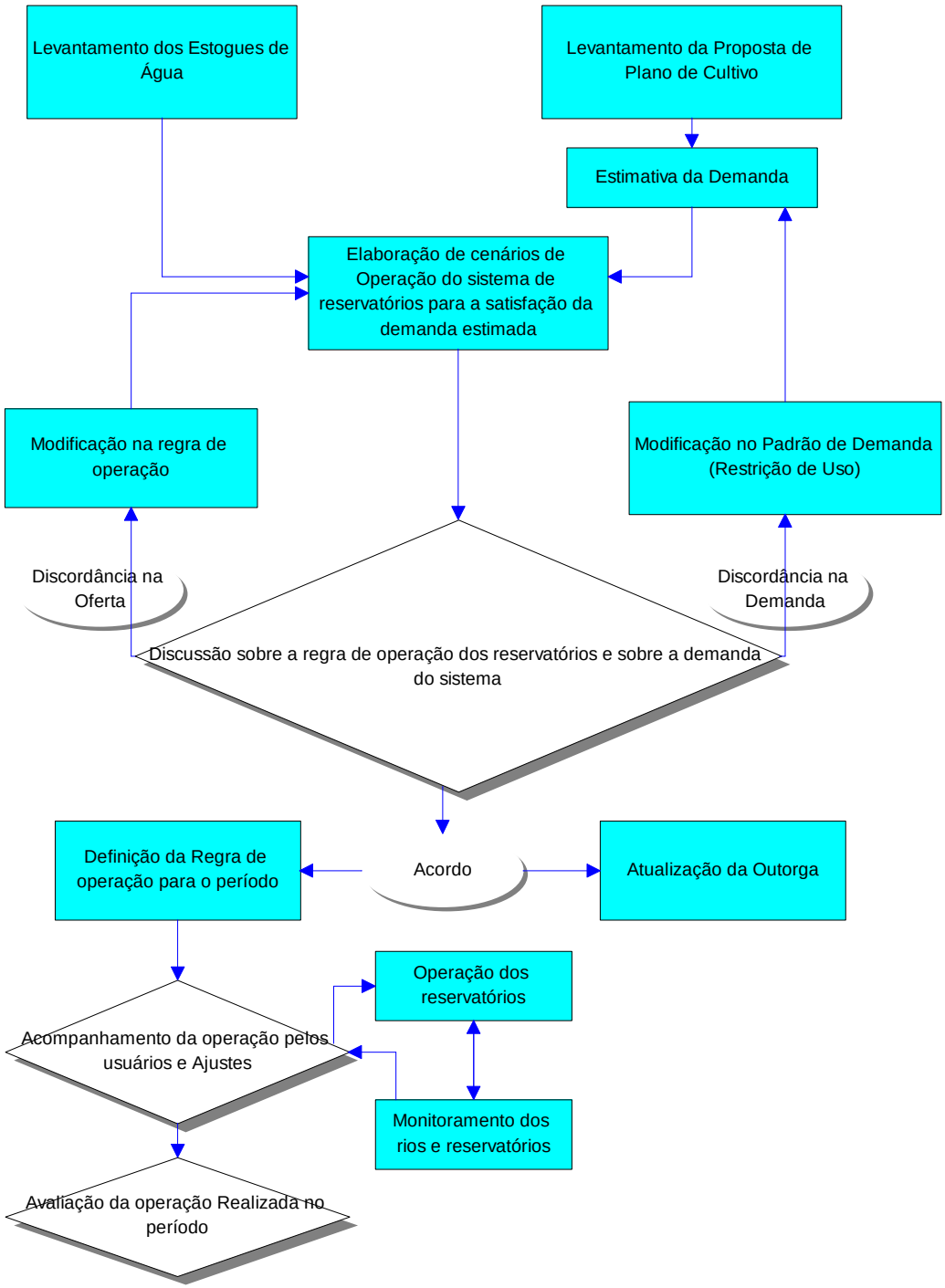


Figura 5.7. Estrura da decisão sobre a operação de reservatórios

5.9.12. Problema da Alocação Negociada: Definição do Volume Alocável de Curto Prazo

A alocação de curto prazo tem como fator determinante a sazonalidade do regime fluvial. No semi-árido com rios intermitentes o ciclo anual tem dois momentos: no primeiro semestre do ano há a possibilidade de ocorrência de vazões significativas; no segundo semestre os rios apresentam vazão zero. Assim, a disponibilidade de água superficial é única e exclusivamente da água oriunda dos reservatórios. Conhecer os estoques de água em julho é conhecer a disponibilidade hídrica superficial.

A Macro alocação se utiliza desta informação para tomar uma decisão determinística com futuro conhecido de seis (6) meses (julho a dezembro). Esta visão do ponto de vista da oferta é consistente com a da demanda que tem a demanda da irrigação (maior usuário) na maioria das bacias do Ceará.

O problema estaria fechado e com uma abordagem determinística se não fosse a necessidade da regularização plurianual que impõe a pergunta: quanta água deve manter no reservatório ao final do ano? Notadamente a resposta a esta pergunta é forte restrição ao volume alocável no horizonte de 6 meses.

A resposta historicamente dada foi manter no reservatório, no mínimo, a quantidade de água que satisfizesse as demandas humanas no ano seguinte sem racionamento, mesmo que as vazões afluentes ao reservatório fossem nulas no ano seguinte. O horizonte do plano de operação deixa de serem 6 meses e passava há 18 ou 30 meses com uma formulação determinística.

Esta regra esta associada a uma otimização com função objetivo MAXMIN (BENEFÍCIO). O pior estado da natureza já ocorrido foi o de vazões anuais zero, assim, os menores benefícios estariam associados a este estado da natureza. Desta forma bastava maximizar os benefícios neste estado da natureza para termos o resultado do MAXMIN. Esta maximização imporia a utilização da água para a irrigação o mais cedo possível (devido a linearidade de sua curva de demanda) e a imposição de que o racionamento do abastecimento humano fosse o menor e mais constante possível no horizonte de análise (devido ao forte decréscimo dos benefícios marginal para índices de satisfação da demanda mais elevada).

Esta abordagem minimiza o risco para o abastecimento urbano, porém, pode levar a um elevado nível de arrependimento devido a imposição de racionamento do abastecimento humano e a irrigação realizada no período de julho a dezembro se mostrarem totalmente desnecessário após a recarga dos reservatórios ocorridos no período de janeiro a junho do ano seguinte. Os benefícios de longo prazo são menores na MAXMIN que em outras abordagens possíveis.

A utilização de uma metodologia que maximize o benefício em uma análise de longo prazo ou que reduza o arrependimento a cada realização é desejável. Estas abordagens estariam sujeitas a um risco maior que a MAXMIM. Pode-se associar aos objetivos o risco máximo desejado, de forma tal que quanto maior for o risco maior a disponibilidade. Os cenários a serem construídos para esta análise podem utilizar a série histórica ou de uma previsão climática das vazões. A previsão tem por objetivo reduzir o erro da utilização da série histórica (clima) tanto na estimativa do valor esperado, como na redução da dispersão (variância) das vazões utilizadas para a construção dos cenários. Uma previsão é considerada boa se consegue reduzir a variância e viés da utilização da climatologia como previsão sazonal.

O que se propõe enfim é a adoção de um risco aceitável no processo de alocação com vistas a aumentar o nível atual de benefícios dos empreendimentos agrícolas, industriais e a satisfação das demandas de consumo humano. Para este fim são propostos os modelos de previsão de vazões apresentados neste texto.

5.9.13. Plataforma Apoio a Decisão: AQUANET

A Plataforma Aquanet é descrita a seguir em conformidade com o seu manual.

O *AcquaNet* é um modelo de rede de fluxo para simulação de bacias hidrográficas. Com ele, o usuário pode montar redes com um grande número de reservatórios, demandas e trechos de canais (da ordem de alguns milhares), representando o problema em estudo de forma bastante detalhada.

O *AcquaNet* foi desenvolvido pelo LabSid da Escola Politécnica da USP. Esta plataforma armazena todos os dados e resultados em Bancos de Dados no formato do Microsoft Access e aproveita a estrutura e a funcionalidade possibilitada pela utilização de arquivos neste formato. Em linhas gerais, o modelo *AcquaNet* funciona da seguinte maneira:

- durante a utilização do *AcquaNet*, todas as ações feitas pelo usuário são imediatamente armazenadas em um banco de dados temporário, que existe somente durante a utilização do modelo;
- ao iniciar o modelo, o usuário pode começar um novo projeto ou abrir um projeto previamente gravado;
- se for iniciado um novo projeto, um novo banco de dados temporário será criado;
- quando o usuário abre um projeto existente, o *AcquaNet* cria imediatamente uma cópia deste projeto, que passa a ser o banco de dados temporário;
- no banco de dados temporário são armazenadas todas as informações fornecidas pelo usuário (traçado e dados de entrada).

A utilização de um banco de dados temporário durante o funcionamento do modelo apresenta as seguintes vantagens:

- não é necessário alocar memória para guardar valores em variáveis, já que os mesmos estarão automaticamente armazenados no banco de dados;
- ao abrir um projeto só uma pequena parte do banco é lida. Todos os dados e resultados só serão lidos (diretamente do banco) quando for necessário;
- um projeto só será alterado quando o usuário salvá-lo. Nesse instante será criada uma cópia do banco de dados temporário com o nome e no local fornecido pelo usuário;
- observando-se os itens anteriores percebe-se que ocorre um grande aumento de desempenho do modelo com a utilização do banco de dados temporário, já que as operações de entrada/edição de dados, leitura e salvação lidam com um número relativamente pequeno de variáveis.

O *AcquaNet* pode efetuar os cálculos de maneira sequencial no tempo (Simulação Contínua) ou estatisticamente (Planejamento Tático).

Na Simulação Contínua, o valor mais importante é o número total de anos de simulação (chamado aqui de NT). O usuário deve fornecer séries de vazões afluentes mensais com

duração igual a NT. O modelo irá efetuar os cálculos continuamente, para todos os anos existentes. Ao final do cálculo, os resultados serão fornecidos mensalmente para todos os anos.

No Planejamento Tático o usuário deve fornecer, além do número total de anos de simulação (NT), o número de anos do horizonte de simulação (NH). O horizonte de simulação é o número de anos durante os quais pretende-se estudar o comportamento do sistema em análise. Neste tipo de simulação, o *AcquaNet* efetua os cálculos da seguinte maneira:

- partindo, no primeiro ano, com os volumes iniciais dos reservatórios fornecidos pelo usuário, o modelo efetua os cálculos sequencialmente para NH anos da série de vazões;
- na segunda rodada o procedimento acima é repetido partindo-se novamente com os volumes iniciais fornecidos pelo usuário. Os cálculos são efetuados para NH anos, mas partindo do segundo ano da série de vazões;
- o procedimento acima é repetido até que seja efetuado o cálculo partindo-se do ano NT – NH + 1 da série de vazões;
- os resultados fornecidos são valores estatísticos para todos os meses do horizonte de simulação.

Esta opção de cálculo é a mais recomendada quando o objetivo é fazer o planejamento e/ou a operação de sistemas de reservatórios. Usualmente adotam-se dois anos como horizonte de simulação. A simulação tática é a mais adequada para a alocação negociada.

O Modelo de simulação/otimização de reservatórios e demandas utiliza uma estrutura de rede, entendendo-se rede como um conjunto de pontos, chamados nós (reservatórios, pontos de retirada de água, confluência de rios) e um conjunto de curvas, chamados ramos (ou arcos, ou ligações) que conectam um certo número de pares de nós.

Cada arco é caracterizado por três parâmetros, ou seja, os limites superior (Si,j) e inferior (Ii,j) do fluxo que passas pelo arco (ex. capacidade máxima e mínima de um canal) e um "custo" (Ci,j) por unidade de fluxo que transita pelo arco. Os custos podem ser positivos ou negativos, ou seja, podem representar uma penalidade (no caso de custo positivo), ou um prêmio (custo negativo). Este custo não significa, obrigatoriamente, um valor financeiro, podendo representar preferências estabelecidas pelo usuário. As capacidades máxima e mínima de cada arco podem ser fixas para todo o período de simulação ou podem variar ao longo do tempo. O problema de otimização toma, portanto a forma:

$$Min \sum \sum Cij \times Qij \qquad (1)$$

sujeito a:

$$\sum Qij - \sum Qki = 0 \qquad (2)$$

e

$$Iij \leq Qij \leq Sij \qquad (3)$$

onde Q_{ij} é a vazão que transita do nó j ao nó i.

A primeira equação é a função objetivo e representa o custo total da rede. A segunda estabelece que a rede dever ser totalmente conservativa (diz-se também totalmente circulante), ou seja, a soma das vazões afluentes ao nó i (Q_{ij}) deve ser igual à soma dos fluxos que saem (Q_{ki}). Esta é uma imposição do algoritmo que precisa ser obedecida incondicionalmente. A terceira equação representa o segundo tipo de restrição, ou seja, o valor da vazão em cada arco deve estar sempre na faixa limitada pelas capacidades mínimas e máximas do arco.

5.9.14. Aplicação do AQUANET na Região Hidrográfica do Coreau

A Plataforma Aquanet foi implementada para Região Hidrográfica do Coreau. Inicialmente foi desenhado um diagrama unifilar dos reservatórios da Bacia Hidrográfica conforme apresentada na **Figura 5.8**.

As bacias da Região Hidrográfica do Coreau são um conjunto de bacias hidrográficas que fluem paralelamente para o a costa do Atlântico não se constituindo em uma bacia hidrográfica. Desta forma alguns reservatórios não estão conectados em rede.

Foram obtidas as fichas técnicas dos reservatórios monitorados pela COGERH com as informações de volume máximo e a cota-area-volume. Como exemplo apresenta-se no **Quadro 5.22** as informações de Cota-Área-Volume do reservatório Itaúna.

Quadro 5.22. Cota-Area-Volume do Reservatório Itaúna

Cota (m)	Volume (m3)	Area (km2)
22.00	0	0.000
23.00	350,000	0.700
24.00	1,400,000	1.400
25.00	3,300,000	2.600
26.00	7,500,000	4.000
27.00	11,000,000	6.140
28.00	27,000,000	9.190
29.00	30,000,000	11.000
30.00	40,000,000	12.600
31.00	51,600,000	14.350
32.00	69,000,000	16.600

As demandas foram associadas a cada reservatório possibilitando a incorporação de uma demanda específica para cada reservatório assim como há demandas que podem ser abastecidas por múltiplos reservatórios.

As afluências dos reservatórios disponíveis ainda são as produzidas durante o primeiro PERH. Podendo a vazão afluente para os demais reservatórios ser estimada por regionalização da lâmina mensal escoada em cada ano.

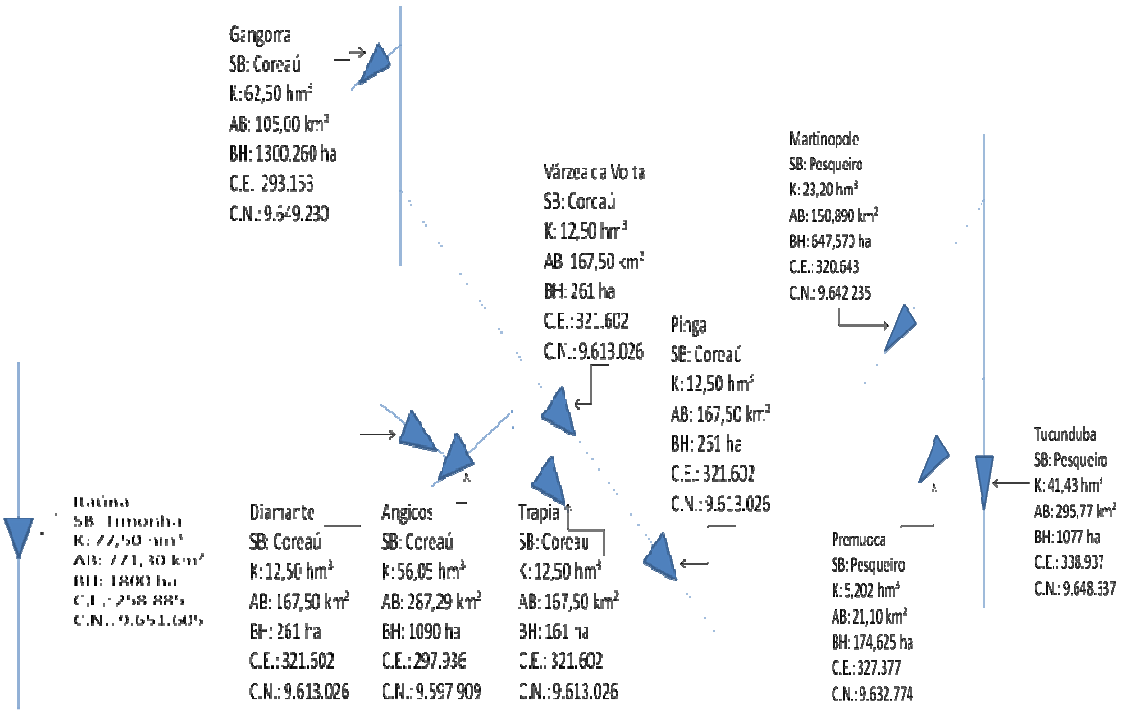


Figura 5.8. Diagrama Unifilar dos Reservatórios das bacias Coreau, onde SB é o nome da Sub Bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM

A **Figura 5.9** apresenta a interfase gráfica do Aquanet para as Bacias Coreau.

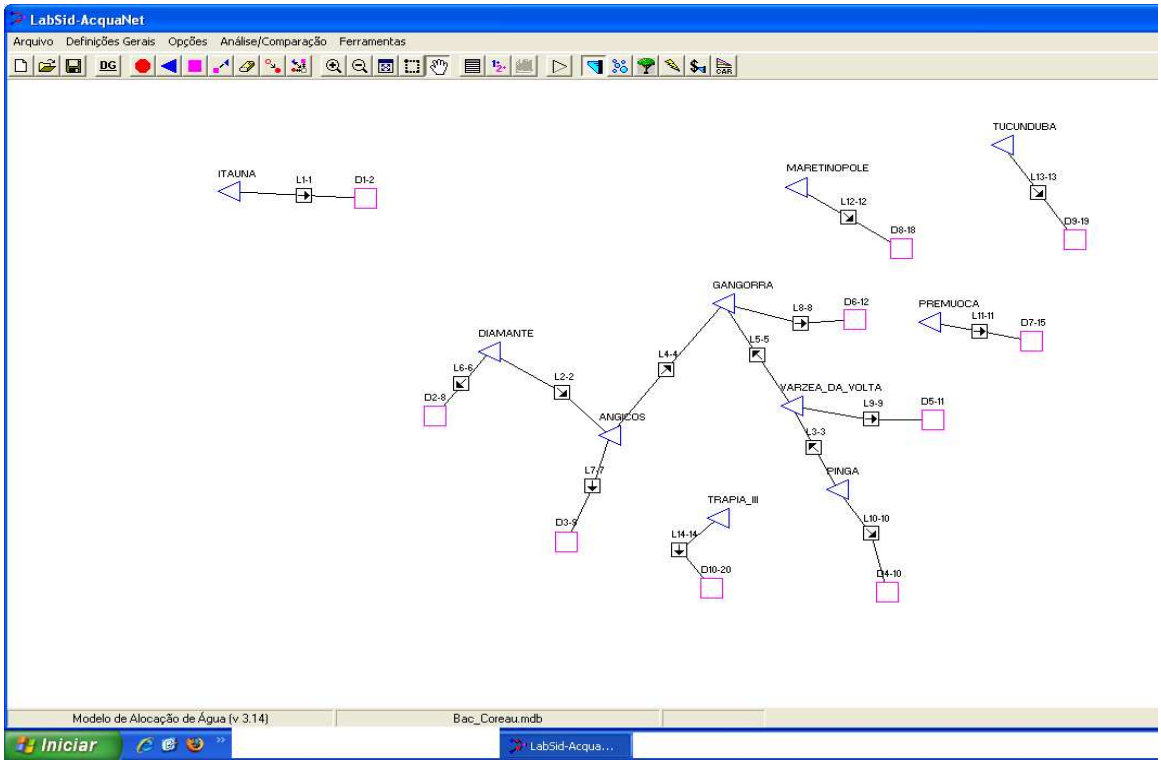


Figura 5.9. Interfase do AQUANET para as Bacias do Coreau

5.9.15. Cenários de Vazões utilizando previsão climática sazonal

Regiões semi-áridas, como o Nordeste do Brasil, são particularmente vulneráveis a flutuações do clima e seus impactos nos suprimentos de água. Modelos de previsão de vazões em rios para horizonte de alguns meses ou ano tornam-se muito interessantes com vistas à operação mais eficiente dos suprimentos de água e o processo de alocação de água entre usos e usuários conflitantes.

A previsão de vazão pode ser realizada utilizando-se modelagem climática dinâmica ou estatística. Um procedimento para a realização de tais previsões é o uso de Modelos de Circulação Gerais (GCMs) do oceano e a atmosfera, seguindo-se por "downscaling" que usa Modelos regionais de previsão de clima ou aproximações estatísticas, seguido por modelos chuva-deflúvio concentrados ou distribuídos. Esta é uma direção de pesquisa válida. Neste momento, ainda estão sendo avaliados assuntos relacionados à propagação de incerteza ao longo da metodologia, processos estão sendo parametrizados e capacidade de previsão final esta sendo avaliada.

Uma alternativa a esta metodologia é o desenvolvimento direto de previsões estatísticas para os aportes de água e as demanda a partir de uma adequada seleção de preditores de clima. Um novo método de previsão estatística de escoamento em rios é apresentado a seguir.

Souza Filho e Lall (2003) apresentaram metodologia para a previsão de vazões sazonais e interanuais utilizando regressão agrupada na obtenção de regressão linear e utilização do método dos vizinhos.

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma metodologia que fosse compatível com as necessidades de informação e métodos de análise da COGERH para operar um sistema de reservatórios.

O método pretende prever vazões mensais mantendo a estrutura espacial e temporal da série de vazões históricas e em um período de operação de três (3) meses a 18 meses. Muitos operadores de hidrossistemas tomam decisões simulando-o a partir de reamostragem de uma série de registros de vazões históricas e demandas projetadas. Desenvolveu-se neste trabalho um método de reamostragem de vazões condicionada ao estado climático. Utilizaram-se técnicas de regressão multivariada para explorar a relação entre vazões anuais (ou sazonais) e um conjunto de potenciais preditores climáticos. Ponto chave nesta previsão são o potencial relação não linear e os resíduos desta regressão não apresentarem uma distribuição normal. A regressão linear é utilizada aqui para transformar o espaço das variáveis preditoras. Emprega-se, no espaço transformado das variáveis preditoras, uma aproximação não paramétrica para a densidade de probabilidade condicional da matriz de vazões mensais. Em todos os locais, para o horizonte de interesse, é realizada simulações de Monte Carlos para as vazões futuras geradas pelo método não paramétrico k-Nearest Neighbor (Lall e Sharma, 1996). Desagregação diária pode ser realizada utilizando os métodos apresentados em Kumar et. al (2000).

Em uma análise de capacidade de previsão dos principais modelos de Circulação Geral oceano-atmosfera para precipitação sazonal, Rajagopalan et al (2002), concluiu que o Nordeste do Brasil é uma das regiões do mundo onde se apresenta de forma consistente e estatisticamente significativa durante a estação chuvosa primária (março-maio) melhor capacidade de previsão. Seca é uma preocupação permanente no estado de Ceará. E o sistema de reservatórios freqüentemente é levado a seus níveis mínimos mesmo sendo projetados para

regularização plurianual com volumes aproximadamente duas vezes a vazão média afluente. Dado o potencial para previsões de horizonte de longa duração, e a alta utilidade de tal informação, o Ceará provê um estudo de caso importante para os métodos desenvolvidos aqui.

Prende-se incorporar esta metodologia aos sistemas de operação de reservatórios já desenvolvidos para a operação tática e estratégica do hidrossistema da bacia hidrográfica em foco.

5.9.16. Informações Climáticas na Alocação

A previsão de vazão pode ser realizada utilizando-se modelagem dinâmica ou estatística. Um procedimento para a realização de tais previsões é o uso de Modelos de Circulação Gerais (GCMs) do oceano e a atmosfera, seguindo-se por "downscaling" que usa Modelos regionais de previsão de clima ou aproximações estatísticas, seguido por modelos chuva-deflúvio concentrados ou distribuídos. Esta é uma direção de pesquisa útil. Neste momento, ainda estão sendo avaliados assuntos relacionados a propagação de incerteza ao longo da metodologia, processos estão sendo parametrizados e capacidade de previsão final esta sendo avaliada.

Uma alternativa a esta metodologia é o desenvolvimento direto de previsões estatísticas para os aportes de água e as demandas a partir de uma adequada seleção de preditores do clima.

A aplicação destes modelos requer o conhecimento das relações entre o clima global e o regime de vazões e precipitações. Souza Filho e Lall (2003) descrevem os esforços realizados neste sentido.

O método desenvolvido em Souza Filho e Lall (2003) pretende prever vazões mensais mantendo a estrutura espacial e temporal da série de vazões históricas e em um período de operação dos reservatórios de três meses a 18 meses. Utiliza-se a re-amostragem com vistas a operar os hidrossistemas com vistas a tomada de decisões. Desenvolveu-se um método de re-amostragem de vazões condicionada ao estado climático. Utilizaram-se técnicas de regressão multivariada para explorar a relação entre vazões anuais (ou sazonais) e um conjunto de potenciais predictores climáticos. Pontos chaves nesta previsão são a relação não linear e os resíduos desta regressão não apresentarem uma distribuição normal. A regressão linear é utilizada para transformar o espaço das variáveis preditoras. Emprega-se, no espaço transformado das variáveis preditoras, uma aproximação não paramétrica para a densidade de probabilidade condicional da matriz de vazões mensais. Em todos os locais, para o horizonte de interesse, são realizadas simulações de Monte Carlo para as vazões futuras geradas pelo método não paramétrico k-Nearest Neighbor.

O procedimento para desenvolver as previsões utilizou a série de temperatura da superfície do mar em regiões do Atlântico e do Pacífico (NINO3). As idéias principais no desenvolvimento do algoritmo são:

- As vazões nos seis locais tem alta correlação espacial e são aparentemente influenciadas pelo clima de uma maneira semelhante, este fato sugere a possibilidade da utilização de um mesmo modelo para todas as localidades.
- enquanto os índices de clima são autocorrelacionados, e tendo distribuição aproximadamente normal, as vazões anuais não parecem ser correlacionadas(pelo menos na análise auto-regressiva habitual), sugerindo que um procedimento de previsão

apropriado pode ser obtido pela regressão das vazões anuais/mensais e uma seqüência de valores de índices de climáticos;

- o uso do de métodos estatísticos tradicionais, métodos paramétricos para construir um modelo comum de regressão linear para construir um modelo de previsão na escala anual e posterior desagregação mensal podem ser de difícil elaboração devido a grande assimetria das distribuições anuais e mensais, o grande número de vazões zero, e a relação não linear entre vazão e os índices do clima, e entre vazões mensais e anuais;
- os métodos não paramétricos para a regressão e estimativa da densidade de probabilidade podem também ter um sucesso limitado em uma aplicação direta, devido a grande amplitude dos dados de vazão, as dimensões do problema multivariado no espaço, e a quantidade de dados disponível;
- Por conseguinte, desenvolveu-se uma aproximação semi-paramétrica decompondo o problema de estimação em três partes: (1) a transformação das vazões anuais em cada local, com vistas a garantir na regressão destas vazões com os índices um resíduo normal e com variância aproximadamente constante; (2) um modelo de regressão de vetor (por exemplo, regressão agrupada, regressão de componente principal, ou regressão canônica) com redução de dimensão com vistas a desenvolver um modelo comum de previsão das vazões anuais utilizando como preditores um conjunto de índices climáticos com certa antecedência; e (3) utilizar este modelo de previsão para a reamostragem não paramétrica do conjunto de dados anuais da série histórica (e consequentemente um conjunto de vazões mensais/anuais em todos os locais), reamostragem esta construída a partir de valores atuais dos índices climáticos.

O procedimento utilizado para desenvolver as previsões para os seis locais no Ceará utilizando a série de EAD e NINO3 é descrito a seguir. A descrição geral do algoritmo utilizado tem como idéias principais:

- As vazões nos seis locais do Ceará têm alta correlação espacial e são aparentemente influenciadas pelo clima de uma maneira semelhante. Este fato sugere a possibilidade da utilização de um mesmo modelo para todas as localidades.
- enquanto os índices de clima são autocorrelacionados, e tendo distribuição aproximadamente normal, as vazões anuais não parecem ser correlacionadas (pelo menos na análise auto-regressiva habitual), sugerindo que um procedimento de previsão apropriado pode ser obtido pela regressão das vazões anuais/mensais e uma seqüência de valores de índices climáticos;
- o uso de métodos estatísticos tradicionais, métodos paramétricos para construir um modelo comum de regressão linear para construir um modelo de previsão na escala anual e posterior desagregação mensal pode ser de difícil elaboração devido à grande assimetria das distribuições anuais e mensais, ao grande número de vazões zero, e à relação não linear entre vazão e os índices do clima, e entre vazões mensais e anuais;
- os métodos não paramétricos para a regressão e estimativa da densidade de probabilidade podem também ter um sucesso limitado em uma aplicação direta, devido a grande amplitude dos dados de vazão, as dimensões do problema multivariado no espaço, e a quantidade de dados disponível;
- Por conseguinte, desenvolveu-se uma aproximação semi-paramétrica decompondo o problema de estimação em três partes: (1) a transformação das vazões anuais em cada local, com vistas a garantir na regressão destas vazões com os índices um resíduo

normal e com variância aproximadamente constante; (2) um modelo de regressão de vetor (por exemplo, regressão agrupada, regressão de componente principal, ou regressão canônica) com redução de dimensão com vistas a desenvolver um modelo comum de previsão das vazões anuais utilizando como preditores um conjunto de índices climáticos com certa antecedência; e (3) utilizar este modelo de previsão para a reamostragem não paramétrica do conjunto de dados anuais da série histórica (e conseqüentemente um conjunto de vazões mensais/anuais em todos os locais), reamostragem esta construída a partir de valores atuais dos índices climáticos.

A previsão por reamostragem semi-paramétrica utilizará uma série histórica de dados de 1914-2000 para as vazões e para os índices climáticos. Reservou-se um bloco contínuo de 5 a 10 anos para a validação e verificação do ajuste do modelo.

O preditores considerados para a previsão de julho das vazões anuais (Jan-Dec) para o ano seguinte são os valores dos índices do NINO3 e EAD de abril-maio-junho (AMJ). A Tabela 3, mostrada anteriormente, indica que estes índices não são correlacionados. Utilizou-se uma transformação de potência nas vazões anuais (janeiro a dezembro) para cada um dos seis locais de interesse. A transformação raiz cúbica proporcionou uma distribuição de probabilidade aproximadamente simétrica para as vazões anuais em cada local, e os resíduos das regressão nos dois índices tiveram variância aproximadamente constante, mas estas distribuições tiveram caudas mais grossas que as da distribuição Normal.

Avaliaram-se duas metodologias alternativas para a regressão. A primeira a proposta por Souza Filho e Lall(2003), que consiste em uma regressão agrupada. A segunda realiza a regressão da primeira componente principal com os índices climáticos.

A primeira metodologia. Os coeficientes lineares para os índices foram obtidos por um procedimento de regressão *stepwise* em todos os locais. Em seguida, calculou-se uma regressão agrupada (Dillon et. al, 1984) da transformação das vazões anuais $\mathbf{q_s} = (\mathbf{a_s}^{1/3}$-média$(\mathbf{a_s}^{1/3}))$ /stdev$(\mathbf{a_s}^{1/3})$, na série de AMJ de EAD e NINO3. Aqui, a_s é o vetor que contém a série temporal de vazões anuais no local s. A regressão agrupada ($\mathbf{q}=\mathbf{X}\square+\square$) não foi diferente das seis regressões (veja Tabela 4) para cada local com um nível de significância de 95%.

Como uma alternativa para a regressão agrupada, foram consideradas também regressões dos componentes principais. Obtiveram-se os componentes principais das variáveis $\mathbf{q_s}$. Sob o primeiro componente principal realizou-se a regressão dos índices climáticos.

Considerando que se interessa em gerar uma previsão de vazões anuais e mensais, o modelo de regressão não foi usado de forma direta na previsão. Para gerar uma previsão de vazões anuais, precisa-se de estimativas da distribuições de probabilidade condicional $f(a_{t+f},s|x_t)$ do vetor de vazões anuais do local s, $a_{t+f,s}$. Assume-se um modelo para a distribuição de probabilidade dos resíduos da regressão, e realiza-se a transformação da variável retornando ao espaço inicial das vazões. Este procedimento gera vazões negativas, caso seja imposto para estas vazões negativas serem iguais a zero as funções densidade de probabilidade não se parecerão com a função densidade de probabilidade dos dados originais. Outra dificuldade neste processo de geração é a preservação da estrutura de correlação espacial entre os locais após a transformação inversa. Para os valores de vazões mensais em cada local, seria necessário calcular as distribuições de probabilidade condicional o f(mt+f | a_{t+f}, xt), $f(m_{t+f} | a_{t+f})$ ou $f(m_{t+f} | x_t)$, como apropriado para os dados. A desagregação de vazões anuais para a estimativa das vazões mensais (por exemplo, Bras e Rodriguez-Iturbe, 1984, seção 3.5) com vistas a preservar a consistência espacial e temporal pode ser considerada. Objetivando a

geração de previsão realizada por um conjunto de valores obtida de uma reamostragem dos dados da série histórica apresentar conveniência pratica.

Utiliza-se uma metodologia não paramétrica neste ponto. O procedimento ***k-nearest neighbor*** (método dos ***k*** vizinhos) de estimativa da função de densidade descritos em Lall e Sharma (1996) e Karlsson e Yakowitz (1987) é adaptado ao problema atual.

Dado um vetor com dados atuais 1*p de preditores x*, realiza-se uma reamostragem das vazões anuais a_{t+f} e o vetor correspondente m_{t+f} das vazões mensais que implicitamente reflete a distribuição de probabilidade condicional f(M|x). A estratégia básica é selecionar os k vizinhos mais próximos de x* no conjunto de dados histórico X, estima-se os pesos apropriados ou probabilidades para nomear a cada um destes vizinhos, e então reamostra-se o vector das vazões(no local s correspondente) M, estimando as probabilidade para cada um dos valores reamostrados. Por exemplo, suponha que o único preditor era o NINO3, desejamos emitir uma previsão para o próximo ano em janeiro que usa os dados para NINO3 os valores de OND. Digamos que o mais recente OND estimam o NINO3 em 2,5. Então localizaria na série histórica k (por exemplo, 30) dos valores mais próximos deste valor do NINO3. A probabilidade de cada um destes k anos selecionados será proporcional ao quão próximo o valor do NINO3 estará do valor 2,5. ***Estes anos selecionados serão utilizados para a operação do sistema de reservatórios, ao invés de uma série sorteada ao acaso.*** Os parâmetros chaves do algoritmo são o número de vizinhos, k, usar, a seleção da métrica para definir a "proximidade" nos espaço dos preditores, particularmente no contexto de análise multivariada, e os pesos da probabilidade. No contexto deste trabalho o procedimento utilizado é o descrito a seguir:

1. Cálculo da distância di entre o valor dos vetor de preditores atual x* e o valor dos preditores em sua série histórica, xi, na forma:

$$d_i^2 = \sum_{j=1}^{p} \left\{ \left(x_j^* - x_{i,j} \right) \gamma_j \right\}^2 \quad (1)$$

onde x* é um vetor 1*p, xi é um vetor 1*p de preditores durante o ano de ith usado no modelo ajustando, e □ é um vetor p*1. Para a regressão com dois preditores, □□□□,□□□□ onde □□ é o i^0 coeficiente da regressão da variável das vazões **q** padronizada e transformada e os índices climáticos EAD e NINO3, respectivamente, no caso da regressão agrupada ou da regressão do primeiro componente principal com os índices climáticos.

As distâncias registram a semelhança da condição de preditor atual com cada uma das condições passadas. A seleção das variáveis paramétricas, transformação e procedimento de regressão usados no passo preliminar são usados aqui para desenvolver "pesos" para cada componente da matriz dos predictores. Por conseguinte, a distância Euclidiana é usada para definir semelhança dos k-vizinhos mais próximos, e "transfere" o conhecimento da regressão paramétrica multivariada das vazões anuais.

2. usando o vetor de distância d calculado no passo anterior, identifica-se o conjunto de valores mais próximos identificando a posição em um ordenamento realizado a partir do índice J dos vizinhos mais próximos. O elemento de j-ésimo deste conjunto registra o ano t associou a j-ésimo com xi mais próximo de x*. O núcleo da reamostragem é definido no passo 3 baseado na ordem de elementos em J. Onde vários observações tem a mesma distância, o ordenamento original dos dados podem influenciar o ordenando em J. Para evitar tais problemas, nós copiamos o índices do vetor tempo t em um vetor temporário e

proporcionamos uma perturbação randômica no ordenamento deste vetor antes de realizar o ordenamento do vetor pelas distâncias.

3. Seleciona-se o número de vizinhos a serem utilizados (k) e o núcleo da reamostragem ou função de peso K(j). A escolha núcleo da reamostragem segundo

$$K(j) = \frac{1/j}{\sum_{i=1}^{k} 1/i} \qquad (2)$$

Lall e Sharma (1996):

ou Uniforme: K(j)=1/k

4. a matriz de previsão de vazões é então reamostrada utilizando o núcleo K(j). Se o elemento de jth é tirado do núcleo, o ano correspondente é identificado de J, e a previsão é o conjunto de vazões ocorridas naquele ano e nos meses deste ano em todas as localidades. Este processo é repetido para gerar o número desejado de previsões de conjunto de at+f e mt+f.

5.9.17. Metodologia de Utilização do Sistema de Apoio a Decisão

A utilização do sistema de alocação de ;água negociada segue quatro etapas: (i) Previsão Climática de vazões; (ii) Levantamento de demandas; (iii)carga das informações de vazões e demandas no sistema de apoio a decisão; (iv) discussão dos cenários na reunião de alocação. Passa-se a descrever cada uma destas etapas.

A previsão de vazões deve ser fornecida pela FUNCEME. Atualmente na página eletrônica da FUNCEME encontra-se a previsão climática sazonal de modelos hidrológicos forçados por modelos climáticos regionais. Esta previsão tem horizonte de até quatro meses. Previsão climática sazonal com antecedência de seis a nove meses podem ser fornecida a COGERH pelo grupo de clima e recursos hídricos da UFC através da colaboração que há entre estes grupos e futuramente pela própria FUNCEME quando da implementação em sua página desta previsão oriunda da colaboração com o referido grupo da UFC.

O levantamento de demandas tem como fonte primária os cadastros e levantamentos realizados pela COGERH. É fundamental a existência de cadastro de usuários de água atualizado na bacia hidrográfica. Com estes cadastros faz-se anualmente uma pesquisa por amostragem para os pequenos usuários e o levantamento com todos os grandes usuários para a identificação das demandas anuais e sua distribuição mensal. Com este levantamento pode-se utilizando o modelo de demanda desenvolvido na COGERH pelo Eng. Paulo Miranda estimar a demanda dos diversos usos.

Os cenários de vazões afluentes aos reservatórios e as demanda estimadas são carregadas no Sistema de Suporte a Decisão. Neste processo cenários analisam-se o suprimento de 100% demanda e alguns níveis de racionamento. Estas demandas são simuladas nos diferentes cenários de vazões e os riscos associados ao abastecimento das demandas e a os níveis dos reservatórios ao final do período dão avaliados.

Estes cenários são levados a reunião de alocação. Caso nesta reunião avalie-se que algum cenário de demandas não foi inicialmente contemplado ou deseja-se modificar a prioridade de abastecimento destas demandas, ou ainda, algum reservatório esta com operação indesejada, pode-se reformar os cenários e realizar a simulação/otimização em tempo real da reunião.

A simulação conjunta do sistema de reservatórios e demandas permite explorar sinergias positivas em os diversos componentes do hidrossistema permitindo uma exploração mais eficiente dos recursos hídricos.

5.10. Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica de Coreaú

5.10.1. Introdução

De modo geral, as regiões hidrográficas do Nordeste brasileiro têm sofrido grande perda da biodiversidade, relacionada à crescente necessidade das populações por água, alimentos, madeira, fibras, minérios e outros produtos advindos da exploração dos recursos naturais.

Na gestão integrada de bacias hidrográficas, a conservação dos corpos d'água e a preservação da qualidade das águas, seja no aspecto quantitativo ou qualitativo, fundamenta a tomada de decisão e previne conflitos entre usuários, evidenciados especialmente no semi-árido nordestino, onde as características ambientais do meio físico geram problemáticas bastante peculiares.

Assim, o Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais (PPAM) tem como intuito fundamental relacionar alternativas de gestão ambiental racional dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Coreaú, por meio de análises ambientais regionais e técnicas de manejo adequado dos recursos ambientais que influem diretamente na qualidade e quantidade hídrica.

O PPAM tem como principal norteador a Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e baseia-se nos fundamentos de que a água é um bem público, apesar de ser dotado de valor econômico, e que a sua gestão deve sempre proporcionar o seu uso múltiplo de modo descentralizado e com a participação do Poder Público, dos usuários e direitos de comunidades tradicionais aí residentes e envolvidas diretamente no uso dos mananciais da bacia, como os vazenteiros, sejam elas formadas por comunidades indígenas ou quilombolas devidamente registrados.

Nesse sentido, o PPAM organizou um conjunto de alternativas de gestão que propõem áreas e ações para a recuperação, a conservação e o uso sustentável dos recursos hídricos, no sentido de propor alternativas que revertam a situação de degradação desses importantes mananciais do estado do Ceará, bem como promovendo ações de capacitação em nível de consciência ambiental e de conservação.

Finalmente, este programa contempla três enfoques fundamentais quando se pensa a gestão e o planejamento das águas, a nível municipal, estadual e federal: Proteção ambiental: integridade dos corpos d'água, em que é abordada a conservação, a preservação e a recuperação da cobertura vegetal; Preservação da qualidade das águas, onde são discorridas ações referentes às alternativas de gestão para as áreas potencialmente poluidoras e o monitoramento da qualidade das águas e Gestão racional dos recursos hídricos locais e integração dos agentes administrativos, item onde se discutem questões referentes à gestão ambiental dos recursos hídricos, expondo-se propostas de zoneamento funcional e

discorrendo-se sobre as atribuições técnicas, legais e financeiras a nível federal, estadual, municipal e local.

Por fim, foi selecionado um modelo de referência de programa de proteção ambiental dos mananciais desenvolvido no Brasil, no sentido de orientar as ações e ilustrar propostas que já obtiveram sucesso em várias instâncias do planejamento.

O programa é auxiliar a construção de políticas públicas com interfaces em recursos hídricos, naturais e comunidades tradicionais - caso das comunidades quilombolas, indígenas e usuários dos recursos hídricos existentes na região, parcerias com organizações não governamentais que atuam na área utilizando-se dos seguintes instrumentos: monitoramento socioambiental participativo e interativo; atualização e disponibilização das informações produzidas, capacitação dos atores locais e planejamento para aplicação de projetos e atividades visando a formação de uma agenda positiva voltada ao desenvolvimento sustentável da bacia. As linhas de ação se apoiam na gestão ambiental participativa, na geração de renda, e no desenvolvimento sustentável das comunidades tradicionais, contribuindo e apoiando o desenvolvimento educacional e cultural, permanência da população jovem dos quilombos e indígenas em suas comunidades, diminuindo o risco de exclusão e marginalização que ocorrem quando migram para outras regiões. Para tanto, utilizam-se mecanismo como o artesanato tradicional como fonte de geração de renda.

Realiza-se através do monitoramento socioambiental participativo e interativo, atualização e disponibilização das informações produzidas, capacitação e treinamento com apoio ao desenvolvimento de ações (protetoras e conservadoras) com implantação de projetos visando à formação de agenda positiva para o desenvolvimento sustentável na região e a elaboração de políticas públicas para coleta de informações oficiais, como mapeamento dos potencias e áreas existentes com sítios arqueológicos. Mapeamento com censo das áreas protegidas por comunidades formadas por quilombolas e indígenas.

5.10.2. Matriz do Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica de Coreaú

Quadro 5.23. Matriz de Compromissos do Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Coreaú

Objetivo Geral	Relacionar alternativas de gestão ambiental racional dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Coreaú, por meio de análises ambientais regionais e técnicas de manejo adequado dos recursos ambientais que influem diretamente na qualidade e quantidade hídrica.
Objetivos Específicos	– Propor áreas e ações para a recuperação, conservação e uso sustentável dos recursos hídricos. – Sugerir alternativas que revertam o quadro de degradação dos mananciais da bacia do Coreaú. – Relacionar medidas de proteção dos corpos d'água, por meio da conservação, preservação e recuperação da cobertura vegetal. – Identificar medidas que preservem a qualidade das águas, contemplando ações referentes às alternativas de gestão para as áreas potencialmente poluidoras e o monitoramento da qualidade das águas. – Discutir ações de gestão racional dos recursos hídricos locais e integração dos agentes administrativos, abordando-se questões referentes à gestão ambiental dos recursos hídricos.

	– Expor propostas de zoneamento funcional, discorrendo sobre as atribuições técnicas, legais e financeiras a nível federal, estadual, municipal e local. – Demonstrar um modelo de referência de programa de proteção ambiental dos mananciais desenvolvidos no Brasil, no sentido de orientar as ações e ilustrar propostas que já obtiveram sucesso em várias instâncias do planejamento.
Instituição Coordenadora	Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará – SRH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH
Área de Abrangência e Beneficiários	Área: Limites geográficos da bacia hidrográfica do rio Coreaú. Beneficiários: populações rurais e urbanas dos municípios drenados pelo rio Coreaú e seus afluentes.

Ações Previstas	**Metas**		**Indicadores**	**Executores e Intervenientes**	**Fontes de Recursos**	**Estimativas de recursos**
	Quantidade	**Tempo**				
Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.	Toda a área da bacia	Permanente	Quantidade de hectare reflorestado	Prefeituras Municipais SEMACE IBAMA EMBRAPA UFC UECE EMATERCE ONGs Ambientais Sociedade Civil Organizada Comitê de bacia	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos
Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.	Toda a área da bacia	Permanente	Aprovação de planos diretores municipais e nível de cumprimento das legislações	Prefeituras Municipais SEMACE IBAMA SPU INCRA IDACE ONGs Ambientais Sociedade Civil Organizada Comitê de bacia	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados
Alternativas de gestão para áreas	Toda a área da bacia	Permanente	Diminuição dos níveis de poluição,	Prefeituras Municipais	Remuneração de corpo técnico e	Remuneração de corpo técnico e

Ações Previstas	Metas		Indicadores	Executores e Intervenientes	Fontes de Recursos	Estimativas de recursos
	Quantidade	Tempo				
potencialmente poluidoras.			conforme avaliações técnicas	SEMACE IBAMA ONGs Ambientais Sociedade Civil Organizada Comitê de bacia	gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos	gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos
Monitoramento da qualidade da água.	Principais corpos hídricos	Permanente	Quantidade de amostras coletadas e analisadas	Prefeituras Municipais SEMACE IBAMA EMBRAPA IFCE UFC UECE	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos
Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos **Fomentar a Capacitação dos atores envolvidos na Bacia**	Toda a área da bacia	Permanente	Nível de participação popular e cumprimento da legislação vigente	Prefeituras Municipais SEMACE IBAMA EMBRAPA UFC IFCE UECE EMATERCE SPU INCRA IDACE ONGs Ambientais Sociedade Civil Organizada Comitê de bacia	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos	Remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos. Contratação de serviços técnicos especializados. Aquisição de infraestrutura, materiais e equipamentos específicos

5.10.3. Proteção ambiental: integridade dos corpos d'água

Na atualidade, uma discussão primordial em termos de preservação dos recursos ambientais, em especial dos recursos hídricos, diz respeito à conservação da cobertura vegetal original de determinado meio natural.

Ao trazer esta discussão para a vegetação de várzea de corpos hídricos localizados na região Nordeste do Brasil, percebe-se que é de fundamental importância a preservação e a conservação dos remanescentes das matas nativas, uma vez que tais recursos revelam-se essenciais para a manutenção do corpo hídrico, favorecendo a estabilidade dos sedimentos, evitando a erosão das margens e o assoreamento do leito principal e preservando a biodiversidade local.

1) Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.

Entende-se por vegetação de várzea a cobertura vegetal nativa que margeia os corpos hídricos, conservando as suas condições geomorfológicas, pedológicas, sedimentológicas e biológicas naturais.

Há mais de um século que são realizados estudos científicos correlacionando a quantidade hídrica e a conservação da qualidade das águas com a preservação da vegetação de várzea. Portanto, é extremamente relevante preservar e conservar as matas nativas que se fazem presentes às margens de rios, lagoas e açudes da bacia do Coreaú, uma vez que estas proporcionam as condições básicas de manutenção da vida aquática e terrestre do entorno do corpo hídrico, além de manter as suas características naturais o mais próximo possível do estado ideal de conservação ambiental.

Assim, a vegetação funciona como filtros naturais que estabilizam os sedimentos e os solos, e seus componentes bioquímicos atuam absorvendo a água da chuva e devolvendo-a vagarosamente para o sistema natural ao longo dos dias subsequentes.

Nesse sentido, o reflorestamento de áreas degradadas da bacia do Coreaú tem por objetivo garantir a quantidade e a qualidade da água que é consumida na região noroeste do estado do Ceará. Considerando-se os diversos usos identificados na bacia do Coreaú, como exploração mineral, produção de camarão em cativeiro, atividades agroindustriais e o forte crescimento urbano das últimas três décadas, os recursos hídricos regionais principais, como rios, açudes, lagoas e mananciais subterrâneos, revelam-se em processo de grande pressão antrópica, necessitando de projetos urgentes de reflorestamento em áreas urbanas e rurais e revitalização das matas de cabeceira.

Em detalhes, pode-se apontar os seguintes cursos d'água/ afluentes que necessitam de trabalhos mais específicos, levando-se em consideração a importância na bacia em nível regional, o uso preferencial para a dessedentação humana e animal e o nível de degradação ambiental exposto: rio Coreaú (curso principal), rio Timonha, rio Pesqueiro e rio Itacolemi.

Em relação aos corpos hídricos, existem duas vertentes que devem ser consideradas: a primeira diz respeito à acumulação de água no litoral, com as lagoas interdunares, e na segunda são consideradas as barragens dos principais rios da bacia, como forma de suprir o consumo de água para as populações urbanas, rurais, a dessedentação animal e a agricultura irrigada.

Neste contexto, pode-se citar as seguintes lagoas que necessitam de projetos que englobem ações conservacionistas, como a contenção das margens e a desapropriação de construções em áreas de preservação, tendo por base a conservação da quantidade e da qualidade hídrica: 1) no município de Camocim: lagoa do Thyerres, lagoa Seca (ou lago Seco), lagoa Boqueirão, lagoa Laguinho, lagoa Grande, lagoa das Cangalhas, lagoa da Torta e lagoa Moréias; 2) no município de Jijoca: barra do Guriu, lagoa da Jijoca, lagoa do Murici, lagoa Grande, lagoa Azul, lagoa dos Monteiros e lagoa do Riacho Doce; 3) no município de Acaraú: lagoa Espinho, lagoa da Volta, lagoa Dantas, lagoa Lagamar e lagoa Carrapateira; 4) no município de Barroquinha: lagoa da Chapada, lagoa Arara, lagoa Gameleira, lagoa Salgada, lagoa do Mato e lagoa do Remédio; 5) no município de Granja: lagoa do Japuruna e lagoa Grande; 5) no município de Bela Cruz: lagoa Santa Cruz, lagoa do Carrasco, lagoa Capemba, lagoa de Fora, lagoa dos Espinhos, lagoa da Baixa Nova, lagoa do Mato, lagoa do Grosso, lagoa das Tibiras, lagoa dos Faustinos, lagoa da Maria Moura, lagoa do São Jorge, lagoa Santa Tereza, lagoa da Ema, lagoa do Belém, lagoa dos Paus Brancos, lagoa dos Pubas, lagoa do Guarim, lagoa do Riacho do Gil, lagoa São Gonçalo, lagoa dos Alexandres e Lagoa Angica; 6) no município de Cruz: lagoa Salgada, lagoa do Belém, lagoa dos Monteiros, lagoa Grande e lagoa da Jijoca; e 7) no município de Viçosa: lagoa Dom Pedro II.

Nas margens das lagoas citadas existem, atualmente, formas de uso e ocupação diferenciadas, como o plantio de capim, o cultivo de árvores frutíferas regionais permanentes (caju, manga, coco-da-baía e outros), cultivo de culturas de subsistência (milho, feijão, mandioca e etc.), criação de animais de grande e pequeno porte e, nas zonas próximas ao litoral, especulação imobiliária intensa com projetos turísticos de financiamento internacional. Ademais, também podem ser citadas a extração de areia para a construção civil, a ocupação urbana com casas de veraneio, o trânsito intensivo de veículos, em especial nas lagoas próximas a campos de dunas, a pavimentação das margens devido à expansão urbana, a piscicultura irregular, a deposição inadequada de resíduos sólidos e o despejo de efluentes domésticos e industriais.

Em relação aos açudes, pode-se citar como primordial a recuperação florestal e a preservação das matas nativas das seguintes barragens: açude Tucunduba no município de Senador Sá; açude Trapiá III no município de Coreaú; e o açude Premuoca no município de Uruoca.

Nos açudes citados existem, atualmente, diversos usos diferenciados, dentre eles: projetos de irrigação, plantio nas margens, ocupação humana desordenada, em pequena escala, pesca artesanal, dessedentação de animais das fazendas do entorno, atividades de lazer e, de modo intensivo, abastecimento humano (urbano e rural).

Considerando-se o exposto, o programa sugere o desenvolvimento de diversas ações conservacionistas, ministradas por projetos específicos para cada corpo hídrico, que devem ser implantados de modo integrado e participativo, com atividades de capacitação, treinamentos em educação ambiental, preservação dos sítios arqueológicos e encaminhamento a setor responsável (IPHAN).

Com o intuito de orientar as ações gerais dos subprojetos sugeridos, pode-se desenvolver uma metodologia básica de ação. Assim, em um primeiro momento, faz-se necessário o diagnóstico das áreas citadas (arqueologia, exploração mineral, degradação da mata ciliar e educação ambiental), abordando-se a situação real dos rios, dos açudes e das lagoas, a partir de estudos em escala municipal, delimitando-se as áreas de preservação, o levantamento das principais espécies da flora, o estudo detalhado dos tipos de solos e apontando os segmentos

territoriais que necessitam efetivamente de reflorestamento, assim como as áreas que devem ser conservadas.

Nesse sentido, faz-se necessária a promoção, a preservação e a recomposição das matas ciliares, a partir da gestão adequada do solo, fornecendo orientação para o planejamento do uso do solo e para a implantação de práticas adequadas de manejo e conservação. Tais atividades devem incluir o planejamento rural e urbano integrado, como a retirada de empreendimentos inadequados, a manutenção das vias de acesso rurais, assim como a redução ou mesmo a eliminação da utilização de produtos agroquímicos nas culturas locais.

A partir do georreferenciamento das áreas a serem reflorestadas e do levantamento das espécies da flora nativa, utilizando-se como procedimento básico de coleta de informações os relatos das populações locais, as bibliografias científicas e os exemplares existentes nos resquícios de matas preservadas, deve haver a produção em grande escala de mudas florestais nativas para a distribuição aos proprietários rurais, procurando-se envolver as comunidades ribeirinhas e as áreas urbanas do entorno. É importante considerar que é fundamental a utilização de técnicas corretas de plantio, visando à conservação do solo, aplicando-se assim os princípios do Código Florestal de 1965 (Lei Federal n. 4.771, de 15 de setembro de 1965) e da Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (Lei n. 11.996, de 24 de julho de 1992).

Concomitantemente ao diagnóstico e à implantação participativa dos projetos de reflorestamento e conservação das matas ciliares, deve-se considerar como essencial a intervenção do Comitê Gestor da bacia do Coreaú, em todas as etapas do processo, atuando também no setor educativo, no sentido de promover palestras, oficinas e mini-cursos sobre conservação ambiental dos recursos naturais, aspectos ambientais da flora e da fauna de ambientes semi-áridos e manejo adequado do solo.

5.10.4. Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas

A obtenção de medidas de manejo conservacionista em bacias hidrográficas revela-se fundamental para a conservação e a preservação dos recursos naturais, no sentido de adequar as formas de uso e ocupação do solo.

Na bacia hidrográfica do Coreaú, observam-se, de modo geral, uma série de intervenções inadequadas, como: a ocupação em áreas de preservação permanente; o despejo de águas servidas em rios, lagoas e açudes, devido às atividades urbanas, rurais e industriais; o desmatamento e a queimada da vegetação nativa; o uso intensivo e sem controle de agroquímicos na agricultura irrigada e de sequeiro; a pecuária extensiva; atividades de mineração intensiva, com a exploração de granitos, argilas e calcários; conflitos de uso da água; e, na zona litorânea, o desmonte de dunas, a interrupção do trânsito de sedimentos, a erosão marinha e a carcinicultura.

Ao se considerar que as principais intervenções na zona rural dizem respeito à agropecuária e à carcinicultura, são realizadas algumas considerações e sugestões, em escala regional, acerca dessas atuações na bacia do Coreaú.

Desde a implantação dos projetos de irrigação no semi-árido, a sociedade vem percebendo que essa região, antes avaliada como inapropriada para a agricultura intensiva, tem-se mostrado adequada ao plantio de certos cultivos. Todavia, por possuírem estruturas de irrigação obsoletas, em sua maior parte, os perímetros irrigados da bacia do Coreaú consomem volumes de água significativos, provocando desperdícios tanto por evaporação

quanto por infiltração, do que se conclui que a demanda para irrigação é um dos usos da água na bacia que devem ser considerados.

A má utilização das técnicas de irrigação aliada ao manejo inadequado dos solos ocasiona problemas de salinização, principalmente quando se considera as características pedológicas da região, que já possui condições naturais propícias a isso, podendo-se observar facilmente manchas brancas de sal precipitado nos solos. Essa tendência foi observada desde a época da implantação dos perímetros no semi-árido e, por essa razão, esses locais foram reservados inicialmente para a criação pecuária.

Por outro lado, os projetos de irrigação constituem-se num potencial poluidor das águas superficiais da bacia, devido, sobretudo, à drenagem dos perímetros que concentra grandes quantidades de resíduos de agrotóxicos e fertilizantes que são utilizados pelos irrigantes de modo aleatório, sem qualquer controle ou orientação técnica. O fato de não existirem centrais de coleta das embalagens dos agroquímicos agrava essa situação, pois, ou as embalagens são enterradas, podendo ocasionar contaminação dos solos e das águas subterrâneas, ou são dispostas a céu aberto, próximo a alguma plantação. Como agravante, sabe-se que pesquisas em bacias hidrográficas adjacentes demonstram que, de modo geral, os irrigantes utilizam cerca de 25 marcas de agroquímicos diferenciadas.

A relação dos impactos potenciais gerados pela agricultura irrigada compreende os seguintes problemas: risco de degradação e erosão dos solos devido ao seu uso intensivo e a não utilização de práticas conservacionistas; alteração microclimática ocasionada pela retirada da cobertura vegetal original que pode proliferar pragas; alteração das propriedades físico-químicas dos recursos hídricos pela contaminação agroquímica; alteração do ecossistema aquático; perda da mata ciliar pelo avanço agrícola de outras culturas; diminuição do potencial de diluição e depuração dos dejetos nos recursos hídricos e redução do volume de água ocasionada pela sua utilização intensiva nos perímetros.

Desse modo, os ultrapassados métodos de irrigação, os escassos recursos para melhoramentos agrícolas e a falta de controle da quantidade de água que é utilizada pelos irrigantes aliada ao seu uso indiscriminado (os lotes não possuem hidrômetros), acarretam uma baixa na eficiência do vales irrigados.

Além do exposto, atualmente, estes perímetros possuem graves problemas organizacionais, dentre eles a grande quantidade de irrigantes ilegais, que provoca o aumento da demanda hídrica acima da capacidade projetada. Dessa forma, a bacia hidrográfica do Coreaú está sujeita a um crescente estresse hídrico, não somente por causa das circunstâncias climáticas e hidrológicas inerentes ao clima semi-árido, mas também por causa das demandas da sociedade e do incipiente gerenciamento pelos usuários dos recursos hídricos disponíveis. Assim, as causas principais de escassez de água são a demanda crescente, o uso ineficiente da água, a poluição hídrica e os fatores naturais, como o excesso de salinidade.

Sabe-se que a irrigação por gravidade, predominante nos perímetros administrados pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), embora de fácil manutenção, é inadequada para a região semi-árida, pois necessita de grande aporte de água. Portanto, sugere-se a implantação de sistemas de micro-aspersão, uma vez que conforme pesquisas de Olitta (1984), a irrigação por micro-aspersão é bem mais indicada, podendo atingir 90% de eficiência, que se contrapõe aos 50% que podem ser alcançados pela irrigação por gravidade.

Por outro lado, a irrigação por gotejamento mostra-se também como um grande benefício ao uso eficiente da água, principalmente nas frutíferas, já que possui eficiência em torno de 95%, mas deve-se ter cautela com tal método, já que pode aumentar a salinidade do solo quando mal manejada, apesar de ocorrerem também com os outros métodos.

Outra sugestão de controle da quantidade e qualidade da água é a renovação do cadastro dos irrigantes, com o ordenamento das famílias e o tamanho dos lotes nas áreas administradas pelo DNOCS e a criação de postos de recolhimento de recipientes de agroquímicos com a garantia de destinação correta dos mesmos. Esta ação pode ser realizada em parceria com o Sindicato dos Trabalhadores Rurais e as associações dos irrigantes dos perímetros.

É essencial que também sejam promovidos, juntamente com outras organizações como as universidades públicas, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão do Ceará (EMATERCE), cursos e oficinas práticas sobre controle de pragas e fertilização de culturas com produtos naturais, com o intuito de minimizar a utilização de agroquímicos nos perímetros irrigados, e respeito a meio ambiente.

Em relação às estratégias de manejo para as áreas de pastoreio, em especial as localizadas nos municípios de maior produtividade como Sobral e Granja, deve-se realizar procedimentos como a adoção de medidas de controle de erosão, a limitação do número de animais por área, a rotação de pastos, a plantação de forragem e a restrição do acesso dos animais aos terrenos instáveis, como as margens dos rios, lagoas e açudes.

Para as áreas de culturas de sequeiro, o programa sugere o cultivo contínuo das diversas culturas tradicionais em rotação e consórcio, mantendo a área produtiva durante o ano todo. Este sistema também aumenta a produtividade das culturas, a oferta de mão-de-obra na região, a renda e a qualidade de vida do produtor rural dentro dos padrões de sustentabilidade.

Pelo que foi dito, pode-se afirmar que medidas que evitam o desmatamento e as queimadas e privilegiam a alternância entre bosques de florestas, áreas para pecuária, agricultura e pousio de capoeira incentivam a recuperação gradual da biodiversidade e contribuem para a preservação dos espaços rurais e urbanos da bacia do Coreaú, uma vez que a atenuação natural dos poluentes tende a decrescer com o aumento progressivo das atividades impactantes.

Em outra vertente, quando se considera as atividades de carcinicultura, apesar desta ser incipiente quando comparada às de outras bacias como a do Jaguaribe, por exemplo, esta atividade pode prejudicar os usuários da água da bacia, uma vez que em geral não possuem sistema de tratamento das águas utilizadas, além de prejudicarem de modo intensivo a vegetação nativa, a estrutura natural dos solos e a geomorfologia local, inclusive com a alteração do cursos dos rios.

Os processos referentes à instalação e operação de viveiros de camarão ocasionam grandes prejuízos ao meio natural. Inicialmente, desmata-se a vegetação nativa para a construção dos tanques. Com isso, além das mudanças nas estruturas dos solos, que podem ocasionar processos erosivos e degradação da flora, as mudanças bruscas no ecossistema prejudicam a fauna, acarretando a saída ou mortes em massa de espécies aquáticas e terrestres. Outrossim, o mau planejamento da infraestrutura dos viveiros pode ocasionar em lançamentos de efluentes in natura para o corpo hídrico mais próximo, com possíveis resíduos de metabissulfito que,

utilizado na conservação do camarão, pode causar problemas ao meio aquático, pois reduz a quantidade de oxigênio presente nele, prejudicando todos os níveis da cadeia trófica.

A troca periódica das águas dos viveiros requer grandes volumes hídricos, o que se confronta com a necessidade de água dos outros usuários da bacia. Essa atividade econômica mostra-se potencialmente deteriorizadora da qualidade hídrica, principalmente se forem consideradas as condições hidroclimáticas da região semi-árida, já que os rios desta região possuem pequenos volumes de escoamento superficial, no que dificulta o processo de autodepuração.

Nesse sentido, este programa sugere a adequação ambiental e sanitária dos cultivos de camarão que já se encontram em operação na bacia e a negação de novos licenciamentos ambientais para tal atividade por parte do órgão competente, considerando-se o alto nível de deterioração ambiental que esta atividade proporciona.

5.10.5. Preservação da qualidade das águas

5.10.5.1. Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras

O processo de urbanização da bacia do Coreaú é o resultado do aumento da concentração populacional nas sedes municipais, que demanda uma maior infraestrutura urbana e de serviços e um maior uso dos recursos naturais, originando assim vários impactos ambientais. Desta forma, as áreas potencialmente poluidoras da bacia do Coreaú estão relacionadas principalmente à disposição irregular dos resíduos sólidos, ao despejo direto de esgotos domiciliares, hospitalares e dos matadouros públicos nos rios, lagoas e açudes e à instalação e operação de indústrias em áreas de preservação permanente.

Foi observado que os principais pontos potenciais de poluição concentrada dos municípios da bacia são decorrentes da deficitária infraestrutura urbana de saneamento básico, com os resíduos sólidos dispostos a céu aberto em forma de lixões, e a inexistência ou ineficiência de redes de esgotamento sanitário das águas servidas industriais, domiciliares, hospitalares e dos matadouros públicos.

Nesse contexto, uma das problemáticas principais que as ações do programa pretendem solucionar está relacionada à garantia da qualidade hídrica das fontes de água da bacia do Coreaú.

Tendo em vista que cerca de 80% da água distribuída pelo sistema de abastecimento público e utilizada nas atividades humanas é transformada em esgoto (DIAS et al., 1999), e que estas águas residuárias podem apresentar grandes quantidades de matéria orgânica e inorgânica, incluindo microorganismos patogênicos e substâncias químicas tóxicas, pode-se concluir que as águas residuárias mostram-se como fatores potenciais de risco à saúde humana na bacia do Coreaú, podendo provocar infecções parasitárias, hepatite, doenças gastrointestinais, cólera e febre tifóide.

Quanto aos problemas ambientais, pode-se dizer que o lançamento de esgoto nos corpos hídricos gera degradação da qualidade das águas, causando danos aos ecossistemas aquáticos e do entorno e provocando contaminação e morte de espécies animais e vegetais e dos solos, além de gerar a deterioração da qualidade do ar. Nesse contexto, a questão socioeconômica também é afetada, pois as áreas onde são lançadas as águas residuárias, principalmente os corpos lênticos, tornando-se menos valorizadas, tanto para a prática de esporte aquáticos, como para a pesca, para o lazer e para o turismo.

Conforme documentos oficiais, a metade dos municípios que integram a bacia do Coreaú não possui esgotamento sanitário, sendo que esses serviços existem, em média, em 16% das residências urbanas. Quer dizer, além do sistema público de coleta sanitária atender, em geral, pequena parcela da população, seus sistemas não funcionam adequadamente, sendo os efluentes tratados lançados nos corpos hídricos em condições aquém do ideal exigido pela legislação.

Ao se considerarem as condições dos matadouros públicos, em geral, os mesmos não possuem sistema de escoamento de efluentes, nem locais de depósito para secar os resíduos sólidos antes de serem transportados para locais adequados de deposição final. A situação é agravada por causa da alta carga orgânica proveniente dos efluentes dos matadouros e despejada nos corpos hídricos, podendo-se concluir que os impactos ambientais provocados por esses empreendimentos ocasionam graves consequências negativas tanto à saúde pública, devido à precária higiene com que os animais são abatidos, quanto aos recursos hídricos, em razão da grande demanda de oxigênio para decompor a matéria orgânica, principalmente o sangue, elevando-se assim o nível de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) do corpo hídrico.

Por conseguinte, este programa entende que é essencial para a saúde pública e ambiental o tratamento adequado das águas residuárias, com o fim de evitar a transmissão de doenças e minimizar os impactos ambientais no meio natural. Em especial, considera-se grave a situação do esgotamento sanitário nas sedes municipais da bacia, fazendo-se necessário a construção, ampliação e adequação dos sistemas de tratamento de esgotos em todas as cidades.

Ademais, deve-se considerar também o despejo de águas residuárias nas zonas rurais, denominadas como poluição difusa, que causa correntemente alterações da qualidade hídrica em açudes e lagoas, principalmente naqueles onde existe ocupação das margens, como: 1) no município de Camocim: lagoa do Thyerres, lagoa Seca (ou lago Seco), lagoa Boqueirão, lagoa Laguinho, lagoa Grande, lagoa das Cangalhas, lagoa da Torta e lagoa Moréias; 2) no município de Jijoca: barra do Guriu, lagoa da Jijoca, lagoa do Murici, lagoa Grande, lagoa Azul, lagoa dos Monteiros e lagoa do Riacho Doce; 3) no município de Acaraú: lagoa Espinho, lagoa da Volta, lagoa Dantas, lagoa Lagamar e lagoa Carrapateira; 4) no município de Barroquinha: lagoa da Chapada, lagoa Arara, lagoa Gameleira, lagoa Salgada, lagoa do Mato e lagoa do Remédio; 5) no município de Granja: lagoa do Japuruna e lagoa Grande; 5) no município de Bela Cruz: lagoa Santa Cruz, lagoa do Carrasco, lagoa Capemba, lagoa de Fora, lagoa dos Espinhos, lagoa da Baixa Nova, lagoa do Mato, lagoa do Grosso, lagoa das Tibiras, lagoa dos Faustinos, lagoa da Maria Moura, lagoa do São Jorge, lagoa Santa Tereza, lagoa da Ema, lagoa do Belém, lagoa dos Paus Brancos, lagoa dos Pubas, lagoa do Guarim, lagoa do Riacho do Gil, lagoa São Gonçalo, lagoa dos Alexandres e Lagoa Angica; 6) no município de Cruz: lagoa Salgada, lagoa do Belém, lagoa dos Monteiros, lagoa Grande e lagoa da Jijoca; e 7) no município de Viçosa: lagoa Dom Pedro II.

Nesse aspecto, é possível considerar uma série de intervenções positivas que podem ser implantadas nas residências rurais, como a instalação de unidades sanitárias familiares e biodigestores caseiros que reciclem a matéria orgânica, possibilitando assim a reutilização da água em várias atividades agrícolas, como preparação do solo e a fertilização dos cultivos e desenvolvendo atividades de educação ambiental.

Em outro aspecto, o programa sugere o levantamento, a análise e o diagnóstico sanitário, bem como o georreferenciamento de todos os matadouros localizados na bacia do Coreaú, públicos, privados e clandestinos, com o intuito de se realizar uma campanha de adequação

junto à Vigilância Sanitária e aos demais órgãos competentes, considerando-se que grande parte de tais equipamentos encontra-se em estado degenerativo e que é essencial a recuperação da infraesturtura e a instalação de sistemas de tratamento dos resíduos.

Por outro lado, os lixões dos municípios inseridos na bacia do Coreaú não atendem a nenhuma especificação técnica estabelecida para aterros sanitários. Os lixões de diversos municípios estão localizados próximos ou sobre ressurgências hídricas, aterrando e/ou contaminando suas águas, ou então em trechos de planícies de riachos, afluentes dos principais rios da bacia.

Os lixões podem ocasionar uma série de impactos negativos tanto à saúde pública, quanto ao meio ambiente. Em relação à saúde pública, a disseminação de doenças transmitidas por animais daninhos, como ratos, baratas e moscas, é somada à presença de gases e fumaça provindos do acúmulo dos resíduos sólidos e de sua queima. A população que vive próxima a esses locais pode vir a contrair doenças como leptospirose, infecção parasitária, hepatite A, diarréias agudas, além de doenças respiratórias, já que os gases podem conter elementos tóxicos e cancerígenos.

A poluição das águas subterrâneas e superficiais, por meio da produção e drenagem de chorume e da acumulação dos resíduos, a contaminação dos solos, com metais pesados e microorganismos patogênicos e até mesmo a degradação visual das paisagens são os principais prejuízos causados ao ambiente. Acrescenta-se ainda que a emissão de gases sulfídrico e metano, a partir da decomposição anaeróbia da massa de lixo e da queima dos resíduos a céu aberto, gera poluição atmosférica.

Considerando-se o exposto, faz-se necessário a adequação dos municípios às leis ambientais federais e estaduais, em especial à Lei Federal n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Dessa forma, este programa considera fundamental a inativação dos lixões em operação nos municípios da bacia do Coreaú, sendo necessária, neste sentido, a elaboração de projetos referentes à construção de aterros sanitários e aterros controlados, conforme a demanda municipal.

Contudo, considera-se que o Programa de Proteção Ambiental dos Mananciais deve atuar, juntamente com os órgãos ambientais e administrativos competentes, na prevenção da poluição pontual e difusa existentes no território da bacia. Em relação à poluição pontual, o desenvolvimento das ações mostra-se complexo, devido aos custos de instalação e operação do sistema de tratamento de esgoto, em especial as estações de tratamento de esgoto.

Todavia, o programa deve enfatizar o trabalho preventivo de educação ambiental que deve ser realizado nos municípios inseridos no sistema de drenagem da bacia do Coreaú, tendo em vista que mananciais deteriorados requerem ações de despoluição e desassoreamento que demandam maiores custos e complicações técnicas.

Sabe-se que é bastante intensa a agressão aos mananciais hídricos (corpos lóticos e lênticos) da região em questão, apesar das restrições e punições impostas pela lei. A principal legislação ambiental em vigor é o Código Florestal de 1965, que obriga qualquer proprietário de terras a manter o mínimo de 30 metros de vegetação preservada a partir das margens dos rios, lagoas e açudes e 100 metros de diâmetro de área preservada a partir das nascentes.

A legislação também abre espaço para o desenvolvimento do que é chamado de política compensatória. Assim, se um proprietário não respeita a área de proteção ambiental, pode ser

praticada uma ação compensatória, realizando-se o plantio da mata nativa em outra parte de seu terreno. Tal arranjo jurídico acaba legitimando as agressões ao meio ambiente e institui a ilegalidade premeditada, uma vez que os grandes proprietários de terras agem em desrespeito às normas legais, já que podem, posteriormente, entrar em acordo com as autoridades, a fim de realizar a ação compensatória.

Nesse sentido, o programa revela-se como uma ferramenta institucional para a adequação do cumprimento das leis ambientais (federais, estaduais e municipais) à realidade encontrada nas propriedades onde estão os mananciais, funcionando como um meio de interlocução das diversas partes envolvidas.

Como exemplo de instituições parceiras ao programa, com competência para fomentar atividades de capacitação em educação ambiental, deve-se considerar como fundamental a Superintendência Estadual de Meio Ambiente (SEMACE), o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), o Ministério Público, as Secretarias Municipais de Agricultura e de Meio Ambiente, os sindicatos dos trabalhadores rurais, as Organizações Não-Governamentais (ONGs) ambientalistas e o Comitê Gestor da Bacia do Coreaú.

5.10.6. Monitoramento da qualidade da água

Durante séculos, a humanidade considerou a água como um recurso inesgotável e a utilizou de forma predatória e insustentável. No século XX, o uso inadequado da água foi acirrado com a aceleração do crescimento populacional e o intenso uso pelos diversos ramos de atividades, dentre eles agrícola, industrial e doméstica. Por causa desses fatores, a oferta de água potável tem sido apontada como um dos grandes problemas a ser resolvido no século XXI.

Apesar de todos os esforços para armazenar e controlar o consumo da água, este bem está se tornando escasso e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido. No Brasil, a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado dotado de função social, e tem como uso prioritário o consumo humano e a dessedentação animal. Todavia, os múltiplos usos são indispensáveis a diversas atividades humanas, em que se pode destacar, na bacia do Coreaú, o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a carcinicultura, as atividades de lazer e recreação e a própria preservação da vida aquática.

Atualmente, constata-se que a água está se tornando cada vez mais um bem escasso, necessitando assim de um uso racional e equilibrado, de modo a garantir a sua conservação e sustentabilidade. Por meio de pesquisas científicas recentes, sabe-se que a escassez da água se dá, principalmente, pela deterioração da sua qualidade, o que inviabiliza a utilização de importantes mananciais, ocasionando uma demanda superior à oferta. Neste sentido, as atuais gerações têm a necessidade urgente de desenvolver mecanismos de gestão e conservação deste importante recurso.

O gerenciamento dos recursos hídricos pode ser traduzido como sendo um instrumento que orienta o poder público e a sociedade, em longo prazo, na utilização e no monitoramento unidades ambientais, de forma a promover o desenvolvimento sustentável. A Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, vem contemplar a importância da bacia hidrográfica, em seu princípio primeiro: a adoção da bacia como unidade de planejamento, tendo como limites o seu perímetro e a área a ser planejada.

Nesse contexto, podem-se relacionar cinco estágios necessários para estabelecer o gerenciamento sustentável de uma bacia: 1) determinar o estado atual do ambiente; 2) identificar as forças dominantes de mudanças; 3) estabelecer um limite específico acima do qual danos ecológicos são prováveis de ocorrer; 4) prognosticar a possível extensão temporal e espacial do problema, usando características locais; e 5) desenvolver planos de gerenciamento apropriados através da utilização de cenários múltiplos de avaliação.

Para atingir esses estágios, é necessário utilizar ferramentas que permitam agrupar um grande número de informações decorrentes de estudos da variação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos, envolvendo uma função multivariada dos aspectos climatológicos, geomorfológicos, antrópicos, entre outros, de forma que possibilite a interpretação e o reconhecimento das tendências ao longo do tempo e do espaço.

Nesse contexto, considera-se como uma das linhas de ação deste programa o monitoramento da qualidade das águas dos mananciais, sendo realizado em seções dos principais rios, nos açudes, nas lagoas e nos poços utilizados para o abastecimento humano.

O programa sugere acompanhamentos trimestrais da qualidade da água, por meio de parcerias entre os órgãos ambientais, as prefeituras municipais e o Comitê Gestor da bacia, utilizando-se metodologias de coleta, armazenamento e análise aceitas no meio cientifico, em particular as aprovadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, nível nacional, e o Método Padronizado para a Análise da Água e do Esgoto (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater), a nível internacional.

Faz-se necessário, inicialmente, definir e georreferenciar os pontos (seções de rios, açudes, lagoas e poços) na bacia, levando-se em consideração os usos diversos e a influência dos núcleos habitacionais.

Acredita-se ser fundamental a análise de elementos físicos, químicos e microbiológicos da água, de onde pode-se obter um diagnóstico da qualidade hídrica e estabelecer a sua possível utilização, considerando-se o estado bruto da água ou a partir de tratamento convencional ou simplificado.

Com o intuito de oferecer um aspecto geral do significado ambiental dos parâmetros analisados, foram feitas algumas considerações acerca dos elementos físicos, químicos e microbiológicos sugeridos para as análises da qualidade da água.

A turbidez da água é a medida de sua capacidade para dispersar a radiação, quer dizer, é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a água, sendo influenciado pela presença de material em suspensão. Em contrapartida, a cor está diretamente relacionada com a quantidade de substâncias dissolvidas na água. É necessário ressaltar que a alteração da turbidez pode ser originada por desmatamentos ou mesmo pela ação biológica de degradação de compostos provenientes de despejos domésticos e industriais (ESTEVES, 1998).

O potencial hidrogeniônico (pH) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons em dada solução. É calculado em escala antilogarítmica, abrangendo a faixa de 0 a 14, na qual os valores > 0 e < 7 são considerados ácidos e valores > 7 e < 14 são considerados básicos, enquanto 7 é um valor neutro. Essa variável exerce influência em processos químicos e

biológicos de um corpo d'água e é importante no controle de qualidade de águas de abastecimento.

O oxigênio dissolvido (OD) é uma das variáveis mais significativas para expressar a qualidade de um ambiente aquático e indica a capacidade de um corpo hídrico natural em manter a vida em suas águas. Valores muitos baixos podem revelar o desequilíbrio dos ecossistemas aquáticos, acarretando sérios danos à biota, além da água tornar-se imprópria a diversos usos. A dissolução de gases na água sofre influência de fatores ambientais como temperatura, pressão e salinidade (CASSINI, 2006).

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), utilizada para expressar o valor da poluição produzida por matéria orgânica oxidável biologicamente, corresponde à quantidade de oxigênio necessária para que microorganismos aeróbios mineralizem a matéria orgânica carbonada, a um período de 5 dias, em incubação a 20ºC (CETESB, 2007). Essa matéria pode ter origem fecal, de animais mortos, restos de vegetais e efluentes de esgotos sanitários.

A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis, além de obstruir os filtros de água utilizados nas estações de tratamento.

O fosfato na água está relacionado com as atividades agrícolas, uma vez que parte dos agroquímicos é incrementado com superfosfatos, como adubos, por exemplo. Também podem estar relacionados com a presença de materiais orgânicos e esgotos. Sendo assim, índices elevados de fosfatos estão diretamente relacionados à eutrofização dos corpos hídricos.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico e amoniacal (amônia livre), nitrito e nitrato. São diversas as fontes de nitrogênio nas águas naturais, porém os esgotos sanitários constituem a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal. Também nas áreas urbanas, as drenagens de águas pluviais associadas às deficiências do sistema de limpeza pública, constituem fonte difusa de difícil caracterização. Deve ser lembrado que os processos de tratamento de esgotos empregados atualmente no Brasil não são otimizados para a remoção de nutrientes, e os efluentes finais tratados liberam grandes quantidades dessas substâncias, que também podem dar margem à ocorrência do processo de eutrofização.

As bactérias do grupo coliforme, por sua vez, habitam normalmente o intestino humano e de animais de sangue quente, servindo, portanto, como indicadoras de contaminação de água por fezes. Essas bactérias fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2°C em 24 horas e tem como principal representante a Escherichia coli, de origem exclusivamente fecal (CETESB, 2007). As fezes humanas contêm cerca de 200 bilhões de coliformes (BRANCO, 1986) e, conforme estudos, é provável que se encontrem bactérias patogênicas em apenas 106-109 gramas de fezes (CEBALLOS, 1998). Portanto, esse parâmetro é considerado imprescindível para o estabelecimento da potabilidade da água.

A clorofila-a é a mais comum das clorofilas (a, b, c, e d) e é um indicador da biomassa algal, sendo considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos.

Por fim, o ferro solúvel é frequentemente encontrado em águas de poços e nas águas superficiais e aumenta durante as estações chuvosas, devido ao carreamento de solos e a ocorrência de processos de erosão das margens. O ferro, apesar de não constituir um elemento

tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público, pois confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários.

Portanto, considera-se fundamental o monitoramento da qualidade das águas da bacia do Coreaú, em especial de seus mananciais em açudes públicos, uma vez que as alterações, físicas, químicas e microbiológicas das águas interferem diretamente na saúde da população consumidora e na própria condição natural dos ambientes em questão. Ademais, é essencial o diagnóstico da água como forma de avaliar os possíveis riscos e danos ambientais, além de servir como base para o planejamento de possíveis projetos de despoluição.

Em relação ao enquadramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, os padrões de referência de qualidade da água utilizados são os estabelecidos pela Resolução CONAMA n. 357 de 17 de março de 2005. Todavia, para o enquadramento dos corpos hídricos da bacia do Coreaú, deve-se considerar a Resolução CNRH n. 91 de 5 de novembro de 2008, que dispõe sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos e pressupõe em seu processo de elaboração da proposta a realização de consultas públicas, encontros técnicos, oficinas de trabalho e outras atividades participativas complementares.

Nesse sentido, considera-se de extrema relevância a elaboração de estudos na bacia que contemplem o diagnóstico, o prognóstico, as propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e o programa para a efetivação do enquadramento, conforme disposto na Resolução CNRH (2008).

Vale ressaltar que a Resolução CONERH n. 003/2004 de 6 de julho de 2004 aprovou a criação da Câmara Técnica de Estudos para o Enquadramento dos Corpos Hídricos do Estado do Ceará, tendo como componentes profissionais das instituições de referência do estado: Universidade Estadual do Ceará (UECE), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES), Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe (CSBH), Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza (CBH – RMF), Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), Secretaria de Saúde do Estado do Ceará, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS), Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

5.10.7. Gestão racional dos recursos hídricos locais e integração dos agentes administrativos

A gestão racional dos recursos hídricos demanda a formação de organizações gestoras em que se devem integrar representações das instituições públicas, das lideranças comunitárias e da organização civil organizada, tecendo-se assim uma rede de solidariedade entre as diversas instituições participantes, dando ao programa sustentabilidade necessária às suas ações.

As parcerias, tanto com as instituições como com os agentes multiplicadores, provocam o sentimento de participação e co-responsabilização, descentralizando as ações e a gestão compartilhada entre os diversos parceiros.

Desse modo, pode-se relacionar como principais benefícios da rede de colaboradores que o programa sugere instituir em cada município da bacia, com enfoque para capacitação nos projetos de reflorestamento da vegetação de várzea: o fortalecimento das parcerias com a construção de viveiros de mudas em âmbitos municipais, contemplando a distribuição de mudas; a execução dos projetos de reflorestamento; o fornecimento de insumos para o manejo adequado da mata a ser implantada; e o aumento da produção e variedade de espécies da flora. Outro viés importante é o incentivo e a promoção de ações de sustentabilidade nas propriedades rurais, como a educação ambiental integrada e o turismo comunitário, por exemplo.

Finalmente, a rede de colaboradores deve promover as ações do programa, com a participação em feiras, concursos, congressos, seminários e afins, promovendo as atividades e realizando intercâmbios de experiências na conservação e recuperação dos mananciais da bacia do Coreaú.

O programa sugere ainda propostas de zoneamento funcional para a bacia do Coreaú e aponta as principais incumbências e atribuições técnicas, legais e financeiras, em nível federal, estadual, municipal e local. Os modelos de referência selecionados pelo programa podem servir como referência de atuações positivas de programas de proteção de mananciais na América Latina, sendo um incentivo e uma orientação básica para a implantação de ações conservacionistas na bacia do Coreaú.

5.10.8. Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos: propostas de zoneamento funcional

Diante de todo o cenário exposto da bacia do Coreaú, pode-se sintetizar que a conservação dos elementos ambientais e, em especial, dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Coreaú pressupõe: a) a manutenção das reservas legais e das áreas de preservação permanente; b) a implantação de reflorestamentos com espécies da vegetação nativa; e) a preservação da biodiversidade, com práticas adequadas de manejo dos solos; f) a implementação de sistema de coleta seletiva nas sedes municipais, com inclusão dos catadores de material reciclado; g) a adoção de medidas de disposição adequada dos resíduos dos serviços de saúde e dos resíduos sólidos urbanos, industriais e dos matadouros; h) a interdição dos matadouros clandestinos; i) a criação e a adequação dos matadouros públicos; j) a construção de sistemas de esgotamento com estações de tratamento de esgoto nos centros urbanos; e k) a distribuição de unidades sanitárias nas zonas rurais e construção de biodigestores caseiros.

Para tanto, é essencial o desenvolvimento de ações de conscientização ecológica e educação ambiental, que devem estar integradas às ações do Comitê de Gestão da Bacia do Coreaú, já que este atua como regulador e integrador de todas as atividades inseridas na bacia. O programa sugere a criação de planos de manejo de micro-bacias, em nível municipal, sendo suas atividades integradas às do comitê gestor. Estes projetos podem auxiliar na execução, elaboração e revisão dos Planos Diretores dos municípios inseridos na bacia hidrográfica do Coreaú.

Entretanto, vale ressaltar que qualquer ação conservacionista de caráter reversivo e/ou preventivo deve congregar todas as esferas sociais e articular as políticas públicas com as ações do Comitê Gestor da Bacia, além de exigir a participação efetiva da sociedade como um todo.

Assim, o zoneamento funcional das condições naturais da bacia hidrográfica do Coreaú e as gestões democráticas dessas unidades fundamentais devem ser entendidos como elementos essenciais para o planejamento regional, devendo possuir caráter descentralizador e participação ativa do Poder Público, dos usuários da água, da população urbana e das comunidades tradicionais.

A análise integrada da bacia hidrográfica do rio Coreaú identificou nove unidades geoambientais: 1) planície litorânea; 2) glacis de acumulação pré-litorâneo e interior; 3) planície fluvial; 4) sertões setentrionais pré-litorâneos; 5) sertões ocidentais e dos pés-de-serra do planalto da Ibiapaba; 6) sertões centro-ocidentais; 7) serras secas e vertentes sub-úmidas; 8) serras úmidas e serras pré-litorâneas; e, por último 9) planalto cuestiforme da Ibiapaba. Essa compartimentação regional é de fundamental importância para o estabelecimento de estratégias de macro-gestão da bacia hidrográfica em seu conjunto.

Uma interpretação mais detalhada procura oferecer possibilidades de identificação e cartografia de feições ambientais de maior detalhamento, conforme especifica o **Quadro 5.24**. O **Quadro 5.24** estabelece uma correlação direta entre as unidades geoambientais (1: 200.000) e feições ambientais (1: 50.000 podendo ser elaboradas a nível municipal ou de sub-bacias hidrográficas), indicando sua possível função como zona/ unidade de planejamento. E a **Figura 5.10** ilustra a distribuição espacial das Zonas Funcionais, com alguns registros fotográficos ilustrativos.

Quadro 5.24. Relação das unidades geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, com suas respectivas feições ambientais e zonas funcionais

Unidades Geoambientais	Feições Ambientais	Zonas Funcionais
Planície Litorânea	Praia	Zonas de Preservação Ambiental I
	Pós-praia	Zona de Preservação Ambiental II
	Campo de Dunas	Zona de Preservação Ambiental III
	Planície Fluvio-marinha	Zona de Preservação Ambiental IV
Glacis de Acumulação Pré-Litorâneo e Interiores	Interflúvios Tabulares Litorâneos	Zona de Uso Indiscriminado I
	Interflúvios Tabulares Interiores	Zona de Uso Agropecuário I
Planície Fluvial	Canal de Drenagem	Zona de Preservação Ambiental V
	Terraço Fluvial Inferior	Zona de Preservação Ambiental VI
	Terraço Fluvial Superior	Zona de Conservação Ambiental I
Sertões Setentrionais Pré-Litorâneos	Superfícies Colinosas e Dissecadas	Zona de Recuperação Ambiental I
	Superfícies Planas/ Onduladas em Interflúvios	Zona de Uso Agropecuário II
Sertões Ocidentais e dos Pés-de-Serra do Planalto da Ibiapaba	Superfícies Colinosas e Dissecadas	Zona de Recuperação Ambiental I
	Superfícies Planas/ Onduladas em Interflúvios	Zona de Uso Agropecuário II
Sertões Centro-Ocidentais	Superfícies Colinosas e Dissecadas	Zona de recuperação Ambiental I
	Superfícies Planas/ Onduladas em Interflúvios	Zona de Uso Agropecuário II
Serras Secas e Vertentes Sub-úmidas	Topo	Zona de Preservação Ambiental VII
	Vertente a Barlavento	Zona de Conservação Ambiental II
	Vertente a Sotavento	Zona de Recuperação Ambiental II
Serras Úmidas e Serras Pré-litorâneas	Topo	Zona de Preservação Ambiental VIII
	Vertente a Barlavento	Zona de Conservação Ambiental III
	Vertente a Sotavento	Zona de Recuperação Ambiental II
Planalto Cuestiforme da Ibiapaba	Topo/ Reverso	Zona de Uso Indiscriminado II
	Borda/ Cornija	Zona de Preservação Ambiental VIII
	Encosta/ Front	Zona de Conservação Ambiental III

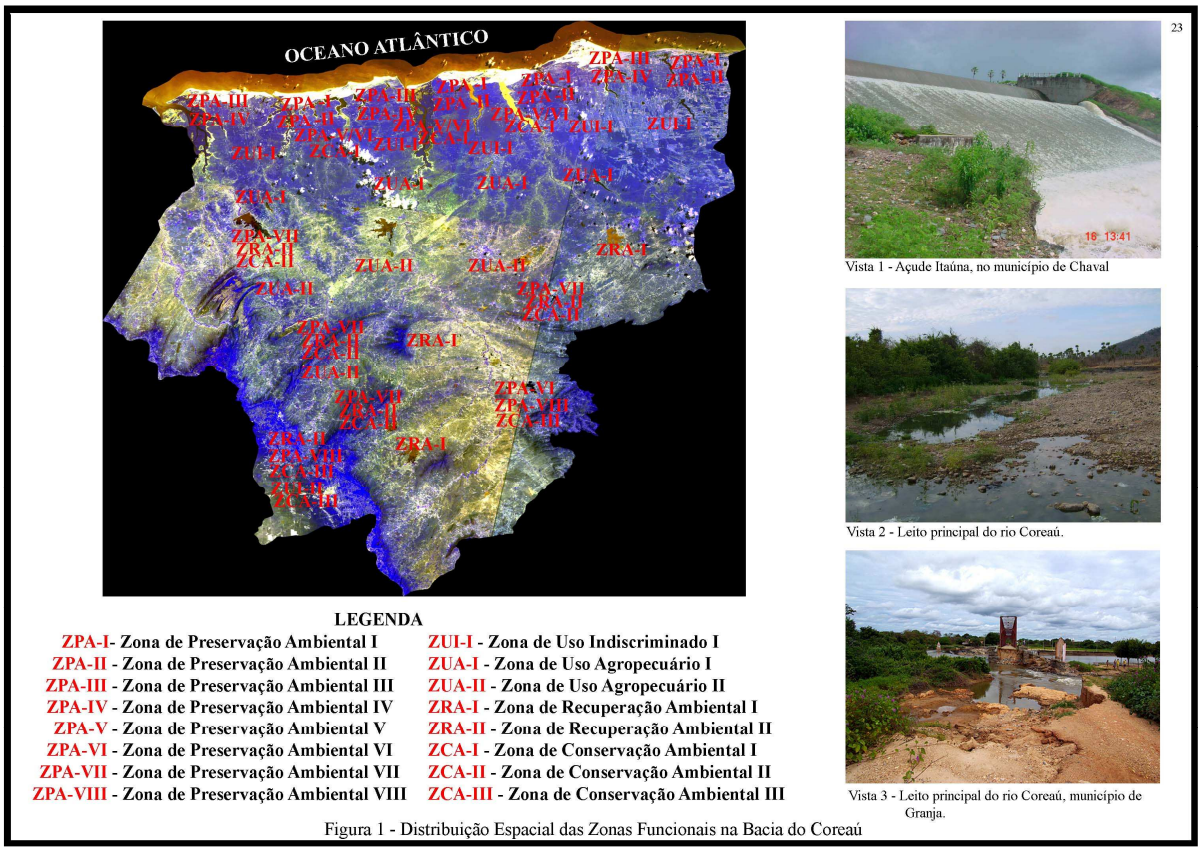


Figura 5.10. Distribuição Espacial das Zonas Funcionais na Bacia do Coreaú

Sistemas de gestão integrada dos recursos naturais da bacia podem ser estabelecidos através de incorporação de ações conjuntas entre os municípios e suas administrações com comitês organizados para cada uma das sub-bacias. As sub-bacias que compõem o sistema hidrográfico do rio Coreaú de sua nascente até à foz estão relacionadas no **Quadro 5.25**.

Quadro 5.25. Relação das sub-bacias do sistema hidrográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, com seus respectivos municípios

Sub-bacias	Municípios e Sede Urbana (*)
Coreaú	Camocim (*), Granja (*), Uruoca, Moraújo (*), Coreaú (*), Alcântaras, Frecheirinha, Mucambo, Itapipoca, Sobral, Ubajara, Massapê, Meruoca.
Forquilha	Jijoca de Jericoacoara, Bela Cruz.
Jaguarapari	Camocim, Granja, Martinópole (*).
Pesqueiro	Camocim, Granja, Martinópole, Uruoca (*), Senador Sá (*), Marco, Morrinhos, Santana do Acaraú.
Prata	Acaraú, Cruz, Bela Cruz.
Tapuiu	Barroquinha (*), Granja.
Timonha	Chaval (*), Barroquinha, Granja, Viçosa do Ceará.

Observa-se que das doze sub-bacias hidrográficas delimitadas, a do rio Coreaú, principal curso da bacia, apresenta uma maior compartimentação municipal, com treze municípios e quatro sedes urbanas.

A sub-bacia do Pesqueiro também apresenta um número significativo de municípios, com oito territórios municpais e três sedes urbanas. Tal fato é de suma importância para o estabelecimento de estratégias de resolução de problemas ambientais de ordem urbana, como os relativos ao tratamento e destino das águas residuárias, condições sanitárias e localização de aterros de lixo, situação higiênica de matadouros municipais, soterramento de lagoas e planícies fluviais para expansão urbana e etc.

Por outro lado, o restante das sub-bacias, além de apresentarem um número mais reduzido de municípios em suas divisões político-administrativas, também apresentam poucas ou nenhuma sede urbana em cada uma das sub-bacias. Essa informação indica, provavelmente, uma maior facilidade de gestão administrativa municipal conjunta e a presença de problemas urbanos de menor intensidade e dispersão espacial.

Percebe-se que além de algumas diferenças espaciais nas áreas das sub-bacias, que não são muito significativas, um dos maiores problemas envolve a questão político-administrativa. Destaca-se que há uma maior complexidade na ocupação espacial e de gestão pública a nível municipal na sub-bacia do Coreaú. Nesse sentido, deve direcionar-se um maior esforço na cooperação administrativa intermunicipal e no intercâmbio de informações na elaboração e funcionalidade dos planos diretores de cada um dos municípios de cada sub-bacia, considerando as políticas e estratégias comuns quanto à gestão dos recursos de cada unidade hidrográfica.

A delimitação das grandes unidades geoambientais propicia indicativos sobre as condições naturais do território correspondente à bacia hidrográfica do rio Coreaú. Porém, a uma escala municipal faz-se necessário o indicativo de feições ambientais de cada unidade geoambiental, de forma que as mesmas sejam consideradas no processo de elaboração dos planos diretores municipais, no estabelecimento de estratégias de gestão conjunta das sub-bacias e, finalmente, no plano de gestão integrada de toda a bacia hidrográfica do rio Coreaú.

O trabalho realizado resultou na elaboração do Quadro 5.2, onde a partir das nove unidades geoambientais estabelecem-se 24 feições ambientais que, finalmente, correspondem a um indicativo de zonas funcionais para a definição de estratégias de gestão no âmbito municipal. As zonas funcionais, no conjunto da bacia hidrográfica do Coreaú, ficaram assim estabelecidas: 8 zonas de preservação ambiental, 3 zonas de conservação ambiental, 2 zonas de recuperação ambiental e 2 zonas de uso indiscriminado.

A seguir, se efetivará a descrição de cada uma das unidades geoambientais, com suas respectivas feições ambientais e zonas funcionais:

A) Planície Litorânea

É a unidade geoambiental situada no baixo curso do rio Coreaú, com um contato de influência marinha, climática ou de aporte de sedimentos. A constituição geológica da planície litorânea é basicamente sedimentar, de origem quaternária, com depósitos não consolidados de caráter arenoso, argiloso e siltoso.

Suas principais feições constituintes são as faixas de praia e pós-praia, campo de dunas e planície fluvio-marinha, constituindo ambientes extremamente vulneráveis e instáveis ecodinamicamente. Em função dessas características ambientais, são áreas que são protegidas por legislações específicas.

Na análise ambiental efetivada no sentido de estabelecimento de uma zonalidade funcional, ficou recomendada a delimitação de quatro zonas diferenciadas de preservação ambiental, de I a IV.

1) Zona de Preservação Ambiental I – corresponde à área de praia ou também denominado estirâncio. É uma superfície extremamente instável ecodinamicamente, uma vez que se modifica geomorfologicamente quatro vezes em um período de 24 horas, em função das oscilações de marés. Como a linha de costa é muito variável, deve constituir uma faixa de preservação permanente, conforme especifica a legislação pertinente. Não deve ser permitido qualquer tipo de obra, instalação ou infraestrutura, bem como o funcionamento de qualquer serviço ou equipamento. As atividades de pesca e portuárias devem estar harmonizadas, conforme as recomendações que harmonizam essas atividades produtivas no litoral.

2) Zona de Preservação Ambiental II – essa faixa de sedimento arenoso denominado de pós-praia ou berma, situa-se após a linha de praia mais elevada, em direção ao continente. Algumas vezes é alcançada pelas marés mais altas, tornando-se assim uma área de risco ambiental. Em função dessa vulnerabilidade natural, recomenda-se a sua inserção em uma zona de preservação ambiental. Faz-se necessário ações no sentido de proteger a vegetação pioneira psamófila que recobre a superfície de pós-praia, uma vez que ela atua eficientemente na retenção dos sedimentos arenosos. Dessa forma, a conservação da cobertura vegetal mesmo que incipiente é fundamental para a estabilização do relevo. Deve ser uma zona que permita o fluxo de pessoas à faixa de praia, não podendo dessa forma ser apropriada territorialmente. Em relação aos tipos de uso e ocupação, pode ser permitida a prática de esportes, lazer e balneabilidade. As atividades de pesca e portuárias devem ser normatizadas pelo Serviço de Patrimônio da União e a Capitania dos Portos de Marinha de Guerra.

3) Zona de Preservação Ambiental III – esta unidade de proteção ambiental relaciona-se ao conjunto do campo de dunas, incluindo suas diferentes feições paisagísticas, como as dunas móveis, dunas fixas e depressões interdunares. Em seu conjunto paisagístico deve ser considerado como zona de preservação ambiental, uma vez que constitui um relevo extremamente instável em sua composição ecodinâmica. A cobertura vegetal constituída pela vegetação subperenifólia de dunas constitui o elemento essencial na bioestabilização do relevo, protegendo-se assim as dunas fixas. Seus recursos vegetais permitem a exploração racional de seus frutos e fibras, utilizados na complementação alimentar e confecção de produtos artesanais pelas comunidades tradicionais litorâneas. Atua ainda como um habitat de diferentes espécies animais, de distintos grupos faunísticos. As dunas móveis ocupam os cordões dunares mais próximos à linha de costa, recebendo a maior parte dos sedimentos arenosos possui assim um papel fundamental na estabilização do relevo litorâneo. Em sua evolução natural, as dunas móveis tendem a se bioestabilizarem e se transformarem em dunas fixas. Os corredores de deflação ou depressões interdunares são áreas onde se intensificam os fluxos de sedimentos arenosos e no período chuvoso formam-se lagoas intermitentes. Todo o relevo dunar constitui um importante manancial hídrico subsuperficial que além de alimentar os baixos cursos fluviais, constitui uma importante fonte de recursos hídricos para a população do litoral. A legislação ambiental determina que o campo de dunas como um todo seja considerada área de preservação permanente (APP), embora em esfera estadual seja permitida a ocupação de um percentual. Esse trabalho, que visa prioritariamente à gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Coreaú, considera como estratégia mais adequada as áreas dunares estarem circunscritas a uma zona de preservação ambiental.

4) Zona de Preservação Ambiental IV – a zona em questão corresponde ao ecossistema estuarino do rio Acaraú ou, especificamente, à sua planície fluvio-marinha. É perceptível na composição da planície estuarina a existência de três feições paisagísticas diferenciadas: mangue, apicum e salgado. Esses três subconjuntos naturais fazem parte de um ecossistema maior e que os inclui, o ecossistema manguezal. Tanto o Código Florestal vigente como a legislação pertinente à preservação dos recursos hídricos e a definição de terras da União estabelecem o conjunto da zona estuarina/ manguezais como uma área de preservação permanente. Embora algumas atividades salineiras e de carcinicultura tenham sido devidamente licenciadas, elas trazem enormes prejuízos sociais e ambientais para o baixo curso do rio Coreaú como um todo, incluindo o mar litorâneo adjacente e a planície litorânea em sua contiguidade. Esses prejuízos estão vinculados diretamente à redução do habitat devido ao desmatamento e a alteração/ perda da qualidade das águas estuarinas, devido ao despejo de resíduos químicos e orgânicos. A preservação dos manguezais em suas diferentes feições é de fundamental importância para a depuração orgânica das águas do rio Coreaú, proteção da linha de costa, estabilização dos sedimentos e produtividade biológica do mar litorâneo, do ambiente fluvial e do próprio manguezal. As áreas de manguezal constituem ao longo do litoral cearense áreas de pesca artesanal e de mariscagem, que subsidiam o complemento alimentar de inúmeras famílias.

B) Glacis de Acumulação Pré-Litorâneo e Interiores

São unidades geoambientais diretamente correlacionadas com os depósitos sedimentares cenozóicos da Formação Barreiras. Esta unidade ocorre de forma paralela à faixa litorânea, porém, com larguras variáveis, avança do litoral em direção ao interior por ambas as margens fluviais, formando ao final dos depósitos os tabuleiros interiores. Em seu conjunto morfológico constituem ambientes de elevada estabilidade, e em função de sua disposição em relação ao litoral foram compartimentados em interfluvios tabulares litorâneos e interiores. Uma análise concisa do glacis de acumulação da bacia do rio Coreaú permitiu a delimitação de duas zonas funcionais diferenciadas: a de uso indiscriminado I e a de uso agropecuário I, como se descreve a seguir.

1) Zona de Uso Indiscriminado I – essa unidade de gestão está diretamente relacionada aos interflúvios tabulares litorâneos que compõem o entorno da zona estuarina do rio Coreaú. A sua sedimentologia, composta por areias e argilas da Formação Barreiras, e seu relevo plano propiciam um ambiente de elevada estabilidade ecodinâmica, que possibilita uma ocupação de maior intensidade e com uma ampla diversidade de usos. A atual ocupação por projetos de irrigação pode ser intensificada, desde que se tomem os devidos cuidados quanto ao uso de implementos agrícolas químicos, uma vez que a elevada porosidade dos terrenos de tabuleiro facilita a contaminação do lençol freático. Igual cuidado deve ser tomado quanto à disposição de resíduos sólidos e águas residuárias para evitar a perda de qualidade do aqüífero subsuperficial da Formação Barreiras. O tabuleiro litorâneo apresenta um potencial físico-espacial importante para o planejamento urbano de três sedes municipais: Barroquinha, Camocim e Jijoca de Jericoacoara. Em razão da crescente expansão desses núcleos urbanos, deve-se delimitar áreas de tabuleiro litorâneo mais propícias à ocupação residencial e outras formas de uso urbano. Com um planejamento prévio de expansão urbana em áreas de tabuleiro, é possível instituir melhores sistemas de ocupação residencial, com uma devida infraestrutura de saneamento ambiental e outros serviços básicos essenciais à vida. Dessa forma, é possível também, reordenar o território com a ocupação do tabuleiro, retirando-se e evitando a construção de residências e outros equipamentos nas áreas de planícies fluvial e fluvio-marinha. Todo o sistema de organização de ocupação dos terrenos de tabuleiro

litorâneo deve ser estabelecido pelo Plano Diretor Municipal, o que concerne o ordenamento do espaço urbano das sedes municipais.

2) Zona de Uso Agropecuário I – esta unidade de zoneamento corresponde aos interflúvios tabulares interiores, também relacionada à presença da Formação Barreiras diferencia-se ambientalmente por estar situado mais no interior e, portanto, sob menor influência das brisas marinhas. As formas de uso e ocupação são similares aos interflúvios tabulares litorâneos, porém com adaptações do manejo agrícola em função da presença de condições semi-áridas. Destaca-se também que junto à vegetação de tabuleiro encontra-se a caatinga, bem como o contato com o substrato cristalino junto à Formação Barreiras. Essas áreas tabulares interfluviais interiores também apresentam um potencial favorável como áreas de expansão urbana, no caso específico para as sedes urbanas municipais de Camocim e Granja. Ambas as cidades situam-se junto às margens do rio Coreaú, constituindo em seu espaço urbano áreas de risco ambientais nas superfícies das planícies ocupadas. Dessa forma, as áreas de tabuleiro podem viabilizar o planejamento de ocupação urbana de terrenos mais consolidados e estáveis geomorfologicamente. Os critérios de estabilidade ambiental devem ser determinantes na delimitação de superfícies para a expansão urbana das cidades em questão. A exemplo da Zona de Uso Indiscriminado I deve-se adequar toda infraestrutura e serviços necessários à expansão urbana. Em face de encontrar-se no contato com a depressão sertaneja e a planície fluvial, essa unidade de zoneamento deve assumir um caráter produtivo que envolva e integre as atividades agrícolas, para a qual possui um maior potencial com as ações voltadas à pecuária. O caráter climático mais xérico favorece ao desenvolvimento da pecuária e limita em parte a produção agrícola. Portanto, a integração produtiva agropecuária pode otimizar o potencial dessa zona funcional.

C) Planície Fluvial

Os sedimentos aluvionares correspondem às coberturas cenozóicas e depósitos recentes arenosos e argilo-arenosos. A planície fluvial do rio Coreaú é, portanto, uma formação geomorfológica decorrente das ações da dinâmica fluvial. Apresenta solos aluviais em suas margens bastante férteis e profundos, em áreas mais conservadas mantêm-se uma vegetação de várzea, onde a carnaubeira (*Copernicia prunifera*) é o elemento florístico dominante na paisagem vegetal.

A pecuária extensiva e a agricultura de subsistência atualmente ocupam extensas áreas dessa planície, já anteriormente exaustivamente ocupada durante os ciclos econômicos do couro e do algodão. O extrativismo vegetal, no entanto, através da exploração dos recursos vegetais da carnaubeira, tem permitido uma relativa conservação da vegetação de várzea.

Por meio de uma análise integrada direcionada a um zoneamento funcional, estabelecem-se três zonas: de preservação ambiental V e VI e a de conservação ambiental I.

1) Zona de Preservação Ambiental V – corresponde aos terrenos do canal de drenagem fluvial, que constitui um ambiente extremamente instável e de alto risco para uma ocupação permanente. Esta zona adquire o seu respaldo legal uma vez que está protegida pelo Código Florestal brasileiro e a legislação pertinente aos recursos hídricos. Apesar de estar determinada como uma Área de Preservação Permanente (APP) recebe algumas formas de uso e ocupação que são compatíveis com a sua capacidade de carga, enquanto outras são extremamente prejudiciais ao seu equilíbrio ecodinâmico e ambiental. O aproveitamento dos mananciais do aquífero constituído pelos aluviões fluviais representa uma opção para o

abastecimento hídrico de algumas comunidades rurais ribeirinhas, através da construção de cacimbas e poços amazonas no leito fluvial. A mineração de argila e de areia deve ser devidamente organizada, mesmo que sejam recursos básicos necessários às atividades humanas, a exploração deve ser estabelecida por meio de definição de áreas propícias à exploração e definidas às ações, visando a recuperação ambiental dos terrenos explorados. No processo de definição de áreas de mineração, caso as mesmas sejam autorizadas, é necessário levar-se em conta a legislação específica e a mitigação dos impactos. Assim, como um todo, o leito fluvial deve ser considerado como zona de preservação permanente, abrindo-se exceções em função de autorizações especiais para a exploração mineral em áreas onde haja intensos processos de assoreamento e com explorações com as devidas orientações técnicas. Como zona de preservação ambiental devem ser coibidas formas de uso agropecuário e o lançamento de resíduos sólidos e águas residuais no leito fluvial, seja no período seco ou chuvoso. Em áreas urbanas, os longos períodos de estiagem possibilitam que parte do leito maior do rio acabe sendo ocupada por residências resultantes de invasões. Constituem assim, áreas de risco que terminam sendo inundadas durante os períodos das maiores cheias fluviais. A desobstrução e desocupação do leito fluvial nas áreas urbanas deve ser acompanhada de um plano de monitoramento da qualidade hídrica e a coibição de lançamento de dejetos sólidos e águas servidas. Considera-se que a preservação integral do leito fluvial é essencial ao equilíbrio dinâmico natural do curso d'água ao longo de seu sistema fluvial.

2) Zona de Preservação Ambiental VI – está relacionada ao terraço fluvial inferior situado geograficamente ao longo do curso principal do baixo e médio Coreaú. Constitui um ambiente plano suspenso a constantes inundações fluviais durante o período chuvoso, sendo, portanto, um ambiente de caráter instável, uma vez que sofre os efeitos da estacionalidade climática. Possui solos argilosos e argilo-arenosos bastante férteis que são ocupados pela agricultura de subsistência e a pecuária extensiva. Em alguns terrenos de seu baixo curso têm recebido nas últimas três décadas estímulos e aplicado técnicas de produção agrícola irrigada. Esta última prática agrícola tem provocado desmatamentos e causado a contaminação hídrica e edáfica em função do uso de implementos agrícolas químicos. Sugerem-se ações no sentido de melhor organizar as produções agrícolas irrigadas, no sentido de mitigar os seus impactos ambientais. Desmatamentos e queimadas devem ser coibidos, assim como estimulada a exploração racional da vegetação de várzea (carnaubais) através da consorciação do extrativismo vegetal/ artesanato, agricultura de subsistência e pecuária extensiva de forma estacional, ou seja, no período seco. Em suma, deve-se predominar o caráter preservacionista desta unidade, embora possam ser estabelecidas algumas áreas prioritárias para a mineração de argila, com os devidos cuidados técnicos. Em áreas urbanas, os planos diretores devem definir as áreas de preservação permanentes (APP's) no âmbito dos terraços fluviais inferiores, impedindo qualquer forma de uso e ocupação de caráter permanente. As ocupações residenciais e de tipo similar devem ser proibidas, uma vez que constituem áreas de risco durante os períodos chuvosos. A proteção contra ações que venham a poluir o solo e os recursos hídricos é de fundamental importância nessa área de inundação imediata da planície fluvial.

3) Zona de Conservação Ambiental I – vincula-se ao terraço fluvial superior, correspondendo a terrenos de caráter argiloso e argilo-arenoso, sendo alcançado apenas pelas grandes cheias fluviais. São áreas exploradas sistematicamente pela agropecuária, bem como constitui extensas superfícies de vegetação de várzea, onde a carnaubeira representa seu principal elemento florístico. A exploração do extrativismo vegetal de carnaubeira estimula o artesanato de palha de carnaúba consorciado à agropecuária. Deve-se, no entanto, procurar inibir as práticas de queimadas, bastante comuns no início da quadra chuvosa. Além da

carnaúba, a exploração de argila na fabricação de telhas e tijolos, seja industrial ou artesanalmente, é bastante comum e provoca menos impactos do que esta atividade quando desenvolvida no terraço fluvial inferior. A produção de cerâmica necessita adequar-se ambientalmente no seu processo de fabricação, inserindo práticas voltadas à recuperação ambiental das áreas exploradas e a procura de matrizes energéticas mais ecológicas do que o carvão vegetal atualmente utilizado. Constata-se também que alguns bairros de sedes urbanas vêm se expandindo sobre essa unidade, devendo-se estabelecer limites de ocupação em função da ocorrência das grandes cheias fluviais. O contato limítrofe entre os terraços fluviais superior com o inferior deve ser preservado de ocupação permanente. As formas de uso e ocupação existentes e a serem desenvolvidas no terraço fluvial superior devem ter um caráter conservacionista e precisam condicionar suas práticas em função das possíveis instabilidades ambientais advindas das grandes cheias. A agricultura deve estimular uma fruticultura permanente associada à agricultura de subsistência tradicional, integrada à produção de pequenos animais, aves, caprinos e ovinos. Reflorestamentos e parques comunitários podem ser instituídos de forma a proteger as áreas mais frágeis e susceptíveis a inundações, propiciando assim áreas de lazer e impedindo a ocupação urbana e consequentes áreas de risco.

D) Sertões Setentrionais Pré-Litorâneos, Sertões Ocidentais e dos Pés-de-Serra do Planalto da Ibiapaba, Sertões Centro-Ocidentais

Essas unidades geoambientais correspondem ao conjunto da depressão sertaneja, estando situadas em superfícies com altimetrias inferiores a 300 metros. Apresentam uma topografia plana a suavemente onduladas, com litologias relacionadas, predominantemente, a rochas do Complexo Nordestino.

Quanto ao relevo, esse conforma-se como pedimentos que se inclinam desde as bases dos maciços e do planalto da Ibiapaba em direção aos fundos de vale. Em razão da semi-aridez climática dominante e a deficitária hídrica em grande parte do ano, a caatinga é a vegetação dominante, com diferentes padrões fisionômicos e florísticos.

O enfoque analítico realizado no conjunto espacial dos sertões da bacia hidrográfica do Coreaú identificou três zonas funcionais: recuperação ambiental I e II e de uso agropecuário II.

1) Zona de Recuperação Ambiental I – essa unidade de gestão corresponde às superfícies colinosas e dissecadas dos três sertões identificados e delimitados cartograficamente na bacia hidrográfica do rio Coreaú. Está vinculado às áreas sertanejas mais elevadas, com declividades mais acentuadas, onde estão situadas algumas nascentes dos afluentes fluviais da bacia. No sertão como um todo predomina a vegetação da caatinga em suas diferentes feições fisionômicas, havendo predominantemente dois tipos: a arbórea (mais conservada) e a arbustiva (menos conservada). Os cursos d’água, em suas cabeceiras, constituem nessas áreas interflúvios que se apresentam com um relevo movimentado e relativamente inclinado. A retirada da cobertura vegetal, resultado de décadas de exploração agropecuária, levou a um predomínio de feições ambientais degradadas, como é o caso das superfícies colinosas e dissecadas. Originalmente, ao longo das margens desses pequenos cursos d’água, havia uma vegetação ribeirinha que protegia suas margens. De uma forma geral, a vegetação de caatinga foi também extremamente degradada, restando poucos resquícios da vegetação original, predominando fisionomicamente uma caatinga arbustiva aberta, ou mesmo área de pastagens ou descobertas, destinadas ao cultivo de subsistência ou, especialmente, à pecuária extensiva.

As medidas de recuperação ambiental a serem aplicadas envolvem a reintrodução de espécies arbóreas nativas, tanto nas margens dos cursos d'água (vegetação ribeirinha), como nas áreas originalmente recobertas pela caatinga. Com a recuperação da vegetação ribeirinha será possível reduzir significativamente os processos erosivos das margens fluviais, levando a uma maior estabilização dos solos e do relevo. Com relação à vegetação da caatinga, a reintrodução de espécies arbóreas e arbustivas pode propiciar um potencial significativo na exploração de mel e ser explorada racionalmente na extração de madeira para diferentes fins. Haveria uma melhor proteção dos solos, favorecendo a pedogênese e uma significativa redução dos processos erosivos e deposicionais. As ações de recuperação da cobertura vegetal levariam a uma maior produtividade biológica e edáfica dessa feição, possibilitando, a médio prazo, o retorno de atividades agropecuárias, exploradas de forma ecologicamente racional. As espécies arbóreas e arbustivas seriam plantadas em função dos objetivos da futura exploração econômica: madeira, mel ou pastagens. Órgãos institucionais como universidades, IBAMA, SEMACE, Banco do Nordeste (BNB), Secretarias Municipais poderiam apoiar as ações de recuperação ambiental, por meio de aportes técnicos, operacionais e financeiros.

2) Zona de Uso Agropecuário II – esta zona vincula-se às superfícies planas e onduladas em interflúvios situados no sertão, representando as áreas mais rebaixadas direcionadas no sentido da planície fluvial do rio Coreaú. Correspondem a áreas de uso agropecuário tradicional que se mantêm em melhores condições ambientais, em razão de uma melhor estabilidade ecodinâmica. As formas de intervenção recomendadas direcionam-se à otimização da produção agropecuária. Nesse sentido, sugere-se a melhoria dos recursos forrageiros com o plantio de árvores e arbustos forrageiros nativos, plenamente adaptados ao ambiente local. Construção de cercas vivas e introdução de técnicas agroflorestais podem otimizar a exploração pecuária. Com relação à produção agrícola, a exploração de cultivos de sequeiro e agrofloresta devem ser integrados a uma melhor sustentação e inter-relação com uma pecuária semi-extensiva, direcionada à criação de pequenos animais. Buscar a aplicação de técnicas de irrigação mais corretas que evitem prejuízos à qualidade do solo pode melhorar a produtividade a médio e longo prazo. Modelos de exploração agroflorestal já em funcionamento em alguns projetos-piloto no semi-árido nordestino podem servir como referência para a instituição de novas formas de exploração agropecuária integrada. A implementação do modelo agroflorestal exige um período de sete a dez anos para que ele possa sustentar-se por si mesmo, em uma propriedade familiar. Para tanto, recomenda-se que nesse período de transição de modelo produtivo, as secretarias de agricultura dos municípios e do estado forneçam o apoio técnico e financeiro necessário. A organização de cooperativas produtivas e a instituição e comercialização de produtos com denominação de origem pode acrescentar maiores lucros ao sistema produtivo local. O beneficiamento da matéria-prima através de pequenas agroindústrias ou produções artesanais pode ampliar o valor agregado dos produtos.

E) Serras Secas e Vertentes Sub-úmidas

É uma unidade geoambiental que corresponde aos maciços residuais mais secos e que se situam em áreas mais distantes das influências dos efeitos das brisas marinhas e seus conseqüentes efeitos de aumento da umidade atmosférica. São serras de relevo escarpado com litologias diversificadas, com predomínio de associações de granitos e gnaisses, tendo a Serra das Matas como principal unidade de relevo.

Nessas serras há um predomínio da caatinga e da mata seca em alguns trechos onde a vegetação foi conservada. Possuem encostas inclinadas por onde drenam cursos d'água correspondentes às cabeceiras de afluentes do rio Coreaú.

Um uso intensivo e abusivo dos solos por meio de desmatamento seguidos e queimadas e, posteriormente, a implementação de práticas de cultivos agrícolas e pecuária extensiva, levou a intensos processos de perdas do solo por efeitos da erosão. Foi possível estabelecer nessa unidade geoambiental a presença de três zonas funcionais: preservação ambiental VII, conservação ambiental II e recuperação ambiental II.

1) Zona de Preservação Ambiental VII – a unidade em questão relaciona-se ao topo das serras secas e sub-úmidas onde, originalmente e nos ambientes mais conservados, existia uma vegetação arbóreo-arbustiva constituída por uma mata seca. Os topos de serras são de fundamental importância para a proteção do relevo com relação aos processos erosivos e a manutenção de mananciais hídricos que constituem as nascentes de alguns dos tributários da bacia do rio Coreaú. Com a preservação da cobertura vegetal natural, mantêm-se um microclima mais ameno dentro do contexto do semi-árido regional, e o tamponamento efetivado pela vegetação favorece a infiltração reduzindo o escoamento superficial. Dessa forma, a preservação da vegetação e dos recursos naturais do topo das serras efetiva uma significativa proteção do relevo da serra como um todo, já que também ameniza o escoamento e os consequentes processos erosivos das encostas. Deve-se favorecer a regeneração natural da mata seca, uma vez que as espécies vegetais da caatinga têm subido pelas encostas até o topo das serras, favorecidas por ações de desmatamento e de queimadas. Protegendo-se a mata seca, também se preserva o conjunto faunístico a ela vinculada, pois dessa forma se está protegendo o habitat natural das espécies. Estratégias de criação de unidades de conservação de âmbito municipal e estadual estimulam a efetivação de reservas particulares do patrimônio natural (RPPN's). É possível atrelar às estratégias de proteção ambiental, o desenvolvimento de práticas de ecoturismo acompanhadas de uma devida orientação quanto à Educação Ambiental.

2) Zona de Conservação Ambiental II – unidade correspondente à vertente a barlavento, portanto mais úmida das serras em questão. Anos seguidos de exploração agrícola irracional provocaram danos ambientais significativos nas encostas úmidas das serras secas. Ambientes com condições climáticas locais mais favoráveis ao cultivo estimularam a práticas agrícolas que foram realizadas de forma intensiva e irracional. Não houve o devido respeito quanto às limitações naturais impostas pelas acentuadas declividades do relevo, nem quanto à importância da cobertura vegetal original na proteção dos solos. Cultivos de subsistência (milho e feijão) e a bananicultura provocaram significativas transformações paisagísticas e excessivas perdas da cobertura edáfica. A quase total retirada da vegetação original deixou os solos expostos, susceptíveis aos processos erosivos, pluviais e eólicos, reduzindo significativamente a produção agrícola. Constata-se que é necessária a introdução de técnicas conservacionistas no sentido de construir um sistema produtivo agroflorestal, para que se alcance um modelo de estabilidade entre produção agrícola e conservação ambiental. A mesma estratégia de gestão agroflorestal proposta para áreas do sertão deve ser implantada nas encostas úmidas das serras secas. É necessário, no entanto, adaptações às limitações impostas pela declividade do relevo, construindo-se infraestruturas necessárias como terraços, canais de drenagem, barreiras de contenção, bem como a introdução de plantios em curva de nível. A otimização agroecológica da produção deve ser acompanhada por uma organização comunitária e cooperativa de produtores, visando uma melhor oferta dos produtos no mercado.

3) Zona de Recuperação Ambiental II – corresponde aos ambientes de encosta a barlavento das serras secas. São superfícies excessivamente degradadas em razão de ciclos contínuos de desmatamento, queimadas e cultivos de subsistência, não tendo sido tomado qualquer cuidado conservacionista com relação às limitações impostas pelo relevo das encostas. Em razão do extremo estado de degradação ambiental, sugere-se uma pausa no desenvolvimento das atividades produtivas nessa zona, e que se estabeleçam apenas medidas de recuperação ambiental. A exemplo do proposto na Zona de Recuperação Ambiental I, deve-se efetivar um reflorestammento com espécies arbóreas e arbustivas nativas nas superfícies colinosas e dissecadas do sertão. Nos setores acima da faixa de 300 metros, sugere-se a reintrodução de espécies arbóreas da mata seca e da caatinga arbórea, enquanto nas cotas altimétricas inferiores das encostas secas, o plantio de árvores e arbustos da caatinga. O delineamento de plantio de árvores e arbustos em curvas de nível e em pontos alternados entre cada árvore/ arbusto contribuirá na contenção do fluxo de sedimentos superficiais. Após um período de dez a vinte anos é possível uma exploração racional dos recursos madeireiros, uma contínua atividade de apicultura e produção de mel ecologicamente certificado, além de um posterior reaproveitamento agrícola por meio de técnicas agroflorestais. Instituições governamentais municipais e estaduais, financeiras e comunitárias, podem desenvolver projetos nesse sentido, obtendo benefícios de caráter permanente após um período de médio prazo.

F) Serras Úmidas e Serras Pré-Litorâneos

É uma unidade geoambiental que envolve os maciços residuais de maiores altitudes e de disposição geográfica mais próxima ao litoral. Adquirem grande importância na alimentação hídrica da bacia do rio Coreaú, uma vez que recebem significativos aportes hídricos das chuvas orográficas e litorâneas. Destaca-se que estão situadas em climas úmidos (serras úmidas) e subúmidos (serras pré-litorâneas), o que favorece ao desenvolvimento de uma cobertura vegetal mais exuberante: matas úmidas e matas secas.

Nessa unidade geoambiental foram recomendadas a efetivação das zonas de preservação ambiental VIII, de conservação ambiental III e recuperação ambiental III.

1) Zona de Preservação Ambiental VIII – esta zona funcional está relacionada ao topo dos maciços residuais em questão, onde a vegetação pluvio-nebular e a mata seca, por seu porte arbóreo e estrutura fechada, assumem uma função ecológica essencial na proteção do relevo contra os processos erosivos. Um importante número de afluentes hídricos da bacia flui a partir do topo dessas serras, sendo que a preservação dessa zona é fundamental na manutenção do potencial hídrico da região. A vegetação original nessas serras é incipiente em função do processo histórico de uso e ocupação dessas áreas serranas. Os cultivos de bananeira e de subsistência alcançam até a cumeeira dessas serras, alterando profundamente a estrutura e composição florística de sua vegetação primária. Extensos trechos dos topos das serras em questão estão tomados por uma vegetação secundária, composta predominantemente por palmáceas, como o babaçu (*Orbignya phalerata*). Essa palmeira, que ocorre de forma equilibrada em sua distribuição na mata úmida conservada, torna-se uma espécie dominante quando integra uma vegetação secundária no processo de sucessão fitoecológica provocada pelos desmatamentos e queimadas. Em áreas de mata seca é comum a presença e abundância de outras palmáceas na composição da vegetação secundária. Tanto as matas úmidas como as secas estão em um estágio de degradação relativamente avançada, tendo, no entanto, uma elevada capacidade de regeneração, como demonstram algumas áreas em pleno processo de recuperação de sua composição original. Nesse sentido, as estratégias de preservação são extremamente necessárias, uma vez que possibilitam a manutenção do

patrimônio genético florístico e faunístico dos resquícios florestais existentes, como também possibilita a regeneração natural das matas úmidas e secas dos topos de serra. Os municípios que devem arcar diretamente com a responsabilidade de aplicação e controle das normas preservacionistas. Pode ser permitido o desenvolvimento do ecoturismo e a instalação de pousadas ecológicas, desde que cumpram as normas de gestão ambiental estabelecidas para áreas de preservação ambiental. Programas de Educação Ambiental devem ser estabelecidos e estimulados em seus diferentes âmbitos de ação.

2) Zona de Conservação Ambiental III – vincula-se às superfícies de barlavento das serras em questão, onde desenvolvem-se diferentes feições vegetacionais em função dos gradientes altimétricos. Nas áreas mais elevadas da encosta está a mata úmida, seguidas pela mata seca e a caatinga, ao progressivamente diminuir-se as cotas de altitude. A exemplo de outras áreas do estado do Ceará, esses maciços residuais sempre sofreram intensas pressões quanto à ocupação antrópica, vinculada principalmente à agricultura de subsistência e a bananicultura. Em função de uma sobre exploração, muitas superfícies de encostas úmidas foram abandonadas e, atualmente, passam por um processo de regeneração natural. O estabelecimento de estratégias de conservação ambiental visa buscar uma harmonia entre os processos de uso e ocupação e a estabilização ambiental. Para tanto, é necessário a introdução de novos hábitos e técnicas de produção agrícola. Em um primeiro momento, é preciso considerar as limitações naturais impostas pela declividade do terreno e compreender que a total retirada da cobertura vegetal natural e a introdução de cultivos tradicionais levam à progressiva e substancial perda dos solos e o consequente assoreamento dos cursos d'água na depressão sertaneja, para onde drenam os córregos e riachos oriundos da serra. Por tanto, o estabelecimento de técnicas de terraceamento, plantio em curvas de nível e o estabelecimento de cultivos permanentes com árvores frutíferas associadas a cultivos de subsistência, é fundamental para conservar e até recuperar as encostas a barlavento. Deve-se estabelecer um sistema de drenagem por meio de canais artificiais e favorecer a infiltração hídrica do solo. A agrofloresta surge como uma opção viável para a implantação de um sistema produtivo, principalmente em função de uma disponibilidade climática e hídrica mais favorável, dentro do contexto regional.

3) Zona de Recuperação Ambiental III – está correlacionada às áreas de vertentes secas, e a exemplo de outras serras, encontra-se fortemente degradadas em razão de formas de exploração econômica irracional. A retirada de madeira, os incêndios para limpeza dos terrenos e a implantação de cultivos de subsistência como o milho e o feijão, ao longo de décadas, causou uma exaustiva perda do substrato edáfico. É necessário estabelecer um período de pousio aos terrenos, permitindo a recuperação natural do extrato vegetal gamíneo-herbáceo e a introdução de árvores e arbustos da vegetação original, por meio de reflorestamento. Devem-se eleger espécies que tentem algum aproveitamento como recurso vegetal e que, ao mesmo tempo, contribuam na composição das condições ecológicas dos solos. Dessa forma, haverá um aumento da infiltração hídrica em função da tamponagem da cobertura vegetal e uma amenização das condições micro e meso-climáticas. Em função das declividades acentuadas das vertentes secas, o reflorestamento/ regeneração estimulada da vegetação, pode recorrer a plantios em curvas de nível e construção de terraços, onde se fizer necessário. A implantação de projetos/ programas de reflorestamento devem ter uma coordenação direta das secretarias municipais, recebendo apoio técnico e financeiro do governo do estado do Ceará. O sistema de plantio e monitoramento deve estabelecer um prazo de dez a vinte anos para uma recuperação vegetacional. A partir desse prazo é possível retomar algumas atividades produtivas, sugerindo-se a introdução do sistema agroflorestal. As atividades de mineração, como a exploração de granito, gnaisses e outras rochas devem ser

melhor organizadas em suas práticas, levando o seu devido licenciamento. Novas técnicas de extração mineral devem ser introduzidas de forma a causar menores danos aos recursos paisagísticos, bem como faz-se necessário a devida recuperação paisagística dos terrenos explorados.

G) Planalto Cuestiforme da Ibiapaba

Esta grande unidade geoambiental está vinculada às formações paleozóicas do domínio das bacias sedimentares, especialmente a Formação Serra Grande, que corresponde à unidade basal da bacia sedimentar do Parnaíba. É composto por arenitos, conglomerados com seixos e intercalações de siltitos e folhelhos.

Possui um relevo em forma de cuesta, onde se identificam nitidamente suas três principais feições morfológicas: reverso, cornija e front. Estende-se no sentido N – S bordejando as depressões sertanejas periféricas e a vegetação ainda conservada é constituída por cerrado, carrasco, mata úmida, mata seca e caatinga.

As principais atividades econômicas estão vinculadas à pecuária extensiva, agricultura de subsistência e agroindústria. Em seu conjunto territorial vinculado à bacia hidrográfica do rio Coreaú foram propostas a instituição de três zonas funcionais: uso indiscriminado II, preservação ambiental VIII e conservação ambiental IV.

1) Zona de Uso Indiscriminado II – está relacionada à superfície do topo/ reverso do planalto da Ibiapaba, onde há um predomínio de latossolos arenosos, que são fisicamente propícios a um aproveitamento mais intensivo. A presença de um relevo plano também favorece a expansão da agropecuária, bem como a outras formas de uso e ocupação. A agricultura intensiva vem desenvolvendo-se há décadas nas superfícies do reverso da Ibiapaba, sem que haja significativos processos de degradação ambiental quanto aos processos erosivos. Deve-se sim exercer uma maior fiscalização sobre as formas e intensidade de utilização de agrotóxicos, que é aplicado de forma descontrolada quando na produção de cultivos hortículos e frutíferos. Faz-se necessário realizar um monitoramento da qualidade dos solos agrícolas e das águas subsuperficiais e subterrâneas suscetíveis à contaminação por agrotóxicos. Um sistema de coleta e acondicionamento de embalagens dos produtos agroquímicos utilizados deve ser implantado, uma vez que os mesmos quando depositados indevidamente ou reutilizados pela população podem causar sérios danos à saúde pública. De uma maneira geral, o ambiente do reverso da Ibiapaba é bastante estável em sua ecodinâmica, propiciando um uso irrestrito, desde que não se extrapole a capacidade de carga ambiental. Sugere-se um cuidado maior com o surgimento de voçorocas em algumas áreas de declividade e uso agrícola e pecuário mais intensivo. Como em toda e qualquer feição ambiental, o respeito às APPs, principalmente as vinculadas às planícies dos pequenos córregos que drenam a superfície do topo do planalto, deve ser efetivado. As unidades de conservação existentes devem ser gerenciadas de forma adequada, controlando-se problemas vinculados ao desmatamento, incêndios e caça predatória. Um programa de Educação Ambiental eficiente e extensivo à população local pode favorecer a um maior relacionamento entre as comunidades e o ambiente, bem como a adequação no uso de agrofertilizantes e biocidas.

2) Zona de Preservação Ambiental VIII – é a área correspondente à borda da cuesta da Ibiapaba, onde desenvolve-se uma vegetação arbórea perenifólia, de caráter pluvio-nebular, principalmente nos trechos de maior altitude. Nas áreas mais rebaixadas do planalto da Ibiapaba a cornija encontra-se recoberta por uma vegetação subcaducifólia de mata seca. A

preservação dos ambientes da borda da cuesta da Ibiapaba é ecologicamente importante, uma vez que a vegetação protegida atua na bioestabilização do relevo, reduzindo significativamente o relevo da borda e das encostas do planalto. Destaca-se que alguns cursos d'água que drenam o reverso da cuesta chegam em seu percursos até a borda do planalto, constituindo pequenas cachoeiras que devem ser protegidas por sua beleza natural e por constituir um patrimônio ecoturístico. A presença do Parque Nacional de Ubajara e das APA's da Ibiapaba e do Delta do Parnaíba fornecem respaldos legais e institucionais para que se efetivem medidas preservacionistas na borda do planalto da Ibiapaba. Programas de desenvolvimento de ecoturismo, com trilhas ecológicas e práticas de contemplação dos atrativos naturais podem promover um turismo comunitário de bases locais de caráter sustentável. A Educação Ambiental, formal e informal, deve apoiar os programas de desenvolvimento ecoturístico, no sentido de obter um melhor equilíbrio nas relações sociedade e natureza, nessa unidade de zoneamento funcional.

3) Zona de Conservação Ambiental IV – condiz com a superfície do front da cuesta da Ibiapaba, onde há uma declividade do relevo bastante acentuado. Nessa área de ocupação agropecuária menos intensificada que a depressão sertaneja e no reverso/ topo do planalto, ainda há uma vegetação conservada, alternada espacialmente com terrenos ocupados por atividades agrícolas. Embora o uso agropecuário não seja tão intensivo, há significativas alterações das condições ambientais em determinados trechos das encostas, onde denotam-se processos de erosão acentuada que terminam por acelerar a ação do assoreamento das planícies fluviais e açudes. No sentido de amenizar esses problemas, a introdução de práticas conservacionistas junto à produção agropecuária, é uma medida que pode trazer benefícios socioambientais a curto e médio prazo. A aplicação de técnicas conservacionistas deve envolver o cultivo em curvas de nível, com uso de árvores e arbustos frutíferos, terraceamento e organização da drenagem em canais artificiais, quando necessário. Deve haver, ainda, um cuidado com a contenção de barreiras originadas a partir de estradas que cortam o front do planalto da Ibiapaba.
As margens dos córregos que escoam ao longo do front devem ter sua vegetação original conservada e/ ou recuperada, reduzindo-se assim o processo de erosão linear e o surgimento de voçorocas nas margens desses cursos d'água. Em razão da presença de veios de calcários ocorre uma exploração mineral que, em sua maioria, desenvolve-se de forma irracional, tornando-se um forte agente de degradação ambiental. A atividade de mineração do calcário para a produção de cal ocorre predominantemente de forma artesanal, causando impactos ambientais diretos e indiretos. Muitas das ações exploradas por essa atividade de mineração são posteriormente abandonadas, sem que ocorra a devida recuperação ambiental, conforme estabelecido pela legislação específica. Como impactos indiretos, acrescentam-se a exploração dos recursos vegetais do entorno da área de mineração, provocando desmatamento para o uso de madeira como combustível nas caieiras. Esse fato requer a implementação de medidas de reflorestamento nas áreas exploradas em seus recursos madeiríferos. Outra opção viável é buscar a introdução de matrizes energéticas alternativas (eólica e solar) ou mesmo convencional (óleo diesel e eletricidade), como meio de amenizar os impactos sobre os recursos vegetais.

5.10.9. Incumbência de atribuições técnicas, legais e financeiras: nos âmbitos federal, estadual, municipal e local

Há diferentes políticas direcionadas à gestão de bacias hidrográficas, podendo-se destacar a criação de comitês de bacia e a construção participativa dos Planos Diretores Municipais. Estes revelam-se imprescindíveis para o ordenamento do uso dos recursos ambientais no

estado do Ceará, em especial a utilização racional da água na bacia hidrográfica do Coreaú. Porém, o diagnóstico ambiental da região e as propostas de manejo sustentável só terão êxito se forem acompanhadas por um plano de monitoramento da qualidade ambiental, com ações distribuídas no tempo e no espaço.

Nesse sentido, é imprescindível o cumprimento das normas referentes ao licenciamento ambiental no estado do Ceará, fiscalizado pelo IBAMA e pela SEMACE, que regem sobre a construção, a instalação e a operação dos empreendimentos, com base na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981) e na Resolução CONAMA n. 001, de 10 de março de 1987 e na Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997.

Ademais, a Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) revelam-se como estratégicas para o gerenciamento e a fiscalização dos recursos hídricos no Ceará, sendo imprescindível a atuação permanente desses órgãos na fiscalização e na gestão territorial dos recursos da bacia do Coreaú.

Os instrumentos legais que melhor se adéquam à gestão das bacias no estado do Ceará podem ser sintetizados da seguinte forma:

- Lei n. 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências.
- Lei n. 12.522, de 15 de dezembro de 1995, que define como áreas especialmente protegidas as nascentes e olhos d'água e a vegetação natural no seu entorno e dá outras providências.
- Lei n. 13.497, de 6 de julho de 2004, que dispõe sobre a Política Estadual de Desenvolvimento da Pesca e Aquicultura, cria o Sistema Estadual da Pesca e da Aquicultura – SEPAQ, e dá outras providências.
- Resolução n. 001, de 23 de março de 2006, que aprova a criação dos comitês das bacias hidrográficas do Coreaú e do Litoral.

Na bacia do Coreaú existem somente 4 unidades de conservação, todas de uso sustentável: 1) Municípios de Jijoca e Cruz: Área de Proteção Ambiental de Jericoacoara, Decreto n. 90379 de 29 de Outubro de 1984; 2) Município de Camocim: Área de Proteção Ambiental de Tatajuba, Lei Municipal n. 559/94, de 26 de dezembro de 1994, com área total de 3.775 hectares, e Área de Proteção Ambiental da Praia de Maceió, Lei Municipal n. 629/97, de 19 de dezembro de 1997, com 1.374,1hectares; 3) Municípios de Ibiapaba, Ipu, Tianguá, Ubajara, Ibiapina e Viçosa do Ceará: Área de Proteção Ambiental da Serra de Ibiapaba, Decreto Federal, de 26 de novembro de 1996, com área total de 1.592.550,00 hectares nos estados do Ceará, Piauí e Maranhão.

O **Quadro 5.26** sintetiza os principais instrumentos legais e ações institucionais que podem ser direcionadas para o planejamento, a conservação e a preservação dos mananciais na bacia do Coreaú.

Quadro 5.26. Ações de planejamento e instrumentos normativos para a preservação e conservação dos mananciais da bacia do Coreaú

Nível	Instrumento	Ações
Federal	DNOCS	Beneficiamento de áreas e obras de proteção contra as secas e inundações; Irrigação; Radicação de população em comunidades de irrigantes ou em áreas especiais, abrangidas por seus projetos; Saneamento básico, assistência às populações atingidas por calamidades públicas e cooperação com os municípios.
	ANA	Implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso a água, promovendo o seu uso sustentável.
	IPHAN	A criação da Instituição obedece a um princípio normativo, atualmente contemplado pelo artigo 216 da Constituição da República Federativa do Brasil, que cabe ao poder público, com o apoio da comunidade, a proteção, preservação e gestão do patrimônio histórico, conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico, científico e artístico do país
	IBAMA	Exercer a gestão ambiental no âmbito nacional ou regional, visando assegurar à sociedade a qualidade do meio ambiente, a preservação e o uso sustentável dos recursos ambientais.
	Lei n. 9433, 8/01/1997 Política Nacional de Recursos Hídricos	Gestão sistemática dos recursos hídricos; Adequação da gestão de acordo com as diversidades regionais; Integração entre gestão de recursos hídricos e gestão ambiental; Integração dos vários níveis de planejamento; Articulação da gestão dos recursos hídricos com o uso do solo; Integração da gestão de bacias com os sistemas estuarinos e costeiros.
	Lei n. 7661, 16/05/1988 Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro	Zoneamento de usos e atividades na zona costeira.
	Lei n. 4771, 15/09/1965 Código Florestal	Regulamenta e ordena as zonas de proteção e preservação da vegetação.
	Lei n. 6938, 31/08/1981 Política Nacional do Meio Ambiente	Preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.
Estadual	Secretaria de Recursos Hídricos	Promoção da oferta, gestão e preservação dos recursos hídricos de forma participativa e descentralizada. Enquadramento dos corpos de água em classes, juntamente com a participação social.
	SEMACE	Administração dos licenciamentos ambientais; Monitoramento e controle ambiental dos recursos ambientais Promoção de pesquisas e estudos ambientais; Desenvolvimento de programas de educação ambiental. Elaboração de publicações sobre preservação e conservação de bacias
Estadual	COGERH	Gerenciar os Recursos Hídricos de domínio do estado do Ceará e da União, de forma integrada, descentralizada e participativa, incentivando o uso racional, social e sustentado, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.
	Comitê Gestor	Promoção de debates relacionadas aos recursos hídricos; Articulação com as entidades oficiais; Arbitrar, em primeira instância, os conflitos de uso da água; Aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos

Nível	Instrumento	Ações
		Hídricos da Bacia; Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso da água e sugerir os valores a serem cobrados; Estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo. Elaborar e distribuição materiais didáticos sobre técnicas corretas de recuperação e preservação de nascentes e outros corpos hídricos; Promoção de Educação Ambiental e gestão de bacias.
	Lei n. 11.996, 24/071992. Plano Estadual de Recursos Hídricos	Assegura que a água possa ser controlada e utilizada em padrões de qualidade satisfatórios.
	Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SIGERH)	Coordenar a gestão integrada das águas; Implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos; Planejar, normatizar e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos; Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos; Conceder outorga do direito de uso dos recursos hídricos e licença para construção de obra de infra-estrutura hídrica; Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.
	Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA)	Coordenar a análise, execução, supervisão e acompanhamento de empreendimentos de infra-estrutura hídrica.
Municipal	Lei Orgânica	Efetivar outras atividades (assistência técnica, consórcios e etc.). Aprovar leis ambientais, criação de secretarias ambientais, de comitês gestores e etc. Realizar trabalhos direcionados à Educação Ambiental.
	Plano Diretor Municipal	Ordenar o território municipal, em relação às atividades econômicos, sociais e demandas ambientais.
Local	Associações	Promoção de campanhas e mobilizações locais.
	Sindicatos	Realizar campanhas de recuperação de matas ciliares e de nascentes junto aos proprietários de terra.

5.10.10. Referência de Modelo no Brasil: Consórcio Piracicaba, Capivari, Jundiaí

O Programa de Proteção aos Mananciais (PPM) do Consórcio Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CPJ) foi criado em 1991, com o objetivo de proteger os mananciais de uso público atuais e futuros, visando à garantia de água de qualidade para toda a população das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

As ações foram desenvolvidas orientadas para o reflorestamento da mata ciliar, a produção de mudas florestais nativas e a utilização de técnicas corretas de plantio, visando à conservação do solo e à minimização da utilização de produtos químicos, aplicando-se os princípios do Código Florestal de 1965 e da Lei de Proteção aos Mananciais do Estado de São Paulo de 1997.

O Programa de Proteção aos Mananciais já desenvolveu projetos em parceria com municípios, promotoria pública, casas de agricultura, Departamento Estadual de Proteção dos Recursos Naturais (DEPRN), Ministério do Meio Ambiente, Fundo Estadual dos Recursos Hídricos (FEHIDRO), entre outros, tendo plantado e doado mais de 2,5 milhões de mudas florestais nativas nas bacias PCJ.

O PPM também tem fornecido assistência técnica aos municípios e às empresas consorciadas na elaboração de projetos de reflorestamento e na produção de mudas florestais. Entre outras atividades do programa estão: i) a realização de plantios comunitários; ii) a apresentação de palestras e seminários, iii) a promoção de campanhas de cadastramento de proprietários rurais para a recomposição da matas ciliares; e iv) a participação em congressos e premiações.

A seguir, são citadas algumas ações desenvolvidas pelo programa nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí:

- Campanha de Recuperação de Matas Ciliares e de Nascentes: foi realizada nos 8 municípios que compõe a sub–bacia do rio Corumbataí, visando identificar proprietários rurais interessados em recuperar as matas ciliares de suas propriedades. A partir de uma divulgação nos municípios, os proprietários foram convidados a participar de uma palestra explicativa sobre a campanha, onde foram informados sobre a metodologia do projeto, a importância das matas ciliares e a legislação associada, recebendo, a partir de então, uma visita técnica na propriedade. Após estas atividades, foi elaborado um projeto de reflorestamento e encaminhado ao DEPRN para a obtenção da autorização do plantio, realizando-se, assim, a capacitação técnica e a coleta de mudas de espécies nativas da região.
- Publicações: o programa, em conjunto com uma equipe interinstitucional de profissionais, elaborou o livro “Preservação e Recuperação de Nascentes - de Água e de Vida”, com o objetivo de informar ao público em geral sobre a necessidade da preservação, as corretas técnicas e a legislação pertinente às áreas de nascentes. Tal publicação foi editada pelo Comitê PCJ com tiragem inicial de 2000 exemplares. O Programa de Proteção aos Mananciais também editou uma cartilha com uma metodologia básica para a recuperação de áreas de preservação permanente destinada aos proprietários rurais das bacias PCJ.
- Cursos, Congressos e Mídia: o programa apresentou trabalhos técnicos sobre recuperação de áreas degradadas nos congressos da Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento (ASSEMAE), divulgando as atividades realizadas nesta temática. O programa também promoveu um curso sobre implantação de matas ciliares, além de palestras em prefeituras, casas de agricultura, câmaras de vereadores de municípios consorciados, e outros. Houve suporte técnico através de visitas *in loco* às áreas de preservação permanente e descrição técnica das realidades encontradas, que resultaram em um vídeo educativo e um relatório sobre a situação atual dos rios da bacia. As atividades do programa tiveram bastante destaque na mídia regional, através de reportagens e entrevistas na televisão, jornais e rádios.
- Programa de Investimento do Consórcio: o programa realizou plantios de matas ciliares nas três sub–bacias que contribuem com o Programa de Investimentos do Consórcio, R$ 0,01/m3 de água (Corumbataí, Jaguari e Atibaia), atendendo as demandas dos serviços municipais de água e esgoto de 12 municípios.
- Sequestro de Carbono: foi realizado na sede do consórcio PCJ um *workshop* com os resultados da consultoria técnica sobre a possibilidade de inserção das atividades de recuperação de matas ciliares no “mercado de créditos de carbono”, previsto no Protocolo de Kyoto de 1997, contando com a participação de técnicos de prefeituras e empresas da região.
- Parceria Sabesp: dentro do trabalho de fomento às atividades de recuperação de áreas degradadas, foi renovada junto à Sabesp uma parceria para a distribuição de 200 mil

mudas florestais nativas, com o objetivo de apoiar os trabalhos de recomposição de matas ciliares em mananciais das bacias PCJ, onde o programa é encarregado de promover a distribuição e o acompanhamento técnico das mudas pré e pós-plantio.

- Outras Atividades: o programa também promove parcerias com vários municípios consorciados para a produção e a distribuição de mudas florestais nativas nas bacias PCJ, além de assistência técnica aos municípios e empresas consorciadas e participa do grupo técnico do Comitê PCJ para recuperação da Sub–Bacia Corumbataí.

Experiência a nível local da Bacia do Coreaú, **Fundação CIS** - A Fundação de Ecologia e Integração Social, com a construção de micro corredores ecológicos da bacia hidrográfica do rio Coreaú; Tem como missão apoiar, fortalecer e implementar ações de Desenvolvimento Humano, através do fortalecimento das organizações da sociedade civil na microrregião da bacia do Rio Coreaú, na zona norte de Estado do Ceará, priorizando a agricultura ecológica, gestão ambiental, economia solidária, por meio de atividades de estudos, planejamento, capacitação, assessoria técnica, formação e educação especial ambiental.

5.11. Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios

5.11.1. Descrição do Programa

O monitoramento dos recursos hídricos tem a função de produzir informações relacionadas aos aspectos quantitativos e qualitativos dos corpos d'água. No Ceará, estas informações são produzidas pelo monitoramento de corpos d'água superficiais - seções de rios e reservatórios - pela Companhia de Gestão de Águas – COGERH, através de sua Gerência de Desenvolvimento Operacional.

Atualmente a COGERH gerencia 132 reservatórios em todo o Estado. Como produto do monitoramento **quantitativo**, tem-se o Boletim Informativo dos Açudes, o qual contempla informações relativas ao volume armazenado.

Outro produto é o Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará, que sistematiza as informações produzidas pelo monitoramento durante o período localizado entre o final de duas estações chuvosas consecutivas, tais como: situação dos açudes no início da estação seca, ocorrência de eventos extremos (sangria e volume morto), evolução anual do volume armazenado por bacia hidrográfica e por açude e evolução do volume armazenado em cada açude durante o último ano, entre outras. Tanto o Boletim Informativo dos Açudes quanto o Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Açudes encontram-se disponíveis na Internet (http://www.cogerh.com.br).

Mesmo com as atividades acima descritas, devido à enorme variabilidade temporal e espacial das vazões anuais afluentes aos reservatórios, faz-se a operação dos reservatórios, a cada final da estação chuvosa, somente para o próximo período seco. Ou seja, neste intervalo de tempo, o fenômeno é determinístico – sabe-se quais as entradas no sistema (todas nulas) e as saídas. A alocação negociada está relacionada à alocação de água a curto prazo.

No que se refere à alocação a longo prazo – outorga – há que se definir o valor máximo outorgável para cada reservatório. Uma alternativa é resgatar este valor no projeto do reservatório (vazão de projeto). O inconveniente é que, dependendo do método empregado à época para sua determinação, este valor pode ser bem diferente do verdadeiro.

A proposta deste Programa, assim, é ir além do mero monitoramento quantitativo. É de agregar mais informação, realizando um "monitoramento analítico" dos reservatórios monitorados pela COGERH na bacia, através da análise e interpretação dos dados coletados. Algumas destas informações já existem, mas estão dispersas em diferentes gerências da COGERH, como, por exemplo, a vazão efetivamente retirada do reservatório e a vazão deliberada na reunião do CBH. Outras, como a vazão regularizada para diversos níveis de garantia, precisam ser estimadas com modernas técnicas de hidrologia estocástica.

O Monitoramento Analítico dos Reservatórios deve ser uma ação permanente do sistema de recursos hídricos.

5.11.2. Objetivos do Programa

Produzir informações que permitam compreender melhor o comportamento hidrológico do reservatório e que venham auxiliar o setor operacional da COGERH a definir as regras de operação de cada açude, assim como também ajustar as regras de operação pré-concebidas.

5.11.3. Instituições Envolvidas

Para o estabelecimento e a operacionalização do referido programa de ação sugere-se o envolvimento de instituições governamentais que tratam de recursos hídricos, como SRH, COGERH e DNOCS. As universidades podem também auxiliar no desenvolvimento de metodologias para o cálculo de alguns parâmetros.

5.11.4. Ações Previstas

- Definição das séries de vazões para todos os reservatórios monitorados pela COGERH. Para este fim estudos hidrológicos devem ser desenvolvidos.
- Determinação da vazão regularizada de cada reservatório, considerando o estado de equilíbrio
- Análise do histórico dos níveis de água e do volume acumulado de cada reservatório
- Análise comparativa das vazões deliberadas nas reuniões de operação do reservatório (final da estação chuvosa) com as vazões efetivamente liberadas.
- Análise comparativa entre a capacidade de armazenamento do reservatório e a sua vazão afluente média anual
- Analisar, baseado nas ações acima descritas, as causas de crises de abastecimento nos reservatórios monitorados (superestimativa da vazão regularizada, superexploração do manancial, ocorrência de secas intensas, etc) ou de vertimentos constantes nos mesmos (subestimativa da vazão regularizada, subexploração do manancial, ocorrência de anos extremamente chuvosos, etc).
- Estabelecer o perfil do comportamento hidrológico de cada reservatório

5.11.5. Fontes de Recursos

Os recursos monetários requeridos para implementação do programa de monitoramento analítico podem ser de diversas fontes: governos federal e estadual, órgãos financeiros nacional e internacional, além de recursos próprios da COGERH.

5.11.6. Estimativas de Recursos

Os montantes de recursos monetários requeridos para implementação do programa são em parte comportados pelo orçamento das instituições ligadas ao governo do estado envolvidas na ação, como a SRH e a COGERH, na forma de remuneração do corpo de técnicos e gestores envolvidos nas atividades. Outra parte dos recursos financeiros destina-se à contratação de serviços técnicos especializados para elaboração e realização de ações do programa.

5.11.7. Matriz do Programa de Monitoramento Analítico dos Reservatórios da Bacia do Coreaú

A descrição sintética dos elementos que compõem o referido programa é apresentada no **Quadro 5.27** a seguir.

Quadro 5.27. Matriz do Programa de Monitoramento Analítico da Bacia do Coreaú

Objetivos	Produzir informações que permitam compreender melhor o comportamento hidrológico do reservatório e que venham auxiliar o setor operacional da COGERH a definir as regras de operação de cada açude, assim como também ajustar as regras de operação pré-concebidas.
Instituições Envolvidas	SRH, COGERH e DNOCS
Ações Previstas	Definição das séries de vazões para todos os reservatórios monitorados pela COGERH. Para este fim estudos hidrológicos devem ser desenvolvidos. Determinação da vazão regularizada de cada reservatório, considerando o estado de equilíbrio Análise do histórico dos níveis de água e do volume acumulado de cada reservatório Análise comparativa das vazões deliberadas nas reuniões de operação do reservatório (final da estação chuvosa) com as vazões efetivamente liberadas. Análise comparativa entre a capacidade de armazenamento do reservatório e a sua vazão afluente média anual Analisar, baseado nas ações acima descritas, as causas de crises de abastecimento nos reservatórios monitorados (superestimativa da vazão regularizada, superexploração do manancial, ocorrência de secas intensas, etc) ou de vertimentos constantes nos mesmos (subestimativa da vazão regularizada, subexploração do manancial, ocorrência de anos extremamente chuvosos, etc). Estabelecer o perfil do comportamento hidrológico de cada reservatório
Fontes de Recursos	Governos federal e estadual; Órgãos financeiros nacional e internacional; Recursos próprios da COGERH.
Estimativas de Recursos	Orçamento de instituições estaduais (como SRH e COGERH) - remuneração de corpo técnico e gestores envolvidos nas atividades. Contratação de serviços técnicos especializados.

5.12. Programa de Formação de uma Base de Dados das Bacias

Os dados, a cartografia e os estudos apresentados nos módulos de informação podem ser disponibilizados no formato de sítio na rede internacional de computadores através do domínio www.*cogerh.com.br*. Neste caso, o sítio da COGERH teria um ícone onde daria acesso ao sítio do sistema de informação do Plano de Bacia.

A estrutura aqui apresentada se trata de uma proposta ainda em elaboração que pretende suprir, de forma adequada, os interesses da COGERH. A página de entrada apresentada na

Figura 5.11 oferece uma ligação para os diversos produtos do Plano como: Relatórios, Gráficos, Mapas, Quadros, Base de dados e Links.

Figura 5.11. Página inicial do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

Ao iniciar o tópico ***Relatórios*** da **Figura 5.11**, é apresentada a divisão dos relatórios técnicos que compõem o Plano e a descrição de cada um deles como apresentado na **Figura 5.12**. O título dos relatórios é uma interface para o download do referido documento do formato "pdf".

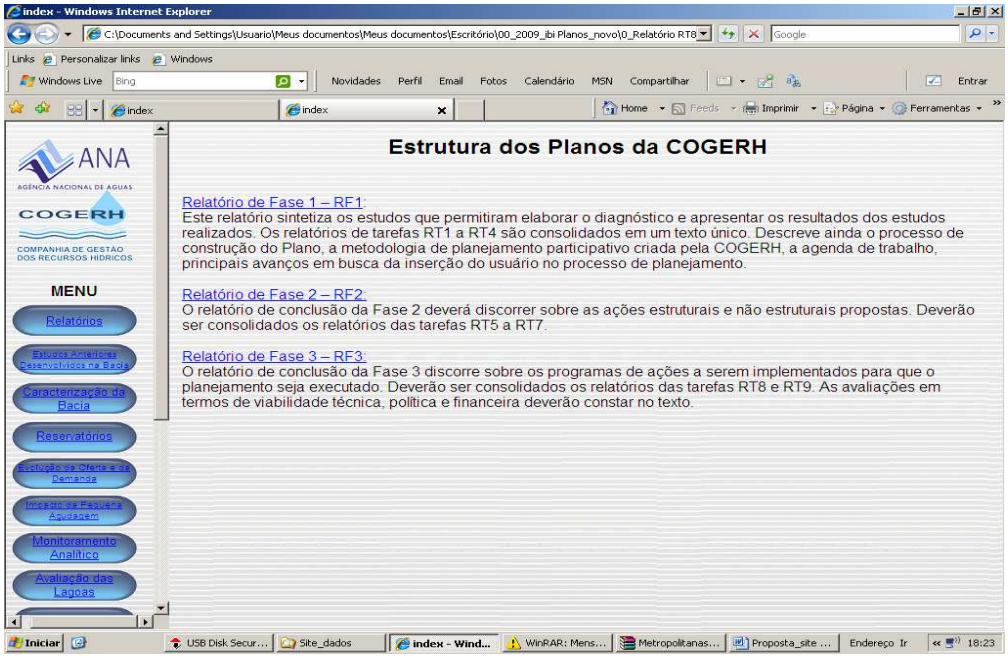


Figura 5.12. Página referente ao item Relatórios do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

O tópico **Estudos Anteriores** da **Figura 5.11** apresenta a descrição sucinta de todos os estudos; em alguns, se apresenta o link para o download no formato “pdf” (**Figura 5.13**).

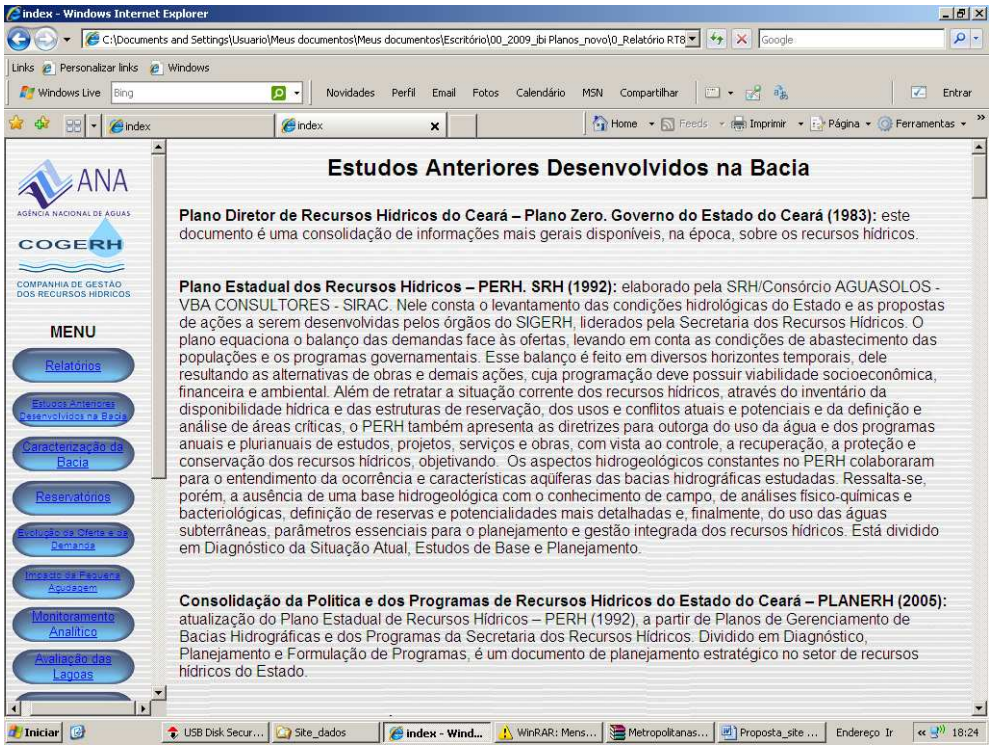


Figura 5.13. Página referente ao item Estudo Anteriores do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

O tópico **Caracterização da bacia** da **Figura 5.11** apresenta os mais variados temas relacionados à bacia (área de abrangência, hidrografia, clima, socioeconomia, etc. em forma de gráficos, mapas e tabelas (**Figura 5.14).**

Figura 5.14. Página referente ao item Caracterização da Bacia – Mapas do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

O tópico Hidrografia pode ser visualizado na **Figura 5.15**.

Figura 5.15. Página referente ao item Hidrografia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

A clicar-se no link mapa de hidrografia a página da **Figura 5.16** é apresentada. Pode-se dar download do mapa.

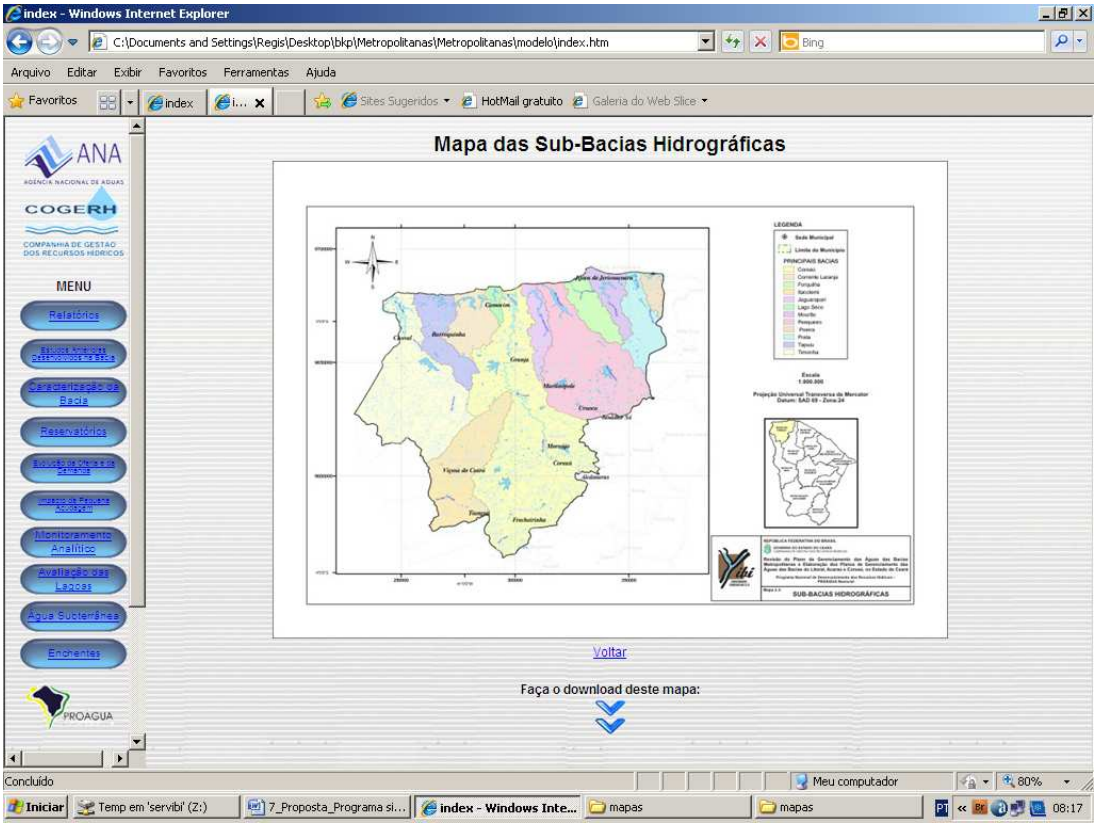
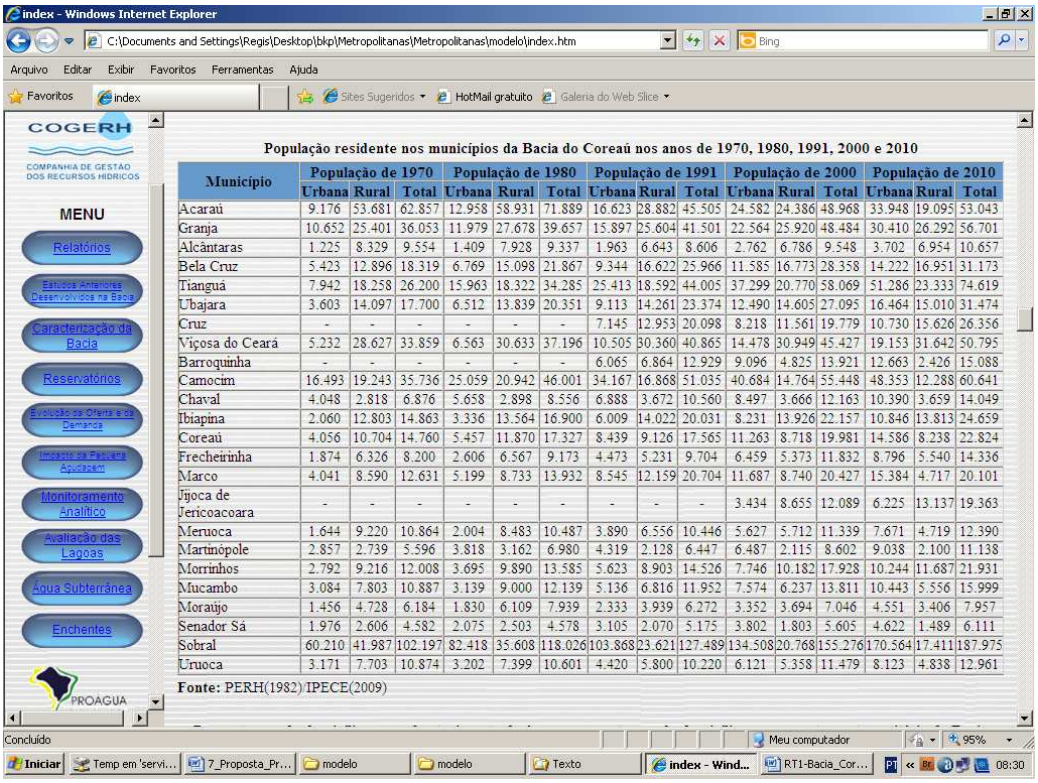


Figura 5.16. Página referente ao tema Hidrografia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

A **Figura 5.17** apresenta o menu do item Caracterização Socioeconômica e a **Figura 5.18** apresenta os dados socioeconômicos da Bacia em forma de tabelas:

Figura 5.17. Página referente ao tema Hidrografia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados



Município	População de 1970			População de 1980			População de 1991			População de 2000			População de 2010		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Acaraú	9.176	53.681	62.857	12.958	58.931	71.889	16.623	28.882	45.505	24.582	24.386	48.968	33.948	19.095	53.043
Granja	10.652	25.401	36.053	11.979	27.678	39.657	15.897	25.604	41.501	22.564	25.920	48.484	30.410	26.292	56.701
Alcântaras	1.225	8.329	9.554	1.409	7.928	9.337	1.963	6.643	8.606	2.762	6.786	9.548	3.702	6.954	10.657
Bela Cruz	5.423	12.896	18.319	6.769	15.098	21.867	9.344	16.622	25.966	11.585	16.773	28.358	14.222	16.951	31.173
Tianguá	7.942	18.258	26.200	15.963	18.322	34.285	25.413	18.592	44.005	37.299	20.770	58.069	51.286	23.333	74.619
Ubajara	3.603	14.097	17.700	6.512	13.839	20.351	9.113	14.261	23.374	12.490	14.605	27.095	16.464	15.010	31.474
Cruz	-	-	-	-	-	-	7.145	12.953	20.098	8.218	11.561	19.779	10.730	15.626	26.356
Viçosa do Ceará	5.232	28.627	33.859	6.563	30.633	37.196	10.505	30.360	40.865	14.478	30.949	45.427	19.153	31.642	50.795
Barroquinha	-	-	-	-	-	-	6.065	6.864	12.929	9.096	4.825	13.921	12.663	2.426	15.088
Camocim	16.493	19.243	35.736	25.059	20.942	46.001	34.167	16.868	51.035	40.684	14.764	55.448	48.353	12.288	60.641
Chaval	4.048	2.818	6.876	5.658	2.898	8.556	6.888	3.672	10.560	8.497	3.666	12.163	10.390	3.659	14.049
Ibiapina	2.060	12.803	14.863	3.336	13.564	16.900	6.009	14.022	20.031	8.231	13.926	22.157	10.846	13.813	24.659
Coreaú	4.056	10.704	14.760	5.457	11.870	17.327	8.439	9.126	17.565	11.263	8.718	19.981	14.586	8.238	22.824
Frecheirinha	1.874	6.326	8.200	2.606	6.567	9.173	4.473	5.231	9.704	6.459	5.373	11.832	8.796	5.540	14.336
Marco	4.041	8.590	12.631	5.199	8.733	13.932	8.545	12.159	20.704	11.687	8.740	20.427	15.384	4.717	20.101
Jijoca de Jericoacoara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.434	8.655	12.089	6.225	13.137	19.363
Meruoca	1.644	9.220	10.864	2.004	8.483	10.487	3.890	6.556	10.446	5.627	5.712	11.339	7.671	4.719	12.390
Martinópole	2.857	2.739	5.596	3.818	3.162	6.980	4.319	2.128	6.447	6.487	2.115	8.602	9.038	2.100	11.138
Morrinhos	2.792	9.216	12.008	3.695	9.890	13.585	5.623	8.903	14.526	7.746	10.182	17.928	10.244	11.687	21.931
Mucambo	3.084	7.803	10.887	3.139	9.000	12.139	5.136	6.816	11.952	7.574	6.237	13.811	10.443	5.556	15.999
Morauju	1.456	4.728	6.184	1.830	6.109	7.939	2.333	3.939	6.272	3.352	3.694	7.046	4.551	3.406	7.957
Senador Sá	1.976	2.606	4.582	2.075	2.503	4.578	3.105	2.070	5.175	3.802	1.803	5.605	4.622	1.489	6.111
Sobral	60.210	41.987	102.197	82.418	35.608	118.026	103.868	23.621	127.489	134.508	20.768	155.276	170.564	17.411	187.975
Uruoca	3.171	7.703	10.874	3.202	7.399	10.601	4.420	5.800	10.220	6.121	5.358	11.479	8.123	4.838	12.961

Figura 5.18. Página referente aos dados socioeconômicos da Bacia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

A **Figura 5.19** apresenta o mapa dos reservatórios da bacia e a **Figura 5.20** os impactos da pequena açudagem.

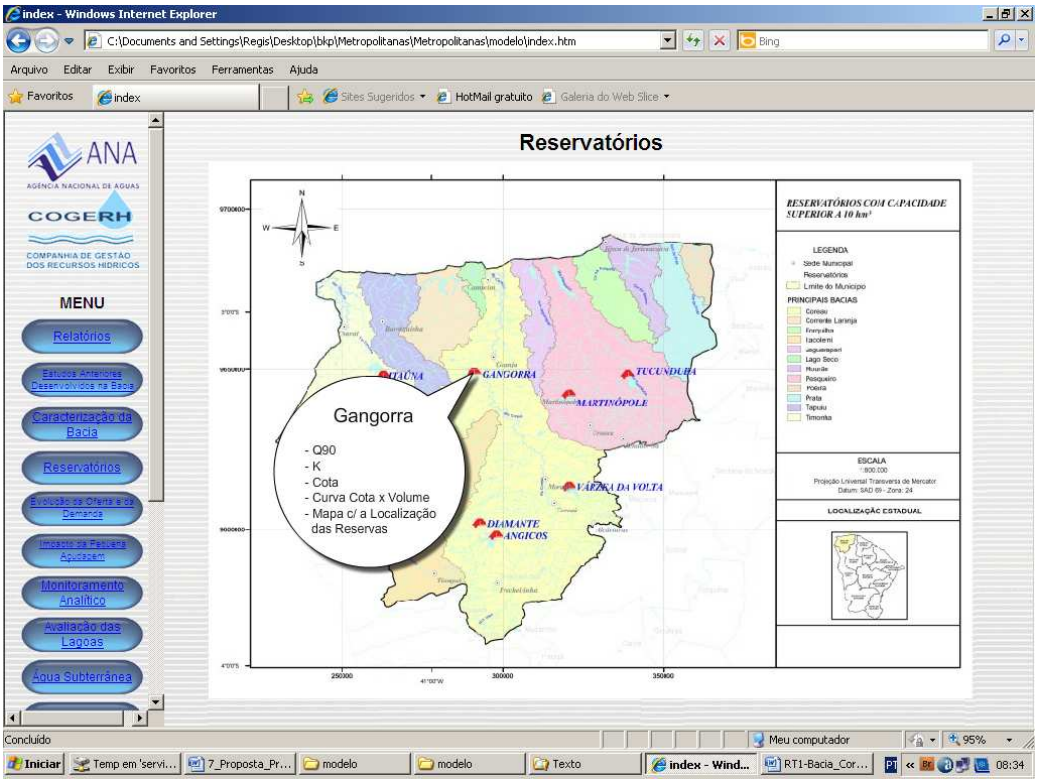


Figura 5.19. Página referente aos reservatórios da Bacia do sítio do Programa de Formação de uma Base de Dados

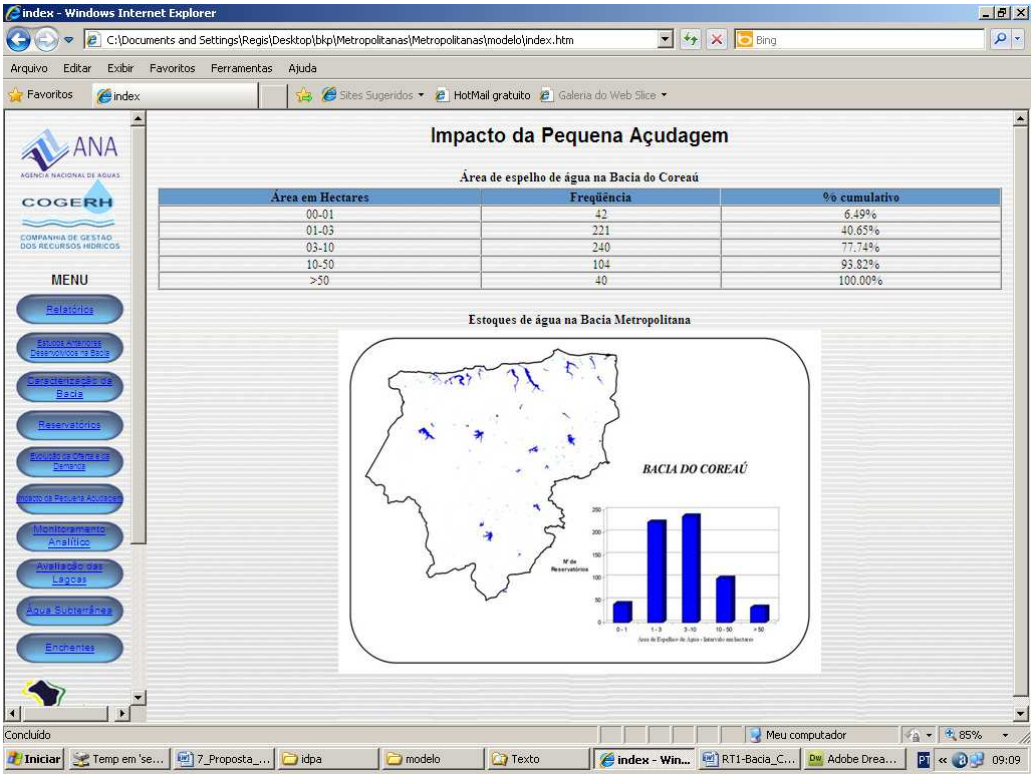


Figura 5.20. Página referente às informações do Impacto da pequena Açudagem na bacia

A **Figura 5.21** apresenta as informações sobre o Monitoramento Analítico nos reservatórios da bacia e a **Figura 5.22** apresenta a página com as informações sobre as lagoas

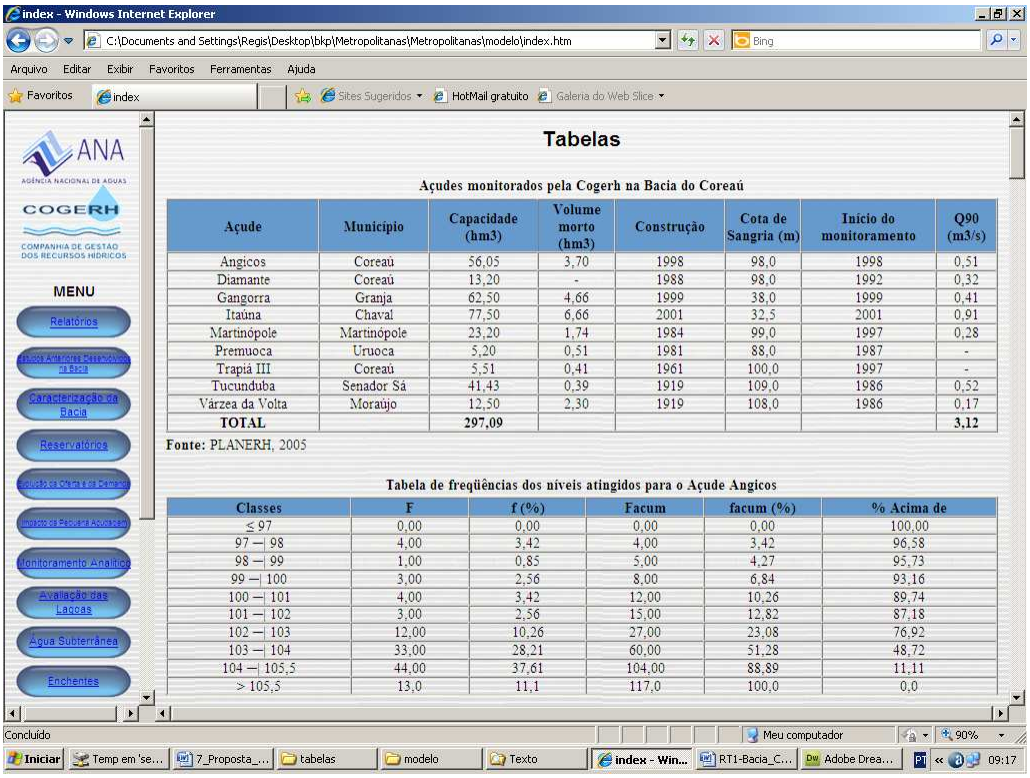


Figura 5.21. Página referente ao Monitoramento Analítico dos reservatórios da bacia

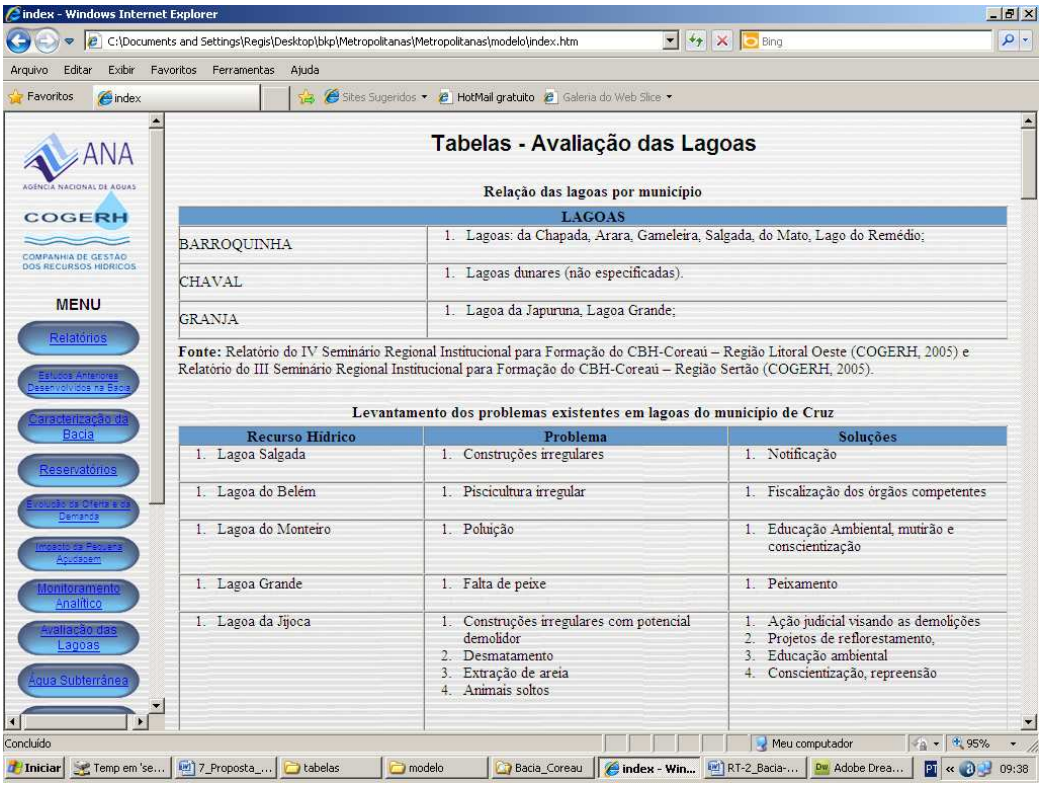


Figura 5.22. Página referente às lagoas da bacia

5.13. Proposta de apresentação do Sistema de Cadastro de Usuários - SisCad

O Sistema de Cadastro de Usuários - **SisCad** será um sistema Web que poderá ser disponibilizado para acesso em qualquer lugar do estado através da Internet, a partir do site da www.cogerh.com.br , que terá um link do sistema para acesso dos usuários. A estrutura aqui apresentada se trata de uma proposta ainda em elaboração que pretende suprir, de forma adequada, os interesses da COGERH. O **SisCad** terá sua própria base de dados e irá utilizar parte da base de dados do Sistema de Outorga e Licença - **SOL**. Essa parte que ele irá utilizar se refere às tabelas coorporativas da Cogerh: **Bacia, Município, Tipo de Fonte, Fonte e Fonte Hídrica**. O **SisCad** não terá a opção de cadastro/atualização para essas tabelas.

Vale ressaltar que as telas aqui apresentados foram utilizadas com a finalidade de um melhor entendimento das suas funcionalidades e não serão utilizadas, necessariamente, no layout do sistema final a ser entregue.

A página de entrada mostra dois campos – Usuário e Senha - para que apenas usuários cadastrados possam ter acesso ao Sistema (**Figura 5.23**).

Figura 5.23. Página inicial do sítio do Sistema de Cadastro de Usuários (Usuário e Senha)

A página de entrada apresentada na **Figura 5.24** oferece as opções do **Sistema de Cadastro de Usuários** como: Cadastro e Relatório Customizado.

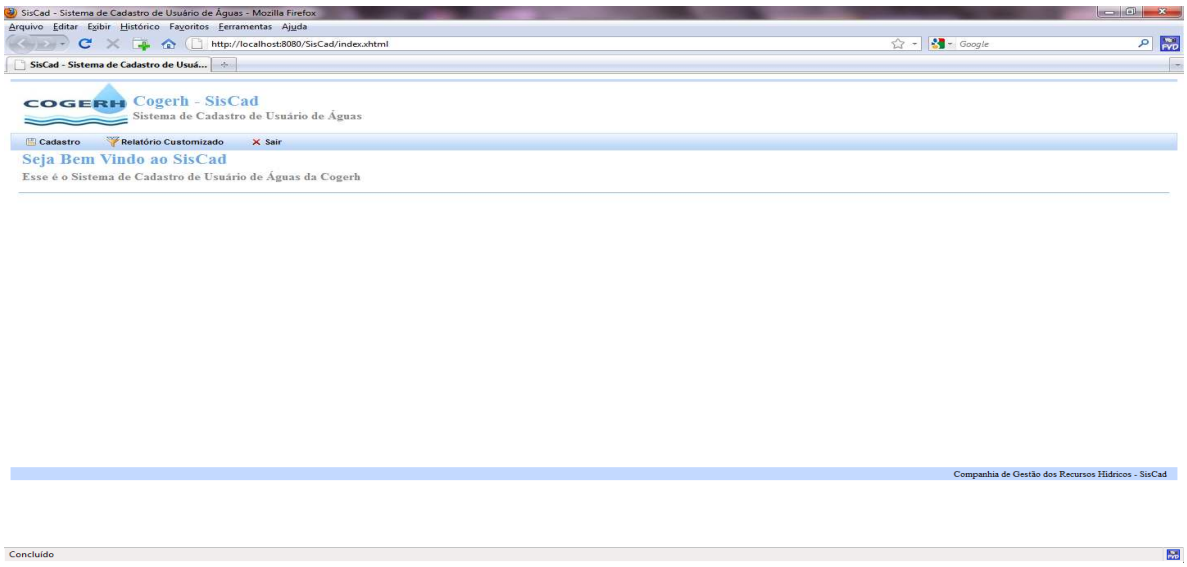


Figura 5.24. Página inicial do sítio do Sistema de Cadastro de Usuários

O sistema permitirá o cadastro de seis tipos uso de água: **Agroindústria**, **Aqüicultura Peixe em Tanque Rede**, **Aqüicultura Peixe em Viveiro e Carcinicultura**, **Empresa Concessionária de Água Bruta**, **Irrigante Completo** e **Simplificado**. Cada cadastro terá seu tipo especifico, que será informada pelo usuário.

Para realizar um cadastro, será necessário informar primeiro a pessoa responsável pelo uso da água, que poderá ser pessoa física ou jurídica. O protótipo de tela, na **Figura 5.25,** demonstra como isso será feito.

Figura 5.25. Tela de Entrada do Usuário

O usuário irá informar o CPF/CNPJ da pessoa (física/jurídica) e o sistema irá realizar uma consulta em sua base de dados para verificar se já existe um cadastro de uso de água em seu nome. Caso exista, o sistema irá listar todos os cadastros, por tipo de uso. O usuário terá a opção de alterar/excluir o cadastro realizado, como mostra a **Figura 5.26.**

Figura 5.26. Tela com opção de Alterar/Excluir Processos

Nesta tela existirá, ainda, a opção de realizar um novo cadastro para essa pessoa. O usuário irá selecionar o tipo de cadastro e o sistema abrirá a tela correspondente ao cadastro desejado.

No Relatório Customizado, o usuário terá a opção de escolher quais filtros pretende utilizar para realizar a consulta dos cadastros, conforme o protótipo de tela da **Figura 5.27**.

Figura 5.27. Tela com Filtros para Consultas

Uma lista com o resultado será apresentada, com a opção de exportar para o formato PDF (**Figura 5.28**).

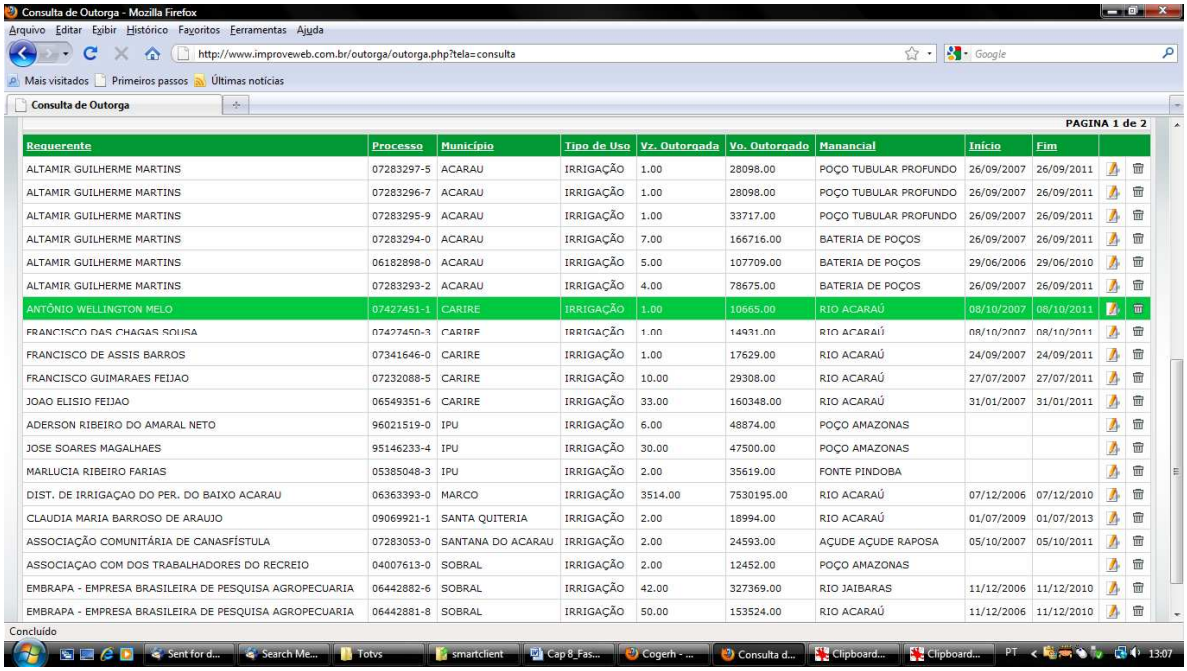


Figura 5.28. Tela de Resultados exportada para o formato PDF

6. METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO

6. METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO

6.1. Introdução

Em consonância com as transformações ocorridas na sociedade brasileira nos últimos trinta anos, o planejamento de recursos hídricos modificou-se, não seguindo mais o modelo de planejamento racional clássico. O modelo de planejamento brasileiro adotado, principalmente após a Lei 9.433/97 é o modelo de planejamento político. O Plano, no contexto da Lei, é um espaço de reflexão com vistas à identificação de conflitos potenciais ou existentes.

Mas engana-se quem pensa que o modelo de planejamento político prescinde de uma sólida e rica base técnica. Os consensos poderão alcançar bons resultados apenas por sorte, se a sólida base técnica não existir. A qualidade de uma decisão em uma sociedade complexa como a de hoje é diretamente proporcional a qualidade da base informacional e de conhecimento disponível.

A construção do planejamento como pacto social ainda está embrionário. Tem-se a experiência na esfera federal, com o Plano Nacional de Recursos Hídricos, e na esfera estadual, com o Pacto das Águas. Ainda há muito o que caminhar e aprender.

O texto a seguir registra uma experiência de planejamento participativo, desenvolvida pela COGERH, para a elaboração de Planos de Gerenciamento de Águas de quatro bacias do Estado. A participação popular se deu desde a elaboração do Termo de Referência dos planos até a elaboração do mesmo e sua posterior aprovação em Audiências Públicas nas bacias.

Não se pretende apresentar um modelo pronto a ser seguido. O desafio da participação popular nos espaços públicos brasileiros é tarefa de grande envergadura e demanda tempo. Mas é importante registrar experiências institucionais relacionadas ao uso de métodos participativos, para que estas possam ser sistematizadas, aprimoradas e difundidas.

6.2. ETAPA 1 - Elaboração do Termo de Referência

A Etapa 1, que consistiu na elaboração do Termo de Referência, constou de **quatro encontros técnicos** e **dez seminários**, um em cada bacia, para discussão de demandas dos Comitês das Bacias Hidrográficas Metropolitanas, Acaraú, Coreaú, Litoral, Curu e Jaguaribe, no estado do Ceará. Estas atividades foram financiadas com recursos do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA NACIONAL (Acordo de Empréstimo – AE 7420-BR).

A coordenação geral dos trabalhos ficou sob a responsabilidade da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, por meio da Comissão de Fiscalização, Supervisão e Acompanhamento.

Os Encontros Técnicos tinham como objetivos:

- Discutir as estratégias de envolvimento dos participantes e as temáticas a serem abordadas nos Seminários;
- Definir a estruturação dos Termos de Referência dos Planos de Bacia.

No que se refere aos Seminários, seus objetivos seriam:

- Atualizar os usuários e membros dos Comitês sobre o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e sobre os planos de bacia existentes;
- Proporcionar elementos para que a COGERH pudesse captar a percepção dos usuários sobre o Sistema e seus anseios e demandas para os futuros planos;
- Exercitar a prática da participação popular nas elaborações dos planos de bacias. Para tanto, os Seminários devem abordar os seguintes temas:

Por seu caráter inicial, o Encontro Técnico I teve um público restrito, formado pelo presidente da COGERH e pelos titulares da Diretoria de Planejamento, da Assessoria Técnica da Diretoria, da Gerência das Bacias Metropolitanas e das Gerências de Estudos e Projetos, de Gestão Participativa, de Outorga e Fiscalização e de Desenvolvimento Operacional. Estiveram presentes também alguns técnicos da COGERH, SRH/CE e convidados da COGERH (**Figura 6.1**).

Figura 6.1. Foto do Encontro Técnico I

Em função do caráter inovador desta metodologia de construção participativa do TDR, foi evidenciado que seria indispensável o engajamento, a partir do Encontro Técnico II, dos Gerentes de Bacia e seus correspondentes Coordenadores dos Núcleos de Gestão. Sendo assim, agendou-se o Encontro Técnico II, para antes do primeiro Seminário.

6.2.1. Passo 1 – Definição do Calendário de Atividades

A primeira atividade do Encontro Técnico 1 foi a definição do **calendário de atividades,** no intuito de agendar os Seminários nas bacias com adequada antecedência, a fim de proporcionar ampla divulgação e, por conseguinte, uma alta participação dos membros do CBH.

Quadro 6.1. Calendário de Atividades durante a Etapa 1 – Elaboração do TDR

Data	Atividade
11/06/2008	- Primeiro Encontro Técnico COGERH
13/06/2008	- Segundo Encontro Técnico Auditório COGERH
23 e 24/06/2008	- Seminário CBH Metropolitanas Hotel Praia Centro, situado na av. Monsenhor Tabosa nº 740, Fortaleza
30 e 31/07/2008	- Seminário CBH Litoral
14 e 15/08/2008	- Seminário CBH Coreaú
04/09/2008	- Terceiro Encontro Técnico
11 e 12/09/2008	- Seminário CBH Acaraú
23 e 24/10/2008	- Seminário CBH Curú
10/11/2008	- Quarto Encontro Técnico
20 e 21/11/2008	- Seminário CBH Baixo Jaguaribe
02 e 03/12/2008	- Seminário CBH Banabuiú
27 e 28/01/2009	- Seminário CBH Médio Jaguaribe
10 e 11/03/2009	- Seminário CBH Salgado
12 e 13/03/2009	- Seminário CBH Alto Jaguaribe

6.2.2. Passo 2 – Definição do Conteúdo dos Seminários com os CBHs

A realização de Seminários visa a participação ativa dos membros do CBH e não a simples presença das pessoas no evento a fim de referendar o Termo de Referência. Visa a participação de qualidade, interativa e voltada para a automobilização das pessoas que utilizariam este fórum para discutir os problemas da bacia e quais as questões que deveriam se abordadas nos futuros planos de bacia.

Definiu-se que os Seminários teriam uma Parte Técnica e uma Parte Política. Na primeira, deveriam ser apresentadas, a título de nivelamento, algumas palestras eminentemente técnicas, mas de forma didática e com linguagem de fácil acesso à população:

- **Palestra Técnica 1: Contextualização do Plano de Recursos Hídricos na Política de Recursos Hídricos -** Esta palestra demonstraria aos membros dos CBH a relevância do Plano de Bacia na gestão dos seus recursos hídricos e que deveria ser enfatizado que o Plano de Recursos Hídricos é um dos principais instrumentos da Política de Recursos Hídricos.
- **Palestra Técnica 2: Contextualização do Plano de Gerenciamento das Águas no Planejamento de Recursos Hídricos do Ceará -** Esta palestra faria o histórico dos planos de Recursos Hídricos no Ceará. O Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH é anterior ao Plano Nacional e foi concluído em 1992. Em 1996, o Estado elaborou o Plano Diretor da Bacia do Curu e, em 2000, os Planos das Bacias Metropolitanas e do Jaguaribe. Posteriormente à elaboração dos referidos planos, foram realizados estudos dos Eixos de Integração das Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará, com destaque para o Eixo da Ibiapaba, durante o qual se levantou informações importantes sobre as bacias hidrográficas dos rios Poti/Longá, Acaraú e Coreaú. Estas informações serviram de base para a atualização, com publicação em 2005, do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Deveria enfatizar ainda que o Seminário visaria a elaboração do TDR para a posterior contratação dos Planos de Gerenciamento das

Bacias do Litoral, do Coreaú e Acaraú e atualização do Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas..

- **Palestra Técnica 3: Contextualização do Seminário na elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia -** Esta palestra enfatizaria que, pela primeira vez no Estado e talvez até no país, a participação do usuário estaria se dando no momento ANTERIOR à elaboração do Plano, na confecção do seu Termo de Referência. Seria evidenciada ainda nestes Seminários a importância da participação ativa e de qualidade do usuário, uma vez que seria através do Seminário em cada bacia que a COGERH extrairia as demandas e anseios do CBH, as quais seriam incluídas nos Termos de Referência dos futuros Planos de Bacia.
- **Palestra Técnica 4: Apresentação do Plano de Bacia Existente -** É fato que os CBHs não têm conhecimento sobre o conteúdo dos planos estaduais de recursos hídricos ou mesmo sobre o dos planos de bacia já elaborados para sua região. Os planos são via de regra, volumosos e com muitas informações de caráter técnico. Assim, definiu-se que, para auxiliar o processo de participação do usuário de forma consciente, o plano de bacia existente deveria ser apresentado, em linguagem não muito técnica, apropriada aos usuários e membros dos comitês de bacia, e serviria de base para inserção dos usuários no conhecimento do estágio atual do sistema de gestão de recursos hídricos. As bacias que ainda não tivessem seus planos de bacia teriam o seu recorte dos planos estaduais.

Durante o Encontro Técnico II, que deu continuidade à formatação da metodologia do planejamento participativo, ampliou-se o leque de participantes, incluindo os Gerentes de Bacia e seus correspondentes Coordenadores dos Núcleos de Gestão (**Figura 6.2**). Neste encontro fez uma primeira apresentação das palestras listadas acima, no sentido de verificar a didática e o conteúdo, para possíveis ajustes à linguagem da sociedade. Como o primeiro seminário seria realizado no CBH Metropolitanas, foi apresentado também para os presentes, o Plano de RH das Bacias Metropolitanas, concluído em 2000. Cerca de mil páginas tiveram que ser sintetizadas em uma apresentação de 20 minutos para dar ao comitê idéia das informações contidas no Plano existente.

Ainda durante o Encontro Técnico II, foram apresentados para os presentes os indicadores hidroambientais utilizados em diversos estudos atualmente, assim como os indicadores de gestão formulados pelo WWF. Em função da complexidade do tema, acordou-se que os indicadores não seriam apresentados nos seminários dos CBH, mas seriam incluídos nos Termos de Referência e que, durante a elaboração do plano propriamente dito, seria objeto de reuniões técnicas específicas entre COGERH e a empresa contratada.

Figura 6.2. Plenária do Encontro Técnico II no auditório da COGERH

6.2.3. Passo 3 – Definição da Metodologia de Planejamento Participativo a ser adotada nos Seminários

As metodologias participativas tornaram-se, nos últimos tempos, muito difundidas no Brasil, assim como a própria idéia de participação. Há um menu relativamente grande de métodos, ferramentas e técnicas que se propõe a facilitar a participação ativa das pessoas em processos coletivos de tomada de decisão. Obviamente não há métodos milagrosos capazes de superar todos os desafios inerentes a estes processos.

Duração de cada Seminário: Foi decidido que o Seminário se desenrolaria ao longo de 1,5 dias. Na manhã do primeiro dia estariam concentradas as apresentações das informações de caráter técnico (Palestras 1 a 4). À tarde, os presentes serão divididos em dois a quatro grupos de 15 pessoas, dependendo do número de participantes e debaterão quatro Eixos Temáticos – Conflitos, Questões Ambientais, Balanço Hídrico e Barreiras Institucionais (**Figura 6.3**).

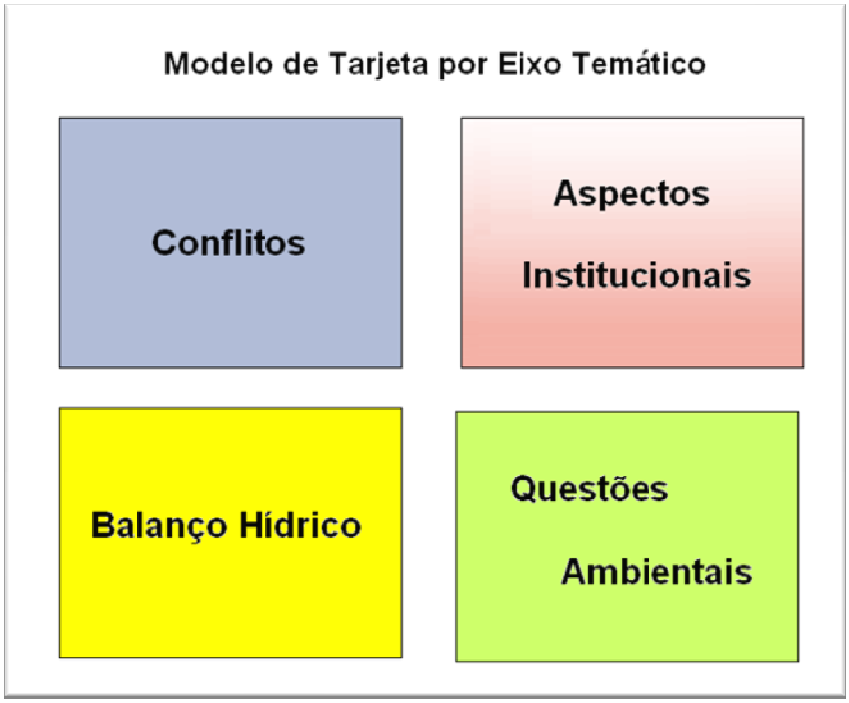


Figura 6.3. Modelos das tarjetas utilizadas no seminário

As opiniões deveriam ser agrupadas por Eixo Temático e contidas em tarjetas. Na manhã do segundo dia, as conclusões de cada grupo seriam apresentadas por um representante escolhido entre eles. No final do Seminário, o plenário consolidaria as informações resultando em um documento único (ainda em forma de tarjeta) o qual seria encaminhado à COGERH para ser incluído no TR.

Técnica Utilizada: Foi decidido que a técnica utilizada nos seminários seria a ZOPP - Ziel Orientierte Projekt Planung, que significa "planejamento de projetos orientado por objetivos". Uma característica do ZOPP é a adoção do enfoque participativo no decorrer do projeto, o que permite participação efetiva, troca de informações, experiências e idéias, na construção do consenso, na tomada de decisão e na gestão de ações planejadas. O método proporciona maior chance de consecução dos objetivos devido ao maior envolvimento de todos, do comprometimento de cada um com os resultados e com o desejo de mudanças orientado pelos objetivos previamente definidos. Essa metodologia é utilizada para projetos com planejamento participativo, principalmente em projetos sociais. A técnica, nos Seminários, foi acompanhada da técnica METAPLAN, que utiliza a visualização das tarjetas em painéis.

6.2.4. Passo 4 – Metodologia de Acompanhamento da Revisão/Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas pelos CBHs

Foi definida a metodologia de acompanhamento da revisão/elaboração dos planos de gerenciamento das bacias do Ceará, a ser apresentada em cada Seminário (**Quadro 6.2 e Figura 6.4**).

Quadro 6.2. Metodologia de Acompanhamento dos Planos pelo CBH

1º Passo	- Apresentação e discussão do conteúdo do TDR no CBH.
2º Passo	- Formalização de câmara técnica para estudo e acompanhamento detalhado de cada produto do plano. - Estabelecimento do calendário de reuniões
3º Passo	- Plenárias do CBH - Discussão e aprovação de cada produto do plano (anteriormente estudado pela câmara técnica)
4º Passo	- Realização de seminários por segmentos que formam o CBH e/ou seminários temáticos - Realização de audiências públicas coordenadas pelo CBH - Incentivo e apoio à realização de audiências municipais com apoio das câmaras municipais
5º Passo	- Realização de reunião plenária do CBH para aprovação do plano

Figura 6.4. Construção da Metodologia de Acompanhamento dos Planos pelos CBHs

6.2.5. Passo 5 – Realização dos Seminários

Os Seminários nas dez bacias realizaram-se segundo calendário aprovado no Encontro Técnico I, na COGERH. Conforme acordado no Encontro Técnico II, cada Seminário se realizou em 1,5 dias, sendo as atividades realizadas em cada bacia conforme discriminação a seguir:

- **Dia 1 - Manhã**

Atividade 1 – Distribuição de Material

Foram entregues para cada participante de cada Seminário os documentos abaixo relacionados, os quais serviriam de subsídio para a discussão em grupo:

- Cenário dos sistemas hídricos das Bacias Metropolitanas
- O Plano Plurianual Participativo Regionalizado (2008-2011): Etapa de Compatibilização com as Secretarias Setoriais

– Principais Problemas Hídricos da Bacia Hidrográfica Metropolitanas e os Conflitos em Potencial

Atividade 2 – Abertura do Seminário

A abertura de cada Seminário foi feita pelo presidente e pelo Diretor de Planejamento da COGERH. A seguir foi apresentada a contextualização do Seminário nas atividades do PROÁGUA, pelo coordenador dos Projetos Especiais/Proágua Nacional e explanada aos presentes a metodologia do Seminário, pelo Gerente de Gestão dos Recursos Hídricos da COGERH (**Figura 6.5**).

Atividade 3 – Apresentação da Metodologia de Acompanhamento da Revisão/Atualização dos Planos pelos CBHs

Foi apresentada aos presentes como se daria o acompanhamento da revisão/atualização dos Planos, de acordo com metodologia aprovada no Encontro Técnico II, desde o TDR até a aprovação do Plano.

Atividade 4 – Apresentação de Palestras Técnicas

Em cada Seminário, foram apresentadas as palestras "O Plano de Bacia e sua Contextualização"; "Síntese do Plano de Recursos Hídricos da Bacia", "Planos de Bacias: Conceitos e Perspectivas" e "Situação Atual dos Açudes da Bacia".

Figura 6.5. No sentido horário: Abertura dos Seminários no CBH a) Bacias Metropolitana b) Bacia do Acaraú c) Bacia do Coreaú e d) Bacia do Litoral

- **Dia 1 - Tarde**

Atividade 5 – Divisão e Discussão em Grupos

Em função do número de participantes, o grupo foi dividido em dois ou três grupos menores, cada um com seu moderador. Os grupos debateram os quatro eixos temáticos – Conflitos, Questões Ambientais, Balanço Hídrico e Barreiras Institucionais. Suas sugestões/opiniões foram colocadas em tarjetas – cada eixo temático era representado por uma cor.

Figura 6.6. No sentido horário: Discussão dos grupos nos Seminários a) CBH Bacias Metropolitana b) CBH Bacia do Acaraú c) CBH Bacia do Coreaú e d) CBH Bacia do Litoral

- **Dia 2 - Manhã**

Atividade 6 – Apresentação dos Grupos

Cada grupo escolheu um representante para apresentar a posição do mesmo em relação aos quatro grandes eixos temáticos.

Figura 6.7. No sentido horário: Apresentação dos grupos nos Seminários a) CBH Bacias Metropolitana b) CBH Bacia do Acaraú c) CBH Bacia do Coreaú e d) CBH Bacia do Litoral

Atividade 7 – Consolidação da Posição do CBH

No final das apresentações dos grupos, se fez a consolidação, em plenário, da posição do CBH, quanto aos quatro eixos temáticos. Procurou-se, com todo o grupo, eliminar tarjetas repetidas, agrupar aquelas que se complementavam ou esclarecer as que não ficaram claras. Ao final, todas as tarjetas resultantes desta consolidação foram digitadas e passaram a fazer parte do TDR de cada Plano de Bacia.

6.2.6. Passo 6 – Elaboração e Discussão do TDR dos Planos

Após a realização dos Seminários das bacias Metropolitanas, Litoral e Coreaú, considerou-se que já se tinha elementos para a elaboração da versão preliminar do Termo de Referências dos Planos de Bacia. Esta versão foi apresentada no Encontro Técnico III. Os técnicos da COGERH e SRH fizeram várias sugestões ao texto, ficando decidido que a versão gerada, já com as alterações sugeridas, fosse enviada aos participantes do Encontro para que todos pudessem lê-la cuidadosamente e fazer, se necessário, novas sugestões.

Constatou-se que os principais avanços do Plano de Gerenciamento das Águas proposto, em relação ao Plano das Bacias Metropolitanas, de 1999, e aos dois Planos Estaduais são os se seguem:

- Participação do Usuário em todas as etapas, da elaboração do TDR do Plano até sua aprovação de seus produtos pelo CBH: Antes do Plano - No Seminário foram levantadas todas as demandas e anseios do CBH, que ficarão em anexo ao TDR, assim como as demanda quando da realização do Plano Plurianual (PPA). Durante o Plano – Todos os produtos do Plano – Fase 1, Fase 2 e Fase 3 – seriam apresentados e discutidos com o CBH e no final, o Plano deveria ser aprovado em plenária do CBH
- Desenvolvimento do Plano, com tarefas diretamente ligadas aos anseios e demandas do CBH
- Criação de Indicadores de Desempenho
- Edição de um Caderno Síntese

- **Estrutura do Plano**

Definiu-se que o processo de formulação dos estudos deveria ser conduzido em três fases, ou níveis de planejamento:

- Estudos Básicos e Diagnóstico;
- Planejamento;
- Programas de Ações.

Acordou-se ainda que em cada Fase, deverá haver dois blocos:

- **Bloco I** – Produção de Informações Técnicas
- **Bloco II** – Articulação Política com o CBH

O Bloco I trataria de questões eminentemente técnicas, tais como no planejamento clássico. Já o Bloco II trataria das demandas dos CBHs materializadas nas tarjetas dos Seminários, buscando identificar ações e programas bem definidos a serem implementados na bacia, no intuito de solucionar os problemas apontados pelo CBH.

6.2.6.1. Fase 1 (Estudos Básicos e Diagnóstico):

Deveria ser feita a avaliação da situação atual da Bacia Hidrográfica, tendo como foco principal a problemática hídrica, porém considerando as relações com outros segmentos, particularmente o ambiental. Esta fase objetivaria avaliar a extensão dos problemas da bacia, muitos deles já apontados na primeira fase do **Planejamento Participativo** (fase anterior à elaboração do TR) e as ferramentas potenciais para solucioná-los. Componentes dos projetos individuais não são trabalhados a esse nível de estudo. Algumas recomendações de ordem geral e programas podem ser já propostas, porém sabendo-se que poderão ser descartadas com os estudos mais aprofundados das etapas posteriores.

6.2.6.2. Fase 2 (Planejamento):

Deveriam ser identificadas oportunidades de ações estruturais e não estruturais a serem incluídas no planejamento da bacia para atender as demandas do CBH. Deveriam ser identificadas quais ações de planejamento são adequadas para resolver os problemas priorizados pelo CBH. Os estudos deveriam considerar os efeitos de projetos alternativos. O

planejamento trabalharia com horizontes imediato e de curto, médio e longo prazos (2, 5, 10 e 20 anos, respectivamente). Também deveria ser também incluído um estudo de saturação das disponibilidades.

6.2.6.3. Fase 3 (Programas de Ações):

Os projetos e ações são individualizados em programas. Os projetos individuais seriam avaliados em termos de viabilidade técnica, política e financeira.

Os estudos nas três fases poderiam ser organizados sobre os quatro eixos temáticos já trabalhados com o CBH, quando da realização do Seminário anterior ao TR:

- Balanço Hídrico,
- Aspectos Institucionais,
- Interferência com o Meio Ambiente e
- Identificação de Conflitos.

A organização nos quatro eixos temáticos não significa, no entanto, que um determinado problema, ou oportunidade, esteja circunscrito a um único eixo. Muitas vezes um problema institucional pode resultar em um impacto ambiental, ou um problema ambiental pode vir a impactar o balanço hídrico, em conseqüência da degradação da qualidade da água.

No que se refere aos indicadores, foi explicitado no TDR que o Plano deveria investigar os indicadores utilizados no exterior e no Brasil, tais como aqueles utilizados pelo Estado de São Paulo, WWF, Pobreza da Água, etc. e verificaria suas potenciais aplicações. A escolha dos indicadores se daria em reunião especifica para este fim, com os técnicos da COGERH. O Diagnóstico (Fase 1 do Plano) serviria para estabelecer o MARCO ZERO dos Indicadores.

6.3. ETAPA 2 – Elaboração do Plano de Gerenciamento das Águas

Com base no Termo de Referência acima aludido, foi contratada a REVISÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA METROPOLITANAS E ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS DO LITORAL, ACARAÚ E COREAÚ, NO ESTADO DO CEARÁ. Estas atividades foram financiadas com recursos do Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA NACIONAL (Acordo de Empréstimo – AE 7420-BR).

6.3.1. Passo 1 – Estabelecimento de Calendário de Apresentações

Sempre tendo o foco na participação efetiva dos CBHs, a equipe de Fiscalização da COGERH estabeleceu primeiramente um calendário de apresentações dos Relatórios dos Planos nas Câmaras Técnicas e nos CBHs, no intuito de agendá-los com adequada antecedência, a fim de que fossem amplamente divulgados e, por conseguinte, contassem com uma grande participação por parte dos CBHs.

Quadro 6.3. Calendário das Apresentações dos Relatórios dos Planos de Bacia.

BACIA	DATA	RELATÓRIO	PUBLICO ALVO
Todas as bacias	24/2/2010	RT1	Fiscalização
	19/4/2010	RT2	Fiscalização
		RT3	Fiscalização
	7/5/2010	RT4	Fiscalização
	5/7/2010	RT5 e RT6	Fiscalização
	12/7/2010	RT7	Fiscalização
Acaraú	16/6/2010	RF1	CBH
	29/7/2010	RF2	CT
	11/8/2010	RF2	CBH
	23/09/2010	RF3	CT
	06/10/2010	RF3	CBH
Coreaú	17/6/2010	RF1	CBH
	29/7/2010	RF2	CT
	12/8/2010	RF2	CBH
	23/09/2010	RF3	CT
	07/10/2010	RF3	CBH
Litoral	4/6/2010	RF1	CT
	11/6/2010	RF1	CBH
	30/7/2010	RF2	CT
	10/8/2010	RF2	CBH
	24/09/2010	RF3	CT
	14/10/2010	RF3	CBH
Metropolitana	2/6/2010	RF1	CT
	10/6/2010	RF1	CBH
	30/7/2010	RF2	CT
	5/8/2010	RF2	CBH
	24/09/2010	RF3	CT
	08/10/2010	RF3	CBH

6.3.2. Passo 2 – Apresentação dos Relatórios para a Equipe de Fiscalização

Todos os Relatórios de Tarefa – RT1 a RT9 – e Relatórios de Fase – 1 a 3 – foram apresentados e debatidos em reuniões específicas com a Comissão de Fiscalização da COGERH. A metodologia seguida era a entrega prévia em cópia impressa e digital do Relatório, seguida de apresentação do mesmo, em formato PowerPoint e intensa discussão de todos os tópicos (**Figuras 6.8 e 6.9**).

Figura 6.8. Apresentação de Relatório para a Comissão de Fiscalização da COGERH

Figura 6.9. Apresentação de Relatório para a Comissão de Fiscalização da COGERH

6.3.3. Passo 3 – Apresentação dos Relatórios para a Câmara Técnica e para o Plenário do CBH

Todos os Relatórios de Tarefa – RT1 a RT9 – e Relatórios de Fase – 1 a 3 – foram apresentados e debatidos em reuniões específicas com a Câmara Técnica e com a plenária de cada um dos quatro Comitês, totalizando, por bacia, cerca de seis reuniões (**Quadro 6.3**).

A metodologia seguida era a entrega prévia em cópia impressa e digital do Relatório. A COGERH disponibilizava os relatórios no seu site na internet para total divulgação do seu conteúdo (**Figuras 6.10 e 6.11**). A apresentação do Relatório foi feita em cada bacia, em formato PowerPoint, seguido de intensa discussão de todos os tópicos.

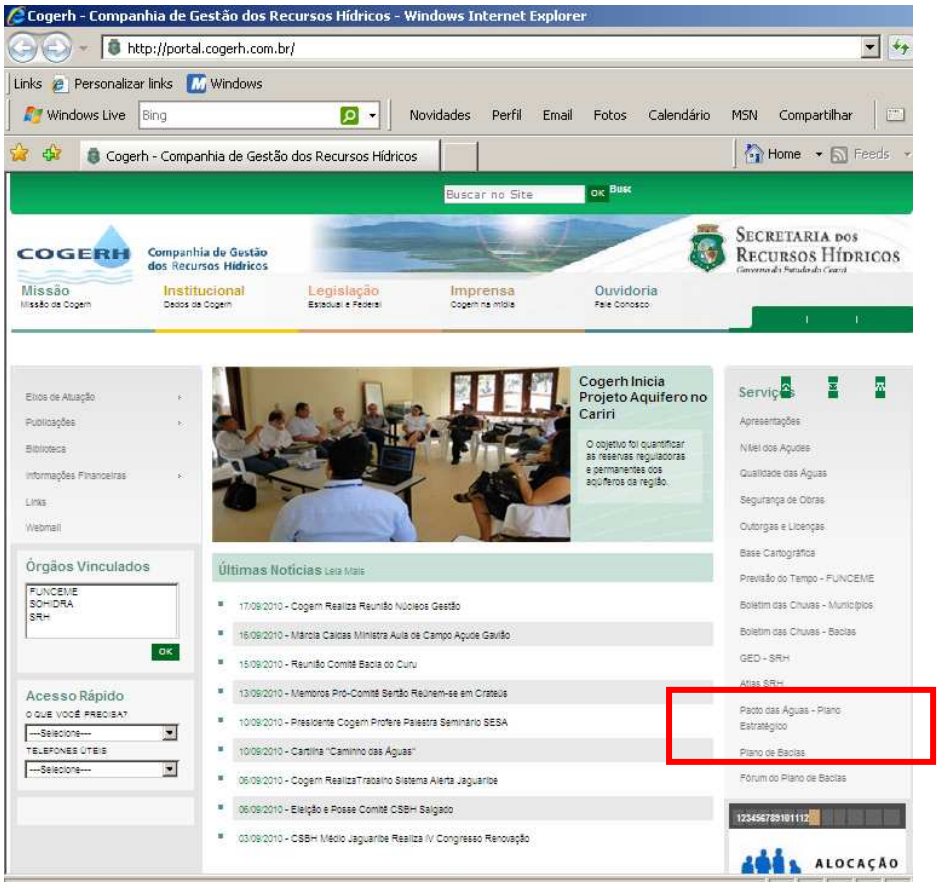


Figura 6.10. Divulgação dos Relatórios dos Planos no site da COGERH

Figura 6.11. Link para download de todos os Relatórios dos Planos de Bacias no site da COGERH

As CTs de cada CBH tiveram um papel ativo na construção do Plano. Todas as sugestões dos participantes foram consideradas. No caso específico das Câmaras Técnicas, as sugestões enviadas por escrito à Consultora, através da Comissão de Fiscalização, foram respondidas. Se não acatadas, eram respondidas as razões do não atendimento. Em função do dinamismo do processo de elaboração do Plano, as modificações necessárias iam sendo incorporadas no texto já a medida que as apresentações eram feitas. Ou seja, modificações acatadas referentes aos relatórios de tarefa RT1 a RT4 já eram incorporadas quando da apresentação da consolidação dos mesmos – Relatório de Fase 1; assim também nos RT5 a RT7 (Relatório de Fase 2) e RT8 e RT9 (Relatório de Fase 3). Estas contribuições das CTs, com as respectivas respostas, estão anexados aos Planos.

Todas as intervenções dos participantes durante as apresentações dos Relatórios de Fase 1, 2 e 3 (**Figuras 6.12 e 6.13**) nas plenárias dos CBHs, foram feitas por escrito e fazem parte também dos anexos dos Planos.

Figura 6.12. Apresentação de Relatório de Fase 1 para o CBH das Bacias Metropolitanas

Figura 6.13. Apresentação de Relatório de Fase 2 para o CBH da Bacia do Acaraú

6.3.4. Passo 4 – A Construção do Bloco II – Articulação Política com o CBH

Ao construir-se um processo participativo com real distribuição de poder, não é suficiente pedir-se sugestões (e acatar apenas aquelas que são convenientes). É necessário que o plano se construa com o saber, com o querer e o fazer de todos. Como comprovação do desejo real, por parte da COGERH, do planejamento verdadeiramente participativo, pode-se citar um aspecto importante na metodologia adotada durante a elaboração dos TDRs: recolheu-se o que as pessoas pensavam, desejavam ou sentiam, utilizando-se as próprias palavras que as pessoas escreviam ou falavam nos Seminários, sob forma de tarjetas.

Durante a elaboração do Plano, nas Fases 1 e 2 - Bloco II, estas tarjetas, **com as palavras originais dos participantes** (**Figura 6.14**) foram consideradas em todas as fases do plano e serviram de base para o desenvolvimento de um modelo matricial, no qual as demandas de cada CBH eram organizadas segundo sua **Natureza** e **Tipologia**, buscando sempre uma convergência para encaminhamentos claros e objetivos.

Figura 6.14. Tarjetas originais Eixo Aspectos Ambientais – Seminário CBH Litoral

Na Fase 3, houve uma continuidade deste modelo, onde se acrescentam duas colunas contendo os PROGRAMAS e as AÇÕES necessários para o atendimento de cada uma das demandas do CBH.

Neste modelo matricial de sistematização das demandas contidas nas tarjetas, considerou-se que os problemas apontados pelo CBH poderiam ser classificados por sua **NATUREZA** – Administrativa, Estrutural, Institucional, Gerenciamento, Gestão, Legal e Preservação, subdivididas em **TIPOLOGIAS**, conforme **Quadro 6.4.**

Quadro 6.4. Natureza e Tipologias das demandas contidas nas tarjetas elaboradas pelos CBHs

Administrativa	Ampliação de pessoal
	Aquisição de material e/ou equipamento
	Capacitação de pessoal
	Compensação financeira ou material
	Implementação logística
	Nomeação de pessoal
	Substituição de pessoal
	Transferência de pessoal
Estrutural	Estudo
	Construção ou complementação da obra
	Correção ou reforma da obra
	Demolição de obra irregular
	Manutenção da obra
	Projeto
	Recuperação da obra
Gerenciamento	Alocação da água
	Controle da água
	Inspeção
	Liberação da água
	Medição da água
	Proteção dos mananciais
Gestão	Atuação
	Concessão de uso
	Comunicação
	Reconhecimento
	Moderação
	Notificação por apropriação irregular da água
	Notificação por uso inadequado da água
	Notificação por poluição
	Planejamento
	Punição de usuário
Institucional	Autorização
	Articulação
	Formalização
	Intermediação
	Reconhecimento
Legal	Celebração de parceria
	Legislação
	Normalização
	Regulamentação
Preservação	Atuação
	Capacitação
	Promover denúncia
	Requerer embargo
	Zoneamento

Observa-se que alguns programas identificados como necessários para a solução de problemas apontados pelo CBH, já tinham sido previamente sugeridos pelo TDR. Outros, no entanto, não tinham sido contemplados e tiveram, portanto, que ser criados.

6.3.5. Passo 5 – Aprovação dos Planos em Audiências Públicas

Conforme previsto no TDR, cada Plano de bacia foi submetido à aprovação durante Audiência Pública realizada em cada uma das bacias. O calendário das reuniões é mostrado no **Quadro 6.5**. Todos os Planos foram **APROVADOS** por **UNANIMIDADE** pelos presentes (Figuras 6.15 a 6.17)

Quadro 6.5. Calendário de Apresentações – Audiências Públicas

Apresentações	Público Alvo	Data	Horário	Local
Audiências Públicas	CBH – Metropolitanas	22/10/2010	09:00 – 12:00 hs	Fortaleza
	CBH – Litoral	26/10/2010	09:00 – 12:00 hs	Itapipoca
	CBH – Acaraú	27/10/2010	09:00 – 12:00 hs	Sobral
	Cbh-Coreaú	28/10/2010	09:00 – 12:00 hs	Sobral

Figura 6.15. Audiência Pública em que foi aprovado a Atualização do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas no CBH-RMF

Figura 6.16. Audiência Pública em que foi aprovado o Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Litoral (CBH-Litoral)

Figura 6.17. Audiência Pública em que foi aprovado os Planos de Gerenciamento das Águas da Bacia do Acaraú e Coreaú (CBH-Acaraú e CBH-Coreaú)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. C.; MOLINAS, P. A.; JOCA, E. L. L.; BARBOSA, C. P.; BEMFEITO, C. J. S.; BELO, P. S. C.. Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v. 36, n. 2, p. 281-307, abr-jun, 2005.

BARBOSA, C. P. Avaliação dos custos de água subterrânea e de reuso de efluentes no estado do Ceará. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil (Recursos Hídricos)). Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2000.

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: CETESB/ ACATESB, 1986.

CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. B.; MOTA, F. A. O custo da garantia da água bruta: o caso dos rios intermitentes do Ceará. Revista de Gestão de Água da América Latina. Santiago, v. 6, n. 1, p. 55-66, jan-jun, 2009.

CAMPOS, N. Dimensionamento de reservatórios: o método do diagrama triangular de regularização. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2005.

CASSINI, S.T. **Qualidade de águas e poluição antrópica**. Vitória: CT-DEA-UFES, 2006.

CEBALLOS, B.S. O. Determinação de coliformes fecais E. coli pelo método do substrato definidos: alguns inconvenientes. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p 9-10, jan./fev. ,1998.

CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <http.://www.cetesb.sp.gov.br/água /rios/variáveis>. Acesso em: jul. 2007.

COGERH – COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. Planilhas de custos gerenciais – 2008/2009. Fortaleza, 2010.

COGERH – COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. Planilhas de controle de medição - 2009. Fortaleza, 2010a.

DIAS, M. C. O. et al. Manual de impactos ambientais**: orientações básicas sobre aspectos de atividades produtivas. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999.**

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1998.

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Índice nacional de custo da construção. Disponível em: www.fgvdados.com.br. Acesso em: 20 jun. 2010.

Grigg, N.S.G. “Water Resources Management”. Ed. McGraw Hill.1996.

INESP – INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ. Pacto das águas. Fortaleza: INESP, 2009.

Kumar, D.N., U. Lall, and M. Peterson, Multi-site Disaggregation of Monthly to Daily Streamflow, Water Resources Research, 36(7), 1823-1834, 2000.

LABSID, “Manual do Aquanet”. 2002.

Lall, U. e A. Sharma, A Nearest Neighbor Bootstrap for Resampling Hydrologic Time Series, Water Resources Research, 32(3), 679-693, 1996.

Laudon, K.C & Laudon, J. P; “Management Information System”. Ed. Prentice Hall. 1998.

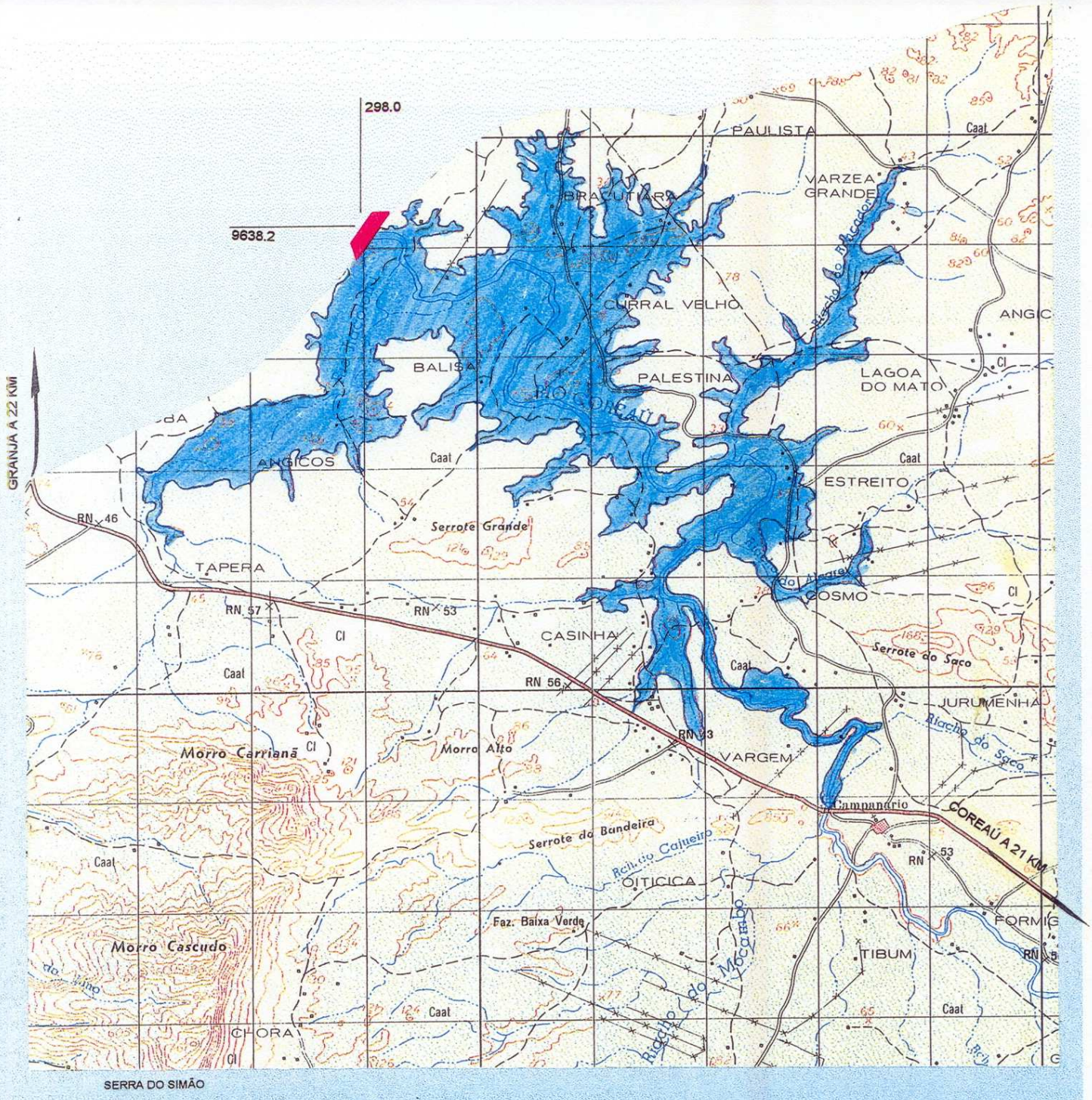
OLITTA, A. F. L. **Os métodos de irrigação**. São Paulo: Nobel, 1984.

Souza Filho, F. A. e U. Lall, 2003, Multi-Scale, Multi-site, Seasonal to Interannual Probabilistic Ensemble Streamflow Forecasts for Ceara, Brazil: Applications of a Multivariate, Semi-Parametric Algorithm, Water Resources Research.

SRH – SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS. Atlas eletrônico dos recursos hídricos do Ceará. Disponível em: www.srh.ce.gov.br. Acesso em: 01 jun. 2010.

SRH – SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS. Estudos de viabilidade do eixo de integração da Ibiapaba. Fortaleza: SRH/Engesoft, 2000.

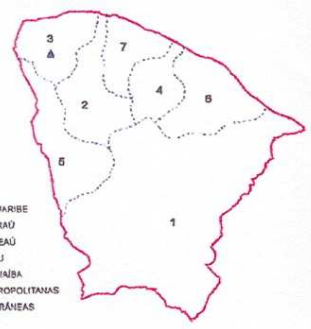
ANEXO



PROGERIRH
Açudes Estratégicos

AÇUDE CANTO DAS PEDRAS

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS



Área da Bacia Hidrográfica	3.552,60 Km²
Capacidade do Reservatório	100 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Rio Coreaú
Município do Barramento	Granja
Custo	US$ 7.000,00 x 10³

BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

MOSAICO

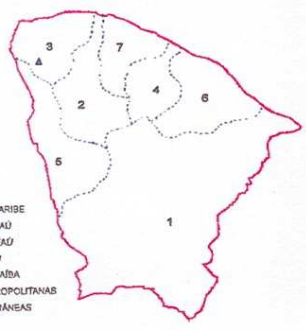
1/1

Cartas SUDENE: Granja-Chaval-Frecheirinha - Sobral - Viçosa do Ceará **Esc.:** 1:50.000

PROGERIRH
Açudes Estratégicos

AÇUDE PAULA PESSOA

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS



Área da Bacia Hidrográfica	1.005,20 Km²
Capacidade do Reservatório	194 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Rio Coreaú
Município do Barramento	Granja/Uruoca
Custo	US$ 25.380,00 x 10³

BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Granja - Frecheirinha - Chaval
Viçosa do Ceará
Esc.: 1:50.000

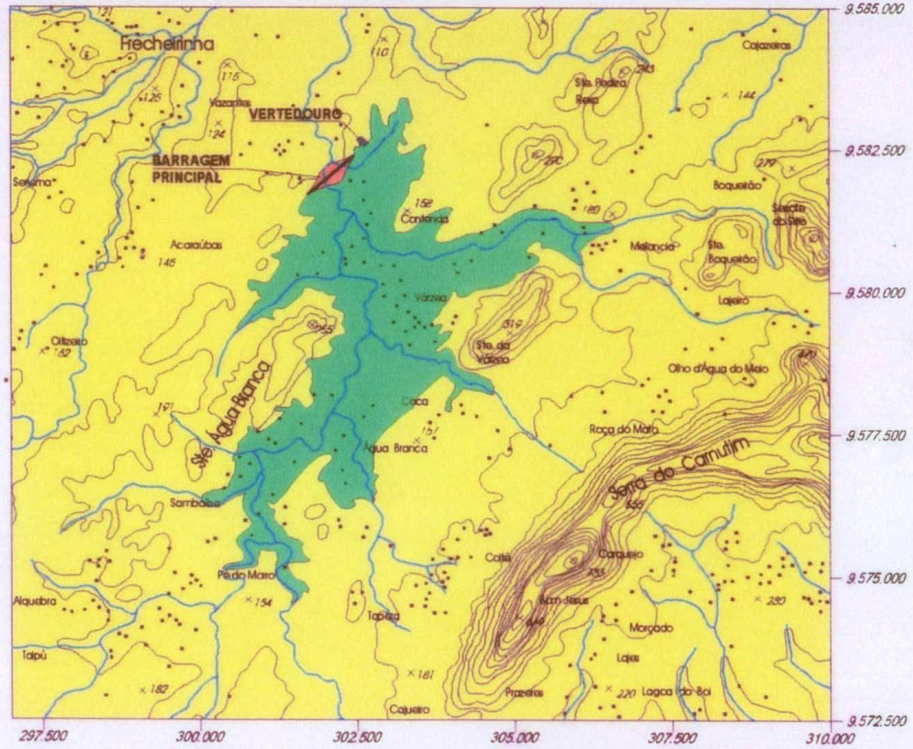
MOSAICO

1/1

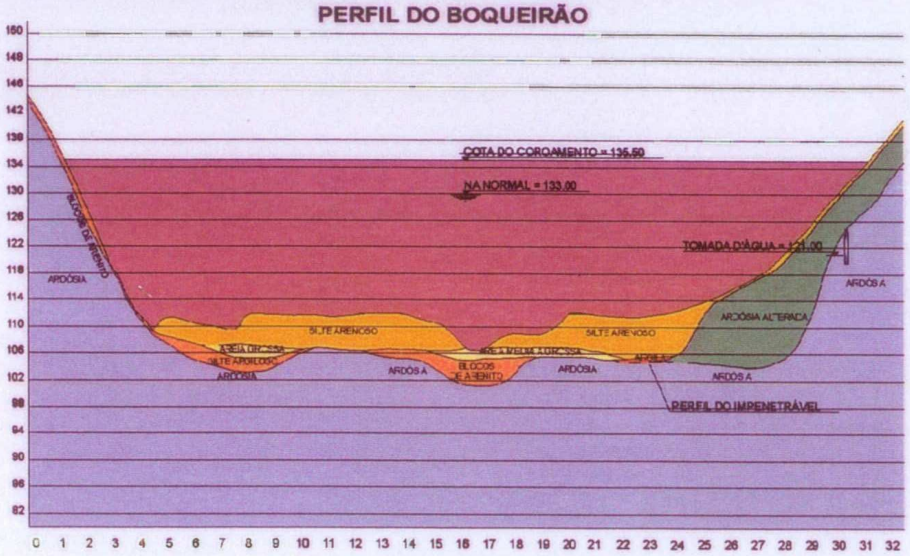
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

AÇUDE FRECHEIRINHA

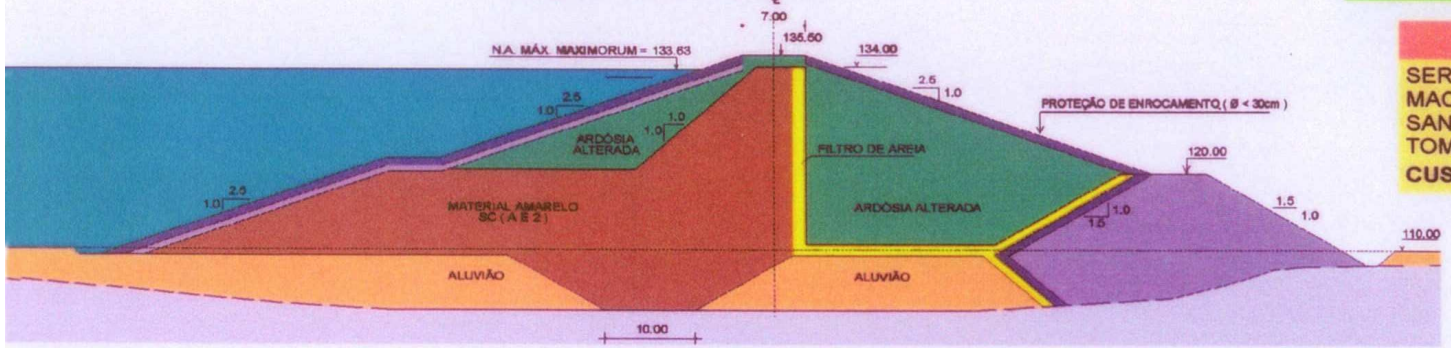
PLANTA BAIXA



PERFIL DO BOQUEIRÃO



SEÇÃO TRANSVERSAL



CARACTERÍSTICAS GERAIS

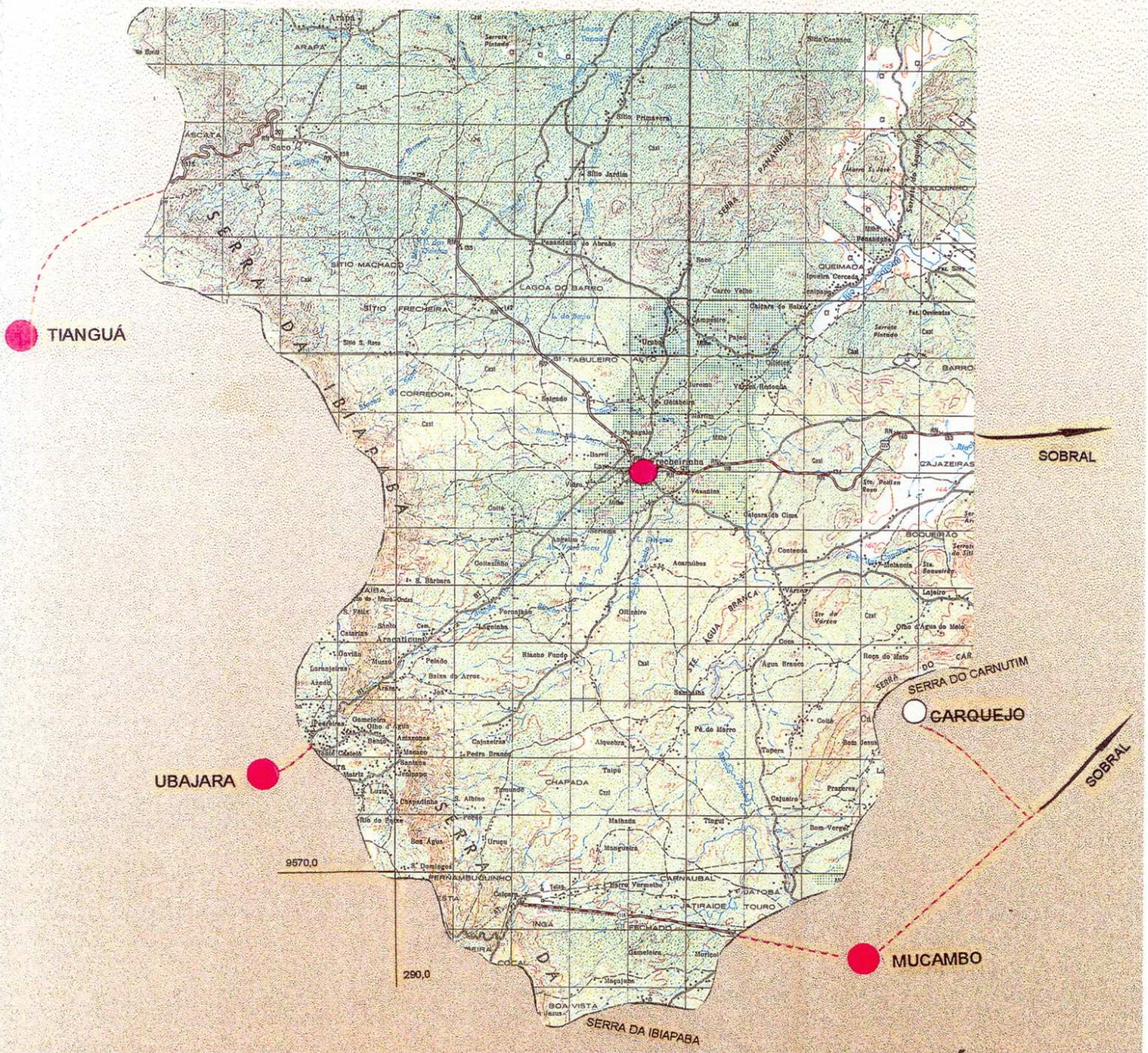
RIO BARRADO	CAIÇARA
MUNICÍPIO	FRECHEIRINHA
VOLUME DO RESERVATÓRIO	85 hm^3
ÁREA DO RESERVATÓRIO	1090 ha
EXTENSÃO DO MACIÇO	815 m
ALTURA MÁXIMA	50,30 m
VAZÃO REGULARIZADA (95%)	0,5 m^3/s

CUSTOS ESTIMADOS

SERVIÇOS PRELIMINARES	R$ 1.477.000,00
MACIÇO DA BARRAGEM	R$ 13.026.000,00
SANGRADOURO	R$ 3.015.000,00
TOMADA D'ÁGUA	R$ 708.000,00
CUSTO TOTAL	**R$ 18.226.000,00**

MONTGOMERY WATSON

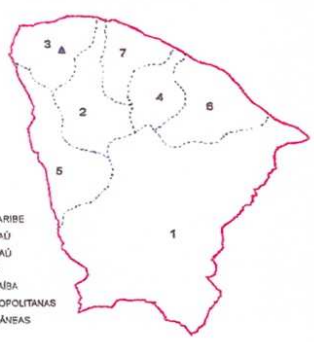
EngeSoft



PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

AÇUDE CAMPANÁRIO

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS

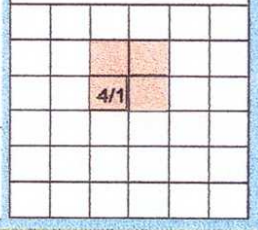


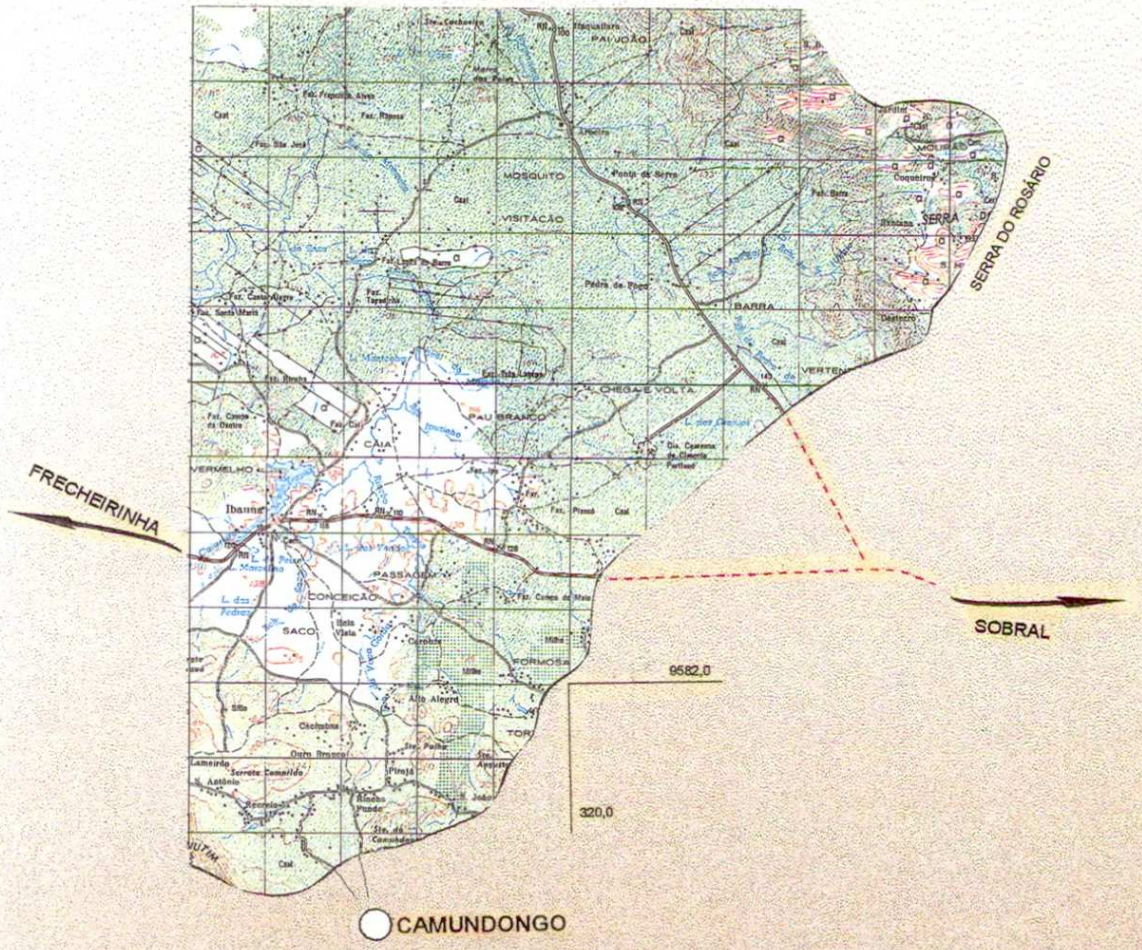
Área da Bacia Hidrográfica	2.275,0 Km²
Capacidade do Reservatório	23 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Riacho do Mocambo
Município do Barramento	Morauju/Uruoca
Custo	US$ 1.844,60 x 10³

BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Granja
Sobral - Frecheirinha
Esc.: 1:100.000

MOSAICO





PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

AÇUDE CAMPANÁRIO

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS

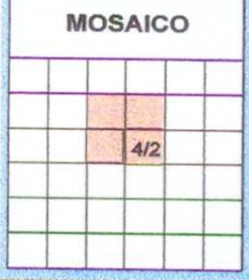
Área da Bacia Hidrográfica	2.275,0 Km²
Capacidade do Reservatório	23 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Riacho do Mocambo
Município do Barramento	Moraujo/Uruoca
Custo	US$ 1.844,60 x 10³

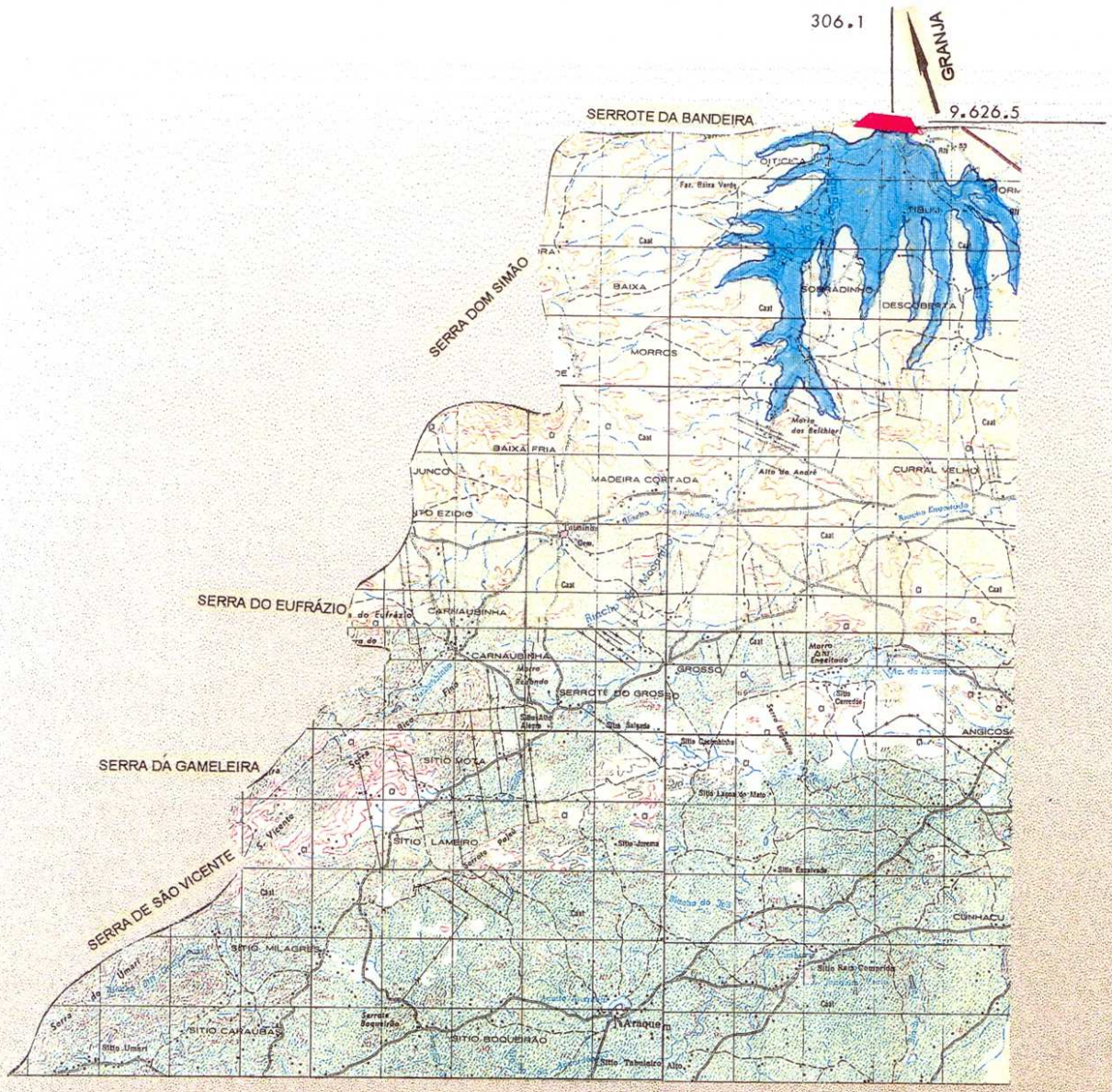
BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Granja
Sobral - Frecheirinha

Esc.: 1:100.000

MOSAICO

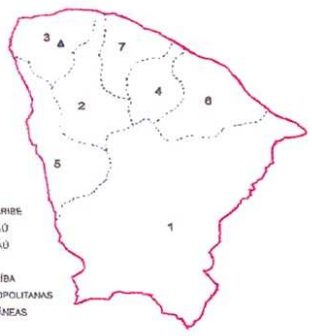




PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

AÇUDE CAMPANÁRIO

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS



Área da Bacia Hidrográfica	2.275,0 Km²
Capacidade do Reservatório	23 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Riacho do Mocambo
Município do Barramento	Moraujo/Uruoca
Custo	US$ 1.844,60 x 10³

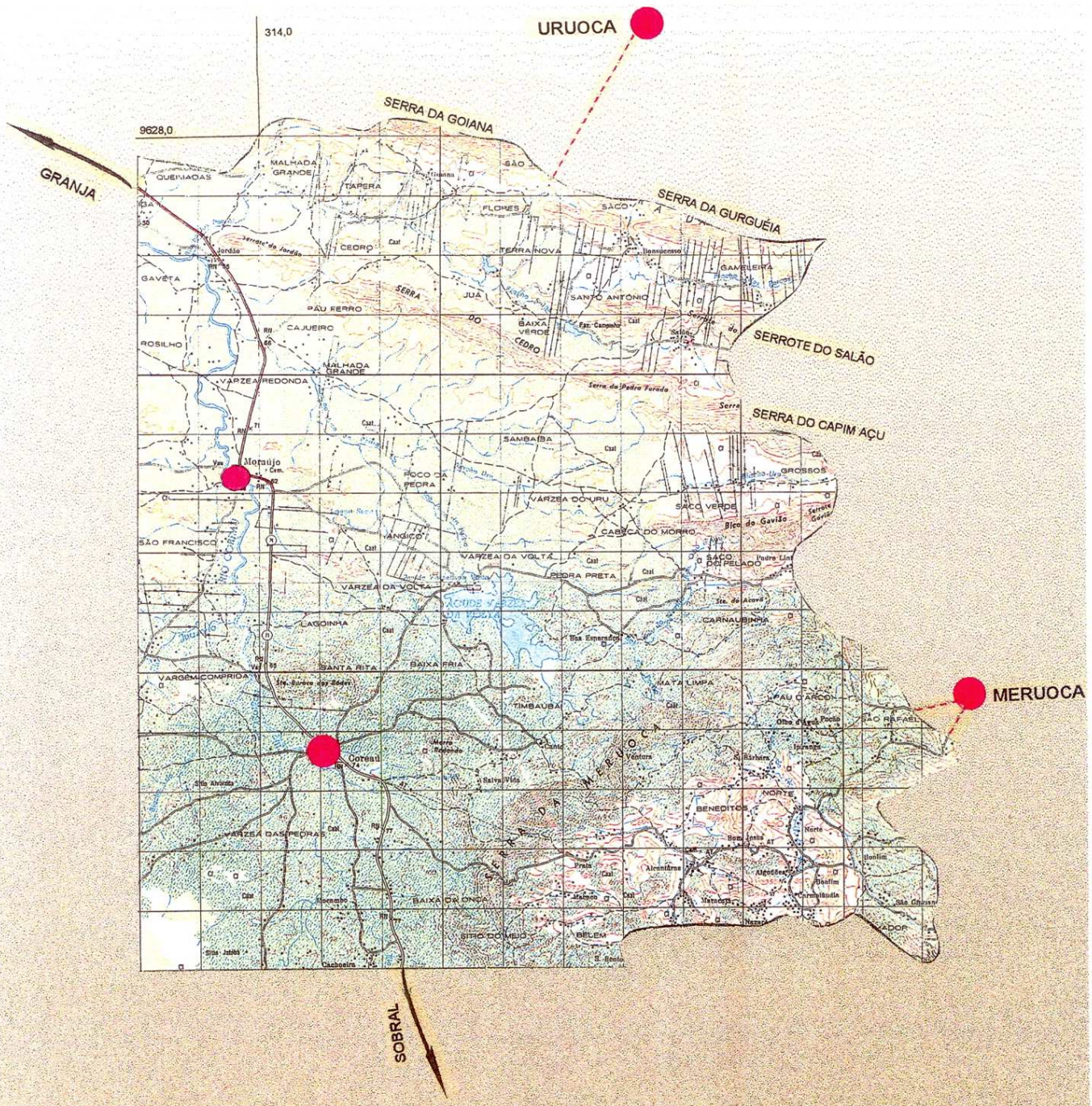
BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

MOSAICO

4/3

Cartas SUDENE: Granja
Sobral - Frecheirinha

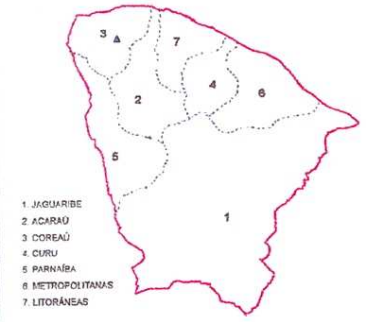
Esc.: 1:100.000



PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

AÇUDE CAMPANÁRIO

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS

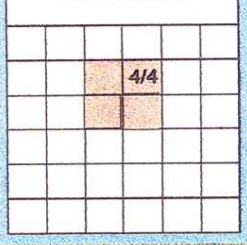


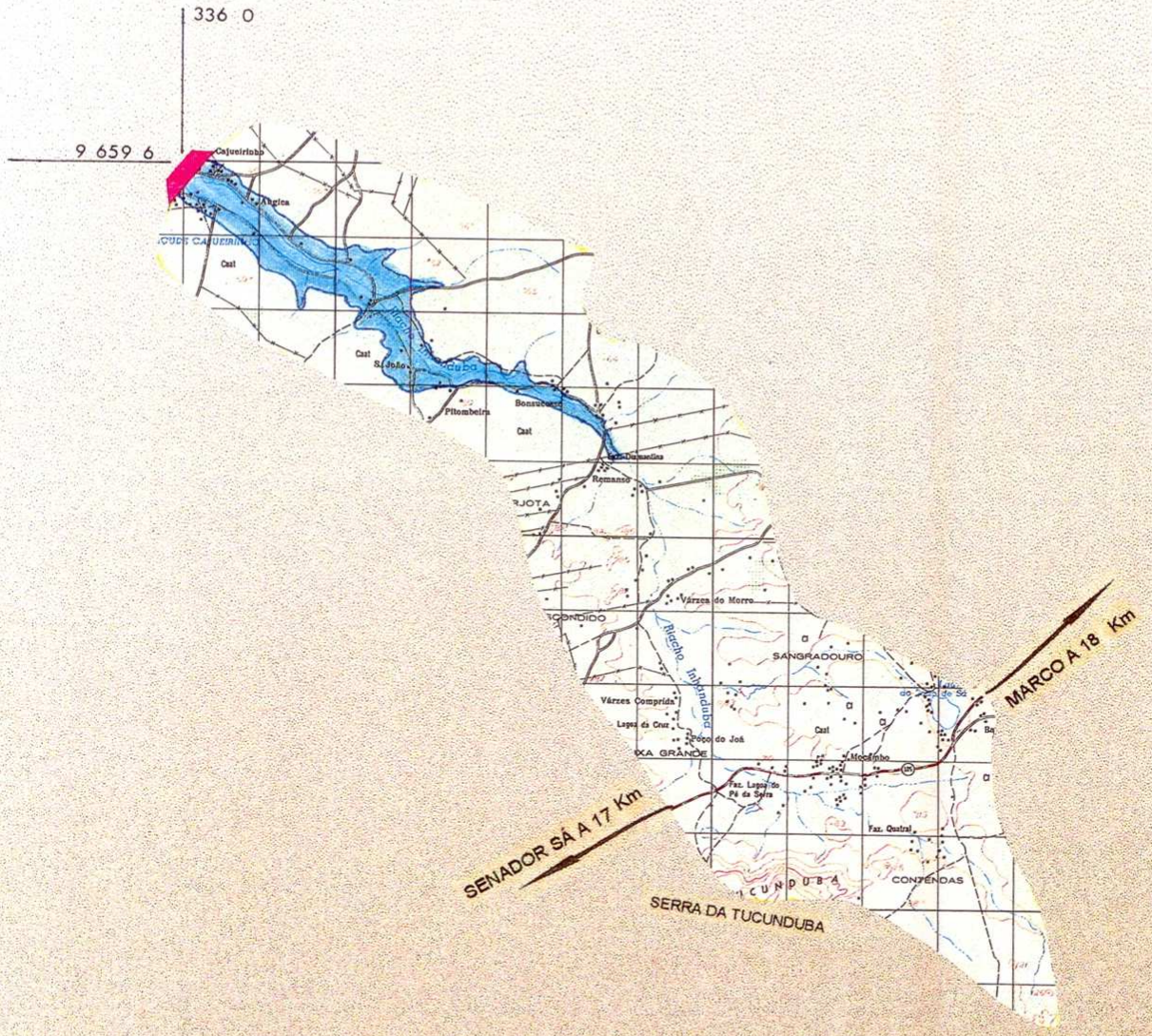
Área da Bacia Hidrográfica	2.275,0 Km²
Capacidade do Reservatório	23 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Riacho do Mocambo
Município do Barramento	Moraujo/Uruoca
Custo	US$ 1.844,60 x 10³

BACIA HIDROGRÁFICA — CIDADES
RIO/RIACHO — VILAS
BACIA HIDRÁULICA — ESTRADAS
BARRAMENTO — LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Granja — **Esc.**: 1:100.000
Sobral - Frecheirinha

MOSAICO

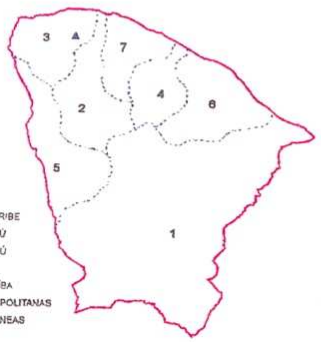




PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

AÇUDE INHANDUBA

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS



Área da Bacia Hidrográfica	186,05 Km²
Capacidade do Reservatório	50 x 10^6 m³
Rio Barrado	Rio Inhanduba
Município do Barramento	Marco/Bela Cruz
Custo	US$3.500,00 x 10^3

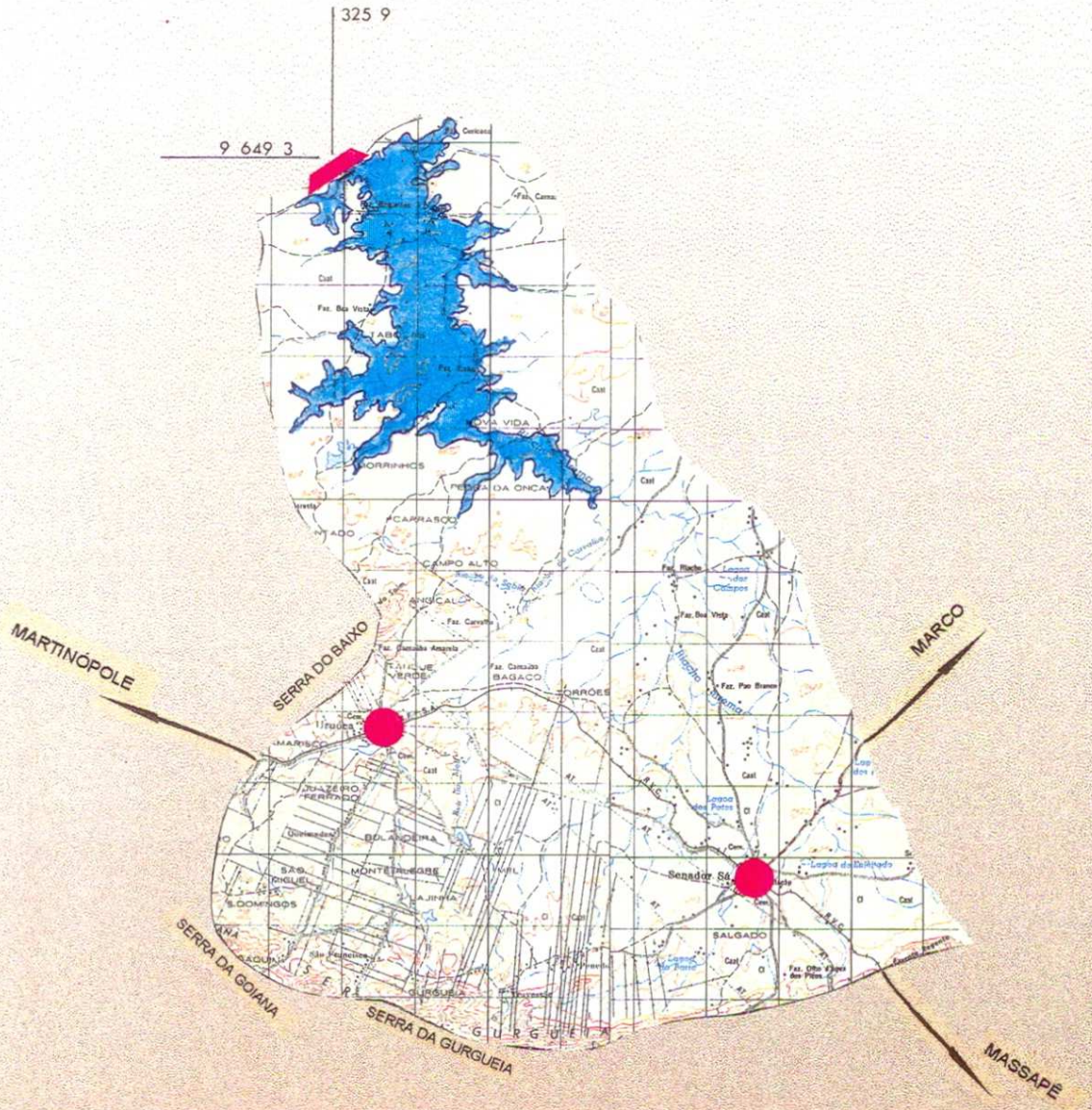
BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Bela Cruz

Esc.: 1:100.000

MOSAICO

1/1



PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

AÇUDE JUREMA

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS

Área da Bacia Hidrográfica	329,6 Km²
Capacidade do Reservatório	80 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Riacho Jurema
Município do Barramento	Martinópole/Senador Sá
Custo	US$ 5.600,00 x 10³

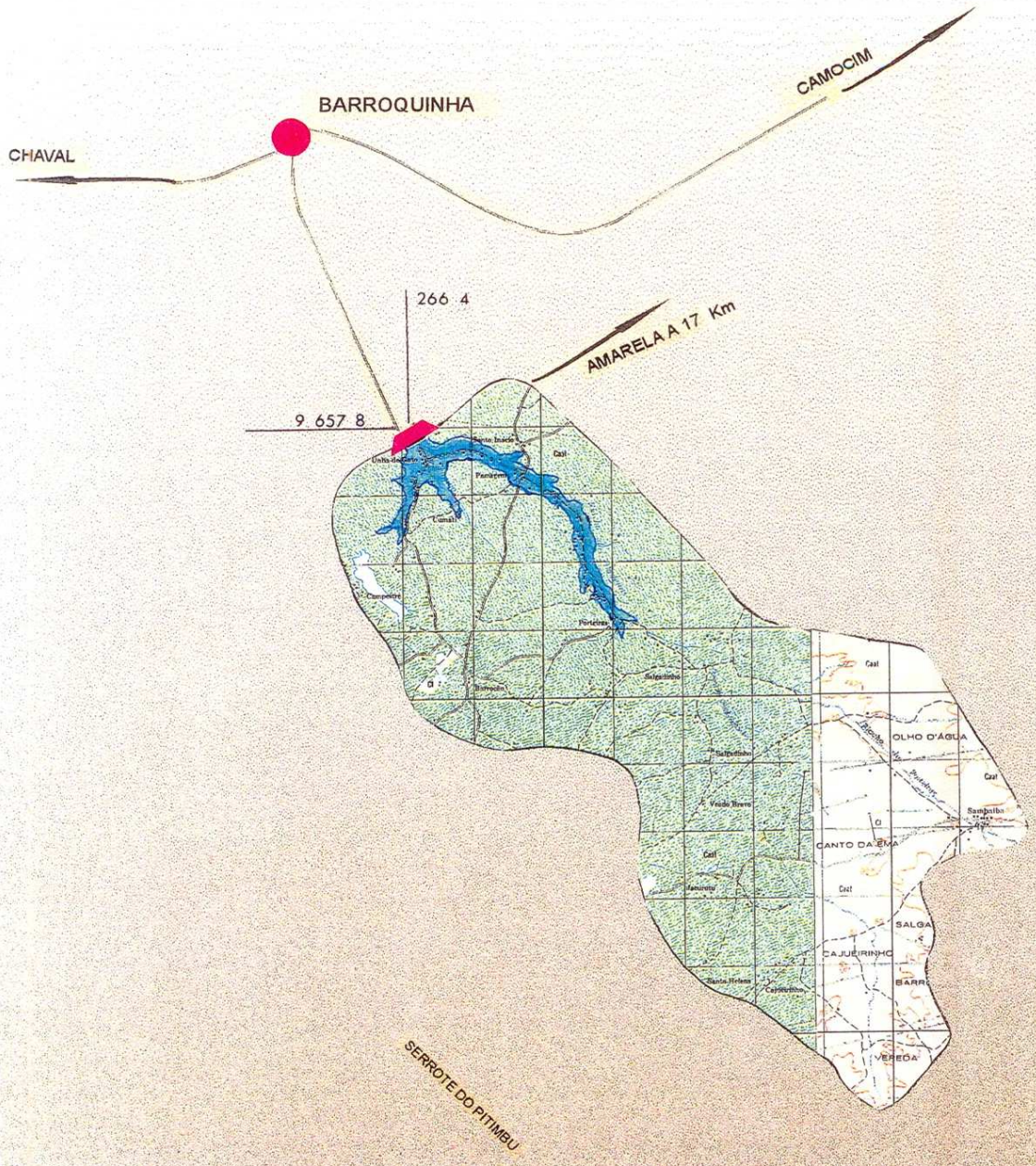
BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Granja - Bela Cruz

Esc.: 1:100.000

MOSAICO

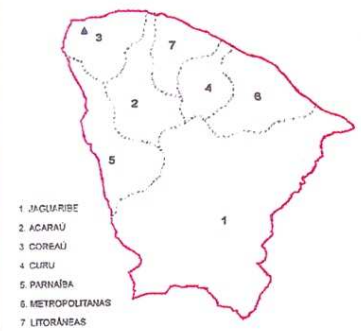
1/1



AÇUDE UNHA DE GATO

PROGERIRH
Açudes de Porte Médio

ESTADO DO CEARÁ
BACIAS HIDROGRÁFICAS



Área da Bacia Hidrográfica	193,0 Km²
Capacidade do Reservatório	25 x 10⁶ m³
Rio Barrado	Rio Tapuio
Município do Barramento	Granja
Custo	US$ 2.100,00 x 10³

BACIA HIDROGRÁFICA
RIO/RIACHO
BACIA HIDRÁULICA
BARRAMENTO
CIDADES
VILAS
ESTRADAS
LOCALIZAÇÃO DO AÇUDE

Cartas SUDENE: Chaval - Granja

Esc.: 1:100.000

MOSAICO

1/1

IBI Engenharia Consultiva S/S

Rua Silva Jatahy, Nº 15, Ed. Atlantic Center, 7º Andar
Meireles - Fortaleza/CE
CEP.: 60.165-070
Fone / Fax: (85) 3198 5000
ibi@ibiengenharia.com.br