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 1: Estudos Básicos e Diagnóstico

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 1: ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO

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 1 - ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO,** é dividido em dois blocos. No **BLOCO I – PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS** (Capítulos 1 a 12), se faz o levantamento dos estudos já realizados na bacia e uma descrição da área – física e sócio-econômica – com os dados mais atuais publicados pelo Estado. Faz-se ainda a avaliação dos aqüíferos, das lagoas, das enchentes e das condições hidroambientais da bacia. Procura-se, além de realizar o balanço hídrico na bacia, avaliar o nível de implementação dos planos de recursos hídricos na região. Coloca-se uma metodologia para determinação do impacto da pequena açudagem, o monitoramento analítico dos reservatórios e por fim, descreve-se potenciais indicadores a serem adotados na bacia. No BLOCO II (ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ) (Capítulos 13 a 16), faz-se a apresentação e análise das demandas do CBH, quando da elaboração do Termo de Referência, nos quatro eixos temáticos – conflitos, vulnerabilidades ambientais, modelo institucional e balanço hídrico.

Já estão incorporadas ao documento as observações levantadas ao longo de todo o processo de apresentação e discursão 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** deverá ser estruturada na apresentação dos seguintes relatórios:

1. Relatórios Técnicos da Fase 1 - Estudos Básicos e Diagnósticos: 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 1
ESTUDOS BÁSICOS E DIAGNÓSTICO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **IV**

CONTEÚDO DO VOLUME **X**

1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS ESTUDOS ANTERIORES **32**

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOECONÔMICA DA BACIA **44**

2.1. Área de Abrangência 44

2.1.1. Nomenclatura: Bacia do Coreaú versus Região Hidrográfica do Coreaú 44

2.1.2. Localização 44

2.2. Definição da Bacia e de Suas Sub-Bacias 44

2.3. Clima 49

2.3.1. Cálculos dos Parâmetros Climatológicos 51

2.4. Geologia 59

2.5. Hidrogeologia 63

2.6. Geomorfologia 71

2.7. Solos 74

2.7.1. Descrição Detalhada dos Solos 77

2.8. Vegetação 84

2.9. Compartimentação Geoambiental 89

2.9.1. Descrição dos Sistemas Geoambientais 91

2.10. Pluviometria 93

2.10.1. Estações Pluviométricas 93

2.10.2. Regime Pluviométrico 95

2.10.3. Precipitação Média sobre a Bacia 98

2.10.4. As variabilidades da Precipitação na Bacia 98

2.11. Fluviometria 112

2.11.1. Estações Fluviométricas 112

2.11.2. Os dados do PERH (1992) 115

2.11.3. Dados do Eixo da Ibiapaba (1999) 115

2.12. Caracterização Socioeconômica 116

2.12.1. Demografia 117

2.12.2. Economia 119

2.12.3. Aspectos Sociais 128

2.12.4. Infra-Estrutura 130
3. AVALIAÇÃO DOS AQÜÍFEROS - ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ESTUDOS ANTERIORES 134
3.1. Reservas, Recursos e Disponibilidade de Águas Subterrâneas 134
3.1.1. Embasamento teórico 134
3.1.2. Os Sistemas Hidrogeológicos 136
3.1.3. As reservas hídricas subterrâneas 137
3.1.4. Disponibilidades de águas subterrâneas 138
3.2. Qualidade das Águas Subterrâneas 140
4. AVALIAÇÃO DE LAGOAS 144
4.1. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU do Município de Camocim (1998) 144
4.1.1. Lagoa Seca ou Lago Seco 145
4.1.2. Lagoa Boqueirão 147
4.1.3. Lagoa Grande 147
4.1.4. Lagoa do Thyerres 147
4.1.5. Lagoa das Cangalhas 148
4.1.6. Lagoas da Torta e Moréias 149
4.2. O PDDU de Jijoca de Jericoacoara (1999) 152
4.2.1. Lagoa da Jijoca 152
4.2.2. Lagoa do Murici, Lagoa Grande e Lagoa do Riacho Doce 154
4.2.3. Lagoa dos Monteiros 155
4.3. PDDU do município de Acaraú (2000) 156
4.3.1. Lagoa Espinhos da Volta 156
4.4. Municípios de Chaval, Barroquinha e Granja 156
4.5. Lagoas do Município de Bela Cruz 157
4.6. PDDU do Município de Cruz 157
4.6.1. Reservas Hidrográficas Pertencente ao Município de Cruz 158
4.7. Município de Viçosa do Ceará 159
4.8. Considerações finais 160
5. EVOLUÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO CONTEXTO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS 162
5.1. Base Conceitual 162
5.1.1. Secas: Definições 162
5.1.2. Os Potenciais Hidráulicos Localizado e Móvel 163
5.1.3. Demandas Concentradas e Difusas 165
5.2. Abordagem da Oferta de Água nos Planos Anteriores 166
5.2.1. Potencial Hidráulico Móvel 166
5.3. A Evolução da Oferta na Bacia do Coreaú 173

5.3.1. Grande Açudagem 173
5.3.2. Águas Subterrâneas 175
5.4. Abordagem da Demanda de Água nos Planos Anteriores 175
5.4.1. Demanda Humana 176
5.4.2. Demanda Industrial 179
5.4.3. Demanda de Irrigação 180
5.5. A Evolução da Demanda na Bacia do Coreaú 182
6. BALANÇO OFERTA X DEMANDA 186
6.1. Introdução 186
6.2. Disponibilidade 187
6.3. Disponibilidade Superficial 187
6.3.1. Disponibilidade Subterrânea 189
6.4. Demanda 189
6.4.1. Demanda Humana 189
6.4.2. Demanda Industrial 190
6.4.3. Demanda para Irrigação 190
6.5. Balanço Hídrico 190
7. DIAGNÓSTICO DAS ENCHENTES 192
7.1. Introdução 192
7.2. As enchentes na Bacia do Coreaú 192
7.3. Análise dos Dados Fluviométricos 193
7.4. As Cheias de 2009 196
7.4.1. Análise das Causas – As Chuvas e o Panorama Meteorológico 196
7.4.2. Os Efeitos 197
7.5. Principais Áreas de Risco 200
7.6. Medidas de Combate a Inundações 201
7.6.1. Tipos de Medidas 201
8. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO COREAÚ 206
8.1. Caracterização geográfica da bacia do Coreaú 206
8.2. Avaliações Ambientais 207
8.2.1. Qualidade das águas da bacia do Coreaú 207
8.2.2. Estimativas das cargas de N, P e metais pesados - bacia do Coreaú oriundos de fontes naturais. 209
8.2.3. Emissões antrópicas de N, P e metais pesados 211
8.2.4. Importância relativa das principais fontes de nutrientes e metais pesados para a bacia do Coreaú. 217
8.3. Análise dos principais EIA/RIMA referentes à Bacia do Coreaú. 218
8.3.1. Acaraú 218

8.3.2. Alcântaras 220
8.3.3. Chaval 220
8.3.4. Frecheirinha 221
8.3.5. Meruoca 222
8.3.6. Tianguá 223
8.4. Plano de Desenvolvimento Regional, PDR – Vale do Coreaú/Ibiapaba. 224
8.4.1. Caracterização do ambiente natural 224
8.4.2. Principais Problemas Ambientais Encontrados 225
8.4.3. Cenário Evolutivo do Ambiente Natural 232
8.5. Relatório de impactos ambientais no Açude Tucunduba 232
8.6. Áreas de Interesse Ecológico 233
9. IMPACTO DA PEQUENA AÇUDAGEM 238
9.1. Introdução 238
9.2. Diagnóstico 239
9.3. Formulação do Problema do Impacto Cumulativo da Construção de Reservatórios 241
9.4. Alternativas Metodologicas 244
9.4.1. Classificação segundo o tipo de modelagem: Físico x Conceitual x Empírico 246
9.4.2. Classificação segundo a representação espacial dos parâmetros e variáveis: Concentrados x Semi-Distribuídos x Distribuídos 246
9.5. Metodologia Proposta 247
10. MONITORAMENTO ANALÍTICO DOS RESERVATÓRIOS 252
10.1. A Bacia do Coreaú 253
10.2. Açude Angicos 254
10.2.1. Evolução dos Níveis 254
10.2.2. Operação do Reservatório 256
10.3. Açude Diamante 257
10.3.1. Evolução dos Níveis 258
10.3.2. Operação do Reservatório 259
10.4. Açude Gangorra 259
10.4.1. Evolução dos Níveis 260
10.4.2. Operação do Reservatório 261
10.5. Açude Itaúna 262
10.5.1. Evolução dos Níveis 263
10.5.2. Operação do Reservatório 264
10.6. Açude Martinópole 265
10.6.1. Evolução dos Níveis 265
10.6.2. Operação do Reservatório 267

10.7. Açude Premuoca 268
10.7.1. Evolução dos Níveis 269
10.7.2. Operação do Reservatório 270
10.8. Açude Trapiá III 271
10.8.1. Evolução dos Níveis 272
10.8.2. Operação do Reservatório 273
10.9. Açude Tucunduba 274
10.9.1. Evolução dos Níveis 275
10.9.2. Operação do Reservatório 276
10.10. Várzea da Volta 277
10.10.1. Evolução dos Níveis 278
10.10.2. Operação do Reservatório 279
11. ANÁLISE DO MODELO INSTITUCIONAL 282
11.1. O Modelo Estadual - Histórico 282
11.1.1. Situação Atual 283
11.2. O Funcionamento do Arcabouço Institucional no Estado 287
11.2.1. Competências 287
11.2.2. Modelagem Organizacional 287
11.2.3. Sumário Cronológico da Legislação Estadual Afeta a COGERH 288
11.2.4. Análise dos Principais Aspectos Contemplados nos Diplomas Legais, que promoveram Fortalecimento Institucional da COGERH 296
11.2.5. Abordagem Crítica 297
11.2.6. Considerações Gerais sobre Conflitos nas Bacias em Função da Oferta e Demanda 298
11.3. Comitês da Bacia Hidrográfica do Coreaú (CBH) 299
11.3.1. O Processo de Formação do CBH-Coreaú 299
11.3.2. Funcionamento do comitê 308
11.3.3. A Participação dos Municípios no CBH 308
11.3.4. A Freqüência das instituições 310
11.4. Instituições na Bacia Ligadas À Gestão dos Recursos Hídricos e ao Meio Ambiente na esfera do Poder Público Municipal 314
11.5. Instituições que gerenciam os abastecimentos de água dos núcleos habitacionais 315
11.6. Atendimento da demanda difusa 318
11.7. Principais instituições da bacia 321
12. LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A BACIA DO COREAÚ 328
12.1. Introdução 328
12.2. Indicadores e Índices 329
12.2.1. Principais características de indicadores 329

12.2.2. Principais funções dos indicadores 330
12.3. Modelos Conceituais de Indicadores 332
12.3.1. Estrutura Pressão - Estado - Resposta (PER) 332
12.3.2. Estrutura Força Motriz - Estado - Resposta (F-E-R) 334
12.3.3. Estrutura Pressão - Estado – Efeito – Resposta (PEER) 334
12.3.4. Estrutura Força Motriz - Pressão - Estado - Impacto – Resposta (FPEIR) 335
12.3.5. Estrutura Pressão - Estado - Impacto – Resposta (PEIR) 336
12.4. Parâmetros e Indicadores 337
12.4.1. Indicadores de Gestão de Recursos Hídricos 337
12.4.2. Geo Cidades - São Paulo 339
12.4.3. Geo Cidades – Ceará (Proposta) 340
12.5. Cenários de Indicadores (Pressão – Estado – Impacto) 349
12.6. Índice de Pobreza Hídrica 351
12.6.1. Disponibilidade 353
12.6.2. Acesso 355
12.6.3. Capacidade 355
12.6.4. Meio Ambiente 355
13. CONFLITOS IDENTIFICADOS PELO CBH 358
13.1. Organização dos dados 358
13.2. Análise dos conflitos identificados pelo CBH 373
14. O MODELO INSTITUCIONAL NA PERCEPÇÃO DO CBH 376
14.1. Organização de dados sobre Modelo Institucional 376
14.2. Análise das barreiras ao Modelo Institucional identificadas pelo CBH 378
15. VULNERABILIDADES AMBIENTAIS IDENTIFICADAS PELO CBH 380
15.1. Organização de dados sobre poluição hídrica 380
15.2. Análise de dados sobre as vulnerabilidades ambientais identificadas pelo CBH 384
16. NECESSIDADES DE MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA NA VISÃO DO CBH 386
16.1. Organização de dados sobre oferta hídrica 386
16.2. Análise de dados sobre as necessidades de incremento de oferta hídrica identificadas pelo CBH 391
17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 394
ANEXO

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1. Municípios da Bacia do Coreaú 48
Quadro 2.2. Áreas das bacias da Região Hidrográfica do Coreaú 48
Quadro 2.3. Localização dos municípios em função das sub-bacias hidrográficas da Bacia do Coreaú..... 49
Quadro 2.4. Características das Estações Meteorológicas Acaraú e Sobral, consideradas representativas da Bacia do Coreaú 51
Quadro 2.5. Temperaturas máximas, mínimas e compensadas na estação de Acaraú (em ºC)..... 52
Quadro 2.6. Temperaturas máximas, minímas e compensadas na estação de Sobral (em C) 52
Quadro 2.7. Umidade Relativa nas estações de Acaraú e Sobral (em %) 54
Quadro 2.8. Insolação Média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas) 54
Quadro 2.9. Velocidade do Vento nas estações de Acaraú e Sobral (em m/s)..... 55
Quadro 2.10. Evaporação Média Mensal para o tanque classe A nas estações de Acaraú e Sobral (em mm)..... 56
Quadro 2.11. Evapotranspiração Média Mensal nas estações de Acaraú e Sobral (em mm) pelo Método de Hargreaves 58
Quadro 2.12. Evapotranspiração Potencial Média Mensal nas estações de Acaraú e Sobral (em mm) pelo Método de Penman-Monteith (CROPWAT)..... 59
Quadro 2.13. Síntese dos principais litotipos das unidades geológicas da Bacia do Coreaú..... 61
Quadro 2.14. Características dos poços da Bacia do Coreaú – CE (Fonte: CPRM, 1998)..... 65
Quadro 2.15. Parâmetros hidrogeológicos no Domínio Poroso da Bacia do Coreaú – CE 69
Quadro 2.16. Síntese das principais unidades pedológicas da Bacia do Coreaú..... 75
Quadro 2.17. Estações Pluviométricas da Bacia do Coreaú..... 94
Quadro 2.18. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Viçosa do Ceará, em Viçosa do Ceará (código 00340016)..... 96
Quadro 2.19. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Camocim, em Camocim (código 00240002) 96
Quadro 2.20. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Araquem, em Coreaú (código 00340001) 96
Quadro 2.21. Características das Precipitações anuais em Camocim, Viçosa do Ceará e Araquém..... 98
Quadro 2.22. Pluviometria média mensal calculada pelo Método de Thiessen/Malha para os açudes da Bacia do Coreaú 98
Quadro 2.23. Pluviometria média mensal calculada pelo Método de Thiessen/Malha para o posto fluviométrico de Granja (cód. 35170000)..... 98
Quadro 2.24. Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú..... 112
Quadro 2.25. Características das Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú..... 113
Quadro 2.26. Lâminas Escoadas e Coeficiente de Escoamento (%) das Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú..... 113
Quadro 2.27. Valores das vazões máximas, médias e mínimas mensais das séries

históricas dos cursos d'água que compõem a Bacia do Coreaú 113
Quadro 2.28. Síntese dos parâmetros médios anuais para os deflúvios gerados para a estação fluviométrica Granja (cód. 35170000) 115
Quadro 2.29. Síntese dos parâmetros médios anuais para os deflúvios gerados para os açudes Martinópole, Tucunduba e Várzea da Volta 115
Quadro 2.30. Síntese dos parâmetros médios anuais dos deflúvios gerados para as estações fluviométricas de Granja (cód. 35170000) e Moraújo (cód. 35125000) 116
Quadro 2.31. Síntese dos parâmetros médios anuais dos deflúvios gerados para os açudes Martinópole, Tucunduba, Várzea da Volta, Itaúna, Diamente, Angicos e Gangorra 116
Quadro 2.32. População residente nos municípios da Bacia do Coreaú nos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010 118
Quadro 2.33. Dados de PIB total, per capita e setorial Bacia do Coreaú 120
Quadro 2.34. Dados de IDH e IDM dos municípios da Bacia do Coreaú 121
Quadro 2.35. Empresas Por Faixa de Pessoal Ocupado (1996) (distribuição percentual) 122
Quadro 2.36. Empresas Por Faixa de Pessoal Ocupado (1996) (distribuição percentual) 122
Quadro 2.37. Número de Pessoas Ocupadas em Empresas com CGC por Setores Selecionados (1996) (%). 123
Quadro 2.38. Intermédiários Financeiros 1997 123
Quadro 2.39. Produção dos principais produtos agrícolas nos municípios da Bacia do Coreaú (2008) 125
Quadro 2.40. Dados de pecuária dos municípios da Bacia do Coreaú 126
Quadro 2.41. Estrutura Fundiária 127
Quadro 2.42. Perímetros de Irrigação em operação na Bacia do Coreaú 127
Quadro 2.43. Áreas de irrigação privadas em operação na Bacia do Coreaú, para o ano 2000. 127
Quadro 2.44. Demandas de irrigação públicas e privadas para a Bacia do Coreaú, ano 2000 127
Quadro 2.45. Média de Anos de Estudos das Pessoas Com 4 anos ou Mais 128
Quadro 2.46. Proporção da População com 4 anos ou Mais sem Instrução (1996) 128
Quadro 2.47. Principais Indicadores Educacionais (%) Por Nível De Ensino (1997) 129
Quadro 2.48. Unidades de Saúde Ligadas ao SUS Por Tipo de Prestador (1997) 129
Quadro 2.49. Indicadores de Saúde Selecionados (1997) 129
Quadro 2.50. Porcentagem de domicílios com abastecimento de água e porcentagem de domicílios com esgotamento sanitário da Bacia do Coreaú em 2007 130
Quadro 2.51. Obras de abastecimento do projeto São José nos municípios da Bacia do Coreaú no período de 2000 a 2009 131
Quadro 2.52. Consumidores de energia elétrica (1997) – distribuição percentual 131
Quadro 3.1. Área de ocorrência dos sistemas hidrogeológicos na Bacia do Coreaú– CE 136
Quadro 3.2. Parâmetros hidrogeológicos dos sistemas hidrogeológicos na Bacia do Coreaú - CE 137
Quadro 3.3. Reservas de águas subterrâneas por sistema hidrogeológico da Bacia do

Coreaú - CE 137
Quadro 3.4. Disponibilidade efetiva de águas subterrâneas da Bacia do Coreaú, CE 138
Quadro 3.5. Disponibilidade efetiva de águas subterrâneas na Bacia do Coreaú - CE (Dados de poços tubulares da CPRM, 1999)..... 139
Quadro 3.6. Sólidos Totais Dissolvidos nas águas subterrâneas da Bacia do Coreaú - CE..... 142
Quadro 4.1. Relação das lagoas por município 156
Quadro 4.2. Levantamento dos problemas existentes em lagoas do município de Cruz. 159
Quadro 5.1. Característica dos Açudes com capacidade K> 10hm³ 167
Quadro 5.2. Reservatórios planejados pelo PERH (1992) 167
Quadro 5.3. Característica dos Açudes com capacidade K > 10hm³ 168
Quadro 5.4. Característica dos Açudes com capacidade K > 10hm³ 169
Quadro 5.5. Disponibilidade hídrica em açudes < 10hm³ - Bacia Coreaú 170
Quadro 5.6. Característica dos poços da Bacia do Coreaú..... 172
Quadro 5.7. Características dos poços da bacia do Coreaú..... 173
Quadro 5.8. Reservatórios construídos ou planejados, com capacidade acima de 10 hm³..... 174
Quadro 5.9. Disponibilidade de Água Subterrânea..... 175
Quadro 5.10. Demanda Humana 176
Quadro 5.11. Níveis de abastecimento nas sedes municipais em 1990..... 177
Quadro 5.12. Projeções da Demanda humana..... 178
Quadro 5.13. Situação de abastecimento de água para os municípios - água subterrânea..... 178
Quadro 5.14. Demanda humana – PLANERH (2005)..... 179
Quadro 5.15. Demanda industrial..... 179
Quadro 5.16. Demanda Industrial..... 180
Quadro 5.17. Demanda de Irrigação..... 180
Quadro 5.18. Demanda Perímetros de Irrigação Públicos..... 181
Quadro 5.19. Demanda Irrigação Difusa..... 181
Quadro 5.20. Demanda para Irrigação..... 182
Quadro 5.21. Evolução da Demanda na bacia do Coreaú 182
Quadro 6.1. Reservatórios construídos ou em construção, com capacidade acima de 10hm³..... 187
Quadro 6.2. Dados de vazão regularizada dos reservatórios da bacia do Coreaú 189
Quadro 7.1. Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú..... 193
Quadro 7.2. Principais características das séries históricas de deflúvios anuais e coeficientes de escoamentos dos postos fluviométricos que compõem a Bacia do Coreaú..... 193
Quadro 7.3. Demonstrativo dos Municípios Atingidos por Intensas Precipitações Pluviométricas na Bacia do Coreaú..... 198
Quadro 7.4. Áreas vulneráveis aos desastres decorrentes do excesso de precipitações pluviométricas na Bacia do Coreaú..... 201
Quadro 8.1. Principais vetores localizados nas bacias de drenagem e pressões ambientais e seus respectivos impactos na região costeira..... 208

Quadro 8.2. Carga anual estimada de N, P e metais pesados por deposição atmosférica para a bacia do Coreaú (t.ano^{-1}). 209
Quadro 8.3. Estimativas de emissão de N, P e metais pesados pela denudação física e química dos diferentes tipos de solo para a Bacia do Rio Coreaú, CE..... 210
Quadro 8.4. Cargas de nutrientes e metais pesados oriundos de fontes naturais (t.ano^{-1}). Valores arredondados para unidade para o N. 210
Quadro 8.5. Estimativa das emissões (t.ano^{-1}) de nutrientes e metais pesados por águas servidas para a bacia do Coreaú. 211
Quadro 8.6. Cargas estimadas (t.ano^{-1}) de nutrientes e metais pesados aos rios, oriundos da atividade pecuária. Bacia do Coreaú..... 213
Quadro 8.7. Contribuição de nutrientes e de metais pesados (t.ano^{-1}) aos rios, oriundos da atividade agrícola, bacia do Coreaú. Dados já corrigidos pelas respectivas taxas de retenção em solos..... 214
Quadro 8.8. Estimativa das emissões de nutrientes e metais pesados (t.ano^{-1}) por escorrimento superficial urbano 214
Quadro 8.9. Estimativa das emissões de N, P e metais pesados oriundas dos resíduos sólidos (em t.ano^{-1}). 215
Quadro 8.10. Concentração de metais pesados (µg.g^{-1} em peso seco) em amostras de rações e fertilizantes utilizados na carcinicultura do litoral nordeste brasileiro. 216
Quadro 8.11. Estimativa das emissões de nitrogênio e fósforo[2,3,4,5], e metais pesados[3,5,6] oriundas da carcinicultura para a bacia inferior dos Rios do litoral do Estado do Ceará (t.ano^{-1}). Destaque a Bacia do Coreaú. 217
Quadro 8.12. Comparação entre as emissões naturais e antrópicas de N, P, Cu, Zn, Pb, Cd e Hg na bacia do Coreaú. 217
Quadro 8.13. Emissões antrópicas discriminadas por fonte (t.ano^{-1}) e contribuições relativas (%) de nutrientes e metais pesados para a bacia do Coreaú..... 218
Quadro 9.1. Área de espelho de água na Bacia do Coreaú..... 240
Quadro 9.2. Área de espelho de água nos Municípios da Bacia do Coreaú..... 240
Quadro 10.1. Açudes monitorados pela Cogerh na Bacia do Coreaú 253
Quadro 10.2. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Angicos 256
Quadro 10.3. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Angicos (em m³/s)..... 256
Quadro 10.4. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Diamante 259
Quadro 10.5. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Gangorra..... 261
Quadro 10.6. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Gangorra..... 261
Quadro 10.7. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Itaúna..... 264
Quadro 10.8. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Itaúna..... 264
Quadro 10.9. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Martinópole..... 267
Quadro 10.10. Vazões de Retirada (QDeliberado eQEfetivo) do Açude Martinópole (em m³/s)..... 267
Quadro 10.11. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Premuoca..... 270
Quadro 10.12. Vazões de Retirada (QDeliberado eQEfetivo) do Açude Premuoca..... 270
Quadro 10.13. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Trapiá III 273
Quadro 10.14. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Trapiá III 273
Quadro 10.15. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Tucunduba..... 276
Quadro 10.16. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Tucunduba..... 277

Quadro 10.17. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Várzea da Volta 279
Quadro 10.18. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Várzea da Volta 280
Quadro 11.1. Instituições que participaram do III Encontro do Fórum de Organizações da Sociedade Civil do Vale do Coreaú, realizado em 02 e 03 de abril de 2005 300
Quadro 11.2. Regiões onde ocorreram os seminários regionais institucionais que antecederam a formação do CBH do Coreaú 301
Quadro 11.3. Entidades presentes no I Seminário Institucional Regional - Sertão 302
Quadro 11.4. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú segundo deliberação do I Seminário Institucional Regional - Sertão 303
Quadro 11.5. Entidades presentes no II Seminário Institucional Regional - Serra 304
Quadro 11.6. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú do II Seminário Institucional Regional - Serra 304
Quadro 11.7. Entidades presentes no III Seminário Institucional Regional - Litoral Leste 305
Quadro 11.8. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú do III Seminário Institucional Regional – Litoral Leste 306
Quadro 11.9. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú do IV Seminário Institucional Regional – Litoral Oeste 306
Quadro 11.10. Encontros Regionais e Municipais de Recursos Hídricos que antecederam a formação do CBH do Coreaú 307
Quadro 11.11. Avaliação dos encontros que antecederam a formação do CBH do Coreaú 307
Quadro 11.12. Relação de todas as instituições que participam, ou participaram, do CBH-Coreaú (2006 a 2010) 308
Quadro 11.13. Secretarias que lidam com a gestão das águas e do meio ambiente dos municípios que compõem a Bacia do Coreaú 314
Quadro 11.14. Localidades operadas pelo SISAR na Bacia do Coreaú 316
Quadro 11.15. Unidade de Negócio da CAGECE na Bacia do Coreaú 317
Quadro 11.16. Famílias atendidas pelo Projeto São José nos Municípios da Bacia do Coreaú 319
Quadro 11.17. Cisternas construídas pela ASA nos municípios da Bacia do Coreaú 320
Quadro 11.18. Cisternas construídas pela SDA nos municípios da Bacia do Coreaú 321
Quadro 11.19. Principais instituições com alguma ligação com os recursos hídricos encontradas na Bacia do Coreaú 321
Quadro 12.1. Modelos conceituais e sua estrutura de relacionamento 332
Quadro 12.2. Proposta de Indicadores do Estado do Ceará, baseado no Modelo PEIR 340
Quadro 12.3. Indicadores de FORÇA-MOTRIZ (atividades humanas que geram pressões sobre os recursos hídricos da bacia) 343
Quadro 12.4. Indicadores de PRESSÃO (ações diretas sobre os recursos hídricos, resultantes das atividades humanas desenvolvidas na bacia) 344
Quadro 12.5. Indicadores de ESTADO (situação dos recursos hídricos na bacia, em termos de qualidade e quantidade) 345
Quadro 12.6. Indicadores de IMPACTO (conseqüências negativas decorrentes da situação dos recursos hídricos na bacia) 346
Quadro 12.7. Indicadores de RESPOSTA (ações da sociedade, em face da situação

dos recursos hídricos na bacia) 347
Quadro 12.8. Vínculos entre pobreza, água e saneamento 351
Quadro 12.9. Resumo do nível de exigência do setor hídrico para promoção da saúde 354
Quadro 13.1. Explicação sobre a Identificação e Classificação dos Conflitos 360
Quadro 13.2. Identificação e Classificação dos Conflitos na visão do CBH 361
Quadro 13.3. Tarjetas consideradas pelos CBHs como "Modelo Institucional", que foram classificadas como Conflitos 365
Quadro 13.4. Tarjetas consideradas pelos CBHs como "Vulnerabilidades Ambientais", que foram classificadas como Conflitos 368
Quadro 13.5. Tarjetas originalmente consideradas pelos CBHs como "Necessidades de melhoria da oferta de água", que foram classificadas como Conflitos 371
Quadro 14.1. Explicação sobre a Identificação e Classificação do Modelo Institucional 377
Quadro 14.2. Identificação e Classificação das barreiras ao Modelo Institucional 377
Quadro 14.3. Tarjetas consideradas pelo CBH como "Vulnerabilidades Ambientais", que foram classificadas como barreiras ao Modelo Institucional 378
Quadro 15.1. Explicação sobre a Identificação e classificação das vulnerabilidades ambientais na visão do CBH 381
Quadro 15.2. Identificação e classificação das vulnerabilidades ambientais/poluição hídrica, identificadas pelo CBH do Coreaú 382
Quadro 15.3. Tarjetas originalmente consideradas pelo CBH como "Conflitos", classificadas como Vulnerabilidades ambientais/Poluição Hídrica. 383
Quadro 16.1. Explicativa: Identificação e classificação das necessidades de melhoria da oferta de água na visão do CBH 387
Quadro 16.2. Identificação e classificação das necessidades de melhoria da oferta de água na visão do CBH 388

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Temperaturas máximas, mínimas e compensadas na estação de Acaraú (em ºC) 53
Figura 2.2. Temperaturas máximas, mínimas e compensadas na estação de Sobral (em ºC) 53
Figura 2.3. Umidade Relativa nas estações de Acaraú e Sobral (em %) 54
Figura 2.4. Insolação Média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas) 55
Figura 2.5. Velocidade média dos ventos das estações de Acaraú e Sobral (em m/s) 56
Figura 2.6. Evaporação média mensal nas estações de Acaraú e Sobral 57
Figura 2.7. Evapotranspiração Potencial Média Mensal (Penman-Monteith e Hargreaves) da estação de Acaraú 59
Figura 2.8. Evapotranspiração Potencial Média Mensal (Penman-Monteith e Hargreaves) da estação de Sobral 59
Figura 2.9. Evolução da construção de poços na Bacia do Coreaú – CE 63
Figura 2.10. Profundidade (m) dos poços da Bacia do Coreaú – CE 65
Figura 2.11. Nível estático (m) nos poços do Domínio Hidrogeológico Fissural da Bacia do Coreaú - CE 66
Figura 2.12. Vazão (m³/h) nos poços do Domínio Hidrogeológico Fissural da Bacia

do Coreaú - CE 67
Figura 2.13. Nível estático (m) nos poços do Domínio Hidrogeológico Poroso da Bacia do Coreaú - CE 68
Figura 2.14. Vazão (m³/h) nos poços do Domínio Hidrogeológico Poroso da Bacia do Coreaú – CE 68
Figura 2.15. Nível estático (m) dos poços no Domínio Hidrogeológico Aluvionar na Bacia do Coreaú – CE 69
Figura 2.16. Vazão (m³/h) dos poços no Domínio Hidrogeológico Aluvionar da Bacia do Coreaú – CE 70
Figura 2.17. Relação de postos pluviométricos em operação e desativados na Bacia do Coreaú..... 95
Figura 2.18. Operadoras dos postos pluviométricos da Bacia do Coreaú..... 95
Figura 2.19. Hietograma do posto pluviométrico de Viçosa do Ceará 96
Figura 2.20. Hietograma do posto pluviométrico de Camocim..... 97
Figura 2.21. Hietograma do posto pluviométrico de Araquém 97
Figura 2.22. Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008..... 99
Figura 2.23. Estimativa da posição média da ZCIT, em MAIO/2005..... 100
Figura 2.24. Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB..... 100
Figura 2.25. Representação de superfícies frontais, regiões de transição entre massas de ar diferentes..... 101
Figura 2.26. Imagens do satélite METEOSAT no canal infravermelho, mostrando a influência de um VCAS na precipitação no Nordeste Brasileiro 102
Figura 2.27. Formação de um vórtice ciclônico (B) em altos níveis sobre o Atlântico sul (1 a 3) e a nebulosidade associada ao sistema na última fase (4). São indicados o escoamento em 200 mb (linhas cheias), o eixo dos cavados (linhas tracejadas), a Alta da Bolívia (A) e a posição da frente fria (linha com triângulos)..... 103
Figura 2.28. Imagem do satélite METEOSAT mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil 104
Figura 2.29. Representação dos ventos alísios..... 104
Figura 2.30. Condições normais de circulação da célula de Walker 105
Figura 2.31. Caracterização das condições de El Nino..... 105
Figura 2.32. Efeitos globais do El Niño nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro..... 106
Figura 2.33. Efeitos globais do El Niño nos meses de junho, julho e Agosto 107
Figura 2.34. Caracterização das condições de La Nina 107
Figura 2.35. Efeitos globais da La Niña nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro 108
Figura 2.36. Efeitos globais da La Niña nos meses de junho, julho e agosto..... 108
Figura 2.37. Anomalias de TSM em oC (isolinhas) e de precipitação (áreas hachuradas) para o quadrimestre fevereiro a maio nos anos em que se observaram: (a) fase positiva; (b) fase negativa do Padrão de Dipolo sobre o Atlântico Tropical. As isolinhas contínuas representam valores positivos e as tracejadas, valores negativos. As áreas hachuradas indicam anomalias positivas (cores vermelhas) e negativas (cores azuis) de precipitação. As setas indicam o sentido do gradiente térmico para

onde a ZCIT tende a posicionar-se 110
Figura 2.38. Distribuição espacial dos desvios de precipitação (x 100) ao longo do setor norte do NEB. 12a) para uma composição de anos com ocorrência de Dipolo Positivo (1951, 1953, 1945, 1956, 1958, 1955, 1966, 1970, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982 e 1983) e 12b) para uma composição de anos com ocorrência de Dipolo Negativo (1949, 1964, 1965, 1971, 1972, 1973, 1974, 1977, 1985, 1986 e 1989). 110
Figura 2.39. Movimentação da Zona de Convergência Intertropical em anos de dipolo positivo do Atlântico, nos meses de fevereiro, março, abril e maio 111
Figura 2.40. Movimentação da Zona de Convergência Intertropical em anos de dipolo negativo do Atlântico, nos meses de fevereiro, março, abril e maio 111
Figura 2.41. Relação das operadoras dos postos fluviométricos da Bacia do Coreaú 112
Figura 2.42. Vazões Máximas, Médias e Mínimas no posto fluviométrico Granja, em Granja (código 35170000) 114
Figura 2.43. Vazões Máximas, Médias e Mínimas no postofluviométrico Moraújo, em Moraújo (código 35125000) 114
Figura 2.44. Crescimento Populacional na Bacia do Coreaú (1970 a 2010) 117
Figura 2.45. Taxa de Urbanização dos Municípios que compõem a Bacia do Coreaú 119
Figura 4.1. Identificação da lagoa das Moréias e o açude do Parazinho 150
Figura 4.2. Imagem aérea: Lagoa de Pedro II – Viçosa do Ceará 160
Figura 5.1. Distribuição espacial dos reservatórios na Bacia, de acordo com estudos realizados 174
Figura 5.2. Evolução da capacidade de armazenamento na bacia do Coreaú 175
Figura 5.3. Evolução das demandas na bacia do Coreaú 183
Figura 6.1. Localização dos principais reservatórios da Bacia do Coreaú 188
Figura 7.1. Mapa da localização das estações fluviométricas de Granja e Moraújo 194
Figura 7.2. Volume escoado durante a estação úmida (janeiro – junho) na estação fluviométrica de Granja 195
Figura 7.3. Volume escoado durante a estação úmida (janeiro – junho) na estação fluviométrica de Moraújo 195
Figura 7.4. Anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) de janeiro de 2009. 196
Figura 7.5. Anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) de abril de 2009 ... 197
Figura 7.6. Açudes monitorados pela Cogerh na Bacia do Coreaú 197
Figura 7.7. Áreas vulneráveis aos desastres decorrentes do excesso de precipitações pluviométricas na Bacia do Coreaú 202
Figura 8.1. Atividades de carcinicultura no rio Coreaú. Fonte: SEMACE. 230
Figura 9.1. Estoques de água na Bacia do Coreaú 240
Figura 9.2. Reservatório Isolado e Sistema de Reservatórios 241
Figura 9.3. Classificação dos Modelos Hidrológicos segundo Chow et all (1988) 246
Figura 9.4. Parâmetros da Curva de Regressão Volume vs. Área do Espelho d'Água ... 248
Figura 10.1. Açudes monitorados pela Cogerh na Bacia do Coreaú 253
Figura 10.2. Evolução dos níveis atingidos do Açude Angicos 255
Figura 10.3. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade

máxima) do Açude Angicos 255
Figura 10.4. Curva de níveis de permanência do Açude Angicos 256
Figura 10.5. Vazões de retirada para o Açude Angicos (2001 a 2008) 257
Figura 10.6. Açude Diamante 257
Figura 10.7. Evolução dos níveis atingidos do Açude Diamante 258
Figura 10.8. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Diamante 258
Figura 10.9. Curva de níveis de permanência do Açude Diamante 259
Figura 10.10. Evolução dos níveis atingidos do Açude Gangorra 260
Figura 10.11. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Gangorra 260
Figura 10.12. Curva de níveis de permanência do Açude Gangorra 261
Figura 10.13. Vazões de retirada para o Açude Gangorra (2001 a 2009) 262
Figura 10.14. Evolução dos níveis atingidos do Açude Itaúna 263
Figura 10.15. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Itaúna 263
Figura 10.16. Curva de níveis de permanência do Açude Itaúna 264
Figura 10.17. Vazões de retirada para o Açude Itaúna (2001 a 2008) 265
Figura 10.18. Evolução dos níveis atingidos do Açude Martinópole 266
Figura 10.19. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Martinópole 266
Figura 10.20. Curva de níveis de permanência do Açude Martinópole 267
Figura 10.21. Vazões de retirada para o Açude Martinópole (2001 a 2008) 268
Figura 10.22. Evolução dos níveis atingidos do Açude Premuoca 269
Figura 10.23. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Premuoca 269
Figura 10.24. Curva de níveis de permanência do Açude Angicos 270
Figura 10.25. Vazões de retirada para o Açude Premuoca 271
Figura 10.26. Níveis atingidos para o Açude Trapiá III 272
Figura 10.27. Evolução do volume armazenado áfico do percentual de volume acumulado para o Açude Trapiá III 272
Figura 10.28. Curva de permanência para o Açude Trapiá III 273
Figura 10.29. Vazões de retirada para o Açude Trapiá III 274
Figura 10.30. Evolução dos níveis atingidos do Açude Tucunduba 275
Figura 10.31. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Tucunduba 275
Figura 10.32. Curva de níveis de permanência do Açude Tucunduba 276
Figura 10.33. Gráfico das vazões de retirada para o Açude Tucunduba 277
Figura 10.34. Evolução dos níveis atingidos do Açude Várzea da Volta 278
Figura 10.35. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Várzea da Volta 278
Figura 10.36. Curva de níveis de permanência do Açude Várzea da Volta 279
Figura 10.37. Vazões de retirada para o Açude Várzea da Volta (2001 a 2008) 280
Figura 11.1. Assiduidade da sociedade civil às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010) 310

Figura 11.2. Assiduidade do poder público municipal às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010). 311
Figura 11.3. Assiduidade do poder público estadual/federal às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010). 312
Figura 11.4. Assiduidade dos usuários às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010). 313
Figura 12.1. Ciclo de tomada de decisão (Adaptada de Moldan e Bilharz, (1997)) 330
Figura 12.2. Pirâmide da informação 331
Figura 12.3. Pirâmide de informação associada ao tipo de utilizador 331
Figura 12.4. Estrutura Pressão - Estado - Resposta (P-E-R) 333
Figura 12.5. Estrutura Pressão - Estado – Efeito - Resposta (P-E-E-R) 335
Figura 12.6. Relacionamento de indicadores no modelo FPEIR 336
Figura 12.7. Relacionamento de indicadores no modelo FPEIR para a Industrialização 336
Figura 12.8. Modelo de Indicador PEIR elaborado pelo PNUMA/ONU 337
Figura 12.9. Indicadores de São Paulo tendo como modelo de Indicador PEIR 339

LISTA DE MAPAS

Mapa 2.1. Localização da Bacia do Coreaú em relação ao Estado do Ceará 45
Mapa 2.2. Divisão Política da Bacia do Coreaú 46
Mapa 2.3. Sub-Bacias da Região Hidrográfica do Coreaú 47
Mapa 2.4. Rede de drenagem da Região Hidrográfica do Coreaú 50
Mapa 2.5. Geologia da Bacia do Coreaú (Pacto das Águas, 2009) 62
Mapa 2.6. Sistemas Hidrogeológicos e Distribuição de Poços na Bacia Hidrográfica do Coreaú 64
Mapa 2.7. Geomorfologia da Bacia do Coreaú 72
Mapa 2.8. Solos da Bacia do Coreaú 78
Mapa 2.9. Classes de Vegetação da Bacia do Coreaú 86
Mapa 2.10. Compatimentação Geoambiental da Bacia do Coreaú 90

LISTA DE FOTOS

Foto 4.1. Vista panorâmica do barramento feito com material arenoso dentro do cercado de domínio particular, com detalhe da parede do Barramento. 145
Foto 4.2. Invasões antrópicas na área do lago Seco. Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú. 146
Foto 4.3. Destaque no gado pastando dentro do cercado, á jusante da barragem. Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú. 147
Foto 4.4. Vista da lagoa com as ações da empresa DUCOCO e placa de identificação da outorga para o uso da água em projeto de irrigação de coqueiro. 149
Foto 4.5. Vista das lagoas no município de Camocim com uso para abastecimento humano. 151

Foto 4.6. Instalação das réguas linimétrica para o monitoramento das lagoas. Sistema adutor da Comunidade da Lagoa Torta. Município de Camocim 151
Foto 4.7. Vista da Lagoa dos Monteiros, com as atividades desenvolvidas em suas margens 155
Foto 4.8. Fórum de Granja inundado pelas chuvas de 2009 199
Foto 4.9. Nível atingido pelas águas no município de Granja em 2009 199
Foto 4.10. Sangria do Açude Itaúna durante a cheia de 2009 199
Foto 4.11. Rio Coreaú em Granja no seu nível normal 200
Foto 4.12. Rio Coreaú em Granja durante a cheia de 2009 200
Foto 4.13. Inundação em Coreaú, em 2009 200
Foto 8.1. Serra da Penanduba 235
Foto 10.1. Açude Angicos 254
Foto 10.2. Açude Gangorra 259
Foto 10.3. Açude Itaúna 262
Foto 10.4. Açude Martinópole 265
Foto 10.5. Açude Premuoca 268
Foto 10.6. Açude Trapiá III 271
Foto 10.7. Açude Tucunduba 274
Foto 10.8. Açude Várzea da Volta 277
Foto 11.1. Regiões onde ocorreram os seminários regionais institucionais que antecederam a formação do CBH do Coreaú 302
Foto 11.2. Encontro Regional Institucional - Região Sertão – Tianguá 304

1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS ESTUDOS ANTERIORES

1. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS ESTUDOS ANTERIORES

Importantes estudos já foram desenvolvidos para a Região Nordeste e para o Estado do Ceará que envolvem, direta ou indiretamente, a Bacia do Coreaú. Alguns são estudos regionais, que consideram a Bacia do Coreaú como parte de um todo; outros se restringem a pequenas áreas da Bacia. Os estudos mais relevantes são aqui analisados, uma vez que constituem um acervo de conhecimento que, certamente, aprimorará a qualidade dos trabalhos subseqüentes.

Plano Diretor de Recursos Hídricos do Ceará – Plano Zero. Governo do Estado do Ceará (1983): consolidação de informações mais gerais disponíveis, na época, sobre os recursos hídricos.

Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PERH. SRH (1992): elaborado pela SRH/Consórcio AGUASOLOS - VBA CONSULTORES - SIRAC. Nele consta o levantamento das condições hidrológicas do Estado e as propostas de ações a serem desenvolvidas pelos órgãos do SIGERH, liderados pela Secretaria dos Recursos Hídricos. O plano equaciona o balanço das demandas face às ofertas, levando em conta as condições de abastecimento das populações e os programas governamentais. Esse balanço é feito em diversos horizontes temporais, dele resultando as alternativas de obras e demais ações, cuja programação deve possuir viabilidade socioeconômica, financeira e ambiental. Além de retratar a situação corrente dos recursos hídricos, através do inventário da disponibilidade hídrica e das estruturas de reservação, dos usos e conflitos atuais e potenciais e da definição e análise de áreas críticas, o PERH também apresenta as diretrizes para outorga do uso da água e dos programas anuais e plurianuais de estudos, projetos, serviços e obras, com vista ao controle, a recuperação, a proteção e conservação dos recursos hídricos, objetivando.

Os aspectos hidrogeológicos constantes no PERH colaboraram para o entendimento da ocorrência e características aqüíferas das bacias hidrográficas estudadas. Ressalta-se, porém, a ausência de uma base hidrogeológica com o conhecimento de campo, de análises físico-químicas e bacteriológicas, definição de reservas e potencialidades mais detalhadas e, finalmente, do uso das águas subterrâneas, parâmetros essenciais para o planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos. Está dividido em Diagnóstico da Situação Atual, Estudos de Base e Planejamento.

Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – Planerh (2005): atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (1992), a partir de Planos de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas e dos Programas da Secretaria dos Recursos Hídricos. Dividido em Diagnóstico, Planejamento e Formulação de Programas, é um documento de planejamento estratégico no setor de recursos hídricos do Estado.

Pacto das Águas - Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará e Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos (2009): é resultado de um processo consensual e participativo que envolveu os representantes dos núcleos do Pacto das Águas, núcleos de gestão da Companhia de Recursos Hídricos (COGERH) e dos Comitês de Bacias Hidrográficas em oficinas. O Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará apresenta um conjunto de programas e subprogramas gerais e por eixos temáticos e estabelece os compromissos institucionais para implementar o referido. Os documentos produzidos pelo Pacto das Águas não são apenas técnico-institucionais, mas resultantes de pactos firmados entre todos os participantes. Além de um documento mais amplo, foram elaborados ainda, como produtos do Pacto, 11 (onze) Cadernos das Bacias

Hidrográficas, onde estão registrados os resultados dos diálogos efetivados nos municípios e nas bacias hidrográficas, assim como uma caracterização dos principais aspectos físicos, ambientais, sócio-ecômicos e de gestão dos recursos hídricos.

Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (SRH/COGERH/Consórcio MW-Engesoft (2000): O estudo busca soluções para corrigir o desequilíbrio das necessidades de abastecimentos de água, através do desenvolvimento das áreas de pouca armazenagem onde escoamentos estão disponíveis; desenvolvimento de sistemas de adução para transportar água dos reservatórios para cidades, comunidades rurais e outros usuários; e unir as bacias hidrográficas do Acaraú, Coreaú e Poti através de transposições entre bacias. Traz uma visão das condições da sócio-economia das regiões em análise, sempre de forma comparativa entre os municípios das bacias, no contexto do Ceará e da sua própria bacia, quanto aos seguintes pontos: i) uma avaliação das características da população residente em termos de sexo, idade, escolaridade, renda, migração, etc.; ii) na esfera econômica dedica-se a uma análise global do comportamento do Produto Interno Bruto (PIB) total e setorial, bem como do PIB per capita e de indicadores de desenvolvimento humano, como o IDH, dentre outros, descendo a uma desagregação dos setores econômicos, objetivando proceder uma caracterização da estrutura produtiva, nos aspectos de emprego e número de empresas; iii) identificação da natureza do setor agropecuário em termos de valor de produção, estrutura fundiária e uso da terra, inclusive, trazendo dados sobre áreas irrigadas por tipo de cultura e localização municipal; iv) natureza dos indicadores sociais como educação e saúde, além dos aspectos relativos às organizações comunitárias e públicas; v) infra-estrutura local em termos de saneamento, transporte, comunicação e energia; vi) questões institucionais sobre recursos hídricos e meio ambiente; vii) finalmente, expõe-se um conjunto de potencialidades econômicas que as bacias oferecem, segundo setores produtivos clássicos.

Projeto ÁRIDAS. Ministério do Planejamento e Orçamento (1995): O Projeto é resultado de um amplo esforço de pesquisa sobre a região nordestina que iniciou-se em 1992, como resultante das discussões ocorridas durante a realização da Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas (ICID), realizada em Fortaleza. A partir daí, um trabalho, de grande profundidade, coordenado pelo Ministério do Planejamento e Orçamento, foi realizado em estreita cooperação com as entidades e pessoas representativas da sociedade, entre elas, a Fundação Grupo Esquel Brasil. Deste trabalho, resultaram 50 relatórios técnicos abordando a evolução recente do Nordeste, os seus maiores problemas e propostas para a reorientação da ação do governo federal na região, por meio da execução de uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste brasileiro.Os estudos, que cobriram os temas mais relevantes para o desenvolvimento do Nordeste, foram elaborados a partir de cenários previstos para o futuro, tanto em termos de tendências como também em relação aos objetivos almejados pela sociedade. Para tanto, um amplo esquema de consulta com a sociedade foi utilizado em todo o processo, com seminários nos estados, para aprofundar o conhecimento técnico sobre as condições atuais e futuras de sustentabilidade da região e a efetividade das políticas de desenvolvimento. Sendo o Nordeste extremamente vulnerável às secas, especial atenção foi dada ao problema da variabilidade climática e seu efeito sobre a economia, a população e o meio ambiente. Um dos elementos principais da estratégia desenvolvida no Projeto Áridas foi a preocupação com a sustentabilidade do desenvolvimento. Foi a primeira vez que um processo de planejamento incorporou a idéia de sustentabilidade, recomendada tanto na ICID como na Conferência do Rio, em 1992.

Atlas do Nordeste. ANA (2005): O Atlas Nordeste - Abastecimento Urbano de Água consolida os resultados de trabalho coordenado pela Agência Nacional de Águas, com intensa cooperação das Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos e acompanhamento do Ministério da Integração Nacional, Ministério das Cidades e Ministério da Saúde. Foi elaborado com o objetivo de identificar e propor alternativas técnicas com garantia hídrica para atender as atuais e futuras demandas por água da população urbana da área de abrangência.

O Atlas compreende todos os 09 Estados da Região Nordeste e as bacias dos rios São Francisco, Pardo, Mucuri e Jequitinhonha, situadas em Minas Gerais. Em princípio, seriam contempladas as sedes municipais com população urbana superior a 5.000 habitantes, mas os resultados finais englobam também as localizadas na área de influência de sistemas integrados com população inferior ao limite inicialmente estabelecido, totalizando mais de 1.300 sedes municipais. É composto de diversos estudos (estimativa de demandas, análise de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, avaliação de sistemas de produção de água, arranjo institucional, etc.) que culminaram na definição de alternativas técnicas. Como o foco é a garantia da oferta de água, as alternativas técnicas dizem respeito ao sistema de produção, coincidindo com a parcela do sistema referente à área de recursos hídricos. As alternativas para as sedes municipais foram sistematizadas na forma de Relatórios de Identificação de Obras - RIOs, constituídos por um conjunto de fichas padronizadas que resumem os elementos necessários à caracterização dos sistemas produtores de água existentes e planejados, incluindo informações técnicas, ambientais e os custos envolvidos.

Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará: Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará, CPRM (1999): em função da necessidade urgente de se conhecer o número e as características principais dos poços tubulares existentes no Ceará, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Residência de Fortaleza, desenvolveu um Programa de Recenseamento dos Poços Tubulares do Ceará objetivando o cadastro exaustivo dos poços armazenando seus dados no SIAGAS, atualmente representando o maior banco de dados de poços do país. Até o presente momento, é o único trabalho de campo com cadastro de poços envolvendo praticamente todos os municípios da bacia hidrográfica estudada. Entre as vantagens deste trabalho, consta a obtenção das coordenadas geográficas da boca do poço que, posteriormente, auxilia na formação de um Banco de Dados Georeferenciado, facilitando o uso e atualização do mesmo. Além das características físicas do poço, o projeto obteve características qualitativas da água com medidas de pH, temperatura e condutividade elétrica, depois convertida para Sólidos Totais Dissolvidos.

Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste, Folha Nº 5 – Fortaleza – SO. Ministério do Interior/SUDENE (1970): Trata-se do primeiro estudo hidrogeológico de caráter regional realizado na região Nordeste. O objetivo imediato do trabalho foi inventariar as possibilidades de águas subterrâneas do Polígono das Secas, coletando todas as informações disponíveis em cerca de 6.000 poços. A metodologia empregada e a forma de apresentação dos resultados consagraram este trabalho como a principal fonte de consulta para estudos hidrogeológicos regionais. Foram definidos valores para reservas e potencialidades dos aqüíferos, além da caracterização hidroquímica. Os resultados são apresentados em mapas na escala de 1:500.000, onde estão ilustradas informações sobre a geologia, hidrogeologia, hidrologia de superfície e hidroquímica. Os cálculos dos recursos hídricos não objetivavam definir disponibilidade, já que não foi considerado o contexto sócioeconômico e demandas hídricas, o que levaria a conclusões especificas do aproveitamento de cada aqüífero. Nesta Folha foram desenvolvidos estudos hidrogeológicos da região, caracterizando os Sistemas Poroso e

Cristalino, recargas e exutórios. Pela abrangência do estudo, dados obtidos e informações geradas constitui, ainda hoje, um dos trabalhos de referência na área de hidrogeologia necessitando, porém, uma atualização no cadastramento de poços e de tratamento de dados. A sua importância reside no fato de constituir um documento de dados objetivos e básicos de grande valor para estudos e explotação das águas subterrâneas.

Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil – Fase I. Recursos Hídricos II. Águas de superfícies Potencialidades. Vol. VIII SUDENE/GEOTÉCNICA (1980): este estudo se constitui na primeira ação concreta para se estabelecer uma política adequada de águas para o Nordeste. Ainda que muito bem concebido e desenvolvido, a abordagem, em razão da própria dimensão espacial enfocada, se dá dentro de uma visão macro e regional; os escoamentos superficiais, por exemplo, são avaliados somente a nível de deflúvio médio anual e a partir de uma metodologia simplificada; o zoneamento hidrológico, bem como os demais resultados, utiliza a base cartográfica na escala 1:2.500.000; um dos seus maiores méritos é o de ter tratado, pela primeira vez no Nordeste, do nível de açudagem existente em todas as suas dimensões, principalmente no que se refere às aguadas e pequenos açudes; dentro do fim a que se propunha, a restrição que se pode fazer ao PLIRHINE diz respeito à apresentação do seu Relatório Final, de modo geral estruturado e redigido de uma forma que dificulta seu manuseio.

Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste do Brasil – Fase I. Águas Subterrâneas, Vol. VII SUDENE/GEOTÉCNICA (1980): o PLIRHINE, no Volume VII, apresenta uma metodologia para avaliação da potencialidade e disponibilidade de águas subterrâneas no Nordeste, considerando para o primeiro caso a análise dos estudos existentes, com base nas entradas, saídas e escoamento subterrâneo de cada sistema aqüífero. O enfoque mais relevante é dado, todavia, para a avaliação das disponibilidades como estratégia de planificação regional, levando-se em conta o custo da água bombeada e o benefício derivado do seu uso. Desta forma, o objetivo é perfeitamente atingido, uma vez que os recursos hídricos são avaliados de forma integrada, numa mesma ordem de precisão e de um mesmo caráter orientado. Os resultados são apresentados individualmente para os sistemas aqüíferos sedimentares regionais e para o sistema cristalino como um todo. No tocante a este último, foi adotado um modelo probabilístico para a avaliação da potencialidade como fator preponderante da quantificação da disponibilidade de água subterrânea. Os resultados apresentados são compatíveis com os objetivos do Plano e podem orientar o desenvolvimento de estudos específicos. As avaliações de potencialidade são ilustradas através do mapa de escoamento das águas subterrâneas na escala de 1:2.500.000.

Cadastramento dos Maiores Açudes Públicos e Privados do Ceará, SRH/KL (2002): Avaliação das disponibilidades hídricas da pequena açudagem no Estado do Ceará, através do cadastramento de 300 reservatórios, buscando estimar parâmetros que caracterizam os regimes dos rios formadores; estimar volumes anuais regularizados com garantia de 90%.

Estudo para a criação do Parque Estadual das Carnaúbas (2005): Os trabalhos foram coordenados por equipes multidisciplinares da Semace, Universidade Federal do Ceará (UFC) e Universidade Estadual do Ceará (Uece) e comitê estadual da reserva da Biosfera da Caatinga que possibilitaram a realização dos estudos. Para realização dos estudos científicos e técnicos foram obedecidas às diretrizes da Lei Federal Nº. 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. O Parque Estadual das Carnaúbas foi criado pelo Decreto Nº. 28.154, de 15 de fevereiro de 2006, e abrange uma área de 10.005 hectares, inserida nos municípios de Granja e Viçosa do Ceará, pertencentes à bacia

hidrográfica do Coreaú. Cerca de 70% da área corresponde ao bioma caatinga e 30% de cerrado e vegetação com savana.

Plano de Gestão e Diagnóstico Geo-Ambiental e Socioeconômico da APA da Serra da Ibiapaba. UECE/MMA (1998). Diagnóstico sócio-ambiental da área compreendida pela APA da Serra da Ibiapaba, que serviu de subsídio para elaboração do Plano de Gestão da mesma. Os diagnósticos elaborados não substituem e zoneamento ecológico e econômico, mas se colocam como meios indispensáveis e como documentos de referência para a realização da oficina de planejamento e o seminário de avaliação. Integram a APA da Serra da Ibiapaba cerca de dez municípios piauienses e cinco, abrangendo uma área de 1.592.550 hectares.

Plano de Gestão e Diagnóstico Geo-Ambiental e Socioeconômico da APA do Delta do Parnaíba – UECE/MMA (1996): Diversas considerações são feitas a respeito da vegetação, formação geológica e da riqueza de fauna e flora do território da APA do Delta do Parnaíba.

Reconhecimento preliminar dos recursos água e solo da bacia do rio Coreaú. DNOCS/ Sondotécnica (1968): Faz um reconhecimento da Bacia do Coreaú, em termos de pedologia e recursos hídricos tendo em vista possibilidade futura de implantação de aproveitamento hidroagrícola em zonas preferenciais da bacia, detalhando diversos corpos hídricos, açudes e águas subterrâneas existentes em vista o futuro aproveitamento dos recursos água e solo da mesma.

Plano de Desenvolvimento Inter-Regional, PDIR – Vale do Coreaú e da Ibiapaba, Espaço Plano, 1999: O Plano de Desenvolvimento Inter-Regional, PDIR – Vale do Coreaú / Ibiapaba tem como objetivo central introduzir nos sistemas de gestão pública estadual e municipal daquelas microrregiões, a aplicação de políticas mais sustentáveis que associem de forma equilibrada os recursos naturais, o desenvolvimento da atividade econômica em todos os seus segmentos e a promoção do bem-estar social das populações expresso pelo suprimento das infra-estruturas e serviços públicos essenciais.

Programa Estadual de Irrigação – PEI. DNOCS/DNOS (1988): elaborado sob responsabilidade da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceara, ele inclui todos os projetos públicos de irrigação implantados, em implantação e programados para o Ceará. Nele, foram considerados como metas, além dos projetos planejados pelo Governo do Ceara na época, aqueles outros em desenvolvimento pelo DNOCS e DNOS, órgãos com os quais foi mantido o adequado entendimento. Está dividido em Diagnóstico, que apresenta uma identificação, a partir de um inventário de dados e informações, das condições e perspectivas do emprego da irrigação nas atividades agrícolas do Estado; e Programa, que contém o Programa Estadual de Irrigação em si.

Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, MA (1973): executado pela Divisão de Pesquisa Pedológica do Ministério da Agricultura, através dos Convênios MA/DNPEA-SUDENE/DRN e MA/CONTAP/USAID/ETA - Subprojeto II/I - Suporte ao Mapeamento Esquemático dos Solos do Nordeste, tendo contado com a participação de técnico; da Divisão de Agrologia da SUDENE. O trabalho em foco é de caráter generalizado enquadrando-se no nível Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos. Tem como principais objetivos o levantamento dos recursos relativos a solos, visando a confecção da Carta de Solos do Brasil, conforme as normas seguidas pela Divisão de Pesquisa Pedológica em todo o território nacional. Objetiva também a identificação e estudo dos solos existentes no Estado, compreendendo distribuição geográfica e cartografia das áreas por eles

ocupadas, além do estudo das características físicas, químicas e mineralógicas bem como sua classificação.

Diagnóstico da Carcinicultura no Ceará. SEMACE (2005): Este é um documento rico em dados e gráficos, além de conter uma série de anexos importantes para o estudo da carcinicultura e apresenta o diagnóstico da atividade de carcinicultura no Estado do Ceará, que atende ao mandado de intimação no 300/2004, acompanhado da decisão liminar proferida nos autos da Ação Civil Pública. Processo no 2003.81.00.0024755-5, promovida pelo Ministério Público Federal, que trata das atividades de carcinicultura desenvolvidas na Zona Costeira e nos terrenos de marinha no estado do Ceará. O plano de ação de diagnóstico dos empreendimentos de carcinicultura foi desmembrado em 6 etapas previstas, a saber: planejamento, levantamento de dados, trabalho de campo, geoprocessamento (aquisição de imagens, sobrevôo, georreferenciamento, classificação de imagens, plotagem final dos empreendimentos), montagem do SIG, integração dos dados de campo (elaboração do diagnóstico baseando nas fichas de campo). As cartas da base cartográfica foram selecionadas de forma a cobrir todo o litoral do Estado do Ceará (Leste e Oeste) bem como as Imagens de Satélite. Para o litoral oeste (a qual pertence à bacia do Coreaú) as bases cartográficas usadas foram aos do Estuário do Rio Acaraú, Mundaú, Coreaú, Itarema, Ubatuba/Timonha, Cruxati e Trairi: Imagem LANDSAT 7 ETM , órbita 218_62 de 18 de agosto de 2000 e Imagem LANDSAT 7 ETM de 07 de outubro de 1999, Resolução Espacial de 30 metros, Composição Colorida R5G4B3. Base Cartográfica 1:100.000 (IBGE/DSG). Em relação ao número de empreendimentos instalados no litoral oeste, destaca-se o estuário do Acaraú (32 empreendimentos).

GERCO – Costa Extremo Oeste (IV). SEMACE (2005): O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, Lei Federal nº. 7.661/88, subordina-se aos princípios da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA e tem em vista os objetivos desta. O PNGC visará à utilização racional dos recursos da Zona Costeira, de forma a elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do patrimônio natural, histórico, étnico e cultural. Dentre os Programas e Projetos específicos para gestão integrada da zona costeira e marinha, o Brasil dispõe do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (GERCO), que trata de operacionalizar o PNGC. Esse programa de gerenciamento obedece às especificações aos três níveis de esferas governamentais: federal, estadual e municipal, com suas responsabilidades atinentes à execução das ações previstas no PNGC e obedecendo as normas dispostas na Constituição Federal e na Lei no 7.661/88. A Zona Costeira, para fins do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, divide-se em setores, sendo o referente à Bacia Hidrográfica do Coreaú o setor IV, que engloba a Costa Extremo Oeste: Amontada, Itarema, Acaraú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Camocim, Granja, Barroquinha e Chaval (SEMACE, 2005).

Programa PRODETUR I. SETUR (1992): O objetivo básico do Programa é o desenvolvimento econômico do Estado, elevando o nível de emprego e renda da população a partir da organização da infra-estrutura, possibilitando o fomento aos investimentos na indústria do turismo, na agroindústria e no setor de serviços. Na sua primeira etapa o PRODETUR/CE englobou sete sedes urbanas e oito distritos e localidades, distribuídos nos Municípios de Itapipoca, Trairí, Paraipaba, Paracuru, São Gonçalo do Amarante, Caucaia e Fortaleza, numa extensão de mais de 150 quilômetros de litoral, parte do Pólo Ceará Costa do Sol, costa oeste do Estado. Os recursos do PRODETUR, oriundos de financiamento junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento BID, com contrapartida do Estado, na sua primeira etapa, foram empregados na construção de estradas, do Aeroporto Internacional Pinto Martins de Fortaleza e sua via de acesso, tendo como órgão executor o Departamento de

Estradas, Rodovias e Transportes DERT; na implantação de sistemas de abastecimento dágua e esgotamento sanitário de todas as sedes municipais e localidades da Região Turística II, tendo como órgão executor a CAGECE; na proteção ambiental, através do órgão executor da política ambiental do Estado a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE e no fortalecimento institucional dos Órgãos Estaduais e Municipais envolvidos no Programa. Em sua estrutura organizacional, o PRODETUR foi subdividido nas seguintes componentes: Transportes e Rodovias, Saneamento Básico, Desenvolvimento Institucional; Meio Ambiente e Proteção Ambiental.

Dentre os projetos e programas do PRODETUR I, encontra-se a Recuperação ambiental de lagoas, lagamares, praias e dunas onde as ações da componente ambiental do PRODETUR/CE, sob a responsabilidade da SEMACE, na área de recuperação ambiental, são intervenções de caráter emergencial, em atendimento às reivindicações das comunidades que encontram-se em situações de risco ambiental e social, decorrentes de alterações no meio ocasionadas processos naturais ou por ações de caráter antrópico. Dentro dessa ação também está prevista a elaboração do Projeto de Recuperação Ambiental do Serrote do Farol de Jericoacoara, área de grande potencialidade turística que sofreu, ao longo de décadas de exploração inadequada, sérios impactos negativos que ocasionaram a degradação de parte de seus recursos naturais.

No PRODETUR I foram verificadas poucas ações específicas relativas à bacia hidrográfica do Coreaú. As ações se concentraram, principalmente nos municípios de Paraipaba, Trairi, São Gonçalo do Amarante, Caucaia e Itapipoca.

Programa PRODETUR II. SETUR (2005): A segunda fase do Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste - PRODETUR/CE II - tem como principais objetivos: -Dar sustentabilidade ao turismo no Pólo Turístico Costa do Sol, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida dos municípios beneficiados na primeira fase do Programa (Fortaleza, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuru, Paraipaba, Trairi, Itapipoca,) e nos Municípios de Aquiraz, Jijoca de Jericoacoara e Camocim, que deverão ser beneficiados nesta segunda fase, por terem sido impactados pelas ações desenvolvidas no PRODETUR I; e melhorar a capacidade de gestão do turismo pelos governos municipais.

Para alcançar esses objetivos, a segunda etapa do PRODETUR deve, preferencialmente: Apoiar os investimentos e ações geradoras de renda turística nos Municípios; Assegurar que os benefícios destes investimentos sejam expandidos para suas populações fixas e Assegurar que os governos municipais venham a ser capacitados para a gestão eficaz do turismo nos seus territórios.

Para definir as ações que compunham o PRODETUR II, foi elaborado o Plano de Desenvolvimento do Turismo Sustentável PDITS, com o objetivo de identificar e priorizar investimentos direcionados a consolidar o turismo nas áreas que foram objeto do PRODETUR/NE-I, a partir de: Ações a serem completadas, definidas como aquelas que não foram terminadas ou executadas nos municípios beneficiados, mas que continuam sendo necessárias e Ações a serem complementadas, identificadas como prioritárias, em função dos resultados e impactos do turismo do PRODETUR/NE I no pólo.

Projeto ORLA, MMA (2006): O Projeto de Gestão Integrada da Orla Marítima (Projeto Orla) é uma ação conjunta entre o Ministério do Meio Ambiente, por intermédio de sua Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ), e o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, no âmbito da sua Secretaria do Patrimônio da União

(SPU/MPOG). Suas ações buscam o ordenamento dos espaços litorâneos sob domínio da União, aproximando as políticas ambiental e patrimonial, com ampla articulação entre as três esferas de governo e a sociedade. Os seus objetivos estão baseados nas seguintes diretrizes: Fortalecimento da capacidade de atuação e articulação de diferentes atores do setor público e privado na gestão integrada da orla, aperfeiçoando o arcabouço normativo para o ordenamento de uso e ocupação desse espaço; Desenvolvimento de mecanismos de participação e controle social para sua gestão integrada e Valorização de ações inovadoras de gestão voltadas ao uso sustentável dos recursos naturais e da ocupação dos espaços litorâneos. O projeto busca responder a uma série de desafios como reflexo da fragilidade dos ecossistemas da orla, do crescimento do uso e ocupação de forma desordenada e irregular, do aumento dos processos erosivos e de fontes contaminantes. Além disto, visa ainda o estabelecimento de critérios para destinação de usos de bens da União, visando o uso adequado de áreas públicas, a existência de espaços estratégicos (como portos, áreas militares) e de recursos naturais protegidos também se configuram em desafios para gestão da orla brasileira.

Projeto RADAMBRASIL - Levantamento de Recursos Naturais 21, Folha AS. 24 Fortaleza, MME – (1981): é a mais completa publicação regional envolvendo o levantamento de recursos naturais. Os volumes de interesse para a área correspondem à Folha AS. 24 Fortaleza, definida pela carta cartográfica internacional ao milionésimo. Na parte relacionada ao potencial dos recursos hídricos foram feitas avaliações de caráter regional. O trabalho foi realizado em escala de 1:250.000 e publicado em escala 1:1.000.000, onde é apresentada uma metodologia considerando os parâmetros hidrogeológicos associados à hidrologia de superfície para definição do potencial aqüífero. A resposta é obtida através de matrizes de caracterização, de determinação e de controle, envolvendo características intrínsecas dos aqüíferos e da bacia hidrográfica.

Zoneamento Ecológico e Econômico do Litoral, LABOMAR/SEMACE (2006): O Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará visa conhecer o estado atual de ocupação e conservação da Zona Costeira do Estado do Ceará e apresentar subsídios para estabelecer novas diretrizes, parâmetros e procedimentos para ocupação ordenada e manejo sustentável da terra e recursos naturais destas áreas.

Plano de Desenvolvimento Sustentável do Vale do Acaraú - PLANDESVA, UVA (2008): O Plano de Desenvolvimento Regional do Vale do Acaraú financiado pelo Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROURB-CE, e pretende ser um instrumento importante na adoção de políticas de investimentos e financiamentos para o desenvolvimento do Vale do Acaraú. Traz ainda metodologia utilizada para a definição dos municípios que comporão a região denominada Vale do Acaraú, que tem como pólo a cidade de Sobral, a seleção dos indicadores utilizados e a definição dos municípios que dele farão parte.

Programa de Educação Ambiental do Estado do Ceará – PEACE (1999): No tocante a ações e programas de educação ambiental, a SEMACE elaborou, em meados de 1999, um programa de educação ambiental denominado Programa de Educação Ambiental do Estado do Ceará (PEACE), o qual envolveu, além do diagnóstico ambiental dos 44 municípios contemplados, a definição de linhas de ação e de um plano de capacitação técnica visando à implementação do programa. Entre os municípios que integram o território cearense, foram contemplados com o plano de ações municipais do PEACE os de: Acarape, Acaraú, Aracati, Aquiraz, Barbalha, Baturité, Beberibe, Brejo Santo, Camocim, Campos Sales, Canindé,

Crateús, Crato, Cascavel, Caucaia, Cedro, Eusébio, Jijoca de Jericoacoara, Guaiúba, Horizonte, Icó, Iguatu, Ipu, Itaitinga, Itapajé, Itapipoca, Jaguaribe, Juazeiro do Norte, Limoeiro do Norte, Maracanaú, Maranguape, Morada Nova, Nova Russas, Pacajús, Pacatuba, Quixadá, Quixeramobim, Redenção, Russas, São Benedito, São Gonçalo do Amarante, Sobral, Tianguá e Tauá.

Programa da Biodiversidade – PROBIO (2007): integrante do Plano Plurianual do Estado do Ceará – PPA, período 2004-2007, alinhado ao eixo Ceará Vida Melhor, sob a coordenação da Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, a fundamenta-se nas diretrizes pré-estabelecidas pela Convenção sobre Diversidade Biológica – 1992 definida por ocasião da Conferencia das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento tendo como principais objetivos a conservação da diversidade biológica, uso sustentável de seus elementos e repartição justa e eqüitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos e implementar ações que propiciem a criação e o fortalecimento das Unidades de Conservação Estaduais, implantando o Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SEUC, assegurando o uso sustentável dos recursos ambientais de forma justa e eqüitativa.

PDDU DE CAMOCIM, elaborado pela empresa Nasser Hissa Arquitetos Associados (1998): O Documento Básico do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, intitulado simplesmente Documento Básico de Camocim (1998), caracteriza o município a partir de uma análise do ambiente de planejamento. O objetivo geral é apresentar os pontos fortes e pontos fracos que deverão ser trabalhados pelo Plano Estratégico e Plano de Estruturação Urbana. Com relação à análise geoambiental de Camocim, baseia-se no documento Diagnóstico Geoambiental do Município de Camocim, realizado através de levantamento direto de campo efetivado com visão interdisciplinar, sobre base bibliográfica de projetos regionais de pesquisa em cada área específica do estudo. O Diagnóstico compreendeu os meios físico e biológico, caracterizando as ambiências de água, terra, ar, fauna e flora.

PDDU DE JIJOCA DE JERICOACOARA, elaborado pela GEOSAN (1999). A Caracterização do Município foi feita a partir da consolidação, sistematização e análise de dados e informações já existentes. Estes foram complementados com pesquisa qualitativa, com vistas à identificação de problemas e prioridades, do ponto de vista do Executivo Municipal e da população local. Aborda de forma detalhada as condições ambientais e o turismo do município, dados serem estes elementos fundamentais para o seu desenvolvimento. São analisados também os aspectos sociais, econômicos, populacionais, de estruturação urbana, infra-estrutura, financeiros e administrativos. Finalizando o documento aponta de forma sintética os principais problemas e potencialidades do município.

Estudos Ambientais (EIA/RIMA, Relatórios de Auditoria, etc) (vários anos)

A SEMACE também disponibiliza para consulta na biblioteca José Guimarães Duque, todos os EIA/RIMA do Ceará, estando relacionados a seguir, alguns desses estudos realizados referentes a municípios pertencentes à bacia do Coreaú:

RIMAS
PROJETO DE EXPLORAÇÃO DE GRANITO ORNAMENTAL EM ALCÂNTARAS - GRANITO. Sítio Ventura, Alcântaras-Ce. CODITUR/GEOMAC. 1995
PONTE SOBRE O RIO ACARAÚ E VIA DE ACESSO À BR-222. SOBRAL Prefeitura Municipal de Sobral; Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDUMA; Secretaria de Obras e Transporte - SOT. Sobral: ECOPLANCE, set. 1998.
PROJETO DE CARCINICULTURA FAZENDA ILHA DAS CUNHÃS. BARROQUINHA, CEARÁ. AQUAPLACE Aquacultura Ltda. Fortaleza: Bioconsult Consultoria em Meio Ambiente Ltda, jun. 2004.
RODOVIAS INTEGRANTES DO PRODETUR – CE. 2ª Etapa. SEINFRA/DERT. Fortaleza: CSL Consultoria de Engenharia e Economia S/C Ltda., maio 2004.
PROJETO DE MINERAÇÃO ARGILAS CAMOCIM - CAMOCIM-CE. MINERADORA PONTA DA SERRA/CIMENTO PORTLAND. Fortaleza: GEOCONSULT, Jan 1997.
PROJETO ESTRUTURANTE DA VIA PAISAGÍSTICA/URBANIZAÇÃO DA LAGOA DE JIJOCA. Prefeitura Municipal de Jijoca de Jericoacoara – Ce. Fortaleza: PROEMA, março 2002.
PROJETO DE CONSTRUÇÃO DE UMA POUSADA VILA DE JERICOACOARA. JIJOCA DE JERICOACOARA. ALBERTO HUGO GAMBA. Fortaleza: Geoconsult, agosto 2003.
EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE CALCÁRIO NA FAZENDA FRANCISCO ALVES - COREAÚ, CEARÁ. RIOCIM Indústria, Comércio e Participações Ltda. Fortaleza: Rochas Geologia e Meio Ambiente, 2006.
PROJETO HABITAR - Tianguá : 1 PCA- PROURB-CE/DAA-GEONORTE-1993

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOECONÔMICA DA BACIA

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E SOCIOECONÔMICA DA BACIA

2.1. Área de Abrangência

2.1.1. Nomenclatura: Bacia do Coreaú versus Região Hidrográfica do Coreaú

Durante a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará – PERH (1992), os estudos foram divididos em três blocos: dois contemplaram a temática hidrológica e um tratou do modelo institucional. No PERH, o Estado foi dividido em onze regiões geográficas que abrangiam: uma única bacia hidrográfica, um conjunto de bacias hidrográficas ou parte de uma bacia hidrográfica. Essas regiões receberam nomes distintos, de acordo com a ótica do estudo. No bloco de estudos institucionais, receberam nomes de "Regiões Hidrográficas"; enquanto que no bloco de hidrologia receberam o nome de "Bacias Hidrográficas". Essa duplicidade permanece ainda hoje nos documentos oficiais do SIGERH. Na denominação do presente Plano foi adotada a terminologia dos estudos hidrológicos. Contudo, foi apresentada a equivalência da designação do modelo institucional. No decorrer do texto os termos são usados segundo a conveniência.

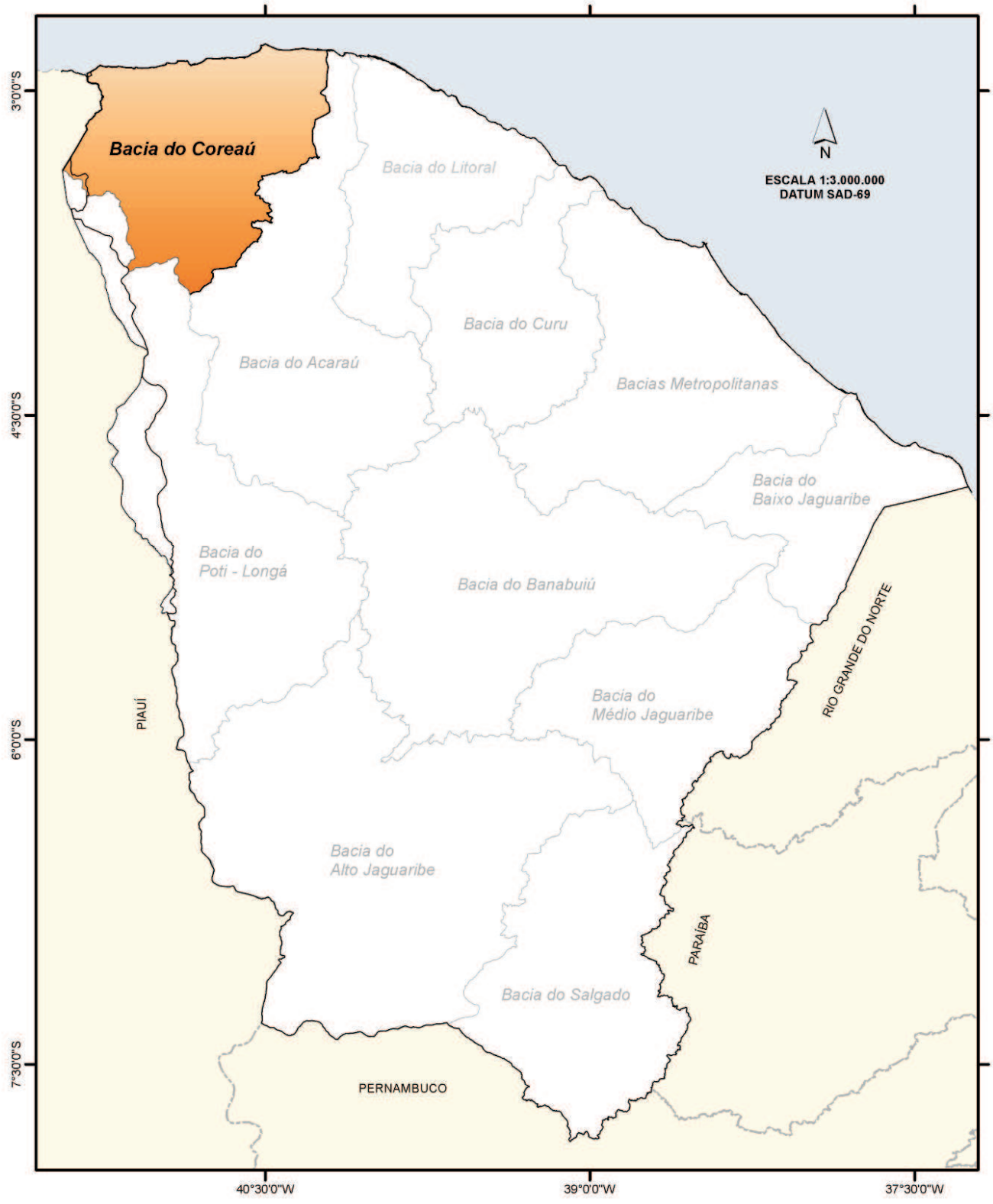
2.1.2. Localização

A Bacia do Coreaú situa-se na porção noroeste do Estado do Ceará, limitada ao sul e a oeste pelo Estado do Piauí, a sudoeste pela Bacia do Poti-Longá, a leste pela Bacia do Acaraú, e ao norte, pelo Oceano Atlântico (**Mapa 2.1**). Localizando-se entre as coordenadas geográficas 41° 26' e 40° 12' de longitude oeste e 2° 47' e 3° 56' de latitude sul, ocupa uma área de 10.633,67 km², abrangendo integralmente a área de 10 municípios e, parcialmente, a de outros 14 municípios (PLANERH, 2005).

O **Mapa 2.2** apresenta o território completo abrangido pela referida bacia, com sua divisão política, e o **Quadro 2.1** apresenta o percentual da área de cada município pertencente à Bacia.

2.2. Definição da Bacia e de Suas Sub-Bacias

Em termos hidrográficos, a Região Hidrográfica do Coreaú é composta por doze bacias. Tem como principal coletor de drenagem o Rio Coreaú que se desenvolve no sentido preferencial sul/norte. Outros cursos d'água, de menores dimensões, se dispõem paralelamente ao Coreaú. Em sua maioria, as bacias são de pequeno porte e pouca representatividade hidrológica, à exceção das bacias do rio Coreaú, rio Timonha, rio Pesqueiro e rio Itacolemi. No **Mapa 2.3** pode ser visualizada a subdivisão da Região Hidrográfica do Coreaú nas 12 bacias que a compõe, enquanto o **Quadro 2.2** apresenta suas respectivas áreas.



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.1:

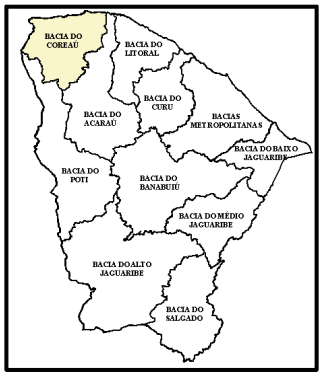
LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24



ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

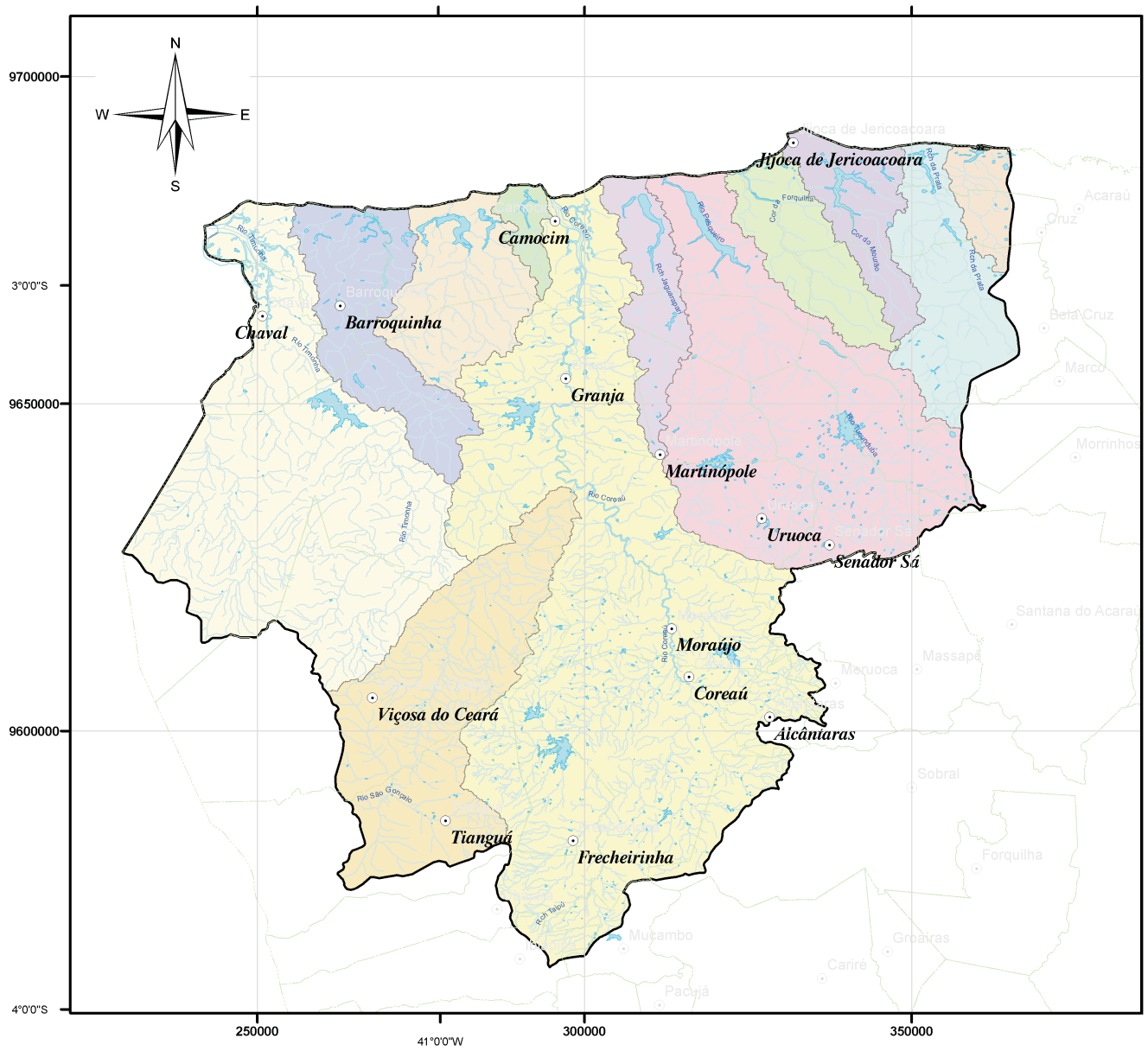
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.2:

DIVISÃO POLÍTICA



LEGENDA

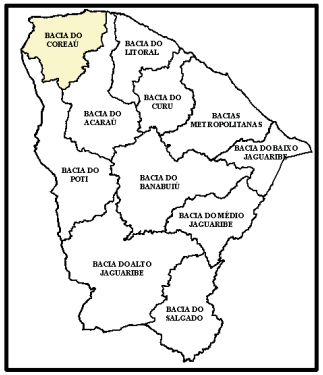
- Sede Municipal
- Limite do Município

PRINCIPAIS BACIAS

- Coreaú
- Corrente Laranja
- Forquilha
- Itacolemi
- Jaguarapari
- Lago Seco
- Mourão
- Pesqueiro
- Poeira
- Prata
- Tapuiu
- Timonha

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.3:

SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

Quadro 2.1. Municípios da Bacia do Coreaú

Município	Área do Município Pertencente à Bacia (%)
Acaraú	13,32
Granja	94,20
Alcântaras	80,21
Bela Cruz	76,16
Tianguá	56,37
Ubajara	28,87
Cruz	86,90
Viçosa do Ceará	54,42
Barroquinha	100,00
Camocim	100,00
Chaval	100,00
Ibiapina	11,91
Coreaú	100,00
Frecheirinha	100,00
Marco	44,39
Jijoca de Jericoacoara	100,00
Meruoca	11,82
Martinópole	100,00
Morrinhos	4,26
Mucambo	28,62
Moraújo	100,00
Senador Sá	100,00
Sobral	5,60
Uruoca	100,00

Fonte: Pacto das Águas (2009)

Quadro 2.2. Áreas das bacias da Região Hidrográfica do Coreaú

Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)
Coreaú	3376,65
Corrente Laranja	462,06
Forquilha	345,55
Itacolomi	1053,39
Jaguarapari	292,07
Lago Seco	84,91
Mourão	294,40
Pesqueiro	1688,08
Poeira	138,60
Prata	478,78
Tapuiu	525,28
Timonha	1874,44

Fonte: Cogerh

Em relação aos municípios englobados (**Quadro 2.3**), a bacia que engloba mais municípios é a do rio Coreaú (12), enquanto a menos expressiva é a do Lago Seco, englobando apenas uma porção do município de Camocim. Além de ter o maior número de municípios, a bacia do Rio Coreaú também se destaca por abranger o território dos dois municípios economicamente mais importantes da região - Sobral e Tianguá.

Quadro 2.3. Localização dos municípios em função das sub-bacias hidrográficas da Bacia do Coreaú

Bacia Hidrográfica	Municípios
Coreaú	Alcântaras, Camocim, Coreaú, Frecheirinha, Granja, Ibiapina, Maraújo, Mucambo, Sobral, Tianguá, Ubajara e Uruoca
Corrente Laranja	Camocim e Granja
Forquilha	Bela Cruz, Camocim e Jijoca de Jericoacoara
Itacolomi	Granja, Tianguá, Uruoca e Viçosa do Ceará
Jaguarapari	Camocim, Granja e Martinópole
Lago Seco	Camocim
Mourão	Bela Cruz, Cruz e Jijoca de Jericoacoara
Pesqueiro	Bela Cruz, Camocim, Granja, Marco, Martinópole, Senador Sá e Uruoca
Poeira	Acaraú, Bela Cruz e Cruz
Prata	Acaraú, Bela Cruz e Cruz
Tapuiu	Barroquinha, Camocim e Granja
Timonha	Barroquinha, Chaval, Granja e Viçosa do Ceará

Fonte: Cogerh

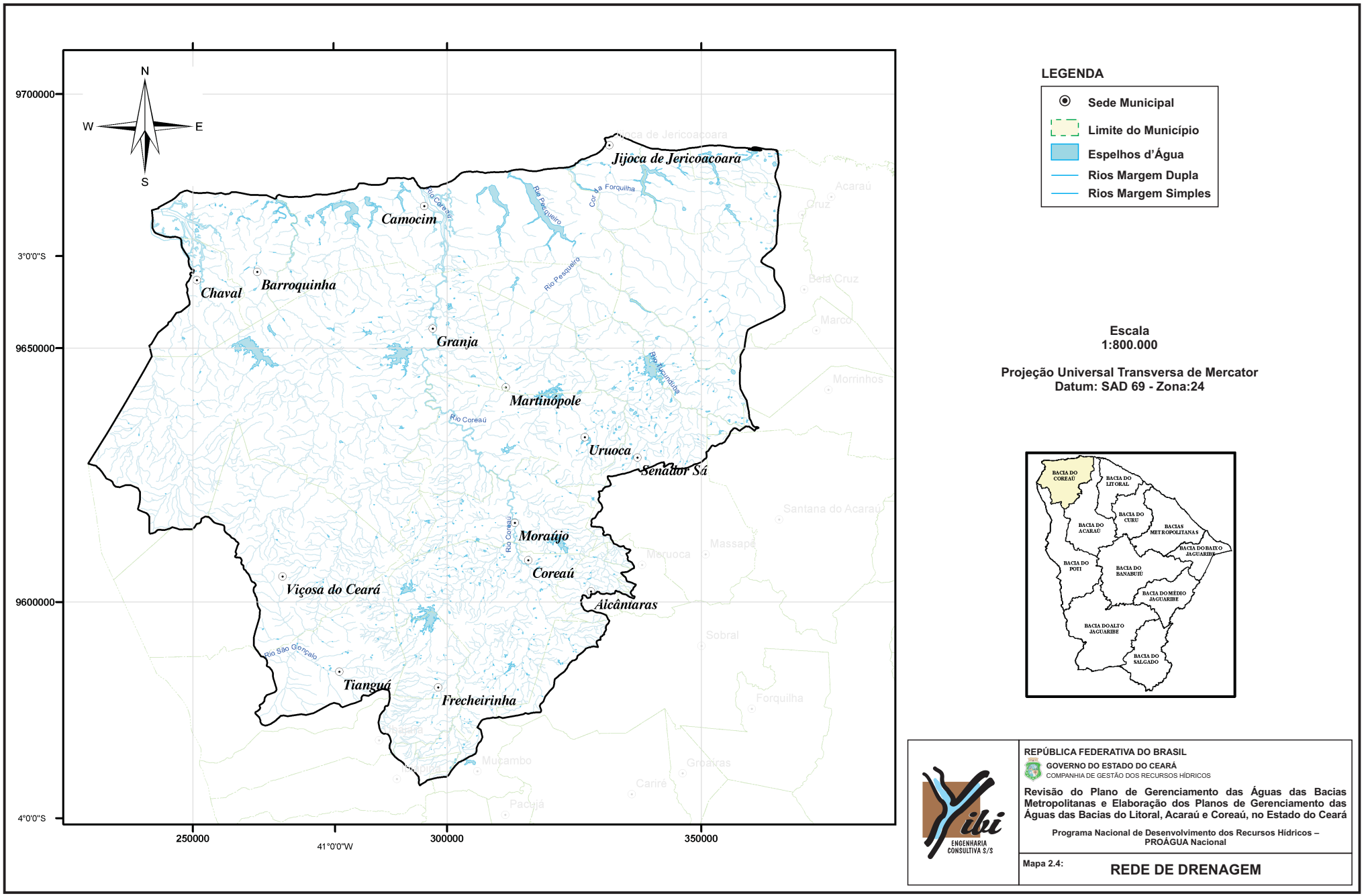
A drenagem apresenta-se predominantemente com padrão dendrítico em virtude da bacia estar em sua maior parte assentada sobre rochas cristalinas, onde o escoamento superficial é bastante significativo. Em seu baixo curso, a área é drenada por sedimentos da Formação Barreiras, Paleodunas e Campos de Dunas, onde a drenagem é paralela e com baixa densidade. O **Mapa 2.4** apresenta a rede de drenagem da bacia.

2.3. Clima

De modo geral, o clima da Bacia do Coreaú se apresenta bastante homogêneo; as variações climáticas registradas são diretamente associadas ao regime pluviométrico e decorrem, fundamentalmente, das seguintes condições:

- Proximidade do litoral, quando os índices pluviométricos são mais elevados e as temperaturas mais estáveis;
- Relevo acidentado, onde ocorrem precipitações orográficas que se somam a temperaturas mais baixas em decorrência da altitude.

O clima predominante é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e, acima de tudo, com um regime pluviométrico marcadamente irregular.



LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município
- Espelhos d'Água
- Rios Margem Dupla
- Rios Margem Simples

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24

ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.4:

REDE DE DRENAGEM

Segundo a classificação de Köppen (1931), a área da bacia apresenta três zonas climáticas:

- Aw': clima tropical chuvoso, com estação invernosa ausente e estação chuvosa concentrada no outono. Apresenta-se predominante na região, ocorrendo nas áreas com precipitações variando de 1.000 a mais de 1.500 mm anuais;
- Amw': clima tropical chuvoso de monção, com estação chuvosa atrasada para o outono, em vez do verão. Ocorre nas áreas serranas sujeitas a chuvas orográficas, onde os índices pluviométricos são superiores a 1.300 mm;
- BSw'h': clima quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasada para o outono. Ocorre na porção sul da bacia, nos municípios de Sobral e Irauçuba, onde as precipitações oscilam entre 700 e 1.000 mm.

Considerando que a área da bacia engloba climas variando das condições do litoral até uma transição para o sertão, foram selecionadas duas estações climatológicas - Acaraú (litoral) e Sobral (representativa do Sertão Semi-Árido).

É prática corrente no Ceará a utilização dos dados contidos no Plano Estadual de Recursos Hídricos em estudos desta natureza, entretanto há que se considerar que as séries históricas dos vários parâmetros climatológicos usadas neste plano são relativamente pequenas. Uma alternativa ao uso dos dados PERH é a utilização das Normais Climatológicas 1961 a 1990, publicadas pelo Instituto Nacional de meteorologia - INEMET, em 1992.

No entanto, não obstante a publicação do INEMET apresente séries mais longas para a estação meteorológica de Sobral, exclui totalmente a estação de Acaraú. Há que se considerar ainda que os parâmetros meteorológicos apresentados pelas duas fontes não são rigorosamente os mesmos; desta feita, este plano calculará, para cada estação, os parâmetros meteorológicos - temperatura, umidade relativa, insolação, ventos, evaporação e evapotranspiração, considerando, quando da duplicidade de informação, a série mais longa, qual seja, das Normais Climatológicas. No caso da inexistência da informação por esta fonte, recorrer-se-á ao PERH (1992).

2.3.1. Cálculos dos Parâmetros Climatológicos

Os principais parâmetros climatológicos são calculados utilizando-se dados de duas estações nas suas imediações - Acaraú e Sobral, ambas pertencentes a municípios parcialmente inseridos na bacia; suas principais características estão contidas no **Quadro 2.4**. Os dados referentes à Sobral foram extraídos das Normais Climatológicas, com exceção dos dados de vento e da evaporação do tanque Classe A, extraídos do PERH. Os parâmetros de Acaraú foram retirados exclusivamente do PERH, pelas razões já mencionadas.

Quadro 2.4. Características das Estações Meteorológicas Acaraú e Sobral, consideradas representativas da Bacia do Coreaú

Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Fonte	Período de Operação
Acaraú	34	2°52'	40°07'	7,00	PERH	1976 - 1988
Sobral	82392	3°40'	40°20'	109,62	NC	1961 - 1990

Fonte: INMET (1992) e PERH (1992)

2.3.1.1. Temperatura

A distribuição temporal das temperaturas diárias mostra pequenas variações para os três pontos discretos de monitoramento (12:00; 18:00 e 24:00 T_{MG} - Tempo Médio de Greenwich), sendo tais flutuações processadas, sob uma visão contínua no tempo, com pequenos gradientes.

A temperatura média compensada é obtida por ponderação entre as temperaturas observadas nas estações meteorológicas T_{12} e T_{24} T_{MG}, T_{MAX} e T_{MIN} do dia, pela Equação 2.1 estabelecida pela OMM (Organização Meteorológica Mundial):

$$T_{comp} = \frac{T_{12} + 2.T_{24} + T_{MAX} + T_{MIN}}{5}$$

onde:

T_{comp} = Temperatura média compensada,

T_{12} = Temperatura observada às 12:00 T_{MG},

T_{24} = Temperatura observada às 24:00 T_{MG},

T_{MAX} = Temperatura máxima do dia,

T_{MIN} = Temperatura mínima do dia.

Os **Quadros 2.5** e **2.6** apresentam os valores de temperaturas máximas, mínimas e compensadas para cada uma das estações. O regime térmico da região é caracterizado por temperaturas pouco amenas, tendo seus valores máximos variando de 32,1ºC em Acaraú (novembro) a 35,9ºC em Sobral (outubro). Considerando os postos individualmente, observa-se temperaturas relativamente estáveis e de reduzidas amplitudes, aumentando seus valores máximos a medida que se afasta do litoral - Acaraú (31,2ºC) e Sobral (33,2ºC).

Quadro 2.5. Temperaturas máximas, mínimas e compensadas na estação de Acaraú (em ºC)

Média	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	31,2	30,8	30,1	30,3	30,5	31,0	31,2	31,8	32,0	31,9	32,1	32,0	31,2
Compensada	27,0	26,8	26,5	26,3	26,2	25,9	26,4	26,8	27,1	27,1	27,3	27,0	26,7
Mínima	23,1	23,1	23,1	22,6	22,3	21,8	21,7	22,3	22,8	23,0	22,8	23,0	22,6

Fonte: PERH(1992)

Quadro 2.6. Temperaturas máximas, minímas e compensadas na estação de Sobral (em C)

Média	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Máxima	33,8	32,9	30,1	31,1	31,2	31,6	33,0	34,8	35,8	35,9	35,6	34,0	33,3
Compensada	26,7	27,1	26,2	27,5	26,2	24,9	26,4	27,2	26,3	26,7	27,1	27,1	26,6
Mínima	23,6	22,0	22,5	22,6	21,3	21,5	21,2	21,4	21,5	21,5	22,0	23,3	22,0

Fonte: INMET (1992)

Os valores mínimos ocorrem logo após a quadra chuvosa, nos meses do inverno austral, junho, julho e agosto, não atingindo temperaturas médias mínimas inferiores a 20ºC. Nesse

caso, o afastamento do litoral parece não ter influência significativa (**Figuras 2.1** e **2.2**). A mínima das médias apresenta os valores de 22,6o C em Acaraú e 22,0oC em Sobral.

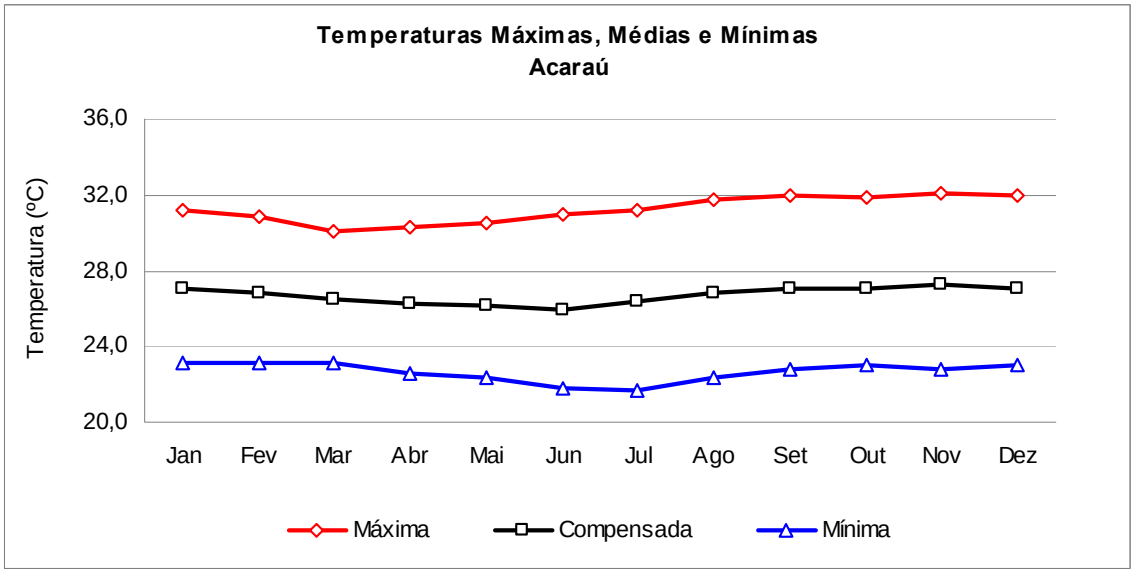


Figura 2.1. Temperaturas máximas, mínimas e compensadas na estação de Acaraú (em ºC)

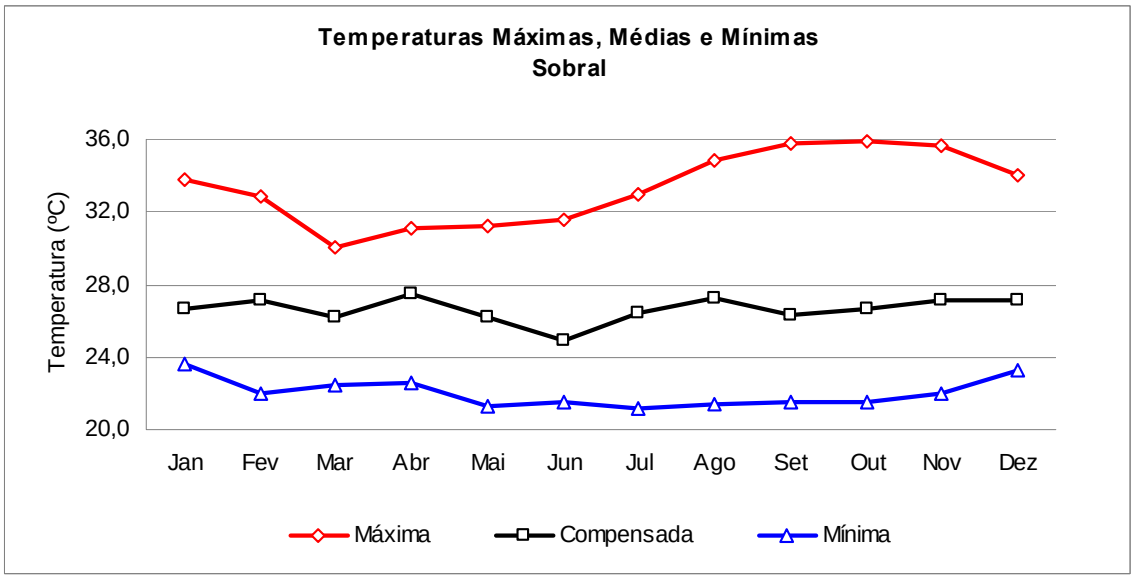


Figura 2.2. Temperaturas máximas, mínimas e compensadas na estação de Sobral (em ºC)

2.3.1.2. Umidade Relativa

A umidade média anual na região se situa em torno de 71,8%. As variações mensais estão intimamente relacionadas às irregularidades temporais do regime pluviométrico. Nas duas estações meteorológicas, os meses com índices pluviométricos mais elevados (trimestre março/abril e maio) correspondem também às taxas de umidade mais altas (acima de 80%). O período menos úmido, em termos gerais, se situa no segundo semestre do ano, nos meses de agosto a novembro (**Quadro 2.7** e **Figura 2.3**)

Quadro 2.7. Umidade Relativa nas estações de Acaraú e Sobral (em %)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Acaraú (1)	76,0	76,0	84,0	84,0	83,0	78,0	75,0	71,0	70,0	69,0	70,0	73,0	75,8
Sobral (2)	69,0	74,0	81,0	85,0	80,0	74,0	66,0	55,0	55,0	58,0	57,0	61,0	67,9

Fonte: (1) PERH (1992) e (2)INMET (1992)

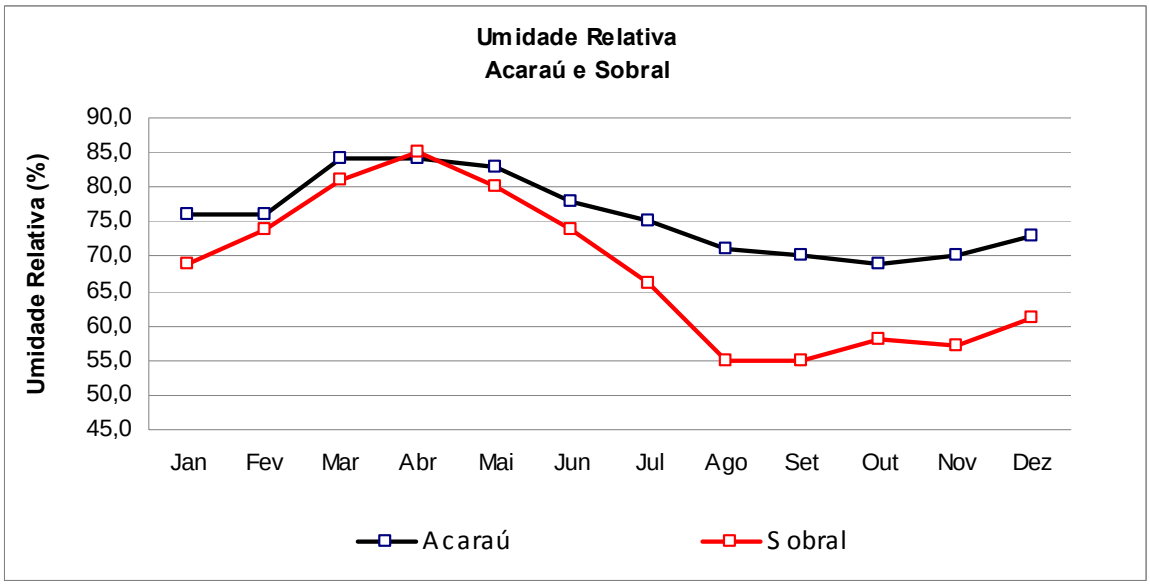


Figura 2.3. Umidade Relativa nas estações de Acaraú e Sobral (em %)

2.3.1.3. Insolação Média

O **Quadro 2.8**, juntamente com a **Figura 2.4**, mostram o número médio de horas de exposição ao sol, e sua distribuição mensal, nas estações meteorológicas de Acaraú e Sobral. Em escala anual, a insolação na região se situa em torno de 2.651 horas, sendo os meses de menor insolação àqueles correspondentes ao período chuvoso, devido à presença de nebulosidade.

Quadro 2.8. Insolação Média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Acaraú (1)	214	168	158	170	216	254	258	300	291	297	286	273	2885
Sobral (2)	188	144	155	152	189	196	234,7	268	232	233	222	203	2417

Fonte: (1) PERH (1992) e (2)INMET (1992)

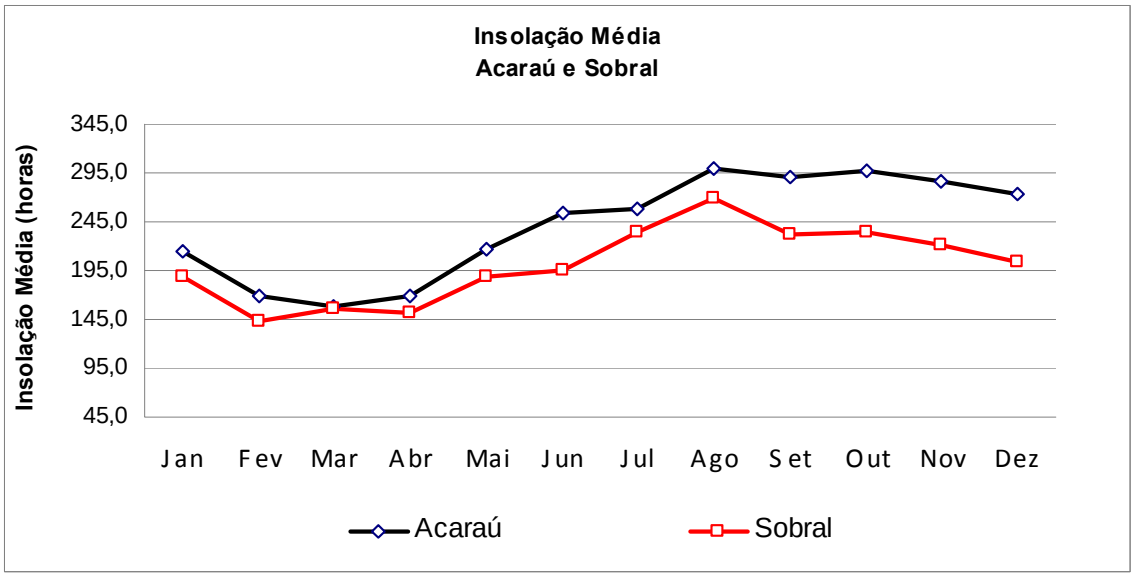


Figura 2.4. Insolação Média nas estações de Acaraú e Sobral (em horas)

2.3.1.4. Ventos

Os dados de ventos - velocidade e direção - não estão disponibilizados na publicação das Normais Climatológicas - 1961 a 1990. Desta forma as informações foram extraídas do PERH(1992).

Os valores de velocidade dos ventos em Sobral, conforme pode ser visto no **Quadro 2.9** e **Figura 2.5**, são de uma maneira geral e ao longo do ano, considerados moderados, variando de 1,7 a 3,7 m/s. Em contrapartida, Acaraú, pela sua proximidade ao litoral apresenta ventos fortes, com velocidades superiores a 6,0 m/s, a partir de agosto. Em Sobral, os ventos sopram predominantemente na direção nordeste – sudeste, enquanto em Acaraú os ventos sopram predominantemente na direção leste – sudeste.

Quadro 2.9. Velocidade do Vento nas estações de Acaraú e Sobral (em m/s)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Acaraú	4,9	4,2	3,0	4,0	3,6	4,8	5,3	6,4	6,8	6,8	6,6	6,0	5,2
Sobral	2,8	2,6	2,3	1,7	1,7	2,0	2,5	2,7	3,7	3,3	3,5	3,3	2,7

Fonte: (1) PERH (1992) e (2)INMET (1992)

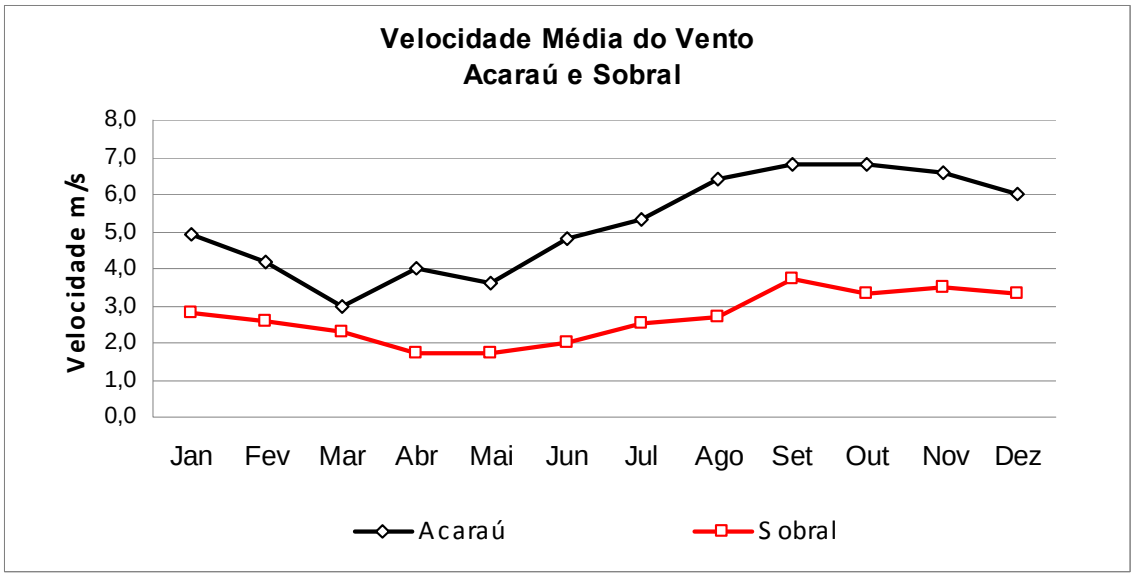


Figura 2.5. Velocidade média dos ventos das estações de Acaraú e Sobral (em m/s)

2.3.1.5. Evaporação

Os dados referentes à evaporação no Tanque Classe A foram retirados do PERH (1992), uma vez que nas Normais Climatológicas este parâmetro foi medido pelo atmômetro de Piché.

Como pode ser observado no **Quadro 2.10**, a região caracteriza-se por altas taxas de evaporação, o que acarreta perdas significativas das reservas acumuladas e contribuem para o déficit hídrico na bacia. A evaporação anual média observada em cada localidade foi de 2.427 mm em Acaraú e 1.840 mm em Sobral, distribuída ao longo dos meses segundo **Figura 2.6**. O período de estiagem - julho a dezembro - responde por cerca de 65% do total evaporado anualmente, sendo os meses de setembro, outubro e novembro os mais críticos.

Quadro 2.10. Evaporação Média Mensal para o tanque classe A nas estações de Acaraú e Sobral (em mm)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Acaraú	202	184	116	91	111	154	192	262	282	291	284	258	2427
Sobral	158	105	75	71	78	108	154	199	215	247	220	210	1840

Fonte: PERH (1992)

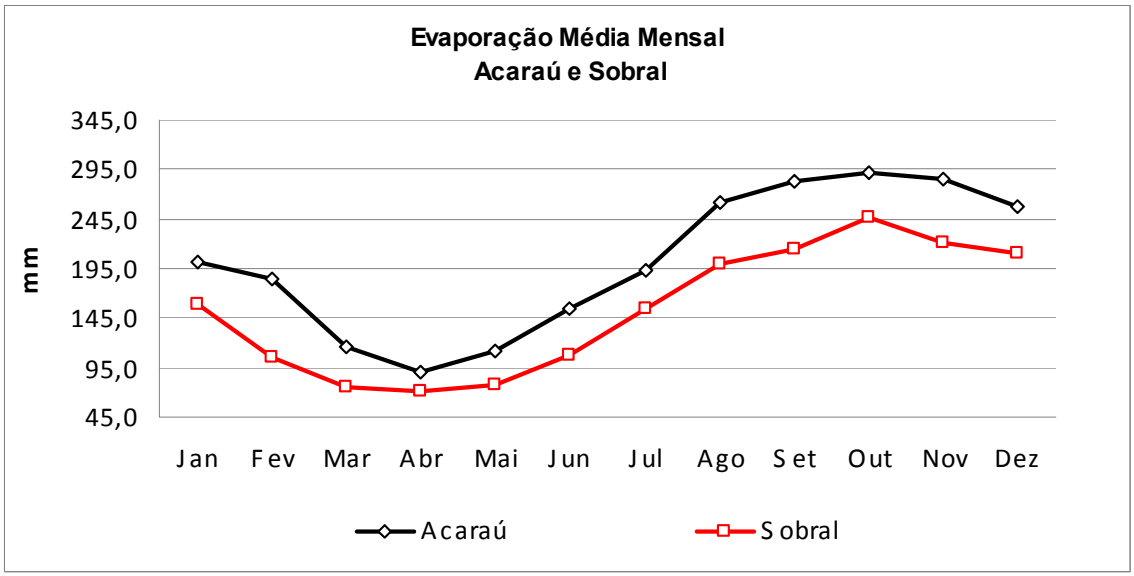


Figura 2.6. Evaporação média mensal nas estações de Acaraú e Sobral

2.3.1.6. Evapotranspiração Potencial

A evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada para servir de elemento de referência à avaliação das necessidades hídricas para irrigação. Para estimar a ETP utilizaram-se dois métodos: a fórmula de Hargreaves e a fórmula de Penman-Monteith. O primeiro, por ser de larga aplicação no Nordeste e o segundo, por ser o recomendado pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) no fórum intitulado "Expert Consultant on Revision of FAO Methodologies for Crop Water Requirements", realizado em Roma em 1990, o qual tinha como objetivo revisar a publicação FAO no. 24, publicada nos anos 70 e, considerada até então, referência internacional e extensamente usada em todo o mundo por profissionais da área de irrigação.

Em virtude dos motivos já abordados anteriormente, a evapotranspiração na estação de Acaraú será calculada, para os dois métodos, utilizando dados do PERH (1992). Já para a estação de Sobral, serão utilizados os das Normais Climatológicas.

ETP - Segundo Hargreaves

A evapotranspiração média foi estimada por meio da equação de Hargreaves, mostrada na sequência. Esta, fornece a ETP em função da temperatura média compensada, da umidade relativa do ar e de um coeficiente de correção que depende da latitude do local considerado.

$$ETP = F.(100-U)^{1/2}.0{,}158.(32+1{,}8T_{comp})$$

onde:

F = Fator dependente da latitude (adimensional),

T_{comp} = Temperatura média compensada em °C,

U = Umidade relativa do ar (%).

A estimativa da evapotranspiração pelo Método de Hargreaves para as cidades de Acaraú, e Sobral encontram-se apresentadas no **Quadro 2.11**.

Quadro 2.11. Evapotranspiração Média Mensal nas estações de Acaraú e Sobral (em mm) pelo Método de Hargreaves

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Acaraú	147,9	132,7	118,7	109,3	108,7	112,8	129,3	149,8	157,4	168,4	158,9	152,3	1646,2
Sobral	165,7	140,2	128,7	108,1	116,3	117,7	152,1	186,4	188,9	195,6	191,7	186,3	1877,5

ETP - Segundo Penman-Monteith

O Método de Penman-Monteith, recomendado pelo fórum citado, foi considerado como mais preciso para o cálculo da evapotranspiração potencial. Constitui-se em uma metodologia baseada no efeito combinado do transporte convectivo das massas de ar e da radiação líquida. Sua equação é mostrada a seguir:

$$\lambda_e . ET_{pot} = \frac{\Delta_{vap}(R_n - G) + \rho_{ar} . c_p (\frac{e_s - e_a}{r_a})}{\Delta_{vap} + \gamma(1 + \frac{r_s}{r_a})}$$

onde:

$$\lambda_e = (2501 - 2,36\ T_{ar}).1000 \quad \frac{J}{Kg\ .K}$$

se $T_{ar} > 0$

$$e_s = 6,19780.\exp(17,08085.\frac{T_{ar}}{(234,174 + T_{ar})}$$

se $T_{ar} \leq 0$

$$e_s = 6,10714.\exp(22,44294\frac{T_{ar}}{(272,44 + T_{ar})}).$$

Onde ETpot - evapotranspiração potencial, λe - entalpia da evaporação da água, Δvap - curva que descreve a pressão de saturação do vapor d'água, ea - pressão de saturação do vapor, γ - constante do psicrômetro, rs - resistência de superfície, ra - resistência aerodinâmica, Rn - balanço de radiação, G - fluxo de calor através do solo e Tar - a temperatura do ar (ºC).

Pela complexidade dos cálculos envolvidos, a FAO desenvolveu um software, chamado CROPWAT, o qual entre outras coisas, calcula a evapotranspiração pelo método de Penman-Monteith, tendo como entrada apenas as temperaturas máximas e mínimas mensais (ou temperaturas médias mensais), umidade relativa, insolação e velocidade do vento.

A estimativa da evapotranspiração pelo Método de Penman-Monteith (utilizando o CROPWAT) para as cidades de Acaraú, e Sobral encontram-se apresentadas no **Quadro 2.12**.

Quadro 2.12. Evapotranspiração Potencial Média Mensal nas estações de Acaraú e Sobral (em mm) pelo Método de Penman-Monteith (CROPWAT)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Acaraú	153,5	129,6	115,6	117	130,2	148,5	162,1	189,7	190,8	200,6	189,3	179,8	1906,7
Sobral	154,4	120,4	116,9	109,2	122,8	130,2	158,7	141,1	195,6	189,1	187,8	177,9	1804

Para efeitos de comparação entre os dois métodos são mostrados nas **Figuras 2.7** e **2.8** as evapotranspiração potencial calculadas pelos dois métodos para as estações de Acaraú e Sobral.

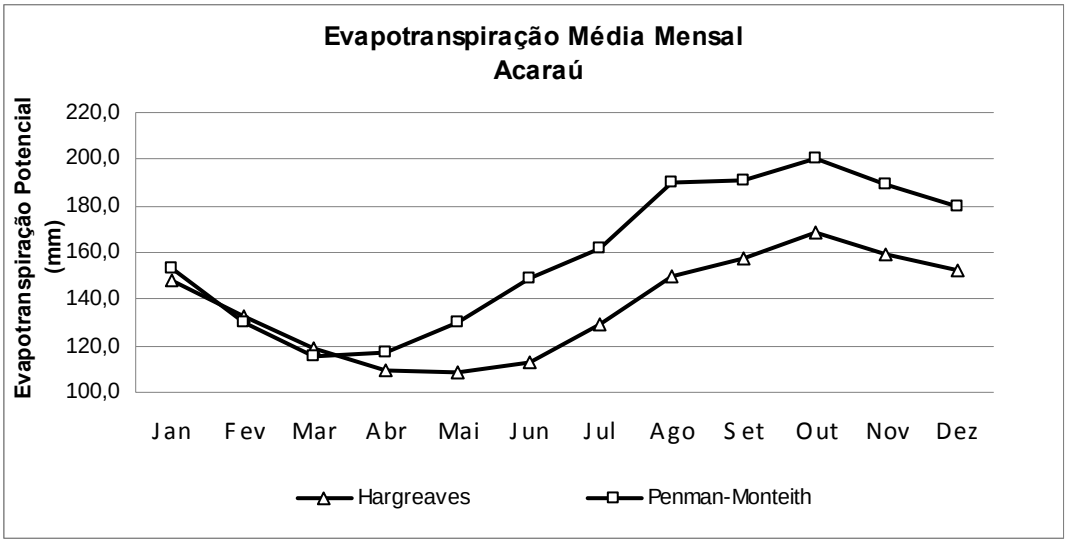


Figura 2.7. Evapotranspiração Potencial Média Mensal (Penman-Monteith e Hargreaves) da estação de Acaraú

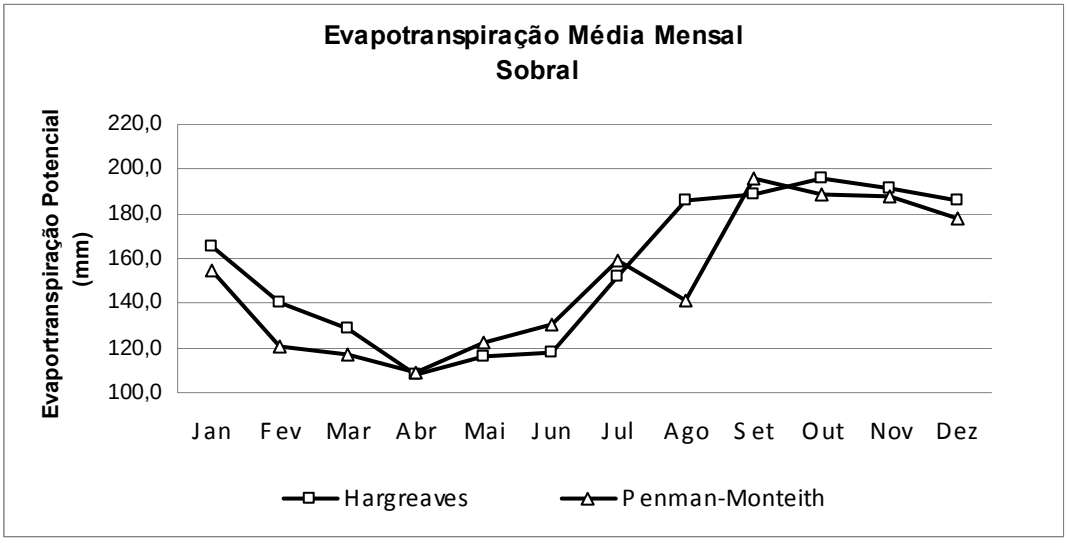


Figura 2.8. Evapotranspiração Potencial Média Mensal (Penman-Monteith e Hargreaves) da estação de Sobral

2.4. Geologia

Os dados sobre geologia são de fundamental importância, pois as formações geológicas apresentam características que guardam uma relação direta com as formas de escoamento das

águas na bacia. A Bacia do Coreaú é formada por uma grande variedade de formações litológicas que podem ser agrupadas em dois grandes domínios geológicos:

- O embasamento cristalino (41,3%) - representado por gnaísses e migmatitos diversos, quartzitos e metacalcários, associados a rochas plutônicas de composição predominantemente granítica;
- As formações sedimentares (58,7%) - sedimentos areno-argilosos do Barreiras e das coberturas colúvio-eluviais; sedimentos eólicos constituídos de areias bem selecionadas de granulação fina a média, às vezes siltosas, das Dunas/Paleodunas e cascalhos, areias, silte e argilas, com ou sem matéria orgânica, formados em ambientes fluviais, lacustres e estuarinos recentes, dos depósitos aluvionares e de mangues.

O **Quadro 2.13** apresenta uma síntese dos principais litolotipos e unidades geológicas, com seus respectivos períodos de tempo geológico, existentes na Bacia do Coreaú.

O **Mapa 2.5** apresenta a geologia da Bacia do Coreaú. Observa-se que o embasamento cristalino, constituído por rochas metamórficas e ígneas, é a cobertura predominante da região e ocorre principalmente na porção central e sul da bacia. Apresenta, em geral, comportamento mais resistente, favorecendo o escoamento superficial das águas.

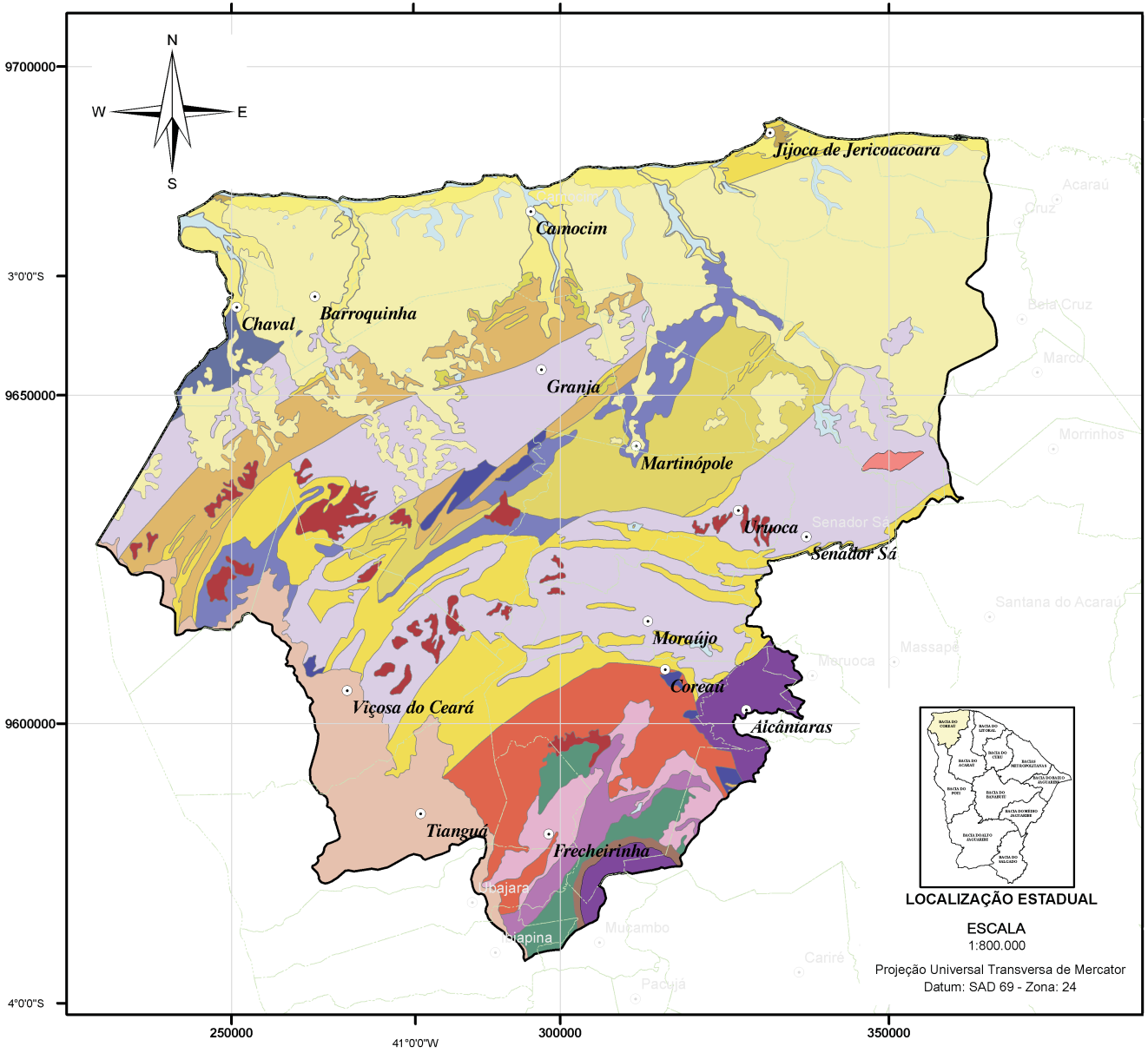
As coberturas sedimentares do Cenozóico e Paleozóico ocorrem notadamente na porção norte da bacia, em toda extensão da faixa litorânea. Apresentam baixa resistência mecânica, porém quando cimentadas passam a apresentar maior coerência e resistência.

Regionalmente, a Bacia do Coreaú foi avaliada hidrogeologicamente no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PERHCE (CEARÁ, 1992). Desde então, ela somente foi novamente estudada no decorrer do Projeto “Elaboração do Diagnóstico dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba” (COGERH, 2000) sendo que este utilizou o cadastro de poços do PERHCE (CEARÁ, 1992) – 315 poços - e o Banco de Dados de Poços Tubulares e Análises de Águas Subterrâneas do Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará (CPRM, 1998). Em 2009, através do projeto “Pacto das Águas” (INESP, 2009), os dados de poços foram atualizados parcialmente em um Arquivo de Poços até aquele ano, sendo aqui utilizado.

No Projeto“Elaboração do Diagnóstico dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba” foram cadastrados 640 poços, com predominância de poços no cristalino que teve 358 (56%) (COGERH, 2000). O Arquivo de Dados de Poços gerado para o Projeto “Pacto das Águas” até 2006 (INESP, 2009) possui 1.043 poços tubulares, 45 amazonas e 08 fontes naturais. Ressalta-se que o referido cadastro foi composto a partir dos dados do SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (CPRM-REFO), FUNCEME, SOHIDRA, COGERH, DNOCS, FUNASA, SDR e empresas privadas.

Quadro 2.13. Síntese dos principais litotipos das unidades geológicas da Bacia do Coreaú

EON	ERA	Período	Grupo/Complexo/ Formação	Símbolo	Litologia
FANEROZÓICO	CENOZÓICA	Paleogeno	Barreiras	ENb	Arenito, Arenito conglomerítico, Argilito Arenoso, Argilito, Conglomerado
		Quaternário	Depósitos aluvionares	Q2a	Sedimento Aluvionar, Sedimento Detrito-Laterítico, Cascalho
			Depósitos Litorâneos	Q2l	Areia, Argila, Turfa
	PALEOZÓICO	Cambriano	Suíte Intrusiva Subalcalina a Alcalina Meruoca	C_cortado_1γ4m	Granito, Granodiorito, Monzonorito, Sienito
			Aprazível	C_cortado_Oa	Brecha Cataclástica, Conglomerado
			Massapê	C_cortado_Omp	Conglomerado suportado por Clastos
			Pacujá	C_cortado_Opc	Arenito Arcoseano, Arenito Lítico, Folhelho, Grauvaca
			Parapuí	C_cortado_Op	Andesito, Basalto, Dacito
			Termometamorfito Mucambo	C_cortado_1m	Hornfels
PROTEROZÓICO	PALEOPROTEROZÓICO	Rhyaciano	Acopiara	PP2a	Migmatito, Paragnaisse, Anfibolito, Metacalcário Magnesiano, Ortognaisse, Quartzito, Xisto
			Granja	PP2g	Metagranito, Metagranodiorito, Metatonalito, Migmatito, Anfibolito, Metatrondhjemito
			Complexo Ceará – Unidade Independência	PP2ci	MetaCalcário, Quartzito, Xisto, Anfibolito, Gnaisse
			Complexo Ceará – Unidade Canindé	PP2cc	Anfibolito, Paragnaisse, Quartzito, Xisto, MetaCalcário, Ortognaisse
	NEOPROTEROZÓICO	Neoproterozóico III	Granitóides de quimismo indiscriminado	NP3_gamma_3i	Granito
			Suíte granítica-migmatítica Tamboril-Santa Quitéria	NP3_gamma_1tm	Granito, Granodiorito, Migmatito, Anfibolito, Milonito
			Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria	NP3_gamma_1ts	Granito, Granodiorito
		Criogeniano	Caiçaras	NP2ca	Ardósia, Ortoquartzito
			Coreaú	NP2co	Arcóseo, Arenito Arcoseano, Grauvaca
			Frecheirinha	NP2f	Calcário, Marga, Metassiltito
			Santa Terezinha	NP2st	Filito, Xisto, Calcário, Marga, Metariolito, Quartzito
			São Joaquim	NP2sj	MetaCalcário, Metariolito, Quartzito
			Trapiá	NP2t	Metaconglomerado, Quartzito, Metarenito Arcoseano



LOCALIZAÇÃO ESTADUAL

ESCALA
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona: 24

LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município
- Espelhos d'Água
- Rios Margem Dupla
- Rios Margem Simples

UNIDADES GEOLÓGICAS

- Camocim
- Granja - Unidade granulítica
- Covão
- Suíte intrusiva Chaval
- Depósitos colúvio-eluviais
- Paleodunas
- Santa Terezinha
- Suíte granítica-migmatítica Tamboril-Santa Quitéria
- Acopiara
- Aprazível
- Barreiras
- Caiçaras
- Complexo Ceará - Unidade Canindé
- Complexo Ceará - Unidade Independência
- Coreaú
- Depósitos aluvionares
- Depósitos litorâneos
- Frecheirinha
- Granitóides de quimismo indiscriminado
- Granja
- Massapê
- Pacujá
- Parapuí
- Suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria
- Serra Grande
- Suíte intrusiva subalcalina a alcalina Meruoca
- Suíte máfica a intermediária
- São Joaquim
- Termometamorfito Mucambo
- Trapiá

ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.5:

GEOLOGIA

2.5. Hidrogeologia

Para a Bacia do Coreaú foram individualizados doze (12) Sistemas Hidrogeológicos representados pelas Aluviões, Dunas/Paleodunas, Barreiras, Serra Grande, Pacujá, Sairi, Santa Terezinha, Frecheiras, Covão, Camocim e Coreaú, que representam o Domínio Hidrogeológio Poroso, e as rochas ígneas e metamórficas do Embasamento Precambriano que representam o Domínio Hidrogeológico Fissural. As Dunas/Paleodunas constituem um único sistema hidrogeológico em função das características litológicas e hidrodinâmicas similares, impossibilitando uma nítida distinção em nível regional, e que possui, invariavelmente, uma excelente vocação aqüífera.

Os domínios hidrogeológicos foram definidos a partir das características litológicas e, associados à distribuição dos poços, são visualizados no **Mapa 2.6** onde está claramente evidenciada a predominância do Sistema Cristalino; as maiores áreas de manchas sedimentares ocorrem ao norte (Sistema Hidrogeológico Barreiras), centro-norte (Pacujá) e a sudoeste (Sistema Serra Grande) da Bacia. Os poços cadastrados estão dispersos por toda a área, com menor ocorrência na porção oeste (municípios de Granja e Chaval), e com destaque para Camocim, Tianguá e Viçosa do Ceará que detêm juntos 34% dos poços tubulares.

A evolução da construção de poços tubulares na Bacia do Coreaú pode ser visualizada na **Figura 2.9**, onde se verifica que a partir de 1981 existiu um aumento expressivo na construção dessas obras, e que 85,7% dos poços tubulares com dados do ano de construção (795 poços) foram construídos a partir da década de 80.

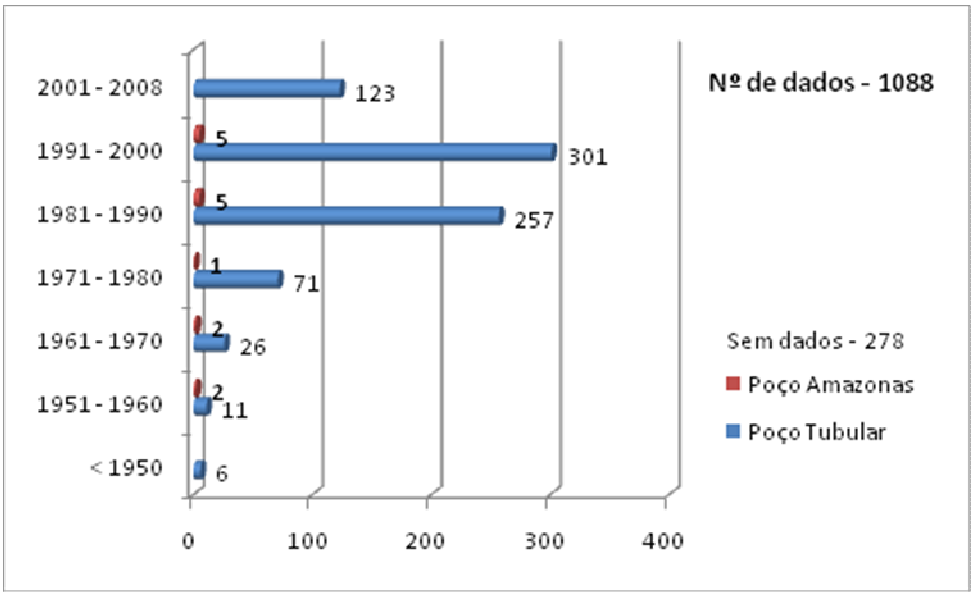


Figura 2.9. Evolução da construção de poços na Bacia do Coreaú – CE

Os dados referentes a profundidade dos poços (**Figura 2.10**) mostram que existe uma predominância do intervalo de 21,0 a 80,0m (81,1%) e, dentro deste, o maior número de poços possui profundidades entre 51,0 a 60,0m (34%). A construção de poços tubulares no Domínio Cristalino Fissural contempla os "Poços profundos" (>50,0m) (60,2%), "Medianamente profundos" (20,0 a 50,0m) (28,3%) e, por último, os "Poços rasos" (<20,0m) (11,5%).

OCEANO ATLÂNTICO

PIAUÍ

N

W E

S

240000 280000 320000 360000 400000

9600000 9560000 9520000 9480000

Camocim
Jijoca de Jericoacara
Acaraú
Cruz
Itarema
Barroquinha
Chaval
Granja
Bela Cruz
Marco
Martinópole
Morrinhos
Uruoca
Senador Sá
Santana do Acaraú
Moraújo
Meruoca
Massapé
Coreaú
Viçosa do Ceará
Alcântaras
Miraíma
Sobral
Tianguá
Freicheirinha
Forquilha
Ubajara
Mucambo
Groaíras
Ibiapina
Cariré
Pacujá

DOMÍNIOS HIDROGEOLÓGICOS

POROSO

- ALUVIÕES
- DUNAS/PALEODUNAS
- BARREIRAS
- SERRA GRANDE
- PACUJÁ
- SAIRI
- SANTA TEREZINHA
- FRECHEIRAS
- COVÃO
- CAMOCIM
- COREAÚ

FISSURAL

- ROCHAS ÍGNEAS E METAMÓRFICAS

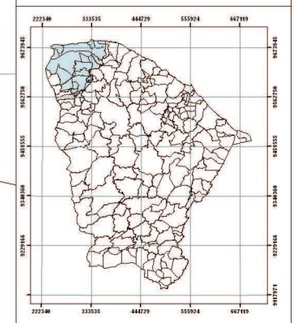
LEGENDA

- POÇO TUBULAR
- POÇO AMAZONAS
- SEDE MUNICIPAL
- DIVISÃO MUNICIPAL

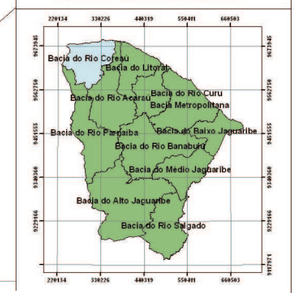
ESCALA

0 5 10 20 km

LOCALIZAÇÃO ESTADUAL



LOCALIZAÇÃO REFERENTE ÀS BACIAS



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Yiki ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

Mapa 2.6: **SISTEMAS HIDROGEOLÓGICOS E DISTRIBUIÇÃO DE POÇOS**

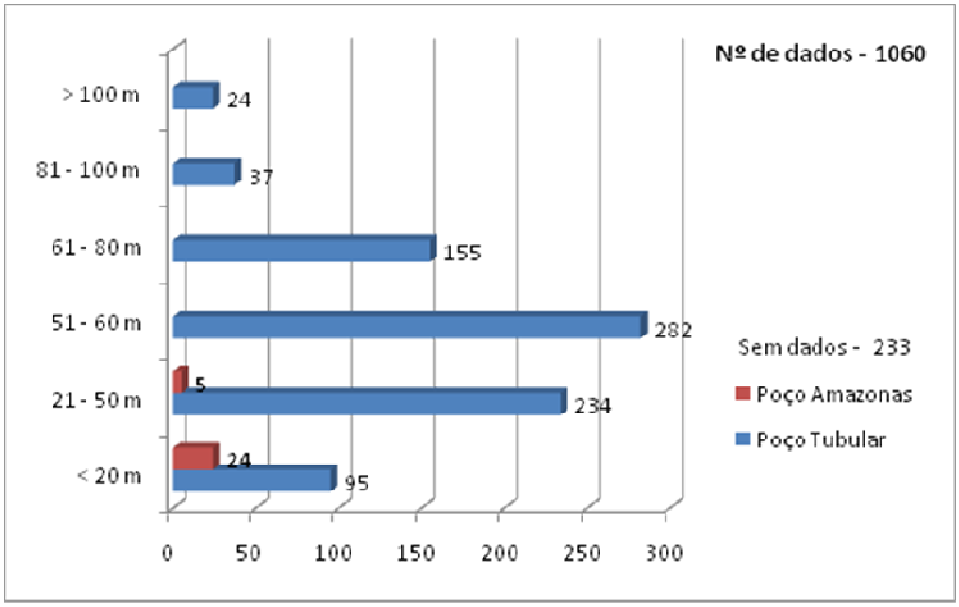


Figura 2.10. Profundidade (m) dos poços da Bacia do Coreaú – CE

No **Quadro 2.14** encontram-se as características dos poços da Bacia do Coreaú obtidas do projeto desenvolvido para a COGERH (2000), situando-os quanto ao número de poços por município, poços por domínio hidrogeológico, poços públicos e privados em uso e desativados, profundidade e vazão média. A vazão média para o Cristalino foi considerada como sendo de 1,7 m³/h, obtida de MÖBUS et al. (1998).

Em termos de profundidade de poços, observa-se que no Sistema Cristalino ela oscila predominantemente de 50,0 a 60,0m, sendo isto decorrente da prática existente no Ceará, onde o sondador estabelece profundidades neste intervalo, pois além deste, se preconiza que as fraturas são fechadas e, conseqüentemente, secas (COGERH, 2000).

Quadro 2.14. Características dos poços da Bacia do Coreaú – CE (Fonte: CPRM, 1998)

Município	N⁰ Poços		N⁰ de Poços Privados		N⁰ de Poços Públicos		Prof. Média dos Poços (m)		Qm (m³/h)
	Cristalino	Sedimentos	Em Uso	Desativados	Em Uso	Desativados	Cristalino	Sedimentos	Sedimentos
Alcântaras	31	-	2	2	17	10	60	-	-
Barroquinha	-	38	-	-	13	25	-	32	3
Camocim	1	65	21	16	15	14	60	40	5
Chaval	6	-	-	-	-	6	64	-	-
Coreaú	61	-	19	6	16	20	60	-	-
Frecheirinha	36	-	11	2	18	5	60	-	-
Granja	43	1	12	5	11	16	55	-	-
Jijoca de Jericoacoara	-	26	9	6	2	9	-	38	7,5
Martinópole	41	-	3	9	13	16	60	-	-
Moraújo	27	-	7	6	9	5	55	-	-
Mucambo	11	6	2	1	10	4	50	10	-
Senador Sá	25	-	4	3	4	14	50	-	-
Tianguá	4	66	13	16	19	24	60	75	3
Ubajara	13	36	3	2	22	22	60	70	-
Uruoca	40	2	10	16	10	6	52,8	10	-
Viçosa do Ceará	19	42	11	-	28	22	60	100	5

Fonte: COGERH, 2000 LEGENDA: Qm – Vazão Média dos Poços

Domínio Hidrogeológico Cristalino (Fissural)

O Sistema Hidrogeológico Fissural, também denominado de Cristalino, é representado por litotipos diversos, predominando rochas metamórficas diversas (Gnaísses e xistos com intercalações de quartzitos, Complexo Gnáissico-Migmatítico, xistos, ardósias, filitos etc) e, secundariamente, corpos ígneos representados por gabros e granitos (COGERH, 2000).

Este domínio possui características hidrogeológicas que dependem de fatores tectônicos dúcteis e/ou rúpteis, predominando o rúptil gerando fraturas e/ou falhas responsáveis pelo armazenamento e circulação das águas subterrâneas. Em termos primários se pode afirmar que suas porosidade instersticial e permeabilidade são praticamente nulas, impossibilitando um comportamento aqüífero deste meio. Desta forma, constitui um aqüífero livre somente nas zonas fraturadas potencialmente capazes de armazenamento e circulação d`água, com porosidade e permeabilidade ditas secundárias por fraturamento.

No Domínio Cristalino Fissural da Bacia do Coreaú observa-se que os poços possuem profundidades preferencialmente oscilando entre 40,0 e 80,0m, com média de 60,0m. O nível estático das águas subterrâneas é freático, oscilando quase sempre com valores inferiores a 15,0m; as vazões são pequenas, predominantemente inferiores a 5,0 (m³/h), e a capacidade específica para estes poços situa-se quase sempre abaixo de 1,0 [(m³/h) /m], reflexo das pequenas vazões e elevados rebaixamentos do nível estático.

Os parâmetros relativos a coeficiente de condutividade hidráulica (K) e coeficiente de restituição (U) adotados para esta bacia no Plano Estadual de Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992) foram, respectivamente, de 1,0 x 10-7 m/s e 4,0 x 10-3.

CORDEIRO et al., 2009 (in INESP, 2009) mostram que os aqüíferos fissurais (fraturados) ocupam 41,3% da área da bacia. A análise dos dados de 488 poços tubulares mostra que em relação à profundidade 75,8% deles têm esta informação e geram a média de 57,5 m, enquanto que 59,5% possuem profundidade maior ou igual a 60,0 m.

O nível estático oscila, predominantemente, entre 5,1 e 10,0m (43,8%), seguido do intervalo de 10,1 a 15,0m (21,5%) e valores inferiores a 5,0m (20,6%), resultando, desta forma, na caracterização de um nível estático freático (inferior a 15m) predominando com 91,4% (**Figura 2.11**).

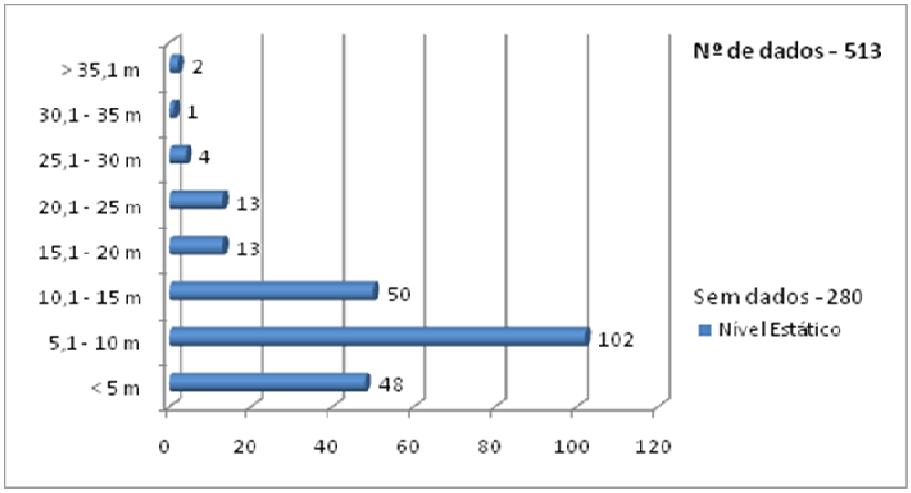


Figura 2.11. Nível estático (m) nos poços do Domínio Hidrogeológico Fissural da Bacia do Coreaú - CE

Em relação às vazões neste sistema hidrogeológico, CORDEIRO et al., 2009 (Op. Cit.) mostram que em 65% (318) dos poços existem dados, refletindo uma média de 3,2 m³/h, enquanto que vazões superiores a 2,0 m³/h ocorrem em 50,3% dos casos e as inferiores a 0,50 m³/h em 15,4%.

Na **Figura 2.12** observa-se que a vazão inferior a 3,0 m³/h predomina em 82,3% dos poços e somente em 17,7% deles supera tal valor, ficando acima de 7,0 m³/h em 11,1% deles. Tais valores são compatíveis àqueles observados no Sistema Hidrogeológico Cristalino cearense, ressaltando-se o fato de que, em função de maior índice pluviométrico associado à faixa costeira, existe a probabilidade de maior recarga, otimizando o percentual de vazões acima de 3,0 m³/h comparativamente ao sertão central cearense.

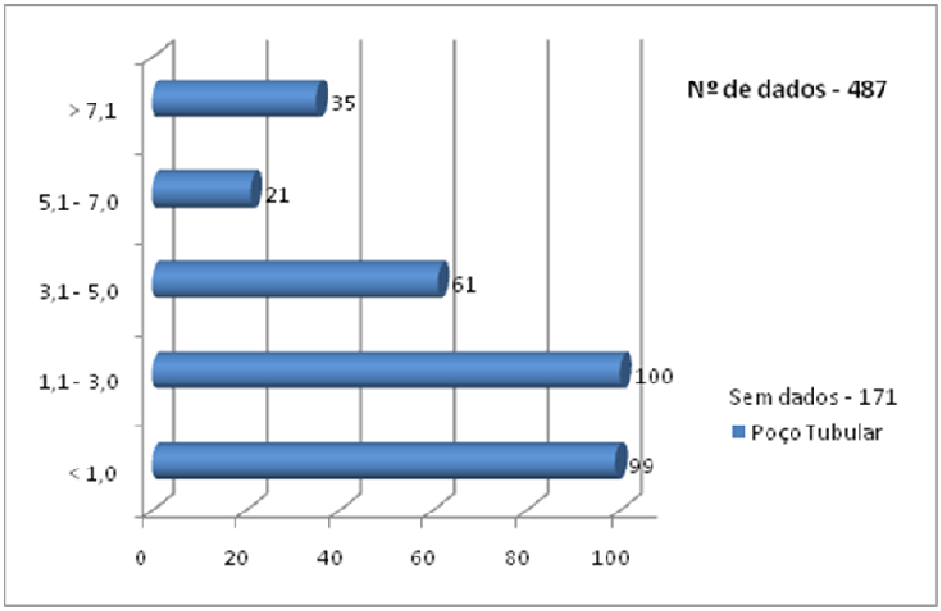


Figura 2.12. Vazão (m³/h) nos poços do Domínio Hidrogeológico Fissural da Bacia do Coreaú - CE

Domínio Hidrogeológico Poroso

O Domínio Hidrogeológico Poroso será subdividido no âmbito da Bacia do Coreaú em Sistemas Hidrogeológicos Aluvionar, Dunas/Paleodunas, Barreiras, Serra Grande, Pacujá, Sairi, Santa Terezinha, Frecheiras, Covão, Camocim e Coreaú,

No Arquivo de Poços utilizado não existe a compartimentação do Domínio Hidrogeológico Poroso em Sistemas Hidrogeológicos. Inúmeras vezes este trabalho exige o conhecimento detalhado do perfil técnico-construtivo do poço, nem sempre apresentado pelas empresas e muito menos existente nos arquivos de poços do cotidiano, e isto dificulta sobremaneira a classificação do sistema hidrogelógico captado, particularmente em áreas sedimentares quando, muitas vezes, a perfuração atravessa mais de uma formação geológica e o poço capta água de mais de um aqüífero.

Os aquíferos porosos (461 poços) na bacia estão representados principalmente pelos arenitos do Sistema Barreiras, sedimentos arenosos das Dunas/Paleodunas e arenitos do Sistema Serra Grande,. Do total destes poços 79,4% possuem informação sobre profundidade, que geram uma média de 53,5m, e 69,7% têm profundidade máxima de 60,0m (CORDEIRO et al., 2009 in INESP, 2009).

O nível estático oscila, predominantemente, abaixo de 10,1m (62,3%), seguido do intervalo de 10,1 a 15,0m (21,3%) resultando, desta forma, na caracterização de um nível estático freático (inferior a 15,0m) predominando com 83,6% (**Figura 2.13**). Existe a presença de níveis mais profundos, chegando a alcançar um pouco mais de 35,0m (1,9%), provavelmente associados a aqüíferos mais profundos ou cujos poços tenham sido locados em locais topograficamente altos.

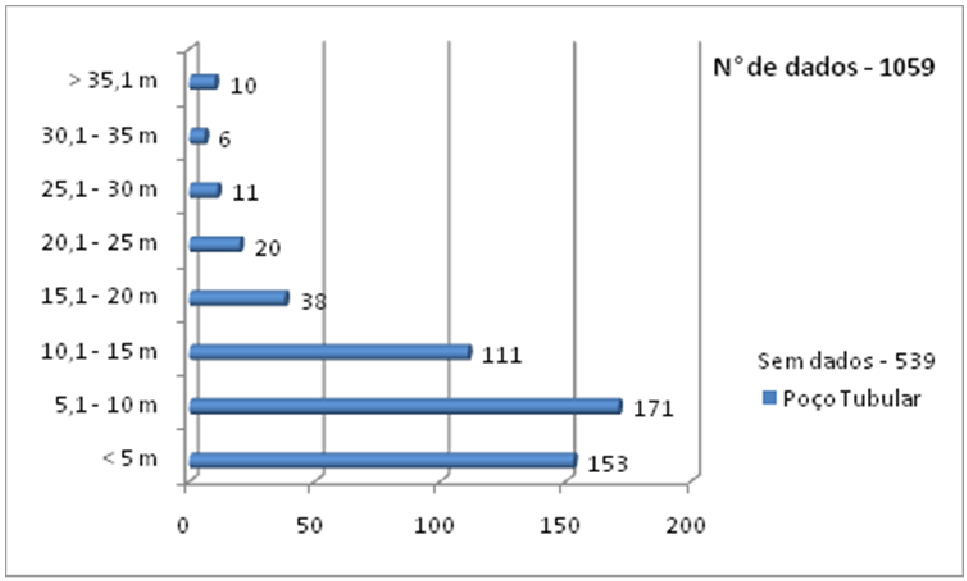


Figura 2.13. Nível estático (m) nos poços do Domínio Hidrogeológico Poroso da Bacia do Coreaú - CE

Na **Figura 2.14** observa-se que a vazão inferior a 3,0 m³/h predomina em 58% dos poços e em 42% deles supera tal valor, alcançando valores acima de 7,0 m³/h em 29,8% deles. Estas vazões são maiores do que àquelas encontrados no Sistema Hidrogeológico Cristalino mostrando, desta forma, a melhor vocação aqüífera do Domínio Poroso.

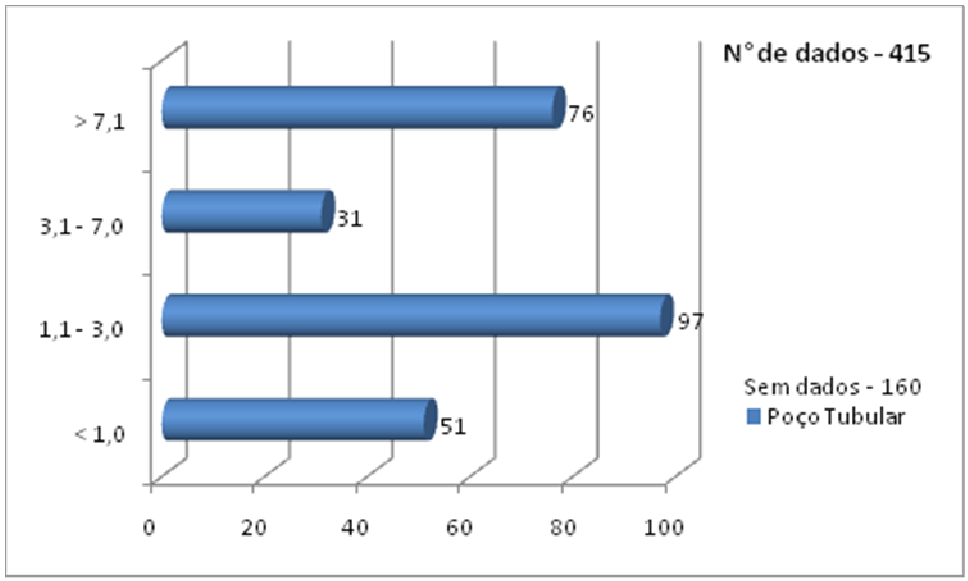


Figura 2.14. Vazão (m³/h) nos poços do Domínio Hidrogeológico Poroso da Bacia do Coreaú – CE

CORDEIRO et al., 2009 (in INESP, 2009) mostram que a vazão média neste domínio na Bacia do Coreaú é de 5,8 m³/h e que em 66,8% dos casos ocorrem vazões superiores a 2,0 m³/h, sendo somente 6% delas inferiores a 0,50 m³/h.

O coeficiente de transmissividade (T), condutividade hidráulica (K) e coeficiente de restituição (U) obtidos do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992) para os Sistemas Aluvionar, Dunas/Paleodunas, Barreiras e Serra Grande são expostos no **Quadro 2.15**.

Quadro 2.15. Parâmetros hidrogeológicos no Domínio Poroso da Bacia do Coreaú – CE

Sistema	Parâmetro		
	T (m^2/s)	K (m/s)	U
Aluvionar	5,0 x 10-4	1,0 x 10-4	10-1
Dunas/Paleodunas	2,0 x 10-1	2,0 x 10-4	10-1
Barreiras	2,0 x 10-3	4,0 x 10-5	10-2
Serra Grande	1,0 x 10-4	1,0 x 10-6	5,0 x 10-4

Fonte: CEARÁ, 1992 LEGENDA: T – Transmissividade; K – Condutividade hidráulica; U – Coeficiente de restituição

Em função basicamente da ausência de estudos hidrogeológicos que contemplem todos os sistemas hidrogeológicos individualizados para a Bacia do Coreaú, neste item serão abordados os Sistemas Aluvionar, Dunas/Paleodunas, Barreiras, Serra Grande o Cárstico, sendo eles os mais usuais na explotação das águas subterrâneas.

O Sistema Aluvionar ocorre bordejando, principalmente, os leitos principais dos rios Coreaú, possuindo larguras variáveis e sendo composto por cascalhos, areias grossas e médias, siltes e argilas em proporções variadas (CEARÁ, 1992). Constitui um aqüífero livre, possuindo níveis estáticos sub-aflorantes, podendo ser designados de “freáticos” (rasos)

O nível estático ocorre sempre em profundidades inferiores a 4,0m (**Figura 2.15**), caracterizando um estado freático, sub-aflorante, propiciando a captação de suas águas através de poços com profundidades inferiores a 10,0m e, segundo CORDEIRO et al., (2009), de 52 poços com dados de profundidade, todas menores do que 10,0m, se obteve a média de 5,3m.

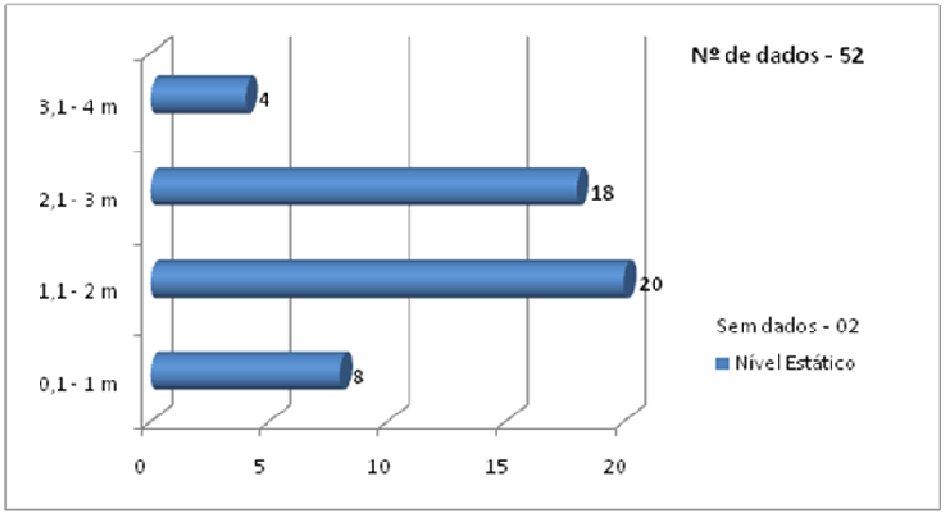


Figura 2.15. Nível estático (m) dos poços no Domínio Hidrogeológico Aluvionar na Bacia do Coreaú – CE

De 82,7% (43) destes poços se obteve a vazão média 5,8 m³/h, sendo que se observam valores superiores a 2,0 m³/h em 76,7% e, somente em 2,3% deles elas são inferiores a 0,50 m³/h (CORDEIRO et al., Op. Cit.). Observa-se da **Figura 2.16** que predominam as vazões inferiores a 7,1 m³/h (72,1%) e isto provavelmente se deve a composição litológica mais silto-argilosa e as pequenas espessuras saturadas do sistema.

O Sistema Dunas/Paleodunas ocorre bordejando a linha de costa possuindo larguras variáveis e espessuras que chegam a 50,0 metros. Representa um aqüífero livre, poroso, nível estático sub-aflorante (menor que 5,0m) e vazões elevadas, podendo ser superiores a 15,0 m³/h.

O Sistema Barreiras é composto por sedimentos clásticos inconsolidados, apresentando, no geral, uma interdigitação de níveis arenoso, siltosos e argilosos que se alternam entre si, com colorações variando de creme a avermelhada, e tendo níveis conglomeráticos na base.

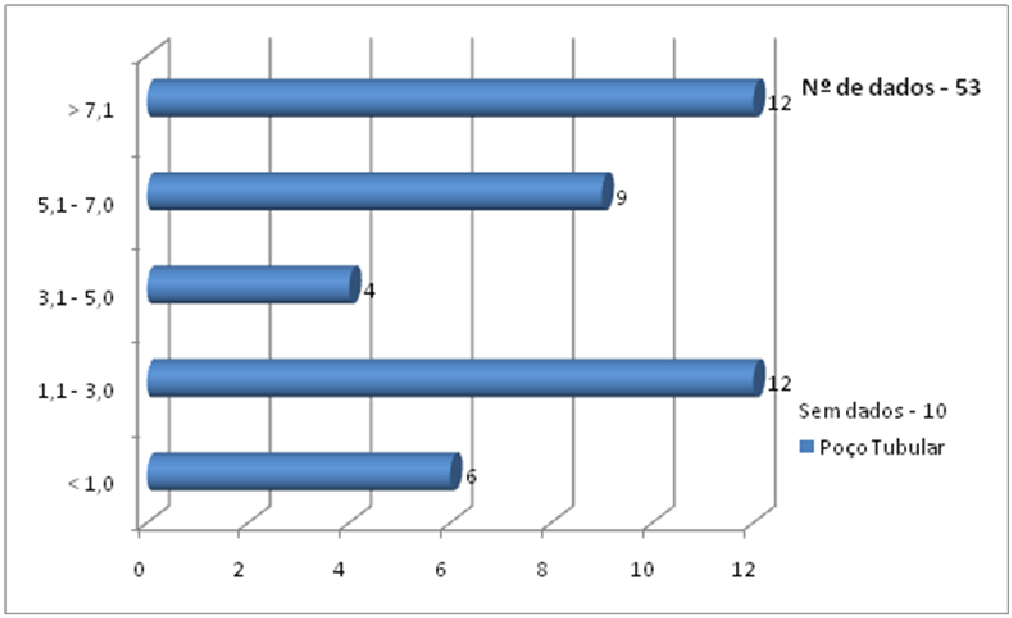


Figura 2.16. Vazão (m³/h) dos poços no Domínio Hidrogeológico Aluvionar da Bacia do Coreaú – CE

O Sistema Serra Grande é composto de arenitos, muitas vezes limitados por falhas normais, tendo uma litificação com posterior silicificação como conseqüência dos eventos tectônicos sofridos, o que reduz suas características de porosidade e permeabilidade primárias. Em decorrência deste fato, sua vocação hidrogeológica também é variável em função da silicificação.

O Sistema Cárstico (42 poços) está representado pelos metacalcários da Formação Frecheirinha do Grupo Ubajara. Em 90,5% de poços é possível se obter informação da profundidade dos mesmos, gerando um valor médio de 59,9m, sendo que 71% deles têm profundidade mínima de 60,0m. A vazão média é de 6,4 m³/h para os 69% de poços com dados e 86,2% delas são superiores a 2,0 m³/h, enquanto somente 6,9% são inferiores a 0,50 m³/h (CORDEIRO et al., 2009).

2.6. Geomorfologia

A compartimentação do relevo do território da Bacia do Coreaú é representada, basicamente, por cinco domínios geomorfológicos: Planície Litorânea, Glacis Pré-Litorâneos dissecados em interflúvios tabulares, Depressão Sertaneja, Maciços Residuais e Planalto da Ibiapaba, cujos limites são estabelecidos com base na homogeneidade das formas de relevo, posicionamento altimétrico, estrutura geológica, atividade tectônica, bem como nas características do solo e vegetação. Dentro de cada domínio ou unidade geomorfológica, foram caracterizadas tanto as formas de acumulação ou agradacionais, como as de dissecação ou degradacionais.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição dos diferentes dominios geomorfológicos que ocorrem no território da Bacia do Coreaú, cuja distribuição pode ser visualizada **Mapa 2.7**.

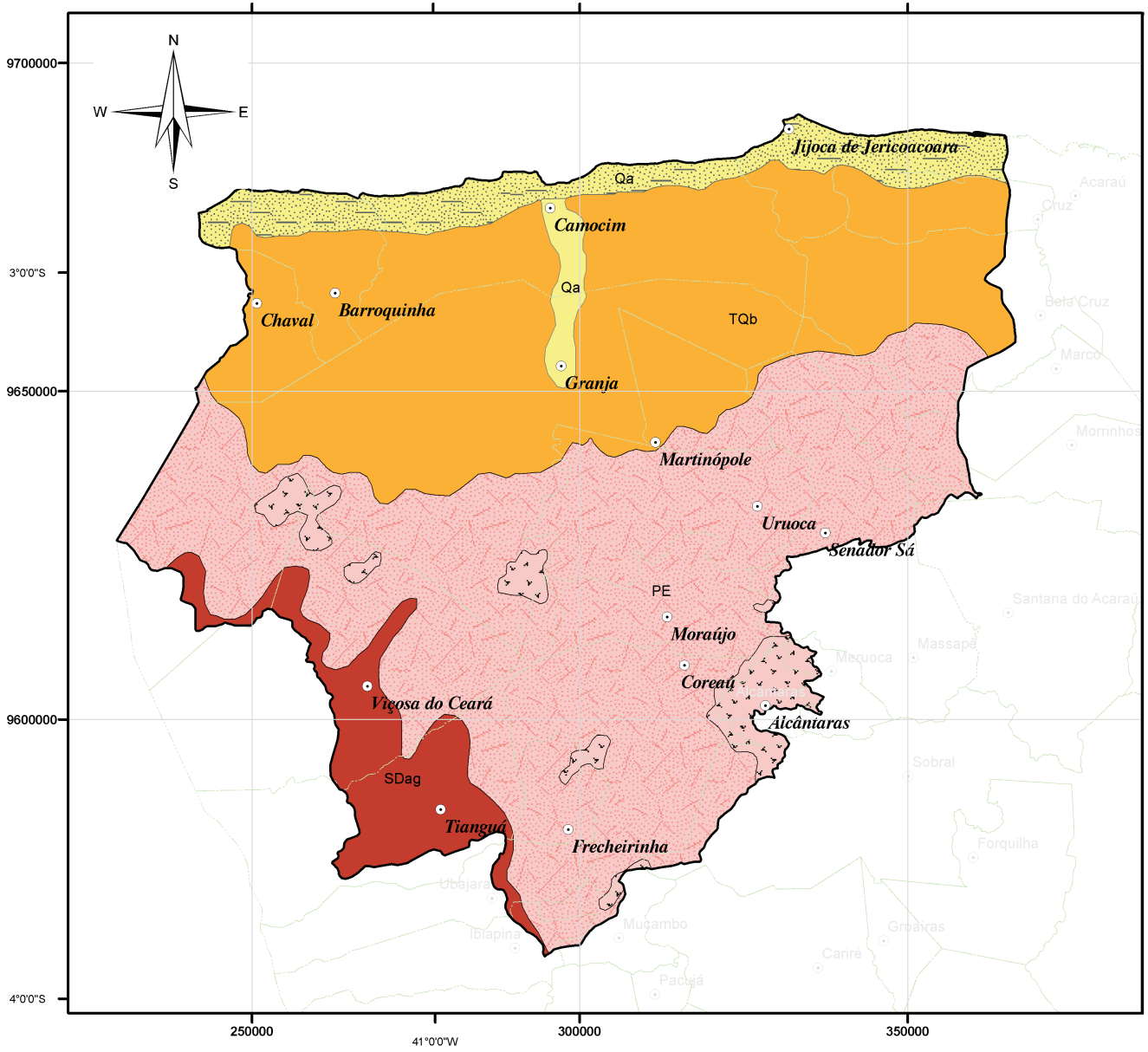
Planície Litorânea

Compreende os campos de dunas, as praias e as planícies flúvio-marinhas. As dunas formam cordões quase contínuos que acompanham paralelamente a linha de costa, sendo interrompidos, vez ou outra, por planícies fluviais e flúvio-marinhas, por falésias, ou ainda por promontórios constituídos por litologias mais resistentes. As dunas móveis ou recentes são caracterizadas pela ausência de vegetação e ocorrem mais próximo à linha de praia, onde a ação dos ventos é mais intensa. Podem também apresentar um recobrimento vegetal pioneiro, que detém ou atenua os efeitos da deflação eólica, tornando-as fixas ou semi-fixas. Quanto à morfologia, geralmente esses corpos apresentam feições de barcana, e em forma de meia lua, com declives suaves a barlavento, contrastando com inclinações mais acentuadas das encostas protegidas da ação dos ventos. Geometrias lineares também são identificadas para esses depósitos.

Na retaguarda das dunas recentes observam-se gerações de dunas mais antigas, alcançando alturas superiores a 10 m, as quais apresentam desenvolvimento de processos pedogenéticos, resultando na fixação de um revestimento vegetal de maior porte. Morfologicamente, exibem feições típicas de dunas parabólicas, com eixos alinhados aproximadamente segundo a direção E-W, refletindo a predominância dos ventos que sopram do quadrante Leste. Para o interior, mostram-se rebaixadas ao nível dos tabuleiros pré-litorâneos (Grupo Barreiras), apresentando formas dissipadas em algumas áreas.

Os campos de dunas são responsáveis pelo barramento de algumas drenagens que possuem descargas deficientes, provocando a obstrução dos vales costeiros, impedindo assim que os cursos d’água atinjam diretamente o oceano, resultando na formação a montante, de típicas lagoas de barragem, ou desviando com freqüência as embocaduras em relação ao curso original para o mar. No território da Bacia do Coreaú o conjunto de dunas móveis, fixas e paleodunas, se distribuem ao longo de uma faixa litorânea que se estende por praticamente toda a costa da região.

As praias formam um depósito contínuo, alongado por toda a extensão da costa, desde a linha de maré baixa até a base das dunas móveis. Observa-se a presença de beach rocks aflorando em diversos trechos da costa (praia da Baleia), ao longo das zonas de estirâncio e de arrebentação, os quais funcionam como barreiras naturais, protegendo as praias dos efeitos da erosão marinha.



LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município
- Espelhos d'Água
- Rios Margem Dupla
- Rios Margem Simples

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

DEPRESSÕES SERTANEJAS
- Depressões periférica e interplanálticas submetidas a processos de pecimentação

MACIÇOS RESIDUAIS
- Maciços residuais dissecados em feições de colinas e cristas

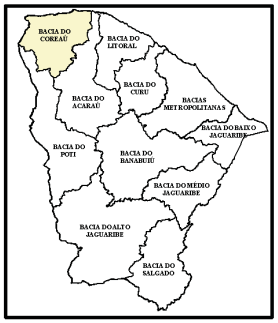
PLANALTO DA IBIAPABA
- Superfície cuestiforme limitada por escarpa erosiva

GLACIS PRÉ LITORÂNEO DISSECADO EM INTERFLÚVIOS TABULARES
- Tabuleiros Pré-Litorâneos

PLANÍCIE LITORÂNEA
- Dunas móveis, fixas e paleodunas
- Planícies e terraços fluviais

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24



ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.7:

GEOMORFOLOGIA

As planícies flúvio-marinhas são ambientes formados pela deposição de sedimentos dominantemente argilosos e ricos em matéria orgânica, onde se desenvolve a vegetação de mangue, sendo caracterizadas pela ação conjunta de processos continentais e marinhos.

Glacis Pré-Litorâneos

Os glacis pré-litorâneos são formados pelos sedimentos pertencentes ao Grupo Barreiras, que se distribuem como uma faixa de largura variável que acompanha a linha de costa por trás dos depósitos eólicos antigos e atuais. Formam relevos tabulares, dissecados por vales alongados e de fundo chato, com cotas altimétricas baixas e suave inclinação em direção ao mar, sendo conhecido como tabuleiros. Na costa, apresentam-se cobertos pelos cordões de areias, e no interior limitam-se por uma linha de escarpa de contorno extremamente irregular, com desníveis pequenos em relação à depressão periférica.

Constata-se a presença de testemunhos isolados da faixa principal dos tabuleiros, recortados pela erosão fluvial. Originalmente formavam uma superfície contínua, bem mais ampla que os limites atuais, elaborada a partir da coalescência de leques colúvios-eluviais, numa época em que o nível do mar era mais baixo do que o atual, permitindo o recobrimento de uma extensa plataforma.

Nesta unidade as associações de solos são caracterizadas pela dominância de Podzólicos Vermelho Amarelos e Areias Quartzosas, recobertos por vegetação secundária de porte arbóreo-arbustivo.

As planícies fluviais são, dentre as áreas de acumulação, as que abrigam as melhores condições de solo para exploração agrícola e de disponibilidade hídrica, constituindo-se, portanto, em zonas de diferenciação geo-ambiental no contexto dos sertões semi-áridos. Na região do embasamento cristalino, os cursos d'água formam depósitos aluvionares estreitos, enquanto sobre a zona pré-litorânea, à medida que entalham os sedimentos do Grupo Barreiras, as faixas de acumulação tornam-se mais expressivas.

Depressão Sertaneja

Corresponde a uma superfície de aplainamento, desenvolvida sobre as rochas cristalinas, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente variados tipos litológicos. A morfologia da Depressão Sertaneja é representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam suavemente em direção aos fundos de vales e ao litoral. Verifica-se a predominância de uma topografia plana ou levemente ondulada, com altimetrias inferiores a 400 m.

As associações dos solos são bastante diversificadas, normalmente rasos ou medianamente profundos, com grande incidência de afloramentos rochosos e pavimentos detríticos. A vegetação é típica dos sertões semi-áridos, onde predomina a caatinga, com seus padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos.

Maciços Residuais

A monotonia das formas planas a suavemente onduladas da Depressão Sertaneja, vez por outra é interrompida pela forte ruptura de declive das serras e morros residuais. Esses relevos são constituídos, dominantemente por rochas granitíco-migmatíticas e gnáissicas e foram formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes, de constituição

litológica gnáissica e migmática menos resistente. Apresentam-se dissecados em feições de colinas, relevos tabulares e em forma de inselbergs.

No território da Bacia do Coreaú destaca-se a serra da Meruoca que atingem níveis altimétricos superiores a 800 m. Elas caracterizam-se por apresentar condições de umidade bastante elevadas nas vertentes voltadas para o mar, onde o intemperismo químico é predominante, favorecendo o desenvolvimento de solos do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, que sustentam uma cobertura vegetal de grande porte, formada por floresta plúvio-nebular (matas úmidas). A serra da Meruoca apresenta nos setores de sotavento, condições ambientais agressivas, sendo o intemperismo físico o principal processo modelador da paisagem. Nessas vertentes secas, observa-se o desenvolvimento de uma vegetação arbórea, intermediária entre a caatinga e a floresta plúvio-nebular (matas secas). As outras elevações, de menor representatividade espacial e altimétrica, possuem condições ambientais que se assemelham mais com as características físicas das superfícies rebaixadas do sertão, sendo denominadas de serras secas.

Planalto da Ibiapaba

O planalto da Ibiapaba compreende um dos mais significativos compartimentos de relevo do território cearense. A pequena porção da Ibiapaba pertencente ao território da Bacia Coreaú constitui uma frente de declive íngreme – rebordo da bacia do Maranhão-Piauí – que se alteia sensivelmente em relação à topografia rebaixada de depressão periférica ocidental do Ceará, sugerindo a ocorrência de expressiva área de erosão. Apresentando declividades suaves em sua vertente ocidental, seu relevo assume feição de cuesta. Assim é que, enquanto o front se evidencia escarpado com a cornija arenítica sobreposta às litologias dissecadas em cristas, o reverso tem declive suavizado. Convém lembrar que as implicações estruturais, quanto a características do reverso, têm influencia restrita em termos espaciais.

O relevo com altitude média de 750 m é sulcado por uma série de pequenos vales pedimentados e de orientação cataclinal e mais raramente ortoclinal. As influências dos processos lineares se manifestam no front, onde o entalhe dos pequenos cursos anaclinais se responsabiliza pelos festonamentos observados ao longo da escarpa. Estes últimos cursos d'água tomam a direção da depressão periférica ocidental.

De oriente para ocidente, mormente na parte úmida, a morfologia é caracterizada por uma contínua sucessão de vales e de interflúvios tabulare, nos quais as diferenciações edáficas trazem mudanças nos tipos de ocupação agrícola.

Quanto às características morfoloclimáticas, merece lembrar que as influências de chuvas orográficas trazem conseqüências na dinâmica geomorfogenética. Deste modo, tanto no front, como no reverso imediato, a morfogênese é química por excelência (IPECE, 2007).

2.7. Solos

O **Quadro 2.16** apresenta síntese das principais unidades pedológicas existentes na Bacia do Coreaú, com os solos associados às mesmas.

Quadro 2.16. Síntese das principais unidades pedológicas da Bacia do Coreaú

Classe do Solo	Símbolo	Solos Associados
LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO E VERMELHO-ESCURO	LVd7	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A moderado textura média + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO A proeminente textura argilosa e média, ambos fase floresta subperenifólia relevo plano e suave ondulado.
	LVd10	LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média + PODZÓLITO VERMELHO AMARELO abrúptico plinthico textura arenosa/argilosa + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS, todos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
PODZÓLITO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO E DISTRÓFICO	PV5	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrúptico plinthico A fraco e moderado textura arenosa/argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo piano e suave ondulado + PLANOSSOLO SOLÓDICO A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila e floresta ciliar de carnaúba relevo plano.
	PV6	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrúptico plinthico textura arenosa/argilosa + LATERITA HIDROMÓRFICA EUTRÓFICO textura argilosa cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média, todos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.
	PV7	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrúptico plinthico textura arenosa/argilosa + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média + PODZÓLICO ACINZENTADO DISTRÓFICO com fragipan textura média, todos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila e floresta/caatinga relevo plano e suave ondulado.
	PE5	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A chernozêmico, ambos textura argilosa cascalhenta fase floresta subcaducifólia relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PE6	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A moderado textura argilosa cascalhenta fase floresta caducifólia relevo montanhoso + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A chernozêmico textura argilosa cascalhenta fase floresta subcaducifólia relevo forte ondulado e montanhoso + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A moderado e chernozêmico textura média e argilosa fase pedregosa e rochosa floresta/caatinga relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PE12	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco e moderado textura argilosa + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS INDISCRIMINADOS fase pedregosa é rochosa, ambos fase floresta/caatinga relevo forte ondulado e montanhoso + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PE14	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa fase relevo plano e suave ondulado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO abrúptico textura média/argilosa cascalhenta fase relevo suave ondulado, ambos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila.
	PE27	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa fase relevo ondulado e forte ondulado + BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse e granito, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
	PE32	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO abrúptico plinthico A fraco textura arenosa/argilosa + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco textura argilosa cascalhenta + PLANOSSOLO SOLÓDICO A fraco textura arenosa/média e argilosa fase floresta ciliar de carnaúba + LATERITA HIDROMÓRFICA EUTRÓFICA A fraco e moderado textura argilosa cascalhenta, todos fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
	PE37	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso textura argilosa cascalhenta fase relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa reievo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa fase relevo plano e suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
	PE42	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso abrúptico textura arenosa/argilosa cascalhenta fase relevo suave ondulado + REGOSSOLO EUTRÓFICO com fragipan textura arenosa fase relevo plano e suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
	PE43	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO latossólico A moderado e chernozêmico textura argilosa e média fase floresta subperenifólia relevo suave ondulado a forte ondulado.
	PE45	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO latossólico textura argilosa e média + LATOSSOLO VERMELHO ESCURO EUTRÓFICO textura média, ambos A moderado fase floresta subcaducifólia relevo suave ondulado e ondulado.
AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS	AQd2	AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase relevo plano e suave ondulado + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média fase relevo plano e suave ondulado + SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS textura arenosa fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato arenito, todos A fraco e moderado fase floresta/caatinga.
	AQd7	AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS fase relevo plano e suave ondulado + SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS textura arenosa fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado e ondulado substrato arenito + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO textura média fase relevo plano e suave ondulado, todos A fraco fase caatinga hiperxerfila.
	AMd	AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS (DUNAS) fase relevo suave ondulado e ondulado + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco fase caatinga hipoxerófila e floresta/caatinga relevo plano.

Continua...

Continuação...

Classe do Solo	Símbolo	Solos Associados
PLANOSSOLO SOLÓDICO	PL1	PLANOSOL SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase floresta ciliar de carnaúba + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa fase floresta ciliar de carnaúba + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO raso abrúptico textura arenosa/argilosa cascalhenta, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
	PL3	PLANOSSOLO SOLÓDICO + SOLONETZ SOLODIZADO, ambos A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	PL4	PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato gnaisse e granito + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila e campo xerófilo relevo plano e suave ondulado.
	PL6	PLANOSSOLO SOLÓDICO textura arenosa/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média e argilosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo suave ondulado substrato gnaisse a granito, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila.
SOLONETZ SOLODIZADO	SS2	SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO + SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS, todos A fraco textura indiscriminada fase floresta ciliar de carnaúba relevo plano.
SOLONETZ SOLONÉTICO	Sk2	SOLONCHAK SOLONÉTZICO A fraco fase campo halófilo de várzea e floresta ciliar de carnaúba + SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES, todos textura indiscriminada fase relevo plano.
SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUE	SM	SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES textura indiscriminada faserelevo plano.
SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS E DISTRÓFICOS	Re3	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco, moderado e chernozêmico textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco, moderado e chernozêmico textura argilosa cascalhenta fase floresta/caatinga relevo forte ondulado e montanhoso.
	Re6	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa e media fase pedregosa e rochosa substrato gnaisse e granito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso; textura argilosa cascalhenta, ambos A fraco e moderado fase caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso.
	Re7	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + BRUNO NÃO CÁLCICO textura argilosa fase pedregosa relevo ondulado + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO raso A fraco e moderado textura argilosa cascalhenta fase relevo ondulado e forte ondulado, todos fase caatinga hipoxerófila.
	Re14	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS textura arenosa, média e argilosa fase pedregosa e rochosa substrato arenito, argilito e siltito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura argilosa + PLANOSSOLO SOLÓDICO vértico textura média/argilosa, todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado .
	Re25	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Re26	Associação complexa de: SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e- montanhoso substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Red1	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e DISTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa floresta/caatinga e caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaisse, granito, quartzito e xisto + AFLORAMENTOS DE ROCHA + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco e moderado textura argilosa e média fase pedregosa floresta/caatinga relevo forte ondulado e montanhoso.
	Red2	REGOSSOLO DISTRÓFICO com fragipan textura arenosa fase relevo plano e suave ondulado + SOLONETZ SOLODIZADO textura arenosa/média, fase relevo plano, ambos A fraco fase caatinga hiperxerófila + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Red4	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e DISTRÓFICOS A fraco e moderado textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato gnaisse, granito e quartzito + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
	Red8	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e DISTRÓFICOS A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse, granito e quartzito + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco e moderado textura argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
	Red10	SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e DISTRÓFICOS A fraco textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito + AFLORAMENTOS DE ROCHA + SOLONETZ SOLODIZADO A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

Fonte: adaptado de MA/DNPEA – SUDENE/DRN (1973)

O Mapa Pedológico da Bacia do Coreaú (**Mapa 2.8**) em escala 1: 800.000, foi elaborado mediante compilação dos trabalhos listados a seguir:

- Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária - SEARA (1982);
- Levantamento de Recursos Naturais, PROJETO RADAM (1973);
- Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará, MA/DNPEA – SUDENE/DRN (1973);
- Programa Estadual de Irrigação Secretária dos Recursos Hídricos - SRH (1988).

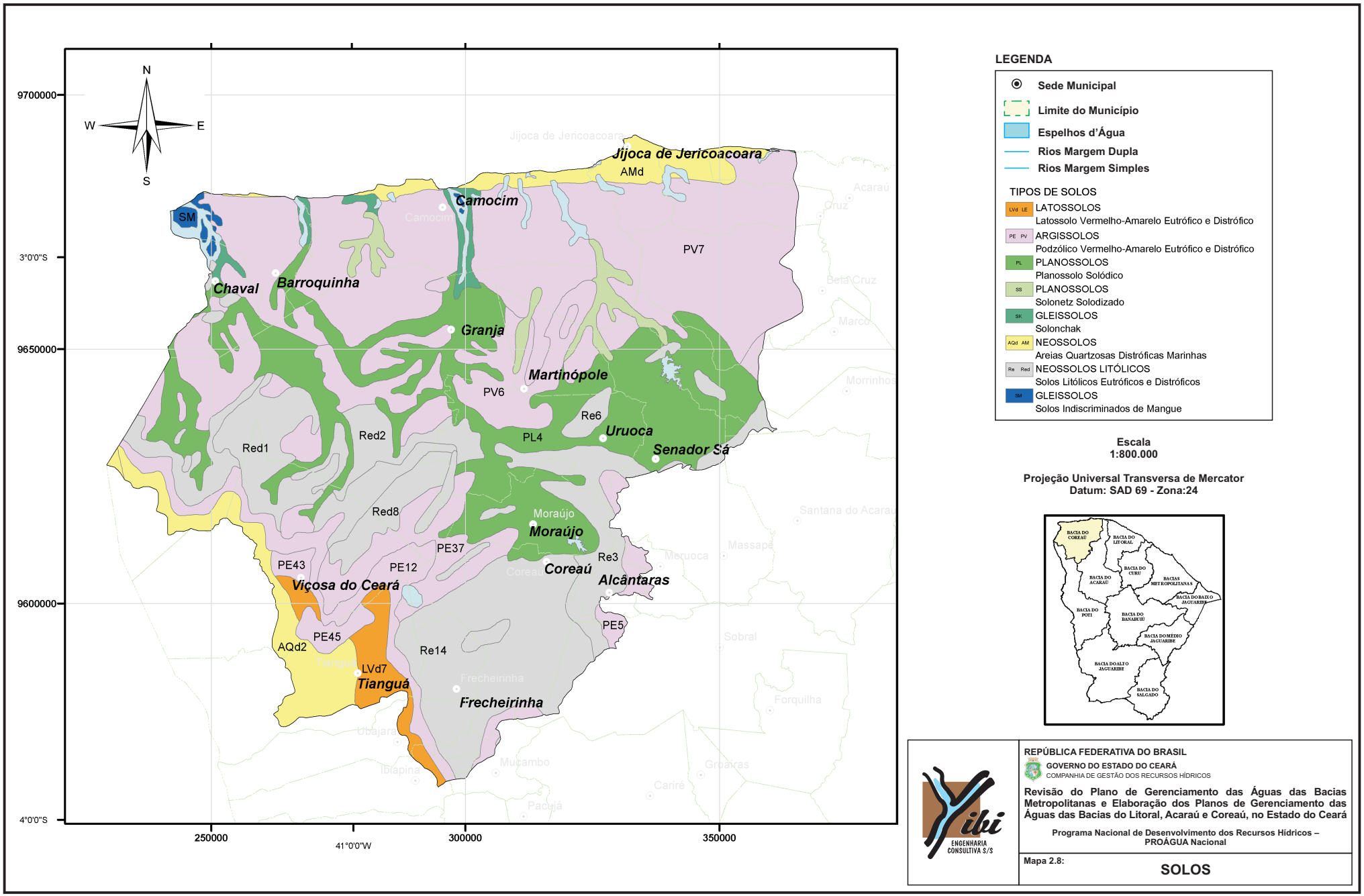
2.7.1. Descrição Detalhada dos Solos

2.7.1.1. Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico

Compreende solos com horizonte B latossólico, não hidromórficos. As principais características do B latossólico são: baixa relação molecular SiO2/Al2O3 (Ki) na fração argila, normalmente inferior a 2,2, dado o avançado grau de intemperismo do material do solo; alta relação molecular Al2O3/Fe2O3 (valores superiores a 3,0) em virtude dos baixos teores de óxido de ferro, que se associam as cores intermediárias entre o vermelho e o amarelo; baixa capacidade de permuta de cátions (valor T) da fração argila, em razão do material do solo ser constituído, essencialmente, de sesquióxidos, argilas 1:1 (cauliníticas), quartzo e outros materiais altamente resistentes ao intemperismo; baixo conteúdo de minerais primários, exceto os mais resistentes (quartzo, ilmenita e magnetita); ausência de minerais primários facilmente decomponíveis ou presentes em quantidades muito pequenas; grau de estabilidade dos agregados relativamente alta e teores baixos ou inexistentes de argila natural (dispersa em água), apresentando um alto grau de floculação.

Possuem dominância das frações areia e/ou argila com os teores de silte são normalmente baixos, em decorrência do estágio avançado de intemperizaçâo do solo. Apresentam perfis normalmente profundos ou muito profundos, com predomínio de transições difusas e graduais entre os horizontes; são muito porosos e muito friáveis ou friáveis quando úmido, bem drenados a fortemente drenados, normalmente bastante resistentes à erosão em decorrência da baixa mobilidade da fração argila, do alto grau de floculação e da grande porosidade e permeabilidade. A sua coloração varia do vermelho ao amarelo passando por todas as gamas intermediária.

Na classe Latossolo Vermelho Amarelo mapeada na bacia, predominam solos distróficos (saturação de bases baixa). Para estes solos, o horizonte A se apresenta mais freqüentemente fraco ou moderado, porém constata-se também solos com A proeminente, bem como solos com caráter húmico. A textura do horizonte B é predominantemente média (raramente cascalhenta), ocorrendo também argilosa. São normalmente profundos a muito profundos. Outras poucas características morfológicas, como solos concrecionários e solos de coloraçâo pâlida, também são constatadas.



LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município
- Espelhos d'Água
- Rios Margem Dupla
- Rios Margem Simples

TIPOS DE SOLOS

- LVd LE — LATOSSOLOS — Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico
- PE PV — ARGISSOLOS — Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico e Distrófico
- PL — PLANOSSOLOS — Planossolo Solódico
- SS — PLANOSSOLOS — Solonetz Solodizado
- SK — GLEISSOLOS — Solonchak
- AQd AM — NEOSSOLOS — Areias Quartzosas Distróficas Marinhas
- Re Red — NEOSSOLOS LITÓLICOS — Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos
- SM — GLEISSOLOS — Solos Indiscriminados de Mangue

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24

ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.8:

SOLOS

A ocorrência destes solos se dá ao sul da Bacia do Coreaú, na forma de duas manchas, uma na divisa com a Bacia do Poti-Longá, e outra menor mais ao norte. Na zona litorânea, o material originário destes solos é derivado, em grande parte, de sedimentos do Grupo Barreiras (Terciâio), ou ainda e menos freqüentemente, de recobrimento de materiais argilo-arenosos ou areno-argilosos sobre o Pré-Cambriano Indiviso e Cretáceo, de arenitos do Cretáceo, Siluriano-Devoniano Inferior e Jurássico Superior. O relevo em sua quase totalidade é plano e suave ondulado.

A maior limitação ao uso agrícola destes solos decorre de sua baixa fertilidade natural, porém são fisicamente bons, ou seja, são profundos e porosos, de textura em grande parte média e relevo predominantemente plano e suave ondulado; o qual propicia condições para a mecanização das culturas.

2.7.1.2. Podzólico Vermelho-Amarelo

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa, devido ao material do solo ser constituído por sesquióxidos, argilas do grupo 1:1 (caulinitas), quartzo e outros materiais resistentes ao intemperismo e saturação de bases (V%) baixa, isto é, inferior a 50%. São solos, em geral, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural.

Apresentam perfis bem diferenciados, com seqüência de horizontes A, Bt e C, e com horizonte Bt, freqüentemente, mostrando, nas superfícies dos elementos estruturais, película de materiais coloidais (cerosidade), quando o solo é de textura argilosa; são, comumente, profundos a muito profundos, com a espessura do A + Bt oscilando entre 115 e 250cm, exceto nos solos rasos, em áreas reduzidas.

São solos de textura arenosa, média ou, mais raramente, argilosa, no horizonte A e média ou argilosa, no horizonte Bt, com relação textural em torno de 1,5 (textura argilosa) e de 3,0 a 10,0, nos de caráter abrúptico ou abrúptico plinthico, os quais possuem características morfológicas bem distintas (coloração variegada ou com mosqueado abundante) e drenagem moderada e/ou imperfeita.

Na Bacia do Coreaú, os horizontes A destes solos a coloração (úmido) é muito variada, indo do vermelho-amarelado ao bruno-acinzentado; a estrutura é moderada a forte pequena a grande, granular, de consistência ligeiramente duro a muito duro, quando seco e friável, quando úmido, nos solos com A moderado, enquanto nos solos com A fraco, a estrutura apresenta-se maciça, pouco ou muito coesa, ou em grãos simples, ou, ainda, fraca a muito fraca pequena granular ou blocos sub-angulares, cuja consistência varia de solto a ligeiramente duro, quando seco e solto a muito friável, quando úmido.

O horizonte B apresenta coloração (úmido), mais freqüente, vermelho-amarelado, vermelho, bruno-forte e bruno-amarelado. A estrutura é fraca ou moderada, pequena ou muito pequena, blocos sub-angulares, ocorrendo maciça em alguns solos com plinthite.

É freqüente a presença de cerosidade (pouca a abundante; fraca a forte) e a consistência macio a muito duro (seco) e muito friável a firme (úmido). Na Bacia do Coreaú, distribui-se dispersa por praticamente toda sua porção norte, onde os solos de caráter abrúptico ou abrúptico plintico são predominantes, sendo em sua maioria derivados de sedimentos do Grupo Barreiras.

Ocorrem sob relevo plano e suave ondulado. A maior limitação ao uso agrícola destes solos na zonas do Litoral decorre de sua baixa fertilidade natural e forte acidez, necessitando, desse modo, do uso de fertilizantes, com a correção prévia da acidez. Em grande parte são favorecidos pelo relevo (predominantemente, plano e suave ondulado) que proporciona totais condições ao uso de máquinas agrícolas.

2.7.1.3. Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos e com argila de atividade baixa. Diferem da classe Podzólico Vermelho-Amarelo, essencialmente, por apresentar, além de média a alta saturação de bases (V%), baixa saturação com alumínio, menor acidez, bem como conteúdo mineralógico que encerra, comumente, quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

São, por conseguinte, solos de média a alta fertilidade natural. Apresentam seqüência de horizontes A, Bt e C, com profundidade do A + Bt2, na maioria dos perfis, superior a 150cm, exceto nos solos rasos.

Na Bacia do Coreaú, apresentam perfis bem diferenciados, comumente profundos (poucas vezes rasos), textura, normalmente, arenosa ou média, no horizonte A e argilosa ou média no B, freqüentemente cascalhenta ou com cascalho.

Os tipos de horizonte A que ocorrem nestes solos são chernozêmico, moderado e fraco. A coloração, quando úmida, varia de bruno-escuro a cinzento-escuro, estrutura, normalmente, granular, moderada a fracamente desenvolvida, de consistência ligeira-mente duro a duro, quando seco e friável, quando úmido. Transita, normalmente, de maneira plana ou ondulada e clara ou gradual, para o Bt.

O horizonte B apresenta coloração, normalmente, variando do vermelho-amarelado ao vermelho, estrutura, geralmente, em blocos sub-angulares, moderada a fracamente desenvolvida, consistência ligeiramente duro a duro, quando seco e friável, quando úmido; geralmente apresenta cerosidade que varia de fraca a forte e de pouca a abundante. Na Bacia do Coreaú, a ocorrência desse tipo de solo se dá mais a sudoeste, ocorrendo também ao sul e sudeste.

São moderadamente ou bem drenados, excetuando-se os solos rasos ou com plinthite, que apresentam drenagem moderada/imperfeita. São moderadamente ácidos a ácidos, raramente neutros, ou mesmo alcalinos, como nota-se em alguns perfis de solos rasos.

O material originário é constituído, predominantemente, de saprolito de gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano Indiviso, de granitos e anortositos (Plutônicas Ácidas) e de micaxistos do Pré-Cambriano (A), entre outras rochas menos freqüentes.

Muitas vezes este material é influenciado por cobertura de material retrabalhado. Os solos da zona do Litoral são, geralmente, oriundos de um recobrimento pouco espesso de materiais areno-argilosos ou argilo-arenosos, possivelmente do Terciário sobre o Pré-Cambriano.

São, de modo geral, solos com elevado potencial agrícola, apresentando, entretanto, em determinadas áreas, problemas de relevo, principalmente onde as precipitações pluviométricas são mais elevadas (serras).

Possuem média e alta fertilidade natural, prestando-se para culturas de ciclo ou adaptadas às condições de pouca umidade.

2.7.1.4. Areias Quartzosas Distróficas Marinhas

Distribuem-se na faixa litorânea e pré-litorânea. São solos profundos a muito profundos, com sequência de horizontes A-C, excessivamente drenados, forte a moderadamente ácidos, com coloração variando de vermelha até branca, sendo freqüente as tonalidades amareladas. Quanto ao uso agrícola atual, estes solos apesar de apresentarem limitações físicas, baixa fertilidade natural e textura arenosa. Ocorrem em quase toda faixa de litoral da Bacia do Coreaú, e em sua porção sudoeste, na divisa com a Bacia do Poti-Longá.

São solos de fertilidade natural muito baixa, pobres em macro e micronutrientes, ácidos a muito ácidos, necessitando de fortes doses de calagens para corrigir a acidez, apresentando porém relevo propicio à mecanização. O aproveitamento agrícola racional destes solos requer doses elevadas de adubações, inclusive com micronutrientes, que devem ser aplicados de forma parcelada, em face da textura arenosa dos solos. As adubações orgânicas são muito indicadas.

Apesar das fortes limitações físicas, estes solos poderão ser irrigados apresentando boas produtividades, quando corrigidas suas deficiências. Prestam-se principalmente para culturas irrigadas de cajueiro, coqueiro, melão, melancia e mandioca, utilizando-se irrigação localizada ou microaspersão.

2.7.1.5. Planossolo Solódico

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, normalmente com argila de atividade alta, saturação com sódio (100.Na+/T) entre 6 e 15% nos horizontes Bt e/ou C, mostrando estes horizontes sub-superficiais feições associadas com umidade (mosqueado e/ou cores de redução), em face da drenagem imperfeita, apresentando problemas de encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento e fendilhamento durante a época seca.

São solos moderadamente profundos a rasos, raramente profundos, tendo, de modo geral, seqüência de horizontes A, Bt e C, com espessura do A + Bt, comumente, entre 35 e 120cm ou pouco mais. São imperfeitamente drenados, de baixa permeabilidade e muito susceptíveis à erosão, em geral, moderadamente ácidos a, praticamente, neutros (raramente alcalinos), com alta saturação de bases (V%), contendo, nos horizontes subsuperficiais Bt e C, principalmente neste último, elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, fontes de nutrientes às plantas.

Apresentam, em geral, de textura arenosa no horizonte A e média ou argilosa, no Bt, com transição normalmente plana e abrupta ou clara, do A para o Bt, relação textural de 4,5 a 10,4 (quando de textura arenosa/argilosa) e de 2,5 a 3,7 (quando de textura arenosa/média).

O horizonte A é, comumente, fraco (podendo ser moderado), com espessura de 30 a 100cm, exceto em áreas onde a erosão é mais intensa, quando variam de 10 a 18cm. A coloração mais freqüente (úmido) varia de bruno escuro a bruno-amarelado escuro; a estrutura apresenta-se maciça, pouco a muito pouco coesa ou em grãos simples, de consistência solto, macio ou ligeiramente duro (seco) e muito friável ou friável, quando úmido.

É característico destes solos apresentar um horizonte bastante lavado (eluvial) A2, de coloração clara, muitas vezes com mosqueados ou mesmo coloração variegada.O horizonte Bt caracteriza bem estes solos, por sua cor e estrutura. Apresenta espessura que varia de 25 a 70cm, com coloração freqüentemente variegada ou com mosqueados. A estrutura é moderada ou forte, prismática ou colunar, composta de moderada ou forte, média a grande, blocos angulares ou sub-angulares, de consistência extremamente duro (seco) e extremamente firme, quando úmido.

O material originário é constituído, principalmente, por saprolito de gnaisses e migmatitos do Pré-Cambriano Indiviso e de micaxistos do Pré-Cambriano (A), quase sempre influenciados, superficialmente, por uma delgada cobertura de material pedimentar. Na Bacia do Coreaú, esse tipo de solo ocorre de forma dispersa em toda a região central.

São solos bastante susceptíveis à erosão, apresentando ligeiro excesso d'água no curto período chuvoso e um grande ressecamento no período seco, tendo o horizonte Bt condições físicas pouco favoráveis à penetração das raízes.

São fortemente limitados pela falta d'água em áreas semi-áridas, devendo-se considerar, também, a saturação com sódio elevada, nos horizontes subsuperficiais, fator de restrição importante para a maioria das culturas.

2.7.1.6. Solonetz Solodizado

Compreende solos halomórficos com horizonte B solonétzico ou nátrico, distinguindo-se por possuir estrutura colunar ou prismática, e alto teor de sódio nos horizontes subsuperficiais. São solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados e bastante susceptíveis à erosão. Sua ocorrência na Bacia do Coreaú se da na forma manchas na zona pré-litorânea.

Apresentam mudança textural abrupta do horizonte A para o B. O horizonte A é fraco com textura arenosa, enquanto que o B possui textura geralmente argilosa. Apresentam cores acinzentadas e presença de mosqueados ou coloração variegada.

Quimicamente apresentam reação moderada a ligeiramente ácida no horizonte A e neutra a alcalina nos horizontes subsuperficiais, os quais apresentam, também, elevados valores para somas de bases trocáveis, saturação de bases e saturação com sódio trocável, principalmente no horizonte C.

2.7.1.7. Solonchak Solonético

São solos halomórficos, pouco diferenciados, intermediários para Solonetz, com elevados teores em sódio trocável, condutividade elétrica do extrato de saturação muito elevada podendo alcançar valores acima de 200 mmhos nos primeiros centímetros durante o período chuvoso. Em grande parte são moderadamente alcalinos. São encontrados em áreas baixas (várzeas), influenciado pelas águas do mar, e derivados de sedimentos fluviais recentes (Holoceno), desde argilosos até arenosos. Na Bacia do Coreaú, ocorrem próximos da foz dos rios Coreaú, Timonha, Tapuio e Corrente Laranja.

Apresentam seqüência de horizontes ou camadas A e C, com a camada C podendo ser gleyzada ou não. O horizonte A pouco espesso é, normalmente, seguido de camadas estratificadas (IIC ou IIC1 , IIIC2 e IVC3 ou IVC3g). Quando não existe o horizonte A formado, encontra-se uma camada superficial de pouca espessura, resultante de sedimentação

bem recente. Por vezes, encontra-se na camada superficial ou no horizonte A, cristais de sais em forma de agulhas, misturados à estrutura granular. O horizonte A, quando existente ou quando em forma de camada, apresenta cores do bruno escuro ao bruno acinzentado e estrutura maciça ou fraca, pequena, granular . As camadas (C) subjacentes tem coloração variando desde o bruno amarelado ao bruno acinzentado, ou até mesmo cores bem mais acinzentadas.

Não se prestam para o uso agrícola, em face da elevada salinidade e difícil manejo, requerendo vultosos investimentos afim de que possam ser dessalinilizados, e isso seria, também, complicado, em decorrência do clima, visto que a evaporação, na maior parte das áreas, supera a precipitação pluviométrica.

2.7.1.8. Solos Indiscriminados de Mangue

Compreende solos halomórficos indiscriminados, alagados, que se distribuem nas partes baixas da orla marítima, principalmente nas proximidades de desembocaduras de rios, sob influência das marés e com vegetação característica denominada mangues ou manguezais. Engloba principalmente Solonchaks e Solos Gley Thymórficos ou Solos Acidos Sulfatados. Os Solonchaks são solos halomórficos com altos teores em sais diversos, pouco diferenciados e que apresentam um horizonte sálico. Os Solos Gley Thymórficos apresentam horizontes gley e contêm teores de sulfatos e/ou enxofre elementar suficientemente elevados, que podem causar grande acidificação quando oxidados (após serem drenados), tornando o pH do solo extremamente baixo.

Os Solos Indiscriminados de Mangues são, portanto, solos gleyzados não ou muito pouco desenvolvidos, mal a muito mal drenados, com alto conteúdo em sais provenientes da água do mar e de compostos de enxofre, que se formam nestas áreas sedimentares baixas e alagadas, notadamente onde existe mais matéria orgânica. De um modo geral não possuem nítida diferenciação de horizontes, exceto nas áreas marginais, onde verifica-se o desenvolvimento de um horizonte Ax. Apresentam textura variando desde argilosa até arenosa.

Na Bacia do Coreaú, desembocadura do Rio Timonha na parte baixa da orla marítima, sob influência das marés, onde a diminuição da corrente de água favorece a deposição de sedimentos e material muito fino, em mistura com detritos orgânicos, referidos ao Holoceno. Material de natureza mais grosseira (sedimentos arenosos) ocorre principalmente nas áreas marginais ou fora das desembocaduras dos rios. Os detritos orgânicos são originários principalmente da decomposição das plantas dos mangues e da atividade biológica intensa produzida principalmente pelos caranguejos, que são numerosos nestes terrenos lamacentos.

As limitações ao uso agrícola são muito fortes pelo excesso d'água e de sais e a mecanização é impraticável devido as constantes inundações. O aproveitamento destes solos requer vultosos investimentos, grandes obras para o controle das mares, não sendo portanto viável aproveitá-los atualmente para fins agrícolas, a não ser como áreas reservadas para vida silvestre.

2.7.1.9. Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos

Compreende solos pouco desenvolvidos, rasos a muito rasos, possuindo, apenas, um horizonte A assente, diretamente, sobre a rocha (R), ou sobre materiais desta rocha em grau mais adiantado de intemperização, constituindo um horizonte C, com muitos materiais primários e

blocos de rocha semi-intemperizados, de diversos tamanhos, sobre a rocha subjacente, muito pouco intemperizada ou compacta (R).

Nestes solos pode-se, constatar, pois, seqüência de horizontes A-C-R ou A-R e, por vezes, o início da formação de um horizonte (B) incipiente. Estes solos podem ser eutróficos ou distróficos, quase sempre apresentando bastante pedregosidade e rochosidade na superfície.

O horizonte A apresenta-se, comumente, fraco ou moderado, com pequena ocorrência de A chernozêmico e a textura pode ser arenosa, média, siltosa ou argilosa, com cascalho ou cascalhenta, ou, mesmo, muito cascalhenta. A espessura varia de 15 a 40 cm, de coloração diversa, sendo que os tipos moderado e chernozêmico são, naturalmente, melhor estruturados, apresentado estrutura granular e/ou em blocos sub-angulares, variando de forte a fraca, enquanto o A fraco possui estrutura fraca a muito fraca, granular e/ou em blocos sub-angulares ou maciça pouco coesa ou, ainda, em grãos simples. Segue-se ao horizonte A, a rocha (R) muito pouco intemperizada ou um horizonte C com muitos materiais primários sobre a rocha subjacente.

Possui drenagem variando de moderada a acentuada e são, comumente, bastante susceptíveis à erosão, em decorrência de sua reduzida espessura.Os de caráter eutrófico possuem, no horizonte A ou AC, reação moderadamente ácida a praticamente neutra (pH 5,4 - 7,2), soma de bases trocáveis (S) entre 2,4 a 27,1 mE, saturação de bases (V) de 63 a 100% e com alumínio trocável, por vezes, ausente. Nos distróficos, a reação é fortemente a moderadamente ácida (pH 4,4 a 6,2), soma de bases trocáveis (S) de 0,5 a 2,7mE, saturação de bases (V) de 10 a 47% e alumínio trocável, normalmente, alto.

Alguns solos eutróficos derivados de filitos têm perfis que apresentam reação fortemente ácida, valor V em torno de 50% e alumínio trocável alto. Ocorrem principalmente na porção sul da Bacia do Coreaú, na região do sertão semi-árido.

O material originário, em grande parte, corresponde ao saprolito de gnaisses, migmatitos e de granitos, ocorrendo, também, solos derivados de quartzito, arenito, filito e xisto, bem como áreas menores, onde são derivados de siltito, argilito, calrário, filonito, folhelho, ardósia e diorito, pertencentes a diversos períodos geológicos.

São solos de baixo potencial para uso agrícola, apresentando, porém, problemas relacionados com suas condições físicas, fortemente associados ao conteúdo de argila 2:1.

Estas condicionam um comportamento extremo a estes solos, em relação aos períodos de chuva e de seca: quando na estiagem, ressecam-se e fendilham-se, tornando-se extremamente duros, enquanto que, quando úmidos, tornam-se encharcados, muito plásticos e muito pegajosos, dificultando o manejo e uso de máquinas agrícolas.

Acrescente-se a elevada susceptibilidade á erosão, principalmente, nas áreas de relevo mais movimentado, limitação por falta d'água e risco de salinização.

2.8. Vegetação

Tendo em vista as diferenças litológicas, a estrutura geológica, a compartimentação topográfica, o clima regional, os mesoclimas e especialmente os solos, registram-se para a Bacia do Coreaú nove unidades fitoecológicas diferentes:

- Complexo Vegetacional da Zona Litorânea,
- Floresta Subperenifólia Tropical Pluvio-Nebular (Matas Úmidas),
- Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas),
- Cerradão,
- Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea),
- Caatinga Arbustiva Densa,
- Caatinga Arbustlva Aberta,
- Floresta Perenifólia Paludosa Maritima (Mangue).
- Floresta Mista Dicotilo-Palmacea (Mata Cilíar com carnaúba e Dicotiledôneas).

Estas unidades atuais são resultantes, por um lado, da evolução dos "stocks" antigos da vegetação e da flora que se encontravam nesta região, por outro, da evolução do ambiente físico global, cujas modificações geológicas, geomorfológicas, pedológicas e especialmente climáticas tiveram importância fundamental no estabelecimento e na distribuição da vida vegetal e na florística, principalmente nas últimas épocas geológicas, com o estabelecimento da caatinga.

Apresenta-se a seguir uma breve descrição das diferentes unidades fitoecológicas que ocorrem no território da Bacia do Coreaú, cuja distribuição pode ser visualizada no **Mapa 2.9**.

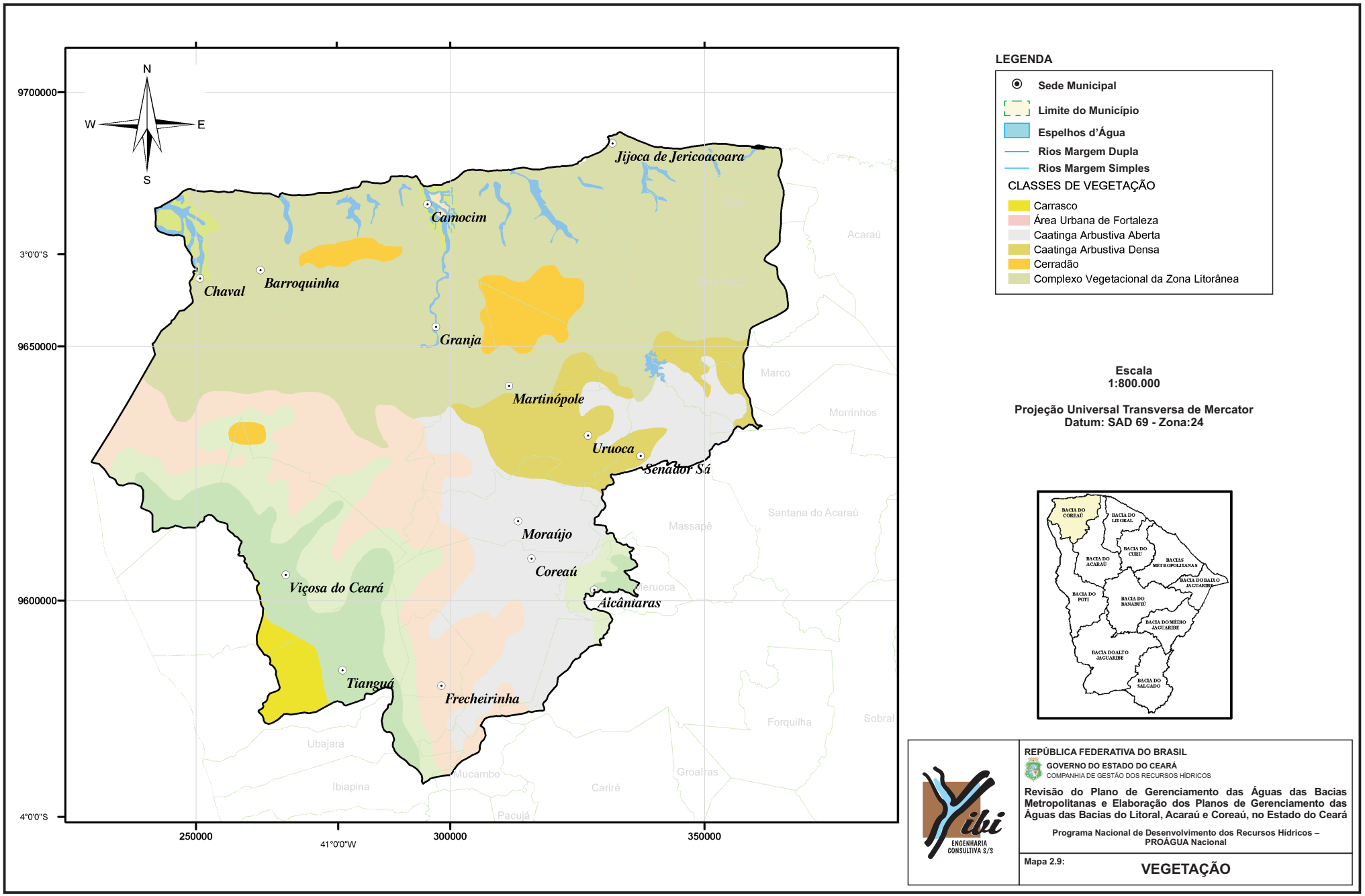
2.8.1.1. Complexo Vegetacional da Zona Litorânea

A área considerada litorânea, para efeito desta unidade fitoecológica, estende-se da fímbria oceânica ao contato com as rochas cristalinas. Sua largura é praticamente constante, variando entre 37 a 57 km. Esta faixa de terrenos costeiros é constituída de material geológico elástico em sua maioria, de idade quaternária, o que dá origem às praias e dunas, e de terrenos terciários do Grupo Barreiras recobertos, algumas vezes, pelos sedimentos quaternários, antes referidos. Encontram-se nesta área ambientes que possibilitam o estabelecimento das seguintes unidades fitoecológicas, que, para efeito de mapeamento, englobam-se no Complexo Vegetacional da Zona Litorânea.

<u>Vegetação Pioneira Psamofila</u>

Localizada na planície litorânea e muitas vezes nas dunas, móveis e semi-fixas, servindo como fixadora. Esta associação vegetal caracteriza-se por ser composta por espécies pioneiras que vão colonizando as superfícies arenosas do "berma" (pós-praia), das antedunas e as dunas móveis de gênese recente. A cobertura vegetal é constituída por um único estrato gramíneo-herbáceo não muito denso, sendo que as espécies estão adaptadas a condições ambientais bastante extremas, como a alta salinidade edáfica, ventos intensos e pobreza de nutrientes no solo.

A função ecológica desempenhada pela Vegetação Pioneira Psamófila é de fundamental importância para a estabilização do relevo e a pedogênese dos ambientes onde ela se desenvolve. Geralmente por serem ambientes recém formados, esta cobertura vegetal inicia o processo de colonização, propiciando, portanto, quantidades de matéria orgânica ao solo que permitirá uma posterior sucessão vegetal por espécies ecologicamente mais exigentes.



LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município
- Espelhos d'Água
- Rios Margem Dupla
- Rios Margem Simples

CLASSES DE VEGETAÇÃO

- Carrasco
- Área Urbana de Fortaleza
- Caatinga Arbustiva Aberta
- Caatinga Arbustiva Densa
- Cerradão
- Complexo Vegetacional da Zona Litorânea

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24

ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.9:

VEGETAÇÃO

Com relação â sua utilização como recurso natural, ela é pouco aproveitada, principalmente em sua baixa produtividade em biomassa. Em algumas áreas de pós-praia do litoral cearense, observa-se o seu aproveitamento como área de pastagens, ainda que possuam baixo suporte de aproveitamento neste sentido.

Floresta à Retaguarda das Dunas

A duna é um bom aqüífero. A presença da água, aliada à excelente textura dos solos que aí se formam e à proteção proporcionada pela duna contra a abrasão eólica, favorecem o desenvolvimento de propágulos de espécies variadas que aí chegam. Nesses ambientes bem particulares e de equilíbrio ecológico extremamente frágil, desenvolve-se um tipo de vegetação florestal, à retaguarda dos cordões de dunas e, portanto, paralelo ao mar, mas de forma descontinua. Floristicamente, entre outras, encontram-se espécies vegetais que ocorrem nas serras úmidas, serras secas e na caatinga arbórea.

Acompanhando as espécies arbóreas, arbustos de porte mais elevado se fazem presentes na composição da cobertura vegetal à retaguarda das dunas. Na vertente a barlavento, as dunas encontram-se mais expostas à ação da brisa marinha, predominando aí espécies de menor porte.

Fontes de água que ressurgem nas vertentes das dunas vão alimentar a drenagem superficial, formando muitas vezes lagoas intermitentes nas depressões interdunares. Nas lagoas com uma perenidade hídrica de maior duração, ocorrem espécies vegetais aquáticas e anfíbias.

Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos

É sobre os tabuleiros litorâneos que se observa uma maior diversificação vegetacional e florística.Três padrões são encontrados: mata de tabuleiro, cerrado e caatinga.

As matas de tabuleiros têm como característica apresentar uma vegetação densa, de porte médio, além de contar com sub-bosque e com um estrato herbáceo periódico.

Esporadicamente pode ser encontrado em alguns setores um padrão de vegetação que apresenta similaridades com o cerrado. Tal semelhança pode ser identificada não só pela fisionomia da vegetação, mas também pela presença de espécies peculiares a esse tipo de vegetação, algumas delas representando formas variantes e outras sem correspondentes no cerrado, embora com adaptações equivalentes de natureza escleromorfa.

O conjunto vegetacional dos tabuleiros não se apresenta homogêneo, principalmente quando se analisa o padrão fisionômico da vegetação. São constatadas duas feições distintas de plantas lenhosas, compreendendo vegetação subperenifolia e vegetação caducifolia. Esta última ocorrendo nas áreas mais afastadas do litoral, em decorrência da maior semi-aridez do clima regional, apresentando uma maior penetração de espécies da caatinga.

2.8.1.2. Floresta Subperenifólla Tropical Plúvio-Nebular (Matas Úmidas)

Localiza-se nos setores mais elevados das serras cristalinas da Meruoca e Ibiapaba. A altitude e a exposição aos ventos úmidos, que favorecem as chuvas orográficas, são os principais fatores que condicionam a instalação desse ecossistema. As condições de acentuada umidade nas vertentes de barlavento (voltadas para o oceano) determinam a formação de solos

profundos, da classe Podzólico Vermelho Amarelo, favorecendo a fixação desse revestimento vegetal de grande porte.

Sua composição florística caracteriza-se por árvores que alcançam até 30 m, com espécies que conservam 75 a 100% das folhas durante o ano.

2.8.1.3. Floresta Subcaducifóflia Tropical Pluvial (Matas Secas)

Recobre os níveis inferiores (meia encosta) e vertentes de sotavento dos relevos cristalinos antes citados, assim como dos serrotes que se distribuem no território da Bacia do Coreaú. Ocorre em setores de declividade média a alta, com solos rasos, do tipo Litólico, onde os afloramentos rochosos são frequentes e a temperatura é mais elevada do que no ambiente da floresta úmida. Essas características são mais marcantes nas encostas voltadas para oeste (sotavento), onde o intemperismo físico é o principal processo modelador da paisagem.

Trata-se de uma cobertura vegetal de porte arbóreo, intermediária entre floresta úmida e caatinga que circunda esses relevos. A maioria das espécies apresenta queda de folhas nos períodos de estiagem.

Essas áreas têm sido exploradas agricolamente, embora haja restrições de uso devido aos riscos de erosão. Em conseqüência dos desmatamentos, alguns setores das vertentes secas estão sendo amplamente ocupados pela vegetação de caatinga, a qual já atinge níveis topográficos elevados.

2.8.1.4. Cerradão

Registra-se manchas deste tipo de vegetação ocorrendo sobre os tabuleiros litorâneos, a oeste de Camocim, a oeste de Granja, na divisa com Viçosa do Ceará, e a leste de Granja, na divisa com Martinópole. Ilhada pela vegetação de tabuleiros que se apresenta heterogêna face a penetração de espécies da caatinga, esta mancha atesta o saldo florístico de uma antiga cobertura vegetal que ao longo do tempo sofreu modificações na dependência das alterações climáticas e consequentemente, pedológicas. As espécies de caatinga já invadem a área de cerrado em diferentes proporções.

Fisionomicamente o cerrado é constituído de um de estrato arbóreo, com indivíduos isolados ou em grupos e um estrato herbáceo de gramíneas e dicotiledôneas.

2.8.1.5. Caatingas (Caatinga Arbórea, Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta)

Ocorre no alto e médio curso do Rio Coreaú, associando-se aos domínios dos terrenos cristalinos da Depressão Sertaneja, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade, freqüentemente revestidos por pavimentos detríticos (seixos). Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, ostentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos, e faixas de transição para outras unidades fito-ecológicas. Apresenta espécies arbóreas e arbustivas, podendo ser densa ou aberta, refletindo as relações mútuas entre os componentes do meio físico, tais como: relevo, tipo de rocha, tipo de solo e grau de umidade.

Encontra-se bastante descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura, pecuária e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada. a degradação da floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea)

determina a maior expansão das espécies arbustivas, reduzindo a diversidade da flora e modificando o equilíbrio ecológico. Tendo em vista os fatores limitantes para a atividade agrícola (clima, profundidade do solo, pedregosidade superficial, deficiência hídrica e erosão), tem-se praticado nesses ambientes uma agricultura nômade, em que, após dois ou três anos, a área é abandonada, favorecendo o aparecimento de uma vegetação secundária (capoeira) que não oferece nenhuma proteção ao solo e não possui nenhum valor econômico.

A caatinga arbustiva tem porte mais baixo do que a arbórea, com caules retorcidos e espinhosos, perdendo a folhagem nas estações secas. A exemplo da caatinga arbórea, a densidade maior ou menor dos indivíduos determina a fisionomia do conjunto, que pode ser classificado como caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta.

2.8.1.6. Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Matas Ciliares com Carnaúba)

As planície fluviais são áreas que apresentam boas condições hídricas e solos férteis, favorecendo a instalação de uma cobertura vegetal, cuja fisionomia de mata galeria ou ciliar, dominada por carnaubais, contrasta com a vegetação caducifolia e de baixo porte dos interflúvios sertanejos.

Da mesma forma, as áreas de acumulação inundáveis (depressões de pequenos desníveis que acumulam água de chuva) e as áreas em torno de lagoas e reservatórios d'água artificiais, que se caracterizam pela presença do lençol freático sub-aflorante, também suportam uma vegetação arbórea com palmeiras e um estrato rasteiro formado por gramíneas, denominada de floresta lacustre.

2.8.1.7. Floresta Perenifólia Paludosa Marítima (Mangue)

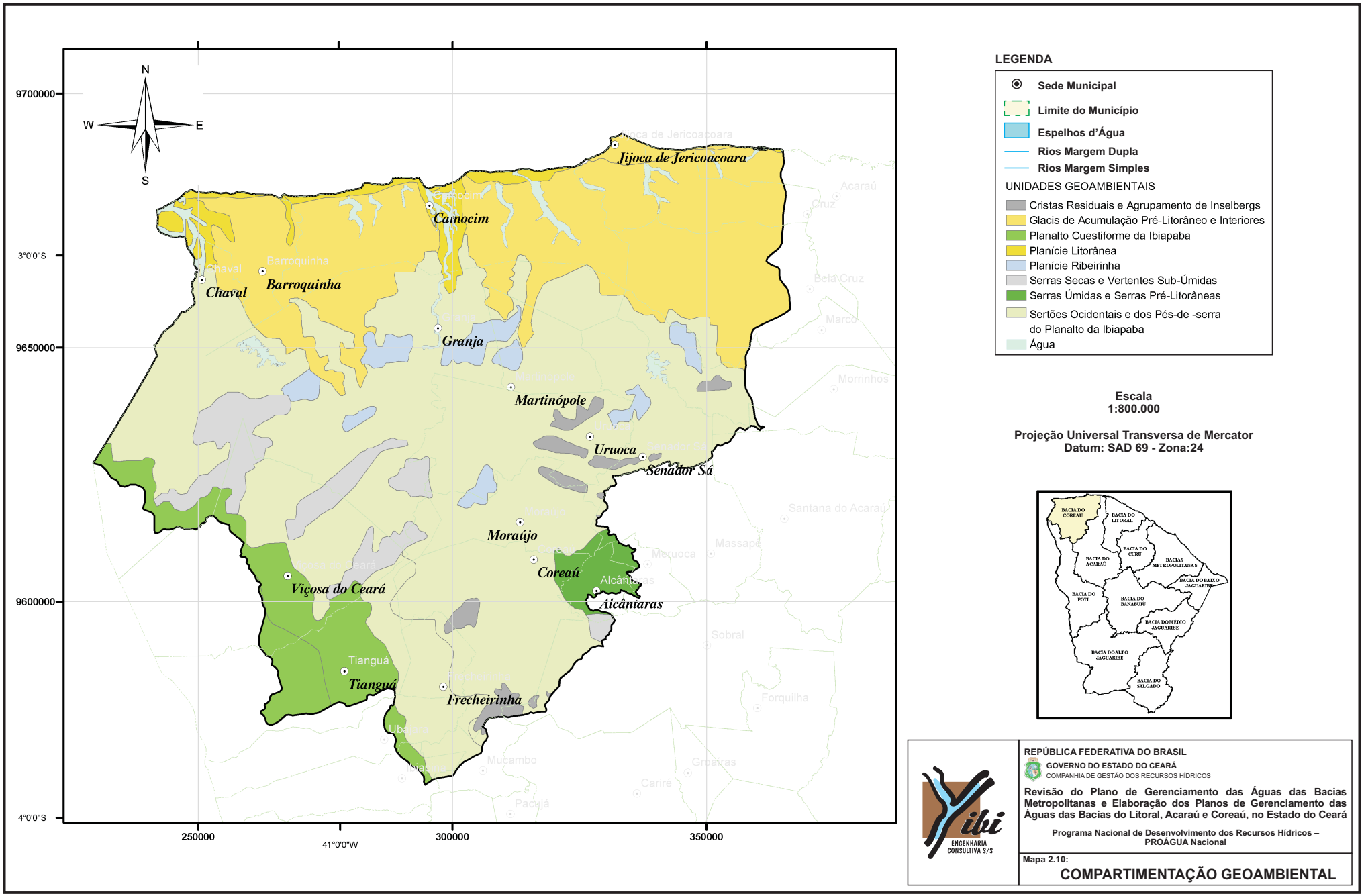
Os manguezais são ecossistemas costeiros que apresentando um solo lamacento e sujeito à influência das marés, onde se desenvolve uma vegetação característica, os mangues,e uma fauna bastante diversificada, composta por espécies de origem terrestre e aquática.

Ocorrem em trechos esparsos do litoral, ocupando as zonas de marés e acompanhando as margens dos rios até muitos quilômetros da cosia. São caracterizados por apresentarem uma espessa vegetação de hábitos arborescentes ou arbustivos e constantemente verdes, com grande desenvolvimento superficial dos sistemas radiculares, apresentando numerosas raízes escoras e pneumatóforas.

Ainda que ocupem faixas estreitas ao longo da costa da bacia, os manguezais são um dos ecossistemas costeiros de maior importância devido às suas altas taxas de produtividade. Esta alta produtividade é sustentada graças aos fluxos externos de matéria e energia que nele penetram, em função de sua localização. Entre os valores que oferecem está a variedade de habitats para inúmeras espécies animais quer para alimentação, reprodução, desova, crescimento e também proteção contra predadores, estabilização do litoral contra a erosão, equilíbrio da paisagem e, portanto, valor recreativo e turístico.

2.9. Compartimentação Geoambiental

A análise integrada da paisagem e dos componentes geoecológicos (geologia, geomorfologia, hidrologia, clima, solos e fitoecologia) que compõem o potencial natural e a exploração biológica derivada, realizada pela Fundação Cearense de Meteorologia - Funceme, mostra como se encontram os sistemas ambientais nesta região (**Mapa 2.10**).



LEGENDA

- Sede Municipal
- Limite do Município
- Espelhos d'Água
- Rios Margem Dupla
- Rios Margem Simples

UNIDADES GEOAMBIENTAIS

- Cristas Residuais e Agrupamento de Inselbergs
- Glacis de Acumulação Pré-Litorâneo e Interiores
- Planalto Cuestiforme da Ibiapaba
- Planície Litorânea
- Planície Ribeirinha
- Serras Secas e Vertentes Sub-Úmidas
- Serras Úmidas e Serras Pré-Litorâneas
- Sertões Ocidentais e dos Pés-de -serra do Planalto da Ibiapaba
- Água

Escala
1:800.000

Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: SAD 69 - Zona:24

ENGENHARIA CONSULTIVA S/S

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Revisão do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas e Elaboração dos Planos de Gerenciamento das Águas das Bacias do Litoral, Acaraú e Coreaú, no Estado do Ceará

Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos – PROÁGUA Nacional

Mapa 2.10:

COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL

A compartimentação geoambiental da Bacia do Coreaú foi estabelecida seguindo os critérios de Bertrand (1969), e apresenta os seguintes sistemas ambientais:

- Cristais Residuais e Agrupamento de Inserbergs,
- Glacis de Acumulação Pré-Litorâneo e Interiores,
- Planalto Cuestiforme da Ibiapaba,
- Planície Litorânea,
- Planície Ribeirinha,
- Serras Secas e Vertentes Sub-Úmidas,
- Serras Úmidas e Serras Pré-Litorâneas,
- Sertões Centro-Ocidentais,
- Sertões Ocidentais e dos Pés-de-serra do Planalto da Ibiapaba

2.9.1. Descrição dos Sistemas Geoambientais

2.9.1.1. Cristais Residuais e Agrupamento de Inserbergs

Apresenta litotipos variados do complexo cristalino com dominância de rochas mais resistentes ao trabalho da erosão. Feições aguçadas de relevo e morros residuais oriundos da erosão diferencial com áreas submetidas à morfogênese e mecânica. Solos predominando os neossolos litólicos e afloramentos de rocha. Área de clima semi-árido com drenagem de padrão dendrítico, rios intermitentes, vegetação de caatinga arbustiva e rupestre. Trata-se de ambientes de transição com tendência à instabilidade. Aparecem na forma de manchas na porção centro-leste e sudeste da bacia, na região do sertão semi-árido.

2.9.1.2. Glacis de Acumulação Pré-Litorâneo e Interiores (Tabuleiros Areno-Argilosos)

O sub-sistema de tabuleiros areno-argilosos ocorre sobre a Formação Faceira com a presença de conglomerados na base, arenitos, siltitos e sedimentos variegados areno-argilosos de cores vermelho-amarelas. Rampas de acumulação com caimento topográfico suave dissecados em níveis colinosos e interflúvios tabulares. Solos predominando os argissolos vermelho-amarelos, latossolos amarelos e argissolos acinzentados. Área de climas sub-úmido e semi-árido com drenagens de padrões subdendríticos e paralelos, rios intermitentes, vegetação de tabuleiros e carrasco. Tem como principais usos as culturas permanentes e comerciais, e pastagem. Trata-se de um ambiente estável, situado na porção norte da bacia, estendendo-se por uma espessa faixa litorânea.

2.9.1.3. Planalto Cuestiforme da Ibiapaba (Reverso Imediato e Rebordos Úmidos)

Ocorre sobre a Formação Serra Grande (siluro/Devoniano) com a presença de arenitos grosseiros, conglomeráticos, siltitos e folhetos, estratificações cruzadas. Superfície cuestiforme parcialmente coincidente com a estrutura sub-horizontal, limitada por escarpas erosivas festonadas e dissecadas em cristas. Solos predominando os latossolos e argissolos vermelho-amarelos. Área de climas úmido e sub-úmido com drenagem de padrão paralelo, rios intermitentes, nos rebordos ocorrências de cascatas obseqüentes, vegetação de mata úmida. Tem como principais usos a horticultura, fruticultura e lavouras comerciais. Trata-se

de um ambiente estável, ocorrendo na porção sudoeste da bacia, na fronteira com a Bacia do Poti-Longá.

2.9.1.4. Planície Litorânea

a) Faixa de praia, terraço o marinho, campo de dunas móveis e paleodunas:

Esse sub-sistema apresenta sedimentos marinhos e eólicos com areias finas e grosseiras,contendo níveis de minerais pesados e eventuais ocorrências de rochas de praia ("beach rocks") e afloramentos pontuais do cristalino. Faixa praial com superfície arenosa de acumulação marinha, níveis secalonados de terraços e campo de dunas móveis e ocorrências de promotórios. Solos predominando os neossolos e quartzarênicos. Área de climas úmido, sub-úmido e semi-árido com formação de lagoas freáticas, vegetação pioneira psamófila. Tem como principal uso o extrativismo vegetal. Trata-se de um ambiente fortemente instável, restrito a faixa de parai da bacia.

b) Planície Flúvio Marinha:

Sub-sistema que apresenta sedimentos flúvio-marinhos argilo arenosos, mal selecionados e ricos em matéria orgânica. Áreas de acumulação complexas periodicamente inundáveis com depósitos continentais e acréscimos de sedimentos marinhos. Solos predominando os gleissolos. Área de climas úmido e sub-úmido com estuários e drenagem de padrão anastomótico, fluxo lento do escoamento fluvial fortemente influenciado pela preamar, vegetação de mangues. Tem como principais usos o extrativismo, pesca artesanal e aqüicultura. Trata-se de um ambiente de transição com tendência à instabilidade, ocorrendo na foz dos rios Coreaú, Timonha e Tapuio.

2.9.1.5. Planície Ribeirinha (Planície Lacustre, Flúvio-Lacustre e Áreas de Acumulação Inundáveis)

Esses sub-sistemas ocorrem sobre sedimentos lagunares areno-argilosos, moderadamente a mal selecionados e sedimentos coluviais areno-argilosos, moderadamente a mal selecionados. Faixas de acumulação de sedimentos areno-argilosos, bordejando lagoas e áreas aplainadas com ou sem cobertura arenosa, sujeitas a inundações periódicas. Solos predominando os neossolos flúvicos, planossolos háplicos e nátricos e neossolos quartzarênicos. Área de clima sub-úmido com presença de lagoas costeiras, vegetação de várzea com carnaubais. Tem como principais usos o agroextrativismo, extrativismo mineral e pecuária. Trata-se de um ambiente de transição com tendência à instabilidade. Aparecem na forma de manchas na porção central da bacia.

2.9.1.6. Serras Secas e Vertentes Sub-Úmidas

Apresenta litotipos variados do complexo cristalino pré-cambriano e suítes magmáticas fortemente deformados por falhamentos e dobramentos pretéritos. Superfícies serranas interiores ou encostas de sotavento das serranas úmidas, com vertentes íngremes e dissecadas em cristais, lombadas, colinas e interflúvios semi-tabulares intercalados por vales em V e em U. Solos predominando os argissolos vermelho-amarelos, neossolos litóticos, chernossolos, afloramentos rochosos e neossolos flúvicos. Área de clima semi-árido com drenagem de padrão dendrítico, rios intermitentes, vegetação de mata seca, com o agroextrativismo como principal uso. Trata-se de um ambiente de transição com tendência à instabilidade, ocorrendo na forma de manchas na porção centro-oeste da bacia.

2.9.1.7. Serras Úmidas e Serras Pré-Litorâneas

Apresenta litotipos variados do complexo cristalino pré-cambriano deformados por tectonismo. Superfícies serranas ou encostas de barlaventos forte a mediamente dissecadas em feições de cristas, colinas e lombadas, intercaladas por vales em V. Solos predominando os argissolos vermelho-amarelos, neossolos litóticos e neossolos flúvicos. Área de climas úmido e sub-úmido com drenagem de padrão dendrítico, rios intermitentes ou semi-perenizados, vegetação de mata úmida/sub-úmida. Tem como principais usos a horticultura, fruticultura e agroextrativismo. Trata-se de um ambiente de transição com tendência de dinâmica ambiental regressiva, ocorrendo nas serras da Meruoca e Viçosa do Ceará.

2.9.1.8. Sertões Ocidentais e dos Pés-de-Serra do Planalto da Ibiapaba

Apresenta litotipos variados do Complexo Nordestino. Superfície pediplanada a parcialmente dissecada em largos interflúvios tabulares separados por vales fundos planos, relevos colinosos rasos em áreas mais fortemente dissecadas. Solos predominando os luvissolos crômicos, planossolos háplicos, argissolos, neossolos litólicos e neossolos flúvicos. Área de clima semi-árido com drenagem de padrão subdendrítico, rios intermitentes, vegetação de caatinga arbustiva. Tem como principais usos a pecuária extensiva e o agroextrativismo. Trata-se de um ambiente de transição com tendência de dinâmica regressiva, ocorrendo em uma grande área do cetro e sula da bacia, na região do sertão semi-árido.

2.9.1.9. Sertões Setentrionais Pré-Litorâneos (Sertões do Centro-Norte)

Apresenta litotipos variados do Complexo Nordestino com migmatitos e gnaisses. Superfície pediplanada com pedimentos parcialmente dissecados intercalados por planícies fluviais. Solos predominando os planossolos háplicos, planossolos nátricos, argissolos, neossolos litólicos e neossolos flúvicos. Área de clima sub-úmido a semi-árido com drenagem de padrão subdendrítico, rios intermitentes, vegetação de caatinga arbustiva. Tem como principais usos a pecuária extensiva e o agroextrativismo. Trata-se de um ambiente de transição, ocorrendo em uma pequena área à margem direita do Rio Acaraú, em seu baixo curso.

2.10. Pluviometria

2.10.1. Estações Pluviométricas

Segundo dados da Agência Nacional de Águas - ANA (HidroWeb), a Bacia do Coreaú apresenta um total de 62 postos pluviométricos dentro de seus limites (**Quadro 2.17**), dos quais 50 (81%) estão em operação e os demais já se encontram desativados, como mostra a **Figura 2.17**. Com relação à titularidade das estações, a maioria (63%) pertence à FUNCEME e as demais se distribuem entre o DNOCS (26%), a SUDENE (5%) e a ANA (5%) e o INMET (1%), como mostra a **Figura 2.18**.

Quadro 2.17. Estações Pluviométricas da Bacia do Coreaú

Estação	Código	Código Adicional	Municipio	Latitude	Longitude	Responsável	Operadora
Açude Riachinho	00340037	2768597	Senador Sá	-03:15:00	-040:31:00	DNOCS	DESATIVADA
Adrianópolis	00341030		Granja	-03:15:00	-041:14:00	FUNCEME	FUNCEME
Aranaú	00240009		Acaraú	-02:49:00	-040:13:00	FUNCEME	FUNCEME
Araquem	00340046		Coreau	-03:37:00	-040:49:00	DNOCS	DNOCS
Araquem	00340001	2778238	Coreau	-03:37:00	-040:49:00	SUDENE	DESATIVADA
Aroeiraz	00340071		Coreau	-03:38:00	-040:37:00	FUNCEME	FUNCEME
Barroquinha	00341029		Barroquinha	-03:01:00	-041:07:00	FUNCEME	FUNCEME
Barroquinha	00241003	2757986	Camocim	-02:59:00	-041:05:00	SUDENE	DESATIVADA
Bitupita	00241004		Barroquinha	-02:55:00	-041:18:00	FUNCEME	FUNCEME
Camocim	00240000	2758834	Camocim	-02:54:00	-040:50:00	DNOCS	DNOCS
Camocim	00240002	2758834	Camocim	-02:55:00	-040:50:00	FUNCEME	FUNCEME
Campanário	00340100		Uruoca	-03:22:00	-040:44:00	FUNCEME	FUNCEME
Caraubas	00341022		Viçosa do Ceará	-03:34:00	-041:05:00	DNOCS	DNOCS
Chaval	00341010	2767053	Chaval	-03:02:00	-041:14:00	FUNCEME	FUNCEME
Coreau	00340102		Coreau	-03:34:00	-040:39:00	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Bom Jesus	00340054		Tianguá	-03:44:00	-040:59:00	DNOCS	DNOCS
Fazenda Caiçara	00340055		Frecheirinha	-03:46:00	-040:49:00	DNOCS	DNOCS
Fazenda Caraubas	00341012	2767789	Granja	-03:23:00	-041:04:00	DNOCS	DESATIVADA
Fazenda Papagaio	00240008		Acaraú	-02:50:00	-040:13:00	FUNCEME	FUNCEME
Fazenda Vambira	00341025		Viçosa do Ceará	-03:34:00	-041:05:00	DNOCS	DNOCS
Frecheirinha	00340015	2778538	Frecheirinha	-03:46:00	-040:49:00	FUNCEME	FUNCEME
General Tiburcio	00341035		Viçosa do Ceará	-03:30:00	-041:07:00	FUNCEME	FUNCEME
Granja	00340017		Granja	-03:08:00	-040:50:00	FUNCEME	FUNCEME
Granja	00340016	2768235	Granja	-03:07:00	-040:50:00	DNOCS	DNOCS
Granja	00340053		Granja	-03:07:15	-040:49:15	ANA	DESATIVADA
Guriu	00240004	2758784	Camocim	-02:51:00	-040:35:00	FUNCEME	FUNCEME
Ibuaçu	00340019		Granja	-03:23:00	-040:55:00	DNOCS	DNOCS
Ibuguaçu	00341019		Granja	-03:22:00	-041:16:00	DNOCS	DNOCS
Ibuguaçu	00341032		Granja	-03:21:00	-041:16:00	FUNCEME	FUNCEME
Ibuguaçu	00341013	2767748	Granja	-03:22:00	-041:16:00	SUDENE	DESATIVADA
Jatobá	00240011		Camocim	-02:58:00	-040:56:00	FUNCEME	FUNCEME
Jijoca	00240006	2759618	Acaraú	-02:49:00	-040:25:00	SUDENE	DESATIVADA
Jijoca de Jericoacoara	00240013		Jijoca de Jericoacoara	-02:55:00	-040:29:00	FUNCEME	FUNCEME
Manhoso	00341036		Viçosa do Ceará	-03:30:00	-041:01:00	FUNCEME	FUNCEME
Martinopole	00340008	2768466	Martinopole	-03:14:00	-040:41:00	FUNCEME	FUNCEME
Matriz	00340068		Bela Cruz	-03:04:00	-040:20:00	FUNCEME	FUNCEME
Moraujo	00340108		Moraujo	-03:28:00	-040:41:00	FUNCEME	FUNCEME
Oiticica	00341023		Viçosa do Ceará	-03:34:00	-041:05:00	DNOCS	DNOCS
Paracua	00340025	2768745	Uruoca	-03:22:00	-040:47:00	SUDENE	DESATIVADA
Paraqua	00340101		Uruoca	-03:14:00	-040:48:00	FUNCEME	FUNCEME
Parazinho	00340026	2768069	Granja	-03:02:00	-040:40:00	SUDENE	DESATIVADA
Parazinho	00340076		Granja	-03:02:00	-040:39:00	FUNCEME	FUNCEME
Paulo Pessoa	00341024		Granja	-03:07:00	-041:04:00	DNOCS	DNOCS
Pesqueiro	00240015		Camocim	-02:59:48	-040:34:13	ANA	CPRM
Pessoa Anta	340075,0		Granja	-03:21:00	-040:59:00	FUNCEME	FUNCEME
Prata	00240010		Bela Cruz	-02:56:00	-040:16:00	FUNCEME	FUNCEME
Quatiguaba	00340061		Viçosa do Ceará	-03:40:00	-041:04:00	FUNCEME	FUNCEME
Salão	00340082		Senador Sá	-03:25:00	-040:32:00	FUNCEME	FUNCEME
Sambaiba	00340074		Granja	-03:08:00	-040:54:00	FUNCEME	FUNCEME
São José do Torto	00340048		Sobral	-03:47:00	-040:39:00	FUNCEME	FUNCEME
Senador Sá	00340103		Senador Sá	-03:21:00	-040:28:00	FUNCEME	FUNCEME
Serrota	00340081		Senador Sá	-03:10:00	-040:28:00	FUNCEME	FUNCEME
Sítio Urubú	00340112		Coreau	-03:32:00	-040:34:00	FUNCEME	FUNCEME
Tabainha	00340079		Tianguá	-03:28:2	-040:49:42	FUNCEME	FUNCEME
Tapera	00340104		Uruoca	-03:19:44	-040:50:47	ANA	CPRM
Tiaia de Baixo	00340069		Camocim	-03:00:00	-040:34:00	FUNCEME	DESATIVADA
Tiaia de Baixo	00340110		Granja	-03:00:00	-040:34:00	FUNCEME	FUNCEME
Timonha	00341031		Granja	-03:15:00	-041:08:00	FUNCEME	FUNCEME
Tucunduba	00340012	2769315	Senador Sá	-03:10:00	-040:26:00	DNOCS	DNOCS
Ubauna	00340072		Coreau	-03:44:00	-040:41:00	FUNCEME	FUNCEME
Uruoca	00340039	2768692	Uruoca	-03:19:00	-040:34:00	FUNCEME	FUNCEME
Várzea da Volta	00340013	2778078	Moraujo	-03:31:00	-040:37:00	DNOCS	DNOCS
Viçosa do Ceará	00341016	2777185	Viçosa do Ceará	-03:33:51	-041:05:39	DNOCS	DESATIVADA
Viçosa do Ceará	00341017	82390	Viçosa do Ceará	-03:35:00	-041:05:00	INMET	DESATIVADA
Viçosa do Ceará	00341018		Viçosa do Ceará	-03:33:51	-041:05:39	FUNCEME	FUNCEME

Fonte: ANA (site-2/12/2009)

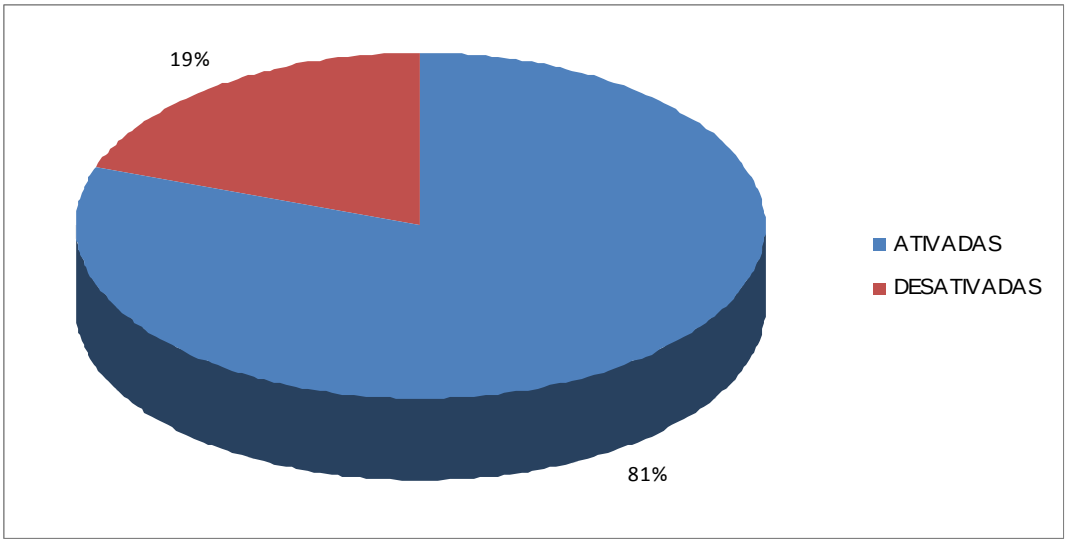


Figura 2.17. Relação de postos pluviométricos em operação e desativados na Bacia do Coreaú.

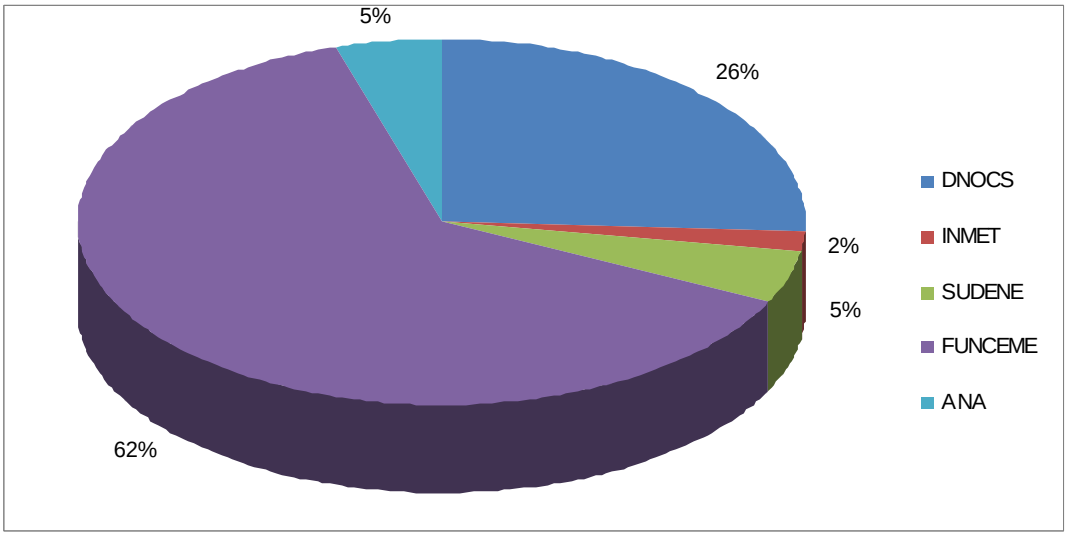


Figura 2.18. Operadoras dos postos pluviométricos da Bacia do Coreaú

2.10.2. Regime Pluviométrico

Os estudos pluviométricos, a seguir, visam basicamente apresentar o regime de chuvas a nível mensal e anual na Bacia do Coreaú. Para a análise foram selecionados três postos pluviométricos – o de Viçosa do Ceará (código 00340016), em Viçosa do Ceará; Camocim (código 00240002), em Camocim; e Araquem (código 00340001), em Coreaú. Estimou-se os valores médios, máximos e mínimos mensais, visualizados nos **Quadros 2.18, 2.19 e 2.20**, e nos hietogramas das **Figuras 2.19, 2.20 e 2.21.** As principais estatísticas das séries anuais são mostradas no **Quadro 2.21**.

Quadro 2.18. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Viçosa do Ceará, em Viçosa do Ceará (código 00340016)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	470,7	731,7	904,8	773,9	488,2	195,6	140,3	130,5	47,4	71,5	150,7	248,3
Média	148,9	256,0	348,3	287,6	155,2	51,9	21,8	6,3	4,0	6,9	18,3	57,1
Mínima	12,4	36,3	89,7	102,2	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: SUDENE (1990)

Quadro 2.19. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Camocim, em Camocim (código 00240002)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	497,5	504,3	706,7	976,6	417,4	202,1	101,9	21,8	8,0	26,0	51,1	146,0
Média	91,1	177,5	281,6	269,0	135,2	41,9	10,7	1,0	0,3	0,8	4,6	19,3
Mínima	0,0	0,0	10,6	35,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: SUDENE (1990)

Quadro 2.20. Pluviosidades máximas, mínimas e médias (mm) no posto Araquem, em Coreaú (código 00340001)

Pluviosidade	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima	335,7	530,1	526,4	585,0	381,7	240,3	162,6	18,2	14,0	42,7	156,7	148,8
Média	97,5	176,2	272,0	235,3	119,8	27,9	14,0	1,2	0,3	2,3	8,1	27,7
Mínima	0,0	2,8	48,0	25,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Fonte: SUDENE (1990)

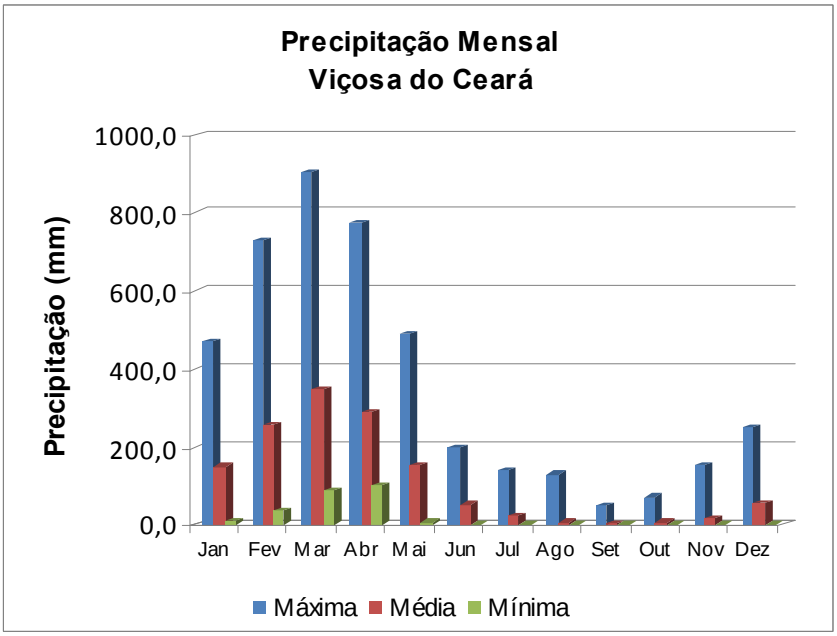


Figura 2.19. Hietograma do posto pluviométrico de Viçosa do Ceará

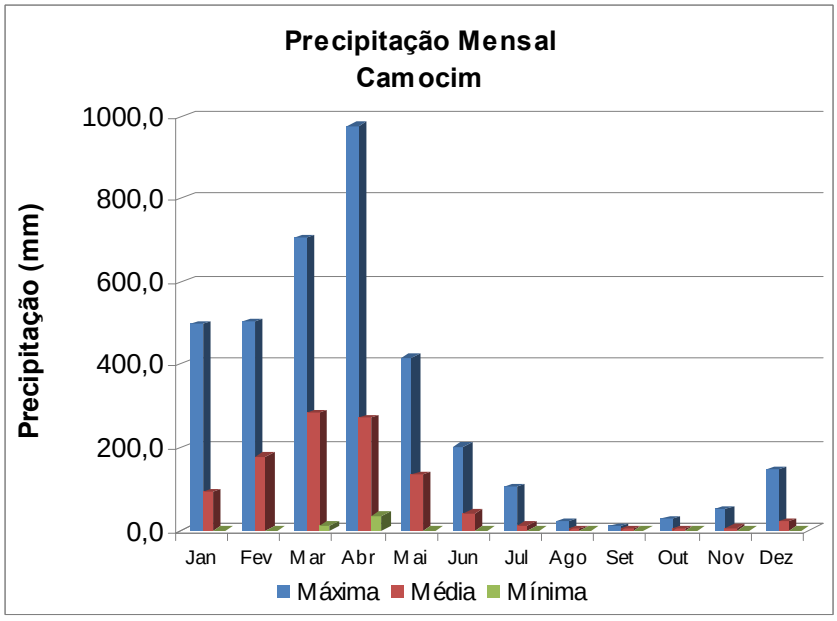


Figura 2.20. Hietograma do posto pluviométrico de Camocim

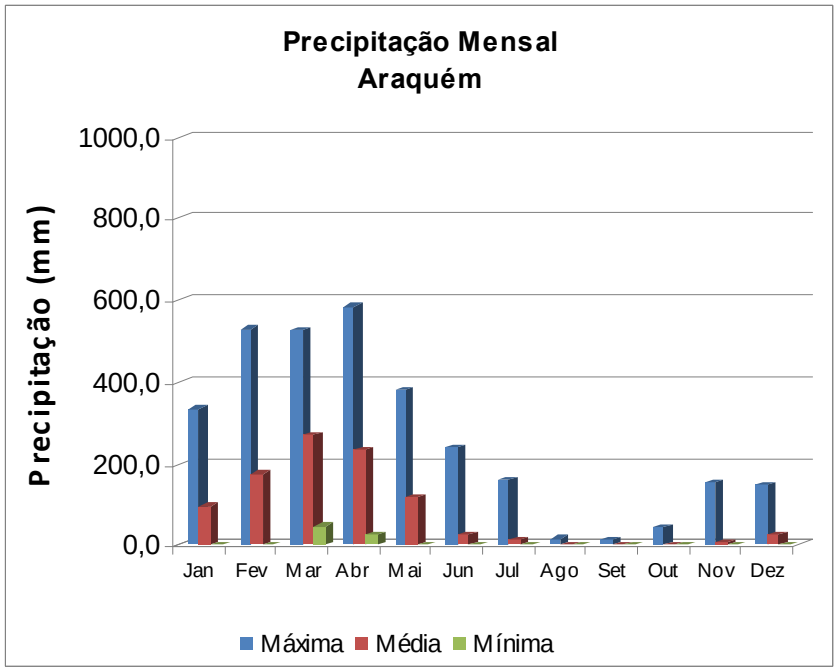


Figura 2.21. Hietograma do posto pluviométrico de Araquém

No posto de Camocim, representativo da região litorânea, a precipitação média anual é de 994,3 mm, com desvio padrão de 430,1 mm. O maior valor precipitado foi de 2.045,5 mm e o menor, de 252,9 mm. O coeficiente de variação é de 43,3 %, portanto extremamente alto.

Na da região de serra, reproduzida pelas informações do posto de Viçosa do Ceará, a precipitação média anual é de 1.362,9 mm e o desvio padrão de 472,8 mm; 2.894,0 mm foi o maior valor precipitado e o menor, de 486,5 mm. O coeficiente de variação de 34,7 %, abaixo do obtido para o posto de Camocim, mas ainda muito elevado.

A precipitação média anual de 983,0 mm e desvio padrão de 397,8 mm, foram os valores observados no posto de Araquém, em Coreaú, que retrata bem a região semi-árida; sendo o maior valor precipitado 1.945,9 mm e o menor, 284,2 mm. O coeficiente de variação é de 40,5%, semelhante ao de Camocim.

Quadro 2.21. Características das Precipitações anuais em Camocim, Viçosa do Ceará e Araquém

Discriminação	Camocim	Viçosa do Ceará	Araquém
Média(mm)	994,3	1362,9	983,0
Desvio Padrão(mm)	430,1	472,8	397,8
Coef. de variação(%)	43,3	34,7	40,5
Precip. máxima(mm)	2045,5	2894,0	1985,9
Precip. mínima(mm)	252,9	486,5	284,2

Fonte: SUDENE (1990)

2.10.3. Precipitação Média sobre a Bacia

Devido a precipitação, pela própria natureza do fenômeno, não ocorrer de modo uniforme sobre toda a bacia, é necessário calcular a altura média precipitada. Uma maneira de calcular essa altura média é utilizando o consagrado Método de Thiessen. Este método pode ser usado para aparelhos não uniformemente distribuídos, uma vez que o mesmo pondera os valores obtidos em cada posto por sua zona de influência. O PERH (1992) utilizou o Método de Thiessen para as principais estações fluviométricas e açudes do Estado. Para a Bacia do Coreaú, o PERH apresenta dados para uma estação fluviométrica (**Quadro 2.22**) e 5 açudes (**Quadro 2.23**).

Quadro 2.22. Pluviometria média mensal calculada pelo Método de Thiessen/Malha para os açudes da Bacia do Coreaú

Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Tucunduba	116,2	186,1	311,1	261,8	140,5	44,9	18,7	3,8	0,9	9,9	3,7	25,0	1122,5
Martinopole	92,1	184,7	281,3	254,8	127,4	28,2	8,4	1,5	0,5	2,5	4,9	23,5	1009,6
Varzea da Volta	133,2	190,7	326,6	371,5	200,3	51,5	22,9	4,0	2,1	3,5	4,5	40,9	1351,7
Angicos*	115,8	197,6	304,4	261,3	125,5	34,8	17,8	3,8	2,3	5,0	8,8	40,1	1117,3
Diamante	113,1	192,0	302,0	257,8	122,0	30,7	15,4	3,3	1,7	4,5	8,6	37,3	1088,3

Fonte: PERH (1992)

Quadro 2.23. Pluviometria média mensal calculada pelo Método de Thiessen/Malha para o posto fluviométrico de Granja (cód. 35170000)

Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Granja	118,1	208,1	306,0	283,6	146,4	42,7	16,1	4,1	2,2	4,1	9,0	39,1	1179,4

Fonte: PERH (1992)

2.10.4. As variabilidades da Precipitação na Bacia

Nas duas últimas décadas houve um avanço significativo no entendimento da variabilidade climática do setor norte do NEB, onde a Bacia do Coreaú se situa. Sabe-se hoje as anomalias pluviométricas possuem escala espacial muito maior do que a escala local, e que estão fortemente relacionadas com padrões atmosféricos e oceânicos de grande escala que se processam (conjuntamente ou não) sobre os Oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais.

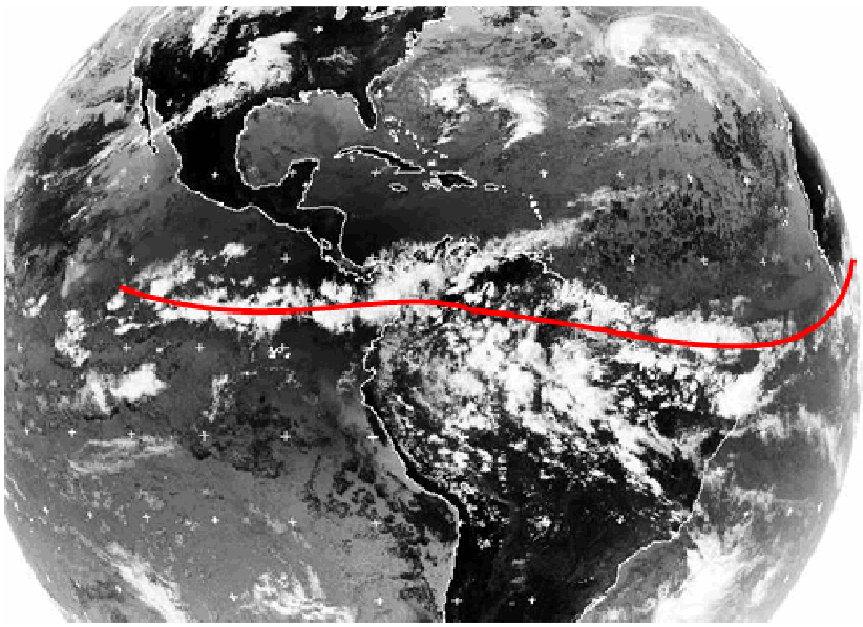
2.10.4.1. Sistemas Atmosféricos Atuantes

O curso sazonal da precipitação na maior parte da Bacia do Coreaú é caracterizado pela sua concentração em poucos meses, o que torna a estação chuvosa bem definida. Apresenta máxima precipitação durante março e abril, coincidente com a posição mais sul da ZCIT e com o aparecimento de Linhas de Instabilidade.

No período de fevereiro a maio outros sistemas atmosféricos atuam no sentido de contribuir ou inibir as chuvas, tais como: Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS); Frentes Frias e Linhas de Instabilidade. A Bacia do Coreaú também recebe, em alguns anos, chuvas de junho a agosto, ocasionadas por um sistema atmosférico denominado Ondas de Leste.

Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

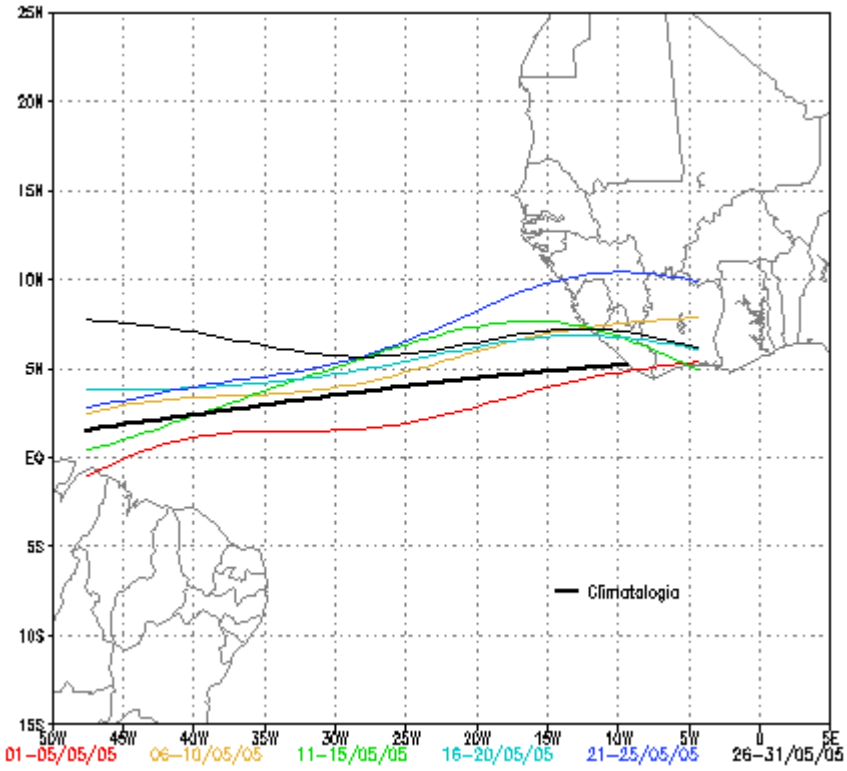
Reconhece-se como principal mecanismo organizador de convecção na Bacia do Coreaú a ZCIT. Esta zona é um verdadeiro cinturão de baixa pressão formado sobre os oceanos equatoriais e é assim denominada por se tratar da faixa para onde os ventos alísios dos dois Hemisférios convergem, constituindo uma banda de grande convecção, altos índices de precipitação e movimento ascendente. Ela se aproxima de sua forma quase linear sobre o Oceano Atlântico (**Figura 2.22**), onde se apresenta, geralmente, como uma faixa latitudinal bem definida de nebulosidade, onde interagem entre si a Zona de Confluência dos Alísios (ZCA), o Cavado Equatorial, a zona máxima Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e a banda de máxima cobertura de nuvens convectivas, não necessariamente a uma mesma latitude, mas muito próximos uns dos outros.



Fonte: NOAA

Figura 2.22. Imagens do satélite GOES-12 no canal infravermelho da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 23 de Abril de 2008

A verdade é que o conjunto acima, como um todo, tem um deslocamento meridional durante o ano, podendo a ZCIT ser representada pelo deslocamento de apenas um dos elementos integrantes, devido à alta correlação existentes entre eles. É comum considerar o deslocamento da banda de máxima cobertura de nuvens como representativo do movimento da ZCIT (**Figura 2.23**).



Fonte: CPTEC

Figura 2.23. Estimativa da posição média da ZCIT, em MAIO/2005

Linha de Instabilidade (LI)

As brisas marítimas e terrestres são circulações locais que ocorrem em resposta ao gradiente horizontal de pressão que, por sua vez, é provocado pelo contraste de temperatura diário entre oceano e continente. Uma das características da brisa marítima consiste na formação de uma linha de Cumulonimbus (Cbs) ao longo do extremo norte-nordeste da América do Sul, que pode se propagar como uma LI, ocasionando chuvas nas áreas anteriores do continente (**Figura 2.24**); o grau de penetração pode ser maior que 100 km, dependendo do escoamento de grande escala. Este desenvolvimento ao longo da costa sofre variação sazonal tanto na localização como na freqüência de aparecimento. Variações na intensidade também ocorrem no decorrer do ano.

Fonte: FUNCEME

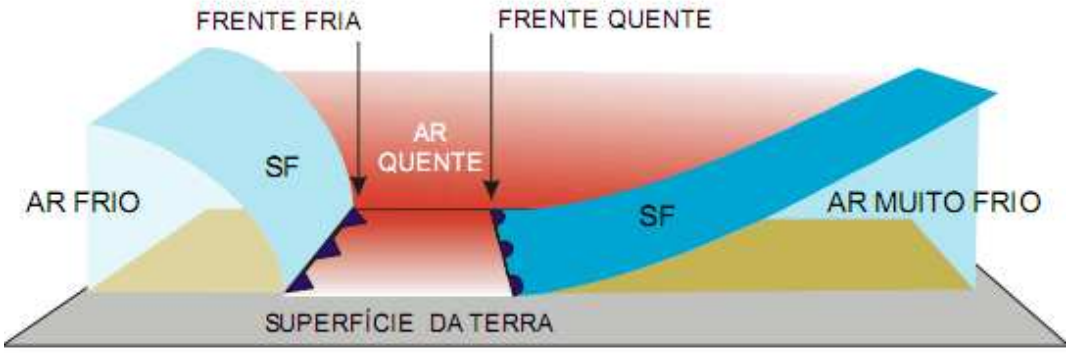
Figura 2.24. Imagem do satélite METEOSAT-7 mostrando uma Linha de Instabilidade no litoral norte do NEB

Os fenômenos de grande escala reforçaram ou inibem os efeitos provocados pelas circulações locais. Uma série de distúrbios de escala sinótica (1000 a 7000km) influenciam diretamente essas circulações no sentido de aumentar (ou diminuir) suas atividades. Entre estes sistemas podemos criar o deslocamento de massa de ar frio para regiões mais quentes formando zonas frontais e a mudança sazonal de ar frio para regiões mais quentes formando zonas frontais e a mudança sazonal do escoamento atmosférico nos centros de pressão e da posição da ZCIT. As LIs são mais freqüentes durante a primavera, embora as mais intensas ocorram, durante o verão e outono, quase sempre associadas à intensa atividade convectiva da ZCIT. Nos meses em que não há desenvolvimento da linha convectiva na costa da bacia, a ZCIT está deslocada para a sua posição mais ao norte ou há forte convergência na parte oeste do continente produzindo movimento subsidente e ausência de precipitação na costa da bacia.

Embora o desenvolvimento das LIs associadas à brisa marítima sejam dependentes da localização e intensidade de sistemas sinóticos, tal atividade convectiva pode, em alguns casos, formar-se isoladamente sob influência apenas da diferença de aquecimento superficial diurno.

Frentes Frias

Zonas frontais, sistemas frontais, ou simplesmente frentes são regiões de descontinuidade térmica separando duas massas de ar de características diferentes. São, em geral, delgadas zonas de transição entre uma massa de ar quente (menos densa) e uma de ar frio (mais densa). O deslocamento relativo das massas de ar é que define a denominação; frente fria, por exemplo, é aquela no qual o ar frio proveniente de altas e médias latitudes avança em direção ao ar quente, empurrando para cima, provocando sua ascensão e posterior condensação (**Figura 2.25**).



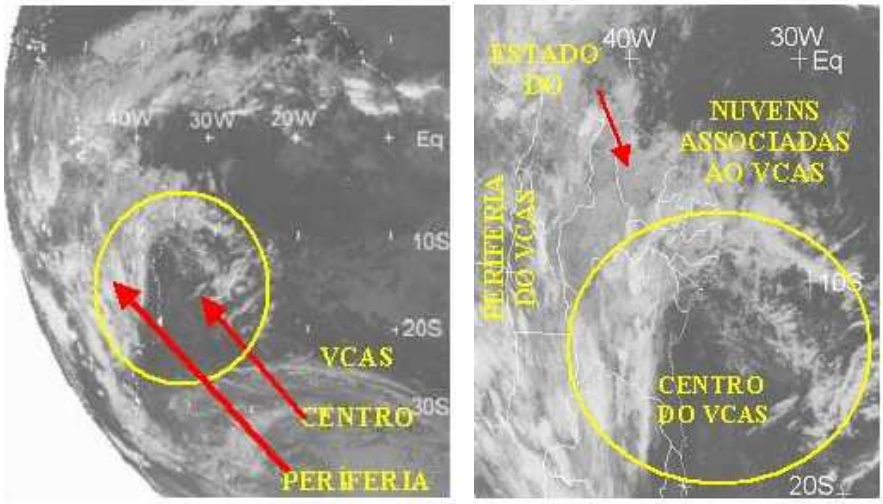
Fonte: INMET

Figura 2.25. Representação de superfícies frontais, regiões de transição entre massas de ar diferentes

A penetração de sistemas frontais na Bacia do Coreaú ocasiona esporadicamente, principalmente em sua porção sul, e atinge seu máximo nos meses de dezembro e janeiro.

Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS)

As estações chuvosas da Bacia do Coreaú que, climatologicamente apresenta os máximos em março-abril e maio-junho, respectivamente, são influenciadas, além de outros, por vários sistemas meteorológicos transientes que atuam como forçantes para organizar a convecção nessas regiões. Um desses sistemas é o VCAS (**Figura 2.26**).



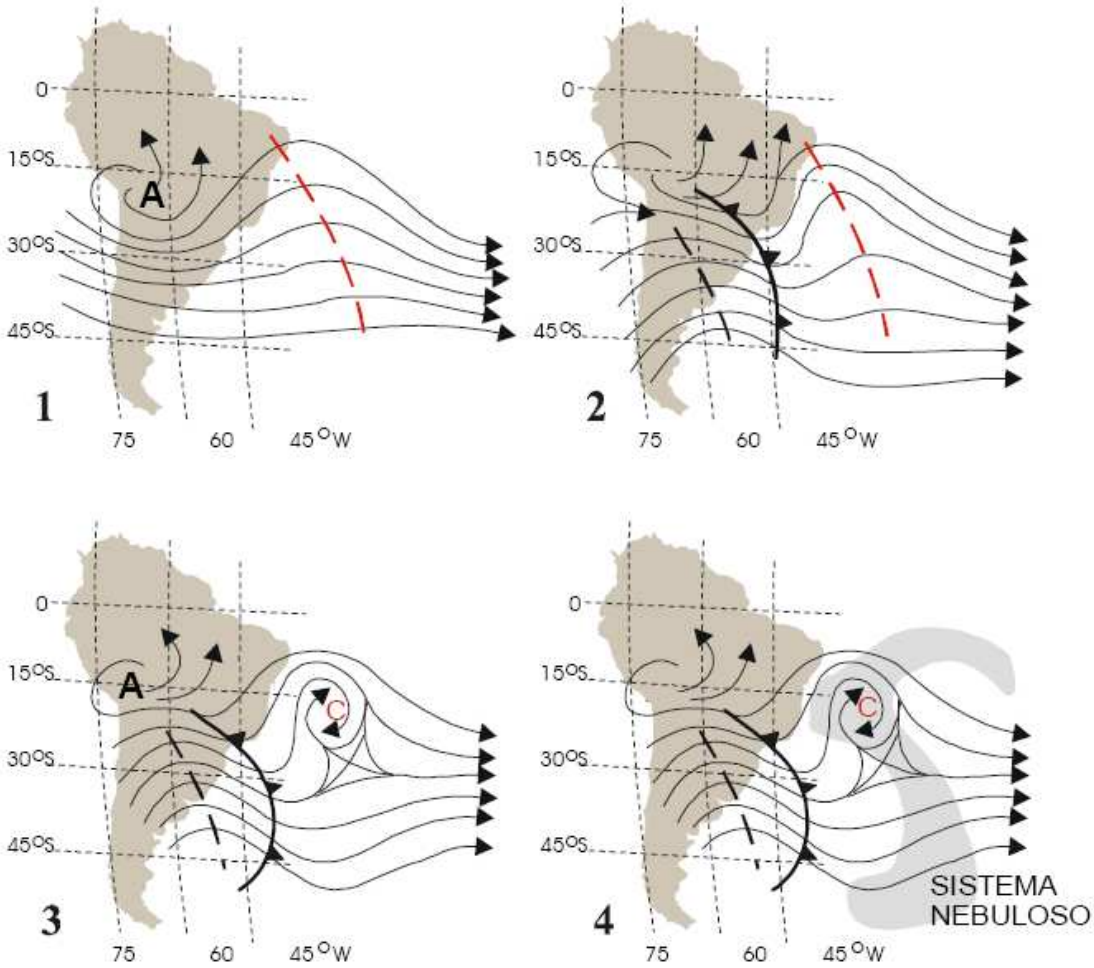
Fonte: FUNCEME

Figura 2.26. Imagens do satélite METEOSAT no canal infravermelho, mostrando a influência de um VCAS na precipitação no Nordeste Brasileiro

Esses vórtices formam-se sobre o Atlântico Sul principalmente durante o verão do HS (sendo janeiro o mês de atividade máxima) e adentram freqüentemente nas áreas continentais próximas a salvador (13º S, 38º W) tendo um efeito pronunciando na atividade convectiva sobre o NEB. Os VCAS geralmente se concentram entre 25º – 45º W e 10º – 25º S, região correspondendo ao eixo médio do cavado de 200 hPa sobre o Atlântico durante o verão do HS.

As "baixas frias da alta troposfera" (ou VCAS) constituem sistemas de baixa pressão, cuja circulação ciclônica fechada caracteriza-se por baixas temperaturas em seu centro (com movimento subsidente de ar seco e frio) e temperaturas mais elevadas em suas bordas (com movimento ascendente de ar quente e úmido) com relação às características de tempo relacionadas a estes sistemas, observam-se condições de céu claro nas regiões localizadas abaixo de seu centro e tempo chuvoso nas regiões abaixo de sua periferia. Em geral as partes sul e central do NEB apresentam diminuição de nebulosidade à medida que o vértice se move para a costa; a parte norte, por sua vez, experimenta um aumento de nebulosidade associada a chuvas fortes.

Os mecanismos de formação dos VCAS de origem tropical não são totalmente conhecidos. No entanto, Kousky e Gan (1981) sugerem que a penetração de sistemas frontais, devido a forte advecção quente que os procede, induzem a formação dos VCAS, especialmente nas baixas e médias latitudes. Esta advecção amplifica a crista de nível superior, e conseqüentemente o cavado a leste formando, em ultima instância, um vórtice ciclônico sobre o Atlântico (**Figura 2.27**).



Fonte: INMET

Figura 2.27. Formação de um vórtice ciclônico (B) em altos níveis sobre o Atlântico sul (1 a 3) e a nebulosidade associada ao sistema na última fase (4). São indicados o escoamento em 200 mb (linhas cheias), o eixo dos cavados (linhas tracejadas), a Alta da Bolívia (A) e a posição da frente fria (linha com triângulos)

Ondas de Leste

É o principal responsável pela produção de chuvas na porção oriental da Bacia do Coreaú durante os meses de maio e junho. Os mecanismos associados à produção da precipitação neste setor da bacia parecem ser os agrupamentos convectivos detectadas por Yamazaki e Rao (1977) sobre o Atlântico Tropical Sul. A periodicidade associada a esses distúrbios foi de vários dias, com uma velocidade média de propagação de cerca de 10 m/s (10º longitude por 1 dia).

Estas perturbações, conhecidas como “Ondas de Leste” são semelhantes as que se propagam no HN. A situação no Atlântico Sul é, entretanto, distinta daquela, vez que em nenhuma estação do ano as perturbações se desenvolvem em ciclones ou mesmo em intensas perturbações tropicais.

Ainda segundo Yamazaki and Rao (1977), estes distúrbios originam-se na costa da África e deslocam-se até a costa brasileira (**Figura 2.28**); em alguns casos aparecem até mesmo adentrar um pouco sobre o continente sul-americano. Outra observação feita é que, ratificando

estudos feitos por Wallace, estes “Distúrbios de leste” surgem somente durante o inverno do HS, período coincidente com a estação do setor leste do NEB.

2.10.4.2. As Variações Inter-Anuais

Os dois modos de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala que controlam a variabilidade interanual da precipitação sobre a região, isto é, definem a qualidade da estação chuvosa (se a mesma é normal, abaixo ou acima do normal), são os fenômenos: El Niño/Oscilação Sul (ENOS) observado sobre o Pacífico Tropical, e o Padrão de Dipolo observado sobre o Atlântico Tropical.

Fonte: FUNCEME

Figura 2.28. Imagem do satélite METEOSAT mostrando nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil

El Niño/Oscilação Sul - ENOS

Pensava-se, inicialmente, que o fenômeno El Niño era restrito à costa do Peru e Equador, caracterizado por Temperaturas da Superfície do Mar (TSMs) mais altas nas águas costeiras daqueles dois países e de menor abundância de peixes, motivo para a suspensão da pesca e para que então pudessem se dedicar à manutenção dos barcos e conserto das redes (Xavier, 1997). A designação El Niño (uma referência ao Menino Jesus) era originariamente empregada pelos pescadores locais para designar o período, em geral, iniciando próximo ao Natal, com duração de alguns meses.

Sabe-se hoje que as condições que indicam a presença do fenômeno El Niño são o enfraquecimento dos ventos alísios e o aumento da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Oceano Pacífico Equatorial Leste. Como conseqüência, ocorre uma diminuição das águas mais frias que afloram próximo à costa oeste da América do Sul. Os Ventos Alísios são originados do movimento de rotação da Terra, e se situam próximos à Linha do Equador, para onde convergem. Estes ventos sopram de sudeste para noroeste, no hemisfério sul; e de nordeste para sudoeste, no hemisfério norte. Sua área de atuação limita-se entre os paralelos 30º N e 30º S. A **Figura 2.29** mostra uma representação dos ventos alísios.

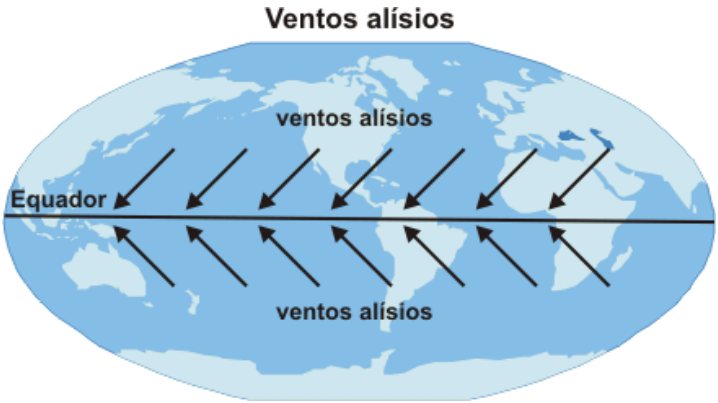
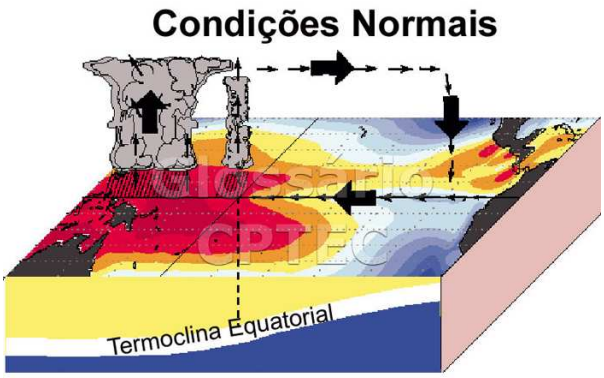


Figura 2.29. Representação dos ventos alísios

A Oscilação Sul funciona como um balanço de massa atmosférica de grande escala, envolvendo trocas de ar entre os hemisférios leste e oeste, centradas nas latitudes tropicais e subtropicais, sendo que os centros de ação localizam-se sobre a Indonésia e no Oceano Pacífico Tropical Sul.

Esses centros de ação estão ligados por uma célula de circulação de grande escala no sentido zonal, isto é, leste-oeste (denominada "Célula de Walker" por Bjerknes, em 1969), com ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo subsidente no Pacífico leste, como mostra a **Figura 2.30**.



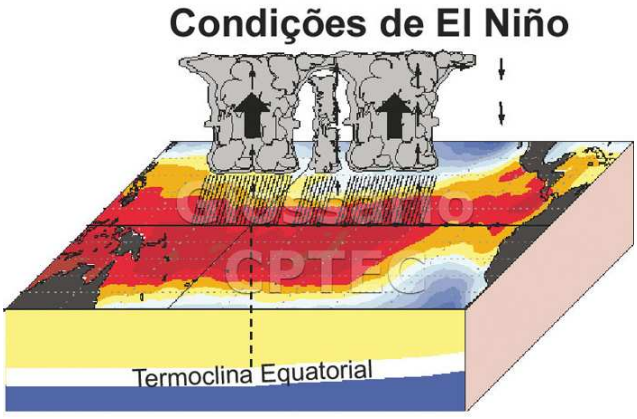
Em condições normais, observam-se águas superficiais relativamente mais frias no Pacífico Equatorial Leste, junto à costa oeste da América do Sul, e relativamente mais aquecidas no Pacífico Equatorial Oeste, próximo à costa australiana e região da Indonésia. Os ventos alísios sopram de leste para oeste favorecendo a ressurgência próximo à costa oeste da América do Sul.

Fonte: CPTEC

Figura 2.30. Condições normais de circulação da célula de Walker

A maioria dos estudos que abordaram os impactos do ciclo do ENOS sobre o clima do setor norte do Nordeste (e também em diversas regiões do globo) tem sido muito mais direcionada para a relação à sua fase quente (episódios El Niño). As interações oceano-atmosfera observadas durante a manifestação dos episódios El Niño sobre o Pacífico Tropical desencadeiam mudanças na circulação geral da atmosfera, tanto na Célula de Walker como na Célula de Hadley (circulação atmosférica de grande escala no sentido meridional, com ramo ascendente sobre os trópicos e ramo subsidente sobre as latitudes subtropicais).

As secas no setor norte do Nordeste são um reflexo das mudanças na circulação atmosférica de grande escala sobre os trópicos, particularmente na Célula de Walker, devido ao efeito El Niño, que passa a apresentar o ramo subsidente sobre o Atlântico Equatorial Norte (Kousky et al.(1984) e Kayano et al. (1988))



A **Figura 2.31** é mostrada, esquematicamente, a circulação atmosférica de grande escala modificada em associação às condições de El Niño, onde nota-se, na região do Pacífico centro-leste, águas mais quentes do que o normal e ramo de ar ascendente com formação de nuvens convectivas profundas.

Fonte: CPTEC

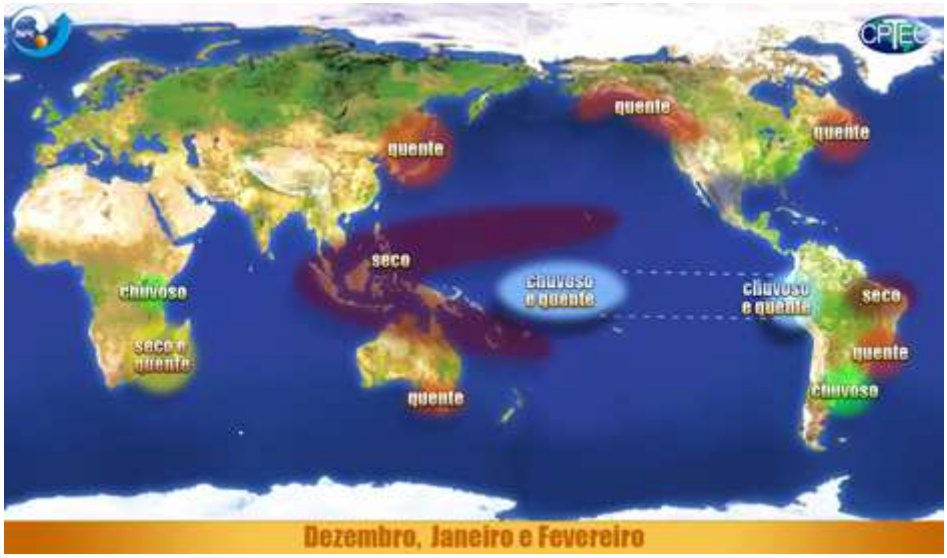
Figura 2.31. Caracterização das condições de El Nino

O ramo de ar ascendente (subindo sobre o Pacífico centro-leste) deve descer em algum lugar (obedecendo à lei de continuidade de massa), o que ocorre sobre a região norte da Austrália e Indonésia (no Pacífico ocidental) e, ainda, sobre o Atlântico Equatorial Norte, atingindo o setor oriental da Amazônia e setor norte do Nordeste Brasileiro – NEB (que engloba principalmente o Estado do Ceará).

O ramo de ar descendente inibe a formação de nuvens e, conseqüentemente, tem-se a manifestação de chuvas abaixo do normal nessas regiões. Em geral, os anos com ocorrências de chuvas deficientes no setor norte do Nordeste Brasileiro, onde se localiza a Bacia do Coreaú, estão associados a eventos ENOS, especialmente quando estes foram bem configurados (exemplo: 1957/1958, 1982/1983), entretanto nem sempre todo fenômeno ENOS observado foi responsável por secas ou chuvas deficientes na região. Ou seja, há outras variáveis envolvidas no controle da pluviosidade no norte do NEB; como, por exemplo, as que ocorrem na Bacia do Oceano Atlântico Tropical.

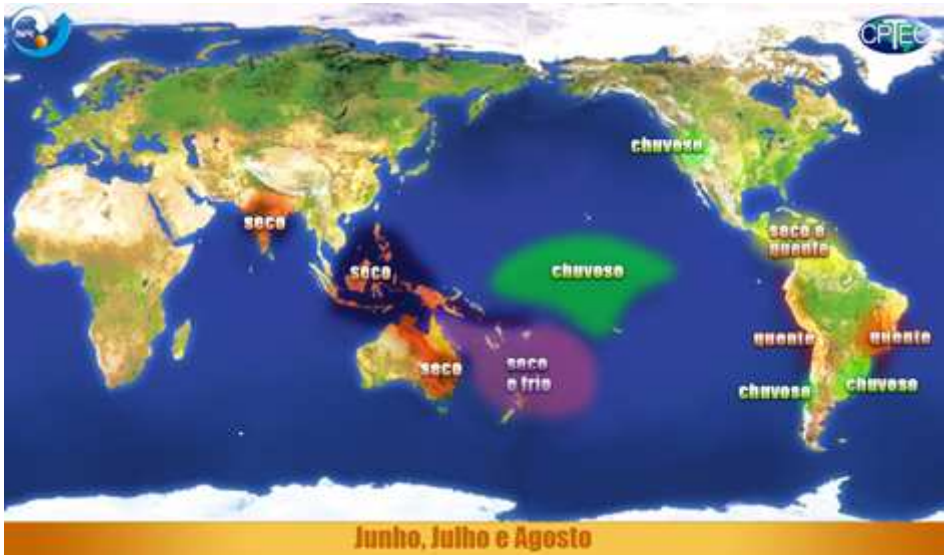
Apesar de os numerosos estudos sobre os padrões anômalos da circulação atmosférica e precipitação sobre algumas regiões da América do Sul terem associado esses padrões às TSMs anômalas no Pacífico Equatorial (associadas aos eventos ENOS), alguns trabalhos consideraram, no entanto, que o efeito desse fenômeno não explica totalmente os padrões climáticos anômalos observados sobre o setor norte do NEB.

As **Figuras 2.32** e **2.33** mostram os efeitos globais do El Niño no clima do Planeta, para dois períodos do ano.



Fonte: CPTEC

Figura 2.32. Efeitos globais do El Niño nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro



Fonte: CPTEC

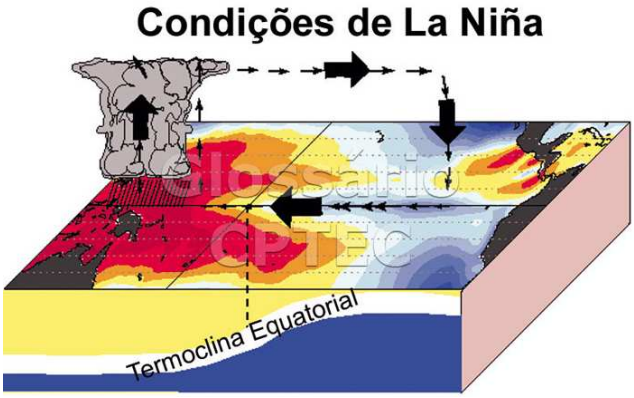
Figura 2.33. Efeitos globais do El Niño nos meses de junho, julho e Agosto

La Niña

A La Niña representa um fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que se caracteriza por um resfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical. Alguns dos impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à La Niña.

As condições que indicam a presença do Fenômeno La Niña estão associadas à intensificação dos ventos alísios e ao declínio da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Equatorial Leste. As águas adjacentes à costa oeste da América do Sul tornam-se ainda mais frias devido à intensificação do movimento de ressurgência.

Devido à maior intensidade dos ventos alísios, as águas mais quentes irão ficar represadas mais a oeste do que o normal. Águas mais quentes geram evaporação e, conseqüentemente, movimentos ascendentes, que, por sua vez, geram nuvens de chuva; a célula de Walker, em anos de La Nina, fica mais alongada que o normal. A região com grande quantidade de chuvas é do nordeste do Oceano Índico a oeste do Oceano Pacífico, passando pela Indonésia. A região com movimentos descendentes da célula de Walker é no Pacífico Equatorial Central e Oriental (**Figura 2.34**). É importante ressaltar que tais movimentos descendentes da célula de Walker no Pacífico Equatorial Oriental ficam mais intensos que o normal o que inibe, e muito, a formação de nuvens de chuva.

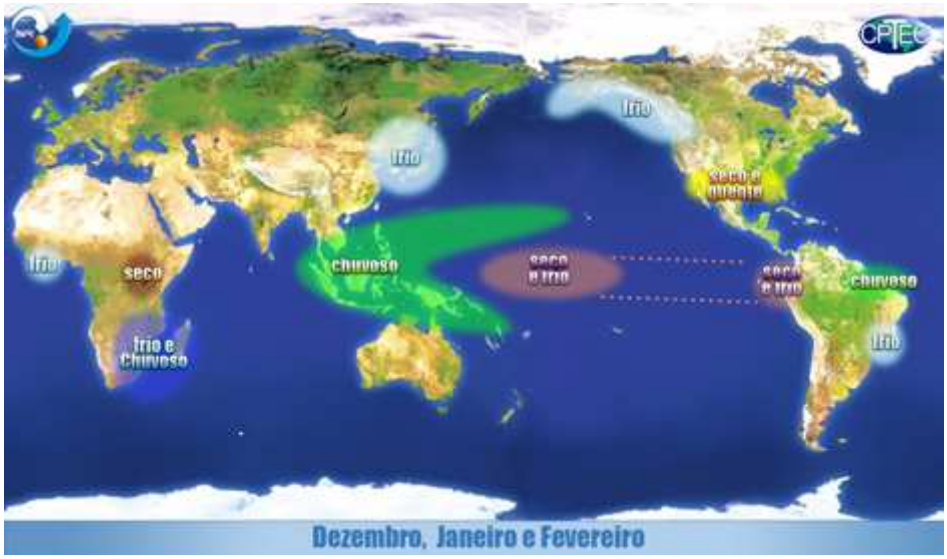


Fonte: CPTEC

Figura 2.34. Caracterização das condições de La Nina

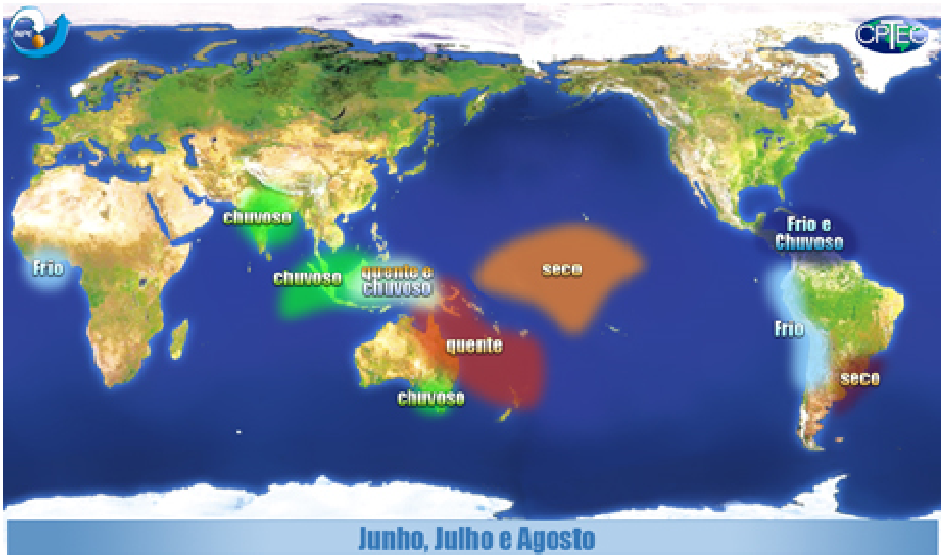
Até agora, os episódios La Niña vêm apresentando freqüência de 2 a 7 anos, e em menor quantidade que o El Niño, durante as últimas décadas. Os episódios La Niña têm apresentados períodos de aproximadamente 9 a 12 meses, e somente alguns episódios persistem por mais que 2 anos. Outro ponto interessante é que os valores das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), em anos de La Nina, têm apresentado desvios menores que em anos de El Niño. Enquanto se observa anomalias de até 4, 5ºC acima da média em alguns anos de El Niño, em anos de La Nina, as maiores anomalias observadas não chegam a 4ºC abaixo da média.

As **Figuras 2.35** e **2.36** mostram os efeitos globais da La Niña no clima para dois períodos do ano.



Fonte: CPTEC

Figura 2.35. Efeitos globais da La Niña nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro



Fonte: CPTEC

Figura 2.36. Efeitos globais da La Niña nos meses de junho, julho e agosto

Dipolo de Temperatura e Pressão

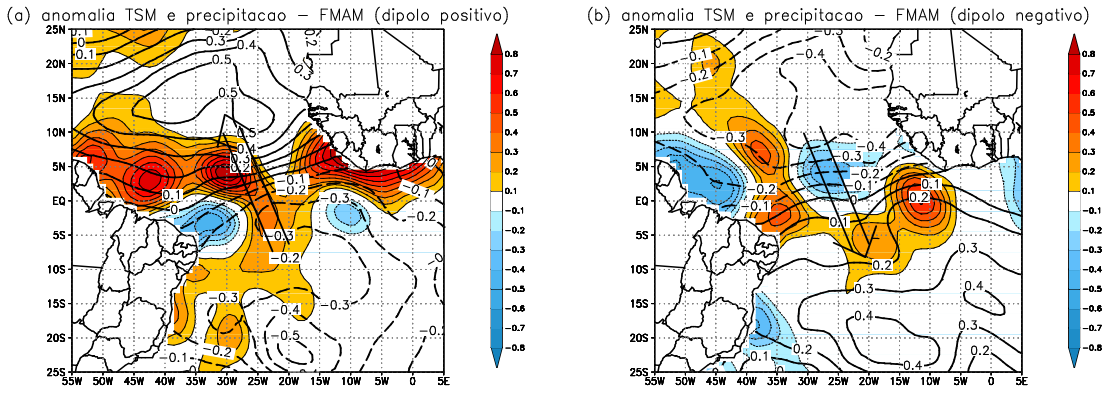
Segundo Hastenrath e Heller (1977) e Kousky et al (1984) o fenômeno não explica totalmente os padrões climáticos anômalos observados sobre o setor norte do NEB. Várias análises de correlações indicaram que o ENOS explica somente em torno de 10% da variabilidade da precipitação sobre o NEB.

Nos meses do outono austral (março, abril e maio), período coincidente com a estação chuvosa do setor norte do NEB, o modo de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala dominante sobre a Bacia do Atlântico Tropical é o conhecido Padrão de Dipolo do Atlântico (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Servain e Legler, 1986; Nobre, 1993; Nobre e Shukla, 1996; Wagner, 1996; Uvo et al., 1997).

O Padrão de Dipolo caracteriza-se pela manifestação simultânea de anomalias de TSM configurando-se espacialmente com sinais opostos sobre as Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical. Esse padrão térmico inverso gera, conseqüentemente, o aparecimento de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico sobre o Atlântico Equatorial (Wagner, 1996), o qual exerce influências no deslocamento norte-sul da ZCIT (Hastenrath & Greichscar, 1993; Nobre, 1993; Nobre e Shukla, 1996), que constitui-se no principal sistema meteorológico indutor de chuvas na região do semi-árido no período da estação chuvosa (Hastenrath, 1990).

Com base nisso, a SRH – através da FUNCEME – implementou o projeto PIRATA (Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic), a partir dos meados de 1997, como parte integrante de um programa de pesquisa oceanográfica internacional, financiado pelo Brasil, França e Estados Unidos. A rede PIRATA consiste numa série de 12 bóias, semelhante à existente no Oceano Pacífico (instaladas para estudar o fenômeno ENOS), situadas no Oceano Atlântico Tropical, entre os Paralelos 15°N e 20°S. Têm por finalidade efetuar medições oceânicas (temperatura, salinidade e pressão) da superfície até 500 m de profundidade, e atmosféricas (direção e velocidade do vento, temperatura e umidade do ar, precipitação e radiação solar).

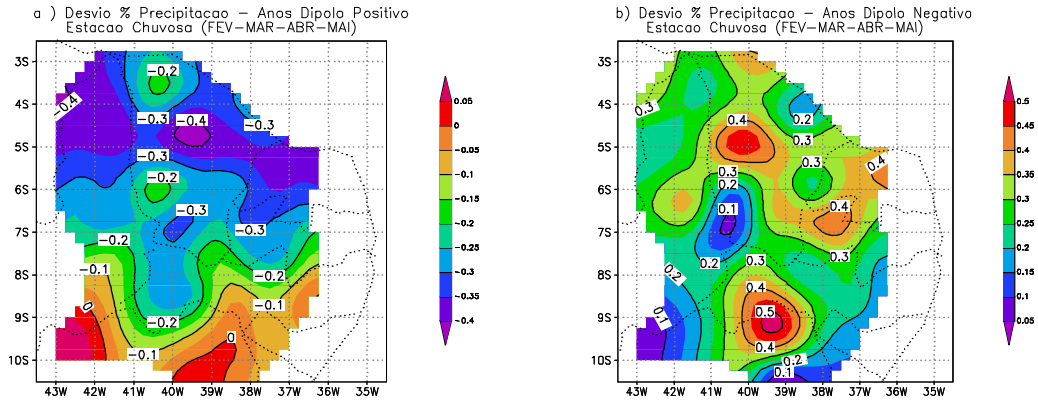
A **Figura 2.37** apresenta como as fases do Padrão de Dipolo controlam o posicionamento da banda de nebulosidade e precipitação associada à ZCIT. O eixo principal da ZCIT tende a posicionar-se, preferencialmente, sobre a região para onde está direcionado o gradiente térmico. Por exemplo, na fase positiva do Dipolo (anomalias positivas de TSM na Bacia Norte e negativas na Bacia Sul), o gradiente térmico aponta para o Hemisfério Norte.



Fonte: PLANERH, 2004

Figura 2.37. Anomalias de TSM em oC (isolinhas) e de precipitação (áreas hachuradas) para o quadrimestre fevereiro a maio nos anos em que se observaram: (a) fase positiva; (b) fase negativa do Padrão de Dipolo sobre o Atlântico Tropical. As isolinhas contínuas representam valores positivos e as tracejadas, valores negativos. As áreas hachuradas indicam anomalias positivas (cores vermelhas) e negativas (cores azuis) de precipitação. As setas indicam o sentido do gradiente térmico para onde a ZCIT tende a posicionar-se

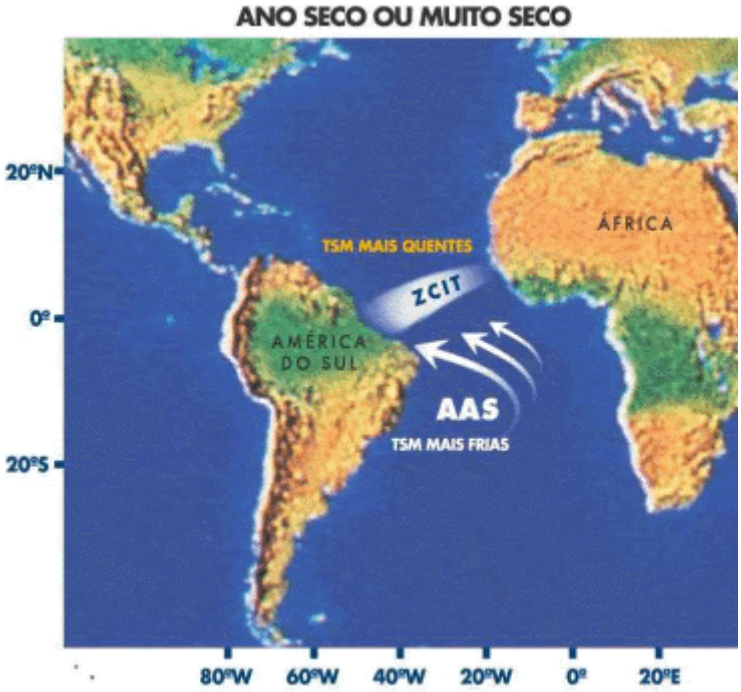
A **Figura 2.38** mostra as características espaciais da distribuição pluviométrica no setor norte do NEB em anos de ocorrência de Dipolos Positivo e Negativo. Nota-se a ocorrência de um predomínio de desvios negativos (positivos) ao longo da região nos anos de ocorrência da fase positiva (negativa) do Dipolo de TSM no Atlântico Tropical, consistente com o esquema mostrado nas **Figuras 2.38a e 2.38b**.



Fonte: PLANERH, 2004

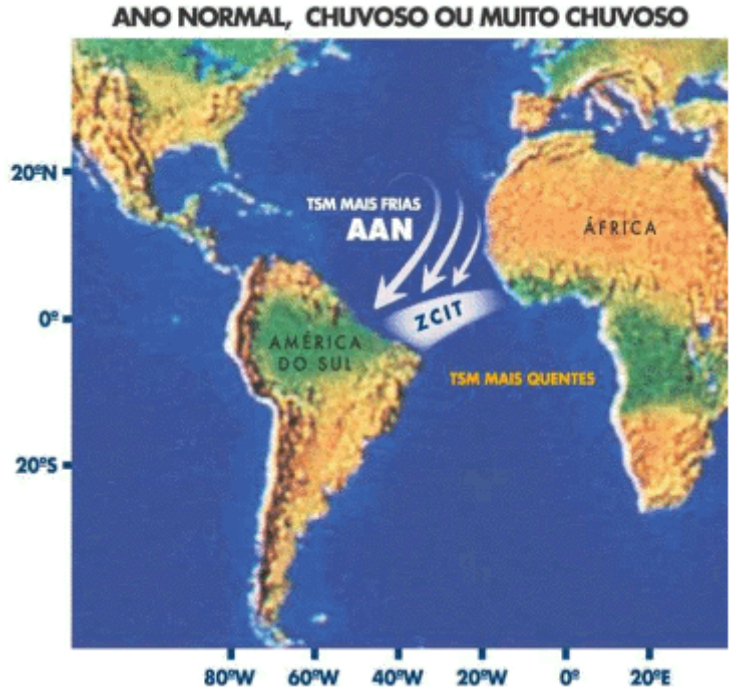
Figura 2.38. Distribuição espacial dos desvios de precipitação (x 100) ao longo do setor norte do NEB. 12a) para uma composição de anos com ocorrência de Dipolo Positivo (1951, 1953, 1945, 1956, 1958, 1955, 1966, 1970, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982 e 1983) e 12b) para uma composição de anos com ocorrência de Dipolo Negativo (1949, 1964, 1965, 1971, 1972, 1973, 1974, 1977, 1985, 1986 e 1989).

As **Figuras 2.39** e **2.40** apresentam, ilustrativamente, os efeitos dos dipolos positivos e negativos, sobre a posição da ZCIT nos meses de fevereiro a maio.



Fonte: FUNCEME

Figura 2.39. Movimentação da Zona de Convergência Intertropical em anos de dipolo positivo do Atlântico, nos meses de fevereiro, março, abril e maio



Fonte: FUNCEME

Figura 2.40. Movimentação da Zona de Convergência Intertropical em anos de dipolo negativo do Atlântico, nos meses de fevereiro, março, abril e maio

2.11. Fluviometria

São três as fontes de dados de fluviometria na bacia do Coreaú: os da Agência Nacional de Águas (ANA) e os gerados pelo PERH (1992) e pelo Plano da Ibiapaba (2000).

2.11.1. Estações Fluviométricas

Segundo cadastro da ANA (HidroWeb), a Bacia do Coreaú conta com 16 estações fluviométricas, das quais três estão desativadas. Os postos fluviométricos existentes estão relacionados no **Quadro 2.24**. Com relação à titularidade das estações, a maioria (38%) pertence à COGERH e as demais se distribuem entre a ANA (31%) e o DNOCS (31%), como mostra a **Figura 2.41.**

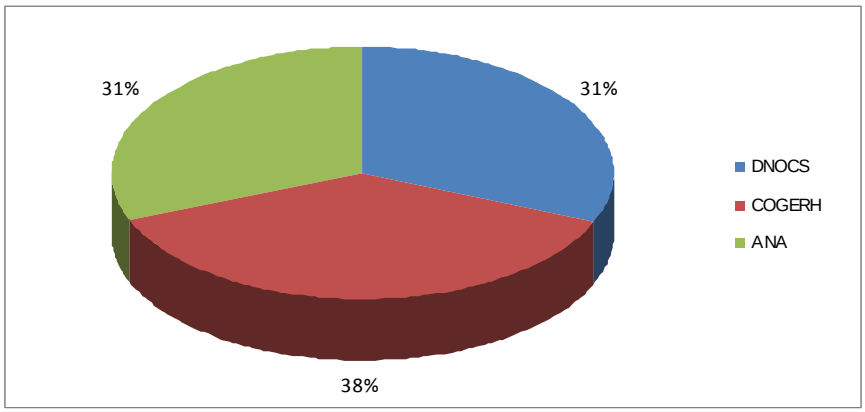


Figura 2.41. Relação das operadoras dos postos fluviométricos da Bacia do Coreaú

Quadro 2.24. Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú

Estação	Código	Rio ou Riacho	Municipio	Latitude	Longitude	Responsável	Operadora
Açude Angicos	35120000	Juazeiro	Coreau	-03:36:05	-040:47:31	COGERH	COGERH
Açude Diamante	35060000	Coreau	Coreau	-03:36:23	-040:52:02	COGERH	COGERH
Açude Gangorra	35180000	Da Gongorra	Granja	-03:10:44	-040:51:52	COGERH	COGERH
Açude Premuoca	35150000	São Francisco	Uruoca	-03:19:5	-040:33:20	COGERH	COGERH
Açude Trapia III	35118000	Coreau	Coreau	-03:44:25	-040:39:38	COGERH	COGERH
Boqueirão do Itacolomi	35155000	Itacolomi	Sobral	-03:20:00	-040:52:00	DNOCS	DESATIVADA
Boqueirão Paula Pessoa	35162500	Itacolomi	Sobral	-03:20:00	-040:50:00	DNOCS	DNOCS
Açude Tucunduba	35200000	Tucunduba	Santana Do Acaraú	-03:10:00	-040:22:00	COGERH	COGERH
Chaval	35050000	Ubatuba	Chaval	-03:04:43	-041:15:18	ANA	CPRM
Coreau (Palma)	35119000	Coreau	Coreau	-03:33:00	-040:40:00	DNOCS	DESATIVADA
Fazenda Caiçara	35100000	Coreau	Ubajara	-03:46:00	-040:49:00	DNOCS	DNOCS
Granja	35170000	Coreau	Granja	-03:07:15	-040:49:15	ANA	CPRM
Granja	35170001	Coreau	Granja	-03:07:00	-040:50:00	DNOCS	DESATIVADA
Moraujo	35125000	Coreau	Moraujo	-03:27:53	-040:41:05	ANA	CPRM
Pesqueiro	35205000	Pesqueiro	Camocim	-03:00:10	-040:34:21	ANA	CPRM
Tapera	35156000	Itacolomi	Uruoca	-03:19:41	-040:50:55	ANA	CPRM

Segundo o PERH (1992), apenas duas (02) das 16 estações fluviométricas da Bacia do Coreaú catalogadas como ativas reúne dados que permitem obter séries de vazões. Além da simples ausência de dados, outras causas contribuem decisivamente para tal situação, como: a existência de medições de cotas médias diárias sem que exista a curva-chave correspondente,

ou medições de descarga que possibilitem sua obtenção no período observado de cotas; ou a existência de medições de descarga que possibilitam a obtenção da curva-chave, porém sem que haja registros de cotas médias diárias que permitam a obtenção de séries de vazões. Os dois postos fluviométricos que apresentam dados aproveitáveis para a bacia pertencem a ANA e são operados pela CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Estes postos consistem em estações fluviométricas básicas, de operação regular com duas leituras diárias de régua, as 7 e 17h. Os dados são apresentados na forma de vazões diárias em m³/s (médias diárias), e a duas estações monitoram o mesmo rio (Coreaú). As características das estações são as constantes nos **Quadros 2.25** e **2.26**.

Quadro 2.25. Características das Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú

Código	Rio	Estação	Latitude	Longitude	Média	Desv. Padrão	CV	Área drenada (km²)	Série histórica
35170000	Coreau	Granja	-03:07:15	-040:49:15	30,07	27,49	0,91	3720	1971 a 2009
35125000	Coreau	Moraújo	-03:27:53	-040:41:05	10,12	10,92	1,08	1650	1982 a 2009

Quadro 2.26. Lâminas Escoadas e Coeficiente de Escoamento (%) das Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú

Estação	Média (m³/s)	Área drenada (km²)	Lâmina (mm/ano)	Precip Média Anual (mm)	CE (%)
Granja	30,07	3720	255,05	1032	24,7
Moraújo	10,12	1650	193,46	1060	18,2

O comportamento dos deflúvios nas duas estações é muito semelhante; entre os meses de março e maio de cada ano, ocorrem vazões bastante elevadas, muito superiores à média anual. Porém, entre junho e dezembro, observa-se o desaparecimento parcial ou total do escoamento superficial, decorrente da estiagem, sendo que em janeiro e fevereiro costuma ocorrer uma pequena recuperação de vazões, em decorrência do início das precipitações na região.

As vazões mensais médias, máximas e mínimas das estações Moraújo e Granja são apresentadas no **Quadro 2.27** e **Figuras 2.42** e **2.43**.

Quadro 2.27. Valores das vazões máximas, médias e mínimas mensais das séries históricas dos cursos d'água que compõem a Bacia do Coreaú

Vazões	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Posto Granja, em Granja (código 35170000)												
Máxima	31,26	99,32	218,63	285,93	208,63	40,28	17,04	7,98	7,55	2,06	2,80	8,54
Média	5,23	25,74	69,55	113,76	60,98	19,63	8,88	5,80	4,08	1,24	1,44	2,54
Mínima	0,74	5,61	14,82	35,91	17,00	10,97	5,40	3,42	2,34	0,72	0,57	0,53
Posto Moraújo, em Moraújo (código 35125000)												
Máxima	9,41	36,44	77,32	101,15	65,77	6,04	2,35	0,80	0,40	0,35	0,68	1,55
Média	1,14	9,39	25,60	47,42	20,71	3,26	1,36	0,56	0,29	0,20	0,29	0,43
Mínima	0,26	1,36	2,22	7,41	2,79	1,31	0,72	0,11	0,09	0,10	0,14	0,21

Fonte: ANA (site-02/12/2009)

As vazões médias anuais escoadas assumiram os valores de 10,12 (Moraújo) e 30,07 m³/s (Granja), com desvios padrões de 10,92 e 30,07 m³/s, respectivamente. Os coeficientes de variação variam entre 1,07 (Granja) e 0,91 (Moraújo), o que mostra a alta variabilidade dos

deflúvios anuais da região, característica do Semi-Árido Nordestino. Os coeficientes de escoamento de 24,71 % (Granja) e 18,25 % (Moraújo).

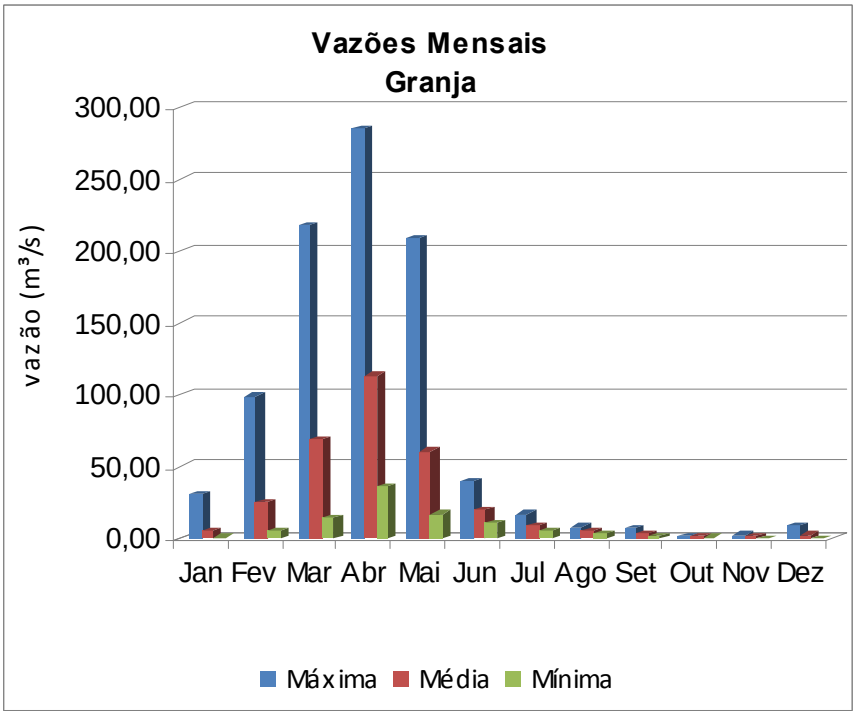


Figura 2.42. Vazões Máximas, Médias e Mínimas no posto fluviométrico Granja, em Granja (código 35170000)

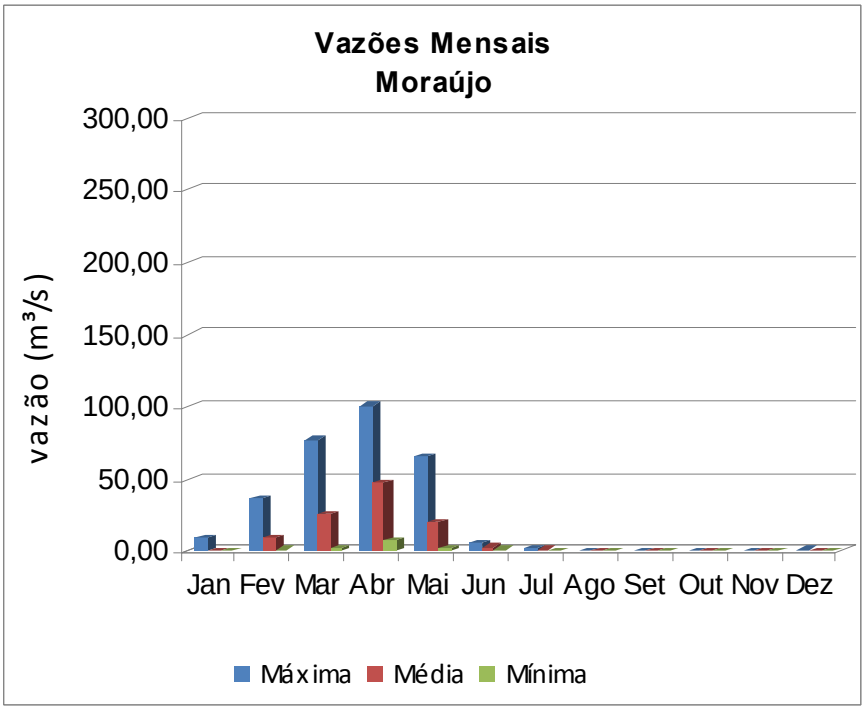


Figura 2.43. Vazões Máximas, Médias e Mínimas no postofluviométrico Moraújo, em Moraújo (código 35125000)

2.11.2. Os dados do PERH (1992)

O PERH (1992) empregou o modelo de simulação hidrológica chuva x deflúvio MODHAC. O estudo baseou-se na geração de series históricas de deflúvios de longa duração para estações fluviométricas e açudes existentes de maior porte (> 10 hm³), e a definição de expressões de regionalização do deflúvio médio, para todo o Ceará.

O MODHAC se fundamenta na simulação de três reservatórios representando os recursos superficiais, subsuperficiais e subterrâneos, através de um balanço de massa a nível diário, sua estrutura é composta por 12 parâmetros, dos quais, pelo menos 7, são parâmetros de calibragem.

O processo de calibragem do MODHAC para as estações fluviométricas realizado pelo PERH foi muito prejudicado devido à má qualidade dos dados fluviométricos, onde somente para uma parcela das estações estudadas, se obteve ajustamentos satisfatórios. Para a Bacia do Coreaú, o PERH apresenta lâminas geradas para 1 estação fluviométrica e 3 açudes, cujos parâmetros estão apresentados nos **Quadro 2.28** e **2.29**.

Quadro 2.28. Síntese dos parâmetros médios anuais para os deflúvios gerados para a estação fluviométrica Granja (cód. 35170000)

Estação	Rio Barrado	Série	Pluviometria (mm)	Deflúvio (mm)	Coef. Esc. (%)
Granja	Coreaú	12/88	1179,4	248,5	21,07

Fonte: PERH (1992)

Quadro 2.29. Síntese dos parâmetros médios anuais para os deflúvios gerados para os açudes Martinópole, Tucunduba e Várzea da Volta

Açude	Rio Barrado*	Série	Pluviometria (mm)	Deflúvio (mm)	CV	Coef. Esc. (%)
Martinópole	Rch. Rima	1913/88	1009,0	292	0,9	28,94
Tucunduba	Tucunduba	1961/88	1122,5	312,5	0,8	27,84
Várzea da Volta	Várzea da Volta	1912/88	1351,7	403,2	0,9	29,83

Fonte: PERH (1992)/ SRH (10/01/2010)*

Ao comparar-se os dados do PERH com os dados efetivamentes medidos, observa-se que os coeficientes de escoamento e lâmina escoada se equivalem para o posto Granja. Entretanto, para os dados gerados pelo PERH para os açudes, observa-se coeficientes de escoamento bem altos – entre 27 e 30% - maiores que nos postos fluviométricos e coeficiente de variação dos deflúvios anuais muito baixos – 0,8 a 0,9

2.11.3. Dados do Eixo da Ibiapaba (1999)

No referido trabalho, foram elaboradas basicamente três etapas para a obtenção das séries de deflúvios da Bacia. A primeira etapa consistiu no preenchimento das séries de vazões das estações fluviométricas existentes através de uma regionalização dos dados, com a utilização de correlações em pares entre as estações, de modo que todos os postos apresentassem séries para o período de 1964 a 1997. A segunda etapa realizou a complementação das séries geradas no PERH(1992), além de gerar novas séries para estações consideradas importantes e

não calibradas no PERH, apresentando séries de vazões para o período de 1912 a 1997. A última etapa concentrou-se em obter séries de vazões afluentes aos principais reservatórios da bacia, fazendo uso da transferência de dados entre as regiões através da relação entre as áreas da estação fluviométrica com maior semelhança hidrológica com a região do reservatório. Para a Bacia do Coreaú, os Estudos do Eixo da Ibiapaba apresentam lâminas geradas para 2 estações fluviométricas e 7 açudes, cujos parâmetros estão apresentados nos **Quadros 2.30** e **2.31**.

Quadro 2.30. Síntese dos parâmetros médios anuais dos deflúvios gerados para as estações fluviométricas de Granja (cód. 35170000) e Moraújo (cód. 35125000)

Estação	Rio Barrado	Série	Pluviometria (mm) - PERH	Deflúvio (mm)	Coef. Esc. (%)
Granja	Coreaú	1912/97	1179,4	278,8	23,64
Moraújo	Coreaú	1912/97	-	278,8	-

Fonte: Elaboração do Diagnóstico, dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba.

Quadro 2.31. Síntese dos parâmetros médios anuais dos deflúvios gerados para os açudes Martinópole, Tucunduba, Várzea da Volta, Itaúna, Diamente, Angicos e Gangorra

Açude	Rio Barrado*	Série	Pluviometria (mm) - PERH	Deflúvio (mm)	CV deflúvios	Coef. Esc. (%)
Martinópole	Rch. Rima	1912/97	1009,0	274,8	1,16	27,23
Tucunduba	Tucunduba	1912/97	1122,5	274,8	1,16	24,48
Várzea da Volta	Várzea da Volta	1912/97	1351,7	274,8	1,16	20,33
Itaúna	Rch. Timonha	1912/97	-	278,9	1,17	-
Diamante	Rch. Bouqueirão	1912/97	1088,3	214,0	1,19	19,67
Angicos	Rch. Gangorra	1912/97	1117	228,0	1,23	20,41
Gangorra	Rch. Juazeiro	1912/97	-	274,8	1,16	-

Fonte: Elaboração do Diagnóstico, dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

Quando se compara os valores gerados no Plano da Ibiapaba com os efetivamente medidos e os gerados pelo PERH, observa-se que, no Plano da Ibiapaba, os valores de Coeficiente de Escoamento se assemelham mais com os medidos. Além do mais, os Coeficientes de Variação (entre 1,16, e 1,23) são mais próximos daqueles normalmente encontrados no Semi-Árido

2.12. Caracterização Socioeconômica

Este item procura oferecer uma visão ampla das condições da sócio-economia da bacia do Coreaú, sempre de forma comparativa entre os municípios da região, no contexto do Ceará e local, quanto aos seguintes pontos: i) uma avaliação da evolução e distribuição da população residente; ii) na esfera econômica dedica-se a uma análise global do comportamento do Produto Interno Bruto (PIB) total e setorial, bem como do PIB per capita e de indicadores de desenvolvimento humano, como o IDH, dentre outros, descendo a uma desagregação dos setores econômicos, objetivando proceder uma caracterização da estrutura produtiva, nos aspectos de emprego e número de empresas; iii) identificação da natureza do setor agropecuário em termos de valor de produção, estrutura fundiária e uso da terra, inclusive, trazendo dados sobre áreas; iv) finalmente, natureza dos indicadores sociais como educação e saúde.

2.12.1. Demografia

O **Quadro 2.32** apresenta a evolução da população rural e urbana na Bacia do Coreaú de 1970 a 2010 (projetada). Quando se analisa sob a ótica do conjunto regional, nota-se que a população total aumentou mais de 48 % entre 1970 a 2000. De um contingente populacional de 460.800 hab. em 1970, passou a apresentar 684.832 hab., segundo dados do censo de 2000 (IBGE).

Segundo projeções do IPECE, a população dos municípios da Bacia do Coreaú deve passar dos 684.832 habitantes (censo demográfico 2000) para 802.341 hab. em 2010 (**Figura 2.44**). Aqueles municípios com elevada TGCA (Taxa Geométrica de Crescimento Anual) e população expressiva devem receber atenção especial, devido aos conseqüentes incrementos de demanda por água, como Jijoca de Jericoacoara e Cruz. Segundo o IPECE, deve crescer o número de municípios com mais de 50.000 hab. dentro da Bacia do Coreaú, passando dos atuais 3 para 6, em contraponto aos municípios de até 50.000 habitantes, que passarão de 21 para 18.

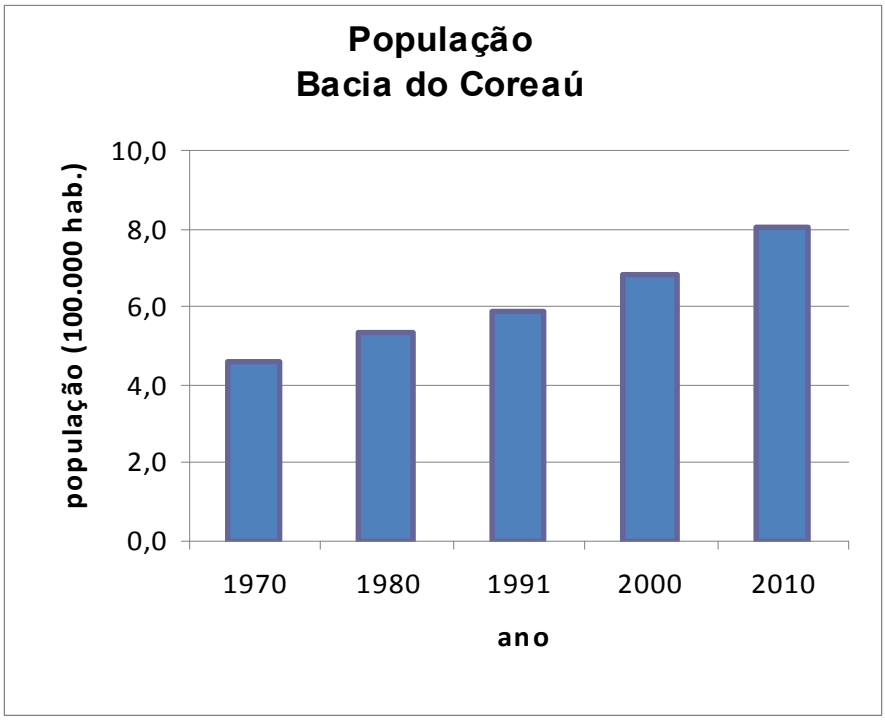


Figura 2.44. Crescimento Populacional na Bacia do Coreaú (1970 a 2010)

Os cinco municípios mais populosos são: Sobral (155.276 habitantes), Tianguá (58.069), Camocin (55.448), Coreaú (48.968) e Granja (48.484), perfazem 53,5% da população da Bacia do Coreaú (366.245), ou seja, mais da metade do total. Destaca-se Sobral, a cidade mais populosa, que apresenta uma densidade demográfica igual a 73,25 hab/km².

Quanto à taxa de urbanização, verificou-se nas últimas décadas um processo semelhante de grandes centros em desenvolvimento, ou seja, além do crescimento populacional da região, verificou-se também um aumento da taxa de urbanização. A **Figura 2.45** apresenta as taxas de urbanização na Bacia do Coreaú.

Quadro 2.32. População residente nos municípios da Bacia do Coreaú nos anos de 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010

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
Moraújo	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

Fonte: PERH (1982)/IPECE(2009)

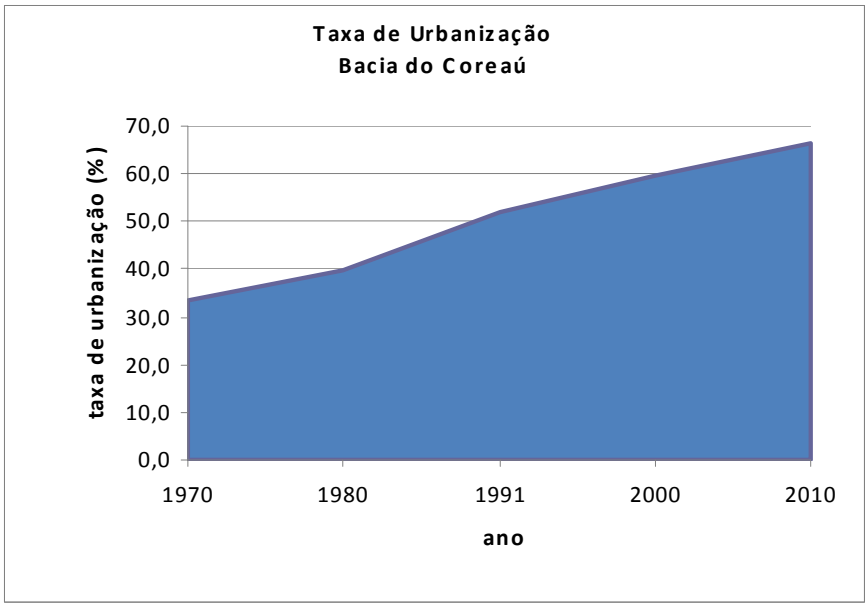


Figura 2.45. Taxa de Urbanização dos Municípios que compõem a Bacia do Coreaú

Um outro aspecto a considerar é a participação da população indígena no total da população. De acordo com o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), esta categoria tem uma pequena presença na região, pois responde por apenas 0,0209% da população da bacia do Coreaú.

2.12.2. Economia

2.12.2.1. Estrutura do PIB na Bacia

O Estado do Ceará vem passando por transformações importantes na sua economia ao longo dos últimos anos, especialmente na área indústria, através de uma política de interiorização das atividades produtivas. A desconcentração econômica da Região Metropolitana de Fortaleza assume contornos fundamentais para modificações na estrutura de renda dos demais municípios cearenses. A agricultura irrigada também é outro vetor que aparece como essencial para fortalecer as economias municipais. Como o governo do Ceará vem propondo um desenvolvimento com sustentabilidade ambiental, os problemas hídricos e de meio ambiente têm sido alvo de várias políticas que, associadas há mudanças nos campos da educação e da saúde, estão, mesmo que lentamente, contribuindo para um novo perfil sócio-econômico do Ceará.

Como a intensificação das políticas de interiorização não é muito antiga, a maioria dos municípios cearenses ainda tem uma economia relativamente frágil. O Anuário Estatístico do Ceará (Ipece, 2009) apresenta os valores dos PIBs municipais da bacia do Coreaú, para o ano de 2006. Observa-se variados padrões setoriais, conforme **Quadro 2.33**.

Quadro 2.33. Dados de PIB total, per capita e setorial Bacia do Coreaú

Município	PIB total a preços de mercado (R$ mil) - 2006	PIB per capita (R$ 1,00)	PIB por setor % 2006		
			Agropecuária	Indústria	Serviços
Acaraú	159.221	3.090	21,68	13,74	64,58
Alcântaras	23.180	2.263	16,86	11,73	71,4
Barroquinha	39.897	2.723	25,7	10,37	63,93
Bela Cruz	79.820	2.650	28,57	8,09	63,34
Camocim	196.513	3.347	17,43	19,52	63,04
Chaval	31.883	2.389	15,36	11,57	73,06
Coreaú	49.353	2.267	10,02	12,15	77,83
Cruz	61.389	2.568	19,43	9,42	71,15
Frecheirinha	35.292	2.633	16,85	11,71	71,44
Granja	98.083	1.828	16,12	11	72,88
Ibiapina	97.906	4.126	49,36	6,84	43,8
Jijoca de Jericoacoara	44.496	2.671	14,5	12,1	73,4
Marco	73.100	3.615	15,09	16,74	68,17
Martinópole	18.169	1.782	10,57	12,22	77,21
Meruoca	28.691	2.391	17	11,45	71,56
Moraújo	21.545	2.828	25,77	9,12	65,11
Morrinhos	46.133	2.557	16,39	10,55	73,06
Mucambo	33.485	2.205	17,95	7,55	74,5
Senador Sá	20.079	3.390	32,8	7,35	59,85
Sobral	1.527.504	8.688	2	41,01	57
Tianguá	292.590	4.274	31,52	9,25	59,23
Ubajara	109.642	3.674	29,01	8,32	62,67
Uruoca	26.272	2.117	17,37	9,88	72,75
Viçosa do Ceará	120.709	2.474	26,55	8,71	64,74

Fonte: Ipece - Anuário Estatístico do Ceará (2009)

O setor agropecuário dos municípios da bacia do Coreaú apresenta um comportamento muito heterogêneo. Há municípios cujo PIB agropecuário tem uma participação no PIB total muito baixa como é o caso de Sobral (apenas 2%), enquanto outros como, por exemplo, Ibiapina e Tianguá, participam com mais de 30%, para uma participação média da bacia de 20,58%. Evidentemente, 2006 não foi um ano seco, o que reforça o papel do PIB agropecuário. Assim, estes dados indicam que as condições hídricas espaciais da bacia devem ser diferenciadas quanto ao seu impacto produtivo. O setor industrial é pouco expressivo para a quase totalidade dos municípios. Os municípios de Sobral e Camocim com 41,01% e 19,52%, respectivamente, de participação do PIB industrial no PIB total são as exceções. Certamente, tais municípios têm uma indústria de destaque na bacia do Coreaú em relação ao tamanho da sua economia. Note que, na média da bacia, o setor industrial participa com 12,10 %, proporções menores do que à do Ceará. O setor serviços resume todo um conjunto de atividades, notadamente o setor de comércio, que se dispersa por todos os municípios, gerando, daí, participações de seus PIB's em proporções bastante elevadas e semelhantes. Uma síntese da estrutura dos PIB's setoriais da bacia do Coreaú sugere que a agropecuária é muito importante para a formação da renda local.

Desempenho Econômico e Social

A condição sócio-econômica da população regional pode ser inferida pelo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), desenvolvido pela ONU. Pela sua constituição, não oferece uma visão mais local de determinada comunidade e não reflete, em curto prazo, os impactos de um grande investimento econômico em uma micro região. As bases de cálculo do IDH, refere-se aos índices educacionais, longevidade e renda. Este índice varia de 0 a 1 e quanto

mais próximo de 1, melhor a situação da população do município. Na região hidrográfca do Coreaú, o IDH está variando de 0,551 em Barroquinha, a 0,699 em Sobral.

Outro indicador importante é o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), desenvolvido e calculado pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (Ipece), que tem como objetivo mensurar os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios cearenses. Utiliza-se um conjunto de trinta indicadores abrangendo quatro grupos, a saber: fisiográfcos, fundiários e agrícolas; demográficos e econômicos; infra-estrutura de apoio e sociais. Em termos de desenvolvimento municipal, o IDM está variando de 19,64 em Alcântaras, para 59,33 em Sobral.

É importante destacar que na região hidrográfica da bacia do Coreaú se verificam sub-regiões, de desenvolvimento mais expressivos, em função dos elementos do **Quadro 2.34** que se aglutinam em Tianguá, Ubajara e Viçosa do Ceará; mais ao litoral, em Camocim e Acaraú; e mais ao sertão, em Sobral.

2.12.2.2. Estrutura Produtiva

Estrutura Empresarial

De acordo com o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), por categoria de tamanho, medido pelo número de empregados, percebe-se no Ceará uma forte concentração nas empresas na faixa de 1 a 4 empregados, que representa 78,16% do total do Estado (**Quadro 2.35**).

Quadro 2.34. Dados de IDH e IDM dos municípios da Bacia do Coreaú

Município	IDH 2000	IDM 2006
Acaraú	0,617	35,77
Alcântaras	0,607	19,64
Barroquinha	0,551	29,16
Bela Cruz	0,595	23,93
Camocim	0,629	45,84
Chaval	0,579	28,53
Coreaú	0,591	24,53
Cruz	0,643	28,02
Frecheirinha	0,605	22,9
Granja	0,554	20,32
Ibiapina	0,646	33,47
Jijoca de Jericoacoara	0,623	25,67
Marco	0,616	31,79
Martinópole	0,583	22,05
Meruoca	0,638	31,6
Moraújo	0,594	23,9
Morrinhos	0,608	25,88
Mucambo	0,629	21,15
Senador Sá	0,6	28,82
Sobral	0,699	59,33
Tianguá	0,64	43,7
Ubajara	0,657	36,19
Uruoca	0,617	23,36
Viçosa do Ceará	0,607	26,76

Fonte: Ipece - Anuário Estatístico do Ceará (2009) - (IDH 2000 e IDM 2006).

Quadro 2.35. Empresas Por Faixa de Pessoal Ocupado (1996) (distribuição percentual)

Discriminação	Total	Zero	1 a 4 Pessoas acup.	5 a 9 Pessoas acup.	10 a 19 Pessoas acup.	20 a 29 Pessoas acup.	30 a 49 Pessoas acup.	50 a 99 Pessoas acup.	100 a 249 Pessoas acup.	250 a 499 Pessoas acup.	500 a 999 Pessoas acup.	1000 ou + Pessoas acup.
Ceará	100	5,67	78,16	7,68	4,08	1,43	1,24	0,85	0,5	0,21	0,11	0,07
Bacia do Coreaú	100	7,28	84,79	3,64	1,57	0,49	0,89	0,39	0,30	0,25	0,34	0,05

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

Na Bacia do Coreaú é 29,45% das empresas cearenses estão na faixa de zero a 49 pessoas ocupadas. Assim, Coreaú conta com uma proporção mais elevada de empresas de maior tamanho, o que não quer dizer que aquela bacia esteja se estruturando de forma significativa. Na verdade, ela conta é com um número pouco expressivo de empresas e com algumas de tamanho superior, o que determina a sua estrutura.

Em resumo, a bacia do Coreaú tem pouca diversificação e conta com algumas poucas empresas de maior tamanho, com maior peso para as empresas de menor dimensão.

Estrutura Setorial

a) Empresas

Em termos setoriais, verifica-se uma grande concentração das atividades econômicas em comércio, que responde por 74,32% das empresas do Estado com CGC. Todavia, sua presença relativa é mais marcante na bacia, cuja participação é de 79,42% (**Quadro 2.36**). Desta forma, a bacia é uma área mais dedicada ao comércio e distribuição do que em produção. O segundo grande setor é a indústria de transformação, cuja participação da bacia é menor do que a do Estado como um todo.

Quadro 2.36. Empresas Por Faixa de Pessoal Ocupado (1996) (distribuição percentual)

Discriminação	Agropecuária	Pesca	Indústria Extrativa	Ind. de Transf.	Construção	Comércio	Alojamento e Alimentação	Transporte e Armazenagem	Serviços Públicos
Bacias do Ceará	1.46	0.07	0.21	13.67	2.54	74.32	4.97	2.27	0.49
Bacia do Coreaú	100	7,28	84,79	3,64	1,57	0,49	0,89	0,39	0,30

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

Também não se deve desprezar a importância do setor "alojamento e alimentação", que é o terceiro no ranque da bacia. Sua importância está associada ao apoio à população que se desloca de um local para outro, com a finalidade de fazer negócios ou na busca de lazer e entretenimento.

b) Pessoal Ocupado

Na distribuição setorial do pessoal ocupado verifica-se algo bem particular: "é grande a participação de pessoas nos serviços públicos" (**Quadro 2.37**). Este fenômeno é de menor expressão relativa no Ceará como um todo e apresenta relação inversa com o nível de

atividade econômica da bacia, com a Bacia do Coreaú apresentando elevados 72,03% do seu pessoal ocupado vinculado aos serviços públicos.

Quadro 2.37. Número de Pessoas Ocupadas em Empresas com CGC por Setores Selecionados (1996) (%).

Discriminação	Agropecuária	Pesca	Indústria Extrativa	Ind. de Transf.	Construção	Comércio	Alojamento e Alimentação	Transporte e Armazenagem	Serviços Públicos
Bacias do Ceará	2.14	0.08	0.31	24.99	6.04	29.55	3.29	5.62	27.98
Bacia do Coreaú	2.04	0.11	0.9	4.81	1.08	17.85	0.79	0.61	72.03

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

O comércio é o segundo setor, em termos de ocupação, representando 17,85% na Bacia do Coreaú. Com isto, percebe-se que o comércio, na região da bacia, apresenta proporção de ocupação menor do que a proporção do número de empresas. Portanto é o setor onde se concentra a maior parte das pequenas e microempresas.

Por Município, há uma certa homogeneidade de importância do comércio e da indústria de transformação. Todavia merece ressaltar a situação de Sobral, onde a participação dos ocupados na indústria de transformação supera a do comércio. Isto é parte do resultado da política de interiorização da indústria, adotada pelo governo estadual.

c) Intermediários Financeiros

Com 14 agências (**Quadro 2.38**) operando na bacia, distribuídas na grande parte dos municípios, parece que o sistema financeiro operando no Ceará encontra condições favoráveis de retorno em alguns municípios destas áreas.

Quadro 2.38. Intermédiários Financeiros 1997

Discriminação	Agências em Operação	Depósitos (R$ 1,00) (A)	Empréstimos (R$ 1,00) (B)	Relação A/B
Sub-Bacia do Coreaú	14	23.328.604	18.756.309	1,24

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

Na Bacia do Coreaú, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), há muitos descompassos entre depósitos e empréstimos, às vezes com relações depósitos/empréstimos muito elevadas como é o caso de Coreaú a mais elevada relação da bacia, com 3,21. Tomando-se o caso de Sobral, uma economia mais equilibrada em termos do padrão estadual, seu coeficiente depósito/empréstimo é de 1,81 para um valor de 1,61 para Ceará.

d) Turismo

O turismo é uma das atividades econômicas que vem ganhando espaço em alguns dos municípios da bacia, principalmente naqueles que oferecem alguns atrativos naturais. Todavia, isto só pode se efetivar se houver oferta de serviços complementares, tais como alojamento e alimentação e transporte. Fazendo esta combinação, apresentam boas condições os de Camocim, Jijoca de Jericoacoara e Tianguá.

2.12.2.3. Agropecuária

Na Bacia do Coreaú, a exemplo da grande maioria dos municípios nordestinos, o setor agropecuário apresenta-se como extremamente frágil e com uma baixa expressão econômica, caracterizado por baixos níveis de quantidade produzida e de valor da produção, principalmente devido à vulnerabilidade que o mesmo oferece às variantes de ordem climática (Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, 2000).

A agricultura contribui com maior importância em termos de valor da produção para a bacia. Os municípios situados na serra da Ibiapaba que contribuem mais para a geração de renda dos produtores rurais, destacando-se nos municípios de Tianguá, Ubajara e Ibiapina, o que demonstra que as condições climáticas favoráveis desta bio-região do Estado e a situação menos desigual da posse da terra contribuem favoravelmente para estes resultados. Vale salientar também que nessas localidades a maior parte da atividade agrícola é ligada à produção de olerícolas, principalmente, tomate, maracujá e cana-de-açúcar.

Por outro lado, sabendo-se que a situação dessa região em termos de desenvolvimento agrícola é respeitável, ao mesmo tempo que a população rural tem expressiva vocação agropecuarista, pode-se visualizar, em conjunto, com as características potenciais dos solos e climáticos favoráveis que, a região da Ibiapaba tem amplas possibilidades para o aumento da produtividade e expansão da atividade agropecuária, o que será levado em consideração para as projeções de ocupação futura na região.

Agricultura

A agricultura dos municípios da área do estudo tem sido duramente castigada, seja pelos problemas climáticos, seja pela carência de apoio creditício, de armazenagem e comercialização, fazendo com que este sub-setor apresente continuamente índices descendentes tanto ao nível de valor da produção como em termos de produtividade.

O processo de ocupação de terra na região, por sua vez, sem qualquer embasamento tecnológico, gera uma dinâmica perversa, na qual a ausência de insumos modernos e de práticas preservacionistas transformam a agricultura de sequeiro em atividades predatórias. O desenvolvimento da atividade agrícola na área de interesse do estudo tem sofrido diversas restrições quanto ao seu processo, tendo em vista o baixo nível tecnológico e baixa capitalização. O uso de insumos modernos, mecanização e assistência técnica são, particularmente, desconsiderados pela maior parte dos agricultores. A tecnologia utilizada nas propriedades é, portanto, bastante rudimentar, carecendo de implementos e técnicas agrícolas modernas. Muito embora isso reflita negativamente em baixos níveis de produtividade, vale ressaltar que os índices de rendimento médio das principais culturas nos municípios situados na serra da Ibiapaba são, na maioria, mais elevados que os obtidos pelo Estado.

No **Quadro 2.39**, pode-se observar que as culturas de cana-de-açúcar e mandioca aparecem como as mais representativas em termos de quantidade produzida. A cana-de-açúcar é uma cultura que merece maior destaque quando comparada com os valores obtidos para o Estado como um todo. A cana-de-açúcar, por sua vez, tem uma importância bastante relevante na atividade agrícola da área de estudo, tendo em vista que contribui significativamente para o valor da produção. Entretanto, essa cultura não é cultivada em toda a extensão da bacia, sendo basicamente explorada nos municípios de Ibiapina e Viçosa do Ceará.

Quadro 2.39. Produção dos principais produtos agrícolas nos municípios da Bacia do Coreaú (2008)

Município	Agricultura Temporária				Agricultura Permanente		
	Cana-de-açucar (ton./ ano)	Feijão (ton./ ano)	Mandioca (ton./ ano)	Milho (ton./ ano)	Banana (ton./ ano)	Cast. de cajú (ton./ ano)	Coco-da-baía (mil frutos)
Acaraú	-	1.435	26100	1198	2432	4067	20812
Alcântaras	2.200	851	1349	887	700	947	16
Barroquinha	-	558	13260	1930	45	238	2309
Bela Cruz	-	849	29000	1674	864	8675	142
Camocim	574	735	15200	1764	148	1280	10039
Chaval	-	302	6000	721	39	353	302
Coreaú	1.050	479	600	874	272	34	25
Cruz	-	741	22000	1037	32	3502	977
Frecheirinha	1.325	525	4560	1050	1176	10	660
Granja	2.665	2.014	10000	4740	130	1528	75
Ibiapina	223.590	786	4400	795	3965	7	660
Jijoca de Jericoacoara	-	306	8920	370	68	1289	1445
Marco	-	486	12325	904	618	2445	210
Martinópole	-	182	280	476	32	803	40
Meruoca	10.800	266	2.420	310	1.170	730	40
Moraújo	1.550	166	1500	344	56	119	25
Morrinhos	-	391	10.200	765	24	2.927	-
Mucambo	1.200	423	3288	736	170	129	112
Senador Sá	-	718	9975	812	45	132	18
Sobral	1.350	4.041	5.500	6.192	1.169	205	2.142
Tianguá	81.795	1.593	17712	2022	11050	95	1760
Ubajara	52.080	639	5760	1064	5070	15	3520
Uruoca	-	504	1.210	890	161	1.505	48
Viçosa do Ceará	143.070	1.750	19440	2270	6565	275	1.056

Fonte: IBGE – Cidades, Produção Agrícola Municipal 2008.

Entre as culturas permanentes destacam- se a produção de côco-da-baía, que ocorre principalmente nos municípios costeiros como Camocim e Acaraú, a banana, que ocorre principalmente nas regiões serranas de Tianguá, Viçosa do Ceará e Ubajara, e a castanha de caju que ocorre de maneira mais dispersa em praticamente toda a região.

Já para a agricultura temporária, observa-se uma certa dispersão, ocorrendo as melhores produções de feijão e milho, nos municípios de Granja e Sobral, enquanto as melhores produções de mandioca ocorrem em Acaraú, Cruz e Bela Cruz. Quanto ao cultivo de cana-de-açúcar, aparece somente em 13 dos 24 municípios estudados, sendo o município de Ibiapina e Viçosa do Ceará grandes produtores segundo o IBGE. Em se tratando da indústria de transformação, tem-se como o grande pólo da bacia os município de Sobral, embora esteja presente nos demais municípios.

Pecuária

De acordo com o **Quadro 2.40**, a pecuária constitui-se numa atividade que se sobressaiu satisfatoriamente na formação da renda da população residente na bacia do Coreaú,

destacando-se os municípios de Granja e Sobral, com os maiores rebanhos dentre os municípios analisados. Esses dados vêm reforçar a vocação do semi-árido para a pecuária de pequeno, médio e grande portes.

Na região, a pecuária se fundamenta principalmente na criação extensiva de bovinos para corte. Os animais de pequeno e médio porte (caprinos, ovinos, suínos) se destinam basicamente à subsistência própria, contrariamente ao rebanho bovino, que é criado nas médias e grandes propriedades e tem uma significativa parcela da produção comercializada.

Quadro 2.40. Dados de pecuária dos municípios da Bacia do Coreaú

Município	Pecuária (cabeças)		
	Bovino	**Caprino**	**Ovino**
Acaraú	6.088	2.225	7.991
Alcântaras	3.079	688	64
Barroquinha	2.732	3.364	4.483
Bela Cruz	6.185	6.385	15.136
Camocim	8.174	5.755	10.821
Chaval	2.614	3.744	1.857
Coreaú	8.891	6.315	8.930
Cruz	3.720	1.438	7.970
Frecheirinha	4.021	2.491	802
Granja	21.239	27.960	15.251
Ibiapina	6.560	2.950	850
Jijoca de Jericoacoara	1.263	1.452	2.615
Marco	9.148	4.592	6.215
Martinópole	2.646	2.756	2.048
Meruoca	1.484	480	63
Moraújo	5.442	4.845	13.152
Morrinhos	6.264	3.620	4.909
Mucambo	3.436	1.305	812
Senador Sá	3.210	2.861	2.312
Sobral	38.986	9.042	29.123
Tianguá	10.296	4.620	1.100
Ubajara	6.200	1.920	750
Uruoca	7.312	7.450	3.486
Viçosa do Ceará	12.213	9.450	3.100
Total	**181.203**	**117.708**	**143.840**

Fonte: IBGE – Cidades, Produção da Pecuária Municipal 2008

Estrutura Fundiária e Uso da Terra

A estrutura fundiária nos municípios da bacia, a exemplo daquela vigente no país, particularmente no Nordeste, apresenta grandes distorções, tanto no que diz respeito à distribuição quanto ao uso da terra, onde um grande número de minifúndios contrasta com poucos imóveis que ostentam grandes dimensões de terras sub-utilizadas, constituindo isso um obstáculo ao aproveitamento racional dos recursos aí disponíveis e, conseqüentemente, ao desenvolvimento sócio-econômico da região.

A estrutura fundiária da região, retratada no **Quadro 2.41**, comprova uma característica bastante peculiar e tradicional da região nordestina: as menores propriedades, em número elevado, ocupando um baixo percentual da área total, contrastando com o pequeno número de grandes propriedades, que ocupam a maior parte da área. Este quadro é comprovado pelos

valores obtidos no conjunto dos municípios da bacia, que indicam um percentual de 32,80 % do número de propriedades tendo menos de 10 ha, correspondente a 2,0 % da área total.

Quadro 2.41. Estrutura Fundiária

Discriminação	Total		0 a 5 ha.		5 a 10 ha.		10 a 50 ha.	
	Estabel.	Área (ha.)	Estabel.	Área (ha.)	Estabel.	Área (ha.)	Estabel.	Área (ha.)
Bacia do Coreaú	6.391	472.840	1299	3387	797	6045	2451	63514

Fonte: Ipece - Anuário Estatístico do Ceará 2009 (PIB setorial 2006, IDH 2000 e IDM 2006).

É importante salientar que a estrutura fundiária vigente constitui um dos fatores responsáveis pela precariedade das condições de vida da população, caracterizado por um baixo índice de escolaridade e elevadas taxas de analfabetismo, e pode ser considerado como elemento impulsionador para a migração da população rural.

Irrigação

O **Quadro 2.42** apresenta as demandas hídricas de irrigação relativas ao perímetro irrigado da Bacia do Coreaú, atualmente em operação (PLANERH, 2005).

Quadro 2.42. Perímetros de Irrigação em operação na Bacia do Coreaú

Região Hidrográfica	Perímentros de Irrigação	Área (ha)	Demanda (hm^3/ano)
Coreaú	Tucunduba - 1ª Etapa	75	1,350
Estado do Ceará		**40.481**	**728,658**

Fonte: PLANERH (2005)

O **Quadro 2.43** apresenta a síntese das áreas privadas de irrigação em operação na Bacia, para o ano 2000.

Quadro 2.43. Áreas de irrigação privadas em operação na Bacia do Coreaú, para o ano 2000.

Região Hidrográfica	Área (ha)	Demanda (hm^3/ano)
Coreaú	97	1,358
Estado do Ceará	**18.537**	**184,338**

Fonte: PLANERH (2005)
(1) - Balanço Concentrado

O **Quadro 2.44** apresenta as demandas de irrigação dos perímetros e áreas privadas de forma agregada, por região hidrográfica do Estado do Ceará.

Quadro 2.44. Demandas de irrigação públicas e privadas para a Bacia do Coreaú, ano 2000

Região Hidrográfica	Área (ha)	Demanda (hm^3/ano)	Demanda (m^3/s)	% da Demanda de Irrigação em Relação ao Estado
Coreaú	172	2,7	0,086	0,30
Estado do Ceará	**59.018**	**912,9**	**28,951**	**100,00**

Fonte: PLANERH (2005).

A bacia do Coreaú conta com uma área irrigada de apenas 172 ha, concentrando menos de 1% do total da demanda de irrigação do Estado.

2.12.3. Aspectos Sociais

2.12.3.1. Educação

A educação desempenha um papel fundamental para o crescimento econômico de uma região, pois possibilita o aumento da produtividade dos indivíduos nas atividades produtivas. Além disto, a atração de empresas com maior conteúdo tecnológico só acontecerá se a região for capaz de prover mão-de-obra com um nível de qualificação condizente com o tipo de empresa que se busca atrair. Ademais, a educação possui uma correlação estreita com a qualidade de vida de uma população, à medida em que pessoas mais educadas têm acesso a empregos com melhor remuneração, bem como possuem condições de participar de forma mais dinâmica da vida em sociedade. Neste contexto, torna-se assaz relevante fazer uma avaliação do sistema das três bacias hidrográficas cearenses em estudo.

Primeiramente, na tentativa de traçar um perfil geral do nível educacional da população, apresenta-se o **Quadro 2.45**. De acordo com este quadro, pode-se perceber que a média de anos de estudo das pessoas com mais de 4 anos de idade para o Estado do Ceará é relativamente baixa, apenas 5,15 anos. No que diz respeito à bacia em estudo o quadro é ainda mais grave. Na bacia do Coreaú a população tem em média apenas 3,79 anos de estudo.

Quadro 2.45. Média de Anos de Estudos das Pessoas Com 4 anos ou Mais

Discriminação	Total
Estado do Ceará	3,79
Bacia do Coreaú	5,15

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

No caso dos municípios que compõem esta bacia, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), apenas o município de Sobral apresenta um indicador maior que a média cearense, 5,37 anos de estudo para a sua população total (maior que 4 anos). O destaque negativo fica com o município de Barroquinha, com uma média de anos de apenas 3,14 anos de estudo, bem abaixo da média do Estado.

No que diz respeito à proporção da população com 4 anos ou mais sem instrução ou com menos de 1 ano de estudo, pode-se perceber com a ajuda do **Quadro 2.46**, adiante, a situação das bacias em destaque é pior que a média cearense, que é fortemente influenciada pela Região Metropolitana de Fortaleza. Enquanto 34,15% da população cearense não possui qualquer instrução, na Bacia do Coreaú a proporção chega a 52,56%.

Quadro 2.46. Proporção da População com 4 anos ou Mais sem Instrução (1996)

Discriminação	Total
Estado do Ceará	34,15
Bacia do Coreaú	52,56

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

Conforme o **Quadro 2.47**, a seguir, percebe-se que a taxa de aprovação do ensino fundamental na bacia é um pouco mais baixa que a média cearense. A taxa de evasão é praticamente a mesma para a bacia e para o Estado, com pouca variação a nível municipal em torno dessas médias. Já a taxa de repetência é maior que a média cearense.

Quadro 2.47. Principais Indicadores Educacionais (%) Por Nível De Ensino (1997)

Discriminação	Ensino Fundamental			Ensino Médio		
	Taxa de Aprovação	Taxa de Evasão	Taxa de Repetência	Taxa de aprovação	Taxa de Evasão	Taxa de Repetência
Bacias do Ceará	61,96	11,29	13,19	63,45	14,09	6,00
Bacia do Coreaú	45,30	11,00	16,18	55,43	12,28	7,30

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

No que se refere ao ensino médio, a situação é bastante similar ao ensino fundamental, com a relevante exceção de que as suas taxas de repetência são, em média, significativamente menores.

2.12.3.2. Saúde

A saúde é um dos ítens mais discutidos em todo o mundo, sobretudo em países que ainda não dirimiram uma série de doenças transmissíveis graves. Neste contexto, na Bacia do Coreaú, as ações municipais através de suas secretarias de saúde devem ser mais fortes, pois, necessitam cobrir toda a demanda existente nos municípios.

Conforme indica o **Quadro 2.48**, todos os municípios trabalham vinculados ao Sistema Único de Saúde – SUS. A rede de saúde estadual faz-se presente, porém, de maneira bem discreta. Já a rede federal é quase inexistente, com um total de três redes; sendo uma em Camocim e duas em Barroquinha. A ação da rede privada é mais forte que a rede estadual, com uma ampla maioria.

Quadro 2.48. Unidades de Saúde Ligadas ao SUS Por Tipo de Prestador (1997)

Discriminação	Total Geral	Rede Pública				Rede Privada
		Federal	Estadual	Municipal	Total	
Bacia do Coreaú	124	3	31	61	95	29

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

Evidentemente, muito há que ser feito em termos de políticas de saúde, haja vista alguns indicadores de saúde, como por exemplo, mortalidade infantil, leitos por mil habitantes, consultas por mil habitantes. Observa-se a baixa qualidade da saúde da população em geral, conforme indica o **Quadro 2.49**.

Quadro 2.49. Indicadores de Saúde Selecionados (1997)

Discriminação	Atendimento Médico		Atendimento Odontológico por 1000 hab.	Taxa de Mortalidade Infantil por 1000 nv.[(a)]	Leitos por 1000 hab.	Unidades de Saúde por 1000 hab.
	Consultas por hab.	Procedimentos por 1000 hab.				
Bacias do Ceará	1.993,93	107,53	761,84	39,64	2,47	0,35
Bacia do Coreaú	1.244,76	41,25	472,15	-	1,60	0,42

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

2.12.4. Infra-Estrutura

2.12.4.1. Abastecimento de Água e Saneamento

Segundo dados do ano de 2007 (**Quadro 2.50**), na Bacia do Coreaú, o percentual de domicílios atendidos pela rede de abastecimento de água varia de 61,69 % em Granja, a 98,30 % em Camocim, atingindo o percentual de cerca de 89 % para toda a região. Já o número de domicílios servidos por rede de coleta de esgotos é preocupante. Dos 24 municípios que compõem a bacia, 12 não dispõem de nenhum tipo de rede de esgoto, com o restante dos municípios atingindo valores de taxa de cobertura entre 5,78 % (Marco) e 37,99 % (Uruoca), abrangendo somente cerca de 16% da população total da região.

Quadro 2.50. Porcentagem de domicílios com abastecimento de água e porcentagem de domicílios com esgotamento sanitário da Bacia do Coreaú em 2007

Município	Taxa de cobertura urbana (%)	
	Abastecimento de água	Esgotamento sanitário
Acaraú	90,84	24,92
Alcântaras	85,88	0,00
Barroquinha	85,35	17,41
Bela Cruz	96,00	0,00
Camocim	98,30	37,28
Chaval	80,66	0,00
Coreaú	88,47	5,96
Cruz	81,52	0,00
Frecheirinha	92,29	0,00
Granja	61,96	0,00
Ibiapina	86,94	0,00
Jijoca de Jericoacoara	94,93	6,79
Marco	89,07	5,78
Martinópole	92,81	0,00
Meruoca	91,77	11,72
Moraújo	89,80	0,00
Morrinhos	82,49	0,00
Mucambo	88,07	0,00
Senador Sá	87,23	17,38
Sobral	96,25	26,57
Tianguá	98,10	18,92
Ubajara	97,61	6,61
Uruoca	95,62	37,99
Viçosa do Ceará	87,93	0,00

Fonte: Pacto das Águas (2009)

Quanto ao abastecimento das comunidades rurais e até distritais, os dados disponíveis são do Projeto São José, conforme o **Quadro 2.51**, que mostra a construção e instalação de 122 sistemas de abastecimento, com ligações domiciliares ou com chafarizes, que atendem a 9.597 famílias, agrupadas em núcleos urbanos que variam de 22 a 155 famílias. Estas ações são executadas pela Sohidra e pela Cagece com contrapartida de 10% da comunidade e estão sendo administradas de diversas formas.

Quadro 2.51. Obras de abastecimento do projeto São José nos municípios da Bacia do Coreaú no período de 2000 a 2009

Município	Nº de obras	Nº de famílias atendidas
Acaraú	12	598
Alcântaras	4	354
Bela Cruz	4	399
Camocim	11	920
Chaval	1	321
Coreaú	3	190
Cruz	7	558
Jijoca de Jericoacoara	1	114
Marco	21	1202
Martinópole	2	70
Moraújo	4	281
Mucambo	3	283
Senador Sá	2	75
Tianguá	17	1520
Ubajara	14	1391
Uruoca	1	53
Viçosa do Ceará	15	1268
Total	**122**	**9597**

2.12.4.2. Transportes

Quanto aos transportes, percebe-se que a bacia dispõe basicamente das modalidades rodoviário, ferroviário e aéreo. O modal hidroviário restringe-se aos municípios litorâneos, mas são precários e de pequena expressão.

No tocante ao transporte ferroviário, apenas os municípios que estão no trecho da RFFESA, que liga Fortaleza a Sobral, com destino a Crateús e extendendo-se na direção do Piauí, contam com tal serviço.

Quanto ao transporte rodoviário, prevalecem as rodovias federais, que ligam o Ceará à região Norte do País, e as estaduais. Esta é a principal modalidade de transporte que promove a integração entre os diversos municípios da bacia.

2.12.4.3. Energia Elétrica

O consumo de energia elétrica é um dos indicadores ainda utilizados para caracterizar o nível de desenvolvimento de uma região. No caso em estudo, no que diz respeito ao número de usuários, a maior parcela é de consumidores residenciais, que corresponde a 81,11% (**Quadro 2.52**). O maior número de consumidores está em Sobral, Camocim e Tianguá.

Quadro 2.52. Consumidores de energia elétrica (1997) – distribuição percentual

Discriminação	Total	Residencia	Industrial	Comercial	Rural	Pública	Própria
Bacia do Acaraú	100,00	81,11	0,33	8,47	8,08	1,98	0,04

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

3. AVALIAÇÃO DOS AQÜÍFEROS - ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ESTUDOS ANTERIORES

3. AVALIAÇÃO DOS AQÜÍFEROS - ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE ESTUDOS ANTERIORES

3.1. Reservas, Recursos e Disponibilidade de Águas Subterrâneas

3.1.1. Embasamento teórico

A precipitação pluviométrica, tipo de aqüífero, espessura saturada do aqüífero, transmissividade, gradiente hidráulico, condutividade hidráulica e qualidade da água, dentre outros, influenciam no cálculo de reservas das águas subterrâneas.

O dimensionamento das reservas hídricas subterrâneas é importante para um projeto de planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos. O planejamento deve considerar o uso integrado das reservas, recursos e disponibilidades de água, associados caracterização socioeconômica da área, qualidade hídrica, ocupação do meio físico, uso e proteção (CAVALCANTE, 1998).

As reservas podem ser avaliadas segundo um ponto de vista natural ou utilitário. Tradicionalmente, elas são classificadas como renováveis (dinâmicas ou reguladoras) e não renováveis (permanentes ou geológicas), sendo as reservas totais a resultante da somatória das duas.

3.1.1.1. Reservas Renováveis (Rr)

São representadas pelo volume hídrico armazenado entre os níveis de flutuação máximo e mínimo dos aqüíferos livres, que participa do ciclo hidrológico em uma escala de tempo anual, interanual ou sazonal estando, desta forma, em constante movimento. Dentre as maneiras de se realizar o cálculo destas reservas, cita-se (CAVALCANTE, 1998):

1º) Cálculo da Vazão de Escoamento Natural (VEN): sob condições de equilíbrio natural representa a recarga anual efetiva do sistema aqüífero, expressa por **VEN = T.i.L**, onde T = transmissividade hidráulica (L2T-1), i = gradiente hidráulico e L= comprimento da frente de escoamento (L).

   Este método é recomendado e empregado no cálculo das reservas hídricas subterrâneas com a utilização de mapas potenciométricos e testes de bombeamento.

2º) Hidrograma de Escoamento Superficial: os cálculos são realizados a partir das curvas de recessão, no trecho correspondente à restituição do excesso infiltrado no meio poroso. A restituição das reservas hídricas somente inicia-se quando toda a água superficial é escoada, ou seja, no período de estiagem (COSTA, 1997).

3º) Método Volumétrico: tem por base a oscilação (Δh) do nível estático nos aqüíferos livres, sendo expressa por **Rr = A. Δh. Δe**, onde **A** = área de ocorrência do aqüífero (L2), **Δh** = variação do nível estático (L) e, **η**e = porosidade efetiva (adimensional) para aqüíferos livres ou **S =** Coeficiente de armazenamento para aqüíferos confinados a semi-confinados. Este será o método utilizado no decorrer do desenvolvimento do projeto.

3.1.1.2. Reservas Permanentes (Rp)

Elas representam o volume de água subterrânea que participa do ciclo hidrológico em uma escala de tempo plurianual, centenária ou milenar, correspondendo aos volumes estocados abaixo do limite inferior de flutuação sazonal do nível de saturação dos aqüíferos livres ou dos níveis potenciométricos dos aqüíferos confinados (CAVALCANTE, 1998).

As reservas permanentes são calculadas pelo método volumétrico utilizando-se: **Rp = A. ho. ηe**, onde **A** = área de ocorrência do sistema aqüífero (L2), ho = espessura saturada (L), **e ηe** = porosidade efetiva (adimensional) no caso de sistema livre. No caso do sistema aqüífero confinado, as reservas permanentes são calculadas pela somatória de **Rp = A. ho. ηe** mais o volume armazenado sob pressão dado pela equação **Rp =A**. ho. S, onde **S =** coeficiente de armazenamento.

3.1.1.3. Recursos explotáveis (Re) ou Potencialidade Aqüífera (P)

Os recursos explotáveis de água subterrânea representam os volumes que podem ser utilizados das reservas naturais, em função das reservas renováveis (reguladoras) ou dos meios técnico-financeiros de que se disponha, ou seja, da variável de decisão que leva em consideração outros objetivos e fatores limitantes, a exemplo da taxa de renovabilidade natural (CAVALCANTE, op. Cit.).

Em princípio, para que não haja comprometimento do aqüífero, é recomendável a explotação do volume correspondente à recarga, ou seja, a reserva reguladora do aqüífero sem provocar qualquer depleção nas reservas permanentes. Porém, dentro de uma visão sistêmica, o uso depende fundamentalmente do conhecimento técnico das reservas, com monitoramento em tempo real, integrado a evolução da demanda.

COSTA (1997) define recursos explotáveis (reservas explotáveis) como sendo “aqueles que estão disponíveis sem que haja comprometimento do aqüífero nem do meio ambiente”, associando-os com as disponibilidades hídricas do sistema aqüífero, resultando no dimensionamento da potencialidade aqüífera. Admite, ainda, que sem prejuízo para o aqüífero, se possa explotar toda a reserva renovável (Rr) e mais uma parcela da reserva permanente (Rp), que representem no período de 50 anos um valor de 30% das reservas. Assim, os recursos explotáveis, ou potencialidade aqüífera são definidos como sendo: **P = Rr + (i . Rp)**, onde **P** – Potencialidade aqüífera, **Rr** – Reserva renovável, **i** – Percentual da reserva permanente a ser utilizado (%) (0,006) e, **Rp** – Reserva permanente.

3.1.1.4. Disponibilidade

Além da utilização de termos como “reservas” e “potencialidades” aqüíferas, o termo denominado de “disponibilidade” vem sendo empregado comumente nos trabalhos sobre planejamento e gestão das águas subterrâneas.

A disponibilidade refere-se ao volume que pode ser explotado sem risco de exaustão do sistema aqüífero (COSTA, op.cit.), podendo ser subdividida nos seguintes tipos: (a) disponibilidade potencial do aqüífero; (b) disponibilidade instalada (efetiva) dos poços, e; (c) disponibilidade instalável dos poços.

O termo “Disponibilidade Potencial do Aqüífero” é sinônimo de “Recursos Explotáveis”, a “Disponibilidade Instalada (Efetiva) dos Poços“ corresponde ao volume de água subterrânea que pode ser captado a partir das obras instaladas, adotando-se a vazão máxima permissível de cada poço em regime de bombeamento contínuo, e a “Disponibilidade Instalável dos Poços” representa o volume de água subterrânea que poderá ser bombeado pelos poços paralisados, passíveis de entrarem em funcionamento.

3.1.2. Os Sistemas Hidrogeológicos

Na Bacia do Coreaú os sistemas hidrogeológicos ocupam diferentes áreas conforme consta no **Quadro 3.1** com destaque para o Cristalino que ocupa 5.107,1 km² (47,9 %), ressaltando-se a ocorrência do Domínio Barreiras em 2.966,5 km2 (27,8%).

A precipitação pluviométrica média anual nesta bacia é de 1.101 mm, oscilando anualmente de 826 mm (Jijoca de Jericoacoara) a 1.483 mm (Ubajara), com a média sendo obtida dos dados de 16 municípios, em uma série de dados de 20 anos (FUNCEME in INESP, 2009). Isto significa que, sobre a área da Bacia de Coreaú (10.657 km²) precipita um volume hídrico de 11,7 x 109 m³ ao ano e, a depender dos coeficientes de infiltração e da porosidade efetiva de cada sistema hidrogeológico, a recarga será efetiva e diferenciada. Porém, deve ser ressaltado que o Sistema Cristalino (Fissural) não pode ser generalizado como aqüífero, tendo em vista seu comportamento anisotrópico e heterogêneo, possuindo permeabilidade e porosidade primárias praticamente nulas.

Quadro 3.1. Área de ocorrência dos sistemas hidrogeológicos na Bacia do Coreaú– CE

Sistema	Bacia do Coreaú (km²)
Aluvião	287,4
Dunas/Paleodunas	243,1
Coberturas Indiferenciadas	245,5
Barreiras	2.966,5
Serra Grande	639,4
Jaibaras	156,9
Ubajara	1.010,1
Cristalino	5.107,1
TOTAL	**10.657**

Fonte: CEARÁ, 1992

Os parâmetros hidrodinâmicos foram obtidos do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992 in COGERH, 2000) (**Quadro 3.2**), onde se observam valores mais elevados para o Sistema Dunas/Paleodunas, reflexo da boa seleção granulométrica, arredondamento e esfericidade, além de significantes espessuras saturadas.

Quadro 3.2. Parâmetros hidrogeológicos dos sistemas hidrogeológicos na Bacia do Coreaú - CE

Sistema Hidrogeológico	Parâmetros		
	T (m^2/s)	K (m/s)	U
Aluvionar	5,0 x 10-4	1,0 x 10-4	10-1
Dunas	2,0 x 10-1	2,0 x 10-4	10-1
Barreiras	2,0 x 10-3	4,0 x 10-5	1,0-2
Serra Grande	1,0 x 10-4	1,0 x 10-6	5,0 x 10-4
Cristalino	-	1,0 x 10-7	4,0 x 10-3
Aluvionar	5,0 x 10-4	1,0 x 10-4	10-1
Dunas	2,0 x 10-1	2,0 x 10-4	10-1

Fonte: PERH (CEARÁ, 1992)

LEGENDA:
T – Coeficiente de Transmissividade
K – Coeficiente de condutividade hidráulica;
U – Coeficiente de restituição

3.1.3. As reservas hídricas subterrâneas

As reservas permanentes e explotáveis de águas subterrâneas foram calculadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PERH (CEARÁ, op. cit.) (**Quadro 3.3**). As explotáveis (Re) foram dimensionadas em função das características físicas de cada sistema, representando somente uma parcela (10 a 25%) do volume hídrico total existente, de modo a não impactar os aqüíferos com a retirada desta água.

Quadro 3.3. Reservas de águas subterrâneas por sistema hidrogeológico da Bacia do Coreaú - CE

Sistema Hidrogeológico	Reservas hídricas (x 10^6)	
	R_p (m^3)	R_e (m^3/ano)
Aluviões	78,3	19,5
Dunas	191,4	47,8
Coberturas	137,7	20,6
Barreiras	1.203,8	180,6
Serra Grande	20,5	2,0
Jaibaras	42,6	4,3
Ubajara	250,6	25,0
Cristalino	-	9,2
TOTAL	**1.924,9**	**309,0**

Fonte: PERH (CEARÁ, 1992)

LEGENDA:
Rp – Reservas permanentes
Re – Reservas explotáveis

As reservas permanentes do Sistema Barreiras destacam-se com 1,2 bilhões de m^3 e, destas, 180,6 milhões de m^3/ano (15%) representam as reservas explotáveis, sobressaindo-se em relação aos demais domínios porosos clásticos em função, particularmente, da área ocupada na bacia.'

Deve ser ressaltado que, em função do caráter anisotrópico e heterogêneo do meio cristalino (Complexos Igneo e Metamórfico) não foram calculadas as reservas permanentes para este contexto, sendo estimado um valor para as reservas explotáveis.

3.1.4. Disponibilidades de águas subterrâneas

3.1.4.1. Disponibilidade Efetiva

Os dados de disponibilidade efetiva de água subterrânea para a bacia são derivados daqueles existentes no "Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH" (CEARÁ, 1992) (**Quadro 3.4**) e no projeto "Elaboração do Diagnóstico dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eix'o de Integração da Ibiapaba" (COGERH, 2000) (**Quadro 3.5**), ressaltando-se que, neste, para a os dados de disponibilidade utilizados foi adotada a vazão média de 1,7 m³/h para os poços do Domínio Cristalino (Fissural) de acordo com ov valores encontrados por Möbus et al, 1998 (in COGERH, op. Cit.).

Quadro 3.4. Disponibilidade efetiva de águas subterrâneas da Bacia do Coreaú, CE

Município	Nº de Poços				Disponibilidade efetiva por domínio hidrogeológico (m³/h)		Disponibilidade Total (m³/h)	Nº de Poços	
	Cristalino		Poroso		Cristalino	Poroso			
	C/Q	S/Q	C/Q	S/Q				C/Q	S/Q
Alcântaras	6	2	5	-	9,0	18,2	27,2	11	2
Barroquinha	-	2	3	12	---	26,6	26,6	03	14
Chaval	4	1	-	-	1,8	-	1,8	4	1
Coreaú	18	2	18	1	73,5	131,2	204,7	36	3
Frecheirinha	-	-	11	2	-	78,6	78,6	11	2
Granja	20	2	1	-	49,4	8,0	57,4	21	2
Alcântaras	6	2	5	-	9,0	18,2	27,2	11	2
Barroquinha	-	2	3	12	---	26,6	26,6	03	14
Chaval	4	1	-	-	1,8	-	1,8	4	1
Coreaú	18	2	18	1	73,5	131,2	204,7	36	3
Frecheirinha	-	-	11	2	-	78,6	78,6	11	2
Granja	20	2	1	-	49,4	8,0	57,4	21	2
Marco	9	1	4	-	33,8	66,6	100,4	13	1
Martinópole	5	-	10	1	23,3	44,5	67,8	15	1
Moraújo	15	1	-	-	38,0	-	38,0	15	1
Mucambo	16	5	-	-	46,0	-	46,0	16	5
Senador Sá	8	4	1	-	23,1	4,0	27,1	9	4
Tianguá	-	-	50	2	-	150,0	150,0	50	2
Ubajara	2	-	34	1	7,3	138,0	145,3	36	1
Uruoca	7	3	-	-	20,7	-	20,7	7	3
Viçosa do Ceará	2	-	23	1	2,4	70,6	73,0	25	1
TOTAL	**112**	**23**	**160**	**20**	**328,3**	**736,3**	**1.064,6**	**272**	**43**

Fonte: CEARÁ, 1992.

LEGENDA:
C/Q – Com Vazão
S/Q – Sem Vazão

Quadro 3.5. Disponibilidade efetiva de águas subterrâneas na Bacia do Coreaú - CE (Dados de poços tubulares da CPRM, 1999)

Município	N^0 Poços*		N^0 de Poços Privados		N^0 de Poços Públicos		Q_m dos Poços (m^3/h)	Disponibilidade Efetiva (m^3/h)**	
	Cristalino	Poroso	Em Uso	Desativados	Em Uso	Desativados	Poroso	Instalada	Instalável
Alcântaras	31	-	2	2	17	10	-	32,3	17,0
Barroquinha	-	38	-	-	13	25	3,0	94,9	160,6
Camocim	1	65	21	16	15	14	5,0	248,2	160,6
Chaval	6	-	-	-	-	6	-	-	5,1
Coreaú	61	-	19	6	16	20	-	59,5	30,6
Frecheirinha	36	-	11	2	18	5	-	42,5	10,2
Granja	43	1	12	5	11	16	-	28,9	30,6
Jijoca de Jericoacoara	-	26	9	6	2	9	7,5	80,3	80,3
Martinópole	41	-	3	9	13	16	-	17,0	30,6
Moraújo	27	-	7	6	9	5	-	27,2	10,2
Mucambo	11	6	2	1	10	4	-	10,2	8,5
Senador Sá	25	-	4	3	4	14	-	6,8	17,0
Tianguá	4	66	13	16	19	24	3,0	120,4	119,3
Ubajara	13	36	3	2	22	22	-	60,9	90,1
Uruoca	40	2	10	16	10	6	-	27,2	22,1
Viçosa do Ceará	19	42	11	-	28	22	5,0	102,5	75,5
TOTAL	**358**	**282**	**127**	**87**	**207**	**218**	**-**	**958,8**	**868,3**

Fonte: CPRM, 1999.

LEGENDA: Qm – Vazão média ** COGERH, 2000; * CPRM, 1999

Desta forma, tem-se uma disponibilidade efetiva instalada de 958,8 m³/h (COGERH, 2000) e foi considerada uma taxa de bombeamento de 12h/dia, resultando em um volume hídrico na Bacia do Coreaú de 4,2 milhões de m³/ano, que somada a instalável (3,80 milhões de m³/ano) resulta em uma disponibilidade efetiva total 1.827,1 m³/h, ou seja, 8 milhões de m³/ano.

Observa-se que no PERH (CEARÁ, 1992) foram realizados cálculos estimativos para a disponibilidade efetiva total de água subterrânea na Bacia do Coreaú, onde se considerou diferentes médias para os domínios hidrogeológicos para cada unidade municipal, resultando em um volume de 1.064,6 m³/h. Ressalta-se que o cadastro de poços para o desenvolvimento do PERH foi realizado até 1989.

Ainda, observa-se que na avaliação realizada no ano 2000 (COGERH, 2000), a disponibilidade efetiva total de 1.827,1 m³/h, reflete um volume hídrico de 762,5 m³/h (71,6%) acima da disponibilidade hídrica total exposta no PERHCE (CEARÁ, 1992).

Ainda mais, ressaltando-se que os recursos explotáveis calculados no PERH (CEARÁ, 1992) foram de 309 milhões de m³/ano, observa-se que no ano 2000 o volume máximo captado pelos poços tubulares (1.827,1 m³/h ou 8 milhões de m³/ano) representava somente 2,58 % destes recursos.

No Projeto "Pacto das Águas" (INESP, 2009), CORDEIRO et al. (1999) através da utilização de 691 poços bombeando 8 horas/dia, ressaltam que a disponibilidade instalada na Bacia do Coreaú é de 9,27 milhões de m³/ano, sendo 5 milhões de m³/ano para o Domínio Poroso

Clástico (301 poços), Cárstico (29 poços) de 0,55 milhões de m³/ano, Aluvionar (43 poços) de 0,74 milhões de m³/ano e de 2,98 milhões de m³/ano para o Domínio Fissural (318 poços).

O fluxo da água subterrânea se processa lentamente e os tempos de residência destas águas nos aqüíferos são da ordem de dezenas de anos e, em alguns casos, se atinge a centenas e, até mesmo, milhares de anos, o que permite dizer que esta água pode ser um recurso mineral esgotável à escala da vida humana. Assim, o conceito de esgotabilidade do recurso hídrico está intrinsicamente a renovabilidade, ou seja, a velocidade de recarga hídrica subterrânea.

Assim, é recomendável que o planejamento de utilização dos aqüíferos considere os potenciais de renovabilidade, a integração com o meio hidro-ambiental, a capacidade de regeneração das águas servidas que retornam ao manancial em apreço e, principalmente, o limite de intervenção humana que não deve ultrapassar o aceitável pelas condições inerentes ao meio local.

3.2. Qualidade das Águas Subterrâneas

O planejamento dos recursos hídricos deve considerar o uso integrado das reservas, recursos e disponibilidades de água, associados a qualidade hídrica, ocupação do meio físico, uso e proteção. O monitoramento dos corpos hídricos é fundamental para o discernimento de qualquer situação no decorrer de planejamento e gestão das águas (CAVALCANTE, 1998).

A saúde das pessoas está diretamente associada à qualidade da água consumida e a ONU (Agenda 21, 1992) ressalta que 80% das doenças dos países em desenvolvimento são veiculadas através de água contaminada. Daí ser extremamente importante o conhecimento da qualidade das águas de uma região através de análises físico-químicas e bacterilógicas, que se constitui num mecanismo para caracterizá-las quanto à composição, potabilidade e direcionamento de usos.

A ausência de saneamento básico compromete a qualidade natural das águas subterrâneas, sendo comum atualmente se diagnosticar o íon nitrato acima dos limites permissíveis pela Portaria N0 518 de 25 de março de 2004 (10 mg/L N-NO3 = 45 mg/L NO3), principalmente nos aqüíferos freáticos, muito comum na Bacia do Acaráu e, particularmente, em sua faixa costeira. Isto é extremamente preocupante, a partir do conhecimento dos problemas causados por este elemento para a população infantil inferior a 90 dias de vida advindos da metahemoglobinemia (doença azul), potencialmente fatal para crianças desta faixa etária.

A ausência de saneamento básico leva a população a utilizar-se de fossas sépticas, que em função da oscilação sazonal do nível freático podem transformar-se em fossas negras. Neste caso, a função depuradora do sistema aqüífero passa a ser mínima, ou sequer existir. Para áreas que possuem um nível estático raso (freático), as águas subterrâneas podem sofrer os impactos desta carga poluente.

Outra fonte potencial de poluição das águas subterrâneas são os aterros sanitários, na grande maioria das vezes sendo simplesmente lixões. O chorume oriundo dos mesmos migra para águas superficiais e subterrâneas e, no geral, as águas captadas pelas comunidades periféricas encontram-se poluídas (CAVALCANTE, 1998). Existe o risco efetivo de poluição das águas pelo chorume oriundos de lixões e aterros sanitários e faltam, no geral, estudos técnicos específicos para avaliar os impactos poluidores. À medida que ocorre o desenvolvimento e a urbanização da região circunvizinha por condomínios residenciais, favelas e conjuntos populares, associado a prática de captação de água subterrânea por cacimbas e poços

tubulares, aumenta a necessidade de um diagnóstico das condições qualitativas das águas e dos processos de interações entre águas superficiais e subterrâneas e, se necessário, a implementação de medidas preventivas ou corretivas.

Um poço tubular é uma obra de engenharia hidrogeológica, requerendo para a sua construção um projeto técnico, onde o conhecimento hidrogeológico local é de extrema importância para fundamentar sua construção, e esta quando realizada sem critérios técnicos favorece a poluição das águas subterrâneas.

Há pelo menos três décadas, o problema de poluição das águas subterrâneas a partir dos postos de serviços (postos de combustíveis) tornou-se de caráter mundial, particularmente desenvolvido nos Estados Unidos em meados dos anos 70 quando foram diagnosticados centenas de casos. Os tanques subterrâneos armazenadores de combustíveis se constituem em risco potencial, muitas vezes efetivo, de poluição para as águas subterrâneas, particularmente pelas quantidades estocadas e pela dispersão espacial das fontes e dos produtos estocados.

Os cemitérios, quando mal localizados, constitui um risco potencial de contaminação das águas subterrâneas por micro-organismos que proliferam durante a decomposição dos corpos, e elementos químicos diversos. No geral, a localização dos cemitérios nem sempre obedece projetos fundamentados em estudos geológicos e hidrogeológicos. Os organismos mais susceptíveis a transmitirem doenças via meio hídrico são Clostridium (tétano, gangrena gasosa, toxi-infecção alimentar), Mycobacterium (tuberculose), as enterobactérias Salmonella typhi (febre tifóide), Salmonella paratyphi (febre paratifóide), Shigella (disenteria bacilar) e o vírus da hepatite A.

O problema associado à intrusão salina é comumente citada nos estudos hidrogeológicos em faixas costeiras. Porém, deve ser ressaltado que, para que exista efetivamente a intrusão de águas do mar, é necessária a quebra do equilíbrio da relação água doce e água do mar, o que normalmente acontece quando se tem super-explotação de água subterrânea na faixa costeira associada comumente ao uso e ocupação desordenado do solo, levando a impactos hidro-ambientais. Para a Bacia do Coreaú não se tem dados que demonstrem a existência deste problema.

A análise dos dados de Sólidos Totais Dissolvidos – STD obtidos da CPRM (1999) mostra que as águas subterrâneas do Domínio Hidrogeológico Poroso são menos concentradas ionicamente do que as do Cristalino. Observa-se que no Domínio Cristalino, as águas com até 1000 mg/L consideradas aptas ao consumo humano pela Portaria N0 518 – 2004 do Ministério da Saúde representam 50%, oscilando de 500 mg/L (Viçosa do Ceará) a 4.500 mg/L (Chaval), enquanto no Domínio Poroso representam 85,7%, oscilando de 250 mg/L (Tianguá, Viçosa do Ceará e Ubajara) a 2.803 mg/L (Uruoca) (**Quadro 3.6**).

Quadro 3.6. Sólidos Totais Dissolvidos nas águas subterrâneas da Bacia do Coreaú - CE

Município	Média de STD (mg/L)	
	Cristalino	Poroso
Alcântaras	4.300	-
Barroquinha	-	500
Camocim	700	650
Chaval	4.500	-
Coreaú	1.042	-
Frecheirinha	950	-
Granja	854	-
Jijoca de Jericoacoara	-	-
Martinópole	1.750	-
Moraújo	1.474	-
Mucambo	832	578
Senador Sá	1.390	-
Tianguá	640	250
Ubajara	550	250
Uruoca	1.432	2.803
Viçosa do Ceará	500	250

Fonte: CPRM, 1999.

4. AVALIAÇÃO DE LAGOAS

4. AVALIAÇÃO DE LAGOAS

Diversos estudos foram analisados que envolvem a bacia hidrográfica do Coreaú, contudo, informações detalhadas foram encontradas nos Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU de cada município, no qual a bacia faz parte. Embasado dessas informações relatamos as descrições sobre os diferentes aspectos das lagoas e o potencial de uso. A descrição das lagoas ficou caracterizada em função dos municípios.

4.1. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano - PDDU do Município de Camocim (1998)

As lagoas citadas no estudo foram que se seguem: Lagoa do Thyerres, Lagoa Seca ou Lago seco, Lagoa Boqueirão, Lagoa Laguinho, Lagoa Grande, Lagoa das Cangalhas, Lagoas da Torta e Moréias.

Ao todo foram identificadas oito Unidades Lito-Estratigráficas em Camocim, em relação à Geomorfologia, as áreas de Camocim estão inseridas na faixa sublitorânea da sub-unidade das Áreas Dissecadas pertencentes a unidade geomorfológica Superfície Sertaneja de Ab'Saber (1969). Caracterizam-se por relevo de forma tabular com topos, separado por vales de fundo chato e aprofundamento muito fraco da drenagem.

Ao adentrar ao interior do continente a Unidade faz-se receptora de todas as águas barradas pelas dunas, originando lagoas sazonais de portes variados, entre as quais se destacam as lagoas Seca, Boqueirão, Laguinho, Grande e das Cangalhas. Na Unidade, o relevo apresenta declives fracos, exibindo superfícies de aplainamento de topo, provavelmente pelo controle eólico, e áreas de fundo aplainadas pela acumulação de sedimentos fluviais, o que se traduz num nivelamento, com baixa dissecação pela drenagem. As áreas ostentam padrão de drenagem dendrítico bastante aberto, com os eixos caracterizados por gradientes muito baixos, do que resulta a formação de lagoas. Com o regime intermitente e a baixa eficiência hidráulica dos córregos, resulta o alagamento das porções baixas do terreno, por períodos suficientemente longos para que se possam depositar argilas, com assoreamento das calhas.

Por estar numa situação especial, caracterizada pelos demais fatores físicos, como geologia, solos, morfologia, além da proximidade ao litoral, o município de Camocim tem a caracterização de suas águas, condicionadas por estes fatores, bem como da precipitação pluviométrica. Essas condições especiais correspondem geralmente no Ceará a geração de micro bacias hidrográficas, cuja expressão situa-se na faixa de poucos quilômetros quadrados. Somente a Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, não pode ser incluída nessa condição geral, por possuir abrangência regional. Tudo isso pode ser traduzido em termos de relacionamento eminentemente local do meio, com pouca ou nenhuma participação de contribuição de montante, fazendo o ciclo das águas superficiais se dar nessa função.

Foram individualizadas no município de Camocim sete bacias hidrográficas, citadas a seguir: Bacia Hidrográfica do Rio dos Remédios, Bacia Hidrográfica do Riacho Tuncunzal, Bacia Hidrográfica do Riacho Tejupa, Bacia Hidrográfica do Lago Seco, Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú, Bacia Hidrográfica do Rio Pesqueiro e Bacia Hidrográfica do Córrego Cajueiro.

Baseado nessas bacias, identificou-se as lagoas, e que são consideradas freqüentes nas áreas municipais, majoritariamente temporárias, secando por completo durante o período de estiagem, normalmente de junho a novembro. No período chuvoso (dezembro a abril) os

riachos e córregos funcionam como canais de ligação entre as lagoas e depressões isoladas, deixando as áreas baixas totalmente alagadas.

Mesmo essas sendo as principais formas de acumulação hídrica superficial, há também a presença de mangues, onde se envolve a componente marinha na disposição desses recursos, a exemplo das áreas fluvio-marinhas do Rio Tapuio. As lagoas trazem grandes benefícios à população local com a exploração da pesca e até mesmo, em algumas elas, o suprimento de água para a pecuária. A seguir fazemos um relato quanto às características de algumas lagoas consideradas importantes para o município.

4.1.1. Lagoa Seca ou Lago Seco

É considerado o maior lago urbano do Estado e está localizada na Praia de Caraúba, uma praia de enseada com muitas rochas, dunas e coqueirais, sem infra-estrutura e distante do centro 6 km.

A referida lagoa encontra-se praticamente inserido dentro do perímetro urbano de Camocim, e chega-se até lá, através de um acesso viário (calçamento) que margeia pelo lado direito da lagoa, indo-se em direção da praia de Maceió. Apresenta as seguintes coordenadas UTM (24M): 0290956 / 9682120 que se refere ao seu sangradouro em direção ao mar, no ponto conhecido como “Ponte do Arrombado”.

A Gerência Regional – Bacias do Acaraú e Coreaú, fez uma inspeção in loco na Lagoa Seca, com o objetivo de identificar as causas que vêm contribuindo para a falta de sustentabilidade hídrica, causada pela à existência de barramentos particulares (**Foto 4.1**).

Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 4.1. Vista panorâmica do barramento feito com material arenoso dentro do cercado de domínio particular, com detalhe da parede do Barramento.

As condições ambientais avaliadas nos últimos 15 (quinze) anos pela equipe da COGERH demonstra que a lagoa foi alvo de ações urbanísticas em um pequeno trecho de sua margem direita, constituindo-se basicamente da implantação de um calçadão com blocos de cimento e areia, e de algumas barracas de alvenaria. Vale informar, inclusive, que o ponto de extravasamento (“sangradouro”), da lagoa em direção ao mar, está localizado nesta área urbanizada, no local conhecido como Ponte do Arrombado.

A montante da lagoa, percorrendo-se o acesso viário que vai para a localidade de Flamenga dos Gregórios. Ao longo desse acesso viário foram encontrados 03 (três) pontos que

interceptam o lago através dos aterros que foram executados nos referidos locais, acarretando consequentemente, efeitos de barramentos, apesar de dois de eles disporem de drenagem; ou seja, uso de manilha. (**Foto 4.2**).

Na **Foto 4.2** verificamos a área de cercado feito com estaca de madeira e arame farpado, cortando transversalmente a lagoa, da margem direita até a margem esquerda, onde está localizado um coqueiral.

Foto 4.2. Invasões antrópicas na área do lago Seco. Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú.

No trecho que compreende o início do calçadão até a Pousada Brisa do Lago, as coordenadas UTM: 0292715 / 9681040 e 0292466 / 9681072, respectivamente, constatou-se que a margem direita da lagoa vem sendo alvo de retirada de areia através veículos motorizados, sem nenhum controle, chegando a uma faixa de 60 cm, na parte mais alta, próxima ao calçadão.

Segundo a COGERH, foi verificada também a existência de desmoronamento do calçadão, por onde passa a sua sangria, ou seja, na Ponte do Arrombado. Na verdade, constata-se que, toda a área que fora urbanizada, está passando por um processo de degradação.

Ainda na parte à montante, está sendo utilizada como área de pastagem, logo existem plantios de capineiras e a presença de gado pastando na área. Vale registrar que além da pastagem de gado dentro do lago de forma confinada, é comum a presença desses animais de forma difusa em áreas abertas, principalmente nas imediações da área urbanizada (**Foto 4.3**).

Foto 4.3. Destaque no gado pastando dentro do cercado, á jusante da barragem. Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú.

Foi observada também a importância da preservação das zonas de recarga hídrica da Lagoa, inclusive preservação das matas ciliares, que favorecem a diminuição da erosão e da ventilação sobre o espelho d'água, dos colchões de areia resguardando parcelas de água e evitando o avanço no processo de compactação do solo, inclusive, provocado pelo pisoteio de animais durante o pastejo.

4.1.2. Lagoa Boqueirão

Está localizada na praia da Barrinha, que é uma continuação da praia de Maceió, praia com ondas fracas, mar límpido e azul, coqueirais e dunas móveis, que a separam da Lagoa do Boqueirão. Abriga uma vila de pescadores, casas de veraneio e alguns bares. Sua infra-estrutura é precária e seu acesso, difícil.

4.1.3. Lagoa Grande

Está localizada na margem esquerda do sangradouro da Praia de Nova Tatajuba, no distrito de Guriú, praia com mar límpido, manso e faixa de areia clara, fofa e bem larga, dunas, lagoas, mangues e pássaros, sendo apenas transponível de canoa. Seu acesso é difícil, possível apenas aos veículos tracionados nas quatro rodas ou de barco a partir de Jericoacoara. Esta praia abriga uma vila de pescadores e foi transformada em Área de Preservação Ambiental em 1994.

O logradouro de Nova Tatajuba: é um vilarejo de pescadores situado à margem esquerda do sangradouro da Lagoa Grande. A vila original, Velha Tatajuba, foi soterrada pelas dunas da margem direita. Seu nome se origina de uma grande árvore que existia no antigo povoado. Não possui energia elétrica. Como já foi dito, é uma lagoa sazonal (Relatório interno da Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú).

4.1.4. Lagoa do Thyerres

A Lagoa dos Thyerres localiza-se a sul da zona urbana de Camocim, a aproximadamente 350 m da margem do Rio Coreaú e ocupa uma área aproximada de 31 hectares, entre a CE-085, a Rua Dr. Raimundo Veras (futura Via de Acesso ao Centro), a Rua S.D.O. que margeia as terras do S.A.A.E., onde se localiza a Lagoa de Estabilização e a Rua S.D.O. perpendicular à anterior, seguindo a partir dessa rua em linha reta até a confluência com a Rua Moisés

Cavalcante Rocha, segue daí pela Rua S.D.O, interceptando-se com as Ruas Virgílio Távora e Gentil Barreira até a confluência com a Rua José Pinheiro Pessoa, desse ponto seguindo até a CE-085. A CE-085 margeia sua menor extremidade ficando a maior parte ao longo da Rua Dr. Raimundo Veras, que é parte integrante do projeto da Via de Acesso ao Centro, que complementará o conjunto de projetos para essa área.

A lagoa dos Thyerres possui dimensão considerável e importância para a população, pois está localizada na entrada da cidade, numa das áreas mais significativas do município. Entretanto, pela falta de tratamento adequado de seu entorno, encontra-se isolada da vida da polis.

A Lagoa compreende um patrimônio paisagístico e ecológico, potencialmente um pólo de lazer e recreação. Baseado na lei de uso e ocupação do solo de Camocim, em seu Título III, capítulo 1º, § 1º do Art.29, caracteriza a lagoa do Thyerres como Setor de Recuperação dos Recursos Hídricos – SRRH, onde o zoneamento do solo em setores especiais, assim considerados em virtude das peculiaridades físicas, culturais, ambientais, institucionais e de desenvolvimento do Município, é necessários parâmetros urbanísticos diferenciados para a sua consolidação.

Dentro do Planejamento Estratégico do PDDU de Camocim, foram eleitos 10 (dez) objetivos estratégicos e 41 (quarenta e uma) estratégias e ações que se encontram discriminados no estudo, sendo um deles o de dotar a sede municipal de condições infra-estruturais para torná-la inclusive um centro regional urbano de apoio a atividades turísticas, com sub-tópico de urbanizar as lagoas e, com relação à Lagoa do Thyerres, garantir a execução do reassentamento. Tem como um de seus objetivos estratégicos, assegurar a proteção e recuperação do meio ambiente, com destaque para a delimitação das faixas de ocupação ao longo das praias, e mangues de lagos, lagoas e rios de Camocim.

4.1.5. Lagoa das Cangalhas

A lagoa das Cangalhas acha-se localizada sob Coordenadas UTM (24M): 0277474 / 9678078 na localidade denominada Fazenda Bonfim, apresenta uma área de 87,21 hectares e um perímetro de 12.968 metros

No aspecto de uso e ocupação da lagoa, temos a empresa DUCOCO apresenta outorga para o uso da água na lagoa, para desenvolvimento da atividade de irrigação de uma área de 240 hectares de coqueiro, cuja capacidade da lagoa foi avaliada em 18.194.495,96m3 no ano de 2007, período da outorga, e em função do seu uso e face a preocupação por parte do poder Público Municipal de Camocim e a Associação dos Moradores de Baixa Grande, gerou-se um conflito quanto ao possível secamento da lagoa, prejudicando no processo de abastecimento e dessedentação dos animais.

A empresa DUCOCO (**Foto 4.4**) apresenta um sistema de captação que consiste em dois motores de 75cv destinados a atender ao sistema de irrigação dos coqueiros, do tipo micro aspersão, um motor de 20 cv destinado ao processo de fertirrigação e abastecimento das residências de 04 (quatro) moradores. A localização do sistema de captação foi georeferenciada sob as seguintes Coordenadas UTM: 24M - 0276514 / 9677674.

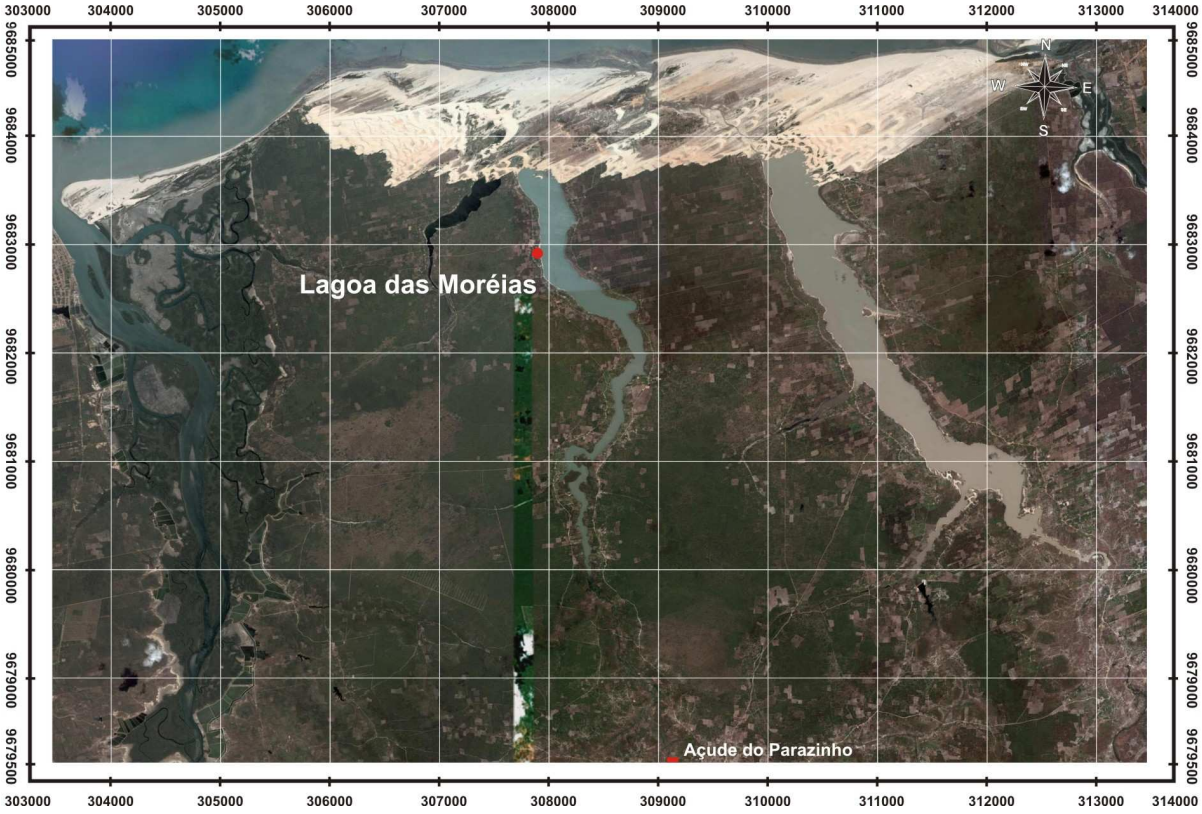
Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 4.4. Vista da lagoa com as ações da empresa DUCOCO e placa de identificação da outorga para o uso da água em projeto de irrigação de coqueiro.

4.1.6. Lagoas da Torta e Moréias

A Lagoa da Torta está localizado sob coordenadas UTM (24M): 0308989 / 9679822 e das Moréias (0305870 / 9679438) encontram-se nas comunidades que levam os mesmos nomes, localizadas nos distritos de Camocim e distam em torno de 40 Km do Município de Granja, e seu acesso é feito por uma estrada carroçável, estreita e sinuosa, a qual também é usada pelos turistas na região.

O centro dos conflitos girou em torno do abastecimento da Lagoa das Moréias (Coordenadas UTM: 0307870 / 9679438), a partir das águas da Lagoa da Torta e, vale salientar que esta situação já existe à mais de 60 anos . As águas do Lago da Torta com um volume estimado em 50.000.000 m³ são provenientes da alimentação feita pela sangria do Açude Parazinho, (coordenadas UTM: 03134489 / 9663953) da localidade de Parazinho, açude este construído pelo DNOCS em 1915 com um volume de quase 3.000.000 m³ e que constantemente tem sangrado nos últimos dez anos. A Lagoa das Moréias com um volume estimado em 15.000.000 m³, apresenta uma água salobra, e precisa de uma renovação que é feita pelas águas doce da Lagoa da Torta quando este de forma natural, face a oferta hídrica que recebe, vem a desaguar na Lagoa das Moréias (**Figura 4.1**). Observou que tal fator necessita de uma quadra invernosa satisfatória para que isso seja realizado (Relatório interno da Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú).



Fonte: Imagem do Google Earth

Figura 4.1. Identificação da lagoa das Moréias e o açude do Parazinho

Em função da baixa oferta hídrica cuja precipitação abaixo da média, obteve-se como solução a construção de um canal de ligação entre as duas lagoas, pois sem essa contribuição hídrica as águas da Lagoa das Moréias ficam imprestáveis para o consumo humano, face ao alto teor de salinidade.

As duas lagoas têm função de abastecimento humano, sendo a comunidade de Moréia formada por 105 famílias e a comunidade de Torta com população estimada em 150 famílias, sendo que na comunidade de torta foi construído um sistema adutor para abastecimento de água (**Foto 4.5**).

Com a preocupação dos moradores com a construção do canal em função do possível rebaixamento do nível da água da Lagoa da Torta, vindo a prejudicar algumas atividades comerciais da comunidade, a COGERH realizou a instalação de réguas linimétricas nos dois lagos, para o monitoramento e avaliação do nível de água (**Foto 4.6**).

Em resumo, segundo a COGERH, o fator gerador do conflito atual é realmente uma discordância entre os moradores da Lagoa da Torta não aceitarem a permanência do canal construído pelos moradores de Moréias para transposição de água de um lago para o outro.

Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 4.5. Vista das lagoas no município de Camocim com uso para abastecimento humano.

Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 4.6. Instalação das réguas linimétrica para o monitoramento das lagoas. Sistema adutor da Comunidade da Lagoa Torta. Município de Camocim.

4.2. O PDDU de Jijoca de Jericoacoara (1999)

A localização do município de Jijoca de Jericoacoara confere uma característica peculiar à paisagem, privilegiado, por exibir uma das mais belas praias do Estado do Ceará. Dunas e formações rochosas à beira-mar, lagoas de águas azuis transparentes, coqueirais e carnaubais oferecem uma grande diversidade de ambientes e paisagens de rara beleza. São comuns a presenças de pequenos corpos d'água interdunares.

A ação combinada do barramento pelo campo de dunas e da estrutura do substrato, permite a ocorrência de corpos d'água alongados e com disposição ortogonal dos afluentes, como é o caso da 'Barra do Guriu' e da 'Lagoa da Jijoca'. O manguezal da barra do Guriú, é uma desembocadura ligeiramente alongada perpendicularmente à linha de costa, porém, também há espraiamento paralelamente à mesma, inclusive com evidências de migração da embocadura no sentido de oeste. Compondo as águas superficiais têm-se lagoas, riachos e o mangue da barra do Guriú.

As lagoas citadas no estudo, algumas perenes e outras temporárias, são as que se seguem:

- Lagoa da Jijoca
- Lagoa do Murici
- Lagoa Grande
- Lagoa Azul
- Lagoa dos Monteiros
- Lagoa do Riacho Doce.

4.2.1. Lagoa da Jijoca

A Área de Proteção Ambiental da Lagoa de Jijoca foi criada através do Decreto Estadual No: 25.975 de 10.08.00, considerando: as peculiaridades ambientais dos entornos da Lagoa da Jijoca que a tornam o refúgio biológico de grande valor; a natural fragilidade do equilíbrio ecológico da região, em permanente estado de risco, face às intervenções antrópicas; a necessidade de conscientização da população regional sobre a preservação da área pela sua riqueza florística, hídrica, paisagística e de consolidação de ações para o seu desenvolvimento sustentável. O acompanhamento das atividades desenvolvidas nesta APA, bem como o controle e a fiscalização são de responsabilidade da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.

A região ainda continua bastante intocada, apesar de que hoje em dia já existem inúmeras pousadas, pequenas lojas de souvenirs, pequenos restaurantes e bares, assim como incontáveis "bugueiros" (proprietários de "bugues" que levam os turistas pelas dunas, orla marítima, etc. para passeios tais como a Lagoa do Paraíso ou a vila de Nova Tatajuba). Até há pouco tempo não havia energia elétrica: hoje, entretanto, é possível ver a maioria das pousadas oferecendo luz elétrica à noite sendo utilizado um gerador para tal.

A Lagoa de Jijoca constitui um sistema flúvio-lacustre, hoje barrado por dunas na praia do Desterro e do Riacho Doce. A lagoa recebe contribuições das águas pluviais e fluviais de pequenos córregos que dissecam os tabuleiros e também do lençol freático, porém a saída de água do sistema se dá principalmente por evaporação ou quando do rebaixamento do lençol freático nos período secos, por infiltração, há um pequeno exutório que permite

eventualmente a saída de água do sistema. Deste fato decorre a grande dificuldade de renovação das águas da Lagoa, donde destaca-se a necessidade de controle das atividades desenvolvidas na lagoa e seu entorno, uma vez que qualquer impacto seria de difícil solução, podendo desestabilizar a base econômica do turismo.

A Lagoa da Jijoca serve de limite entre os municípios de Cruz e de Jijoca de Jericoacoara e recebe contribuições da rede de drenagem vinda dos municípios já citados e do município de Bela Cruz, portanto sugere-se a efetivação de um programa de Gestão Integrada da Bacia Hidrografia que compõe o sistema, que permitirá uma manutenção do equilíbrio ecológico da unidade ambiental, garantindo a conservação da segunda atração turística do município.

Formada por um conjunto de três lagoas pluviais comunicantes e vários braços ou "córregos", seu perímetro é de aproximadamente 54km, em época de cheia. Este ecossistema, dividido politicamente entre os municípios de Cruz e Jijoca é extremamente frágil pela própria conformação física e tem uma importância fundamental, pois a bacia onde está inserido, uma das maiores do Estado, abastece em um raio de 100 km, os lençóis freáticos.

A área em foco tem relevo plano e declinante em direção a lagoa e o solo é arenoso de boa permeabilidade, o que permite um bom escoamento natural das águas pluviais, não existindo, portanto problemas sérios de drenagem na cidade, a não ser alguns empoçamentos na época das chuvas, ocasionados pela falta de regularização na declividade dos leitos das vias públicas.

Segundo o relatório da ONG LAGOA VIVA constante no PDDU de Jijoca, os principais problemas que estão a requerer providências e soluções em curto prazo, dizem respeito:

- ao assoreamento;
- a poluição do corpo hídrico;
- aos resíduos sólidos (lixo) – deposição inadequada.

As causas do assoreamento são:

- os desmatamentos para construção de casas;
- a destruição da mata ciliar;
- a pavimentação da área urbana que impermeabilizou parte do solo;
- o trânsito constante nas áreas de preservação permanente (veículos e pisoteamento animal), e
- a construção de pousadas desde a zona urbana até os limites do corredor de dunas entre Preá e Jericoacoara.

Ainda, segundo dados do PDDU de Jijoca de Jericoacoara, os principais problemas referentes a Lagoa de Jijoca, dentre eles são:

- Ocupação irregular das margens - algumas inclusive dentro da faixa de cheia máxima ficando inundadas nas épocas invernosas;
- Construção de aterros e passagens - nos braços da lagoa e nas suas margens;
- Lançamento de esgotos e lixo - que contribuem para poluir o recurso hídrico;

- Alagamentos em épocas de cheia - principalmente nas áreas que estão ocupadas irregularmente;
- Redução crítica do volume d'água do segmento menor da Lagoa na estação não chuvosa, e
- Comprometimento das condições de vida das comunidades biológicas que dependem da lagoa para sua sobrevivência e reprodução - há que se destacar que a pesca é uma atividade produtiva para muitas das famílias locais.

Fazem-se referências especiais ao braço de água denominado Córrego do Urubu, destruído e destinado a secar por ter sido bloqueada a passagem das águas com a construção de uma estrada com aterro ao invés da construção de uma ponte.

Área contígua à Lagoa de Jijoca e que hoje se apresenta parcelada e parcialmente edificada. Faz parte da área de preservação da lagoa, devendo, portanto ser inibidas novas ocupações e melhoramentos/ampliações das edificações existentes.

Dadas as peculiaridades deste sistema flúvio-lacustre, principalmente no tocante à:

- renovação de suas águas ;
- em função de sua localização de limites de municípios;
- por estar parte da Lagoa na área urbana da sede do município de Jijoca de Jericoacoara, e
- desenvolvimento atual, no setor oeste da Lagoa, da atividade hoteleira, reforça a necessidade da implantação de um Programa de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do sistema.

4.2.2. Lagoa do Murici, Lagoa Grande e Lagoa do Riacho Doce

Quanto à localização as lagoas do Murici e do Riacho Doce encontram-se integrando o conjunto da planície litorânea na área da APA; a lagoa Grande ou Lago Grande, o qual possui uma extensão de 14 km e apresenta características básicas de laguna, cujo rio formador é o Rio Pesqueiro, está na região de tabuleiro nas proximidades dos limites sul da APA. São também destacadas algumas áreas da Lagoa do Meio que apesar de não ter ocupações significativas sofrem muitos desmatamentos que foram efetuados desconsiderando a constante atividade eólica da região, que aguçam sobremaneira as repercussões de tal fato.

A maioria das lagoas tem caráter interdunar, sendo alimentadas pelas precipitações e pela alimentação com as águas de infiltração acumuladas ao sopé das dunas. Ressaltando-se que a Lagoa da Jijoca e a Barra do Guriú, captam pequena rede de tributários, faltando um sistema de drenagem mais significativo.

Os atrativos naturais e culturais formam a base, a matéria-prima em torno da qual este produto turístico se organiza, na medida em que se tornam atrações turísticas. Em Jijoca de Jericoacoara eles são muitos:

- Área de Proteção Ambiental (APA) de Jericoacoara: Praia de Jericoacoara, Praia da Malhada, Praia do Mangue Seco, Praia do Desterro/Riacho Doce, Duna do Por do Sol, serrote, coqueiral, Pedra Furada e outras formações rochosas (falésias), Lagoa do Bernardino, mantos de dunas móveis e fixas (recobertas com vegetação), lagoas interdunares (Lagoa do Murici, Lagoa do Junco, Lagoa do Riacho Doce, entre outras), barra e planície Flúvio-Marinha do Rio Guriú, matas de manguezais, gamboa do Mangue Seco, fauna e flora dos tabuleiros litorâneos,

– Lagoa da Jijoca (principal atrativo fora da APA);

Podemos encontrar ainda diversas outras informações referentes à ocupação desenfreada das margens da Lagoa da Jijoca pela especulação imobiliária fruto da atração turística em que está inserida a lagoa. O Plano de Estruturação Urbana – PEU recomenda a elaboração de estudos para criação da Área de Proteção Ambiental – APA da Lagoa de Jijoca, com delimitação da faixa de proteção da Lagoa, resguardando a vegetação existente e observando as condições topográficas, e da faixa "NON AEDIFICANDI", cujo uso será exclusivo de lazer.

4.2.3. Lagoa dos Monteiros

A Associação Comunitária da Lagoa dos Monteiros fica localizada no Povoado dos Monteiros às margens da BR 403 distante 28 km da cidade de Cruz e sob coordenadas UTM (24M): 0347262 / 9677973, e apresenta um volume hídrico de aproximadamente 600.000 m³, com uma área de 02 hectares, segundo avaliações da COGERH.

Um dos principais conflitos é com a baixa capacidade armazenamento em que no ano de 1983 ficou praticamente seca. Outra situação de impacto e o número de usuários e atividades desenvolvidas no entorno da lagoa, como: área de pastejo de animais bovinos, uso de agrotóxico, uso de plantação indevida nas margens da lagoa.

Também na área do entorno foram perfurados três poços pela CAGECE nas proximidades da lagoa em torno de 400 metros da margem atual, sendo que apenas dois poços fazem atualmente captação, um para a Cidade de Jijoca (Coordenadas UTM (24M): 0346528 / 9678034) e outro para a comunidade da Lagoa dos Monteiros operado pelo SISAR (Coordenadas UTM (24M): 0347262 / 9677973) abastecendo cerca de 700 pessoas (**Foto 4.7**).

Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 4.7. Vista da Lagoa dos Monteiros, com as atividades desenvolvidas em suas margens

4.3. PDDU do município de Acaraú (2000)

O município de Acaraú está localizado no Norte do Estado, no Vale do Rio Acaraú, a 248 km de Fortaleza. Tem como coordenadas geográficas a latitude de 2º53'08''S e a longitude de 40°07'12''W. Corresponde a uma área de 839,20km2, equivalente a 0,60% do território estadual. A altitude da sede é 13,0m.

Acaraú está dividido, politicamente, em 4 distritos: o distrito sede e outros três (Aranau, Lagoa do Carneiro e Juritianha). Limita-se, ao Norte, com o Oceano Atlântico; ao Sul com Marco, Morrinhos e Amontada; a Oeste com Cruz e Bela Cruz; e a Leste, com Itarema.

De acordo com informações da Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, SRH, não existem açudes públicos planejados, em execução ou concluídos no Município. A principal fonte hídrica do local é o Rio Acaraú, com aproximadamente 300km no sentido sul/norte, cuja bacia tem área com superfície de 14.500km2. Seus afluentes são os Rios Jaibaras, Groaíras, Jacurutu e o Riacho dos Macacos.

O volume hídrico armazenado (em 1.000m3) em lagoas é de 10.470m3 e em águas subterrâneas atualmente são disponíveis cerca de 1.556.214 m³/ano.

Há registro também de quatro lagoas em Acaraú que pertencem à bacia:

- Espinhos da Volta,
- Dantas,
- Lagamar e
- Carrapateira.

A extensão litorânea do Município, tem como limite a Leste a cidade de Itarema e a Oeste a cidade de Cruz, corresponde aproximadamente a 53km, destacando-se as praias da Barrinha, Aranau, Monteiro, Coroa Grande, Arpoeiras, Barra do Zumbi, Esparaiado e Volta do Rio.

4.3.1. Lagoa Espinhos da Volta

Está localizada próxima a praia da Barrinha, que é uma praia com recifes, areias fofas e águas calmas, sendo precário o seu acesso e a lagoa Espinhos da Volta, o principal atrativo desta praia. O acesso é feito pela BR-222, CE-354 e CE-178.

4.4. Municípios de Chaval, Barroquinha e Granja

De acordo com a COGERH (2005) os municípios possuem as seguintes lagoas, **Quadro 4.1.**

Quadro 4.1. Relação das lagoas por município

		LAGOAS
BARROQUINHA	-	Lagoas: da Chapada, Arara, Gameleira, Salgada, do Mato, Lago do Remédio;
CHAVAL	-	Lagoas dunares (não especificadas).
GRANJA	-	Lagoa da Japuruna, Lagoa Grande;

Fonte: Relatório do IV Seminário Regional Institucional para Formação do CBH-Coreaú – Região Litoral Oeste (COGERH, 2005) e Relatório do III Seminário Regional Institucional para Formação do CBH-Coreaú – Região Sertão (COGERH, 2005).

Os municípios não possuem Plano de Desenvolvimento Urbano, portanto inexistindo a possibilidade de análise.

4.5. Lagoas do Município de Bela Cruz

O município de Bela Cruz não possui PDDU, portanto, segue abaixo a relação de lagoas informadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente do município de Bela Cruz, que estão inseridas em seu território:

- 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

É citado em documento da COGERH (2005) a existência ainda de duas outras lagoas: Lagoa dos Alexandres e Lagoa Angica. Não foram encontrados estudos acerca desses mananciais.

4.6. PDDU do Município de Cruz

Segundo a FUNCEME, o Município de Cruz, apresenta como tipo climático o “Tropical Quente Semi-árido Brando”, com temperatura média anual local que oscila entre 26 e 28° C. O período chuvoso está concentrado entre os meses de janeiro e maio e sua pluviosidade média anual é de 1.139,7mm, chegando a médias máximas, no mês de abril, de quase 296 mm Se, por um lado, a baixa tecnologia travou o crescimento econômico do Município até agora, por outro,permite que esse se dê de forma planejada e sustentável, colocando-o à frente de outros também situados na zona litorânea que já exauriram seus recursos naturais.

A beleza e diversidade de cenários e formações da zona costeira são patrimônios mensuráveis. A legislação brasileira contempla em vários momentos a proteção da paisagem e dos bens estéticos e culturais, o que leva a buscar o reconhecimento e reafirmar a paisagem como um bem a ser protegido.

Sua geomorfologia encontra-se contemplada pela predominância dos Tabuleiros Pré-litorâneos, que facilitam a ocupação humana, devido à sua topografia relativamente plana. O clima quente e úmido, predominante em regiões costeiras, favorece o turismo, pois os dias ensolarados, além de serem ideais para a prática de esportes náuticos, ainda têm o poder de atrair outros turistas, principalmente o europeu. Os solos no município apresentam, via de regra, baixo índice de fertilidade, como as "Areias Quartzosas Marinhas" e os "Podzólicos Vermelho-amarelo", os quais são mais propícios para agricultura de subsistência.

Oportunidades

- Crescente busca pela sustentabilidade.
- Crescente conscientização ambiental. e
- Existência de legislação específica.

Desafios Estratégicos

- Disseminar a consciência ecológica por todo o município.
- Controlar as atividades desenvolvidas nas APP's e na APA da Lagoa da Jijoca;
- Expandir o saneamento básico para garantir a proteção dos recursos hídricos;

Assegurar a rede de infra-estrutura e equipamentos de apoio ao turismo por todo o Município, aproveitando ao máximo suas potencialidades e sustentabilidade.

4.6.1. Reservas Hidrográficas Pertencente ao Município de Cruz

As águas são um ponto muito importante no município, que possui como principais recursos hídricos: o Rio Acaraú, o Riacho da Prata, a Lagoa da Cruz, a Lagoa Salgada (Lat: 5º 1' 05; Long:38º 8' 60 W)e a Lagoa de Jijoca, os quais sofrem constante degradação, tanto por parte da especulação imobiliária em seu entorno como pela poluição do lençol freático. Além desses recursos hídricos citados ainda pode destacar as lagoas: Lagoa do Jenipapo; Lagoa do Belém; Lagoa Velha (Lat: 2º 54' 85; Long: 40º 39' 20 W); Lagoa do Cedro; Lagoa dos Caboclos; Lagoas dos Monteiros; Lagoa da Formosa; Lagoa da Cruz.

O **Quadro 4.2**, apresenta alguns levantamentos dos problemas existentes em lagoas do município, citados por representantes locais, segundo o relatório III Seminário Regional Institucional para Formação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Coreaú (COGERH, 2005).

Quadro 4.2. Levantamento dos problemas existentes em lagoas do município de Cruz.

Recurso Hídrico	Problema	Soluções
- Lagoa Salgada	- Construções irregulares	- Notificação
- Lagoa do Belém	- Piscicultura irregular	- Fiscalização dos órgãos competentes
- Lagoa do Monteiro	- Poluição	- Educação Ambiental, mutirão e conscientização
- Lagoa Grande	- Falta de peixe	- Peixamento
- Lagoa da Jijoca	- Construções irregulares com potencial demolidor	- Ação judicial visando as demolições
	- Desmatamento	- Projetos de reflorestamento,
	- Extração de areia	
	- Animais soltos	- Educação ambiental
		- Conscientização, repreensão

Fonte: COGERH, 2005

Dentro das lagoas citadas detalhas algumas características das que apresentam maior relevância que seja por seu potencial turístico, abastecimento entre muitos outros.

O município, conforme o seu PDP, possui um grande potencial para o turismo, tanto na sua região litorânea, como às margens de suas lagoas e rios. Variedade nas paisagens urbanas, com Distritos e localidades situados em áreas rurais, áreas litorâneas e áreas próximas a rios e lagoas. Portanto propões como ações para desenvolvimento do potencial turístico do município: dotar o entorno da Lagoa da Cruz de infra-estrutura e outros equipamentos para incentivar o turismo na Sede; e facilitar o acesso às localidades litorâneas, estimulando o turismo e controlando o uso do solo.

4.7. Município de Viçosa do Ceará

O município de Viçosa do Ceará conta com a **Lagoa Dom Pedro II**, sendo considerada como patrimônio histórico. Fica localizada no centro da cidade e é considerada um ponto turístico da cidade, recentemente urbanizada e arborizada com belas plantas e animais, tais como gansos. No presente estudo não se encontra informações a respeito de sua vazão, nem tampouco de suas coordenadas geográficas.

Antiga Lagoa de Mel Redondo que significa Ibiapaba, habitada primitivamente por índios da tribo Irapuã, foi construída por volta de 1800, numa época de seca. Os recursos foram dados pelo Pedro II, na época se região Império, daí o nome Lagoa Pedro II, **Figura 4.2**. Hoje, belíssimo ponto turístico da cidade recentemente urbanizada e arborizada com belas plantas, tornou-se um ótimo lugar para lazer.

Fonte: Google Earth

Figura 4.2. Imagem aérea: Lagoa de Pedro II – Viçosa do Ceará

4.8. Considerações finais

Nos demais municípios da bacia hidrográfica do Coreaú, se existem lagoas naturais, não foram citadas nos estudos bibliográficos pesquisados, sendo a maior relevância nesses estudos a questão dos açudes e reservatórios artificiais. Faz-se necessário, portanto um maior número de pesquisas e publicações em relação a este aspecto.

Dados como vazão, referenciamento geográfico, qualidade das águas das lagoas, usos, potencialidades e conflitos existentes, são pouco citados, para não dizer que são dados praticamente inexistentes.

As principais fontes de pesquisa foram:

- PDDU's dos municípios descritos acima;
- PDIR do Vale do Coreaú/Ibiapaba;
- PLANERH 1992 e sua atualização em 2005;
- Sítios institucionais das prefeituras de alguns municípios supracitados;
- Semace;
- Dnocs;
- IPECE;
- Diagnóstico de Carcinicultura no Ceará, 2005.
- UFC e UECE;
- Funceme

5. EVOLUÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO CONTEXTO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

5. EVOLUÇÃO DA OFERTA E DA DEMANDA NO CONTEXTO DOS PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS

Este capítulo trata do histórico da oferta e da demanda de água na Bacia do Coreaú, visando fornecer subsídios para o entendimento da sua evolução.

Para tanto, o capítulo apresenta, em sua primeira parte, alguns conceitos associados as secas e ao potencial hidráulico, e suas relações, de forma a permitir um melhor entendimento dos estudos apresentados.

Na segunda parte é feita uma apresentação de estudos anteriores, de forma a permitir a análise da evolução da oferta de água na Bacia do Coreaú e, na terceira e última parte são apresentados os dados referentes a evolução da demanda, com base nos mesmos estudos.

Para a Bacia do Coreaú, informações advindas de quatro estudos realizados anteriormente foram utilizadas como referência para o desenvolvimento do presente trabalho. São eles:

- Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (1992);
- Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba (2000);
- Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH (2005);
- Pacto das Águas (2009).

No PERH (1992), a bacia do Coreaú foi estudada como parte de um bloco de seis bacias (Acaraú, Coreaú, Curu, Litoral, Metropolitanas e Poti). No Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba (2000), a mesma foi analisada juntamente com as bacias Coreaú e Poti. Nos demais estudos esta Bacia foi tratada isoladamente

5.1. Base Conceitual

5.1.1. Secas: Definições

O conceito de seca está intimamente relacionado ao ponto de vista do observador. Embora a causa primária das secas resida na insuficiência ou irregularidade das precipitações pluviais, existe uma seqüência de causas e efeitos que vão desencadeando vários “tipos de seca”, como exemplo pode-se citar a seca climatológica que é causa primária ou elemento que desencadeia o processo da seca e que traz como conseqüências a seca hidrológica, com diminuição dos escoamentos nos cursos d'água e/ou no sobreuso das disponibilidades e a seca edáfica que, por sua vez, limitando as condições de vida no campo, induz a uma “seca” social. Alguns conceitos são apresentados a seguir:

- Seca Climatológica - refere-se à ocorrência, em um dado espaço e tempo, de uma deficiência no total de chuvas em relação aos padrões normais que determinaram as necessidades. Esse tipo de seca tem causas naturais da circulação global da atmosfera e pode resultar em redução na produção agrícola e no fornecimento de água para cidades e outros usos.
- Seca Hidrológica - a seca hidrológica, ou de suprimento de águas, pode ser entendida como a insuficiência de águas nos rios ou reservatórios para atendimento das demandas de águas já estabelecidas em uma dada região. Essa seca pode ser causada por uma seqüência de anos com deficiência no escoamento superficial ou, também, por um mau gerenciamento dos recursos hídricos acumulados nos açudes. O resultado desse tipo de

seca é o racionamento, ou colapso, em sistemas de abastecimento d'água das cidades ou das áreas de irrigação.

- Seca Edáfica - tem como causas básicas a insuficiência ou distribuição irregular das chuvas e pode ser identificada como uma deficiência da umidade, em termos do sistema radicular das plantas, que resulta em considerável redução da produção agrícola. Esse tipo de seca, associado à agricultura de sequeiro, é a que maiores impactos causa no Nordeste Semi-Árido. Os efeitos são severas perdas econômicas e grandes transtornos sociais
- Seca Social - caracteriza-se pela falta de condições sócio-econômicas das populações atingidas, principalmente, pela seca edáfica, visto que os camponeses da agricultura de sequeiro não dispõem de reservas financeiras que lhes permitam sobreviver durante a ocorrência da seca. Desta forma, ocorrem grandes transtornos sociais tais como: fome, migração, desagregação das famílias, etc..

Segundo ÁRIDAS (1995), as características das estações chuvosas de 1991 a 1994 no Nordeste podem ser tomadas como exemplo para os diversos tipos de seca. Em 1991 ocorreu, em grande parte do território do Nordeste Semi-Árido, pluviosidade bem abaixo da média. A Região foi atingida por secas climatológica e edáfica; contudo as reservas em água, acumuladas nos grandes reservatórios foram suficientes para atender as demandas durante o ano de 1991. Em 1992, com a repetição da seca climatológica, começaram os primeiros problemas de seca hidrológica. A cidade de Recife foi a primeira grande cidade atingida, tendo sido submetida a um racionamento no abastecimento de água. Em 1993, a grande maioria dos pequenos açudes do Semi Árido secou e os grandes açudes atingiram níveis críticos. Em maio de 1993, a cidade de Fortaleza, com seus 1,5 milhão de habitantes, à época, chegou a um colapso no sistema de abastecimento de águas por três meses.

A estação chuvosa no ano de 1994 foi, de todo, peculiar. No geral, as precipitações pluviais atingiram valores acima da média. O litoral Nordestino foi privilegiado por uma estação chuvosa bastante prolongada. No Sertão Cearense, especialmente no Alto Jaguaribe, as chuvas ocorreram em quantidade suficiente para a produção agrícola. Não ocorreu seca climatológica ou edáfica. Contudo, como essas chuvas ocorreram, predominantemente, com baixa intensidade e distribuídas em um longo intervalo de tempo, resultaram em um escoamento superficial muito baixo. Esse fato, aliado à situação crítica em que se encontravam os reservatórios levaram a um ano de baixa disponibilidade de águas (seca hidrológica).

5.1.2. Os Potenciais Hidráulicos Localizado e Móvel

Considerando-se uma região hidrográfica como um sistema que é alimentado pelas precipitação pluviais, em termos médios, o balanço hídrico desta região pode ser representado por:

$$P = (E_S + E_t) + (R + I_p) \qquad (1)$$

Onde:

- **P** representa a precipitação pluvial média na bacia;
- **Es,** a evaporação a partir da superfície do solo, das superfícies dos vegetais e dos planos de águas livres;

- **Et** representa a parte da infiltração que fica retida nas camadas superficiais do solo e é evapotranspirada;
- **Ip** representa a parte da percolação profunda que alimenta o lençol freático; e
- **R** representa o escoamento superficial que forma os riachos e rios.

O conjunto (Es + Et), denominado Potencial Hidráulico Localizado ou Fixo, só pode ser utilizado no local onde acontece a precipitação. Por outro lado, o conjunto (R + Ip), denominado Potencial Hidráulico Móvel, representa a parte das águas que se movimenta e pode ser utilizada em local diverso daquele onde aconteceu a chuva (ÁRIDAS, 1995).

O conhecimento de como ocorrem as chuvas e de como se dividem entre potencial localizado e potencial móvel é de grande importância para o entendimento da seca e da vulnerabilidade de uma dada região a esse fenômeno. Há uma relação intrínseca entre o potencial hidráulico e móvel e os conceitos de seca : a seca edáfica dá-se no domínio do Potencial Hidráulico Localizado, enquanto a seca hidrológica dá-se no domínio do Potencial Hidráulico Móvel.

5.1.2.1. Seca no potencial hidráulico localizado: seca edáfica

O potencial hidráulico localizado consiste na parte da precipitação pluvial que, contra a ação da gravidade, fica retida nas camadas superficiais do solo, no nível do sistema radicular das culturas, sob a forma de umidade. Esse potencial só pode ser utilizado através do processo de sucção das raízes, vencendo as forças que mantêm as águas nos vazios do solo.

Analisando-se a evolução do teor de umidade no solo ao longo da uma estação de chuvas, nota-se que existem períodos em que o mesmo mantém valores acima do ponto de murchamento, alternando com períodos onde apresenta valores igual ou abaixo desse teor de umidade. Dessa maneira, para gerenciar o potencial hidráulico localizado é importante que se conheça, pelo menos no sentido estatístico, datas de início e durações dos períodos úmidos. O conhecimento desses períodos irá permitir a melhor seleção das culturas e datas de plantio que a eles se adaptem. Quanto mais eficiente for o gerenciamento, menores serão os efeitos negativos dos períodos deficitários ou secas.

Considera-se que ocorreu uma seca edáfica, em determinado ano, para um cultivo de uma certa duração do ciclo vegetativo (DCV), quando o espaço de tempo em que o solo mantém continuamente água à disposição das culturas é inferior a DCV.

A freqüência de ocorrência de secas pode ser estimada pelo conceito de Ciclo Máximo Anual Contínuo de Umidade - CMACU (Campos, Studart e Lima, 1994; Campos, 1983; Campos e Lima; 1992). O CMACU representa o número máximo de dias, em um dado ano, no qual o solo mantém, no nível do sistema radicular das culturas, o teor de umidade acima do ponto de murcha permanente. O CMACU é uma variável aleatória que pode ser estimada através do balanço hídrico do solo, em locais onde se disponha de séries de chuvas diárias de durações suficientemente longas.

a) Determinação do Ciclo Máximo Anual Contínuo de Umidade (CMACU)

Executando-se, em um dado ano hidrológico, o balanço diário de umidade no solo, obtém-se uma série de períodos contínuos de dias onde o solo se mantém úmido alternado por períodos de solo seco. Define-se Ciclo Máximo Anual Contínuo de Umidade como a duração em dias do maior período do ano em que o solo mantém, continuamente, umidade disponível para as

culturas. O CMACU pode ser pensado como um indicador do período mais apropriado para o cultivo de culturas de inverno.

b) Conceito de Inverno/Seca Agrícola

Diz-se que em um dado ano ocorreu uma seca agrícola para uma cultura de duração do ciclo vegetativo DCV em um solo de capacidade de retenção S se, naquele ano, a duração do Ciclo Máximo de Umidade for inferior ao ciclo vegetativo da cultura considerada. Caso contrário diz-se que ocorreu um "inverno." Isto é:

$$\text{INVERNO} \rightarrow \text{CMACU} \geq \text{DCV};$$

$$\text{SECA} \rightarrow \text{CMACU} < \text{DCV}.$$

5.1.2.2. Seca no potencial hidráulico móvel

Os rios, segundo os seus regimes de escoamento podem ser classificados em perenes, intermitentes e efêmeros. Os perenes são aqueles que apresentam escoamento durante o ano todo, todos os anos; os intermitentes são os que escoam durante a parte do ano em que ocorrem as chuvas; os efêmeros são aqueles de pequeno porte, nos quais o escoamento é limitado e só acontece imediatamente após as chuvas.

Nos rios perenes as secas ocorrem e são estudadas a partir do regime de vazões mínimas, para períodos decendiais, semanais ou outro número de dias. A demanda nesses rios estabelece-se em função desse regime de vazões mínimas. Os reservatórios superficiais são introduzidos como forma de elevar esses valores de vazões mínimas.

Nos rios intermitentes, em condições naturais, pouca demanda pode ser estabelecida. As águas remanescentes da estação úmida para a estação seca resumem-se àquelas armazenadas nos pacotes aluviais. Nas regiões com substrato cristalino, onde as disponibilidades hídricas ficam restritas às reservas acumuladas nos pacotes aluviais, somente a construção de reservatórios superficiais plurianuais permitem o atendimento de demandas significativas. Nessas regiões, a seca passa a ser uma decorrência de um sobreuso ou mau uso dos açudes ou de sequências de anos secos não previstas quando do estabelecimento das regras de operação dos reservatórios.

Os rios efêmeros, por sua pequena importância, não permitem em suas margens que se estabeleçam demandas expressivas. A ocupação dessas áreas com atividades consumidoras de água só é justificável, no sentido econômico, caso haja um potencial que justifique a importação de água de bacias vizinhas. Nessas regiões, a seca passa a ser uma condição crônica (anual) ou ocorre como decorrência de secas na região exportadora de água.

Outro aspecto a ser considerado quando se deseja quantificar a disponibilidade é a demanda, a qual pode ser abordada em termos de demanda concentrada e de demanda difusa.

5.1.3. Demandas Concentradas e Difusas

As **demandas concentradas** referem-se aos usos consuntivos predominantes, quais sejam: demandas humanas, industriais e de irrigação. No caso da demanda humana são consideradas as cidades, as sedes e os distritos, com população superior a um mil habitantes.

As **demandas difusas** englobam as demandas rurais, abastecidas principalmente por açudes de pequeno porte, poços e/ou cisternas, além da demanda para dessedentação de animais.

5.2. Abordagem da Oferta de Água nos Planos Anteriores

Embora o estudo da oferta hídrica possa ser realizado em termos de Potencial Fixo e Potencial Móvel, como visto no item 5.1.2, os estudos realizados na bacia do Coreaú consideraram somente **o Potencial Móvel**. Desta forma, por não se possuírem dados suficientes para realização de diagnóstico sobre o Potencial Hidráulico Fixo desta Bacia, este Plano seguirá a mesma metodologia dos demais e considerará apenas a oferta de água referente ao Potencial Hidráulico Móvel.

5.2.1. Potencial Hidráulico Móvel

Neste item serão consideradas as informações da oferta de água para a bacia do Coreaú no que se refere às águas superficiais e às águas subterrâneas. No caso da oferta de água superficial serão apresentadas as metodologias adotadas por cada um dos estudos realizados nesta Bacia, citados anteriormente (Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (1992); Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba (2000); Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH (2005) e Pacto das Águas (2009)). Para a oferta subterrânea serão também tratadas as informações disponíveis nos estudos citados.

5.2.1.1. Oferta de Água Superficial

A oferta de água superficial pode ser trabalhada em termos de capacidade de acumulação decorrente do armazenamento em reservatórios, com diversas capacidades de acumulação, e em cisternas.

Segundo o PERH (1992) os reservatórios podem ser classificados, segundo a sua capacidade hidráulica em:

- Aguada (volume inferior a 0,10 hm^3);
- Muito pequenos (0,10 $\leq V < 1,00$ hm^3);
- Pequenos (1,00$\leq V < 3,00$ hm^3);
- Médios (3,00$\leq V < 10,00$ hm^3);
- Grandes (10,00 $\leq V < 50,00$ hm^3);
- Muito grandes ($V \geq 50,00$ hm^3).

Já o Decreto Lei Estadual n º 23.068, de 11 de fevereiro de 1994, reformula esta classificação em seu artigo 3º, considerando os açudes em relação ao volume hidráulico acumulável em:

- Micro (até 0,5 hm^3);
- Pequeno (acima de 0,5 hm^3 até 7,5 hm^3);
- Médio (acima de 7,5 hm^3 até 75 hm^3);
- Grande (entre 75 hm^3 e 750 hm^3);
- Macro (acima de 750 hm^3).

Neste documento, a análise da oferta de água superficial seguirá a classificação de 1992, utilizando a nomenclatura, Grande, Média e Pequena Açudagem, de acordo com os dados obtidos nos vários estudos.

Grande Açudagem - AÇUDES ≥ 10hm³

a) Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992)

Para o cálculo da oferta hídrica superficial o PERH (1992) dividiu os reservatórios em dois grupos, os grandes açudes ou açudes de grande porte (K≥10hm³) e os de médio e pequeno porte (K≤ 10hm³). Para o cálculo das vazões regularizadas pelos reservatórios de grande porte, foram gerados deflúvios afluentes aos mesmos, utilizando-se um modelo chuva-deflúvio do tipo concentrado no espaço - Modelo Hidrológico Autocalibrável (MODHAC). Os dados foram tratados seguindo a metodologia tradicional de Balanço Hídrico, tendo sido utilizado, de forma geral, o período de 1912 a 1988 para geração das vazões regularizadas. Foi considerada uma garantia de 75 e 90% para o cálculo das vazões regularizadas (Q_{75} e Q_{90}), por serem as mais utilizadas no planejamento dos recursos hídricos.

O **Quadro 5.1** apresenta as características dos açudes de grande porte da bacia do Coreaú e suas respectivas vazões, de acordo com o PERH (1992).

Quadro 5.1. Característica dos Açudes com capacidade K> 10hm³

Nome do açude	Capacidade (hm³)	Q_{75} (m³/s)	Q_{90} (m³/s)
Martinópole	23,20	0,66	0,29
Tucunduba	40,20	-	1,14
Várzea da Volta	12,50	-	0,25

Fonte: PERH(1992).

No cálculo das vazões para o açude Martinópole foi utilizada uma série de dados de um período de 77 anos, para o Tucunduba, de 30 anos e para o Várzea da Volta de 28 anos. O PERH (1992) constatou que a bacia do Coreaú necessitava de perenização, principalmente devido a projetos de irrigação programados e à diminuta quantidade de reservatórios de grande porte e recomendava a construção de sete novos reservatórios, os quais são listados com suas respectivas capacidades no **Quadro 5.2**, a seguir.

Quadro 5.2. Reservatórios planejados pelo PERH (1992)

Nome do Açude	Capacidade (hm³)
Frecheirinha	85,00
Diamante	13,20
Angicos	52,00
Jordão	20,79
Paula Pessoa	150,00
Campanário*	23,23
Sairi	12,70
TOTAL	**356,92**

Fonte: PERH (1992).

b) Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

Para o estudo dos deflúvios dos reservatórios de grande porte, o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba utilizou, além dos reservatórios construídos, o reservatório Itaúna, que estava em fase final de construção.

Para geração das vazões afluentes dos reservatórios maiores que 10 hm^3 existentes na bacia do Coreaú, o Estudo considerou as informações de vazão geradas pelo PERH (1992) - séries de 1912 a 1988 - e de estações operadas pela Companhia de Pesquisa dos Recursos Minerais (CPRM). Considerando a descrição da metodologia do estudo na Fase III, Capítulo de Balanço Hídrico (pag. 45), verifica-se que os dados obtidos na CPRM foram utilizados para prolongar a série de vazões geradas no PERH 1992, até 1997 e para ampliar o número de estações utilizadas.

Para o cálculo das vazões regularizadas, o referido Estudo utilizou o programa SIMRES, programa desenvolvido pela Universidade Federal do Ceará e, para o cálculo do balanço hídrico, o programa do Hydrologic Engineering Center – HEC-3.

O **Quadro 5.3** apresenta os sete reservatórios identificados no estudo, com capacidade superior a 10 hm^3, os quais são capazes de permitir a transferência de parte do volume armazenado em determinado ano, para anos subseqüentes, satisfazendo às demandas e outros usos consuntivos.

Quadro 5.3. Característica dos Açudes com capacidade K > 10hm^3

Nome do açude	Capacidade (hm^3)	Q_{90} (m^3/s)
Itaúna	77,50	0,91
Gangorra	62,50	0,41
Angicos	56,05	0,51
Diamante	12,96	0,32
Martinópole	23,20	0,28
Tucunduba	40,20	0,52
Várzea da Volta	12,50	0,17

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba (2000)

Observando-se os resultados da vazão regularizada para este Plano, comparando-os aos valores apresentados no PERH (1992), nota-se que existe uma grande diferença no valor do Q_{90} para o açude Tucunduba. Isto isto se deve à diferença entre as áreas da bacia hidrográfica calculadas para este reservatório nos dois estudos. O PERH (1992) considerou a bacia hidrográfica com área de 503,00 km^2 e o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, 279,21km^2.

Objetivando atender demandas futuras, em um cenário de longo prazo, o Eixo da Ibiapaba aponta a necessidade da construção dos açudes Paula Pessoa e Frecheirinha, reservatórios estes também citados pelo PERH (1992), da interligação de bacias e da operação dos açudes existentes.

c) Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005)

Para elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PLANERH (2005) foram utilizadas as informações dos trabalhos técnicos realizados para as bacias hidrográficas

estaduais. Os reservatórios trabalhados neste Plano foram os mesmos do Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba. Este Plano apresenta algumas alterações na capacidade e vazão regularizada, conforme apresentado no **Quadro 5.4**.

Quadro 5.4. Característica dos Açudes com capacidade K > 10hm³

Nome do açude	Capacidade (hm³)	Q_{90} (m³/s)
Itaúna	77,50	0,91
Gangorra	62,50	0,41
Angicos	56,05	0,51
Diamante	13,20	0,32
Martinópole	23,20	0,28
Tucunduba	41,43	0,52
Várzea da Volta	12,50	0,17

Fonte: PLANERH, 2005

No PLANERH (2005) foram apresentadas estimativas de valores adicionais para vazão regularizada de alerta: Q_{90+}, para a hipótese do reservatório regularizar, em 90% do tempo, a vazão prevista Q_{90}, em 8% do tempo regularizar metade da vazão Q_{90}, e em 2% do tempo aceitar o esvaziamento total da reserva.

No que se refere as ações a serem realizadas no âmbito da grande açudagem, este Plano também sugere a construção de novos reservatórios, dentre eles os açudes Paula Pessoa e Frecheirinha.

d) Pacto das Águas

Por se tratar de uma compilação das informações mais atuais disponíveis em diversos estudos, o qual visa apresentar a situação dos recursos hídricos no estado do Ceará, o Pacto das Águas não apresenta novos dados.

Desta forma, apresenta para a oferta de água na bacia do Coreaú, as mesmas informações disponíveis no PLANERH 2005 e, conseqüentemente, no Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba,

Pequena e Média Açudagem - AÇUDES ≤ 10hm³

a) Plano Estadual de Recursos Hídricos 1992

Quanto à disponibilidade oriunda dos açudes com capacidade inferior a 10 hm³, o PERH (1992) cita que, apesar do reduzido poder de regularização destes reservatórios, eles foram considerados no estudo devido à grande importância relacionada à sua característica espacial, em especial, ao seu caráter difuso.

A simulação de operação destes reservatórios foi realizada utilizando-se uma estimativa de disponibilidade associada, tendo em vista não ser possível trabalhá-los individualmente.

Para os açudes menores que 10 hm³ que não dispõem de projeto ou qualquer dado sobre sua capacidade, o volume foi estimado através de processos metodológicos os quais se fundamentam na regionalização de relações de transformações de área de espelhos d'água em

volume, obtido de estudos realizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME e denominados Monitoramento.

A metodologia aplicada para estimar estes volumes seguiu várias etapas, iniciando com a catalogação de cadastros de informações sobre a açudagem, utilizando as cartas 1:100.000, desenvolvidas pela Divisão do Serviço Geográfico e Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – DSG/SUDENE, na determinação da ordem dos cursos dos rios barrados e medidas de área, perímetro, declividade e comprimento do talvegue principal.

Os resultados dos estudos determinaram uma capacidade de reservação para esta fração dos açudes de 40,36 hm³. O **Quadro 5.5** mostra a quantidade e divisão em classes por capacidade de reservação destes açudes.

Quadro 5.5. Disponibilidade hídrica em açudes < 10hm³ - Bacia Coreaú

Classes	Intervalos (m³)	Volume acumulado ($x10^6$ m³)	Total (hm³)
Aguada	$0 \rightarrow 1x10^5$	2,24	40,36
	$1x10^5 \rightarrow 3x10^5$	4,55	
Muito Pequeno	$3x10^5 \rightarrow 5x10^5$	4,24	
	$5x10^5 \rightarrow 1x10^6$	4,75	
Pequeno	$1x10^6 \rightarrow 3x10^6$	8,43	
Médio	$3x10^6 \rightarrow 1x10^7$	16,16	

Fonte: PERH (1992)

b) Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

O Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba não considerou no cálculo da oferta hídrica da Bacia do Coreaú os reservatórios com capacidade inferior a 10 hm³, por não serem capazes de oferecer, segundo constatação do PERH (1992), suprimento regular de água nos períodos mais críticos de seca.

c) Plano Estadual de Recursos Hídricos 2005

Tendo sido baseado no Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, o PLANERH (2005) também não considerou a oferta de água decorrente dos reservatórios com capacidade inferior a 10 hm³.

Este Plano cita que reservatórios com capacidade de acumulação inferior a 10 hm³ não constituem reserva interanual, pois, na ocorrência de anos secos consecutivos, estes reservatórios não conseguem suprir a demanda, por isso não são computados no estudo de disponibilidade hídrica. O referido estudo ressalta ainda que estes reservatórios possuem como principal função a acumulação de volumes de água após a estação chuvosa, para utilização na estação seca do mesmo ano para abastecer a população rural e a dessedentação de animais.

d) Pacto das Águas

Baseado no PLANERH (2005), o qual consistia no mais recente estudo, e, consequentemente, no Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, o Pacto das Águas também não aborda, em sua compilação, a oferta hídrica para reservatórios com capacidade inferior a 10 hm³.

5.2.1.2. Cisternas

Apesar de entender que à parcela captada por cisternas é importante principalmente para a população difusa, esta não foi incluída nos cálculos referentes à oferta em nenhum dos estudos. Isso se deve ao fato de que poucas são as informações sobre estes sistemas em termos de localização e capacidade.

De acordo com o PERH (1992), este volume é insignificante no contexto do trabalho e no cálculo do Balanço Hídrico, ressalva, porém, sua importância em muitos casos.

Foi realizada uma coleta de dados sobre as cisternas existentes nas Bacias do Estado no âmbito do Pacto das Águas, no entanto, tais dados são insuficientes para o cálculo da disponibilidade, visto a deficiência das informações existentes.

5.2.1.3. Oferta de Água Subterrânea

No que se refere à oferta de água subterrânea, os quatro estudos apresentam as informações descritas a seguir.

Plano Estadual de Recursos Hídricos 1992

O PERH (1992) trabalhou os estudos de águas subterrâneas de forma a quantificar a potencialidade e estabelecer a reserva explotável dos aqüíferos.

Conforme descrito anteriormente, este Plano não analisa a Bacia do Coreaú isoladamente, mas inserida em um Bloco com mais cinco Bacias (Acaraú, Curu, Litoral, Metropolitana e Poti).

Este estudo gerou suas informações baseadas em Unidades de Balanço (UB), que se referem ao espaço físico resultante do cruzamento entre município, bacia hidrográfica e rede de drenagem interna, resultando em informações em nível de município.

Para o PERH (1992), o cômputo das informações para a Bacia não são trabalhadas em termos de área hidrográfica, mas sim como resultado da soma das informações disponíveis para a área total dos municípios que a compõem, mesmo que esta área não esteja inserida na bacia.

Este Plano apresenta os valores calculados para as reservas permanentes (Rp) e explotáveis (Re) de águas subterrâneas. Para as reservas explotáveis os cálculos foram realizados em função das características físicas de cada sistema hidrogeológico que compõe a área, representando somente uma parcela (10 a 25%) do volume hídrico total existente, de modo a não impactar os aqüíferos com a retirada desta água. Para as reservas permanentes foi obtido o valor de 1.924,90 hm^3 e para as reservas explotáveis 309,00 hm^3/ano

Verificando-se os municípios pertencentes à Bacia, o estudo estima um número médio de 315 poços a ela pertencentes, dos quais apenas 252 possuem dados de vazão, representando uma disponibilidade efetiva de 1.064,6 m^3/h ou 9,32 hm^3/ano.

As ações de planejamento sugerem programas de monitoramento e recuperação de poços e de perfuração de novos poços. Para a perfuração, o PERH (1992) mostra tabelas de planejamento das intervenções para ano normal e para ano seco.

Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

O Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba realizou diagnóstico das reservas e das disponibilidades subterrâneas na bacia do Coreaú, baseado na análise do PERH (1992). De acordo com este diagnóstico, estimou-se que as reservas permanentes para a Bacia são da ordem de 1.924,90 hm^3 e as reservas explotáveis de 309,00 hm^3/ano, devido, principalmente, à ocorrência do sistema aqüífero Barreiras.

No que diz respeito aos poços, após o levantamento de dados realizado pelo PERH (1992), que consistiu em uma atualização de cunho regional, novos cadastros só foram realizados em 1998, ano em que a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil - CPRM desenvolveu um Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Ceará, com o cadastro de poços no campo.

Utilizando o cadastro dos poços tubulares do PERH (1992), o Banco de Dados de poços tubulares e análises de águas subterrâneas da CPRM (1998), e dados de abastecimento de água da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará – CAGECE, Fundação Nacional de Saúde – FNS e Prefeituras Municipais (ÁRIDAS, 1995), complementados com informações da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH, o Estudo da Ibiapaba constatou a existência de 640 poços cadastrados para esta Bacia, conforme apresentado no **Quadro 5.6.**

Quadro 5.6. Característica dos poços da Bacia do Coreaú

	Cristalino	**Sedimento**
No. Poços	358	282
Q média (m^3/h)	1,7	4,7
Disponibilidade Efetiva Instalada (hm^3/ano)	8,40	
Disponibilidade Efetiva Instalável (hm^3/ano)	7,61	

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

Dos 640 poços, o Estudo constatou que 334 (52%) estavam em uso, existindo uma predominância de poços do setor público. No que se refere aos poços desativados, o setor público detém 70,8%, o que corresponde a 306 poços. Observou-se que o setor público perfurou mais poços que o privado, mas possuía também um maior número de poços desativados.

O trabalho cita que o uso das águas subterrâneas nesta Bacia se restringe a demandas localizadas, por este motivo não entraram no cálculo do balanço hídrico.

Plano Estadual de Recursos Hídricos 2005

Para o cálculo da oferta hídrica subterrânea, o PLANERH (2005) utilizou a Disponibilidade Instalada de Água Subterrânea, conceituada como: volume anual passível de explotação através das obras de captação existentes, com base na vazão máxima de explotação ou vazão ótima e com um regime de bombeamento de 24 horas diárias, em todos os dias do ano.

Baseado na disponibilidade instalada no ano 2000 o Plano registrou a existência de 334 poços, equivalente a disponibilidade de 4,20 hm^3/ano

Pacto das Águas

Para o cálculo do balanço hídrico da bacia do Coreaú o trabalho do Pacto das Águas fez uso da disponibilidade de água subterrânea, para tanto, foram quantificadas e caracterizadas as captações de água na Bacia, geradas a partir da sistematização do cadastro dos pontos d'água obtidos na CPRM e nos cadastros de poços da Funceme, Sohidra, Cogerh, DNOCS, Funasa, SDA e empresas privadas, até o ano de 2006.

Este trabalho detectou a existência de 1.096 pontos d'água nesta Bacia, sendo: 1.043 poços tubulares, 45 poços amazonas e 8 fontes naturais, captando água tanto em rochas sedimentares como cristalinas. O **Quadro 5.7** detalha as principais características dos 691 poços da Bacia, que apresentam dados de vazão.

Quadro 5.7. Características dos poços da bacia do Coreaú

Aquíferos	Vazão média (m^3/h)	Poços com Dados de Vazão	Disponibilidade efetiva (hm^3/ano)
Porosos	5,77	301	5,07
Cársticos	6,43	29	0,54
Aluviais	5,82	43	0,73
Fissurais	3,21	318	2,98
TOTAL			**9,33**

Fonte: Pacto das Águas (2009)

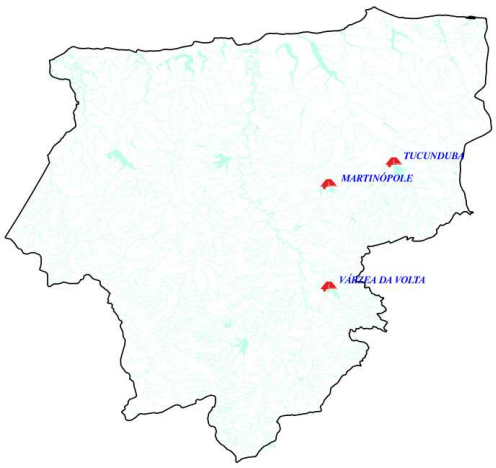
5.3. A Evolução da Oferta na Bacia do Coreaú

A evolução da oferta na bacia do Coreaú é analisada sob a ótica dos grandes reservatórios e das águas subterrâneas, por serem estes os principais sistemas de oferta de água trabalhados nos estudos.

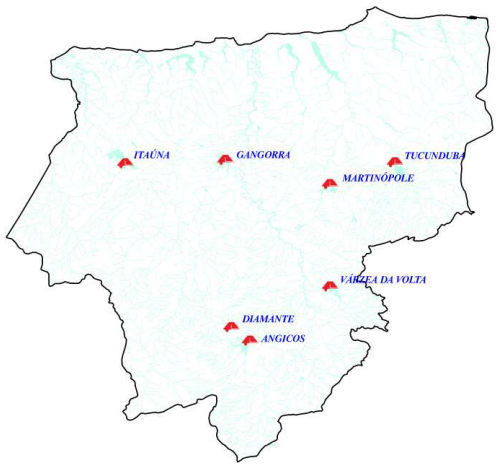
5.3.1. Grande Açudagem

Para a oferta superficial observa-se que apesar de existir no volume Planejamento do PERH (1992), a indicação da necessidade de construção de mais sete reservatórios, na bacia do Coreaú, apenas dois, Angicos e Diamante, foram construídos, ambos no ano de 1998.

Posterior ao PERH (1992), foram construídos em 1999 e 2001 os açudes Gangorra e Itaúna os quais não estavam previstos neste Plano. Estes novos reservatórios, com capacidade superior a 10 m^3,, aumentaram a oferta superficial e melhoraram a distribuição espacial dos reservatórios da Bacia, como se pode observar na **Figura 5.1**.



PERH (1992)



Estudo Eixo da Ibiapaba (2000),
PLANERH (2005) e Pacto das Águas (2009)

Figura 5.1. Distribuição espacial dos reservatórios na Bacia, de acordo com estudos realizados

Com a construção dos quatro novos reservatórios a configuração do sistema melhorou, mas, segundo o Estudo do Eixo de Integração da Ibiapaba e o PLANERH (2005), ainda há a necessidade de construção de outros reservatórios já planejados, tais como o Frecheirinha e o Paula Pessoa. O **Quadro 5.8** mostra a evolução na construção de açudes na bacia do Coreaú, segundo os estudos do PERH (1992), Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), PLANERH (2005) e Pacto das Águas (2009).

Quadro 5.8. Reservatórios construídos ou planejados, com capacidade acima de 10 hm³

PERH (1992)	Estudo de Viabilidade Eixo da Ibiapaba (2000)	PLANERH (2005) e Pacto das Águas (2009)	Capacidade (hm³)
Tucunduba	Tucunduba	Tucunduba	40,20
Várzea da Volta	Várzea da Volta	Várzea da Volta	12,50
Martinópole	Martinópole	Martinópole	23,20
*Diamante	Diamante	Diamante	12,96
*Angicos	Angicos	Angicos	56,05
	Gangorra	Gangorra	62,50
	Itaúna	Itaúna	77,50
*Frecheirinha	*Frecheirinha	*Frecheirinha	85,00
*Jordão			
*Paula Pessoa	*Paula Pessoa	*Paula Pessoa	150,00
*Sairi			
*Campanário			

*Reservatório planejado

Com a construção dos reservatórios Gangorra e Itaúna a capacidade de acumulação superficial cresceu cerca de 96,6%, passando de 144,91 hm³ para 284,91 hm³, como pode ser verificado na **Figura 5.2**. O que equivale a um aumento da oferta superficial de 1,68 m³s para 3,12 m³/s.

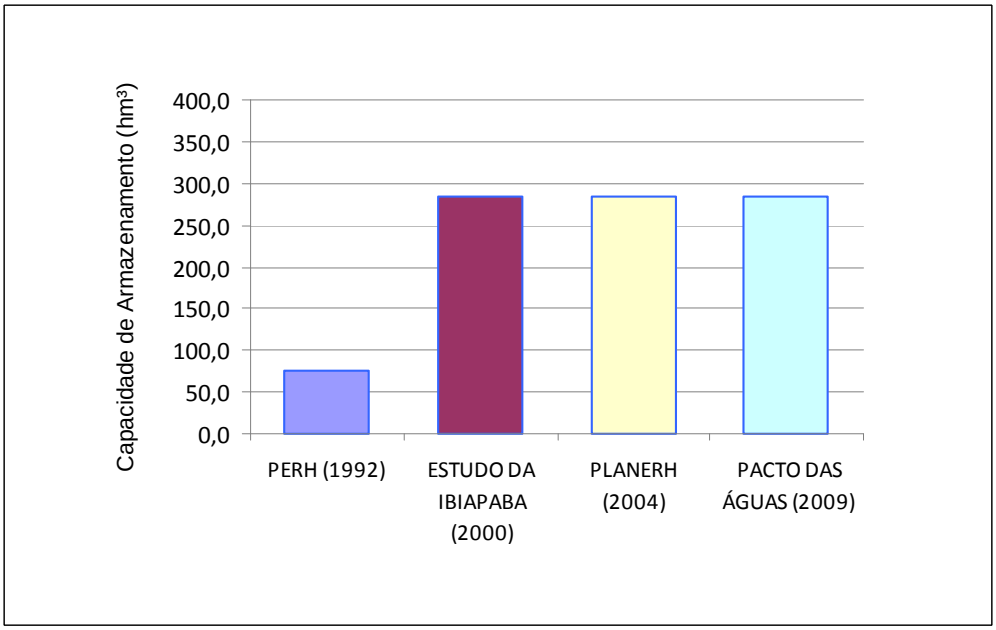


Figura 5.2. Evolução da capacidade de armazenamento na bacia do Coreaú

5.3.2. Águas Subterrâneas

Analisando-se os estudos disponíveis, verifica-se que houve um crescimento da disponibilidade de água subterrânea decorrente do crescimento do número de perfurados. Por outro lado, observa-se que muitos poços estão abandonados e/ou desativados, necessitando de manutenção.

A evolução da oferta de água subterrânea, com base nos dados dos vários estudos é apresentadana **Quadro 5.9**.

Quadro 5.9. Disponibilidade de Água Subterrânea

Plano	PERH (1992)	Estudo Viabilidade Eixo da Ibiapaba (2000)	PLANERH (2005)	Pacto das Águas (2009)
No. Poços com dados	272	640	334	631
Disponibilidade Efetiva (hm³/ano)	9,32	8,40	4,20	9,33
Q média (m³/h) cristalino	2,43	-	1,70	3,21
Q média (m³/h) sedimentar	5,44	-	7,50	6,00

Observa-se, como comentado, que houve um aumento considerável no número de poços nesta Bacia, mas também que ocorrem divergências das informações referentes à disponibilidade da água, o que aponta a necessidade de mais estudos relacionados a oferta de águas subterrâneas.

5.4. Abordagem da Demanda de Água nos Planos Anteriores

Com a finalidade de se avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas, os planos trabalharam as informações referentes à demanda, em

geral, classificando-as em três categorias: demanda humana, demanda industrial e demanda para irrigação.

Outros dados, como informações sobre a demanda animal, foram coletados e são aqui descritos, no entanto não foram computados no estudo do balanço, à exceção do estudo elaborado pelo PERH (1992).

5.4.1. Demanda Humana

Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992)

Para o cálculo da demanda humana urbana e rural, no PERH (1992), foram utilizados os dados censitários de 1990 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), trabalhados por município. Considerou-se um consumo per capita variando 150 a 200 l/dia, para a demanda humana concentrada, em função da dimensão da cidade em termos populacionais (P), da seguinte forma:

- 150 l/dia para $P < 2.000$ hab;
- 175 l/dia para $2.000 \text{ hab} < P < 100.000$ hab;
- 200 l/dia para $P > 100.000$ hab.

Para a demanda humana rural foi considerado um consumo per capita de 100 l/dia. Desta forma, as demandas humanas resultantes para a bacia do Coreaú perfizeram um total de 12,62 hm³/ano para o ano 1990.

O PERH (1992) utiliza para o estudo da projeção da demanda modelos específicos para as demandas humana urbana, humana rural e animal e ressalta que o crescimento da população rural consiste em uma estimativa bastante complexa tendo sido utilizado um método logístico para sua definição. O estudo utilizou, para o cálculo da demanda da população urbana, a mesma base metodológica, porém, com algumas modificações.

O Plano também apresenta as projeções para os anos de 2000, 2010 e 2020, como mostrado na **Quadro 5.10**.

Quadro 5.10. Demanda Humana

Ano	1990	2000	2010	2020
Demanda Humana (hm³/ano)	15,43	21,35	27,55	34,97

Fonte: PERH (1992)

No que se refere à demanda animal, para o ano de 1990, foi estimado o valor de 3,93 hm³/ano e para taxa de crescimento anual, adotada para as projeções futuras, o valor de 1,18%. Os valores projetados foram de 4,41 hm³/ano para 2000; 4,96 hm³/ano para 2010 e 5,58 hm³/ano para 2020.

No que diz respeito aos níveis de abastecimento das sedes populacionais e localidades com mais de 1.000 habitantes o PERH (1992) apresenta informações apenas sobre as sedes, as quais são mostradas no **Quadro 5.11**.

Quadro 5.11. Níveis de abastecimento nas sedes municipais em 1990

Município	Ano Normal (%)	Ano Seco (%)	Fonte
Acaraú	25,1	7,5	02 PTr
Bela Cruz	25,8	7,7	05 PTr
Cariré	80	24	02 PTr
Cruz	0	0	-
Forquilha	100	35	Aç. Forquilha
Graça	0	0	-
Groaíras	69,1	70,7	01 PA
Hidrolândia	31,3	9,4	01 PA
Ipu	19,9	17,9	Aç. Bonito
Ipueiras	40,7	12,2	01 PA
Marco	36,8	11	01 PA
Massapê	100	100	Aç. Acaraí-Mirim
Meruoca	0	0	-
Mucambo	48,8	14,6	Aç. Ibiapina
Morrinhos	100	100	Tomada Do Rio
Nova Russas	100	100	Aç. F De Souza
Pacujá	19,8	19,8	Aç. Coriolano
Pires Ferreira	44,1	13,2	-
Reriutaba	22	6,6	01 PA
Santa Quitéria	0,8	0,8	Açude
Santana Do Acaraú	100	100	Tomada Do Rio
Sobral	100	100	Aç. Jaibara
Tamboril	100	100	Aç. Carao
Varjota	100	100	Aç. Araras

Fonte: PERH (1992)
PTr – Poço Tubular Raso; PA – Poço Amazonas

Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

O Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba apresenta o valor de 10,79 hm^3/ano para as demandas humana e industrial, estas demandas foram estimadas de forma agregada.

Para as projeções futuras, a demanda humana foi calculada juntamente com a indústria e o turismo, utilizando-se três hipóteses de crescimento anual do Produto Interno Bruto (PIB), conforme a metodologia desenvolvida no Planejamento Regional.

O Estudo considerou os seguintes valores médios, per capita, para a demanda hídrica humana: população rural do ano 2000 até 2010 – 120 l/hab./dia e entre 2010 e 2030 – 150 l/hab./dia; população urbana do ano 2000 até 2010 – 150 l/hab./dia e entre 2010 e 2030 – 200 l/hab./dia.

Assim, a aplicação dos coeficientes específicos, para cada ano da projeção, forneceu as demandas humanas para os horizontes de 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030, conforme mostra a **Quadro 5.12**.

Quadro 5.12. Projeções da Demanda humana

Hipóteses	Demanda Humana/ Indústria/Turismo (hm³/ano)				
	2000	2005	2010	2020	2030
Crescimento PIB de 8,49%	16,16	17,37	18,93	28,10	31,59
Crescimento PIB de 3,76%	15,77	17,16	18,52	27,01	29,92
Crescimento PIB de 6,13%	16,21	17,62	19,44	29,59	34,85

Fonte: Estudo do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

Para o Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba, a definição das fontes hídricas utilizadas para abastecimento humano e industrial foi estabelecida de acordo com as informações obtidas junto aos órgãos COGERH, SRH/CE e DNOCS, tendo sido utilizados apenas os dados relativos às demandas urbanas, abastecidas pelo sistema da grande açudagem.

Demandas abastecidas ou por reservatórios de pequeno e médio porte ou por água subterrânea foram apresentadas no resultado final do balanço como déficits hídricos - caso dos municípios de Frecheirinha e Jijoca de Jericoacoara.

Este estudo, no que diz respeito ao suprimento da demanda utilizando-se as águas subterrâneas, apresenta somente informações referentes ao índice de abastecimento das sedes e das localidades com mais de um mil habitantes.

Os dados relativos ao índice de abastecimento dos municípios da Bacia do Coreaú são mostrados no **Quadro 5.13**.

Quadro 5.13. Situação de abastecimento de água para os municípios - água subterrânea

Discriminação	População Atendida Abastecimento (%)
Camocim	53,85
Chaval	31,66
Frecheirinha	64,37
Jijoca de Jericoacoara	76,53

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)

A demanda para o turismo na região ainda é insipiente, destacando-se os municípios Camocim e Jijoca de Jericoacoara. Nestes, as projeções populacionais foram aumentadas do percentual da população flutuante turística em função da população total do município para a estimativa da demanda turística futura agregada a demanda doméstica.

A demanda animal não foi considerada no cálculo do balanço por ser entendida como difusa, no entanto, o Estudo apresenta estimativas e projeções desta demanda, com valores de 3,24 hm³/ano, para o ano de 1996; 3,50 hm³/ano, para o ano de 2000; 3,87 hm³/ano, para o ano de 2005; 4,28 hm³/ano, para o ano de 2010; 5,21 hm³/ano, para o ano de 2020 e 6,35 hm³/ano, para o ano de 2030.

Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005)

No Plano Estadual de Recursos Hídricos, para o cálculo do balanço concentrado foi utilizada a demanda humana urbana. As demandas referentes a população rural difusa e a dessedentação animal, que também é considerada como demanda difusa, não foram

computadas no cálculo do balanço, por entender que são supridas pelos açudes com capacidade é inferior a 10 milhões de metros cúbicos ou por poços.

O PLANERH (2005) utilizou como fonte de dados para os desenvolvimento de seus trabalhos o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba. No **Quadro 5.14** são apresentados os valores de demanda humana e suas projeções.

Quadro 5.14. Demanda humana – PLANERH (2005)

Ano	2000	2010	2020
Demanda Humana (hm³/ano)	15,717	18,784	28,625

Fonte: PLANERH (2005)

Este estudo não disponibiliza informações sobre os níveis de abastecimento das sedes e localidades com menos de um mil habitantes.

Pacto das Águas

Na compilação das informações sobre demanda humana, o Pacto das Águas utilizou os dados apresentados pelo PLANERH (2005).

Informações mais detalhadas sobre abastecimento das sedes e localidades com mais de um mil habitantes, não foram trabalhadas pelo Pacto.

5.4.2. Demanda Industrial

Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992)

Para a bacia Coreaú, o PERH (1992), estimou valores da demanda industrial para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. A demanda utilizada no estudo, do ano de 1990, foi avaliada em 1,53 hm³/ano e projeções foram trabalhadas para os anos de 2000; 2010 e 2020, como mostrados no **Quadro 5.15**.

Quadro 5.15. Demanda industrial

Ano	2000	2010	2020
Demanda Indústria (hm³/ano)	2,02	2,62	3,35

Fonte: PERH (1992)

De acordo com o PERH (1992), a demanda industrial encontra-se bastante dispersa em todos os municípios e, por ausência de estudos e/ou planejamento de informações quanto ao desenvolvimento futuro da demanda industrial, adotou uma taxa de crescimento, idêntica ao da população urbana.

As informações são disponibilizadas no PERH (1992) para cada um dos municípios que compõem a Bacia do Coreaú.

Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

No que diz respeito à indústria, o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba apresenta informações sobre as indústrias existentes e sobre os planos de estabelecimento de novas indústrias para os anos seguintes. O estudo verificou uma total ausência de qualquer

prognóstico referente ao desenvolvimento futuro da atividade industrial na região até o final do horizonte do período de projeção, 2030.

Considerados pouco representativos, os valores referentes a esta demanda foram tratados, neste Estudo, juntamente com os dados de demanda humana.

O Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba considera que em termos de representatividade da demanda industrial para a bacia do Coreaú, somente os municípios de Camocim, Frecheirinha, Tianguá e Viçosa do Ceará apresentarão uma demanda industrial representativa em cenários futuros.

Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005)

A demanda industrial para esta Bacia é estimada no PLANERH (2005) como equivalente a 0,496 hm³/ano. O estudo ressalta que existe uma enorme discrepância entre os níveis de atividade industrial identificado para a bacia quando comparados ao restante do Estado.

A seguir, no **Quadro 5.16**, estão apresentados os valores projetados para demanda industrial na Bacia do Coreaú.

Quadro 5.16. Demanda Industrial

Ano	2000	2010	2020
Demanda Indústria (hm³/ano)	0,496	0,662	0,978

Fonte: PLANERH (2005)

Pacto das Águas

Os dados utilizados neste trabalho foram os mesmos apresentados no PLANERH (2005).

5.4.3. Demanda de Irrigação

Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992)

De acordo com o PERH (1992), a demanda de irrigação varia de acordo com o tamanho e o tipo do projeto. No caso da irrigação em projetos governamentais, a demanda para o Bloco formado pelas bacias do Acaraú, Coreaú, Litoral, Metropolitanas e Poti é de 18.000 m³/ha/ano; e na irrigação particular, em áreas superiores a 50 ha, esta demanda diminui, sendo da ordem de 8.000 m³/ha/ano. Para a demanda difusa o estudo estima um coeficiente de 4.500 m³/ha/ano.

No PERH (1992), a demanda para irrigação na bacia do Coreaú é trabalhada utilizando-se informações referentes aos municípios que a formam, e não com base nos limites de sua bacia hidrográfica. Apresenta um valor de demanda de 16,14 hm³/ano para a irrigação, no ano de 1990. As projeções para cenários futuros são apresentados no **Quadro 5.17**.

Quadro 5.17. Demanda de Irrigação

Ano	2000	2010	2020
Demanda Irrigação (hm³/ano)	171,71	171,71	171,71

Fonte: PERH (1992)

Para o horizonte de 1990, o Estudo considerou os projetos governamentais de grande porte já implantados, a pequena irrigação, e, também, a irrigação privada.

Estudo Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba

Para fins de mensuração da demanda hídrica para irrigação, o Estudo de Viabilidade do Eixo de Interação da Ibiapaba optou por classificar as em áreas irrigadas em: perímetros de irrigação e irrigação difusa.

O estudo para demanda atual, à época do projeto, obteve valores de demanda hídrica para irrigação de 1,35 hm³/ano e para irrigação difusa de 1,358 hm³/ano.

Entende-se por perímetros de irrigação as grandes áreas irrigadas, implantadas e operadas pelo poder público, mas que têm a participação tanto do colono como de empreendedores privados. A **Quadro 5.18** apresenta os dados referentes as demandas dos perimetros de irrigação públicos constantes no Estudo de Viabilidade do Eixo de Interação da Ibiapaba, nos anos de 1996, 2005 e 2010.

Quadro 5.18. Demanda Perímetros de Irrigação Públicos

Projeto	Município	Áreas Irrigadas (ha)				Demanda (hm³/ano)			
		Atual 1996	Futuras implementações		Total	Atual 1996	Projeção		Total
			2005	2010			2005	2010	
Tucunduba 1ª etapa	Senador Sá	75	0	0	75	1,35	0	0	1,35
Tucunduba 2ª etapa	Senador Sá	0	0	307	307	0	0	0	0
Val Paraíso	Tianguá	50	0	0	50	0	0	0	0
SUBTOTAL		125	0	307	432	1,35	0	0	1,35

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Interação da Ibiapaba

O Estudo apresenta também dados referentes a demanda de irrigação difusa. A irrigação difusa compreende todas as demais áreas irrigadas que não pertencem àquelas implantadas pelo poder público, e que são estritamente particulares, as quais estão mostradas no **Quadro 5.19**.

Quadro 5.19. Demanda Irrigação Difusa

Irrigação difusa	Município	Áreas irrigadas (ha)					Demanda (hm³/ano)				
		Atual	Futuras implementações				Atual	Projeção			
		1996	2005	2010	2020	2030	1996	2005	2010	2020	2030
Atual	Senador Sá	97					1,358				
Projetada			11.710	11.710	11.710	11.710		163,94	163,94	163,94	163,94
SUBTOTAL		97	11.710	11.710	11.710	11.710	1,358	163,94	163,94	163,94	163,94

Fonte: Estudo de Viabilidade do Eixo de Interação da Ibiapaba

Plano Estadual de Recursos Hídricos (2005)

No PLANERH 2005 a demanda hídrica e suas projeções foram apresentadas para irrigação através de duas abordagens distintas: perímetros públicos irrigados e áreas de irrigação privadas. O **Quadro 5.20** apresenta os dados referentes às demandas de irrigação para os anos de 2000 e às demandas estimadas para 2010 e 2020, de acordo com este Plano.

Quadro 5.20. Demanda para Irrigação

Irrigação	Área Irrigada a ser implementada (ha)			Área total irrigada (ha)			Demanda Hídrica (hm³/ano)		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020	2000	2010	2020
Perímetros Públicos	75	6128	5348	75	6203	11551	1,350	111,654	207,918
Irrigação Privada	97	9083	4541	97	9180	13721	1,358	128,520	192,094
TOTAL	**172**	**15.211**	**9.889**	**172**	**15.383**	**25.272**	**2,708**	**240,174**	**400,012**

Fonte: PLANERH (2005)

Pacto das Águas

O Pacto das Águas utilizou para a demanda de irrigação, os valores disponibilizados pelo PLANERH (2005)

5.5. A Evolução da Demanda na Bacia do Coreaú

A evolução da demanda na bacia do Coreaú foi verificada em relação à demanda humana, industrial e de irrigação, por terem sido estas demandas trabalhadas pelos estudos analisados.

O PERH (1992) levou em consideração os limites dos municípios que compõem a bacia hidrográfica para a análise das ofertas e demandas de água. De forma diferente, os outros planos consideraram os limites da própria bacia hidrográfica. Verifica-se que alguns valores de demanda obtidos pelo PERH (1992) são divergentes dos demais estudos analisados, em especial para indústria e irrigação.

O **Quadro 5.21** e **Figura 5.3**, apresentam os resultados para a análise da evolução da demanda. Pode-se observar que os dados do PLANERH e do Pacto das Águas são idênticos, pois o Pacto utilizou os dados disponíveis mais recentes, à época, em sua compilação.

Quadro 5.21. Evolução da Demanda na bacia do Coreaú

Estudo	PERH (1992)	Estudo Viabilidade Eixo da Ibiapaba (2000)	PLANERH (2005)	Pacto das Águas (2009)
Demanda Humana (hm³/ano)	15,43	10,79	15,71	15,71
Demanda Irrigação (hm³/ano)	16,14	2,78	2,71	2,71
Demanda Industrial (hm³/ano)	1,53	-	0,50	0,50
TOTAL	33,10	13,57	18,92	18,92

Fonte: PERH(1992), Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), PLANERH (2005) e Pacto das Águas (2009)

A demanda humana apresenta menores valores para o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, pois este trabalho considerou apenas as demandas abastecidas pelo sistema da grande açudagem.

A demanda referente à indústria não foi apresentada isoladamente pelo Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, mas sim agregada à demanda humana e de turismo.

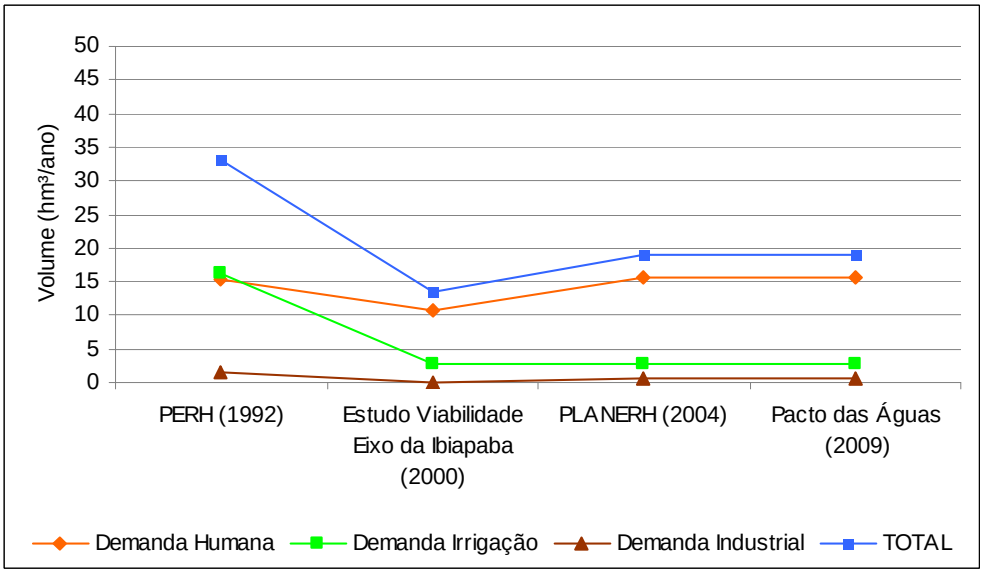


Figura 5.3. Evolução das demandas na bacia do Coreaú

6. BALANÇO OFERTA X DEMANDA

6. BALANÇO OFERTA X DEMANDA

6.1. Introdução

Para a realização eficaz da gestão e do planejamento dos recursos hídricos de uma bacia faz-se necessário o conhecimento dos processos físicos que ocorrem na área, da dinâmica do ciclo hidrológico e do consumo de água pelos usuários. Ou seja, uma estimativa de toda a água que entra e que sai do sistema. O Balanço hídrico pode ser tratado em termos de potencialidade, disponibilidade hídrica, capacidade de armazenamento e demanda.

A potencialidade corresponde ao total de água precipitada na região, isto é, a vazão natural média anual que é gerada ou medida em alguns pontos da Bacia utilizando-se postos ou estações hidrométricas. Campos et al. (1997) citam que deste total precipitado, parte corresponde ao potencial hidráulico móvel e parte ao potencial hidráulico localizado, definidos no Capítulo 4 deste estudo.

A parcela da potencialidade efetivamente aproveitada pelo homem por meio de ações de intervenção representa o que se pode chamar de disponibilidade. As disponibilidades podem ser resultado de intervenções superficiais ou subterrâneas.

A disponibilidade superficial corresponde ao maior percentual do potencial fluvial que pode estar disponível por meio de reservatórios, os quais são construídos de acordo com as características topográficas da região, pode-se dizer, desta forma que a disponibilidade superficial representa a capacidade de armazenamento da bacia.

Para as águas subterrâneas, a disponibilidade refere-se ao volume de água que pode ser explotado sem risco de exaustão do sistema aqüífero (COSTA, 1997), equivale portanto à diferença entre a disponibilidade potencial e as demandas naturais, inclusive a evaporação.

Analisando-se as necessidades do sistema, isto é a quantidade de água exigida para as atividades na área da bacia, tem-se a demanda e, portanto, o aporte de água que sai do sistema. De posse desses dados e das informações sobre a quantidade de água que entra na bacia hidrográfica é possível realizar o cálculo do balanço hídrico.

O presente capítulo apresenta o Balanço Hídrico da bacia do Coreaú para a situação atual de oferta e demanda. Para este estudo é utilizada a disponibilidade de água acumulada nos reservatórios, contemplando a infra-estrutura hídrica existente e em implantação e as demandas humana, industrial e de irrigação.

Como nos Planos de Recursos Hídricos que contemplaram esta Bacia e que analisados e compilados no Capítulo 4 - Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (1992); Estudo de Viabilidade do Eixo da Ibiapaba (2000); Plano Estadual de Recursos Hídricos - PLANERH (2005) e Pacto das Águas (2009) - os dados disponíveis permitem que seja trabalhado somente o potencial hidráulico móvel, tendo em vista que são deficientes e, por vezes inexistentes, as informações relacionadas ao potencial hidráulico fixo.

Seguindo-se a metodologia apresentada nesses Planos analisados, foram utilizados os reservatórios com capacidade superior a 10 hm^3 para o cômputo da disponibilidade superficial e a captação de água por meio de poços instalados e em uso para cálculo da disponibilidade subterrânea.

No que se refere às demandas, somente a demanda concentrada foi contemplada nos cálculos, tendo em vista que poucas são as informações sobre as demandas difusas no estado do Ceará.

6.2. Disponibilidade

Os estudos da disponibilidade hídrica é elemento primordial para apoiar e nortear o melhor aproveitamento dos recursos hídricos de uma Bacia. A disponibilidade pode ser trabalhada em termos de disponibilidade superficial e subterrânea.

6.3. Disponibilidade Superficial

O cálculo da disponibilidade superficial atual para a Bacia do Coreaú foi realizado utilizando-se o estudo de oferta hídrica referente aos reservatórios de maior porte (**Quadro 6.1**), capacidade superior a 10 hm^3, por serem estes reservatórios capazes de transferir parte do seu volume acumulado em determinado ano, para anos subseqüentes, o que o caracteriza como um reservatório interanual.

Quadro 6.1. Reservatórios construídos ou em construção, com capacidade acima de 10hm^3

Reservatórios	Município	Ano de Construção	Capacidade
Itaúna	Chaval	2001	77.500.000
Gangorra	Granja	1999	62.500.000
Angicos	Coreaú	1998	56.050.000
Diamante	Coreaú	1988	13.200.000
Martinópole	Martinópole	1984	23.200.000
Tucunduba	Senador Sá	1919	41.430.000
Várzea da Volta	Moraújo	1919	12.500.000

Fonte: COGERH, 2010

A distribuição espacial dos reservatórios possui forte influência do programa de açudagem iniciado pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS), este programa tinha como proposta de solução para a escassez de água no semi-árido a construção de infra-estrutura de armazenamento. A **Figura 6.1** mostra como estão dispostos os principais reservatórios interanuais desta Bacia.

Os Planos de gerenciamento têm adotado, para o cálculo de disponibilidade, vazões regularizadas com 90% de garantia (Q_{90}). Tais vazões são obtidas a partir da simulação de séries históricas ou por meio de modelos chuva-deflúvio.

Para os reservatórios trabalhados, foram coletadas e compiladas as informações de vazão disponíveis nos estudos analisados e descritos no Capítulo 4. O **Quadro 6.2** apresenta os valores do Q_{90} para estes reservatórios.

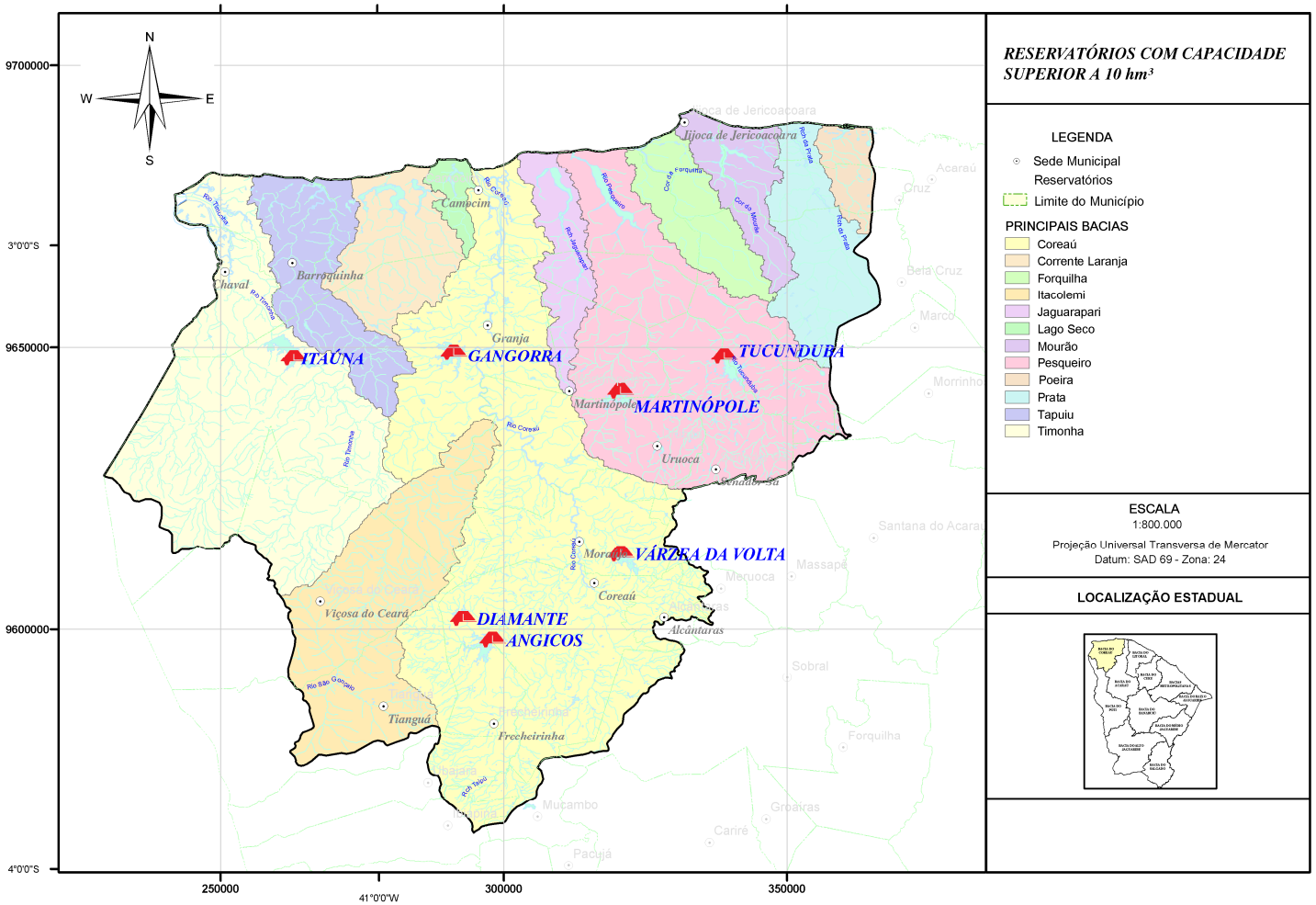


Figura 6.1. Localização dos principais reservatórios da Bacia do Coreaú

Quadro 6.2. Dados de vazão regularizada dos reservatórios da bacia do Coreaú

Reservatórios	Q_{90} (m^3/s)
Várzea da Volta	0,17
Martinópole	0,28
Diamante	0,32
Gangorra	0,41
Angicos	0,51
Tucunduba	0,52
Itaúna	0,91

Fonte: SRH, 2010.

6.3.1. Disponibilidade Subterrânea

No que diz respeito a disponibilidade subterrânea atual, foram utilizados os dados disponíveis no Projeto "Pacto das Águas" (INESP, 2009), por se tratar das informações mais recentes compiladas e consolidadas sobre poços no Estado.

Através da utilização de 691 poços bombeando 8 horas/dia verifica-se que a disponibilidade instalada na Bacia do Coreaú é de 9,27 milhões de m³/ano ou 0,294 m³/s, 5 milhões de m³/ano para o Domínio Poroso Clástico (301 poços), 0,55 milhões de m3/ano para o Cárstico (29 poços), 0,74 milhões de m³/ano para o Aluvionar (43 poços) de 2,98 milhões de m³/ano para o Domínio Fissural (318 poços).

6.4. Demanda

Os múltiplos usos da água podem ser classificados inicialmente em consuntivos (abastecimento humano, animal, irrigação, indústria, psicultura e carcinicultura) e não-consuntivos (geração de energia e navegação). Em vista dos dados analisados e do que se tem disponível, neste estudo foram considerados apenas os usos consuntivas referentes às demandas humana, industrial e de irrigação.

6.4.1. Demanda Humana

Para a demanda humana foram utilizados os dados disponíveis no cadastro de outorga da COGERH (2010), referentes a demanda para abastecimento humano no ano 2010.

Esta demanda, como citado anteriormente, não inclui as demandas difusas (dessedentação animal, população rural e população urbana de localidades com menos de mil habitantes) nem cenários de demandas de usos do tipo não-consuntivos (exemplo geração de energia, pesca e recreação).

O cadastro outorgas válidas no ano 2010, da COGERH, apresenta uma demanda de 9,682 hm³/ano ou 0,307 m³/s para o abastecimento humano na bacia do Coreaú.

6.4.2. Demanda Industrial

A compatibilização das informações disponíveis nos Planos de Recursos Hídricos, abordados no Capítulo 4, demonstra que são poucas as informações sobre a projeção da indústria nesta Bacia. O PLANERH (2005) cita a não existência de um prognóstico para anos futuros no que diz respeito à atividade industrial.

Utilizou-se, para compor os cálculos do balanço hídrico, no caso da demanda industrial, os valores do cadastro de outorga da COGERH, válidas no ano 2010, correspondendo, desta forma, ao valor de 0,095 hm³/ano ou 0,003 m³/s.

6.4.3. Demanda para Irrigação

Para a demanda referente a irrigação o PLANERH (2005) cita que, no caso dos perímetros públicos, o Cenário 2010 foi trabalhado segundo estudos realizados, à época de sua execução, pela Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará (SEAGRI), onde a implantação de novos perímetros dependeria fundamentalmente da implantação da infra-estrutura projetada, citada no Capítulo 4 do documento, a qual incrementaria os valores de oferta hídrica. Estas informações serviram de base para o desenvolvimento deste Plano tendo em vista não haver no Estado um estudo consolidado para a irrigação pública a longo prazo. No caso da irrigação privada o PLANERH (2005) trabalhou as projeções utilizando uma taxa de crescimento anual constante.

No entanto, parte da infraestrutura hídrica planejada pelo PLANERH (2005) para o Cenário 2010 não se concretizou. Segundo dados do cadastro de outorga da COGERH (2010), há uma necessidade de 3,564 hm³/ano ou 0,113 m³/s de água para atendimento à demanda de irrigação.

6.5. Balanço Hídrico

Contrapondo-se os valores de disponibilidade e de demanda, entrada e saída de água do sistema, obteve-se um valor superavitário de 2,991 m³/s.

Os dados referentes às entradas no sistema resultam em 3,414 m³/s, sendo 3,120 m³/s obtidos das vazões dos reservatórios com 90% de garantia e 0,294 m³/s do bombeamento de 8h/dia dos poços existentes nesta Bacia. Para as demandas referentes ao abastecimento, a indústria e a irrigação, tem-se uma necessidade de 13,334 hm³/ano, o que corresponde a uma demanda total de 0,423 m³/s.

7. DIAGNÓSTICO DAS ENCHENTES

7. DIAGNÓSTICO DAS ENCHENTES

7.1. Introdução

O escoamento superficial pode produzir inundações quando as águas dos rios e riachos saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte do mesmo, ocupando áreas das várzeas. Estes eventos podem ser dar pelo comportamento natural dos rios (enchentes) ou por ações antrópicas, processos estes que podem ocorrer isoladamente ou combinados entre si.

Quando ocorrem precipitações de grande intensidade e o solo não tem capacidade de infiltrar na mesma taxa, grande parte do volume de água escoa para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso do volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea, inundando-a de acordo com a topografia das áreas próximas ao rio. Essas enchentes ocorrem pelo processo natural, no qual o rio escoa pelo seu leito maior. Algumas condições naturais afetam em maior ou menor grau a ocorrência de enchentes: forma da bacia, relevo, cobertura vegetal, tipo de precipitação, entre outras.

Dependendo do grau de ocupação das áreas ribeirinhas pela população, as quais se configuram em áreas de risco, os impactos podem ser devastadores, notadamente quando a freqüência das inundações é baixa. Desprezando o risco, a população aumenta significativamente o investimento e o adensamento das áreas inundáveis. Estas situações se dão, em geral, devido às seguintes ações:

nenhuma restrição quanto ao loteamento de áreas sujeitas à inundação (leito maior do rio). A seqüência de anos sem enchentes é razão suficiente para loteamento das referidas áreas pelo setor imobiliário;

invasão de áreas ribeirinhas, pertencentes ao poder público, pela população de baixa renda; e

ocupação das áreas de risco médio, atingidas com uma freqüência menor, mas quando o são, sofrem prejuízos significativos.

7.2. As enchentes na Bacia do Coreaú

As enchentes da Bacia do Coreaú foram analisadas pelo documento “Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba” (COGERH, 2000), que concluíram que a ocorrência de áreas sujeitas a inundações periódicas está restrita às regiões de baixo curso, ou seja, Timonha, Tapuio, Corrente Laranja, Jaguarapi e Córrego de Dentro. As referidas áreas estão situadas próximas a foz dos rios, não havendo ocorrência de alagamentos de áreas urbanizadas em nenhuma das bacias.

Na bacia do Timonha, observa-se a ocorrência de alagamentos na região ao norte da cidade de Chaval, na área de entorno do manguezal ali existente, chegando a Ilha Grande a ter mais da metade de seu território submerso em determinados períodos. Na Bacia do Tapuio, áreas com riscos de inundações periódicas são verificadas, também, no entorno dos manguezais do rio principal e do rio dos Remédios.

Já a Bacia do Riacho Lusitânia apresenta áreas com riscos de inundações na região a montante do lago da Cangalha, enquanto que na Bacia do Riacho Jaguapari, as áreas sujeitas a alagamentos estão situadas a jusante dos lagos da Moréia e Laguinho, próximo a confluência

com o rio Pesqueira, em áreas ocupadas por campos de dunas fixas. Na Bacia do Córrego de Dentro, as áreas sujeitas a inundações estão situadas a jusante do lago da Forquilha, na área de entorno do manguezal da localidade de Guriú.

7.3. Análise dos Dados Fluviométricos

De acordo com o Capítulo 2, a Bacia do Coreaú conta com 16 estações fluviométricas cadastradas no banco de dados HIDROWEB da Agência Nacional de Água – ANA. O PERH (1992), quando da análise destas estações, concluiu que apenas 2 (duas) das 16 reúnem dados que permitem obter séries de vazões, seja pela simples ausência de dados ou por outras causas que contribuem decisivamente para tal situação, como: a existência de medições de cotas médias diárias sem que exista a curva-chave correspondente, ou medições de descarga que possibilitem sua obtenção no período observado de cotas; ou a existência de medições de descarga que possibilitam a obtenção da curva-chave, porém sem que haja registros de cotas médias diárias que permitam a obtenção de séries de vazões.

Os dois postos fluviométricos que apresentam dados aproveitáveis para a bacia pertencem a ANA (**Quadro 7.1)** e são operados pela CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Quadro 7.1. Estações Fluviométricas da Bacia do Coreaú.

Código	Rio	Estação	Latitude	Longitude	Vazão Média Anual	Desv. Padrão	CV	Área drenada (km²)	Série histórica
35170000	Coreau	Granja	-03:07:15	-040:49:15	30,07	27,49	0,91	3720	1971 a 2009
35125000	Coreau	Moraújo	-03:27:53	-040:41:05	10,12	10,92	1,08	1650	1982 a 2009

Fonte: ANA (site-2/12/2009)

A localização destas estações pode ser observada na **Figura 7.1**.

Estes postos consistem em estações fluviométricas básicas, de operação regular com duas leituras diárias de régua, as 7 e 17h. Os dados são apresentados na forma de vazões diárias em m³/s (médias diárias), e a duas estações monitoram o mesmo rio (Coreaú). As características das estações são as constantes no **Quadro 7.2**.

Quadro 7.2. Principais características das séries históricas de deflúvios anuais e coeficientes de escoamentos dos postos fluviométricos que compõem a Bacia do Coreaú

Discriminação	Extensão da Série	Média (m³/s)	Desvio Padrão (m³/s)	Coef. de variação (%)	Lâmina (mm)	Precipitação (mm)*	Coef. Escoamento (%)
Granja	1971 a 2009	30,07	27,49	0,91	255,05	1032	24,7
Moraújo	1982 a 2009	10,12	10,92	1,08	193,46	1060	18,2

Fonte: ANA (site-02/12/2009)

As **Figuras 7.2** e **7.3** apresentam os valores dos volumes totais anuais escoados durante o semestre da estação úmida (janeiro a junho) para as estações fluviométricas de Granja e Moraújo.

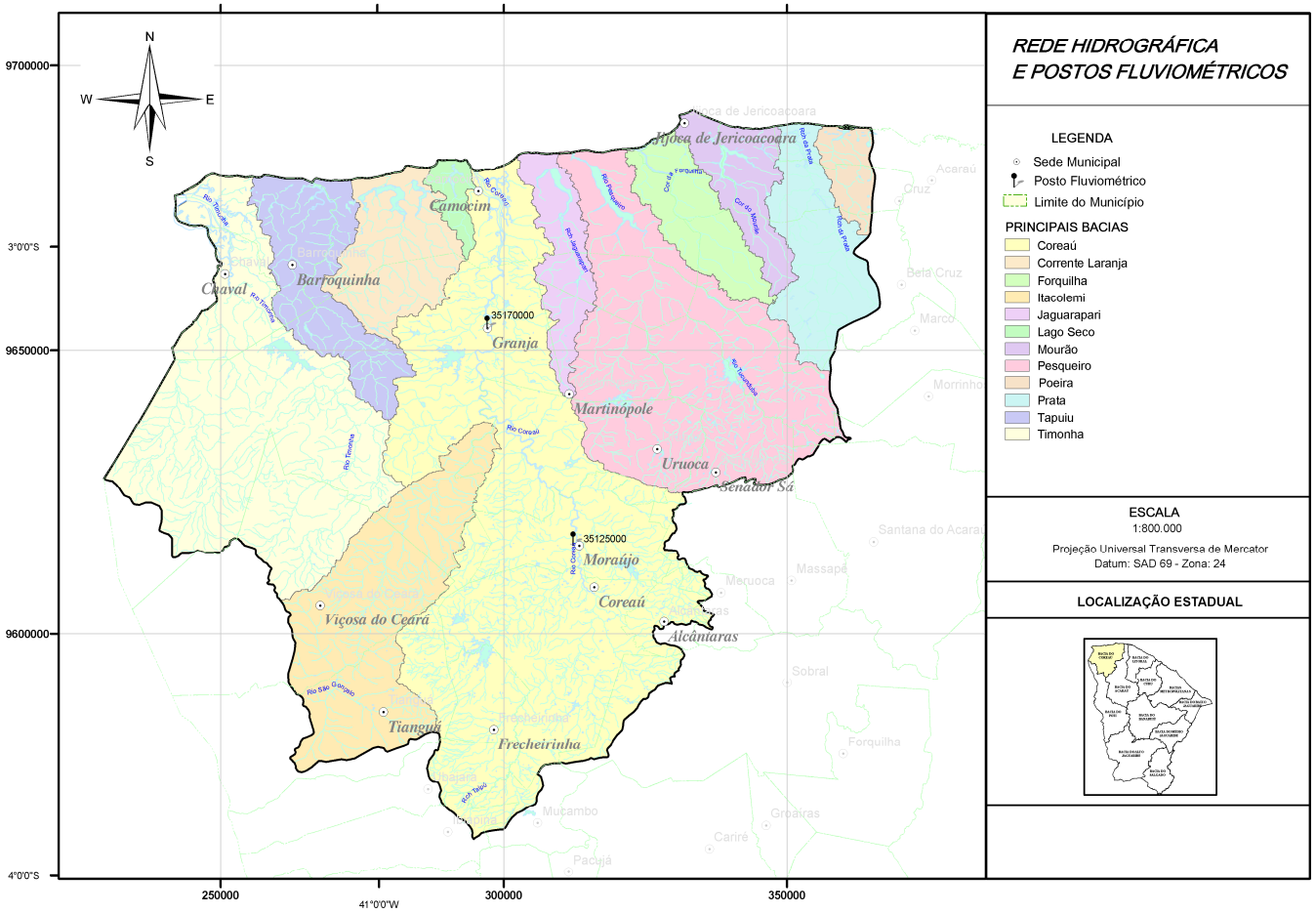


Figura 7.1. Mapa da localização das estações fluviométricas de Granja e Moraújo

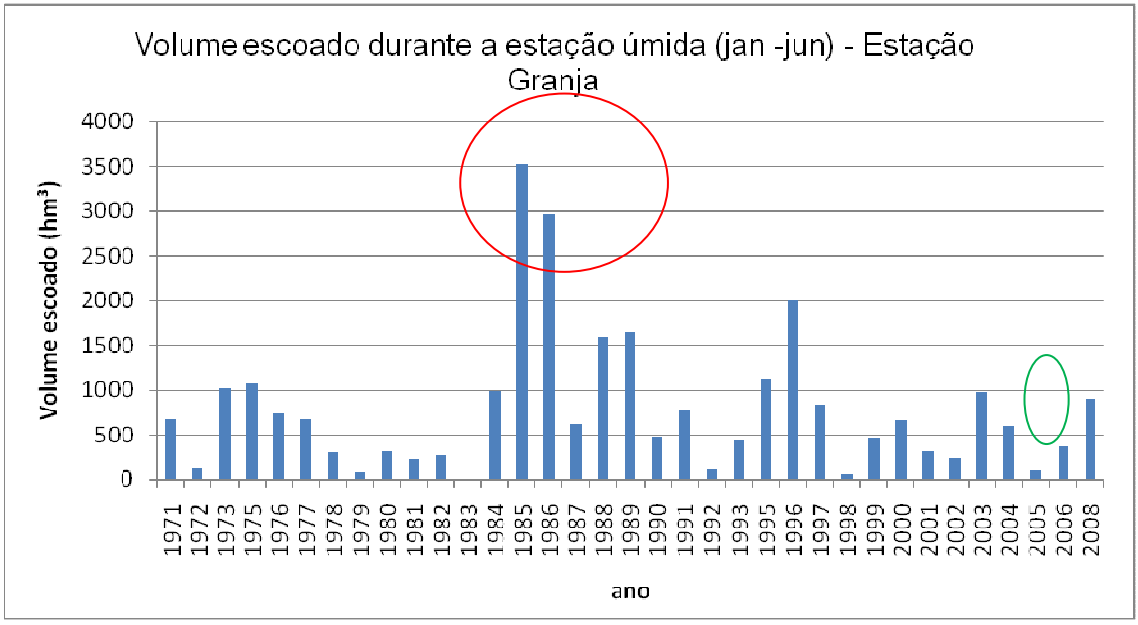


Figura 7.2. Volume escoado durante a estação úmida (janeiro – junho) na estação fluviométrica de Granja

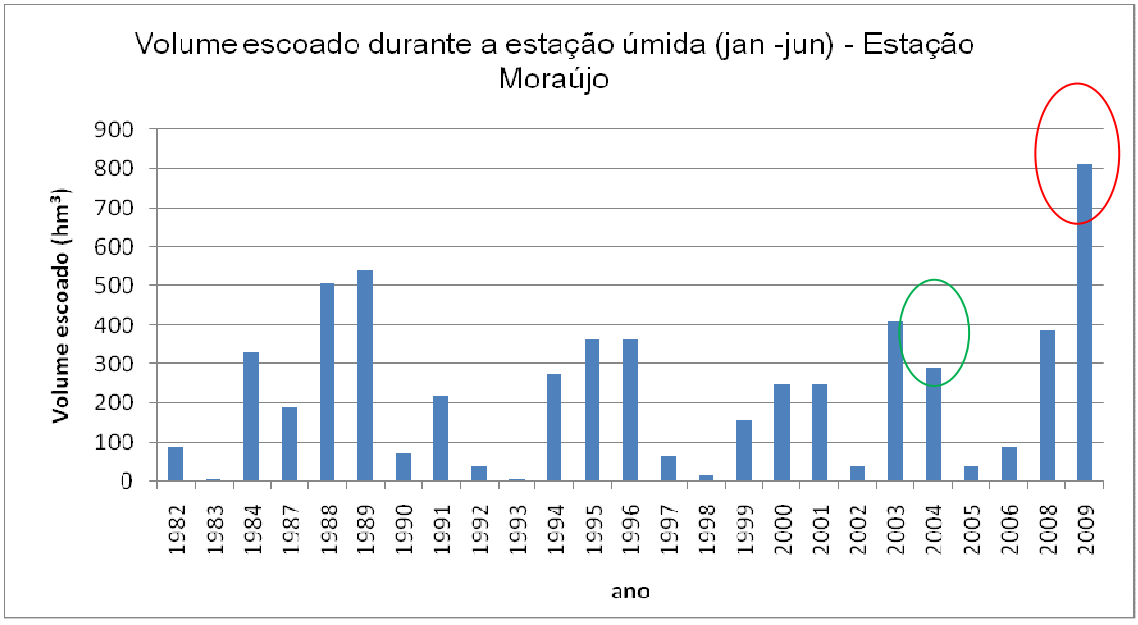


Figura 7.3. Volume escoado durante a estação úmida (janeiro – junho) na estação fluviométrica de Moraújo

Estão destacados nos gráficos (circulados em vermelho) os anos de 1985, 1986 e 2009, que, de maneira geral, apresentaram os maiores volumes escoados para as estações estudadas. Tratam-se de anos reconhecidamente extremos, onde, em alguns casos, os volumes escoados foram mais de 4 vezes maiores do que a média, e causaram grandes prejuízos.

Entretanto, em se tratando de Semi-Árido, o volume total escoado não responde sozinho pelos estragos causados pelas terríveis enchentes que se originam, invariavelmente, das chuvas

intensas. Se assim o fosse, o ano de 2004 (circulado em verde) – célebre pelos inúmeros arrombamentos de açudes em todo o Nordeste – não ocuparia as modestas nona e décima nona posição dentre os mais chuvosos nos postos de Granja e Moraújo. Nesse ano específico, houve uma concentração das chuvas durante curtos espaços de tempo, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, impermeabilizando o solo e ocasionando grandes picos de cheia.

7.4. As Cheias de 2009

7.4.1. Análise das Causas – As Chuvas e o Panorama Meteorológico

Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia – FUNCEME, duas situações distintas de anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) marcaram a evolução térmica dos oceanos Pacífico e Atlântico Tropicais no ano de 2009.

Em janeiro de 2009, uma situação típica de La Niña predominava no Pacífico Tropical (**Figura 7.4**), com águas mais frias que o normal (indicado na cor azul), enquanto no Atlântico, predominavam anomalias positivas (cor laranja) no setor norte da bacia, e em torno da média, abaixo do Equador (cor branca). Nos meses de março, abril e maio, representados por março na **Figura 7.5**, a condição de La Niña, no Pacífico Tropical, desintensificou-se. Entretanto, no Atlântico tropical, a situação térmica evoluiu para um quadro associado à ocorrência de chuvas mais intensas no Nordeste do Brasil, com anomalias positivas de TSM (representado na cor laranja) no setor sul da bacia, e negativas (azul) a/em torno da média (branco) no setor norte desta, característica que persistiu até maio de 2009. Essas características térmicas foram responsáveis pela descida e localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o norte da região Nordeste, causando chuvas intensas nessa região, a qual se encontra inserida a Bacia do Coreaú.

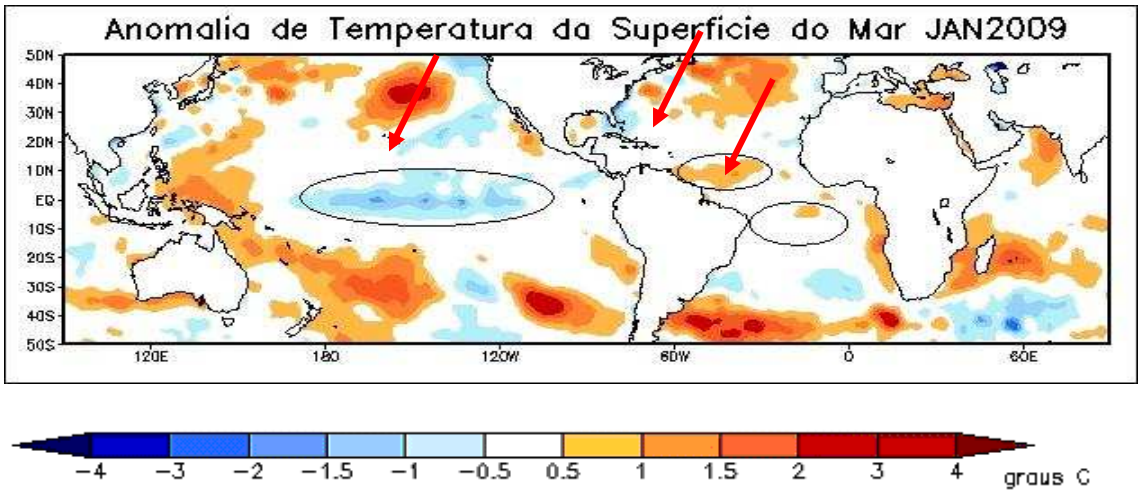


Figura 7.4. Anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) de janeiro de 2009.

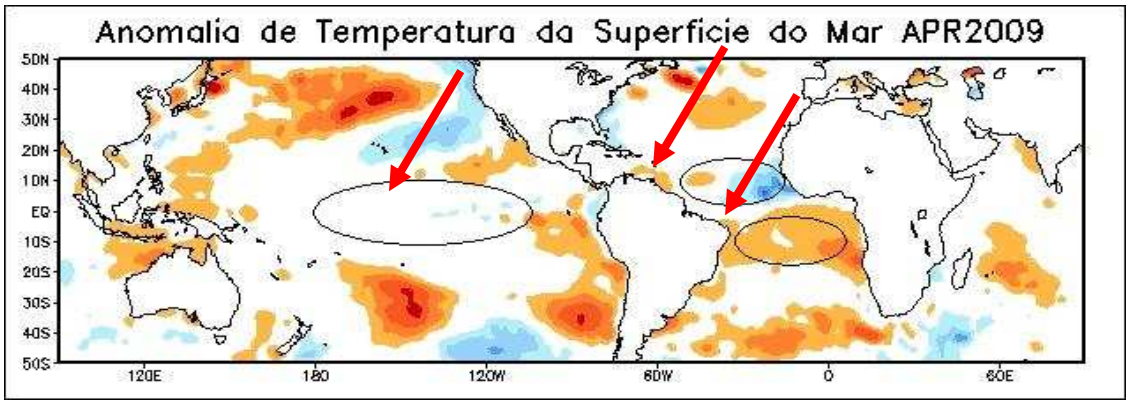


Figura 7.5. Anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) de abril de 2009

7.4.2. Os Efeitos

Como resultado desse panorama meteorológico, o Ceará enfrentou um dos anos mais chuvosos de sua história, onde diversos de seus rios atingiram níveis que não eram registrados desde 1974 (Cogerh). Segundo dados da Defesa Civil, em todo o Estado, quase 600 mil pessoas foram afetadas pelas enchentes, contabilizando 4.933 desabrigados, 16.259 desalojados e 20 mortos. A Bacia do Coreaú contabilizou 1.608 desabrigados, 2.340 desalojados e 7 mortos, afetando 80.359 pessoas, como mostra o **Quadro 7.3**.

Nesse ano, todos os municípios da bacia decretaram situação de emergência devido às enchentes. Todos os açudes monitorados pela Cogerh (**Figura 7.6**) sangraram em 2009

As cheias do Rio Ubatuba, no município de Chaval, causaram estragos e prejuízos, principalmente nas localidades de Retiro e Carneiro, na divisa com o Piauí. Em Retiro, com mais de 20 casas submersas, cerca de 70% do povoado ficou debaixo d'água *(Fonte: Caderno Regional do "Diário do Nordeste" de 27 de abril de 2009).*

Figura 7.6. Açudes monitorados pela Cogerh na Bacia do Coreaú

Quadro 7.3. Demonstrativo dos Municípios Atingidos por Intensas Precipitações Pluviométricas na Bacia do Coreaú

Município	P (mm)	SE ou ECP	Mortos	Feridos		Residências		Desabrigados	Desalojados	Nº de Pessoas Afetadas
				Leves	Graves	Danificadas	Destruídas			
Acaraú	2270	SE	1			436	105	171	987	5113
Barroquinha	1647	SE				17	15		23	12000
Bela Cruz	1403	SE	2			95	30	114		6722
Camocim	2204	SE								
Coreaú	1575	SE	2	15		50	3	116		4632
Cruz	1763	SE				160	7	32	352	1275
Frecheirinha	1668	SE	1			32	30	5	165	4535
Granja	1739	SE				983	253	106		8410
Ibiapina	1966	SE				12	1		53	93
J. de Jericoacoara	2130	SE								5040
Marco	1345	SE				178	26	80	20	5821
Martinópole	1568	SE								
Meruoca	2275	SE				20		75	200	500
Moraújo	1601	SE				55	15			4393
Morrinhos	1536	SE		5		48	15		50	4046
Mucambo	1561	SE								
Sobral	1198	SE				21	56	115	145	5126
Tianguá	1860	SE				17	7	87		2632
Ubajara	2134	SE	1			5	1		16	1385
Uruoca	1492	SE				20	15	82	79	4900
Viçosa do Ceará	2165	SE				130	65	625	250	3736
Total		21	7	20	-	2279	644	1608	2340	80359

(1) SE - Situação de Emergência, ECP - Estado de Calamidade Pública. **Fonte:** COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL - CEDEC (10/07/2009)

Houve uma grande cheia em Granja, em virtude do rompimento de um dique de proteção. Inicialmente, a água teria ultrapassado 30 a 40 cm do dique antigo, rompendo-o posteriormente. O município ficou com a sede e zona rural inundadas (**Fotos 4.8** e **4.9**). A sede dos três poderes, executivo, legislativo e judiciário também ficaram debaixo d'água.

As águas do rio Coreaú subiram, afetando também Moraújo, Coreaú, além de Granja (**Fotos 12** e **13**). A Sangria dos açudes Várzea da Volta, Gangorra, e outros de pequeno porte também contribuíram para as inundações em Granja.

(Fonte:http://diariodonordeste.globo.com)

Foto 4.8. Fórum de Granja inundado pelas chuvas de 2009

Fonte: http://www.iagranja.com/tags/enchentes-2009

Foto 4.9. Nível atingido pelas águas no município de Granja em 2009

O Açude Itaúna teve uma lâmina máxima de sangria de 1,85 m. Na oportunidade, uma de suas ombreiras ficou abalada, por conta da sangria (**Foto 4.10**). Houve grande medo da população à jusante, de que a barragem viesse a romper. A cerca de 3 km do sangradouro está localizada a comunidade de Passagem do Vaz (Chaval). Ano a ano, a comunidade vem sofrendo com as cheias, seja antes ou depois da construção do açude.

Fonte: COGERH

Foto 4.10. Sangria do Açude Itaúna durante a cheia de 2009

A água, em 2009, atingiu cerca de um metro dentro das casas mais próximas do açude, causando prejuízos aos moradores. Segundo entrevistas com moradores locais, as comunidades de Araxá e Lagoa Seca sofreram com as cheias, tendo suas casas submersas (à montante do açude, próximo à Viçosa do Ceará).

Fonte: www.iagranja.blogspot.com

Foto 4.11. Rio Coreaú em Granja no seu nível normal

Fonte: www.iagranja.blogspot.com

Foto 4.12. Rio Coreaú em Granja durante a cheia de 2009

Em Coreaú, o rio homônimo que corta a cidade, tem sua calha tomada por construções. Até mesmo o cemitério da cidade fica submerso em épocas de cheia (**Foto 4.13**). As famílias mais afetadas em 2009 foram as que moram as margens do Rio Coreaú. Em Moraújo, várias famílias ficaram desabrigadas e outras desalojadas, esperando por socorro da Prefeitura e Defesa Civil. Localidades na zona rural estão ilhadas. Na CE-362 entre Senador Sá e Uruoca, o rompimento da rodovia próximo a uma ponte impediu a passagem de veículos. A infiltração em uma das cabeceiras da ponte contribuiu para o surgimento de uma cratera.

Fonte: www.coreauemrede.blogspot.com

Foto 4.13. Inundação em Coreaú, em 2009

7.5. Principais Áreas de Risco

Dentre as áreas com riscos de inundações observadas no território da Bacia do Coreaú constata-se maior expressividade nas regiões de baixo curso das bacias independentes.

O **Quadro 7.4** e a **Figura 7.7** apresentam as áreas com maior risco de enchentes, segundo a Defesa Civil, dentro da Bacia do Coreaú.

Quadro 7.4. Áreas vulneráveis aos desastres decorrentes do excesso de precipitações pluviométricas na Bacia do Coreaú

Município	Áreas de Risco
Barroquinha	Zona Urbana, Ruas Chico Bento, Independência, do Meio, Fco. Benício Vasconcelos, São Francisco, do Açude, Celso de Paula, Alfredo Veras Coelho, Vila Nova, do Hospital, Campo Oliveira, São Francisco e Distrito
Camocim	Bairros Centro, São Pedro, Boa Esperança, Cruzeiro, Brasília, Cidade Com Deus, Coqueiros, Olinda, Genezaré e Zona Rural Localidades Cupim e Maceió
Chaval	Bairros Porto da Missa, Salgadinho, Cruzeiro, Oliveira, Cais do Porto e Distritos Sede Rural, Carneiro e Passagem
Coreaú	Bairros Planalto da Danúbia, Alto São José, São Miguel e Distritos Araquém, Aroeiras, Canto e Ubaúna
Granja	Bairros Centro, Fátima, São Francisco, Oiteiro, São Pedro e Boca do Acre e Distritos Adranópolis, Ibuguaçu, Santa Terezinha, Privat, Ibuaçu, Estreito dos Martins e Timonha
Jijoca de Jericoacoara	Bairros Centro, Cruzeiro Brandão, Vila Brandão e Distritos Jericoacoara e Sede Rural
Martinópole	Ruas Chico Pinto, Nazaré Feijó, José Cunha, Rufino Pereira, Joaquim Pereira e Distrito Sede Rural
Moraújo	Ruas 27 de Novembro, Raimunda Gomes, Valdemar Araujo, Fco. Saturnino, Manoel Francisco, Chico da Gentina, Prefeito Ramundo Araújo, Prefeito Ramundo Benício e Distritos Sede Rural, Várzea da Volta, Boa Esperança e Goiana

Fonte: Defesa Civil

7.6. Medidas de Combate a Inundações

As medidas de prevenção a inundações podem ser divididas em medidas estruturais e não-estruturais, que, dificilmente, estão dissociadas.

7.6.1. Tipos de Medidas

Medidas Estruturais

As medidas estruturais são medidas essencialmente construtivas, que envolvem planejamentos de longo prazo, as quais modificam o sistema fluvial. Entretanto, necessitam da devida aprovação por parte dos órgãos governamentais, o que por sua vez depende da contratação de empresas de projeto e construção, requerendo grandes volumes de recursos financeiros, além da formalização de procedimentos de operação e manutenção. Dentre algumas medidas de caráter estrutural, pode-se citar a construção de açudes com a finalidade para amortecimento de cheias, diques de proteção, canalização, construção de bacias do tipo sedimentação, que tem por finalidade evitar o assoreamento do córrego e canais a jusante, e que requer constante manutenção. As medidas estruturais, além de envolver grande quantidade de recursos, resolvem somente problemas específicos e localizados

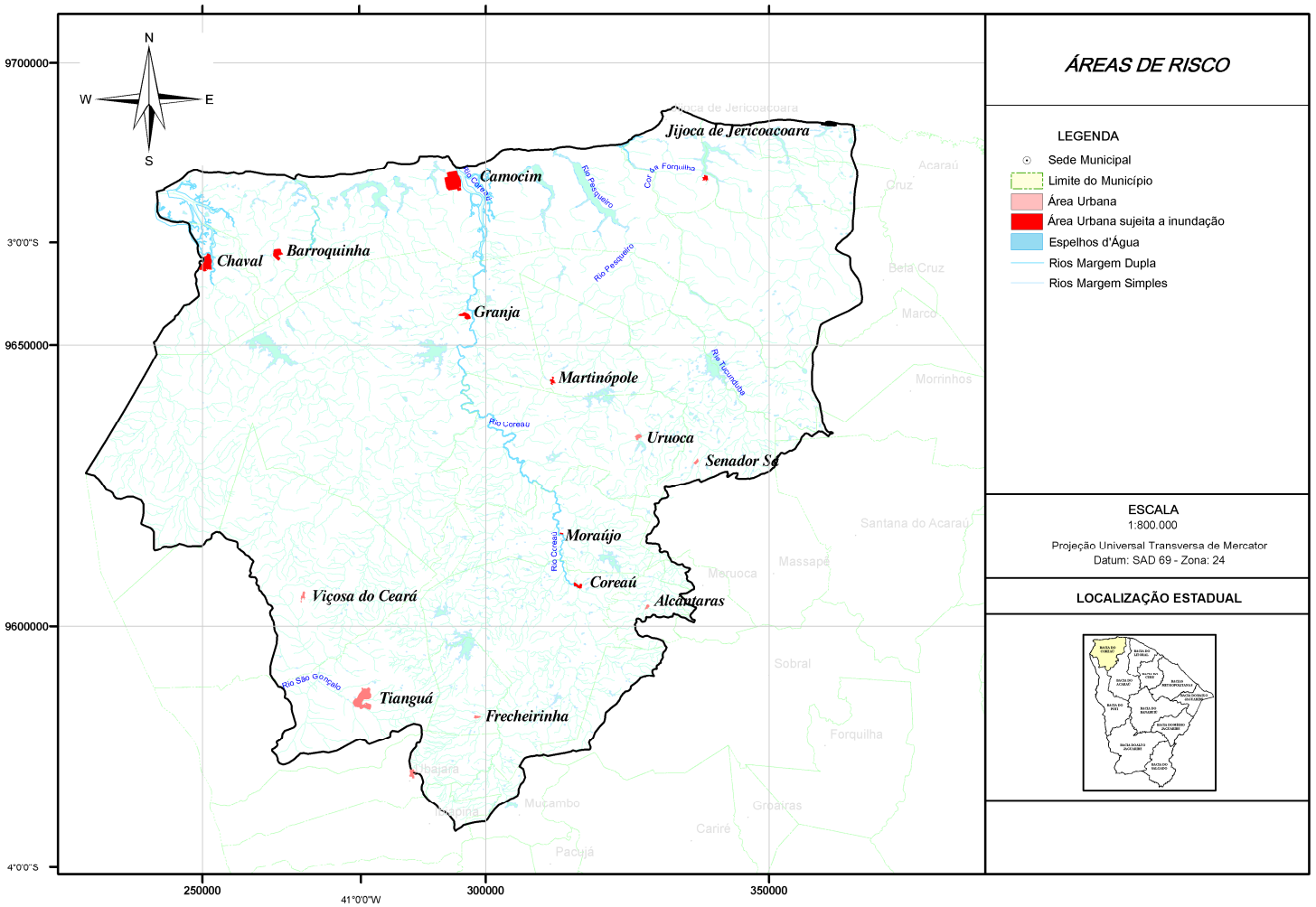


Figura 7.7. Áreas vulneráveis aos desastres decorrentes do excesso de precipitações pluviométricas na Bacia do Coreaú

Medidas Não-Estruturais

As medidas não-estruturais defendem a melhor convivência da população com as enchentes e, ao contrário das estruturais, não envolvem grandes somas de dinheiro, podendo ser implementadas por associações, indivíduos ou empresas privadas. As medidas não-estruturais tendem a ser mais adequadas a áreas rurais e de caráter preventivo, enquanto as estruturais tendem a ser mais adequadas a áreas urbanas e são de caráter mitigatório. Dentre elas, pode-se citar: evacuação temporária da região afetada, zoneamento da área da várzea, previsão, sistema de alerta, aumento da capacidade de escoamento do canal (dragagem), controle do uso do solo, controle de erosão e reflorestamento.

No caso específico do zoneamento, este é baseado no mapeamento das áreas de inundação dentro da delimitação das maiores cheias registradas. Dentro dessa faixa, são definidas áreas de acordo com o risco e com a capacidade hidráulica de interferir nas cotas de cheia a montante e a jusante. A regulamentação depende das características de escoamento, topografia e tipo de ocupação dessas faixas. O zoneamento é incorporado pelo Plano Diretor Urbano da cidade e regulamentado por legislação municipal específica ou pelo Código de Obras. Para as áreas já ocupadas, o zoneamento pode estabelecer um programa de transferência da população e/ou convivência com os eventos mais freqüentes.

Na área de inundação, não deve ser permitida qualquer ocupação. Entre essa área e os limites da planície de inundação, podem ser permitidos usos que resultem em baixas taxas de ocupação, tais como: parques, áreas de esportes, áreas de preservação, vias de transporte que possam ser fechadas temporariamente, construções com estruturas abertas para suportar as inundações; culturas agrícolas, etc.

O sistema de alerta tem a função de prevenir com antecedência de curto prazo, reduzindo os prejuízos, pela remoção, dentro da antecipação permitida. Além disso, o sistema de alerta é fundamental para os eventos que atingem raramente as cotas maiores, quando as pessoas sentem-se seguras.

Uma questão fundamental para que estas medidas não-estruturais tenham sua eficácia é a educação ambiental, pois a participação da comunidade como um todo poderá mudar os hábitos da população permanentemente. É preciso ter claro que o lixo jogado nas ruas, diante de uma chuva forte são os primeiros a serem carreados e entupirem bueiros, galerias e canais, dificultando e até impedindo o escoamento das águas, agravando os efeitos da cheia nas populações que ocupam as áreas de perigo.

8. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

8. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

Esta etapa do projeto, constante no termo de referência para a revisão e elaboração dos planos de gerenciamento de algumas das bacias hidrográficas do Ceará, entre elas, a do rio Coreaú, visa à caracterização e avaliação das condições ambientais das bacias, uma vez que a qualidade das águas dos recursos hídricos é o retrato do uso que se faz de seu espaço físico. Aspectos como uso atual do solo e das águas, situação das matas ciliares, avaliação permanente dos dados disponíveis sobre a qualidade da água, identificação de fontes poluidoras nas proximidades dos recursos hídricos, avaliação das cargas poluidoras urbanas e industriais, identificação das reservas ecológicas, áreas de preservação e unidades de conservação (existentes e potenciais), identificação de áreas degradadas (solos salinizados, desmatamento em áreas de preservação de recursos hídricos, descaracterização do recurso hídrico pela atividade mineraria, etc.), áreas em processo de degradação, áreas com processo de erosão intensiva, etc., e avaliação dos níveis de erosão do solo e assoreamento dos reservatórios, são fatores para a avaliação das condições ambientais da bacia.

8.1. Caracterização geográfica da bacia do Coreaú

A área situa-se no oeste do Estado do Ceará e tem os seguintes limites: ao sul a bacia do Parnaíba e o Estado do Piauí, a oeste o Estado do Piauí, a leste a bacia do rio Acaraú e ao norte o Oceano Atlântico. A linha da costa possui uma extensão de aproximadamente 130 km. Esta região hidrográfica tem 10.657 km², englobando tanto a bacia drenada especificamente pelo rio Coreaú e seus afluentes, com 4.446 km², como também o conjunto de bacias independentes adjacentes que variam de pouco mais de 125 km² (Córrego da Poeira) até próximo de 1.850 km² (Timonha) que deságua diretamente no oceano Atlântico (PLANERH, 2005). Conforme a folha do C.N. G na escala 1/500.000 a bacia se estende entre os paralelos 2º52’ e 3º55’ e os meridianos 40º28’ e 41º11’ W, tendo uma extensão na ordem de 4.265 km² (DNOCS – Reconhecimento preliminar dos recursos água e solo da bacia do rio Coreaú de 1968).

É uma região de potencial desenvolvimento social e econômico devido ao seu potencial de acumulação hídrica e as constantes recargas de seus reservatórios, o que atrai usuários tais como carcinicultores e de exploração de águas minerais o debate sobre a preservação da água e a adequada satisfação de seus usuários atuais e futuros. A bacia do Coreaú forma deste modo uma rede complexa de relações sócio-econômicas, onde os interesses dos usuários de água, da sociedade civil e do poder público estão intrinsecamente ligados aos aspectos de gerenciamento dos recursos hídricos, pois são essenciais à preservação ambiental e ao desenvolvimento econômico e social do Estado.

Dentre as atividades econômicas desenvolvidas na bacia, observa-se que o desenvolvimento da atividade de carcinicultura é mais expressivo no Litoral Leste, entretanto, no Litoral Oeste as freqüências de interferência em ecossistema manguezal foram mais elevadas, sempre acima de 70% para apicum/salgado e 55% para mangue. Estes valores foram expressivos para todos os estuários considerados, e representam para o litoral Oeste como um todo, uma interferência de 89,2% em áreas de apicum/salgado e 71,6% em áreas de mangue.

A interferência em áreas de caatinga e tabuleiro foram mais elevadas do que nos demais estuários (81,8% e 72,7%, respectivamente), enquanto a interferência em carnaubal ficou

restrita quase que somente a outros estuários do Ubatuba e Timonha, onde 54,5% dos empreendimentos interferiram neste ecossistema.

Na bacia do Coreaú, em uma área de aproximadamente 620 hectares, onde funcionam 10 empreendimentos, são gerados apenas 189 empregos, o que nos dá uma média de 0,3 empregos por hectare, segundo o Diagnóstico de Carcinicultura no Ceará de 2005 – IBAMA.

8.2. Avaliações Ambientais

8.2.1. Qualidade das águas da bacia do Coreaú

Com base no relatório "Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico da Zona Costeira do Estado do Ceará" elaborado pelo LABOMAR - Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará em parceria com a SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará, no ano de 2005, que quantificou as estimativas de cargas de nitrogênio, fósforo e metais pesados de interesse ambiental para as bacias inferiores do litoral do estado do Ceará, com o objetivo de se estimar as cargas totais de nutrientes e poluentes para sua bacia de drenagem e a capacidade de diluição e de depuração, seja por exportação do sistema fluvial ou segregação em compartimentos depósito de longo tempo de residência, para só então se definir um índice de capacidade suporte ou da vulnerabilidade ambiental de um dado estuário, pode-se encontrar diversas informações a respeito da qualidade e dos múltiplos usos dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Coreaú e das demais bacias do Estado do Ceará.

Os processos ambientais e atividades socioeconômicas realizadas na zona costeira são indiretamente afetados pelas atividades e usos das bacias de drenagem, mesmo quando distantes do litoral (Lacerda et al., 2002) e devem ser avaliados de forma integrada. Estes impactos potenciais causados na zona costeira por atividades antrópicas localizadas em bacias de drenagem fora do litoral são o objetivo principal do referido estudo de forma a quantificar e qualificar a influência das cargas poluidoras ao longo de grande parte da extensão dos recursos hídricos nas diferentes regiões hidrográficas do Estado.

Segundo o Zoneamento/SEMACE, 2005 os principais impactos gerados por atividades localizadas em bacias de drenagem que afetam a região costeira é o controle de fluxo por barragens para abastecimento de água. A construção de barragens e açudes resulta via de regra em uma diminuição significativa do fluxo fluvial a jusante, particularmente em períodos de estiagem, levando à concentração de substâncias presentes na água e ao desequilíbrio entre erosão e sedimentação ao longo do curso do rio e principalmente em sua região estuarina. Seguem-se como principais vetores a agricultura, particularmente a agricultura irrigada que se utiliza de grandes quantidades de insumos, a pecuária, incluindo a carcinicultura, a urbanização seguida ou não de desenvolvimento industrial e as alterações nos usos do solo, geralmente levadas a cabo após a substituição da vegetação nativa.

Além das pressões ambientais que resultam em alterações no ambiente físico (**Quadro 8.1)**, estas diferentes atividades antrópicas emitem para o meio ambiente diversas substâncias capazes de causar impactos negativos sobre a biodiversidade local, sobre a qualidade dos produtos explorados na região (e.g. pescado) e eventualmente expondo populações humanas a concentrações elevadas de poluentes, resultando em médio prazo em depreciação significativa do capital natural de uma dada região. Neste cenário, os estuários e as regiões costeiras em geral, atuam como corpo receptor final estas substâncias. Isto associado às mudanças hidrológicas e de uso dos solos, tornam estas regiões particularmente vulneráveis às

atividades antrópicas instaladas em suas bacias de drenagem (Lacerda et al., 2002). Abaixo, encontra-se um quadro retirado do próprio relatório que nos mostra os principais vetores e seus respectivos impactos.

Quadro 8.1. Principais vetores localizados nas bacias de drenagem e pressões ambientais e seus respectivos impactos na região costeira

Vetores	Pressões	Impactos
Represamento de Rios	Retenção de sedimentos Alteração no fluxo de nutrientes Diminuição na capacidade de transporte fluvial Diminuição da descarga de água doce em estuários e áreas costeiras	Erosão e diminuição do fluxo de sedimentos e de nutrientes Alteração de cadeias alimentares Diminuição da produtividade pesqueira Sedimentação de estuários por areias marinhas
Agricultura	Diminuição da oferta de água, Aumento da erosão de solos e da emissão de poluentes. Alteração no ciclo de nutrientes	Eutrofização Salinização Sedimentação de calhas Contaminação de recursos pesqueiros e depreciação de produtos da aqüicultura
Pecuária	Aumento da carga de nutrientes e poluentes Aumento de "runoff' superficial por impermeabilização de solos por compactação".	Eutrofização Contaminação de recursos pesqueiros Depreciação de produtos da aqüicultura
Urbanização / indústrias	Aumento da carga de poluentes e DBO Aumento nas taxas de denudação de solos	Eutrofização Contaminação de recursos pesqueiros e depreciação de produtos da maricultura Exposição humana a poluentes
Desmatamento	Facilitação da erosão dos solos Alteração no balanço de sedimentos	Sedimentação de calhas

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

Portanto, a sensibilidade das regiões estuarinas e costeiras aos impactos ambientais, vai depender das características ecológicas e biogeoquímicas de cada região em particular, incluindo as próprias atividades humanas aí instaladas, isto é da capacidade suporte de determinada região às diferentes atividades antrópicas possíveis de serem aí instaladas. Assim, rios intermitentes deverão ser regidos por limites sazonalmente mais restritivos quanto à liberação de efluentes urbanos, industriais e agrícolas, por exemplo. Da mesma forma, bacias afetadas por despejos urbanos, industriais e/ou agrícolas, poderão se tornar inviáveis para o desenvolvimento turístico e/ou de maricultura.

Torna-se necessário, portanto, o delineamento de indicadores consistentes da capacidade suporte de áreas estuarinas e costeiras, capazes de fornecer cenários confiáveis à implantação de futuras atividades antrópicas. De um modo geral, excetuando atividades que alterem significativamente o ambiente físico, como construção de estradas, ancoradouros e portos e construção civil em geral, a capacidade suporte de uma dada região costeira será um reflexo

da qualidade ambiental de suas águas. A seguir, as informações referentes à bacia hidrográfica do Coreaú encontradas no relatório.

8.2.2. Estimativas das cargas de N, P e metais pesados - bacia do Coreaú oriundos de fontes naturais.

A lixiviação de solos naturais constitui-se em importante fonte de nutrientes para águas superficiais. Este processo natural aumenta com a urbanização e a criação de áreas agrícolas, sendo também dependente do tipo de solo e climatologia de uma dada bacia.

8.2.2.1. Emissões por deposição atmosférica

Com relação a emissões de nitrogênio (N) e fósforo (P) e metais pesados (Cobre – Cu, Zinco – Zn, Chumbo – Pb, Cádmo – Cd e Mercúrio – Hg) oriundos de fontes naturais, mais especificamente por deposição atmosférica, que é função da área da bacia e da concentração das substâncias de interesse na deposição total (deposição úmida e seca) podendo se constituir em fonte significativa de nutrientes e metais pesados (Marins et al. 1996; Silva Filho et al., 1998), pode-se verificar em destaque as informações sobre a bacia do Coreaú.

O **Quadro 8.2** apresenta um sumário da deposição atmosférica da bacia do Coreaú. As medidas foram realizadas em diversas amostragem ao longo do litoral brasileiro baseadas na faixa de concentração encontradas em áreas isentas de contaminação ou pouco contaminadas por atividades antrópicas de grande porte, caso típico da maior parte do litoral cearense.

Quadro 8.2. Carga anual estimada de N, P e metais pesados por deposição atmosférica para a bacia do Coreaú (t.ano^{-1}).

Bacia	N	P	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
Coreaú	51,1	4,09	0,87	2,56	3,01	1,02	0,015

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.2.2.2. Emissões por denudação física e química de solos

Outra fonte natural de emissão de cargas poluidoras é a denudação física e química de solos, que é o mesmo que a lixiviação de solos naturais, constituindo-se em importante fonte de nutrientes para águas superficiais. Este processo natural aumenta com a urbanização e a criação de áreas agrícolas sendo também dependente do tipo de solo e climatologia de uma dada bacia. Um detalhe importante é que embora bem menos importante que para N e P, a mobilização de metais pesados dos solos naturais pode ser significativa dependendo da mineralogia e composição química dos solos (Prost, 1997).

No caso do litoral nordestino, as baixas concentrações de metais presentes nos solos típicos da região diminui a importância relativa desta fonte. Entretanto, em bacias extensas, como dos rios Jaguaribe, Acaraú e Coreaú, esta contribuição pode ser bastante significativa, quando comparada às demais fontes naturais e antrópicas.

A bacia do Rio Coreaú incluindo seu estuário em Camocim e os municípios de Granja, Coreaú e Camocim, cobre cerca de 4.678 km^2, apresenta uma geologia é muito semelhante à bacia do Rio Acaraú, sendo a porção mais litorânea dominada pelos Tabuleiros Costeiros Nordestinos e o interior, particularmente no município de Coreaú dominada por solos litólitos.

O **Quadro 8.3** apresenta as estimativas das emissões de nitrogênio e fósforo e metais pesados para a bacia, oriundas da denudação dos solos.

Quadro 8.3. Estimativas de emissão de N, P e metais pesados pela denudação física e química dos diferentes tipos de solo para a Bacia do Rio Coreaú, CE

Tipo de solo	Área aproximada (km^2)	Emissão aproximada ($t.ano^{-1}$)						
		N	P	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
Areias quartzosas	419	27,2	5,44	0,49	1,14	0,05	0,01	0,001
Planossolos	692	45,0	45,0	1,71	2,52	1,8	0,06	0,002
Podzólico/Latossolos	2.132	138,6	138,6	5,27	7,76	5,54	0,19	0,006
Solonchack/Solonetz	165	12,7	12,7	0,48	0,71	0,50	0,02	<0,001
Total	**3.408**	**223,4**	**201,6**	**7,95**	**12,13**	**7,90**	**0,28**	**0,009**

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará
Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

A distribuição aproximada dos solos na bacia inferior do Rio Coreaú é também bastante diversificada devido a sua grande área. Os solos passíveis de sofrerem denudação química e física incluem as areias quartzosas distróficas, com cerca de 419 km^2, os planossolos solódicos com cerca de 692 km^2, os podzólicos e latossolos vermelho-amarelos com cerca de 2.132 km^2 e os solos Solonchack/Solonetz com cerca de 165 km^2. O restante da cobertura da bacia inferior é composto por áreas urbanas e estradas, espelho d´água, incluindo aqüicultura, dunas e praias. Cerca de 700 km^2 de solos litólitos também não foram incluídos nas estimativas de emissão devido à liberação apenas intempérica da maior parte de seus componentes. Estas superfícies não foram incluídas nas estimativas de emissão de nutrientes por denudação natural.

O **Quadro 8.4** resume as cargas de nutrientes e metais pesados oriundos de fontes naturais (deposição atmosférica e denudação física e química de solos). Via de regra as cargas de origem natural são dependentes da área da bacia. Fazenda uma análise comparativas com outras bacias e sub-bacias, as maiores cargas ocorrem nas bacias maiores, entre elas temos o Acaraú, Mundaú, Jaguaribe e Pirangi). As menores cargas são registradas nas menores sub-bacias; Malcozinhado, Icapuí, Timonha e Pacoti.

Quadro 8.4. Cargas de nutrientes e metais pesados oriundos de fontes naturais ($t.ano^{-1}$). Valores arredondados para unidade para o N.

Bacia	N	P	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
Coreaú (Carga total)	274,0	205,7	8,82	14,69	10,91	1,30	0,024
Atmosfera (%)	(20)	(2)	(10)	(17)	(28)	(98)	(63)
Solos (%)	(80)	(98)	(90)	(83)	(72)	(2)	(27)

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará
Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

A deposição atmosférica contribui com cargas significativas de N, na bacia do rio Coreaú, atingindo cerca de 20% da entrada natural total deste elemento. É pouco significativa como fonte de Cu e Zn para a bacia estudada, entretanto contribui com cargas significativas de Pb, Cd e Hg na bacia do Coreaú. As elevadas concentrações de Cd e a dominância da espécie Hg^0 (vapor) na atmosfera e a relativa pobreza destes elementos nos solos da região explicam estes

resultados. Para todos os demais elementos, entretanto, as cargas naturais são oriundas principalmente da denudação física e química de solos.

8.2.3. Emissões antrópicas de N, P e metais pesados

A maior parte das emissões antrópicas de N, P e metais pesados para as bacias inferiores dos rios do litoral do Estado do Ceará está relacionada à disposição inadequada de águas servidas e resíduos sólidos urbanos. No caso de nutrientes e alguns metais pesados (e.g. Cu), as contribuições da agricultura, pecuária e carcinicultura podem ser também significativas. Em bacias com extensas áreas urbanizadas, o escoamento superficial urbano (runoff) também pode contribuir com cargas significativas, particularmente de metais pesados. As diferentes fontes serão analisadas separadamente para cada bacia de interesse.

8.2.3.1. Águas servidas (esgotos domésticos)

A liberação de nutrientes, e em menor escala de metais pesados, para o meio ambiente através de águas servidas é uma das principais fontes dessas substâncias para estuários e águas costeiras, particularmente em regiões de elevada densidade populacional. As cargas de nutrientes e metais pesados recebidas por uma bacia de drenagem através da disposição de águas servidas é diretamente proporcional a densidade populacional.

A liberação de nutrientes e metais pesados para o meio ambiente através da disposição inadequada de águas servidas é uma das principais fontes antrópicas desses poluentes para estuários e águas costeiras. A exportação de nutrientes e metais pesados por esta via é diretamente proporcional à densidade populacional, estando relacionada à exportação de fontes não pontuais, isto é quando da inexistência de plantas de tratamento de esgotamento sanitário. No caso das regiões estudadas no presente Zoneamento/SEMACE, 2005, foi assumido que a totalidade das emissões de águas servidas das áreas avaliadas é despejada nos rios in natura, isto é sem nenhum tratamento prévio, o que representa a quase totalidade das situações excetuando-se a Região Metropolitana de Fortaleza. Abaixo segue um quadro que mostra a estimativa de emissões de poluentes e metais pesados da bacia do Coreaú. **Quadro 8.5.**

Quadro 8.5. Estimativa das emissões (t.ano^{-1}) de nutrientes e metais pesados por águas servidas para a bacia do Coreaú.

Bacia	N	P	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
Coreaú	233,0	65,2	0,65	1,12	0,28	0,040	0,020

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.2.3.2. Pecuária

A pecuária é uma importante fonte de nutrientes e de alguns metais pesados em áreas rurais para águas superficiais. No caso de metais pesados esta fonte é menos significativa que para nutrientes e depende da quantidade e qualidade dos insumos químicos utilizados. O destino dos nutrientes associado aos rejeitos da criação de animais se constitui em importante fonte de nutrientes para solos e daí para águas subterrâneas e superficiais. Entretanto, a transferência de nutrientes não ocorre de forma direta. Por exemplo, cerca de 10% do N e P consumido pelo animal é incorporado ao crescimento de sua biomassa (Bouwman & Booij, 1998). O

restante liberado sob forma de dejetos tende a ser incorporados ao solo, particularmente na criação extensiva, caso da bacia inferior dos Rios do litoral do Estado do Ceará.

Cerca de 40% a 65% da carga incorporada ao solo é absorvida pelas plantas nativas ou cultivadas (NRC, 1993). No caso do nitrogênio entre 10 e 20% retorna a atmosfera pela evaporação da amônia (Bouwman et al., 1997). No caso de pequenas bacias costeiras, a maior parte deste nitrogênio retornará por deposição atmosférica para fora da bacia de drenagem, dada ao tempo de residência desta espécie química na atmosfera (NRC, 2003). Portanto, estima-se que 20 a 35% do nitrogênio e de 35 a 60% do fósforo presente nos dejetos animais sejam eventualmente exportados para águas superficiais e daí para a região estuarina e costeira.

No cálculo da contribuição da pecuária para a carga total de nutrientes e metais pesados para as bacias de drenagem, um fator determinante é a concentração de nutrientes e metais pesados no alimento dos animais. Em criações intensivas, onde os diferentes tipos de gado recebem diferentes tipos de ração, as concentrações de nutrientes e metais pesados nos dejetos têm uma relação direta com as concentrações encontradas nas rações utilizadas, contendo metais na forma de impurezas, no caso do Cd, por exemplo, ou como suplementos da dieta dos animais, como é o caso do Cu e do Zn.

As concentrações de metais nos dejetos da pecuária foram as relatadas por Menzi & Kessler (1998) citados por Labomar, 2005, que avaliaram criações intensivas. Nas áreas sob o nosso estudo, com exceção da criação de aves e suínos, os outros tipos de gado são criados em forma extensiva, tendo uma alimentação de pastos naturais que provavelmente são mais pobres em nutrientes e metais pesados do que aquela dos animais criados em regime intensivo. Portanto, as estimativas das contribuições destas criações podem estar superdimensionadas, particularmente para metais pesados. A fração das contribuições totais de metais pesados que atingem finalmente os rios, isto é a taxa de retenção de metais pesados pelos solos, foi a mesma utilizada para as emissões agrícolas.

A emissão de dejetos varia com o animal criado, atingindo 10 kg.cabeça^{-1}.dia^{-1} para bovinos e eqüinos, 2,5 kg.cabeça^{-1}.dia^{-1} para suínos, e 1,0 kg.cabeça^{-1}.dia^{-1} para ovinos e caprinos (Boyd, 1971; Esteves, 1998). A composição em nitrogênio e fósforo destes dejetos é relativamente constante e bem conhecida variando em média de 0,6% para bovinos e eqüinos e 0,5% para suínos e ovinos em nitrogênio, e de 0,35%, 0,3% e 0,5% em fósforo para bovinos, suíno e ovino, respectivamente. Para aves galináceas a quantidade de dejetos é de cerca de 0,18 kg.cabeça^{-1}.dia^{-1}, com cerca de 1,2% em N e 1,3% em P.

Uma boa parte destes dejetos são utilizados na agricultura como adubos, pelo que a fração que finalmente atinge os rios foi calculada da mesma forma que para os insumos agrícolas e pela denudação de solos. No caso de avicultura, entretanto, foi aplicado um fator de redução de 80 %, que reflete o uso intensivo dos dejetos desta atividade pecuária. Estes dejetos são via de regra, comercializados para produtores locais para uso como adubo orgânico.

Usando-se as estimativas de perdas de nitrogênio e fósforo, empiricamente determinadas por diversos autores (NRC, 1993; 2003; Bouwman & Booij, 1998; Bouwman et al. 1997; Menzi & Kessler, 1998), é possível realizar uma estimativa razoável para a emissão destes nutrientes e metais pesados para a bacia inferior dos Rios do Estado do Ceará, **Quadro 8.6**.

Quadro 8.6. Cargas estimadas (t.ano^{-1}) de nutrientes e metais pesados aos rios, oriundos da atividade pecuária. Bacia do Coreaú.

Bacia	N	P	Zn	Cu	Pb	Cd	Hg
Coreaú	530	324	7,27	1,12	0,06	0,004	<0,001

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará
Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

A emissão de nitrogênio, fósforo e metais pesados pela pecuária é dominada pelo rebanho bovino, pelo seu maior volume de dejetos e quantidade de cabeças. Embora o conteúdo de fósforo nos dejetos seja menor que o de nitrogênio, a perda para a atmosfera da amônia excretada pelos animais resulta em contribuição relativamente similar entre os dois nutrientes. No caso dos metais pesados o único mecanismo de impedimento da transferência dessas substâncias para águas superficiais é a fixação no solo.

8.2.3.3. Agricultura

A agricultura é uma das principais fontes do excesso de nitrogênio e fósforo para a região costeira em áreas não urbanizadas. O percentual de nitrogênio e fósforo aplicados como fertilizantes que é lixividado para águas superficiais varia com o tipo de solo e prática agrícola. De um modo geral, solos argilosos perdem de 10% a 40% dos nutrientes aplicados como fertilizantes, enquanto que em solos arenosos a perda pode atingir de 25% a 80% (Howarth et al., 1996). Em geral, solos agrícolas perdem até 200 kgP.km^{-2} (Sharpley & Syers, 1979; Sharpley & Rekolainen, 1997; Sharpley & Tunney, 2000).

Diversos estudos realizados em solos europeus, verificaram perdas de nitrogênio variando de 16% a 25% e de fósforo de 0,7% a 1,4%, dependendo da cultura e tipo de solo (Vollenweider, 1968; Esteves, 1998). Por exemplo, as culturas do milho em solos do sudeste brasileiro perdem de 6% a 20% do fósforo e de 26% a 32% do nitrogênio, aplicado como fertilizantes (Malavolta & Dantas, 1980; CFSEMG, 1989; Silva et al., 2000). Para diversos tipos de cultivares e práticas de cultivo da região nordeste, entretanto, tais estimativas não estão disponíveis.

O **Quadro 8.7** estima as cargas potenciais totais de nutrientes e metais pesados adicionadas aos solos das bacias através da aplicação de insumos agrícolas, já descontadas das respectivas taxas de retenção de nutrientes e metais pesados em solos. As cargas de nitrogênio (N) e fósforo (P) são comparáveis às cargas originadas em zonas urbanas, com exceção da região metropolitana de Fortaleza. Dentre os metais, as emissões de Cu (Cobre) são as mais importantes e provêm basicamente da aplicação de fungicidas, particularmente na fruticultura, seguida pelas emissões de nitrogênio e fósforo, originados na aplicação de fertilizantes. As cargas de Zn (zinco) também são significativas, tendo origem principalmente em fertilizantes. As emissões de Cd (Cadmo) e Pb (chumbo), que ocorrem apenas como impurezas em insumos agrícolas, são pouco significantes quando comparadas às cargas oriundas de fontes urbanas. Da mesma forma, a emissão de Hg (mercúrio) é menor que os valores aceitáveis de erro na presente estimativa.

Quadro 8.7. Contribuição de nutrientes e de metais pesados (t.ano^{-1}) aos rios, oriundos da atividade agrícola, bacia do Coreaú. Dados já corrigidos pelas respectivas taxas de retenção em solos

Bacia	N	P	Zn	Cu	Pb	Cd	Hg
Coreaú	133	101	0,09	3,25	0,001	0,004	<0,001

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará – Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.2.3.4. Escoamento superficial (runoff) urbano

Há tempo que as cidades são consideradas como fontes de metais pesados para o meio ambiente, devido a uma variedade de fatores. A lavagem dos telhados, paredes e ruas de uma cidade pela água de chuva arrasta uma quantidade não desprezível destes poluentes, que eventualmente chegam aos rios receptores das águas dessas bacias hidrográficas. Esses metais são oriundos dos materiais de construção, dos automóveis (devido a diversos fatores, tais como a perda de borracha dos pneus, vazamentos de óleo e outros) e da deposição atmosférica sobre estas superfícies.

Sorme & Lagerkvist (2002), por exemplo, estudando as emissões de metais pesados recebidas numa estação de tratamento de esgoto (ETE) na Suécia (que serve a 630.000 pessoas), estimaram a contribuição relativa de metais pesados do escorrimento superficial à carga total de metais pesados absorvida pela ETE, sendo esta de 1%, 18%, 13% e 36% para o Cd, Cu, Pb e Zn, respectivamente, mostrando assim a importância desta fonte sobre o total das emissões urbanas destes poluentes.

O cálculo da carga total de metais pesados gerada por escoamento superficial, adaptando-se os parâmetros relevantes à realidade urbana do nordeste brasileiro. Para isso, foi assumido uma área média de 50 m^2 por domicílio, uma distância de 24.000 km rodados anualmente por carro, e uma precipitação pluvial média de cada município. Na estimativa de emissão de N e P, foram utilizados as concentrações relatadas por NRC (2003) para águas de escorrimento superficial urbano, aplicando os níveis de precipitações anuais para cada bacia, junto às áreas urbanas de cada uma delas (Estado do Ceará, 2004).

O **Quadro 8.8** apresenta estas estimativas. Com o pode ser verificado a importância da emissão de N e P pelo escoamento superficial urbano é somente significativa para a as bacias mais urbanizadas.

Quadro 8.8. Estimativa das emissões de nutrientes e metais pesados (t.ano^{-1}) por escorrimento superficial urbano

Bacia	N	P	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
Coreaú	3,3	0,49	<0,01	0,03	<0,01	0,25	<0,001

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.2.3.5. Estimativa das emissões dos rejeitos sólidos (lixo)

O lixo é uma fonte extremamente importante de metais pesados, devido, entre outras causas, às enormes quantidades geradas pelas populações humanas. O chorume gerado pelos rejeitos sólidos, que acaba escorrendo diretamente para os cursos de água adjacentes ou lixiviando às

águas subterrâneas devido à falta de um manejo apropriado e à escolha inadequada da localização dos lixões, contem elevadas concentrações de metais de relevância ambiental, tais como Pb, Cd, Cu, Hg e Zn e de nutrientes potencialmente geradores de eutrofização, como N e P.

Para realizar uma estimativa das emissões de metais pesados oriundas da disposição de rejeitos sólidos, foram utilizados os fatores de emissão apresentados por Nriagu & Pacyna (1988), que propuseram faixas dos níveis de emissão. Os resultados são, portanto, apresentados na forma de valores mínimos e máximos passíveis de serem produzidos por esta fonte. Infelizmente, não foram encontrados fatores de emissão para o fósforo, o que impede o cálculo de suas emissões.

As emissões totais desta fonte são diretamente proporcionais à produção de lixo das populações nos diferentes centros urbanos localizados nas bacias estudadas. No cálculo da quantidade de rejeitos sólidos gerados, foi considerada a população das áreas estudadas (IBGE, 2000), e uma produção de lixo de 0,45 $kg.hab^{-1}.dia^{-1}$ (ABES, 1983; Barcellos & Lacerda, 1994). As cargas estimadas pelas emissões da disposição inadequada de rejeitos sólidos urbanos, embora pouco significativa para N e P (no caso do P a não existência de fatores de emissão impedem o cálculo da carga potencial), é uma fonte particularmente significativa para metais, particularmente no caso do Cd e do Hg, uma vez que as demais fontes destes metais são pouco relevantes.

Estes resultados são apresentados no **Quadro 8.9** abaixo, com destaque para a bacia do Coreaú.

Quadro 8.9. Estimativa das emissões de N, P e metais pesados oriundas dos resíduos sólidos (em $t.ano^{-1}$).

Bacia	N[1]	P	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
Coreaú	11,4	-	0,04-0,35	0,31-1,53	0,81-3,05	1,63-4,48	0,002

1- Adaptado de Binner et al. (1996).
Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.2.3.6. Carcinicultura

A última atividade incluída neste estudo é a carcinicultura, que ocupa uma área de cerca de 3.279 ha nas regiões estuarinas do litoral do Ceará. Esta atividade, quando gerenciada de forma não sustentável tem resultado em impactos negativos na qualidade de águas de regiões estuarinas, em particular quando substituem áreas de manguezal (Twilley et al., 1999), tornando-se exportadores líquidos de nutrientes (Burford et al., 2003).

A carcinicultura desenvolveu-se rapidamente na região nordeste do Brasil, com as bacias dos rios do estado do estado do Ceará sendo exemplos importantes do crescimento desta atividade. As características do processo produtivo, com o consumo de diferentes insumos, apresentam emissões significativas de nutrientes para o meio ambiente, mas pouco significativas para metais pesados.

A aplicação de fertilizantes, na forma de uréia e superfosfatos, e a administração de ração, são as fontes dominantes de metais pesados, tal como foi descrito acima para as atividades agrícola e pecuária. Segundo Nunes (2001), a aplicação de uréia e superfosfato triplo é de 40

e 10 kg.ha-1.ciclo de cultivo, respectivamente, significando 100 e 25 $kg.ha^{-1}.ano^{-1}$, respectivamente, considerando uma média de 2,5 ciclos produtivos por ano. Considerando a área de espelho d´água de cada uma das bacias e as concentrações de metais pesados dos fertilizantes e rações utilizados, são calculadas as estimativas das emissões destes poluentes oriundas desta atividade.

A concentração de metais pesados nos insumos empregados na carcinicultura, ao contrário das demais fontes, foi obtida através da determinação direta das concentrações de metais pesados em diferentes rações e insumos verdadeiramente utilizados na atividade e coletados em diferentes fazendas da região. As análises foram realizadas no laboratório de Biogeoquímica Costeira do Instituo de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará. Foram analisadas em triplicata amostras de 10 tipos de 6 diferentes marcas de rações e três de fertilizantes, utilizadas comumente na carcinicultura local. As análises foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica convencional de chama, **Quadro 8.10.**

Quadro 8.10. Concentração de metais pesados ($\mu g.g^{-1}$ em peso seco) em amostras de rações e fertilizantes utilizados na carcinicultura do litoral nordeste brasileiro.

Insumo	Cd	Cu	Pb	Zn
Ração A	<0,01	31,4 ± 6,4	<0,01	145,9 ± 1,2
Ração B	<0,01	6,5 ± 0,1	<0,01	63,2 ± 1,9
Ração C	<0,01	32,8 ± 1,0	<0,01	79,7 ± 3,0
Ração D	<0,01	55,8 ± 1,6	<0,01	69,3 ± 2,3
Ração E	<0,01	27,7 ± 7,5	<0,01	81,8 ± 0,4
Ração E	<0,01	41,4 ± 0,1	<0,01	81,9 ± 0,5
Ração G	<0,01	31,1 ±5,6	<0,01	72,1 ± 1,1
Ração H	<0,01	48,1 ± 9,9	<0,01	73,0 ± 0,6
Ração I	<0,01	42,7 ± 0,3	<0,01	72,0 ± 1,1
Ração J	<0,01	35,1 ± 13,1	<0,01	73,5 ± 2,1
Fertilizante A	<0,01	3,3 ± 0,3	<0,01	9,0 ± 0,7
Fertilizante B	<0,01	2,0 ± 0,2	<0,01	45,7 ± 1,7

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

Apesar da área relativamente pequena ocupada pela atividade em relação à agricultura, por exemplo, e a possibilidade de consumo líquido de alguns nutrientes, a localização adjacente aos estuários pode potencializar os efeitos da atividade sobre a qualidade das águas. A emissão de nutrientes vai depender intimamente da taxa de renovação de águas das fazendas que varia de acordo com o processo produtivo entre 5% e 10% do volume existente até 500 $m^3.dia^{-1}$ (Abreu et al., 2003). A constante modernização do processo produtivo deve ser levada em consideração, levando a necessidade de reavaliação permanente das emissões. Para o cálculo das emissões optou-se por utilizar uma taxa de renovação média diária de 5% do volume d'água, mais próximo à realidade produtiva da carcinicultura regional.

O **Quadro 8.11** apresenta as estimativas de cargas de nitrogênio, fósforo e metais pesados calculadas para a atividade na bacia inferior dos Rios do Estado do Ceará, em destaque a bacia do Coreaú, levando em consideração os resultados disponíveis para o balanço de nutrientes em algumas fazendas localizadas no litoral do Ceará e os processos típicos de produção, e incluído os fatores de emissão calculados em outros países.

Os resultados mostram que nas bacias com extensas áreas de fazendas, particularmente encontram-se nos rios Jaguaribe e Acaraú em menor grau nos rios Timonha e Coreaú, logo a emissão de nitrogênio pela carcinicultura é bastante expressiva, e em menor grau as emissões de fósforo. Dentre os metais estudados apenas o Cu apresenta estimativas de carga mensuráveis, considerando as incertezas da metodologia empregada. Para os demais metais as emissões não são significativas. No **Quadro 8.11** mostramos os resultados da Bacia do Coreaú.

Quadro 8.11. Estimativa das emissões de nitrogênio e fósforo[2,3,4,5], e metais pesados[3,5,6] oriundas da carcinicultura para a bacia inferior dos Rios do litoral do Estado do Ceará (t.ano^{-1}). Destaque a Bacia do Coreaú.

Bacia	Área (ha)[1]	N	P	Cd	Cu	Pb	Zn	Hg
Timonha	147	40	3,45	<0,001	0,06	<0,001	0,18	<0,001
Acaraú	743	204	17,1	<0,001	0,30	<0,001	0,9	<0,001
Coreaú	**439**	**121**	**10,1**	**<0,001**	**0,18**	**<0,001**	**0,54**	**<0,001**
Aracatiaçu	62	17	1,4	<0,001	0,03	<0,001	0,09	<0,001
Aracatimirim	58	16	1,3	<0,001	0,02	<0,001	0,06	<0,001
Curu	110	30	2,5	<0,001	0,04	<0,001	0,12	<0,001
Mundaú	42	12	1,0	<0,001	0,02	<0,001	0,06	<0,001
Ceará	-	-	-	-	-	-	-	-
Cocó	-	-	-	-	-	-	-	-
Pacoti	-	-	-	-	-	-	-	-
Malcozinhado	-	-	-	-	-	-	-	-
Choró	-	-	-	-	-	-	-	-
Pirangi	90	25	2,1	<0,001	0,04	<0,001	0,12	<0,001
Baixo Jaguaribe	1259	346	28,9	<0,001	0,50	<0,001	0,15	<0,001
Icapuí	59	16	1,4	<0,001	0,02	<0,001	0,06	<0,001

1. ABCC (2003); 2. Abreu et al. (2003); 3. Taxa de renovação de 5% a 10%.dia-1, Profundidade média 1,0 m, 5 x 105 l.ha-1.dia-1 (Abreu et al., 2003); 4. Jackson et al. (2003); 5. Taxa de denitrificação de cerca de 5% (Burford et al., 2003); 6. Paez-Osuna et al. (1999; 2003). 6. Incorporação estimada pela biomassa de 25% (Nunes, 2001). (-) Área de carcinicultura insignificante.
Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará
Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.2.4. Importância relativa das principais fontes de nutrientes e metais pesados para a bacia do Coreaú.

O **Quadro 8.12** apresenta a importância relativa das emissões naturais e antrópicas de nutrientes e metais pesados para a bacia do Coreaú. Em relação aos nutrientes (Nitrogênio - N e fósforo - P), é clara a dominância das emissões antrópicas. As contribuições percentuais de fontes antrópicas de P são de 70% e as contribuições percentuais de N oriundo de fontes antrópicas são de 73% na bacia do Rio Coreaú.

Quadro 8.12. Comparação entre as emissões naturais e antrópicas de N, P, Cu, Zn, Pb, Cd e Hg na bacia do Coreaú.

Fonte	N	P	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
Natural	274	206	8,82	14,69	10,91	1,30	0,024
Antrópicas	1.031	501	6,15	12,32	2,27	0,25	0,022
Total	**1.305**	**707**	**14,97**	**27,01**	**13,18**	**1,55**	**0,046**

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará
Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

Para os metais pesados analisados, as contribuições relativas das fontes naturais e antrópicas foram bem mais variáveis tanto entre bacias quanto entre os diferentes metais analisados. As emissões de Hg oriundas de fontes naturais foram maiores que 50% e enquanto que as fontes naturais dominaram as emissões de Cd foram de 84% para a bacia do Coreaú. As cargas naturais de Cu foram maiores que as antrópicas apenas na bacia do Rio Coreaú (59%). As emissões de N nas bacias eminentemente agrícolas são dominadas pelas emissões da agricultura e pecuária, que somadas contribuem com 64% na bacia do Coreaú.

O **Quadro 8.13** compara as estimativas das emissões antrópicas pelas diferentes fontes incluídas neste estudo e permitem analisar comparativamente as principais fontes antrópicas de nitrogênio, fósforo e metais pesados para a bacia.

Quadro 8.13. Emissões antrópicas discriminadas por fonte (t.ano^{-1}) e contribuições relativas (%) de nutrientes e metais pesados para a bacia do Coreaú.

Fonte antrópica	N	P	Cu	Zn	Pb	Cd	Hg
Águas servidas	233	65,2	0,65	1,12	0,28	0,04	0,02
Pecuária	530	324	1,12	7,27	0,06	0,004	<0,001
Agricultura	133	101	3,25	0,09	0,001	0,004	<0,001
Runoff urbano	3,3	0,49	0,03	0,25	<0,001	<0,001	<0,001
Resíduos sólidos	11,4	-	0,92	3,05	1,93	0,2	0,002
Carcinicultura	121	10	0,18	0,54	<0,001	<0,001	<0,001
Total	**1.031**	**501**	**6,15**	**12,32**	**2,27**	**0,25**	**0,022**

Fonte: Zoneamento Ecológico-Econômico da zona costeira do Estado do Ceará Estimativas de Cargas /SEMACE/LABOMAR/2005.

8.3. Análise dos principais EIA/RIMA referentes à Bacia do Coreaú.

De acordo com listagem de Estudos de Impactos ambientais e relatório de impactos ambientais (EIA/RIMA) desenvolvidos na bacia hidrográfica do Coreaú, disponibilizamos as principais atividades com alto potencial poluidor desenvolvidas por município.

8.3.1. Acaraú

O município de Acaraú pertence a duas bacias hidrográficas: bacia do Coreaú, em sua porção mais a oeste, e bacia do Acaraú, em quase toda sua totalidade. Referentes a este município encontram-se doze estudos ambientais disponíveis. A grande maioria dos estudos é referente à atividade de carcinicultura, outro é sobre a rodovia BR-403, outros dois sobre irrigação do baixo Acaraú. Podemos perceber a vocação do município para a criação de camarões, devido principalmente a sua proximidade do mar e presença de estuários. Abaixo se encontra o resumo de alguns destes estudos.

8.3.1.1. Projeto de Irrigação do Baixo Acaraú – 1º etapa

EIA/RIMA, 1992, a área do empreendimento se caracteriza como um interflúvio tabular entre as bacias do rio Acaraú a oeste e a do rio Aracati - Mirim, a leste, não pertencendo, portanto a bacia do Coreaú. De maneira geral, os impactos benéficos listados (74,6%) superam por larga margem os adversos (25,4%), sendo estes últimos mais relacionados aos impactos no meio biótico e abiótico da área de ação direta, decorrentes do desmatamento e das obras, sem os quais, um distrito de irrigação não seria possível.

8.3.1.2. Rodovia BR-403/CE – Subtrecho Entroncamento CE-179/Acaraú

O estudo dos impactos ambientais do Projeto de Reabilitação do Pavimento, Alargamento e Implantação de Acostamentos da BR-403/CE, Trecho Entroncamento CE-085 (Acaraú) /Entroncamento BR-402 (CE-178), subtrecho Entroncamento CE-179 (acesso a Marco) /Acaraú, realizado em 1998 pelo órgão empreendedor DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem, através do seu 3º Distrito Rodoviário Federal, obedecendo aos critérios e diretrizes estabelecidos pelo CONAMA e os Termos de Referência elaborada pela SEMACE, sendo o projeto aprovado pelo órgão ambiental.

Destaca-se que a presente rodovia constitui a principal via de acesso para o Projeto de Irrigação Baixo Acaraú, também aprovado e na época, em andamento. A localização do trecho da rodovia BR-403/CE considerado no presente estudo desenvolve-se, na maior parte, em área rural do município de Acaraú, entre a interseção da BR-403/CE com a CE-179 e a sede do município citado. Uma pequena extensão do trecho estudado se desenvolve na zona rural do município de Bela Cruz.

Os objetivos do projeto foram: o alargamento da plataforma existente, implantação de acostamento, sinalização vertical e horizontal, restauração do pavimento. Quanto aos impactos no meio natural biótico e abiótico, apesar de relevantes, não chegam a apresentar conseqüências muito sérias, tendo duração quase sempre restrita ao período de implantação das obras.

8.3.1.3. Projeto de Criação de Camarão Marinho – Joli Aqüicultura/2003

O empreendimento, que foi aprovado pelo órgão ambiental, se destinava à implantação do Projeto de Carcinicultura da Joli Aqüicultura Ltda. Situado na localidade de Curral Velho, no município do Acaraú. Atividade de criação de viveiros de engorda para o cultivo de camarão em cativeiro da espécie *Litopenaeus vannamei*, utilizando-se água proveniente do mar/maré, com sistema de produção semi-intensivo. O levantamento planialtimétrico abrange 221,00 ha., dos quais, 198,32 hectares previstos para a ocupação de quarenta e seis viveiros de camarão e demais instalações.

A área escolhida apresenta em sua grande parte relevo classificado como suavemente ondulado, com declividade inferior a 2% na maior parte do terreno. A localização, partindo-se da sede do município, percorre-se mais 6,4 km pela estrada de Arpueira, que permite o acesso à comunidade de Curral Velho e ao projeto, totalizando 254 km. Os principais impactos na área de influência direta do empreendimento são: a remoção da vegetação existente e as feições geomorfológicas, decorrentes dos trabalhos de escavações e terraplanagem, ocorrendo perdas nas características do solo, relevo e da rede de drenagem.

Algumas das medidas mitigadoras são: evitar a queima de materiais combustíveis, lixo e matéria orgânica, caixas de separação de óleo e graxas nas oficinas mecânicas, evitar o desmatamento fora da área de construção, monitoramento da fauna dos mangues, delimitação das áreas de preservação permanente, dentre outras. Portanto, observando-se as medidas mitigadoras propostas para cada ação do empreendimento, o projeto tornou-se viável ambientalmente, segundo os estudos realizados.

8.3.2. Alcântaras

Existem disponíveis, no município de Alcântaras, dois estudos, sendo eles referente à exploração de granito. O estudo pesquisado foi realizado pela CODITUR/SETEG em 1992. A CODITUR (Companhia de Desenvolvimento Industrial e Turístico do Ceará) é o empreendedor do projeto e a SETEG (Serviços Técnicos em Geologia LTDA) a realizadora do estudo.

O referido EIA/RIMA apresenta, além da descrição geral do empreendimento, os aspectos jurídicos, os dados técnicos do empreendimento, o diagnóstico ambiental, a identificação e avaliação dos impactos ambientais, o programa de recuperação das áreas degradadas. O Ponto de Amarração, definido pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, está localizado na confluência do Riacho dos Algodões com o Riacho do Nó, a uma distância de 8.121 m do vértice 1 e rumo 80°08’ SW, obedecendo as seguintes coordenadas: 40°30’45” de longitude oeste (meridianos) e 03°34’08” de latitude sul (paralelos). O acesso à área do empreendimento é feito pela BR-222, partindo de Fortaleza até a cidade de Sobral e a partir daí toma-se a CE-440 no sentido oeste, distante 18 km da localidade de São Brás. A partir daí toma-se a CE- 241, deslocando-se 13 km até o município de Alcântaras. A área está localizada na localidade de Prata a 5 km da sede do município.

Os possíveis impactos ambientais foram analisados individualmente e dentro do contexto identificando as suas inter-relações, com o objetivo de caracterizar os pontos críticos com a implantação do projeto, degradações no meio geológico (erosão, movimentos de massa, poluição dos recursos hídricos, modificação da topografia original), sendo as recomendações (recomposição da paisagem anterior (topografia e revegetação), atenuando os processos erosivos e mantendo a estabilidade dos taludes, para que haja a proteção do sistema de drenagem que funciona como receptor dos sedimentos carreados pelas águas pluviais);

Conseqüências no meio atmosférico (concentração elevada de partículas em suspensão nas várias etapas de mineração e poluição sonora) sendo as recomendações (revegetação e reflorestamento, de modo a ter um controle das partículas em suspensão e a poluição sonora);

Impactos negativos no meio biológico (afugentamento das espécies devido ao desmatamento e o uso de explosivos) sendo as recomendações (Recomposição da vegetação, permitindo a permanência das espécies da fauna).

8.3.3. Chaval

No município de Chaval, localizado na divisa com o Estado do Piauí, com o qual faz limite a oeste e também faz limites com o município de Barroquinha ao norte/nordeste e com o município de Granja ao sul/sudeste, existem dois estudos de impactos ambientais disponíveis, sendo um deles referente ao Projeto do Açude Público Itaúna e o outro referente à atividade de carcinicultura, sendo que deste último, não se tem informação da realização ou não da obra prevista no estudo. A seguir, se encontra um resumo sobre o Projeto do Açude Público Itaúna.

8.3.3.1. Projeto do Açude Público Itaúna – COGERH/SRH-1997

Este estudo foi desenvolvido pela SRH-CE – Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e pela COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, 1997.

O referido projeto foi aprovado pelo órgão ambiental competente. O Açude Itaúna é formado pelo barramento do rio Timonha, cuja bacia hidrográfica ocupa uma posição no extremo norte-ocidental do Estado, próximo à fronteira com o Piauí. Além disso, a barragem pretendia fechar o boqueirão existente na região denominada Itaúna, a 17 km do município de Chaval. O reservatório pretendia inundar uma pequena porção de Chaval e ter sua maior parte cobrindo terras do município de Granja. O acesso ao local do barramento se faz por uma estrada carroçal paralela ao rio timonha, a partir de Chaval, no sentido norte/sudeste, onde se segue cerca de 17 km até o local do boqueirão.

Os usos múltiplos do reservatório são: abastecimento de água às cidades de Chaval e Barroquinha, e ao distrito de Passagem do Vaz, aproveitamento hidroagrícola dos solos irrigáveis à jusante do barramento, desenvolvimento da pesca, além das atividades de recreação e lazer, como usos complementares no lago a ser criado.

Os impactos ambientais observados no estudo e suas respectivas medidas mitigadoras, podemos destacar alguns deles: desmatamento zoneado da área do reservatório, sendo um projeto de desmatamento racional uma alternativa mitigadora; qualidade das águas e erosão, sendo uma alternativa mitigadora a execução das atividades de desmatamento em períodos de estiagem; formação do reservatório e disponibilidade dos solos, sendo uma medida a indenização justa e em tempo hábil; peixamento do reservatório, sendo uma medida a proibição da salga do pescado às margens do reservatório, dentre outros. Uma outra questão que merece destaque é o fato do reservatório se localizar numa região onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais, acarretando o risco de salinização das águas do reservatório, portanto é preciso conciliar a diminuição do tempo de permanência da água no reservatório, visando evitar este tipo de problema, e a operação do mesmo, levando em conta as vazões afluentes.

8.3.4. Frecheirinha

Neste município encontra-se um total de três estudos de impacto ambiental, sendo dois deles referentes à construção do Açude Público de Frecheirinha, e um referente à exploração mineral do calcário. Com relação a estes estudos, sabe-se apenas que o mais atual deles referente à construção do Açude público foi aprovado pelo órgão competente, não constando informações sobre os demais. O município de Frecheirinha pertence a microregião do Coreaú, limitando-se ao norte e leste com o município de Coreaú, ao sul com Ubajara e à oeste com Tianguá.

8.3.4.1. Projeto de construção do Açude Público de Frecheirinha – SRH/1993

Os principais objetivos para a realização do projeto são: abastecimento de água à cidade de Frecheirinha, fonte de irrigação, peixamento do açude e conseqüente reforço na oferta de alimentos à população. A principal justificativa de implantação do Açude de Frecheirinha na época, juntamente com a previsão de mais outros seis previstos na região do Coreaú (Diamante, Angicos, Jordão, Paula Pessoa, Camponário e Sairí) é a histórica baixa acumulação dos recursos hídricos da referida bacia, e por estes supracitados reservatórios representarem um acréscimo de 356,92 hm^3 de acumulação.

A necessidade da construção do açude foi detectada durante o Estudo de Viabilidade do Vale do Coreaú (SIRAC – 1988). O Açude de Frecheirinha está localizado no rio Caiçara, distando aproximadamente 3,5 km a leste de Frecheirinha, e está ligado por uma estrada carroçal que se inicia próximo a ponte da BR-222 sobre o rio Caiçara, que segue até a localidade de

Contendas. O açude se encontra também distante cerca de 50 km do ramal ferroviário que interliga Sobral à Fortaleza e a capital do Piauí. Dentre os principais impactos ambientais e suas medidas mitigadoras correspondentes, podemos destacar as seguintes: desapropriação da população residente na área do projeto, sendo o reassentamento em locais adequados uma alternativa; submersão de terras agriculturáveis, sendo uma medida a conscientização de que com um reassentamento e uma futura irrigação, a produção agrícola tende a aumentar; desmatamento e descaracterização do solo, sendo uma medida a diminuição do desmatamento através do disciplinamento do uso; dentre outros.

Os impactos são na sua grande maioria benéficos, sendo o aumento da oferta de água para abastecimento humano o principal deles, além da possibilidade do aumento de renda regional.

8.3.5. Meruoca

No município de Meruoca, localizado na porção noroeste do Estado, mais precisamente na Serra da Meruoca, foram realizados sete estudos de impacto ambiental, sendo cinco desses estudos relacionados a projetos de exploração mineral de granito, outro referente ao processo de implantação do Açude Bom Jesus e outro sobre o levantamento cadastral da Barragem Meruoca. Este município pertence, em quase toda a sua totalidade, à região hidrográfica do Acaraú, sendo apenas uma pequena porção ao norte do município pertencente à bacia do Coreaú.

8.3.5.1. Projeto de Implantação do Açude Público Bom Jesus

EIA/RIMA, 1998, de acordo com o interesse e responsabilidade da Prefeitura Municipal de Meruoca a área do Açude Público Bom Jesus para barragem do Riacho Bom Jesus situa-se na localidade denominada de Freicheira e o acesso é feito, partindo-se da sede do município por 6 km no sentido norte, via estrada carroçal em direção ao Sitio Judeus, até atingir o limite sul da área, no Sítio Freicheira.

A bacia do Riacho Bom Jesus ocupa uma superfície de 151.500 m² (15,15 ha.) que corresponde a 32,23% da área total do projeto que é de 470.000 m² (47,00 ha.), sendo os 318.500 m² correspondentes à área destinada à preservação permanente (67,77%). Os usos múltiplos do reservatório definidos no estudo são: abastecimento d'água para o município, aproveitamento hidroagrícola dos solos irrigáveis à jusante do barramento e o desenvolvimento da pesca, além de recreação e lazer como benefícios adicionais do projeto.

Os impactos ambientais identificados foram no total de 242 impactos gerados e/ou previstos 168 são de caráter benéfico e 74 de caráter adverso, sendo este último relacionado principalmente a perda de vegetação e afugentamento de espécies da fauna. Já relacionado ao meio antrópico, foram considerados somente os impactos benéficos, tais como diminuição do índice de doenças causadas pela ingestão de água não potável, abastecimento de água, melhora na qualidade de vida, além da geração de emprego e renda à população. Algumas das medidas mitigadoras propostas pelo estudo são: reassentamento da população desapropriada, priorizar na seleção de pessoal a população local, evitar a formação de esgotos a céu aberto, projeto de preservação dos recursos hídricos, peixamento do reservatório, destinação de efluentes à caixa de recepção, obediência às normas de segurança do trabalho, dentre outras.

8.3.5.2. Projeto de Lavra de Granito Ornamental – Verde Meruoca/1998

EIA/RIMA para Mineração, 1998, a área do empreendimento situa-se na porção noroeste do Estado, na Serra da Meruoca, compreendida entre as coordenadas geográficas (03º34’02” a 40º27’02” de latitude Sul, e 40º27’53,5” a 40º30’00” de longitude Oeste de Greenwich) no local denominado Santo Antônio e tem uma extensão de 28,66 hectares.

De superfície, cujo ponto de amarração é o centro da ponte sobre o riacho Raiz com a estrada de Massapê/Padre Linhares. Com a implantação do empreendimento, os principais impactos ambientais são: poluição sonora, atmosférica e visual, além de conflitos com populações fixadas nas proximidades da pedreira. A poluição sonora atinge diretamente os operadores da mina. A poluição atmosférica é causada principalmente por partículas dispersas no ar, oriundas do trabalho com marteladas e deslocamentos de máquinas e equipamentos, sendo uma solução prática o plantio de cortinas verdes em posições frontais às direções dos ventos e também o uso de máscaras apropriadas pelos operários da mina. Quanto à poluição visual, já existente na área do empreendimento, principalmente pela atividade de extrativismo vegetal e/ou agricultura, uma alternativa considerada é a revegetação com espécies nativas, frutíferas e com espécies para o corte e venda de lenha. Do total de 272 impactos observados na atividade de lavra, 54,41% são de caráter benéfico e 45,58% de caráter adverso, sendo os de caráter benéfico, principalmente ligado a questões sócio-econômicas, além da proposta de revegetação de áreas que já se encontravam bastante impactadas pelas ações antrópicas da população local.

8.3.6. Tianguá

O município de Tianguá está localizado em um maciço e pertence parte dele à bacia hidrográfica do Coreaú. Nas proximidades da cidade de Tianguá correm alguns cursos d’água, dentre os quais citam-se: os riachos Frecheira e Tianguá e o rio São Gonçalo. Este município faz divisa com o Estado do Piauí, e com os municípios cearenses de Ubajara, Frecheirinha, Coreaú, Moraújo, Granja e Viçosa do Ceará. Encontra-se um estudo de impacto ambiental realizado, o Projeto Habitar, sendo o mesmo aprovado pelo órgão ambiental competente.

8.3.6.1. Projeto Habitar – Plano de Controle Ambiental/1993

O referido projeto se constitui no Plano de Controle Ambiental do Projeto Habitar, 1993, obedecendo aos objetivos gerais do Projeto Habitar do Governo para a intervenção em micro áreas urbanas, com vistas a organização do contingente habitacional que ocupa áreas marginalizadas.

A área do projeto localiza-se no maciço de Tianguá, tendo como finalidade a urbanização do Bairro Santo Antônio que abrange duas áreas distintas. Uma destinada a relocação dos imóveis que se encontram em estado precário, a qual se localiza a margem esquerda da BR-222 nas imediações do referido bairro. E a outra representada pelo próprio bairro que seria beneficiado com a implantação de saneamento básico. Objetivando reduzir ou até mesmo absolver os impactos adversos decorrentes da construção das obras do empreendimento são sugeridas medidas de proteção ambiental, tais como: recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo; demolição e retirada dos destroços dos imóveis cuja população será reassentada na nova área; implantação de infra-estrutura de saneamento domiciliar nos imóveis do bairro; arborização das ruas do bairro; estabelecimento de coleta de lixo periódica e manutenção das obras do projeto.

8.4. Plano de Desenvolvimento Regional, PDR – Vale do Coreaú/Ibiapaba.

O Plano de Desenvolvimento Inter-Regional, PDIR – Vale do Coreaú / Ibiapaba tem como objetivo central introduzir nos sistemas de gestão pública estadual e municipal daquelas microrregiões, a aplicação de políticas mais sustentáveis que associem de forma equilibrada os recursos naturais, o desenvolvimento da atividade econômica em todos os seus segmentos e a promoção do bem-estar social das populações expresso pelo suprimento das infra-estruturas e serviços públicos essenciais.

A importância de uma abordagem sistêmica de planejamento regional é de extrema importância e necessidade, por conta das notórias e graves limitações que o Estado apresenta com relação à disponibilidade de recursos naturais, notadamente de água e solos agricultáveis, para exploração econômica rentável, a baixo custo, de suas regiões, dentre inúmeros outros fatores limitativos ao seu desenvolvimento.

8.4.1. Caracterização do ambiente natural

A área objeto do presente estudo inter-regional, compreende três facies bem distintas: uma zona litorânea, que se estende desde o Município de Chaval até o Município de Cruz, incluindo ainda os municípios de Barroquinha, Camocim e Jijoca de Jericoacoara; uma área situada mais para o interior, com características de sertão, abrangendo os Municípios de Granja, Martinópole e Uruoca e, finalmente, a área situada na Região da Ibiapaba que compreende nove Municípios, Viçosa do Ceará, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte, Croatá e Ipu.

Os municípios da Região do Vale do Coreaú situados mais próximos do litoral, já tiveram na pesca sua atividade econômica mais importante, hoje cederam lugar ao estabelecimento de projetos turísticos, principalmente Jijoca de Jericoacoara e Camocim, principais centros de atração dessa área. Esta é uma atividade que poderá trazer grandes benefícios econômicos à Região do Vale do Coreaú, mas, por outro lado, seu desenvolvimento deve ser cuidadosamente acompanhado, pois profundas mudanças nos hábitos impostos pela presença de outras culturas e modos de vida diversos, podem acarretar também prejuízos às relações sócio-econômicas que presidem a vida da população ai residente.

Na região intermediária do sertão, a degradação do ambiente natural é bem acentuada, às vezes realizada até de forma inconsciente para garantir a sobrevivência, ou mesmo com o intuito de auferir lucros, cada vez maiores. Esta situação é resultante da adoção de práticas agrícolas rudimentares, ultrapassadas, ou de técnicas não apropriadas de manejo do solo e dos recursos hídricos. A ausência de tecnologia e as práticas culturais antiquadas, ainda hoje bastante arraigadas no homem do campo, têm como conseqüência os desastres ecológicos que se avolumam, como o empobrecimento do solo e em futuro próximo a evolução para um quadro irreversível de desertificação de muitas dessas áreas sertanejas.

A vegetação da Caatinga ocupa a maior porção da área em estudo, associando-se aos domínios dos terrenos cristalinos da depressão sertaneja, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade. Constitui a vegetação típica dos sertões nordestinos, ostentando padrões fisionômicos e florísticos heterogêneos, faixas de transição para outras unidades fito-ecológicas. Apresenta espécies arbóreas e arbustivas, podendo ser densa ou aberta, refletindo as relações mútuas entre os componentes do meio físico, tais como: relevo, tipo de rocha, tipo de solo e grau de umidade.

Encontram-se bastante descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura, pecuária e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada.

Tendo em vista os fatores limitantes para a atividade agrícola (clima, profundidade do solo, pedregosidade superficial, deficiência hídrica e erosão), tem-se praticado nesses ambientes uma agricultura nômade, em que, após dois ou três anos, a área é abandonada, favorecendo o aparecimento de uma vegetação secundária (capoeira) que não oferece nenhuma proteção ao solo e nenhum valor econômico. As espécies mais representativas são: Jurema (*Mimosa hostile*), Catingueira (*Caesalpina bracteosa*), Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*) e Mandacaru (*Cereus jamacaru*).

O uso das águas subterrâneas na região de estudo, é destinado majoritariamente para o atendimento da demanda humana e para irrigação. No caso do abastecimento público, cerca de 60% das localidades atendidas pela CAGECE e 71% das atendidas pela FSESP têm como manancial a água subterrânea.

Em geral, esta preferência pelo aproveitamento das águas subterrâneas para o abastecimento público é motivada pelo elevado nível de potabilidade em comparação com as águas superficiais, dispensando tratamento químico convencional, além da relativa facilidade em perfurar a menores distâncias das comunidades, minimizando os custos de adução. A irrigação é o segundo tipo de uso mais importante das águas subterrâneas, e o seu emprego efetivo está sujeito a variantes que dependem da cultura a ser plantada e da natureza do solo. Os efeitos que a água pode causar nesses parâmetros podem ser quantificados através do cálculo da Razão de Absorção de Sódio, RAS e da condutividade elétrica. Os resultados são classes de água relacionadas ao risco de salinização do solo, cujos efeitos são variáveis, em função da tolerância das plantas aos sais e da capacidade de drenagem do solo.

8.4.2. Principais Problemas Ambientais Encontrados

8.4.2.1. Deposição inadequada de resíduos sólidos

A coleta e destinação final dos resíduos sólidos gerados pelas atividades antrópicas desenvolvidas na Região do Vale do Coreaú e da Ibiapaba, principalmente nos aglomerados urbanos de maior porte, deverá se constituir num alvo de preocupação do poder público, tendo em vista o crescimento do volume gerado e os problemas de saúde pública e agressão ao meio ambiente decorrentes do seu manuseio e deposição inadequados.

Do ponto de vista ambiental, além do aspecto estético desagradável, o lixo depositado em vazadouros a céu aberto decompõe-se, poluindo os solos e os aqüíferos através dos processos de infiltração e percolação. Os resíduos sólidos provenientes de indústrias, dependendo de sua origem, podem resultar na produção de líquidos com elevados teores de elementos e compostos químicos, enquanto que o lixo oriundo da rede hospitalar caracteriza-se pela presença de microorganismos patogênicos.

Além disso, o carreamento de impurezas por escoamento superficial pode provocar o assoreamento e a contaminação dos recursos hídricos superficiais. Segundo dados do Censo Demográfico de 1991 do IBGE, no qual foi auferido o destino dos resíduos sólidos, segundo os domicílios, o conjunto das áreas em estudo conta com apenas 16,9% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública, 5,2% queimam ou enterram o lixo produzido, e 77,9% jogam-no em terrenos baldios ou cursos d'água.

Os municípios que apresentam melhores índices de cobertura da coleta do lixo são Camocim, Martinópole e Tianguá, com percentual de atendimento oscilando de 19,0% a 28,0% dos seus domicílios. Nos demais municípios esse índice varia de 0,8% a 11,9%. As práticas de incineração e de enterramento do lixo são pouco difundidas. Nos municípios em que a adoção destas práticas apresenta-se mais relevante são Camocim com 18,4% dos seus domicílios, Barroquinha 17,5%, Martinópole 16,3%, Jijoca de Jericoacoara 14,7% e Chaval 13,7% na Região do Vale do Coreaú e Carnaubal 18,7% na Região da Ibiapaba.

No que se refere à coleta dos resíduos dos serviços de saúde, esta é geralmente efetuada sem obedecer a normas especiais de segurança, não sendo o lixo sequer acondicionado corretamente nos estabelecimentos de origem, os quais não adotam o uso de sacos de lixo específicos para esses serviços, lacre para vedação e de recipientes rígidos para acondicionamento de material perfuro-cortante, restos de almágama, excessos de mercúrio, etc., entre outras medidas. Além disso, não é efetuada a segregação do lixo Classe C, (resíduo comum), portanto a sua mistura com o lixo Classe A (resíduo infectante), faz com que todos os resíduos gerados pelos serviços de saúde sejam considerados Classe A.

A situação torna-se, ainda, mais grave, se os locais escolhidos para deposição de lixo estiverem situados em áreas, cujas características geológicas e hidrogeológicas, apresentem alto grau de vulnerabilidade, decorrente da elevada permeabilidade do terreno e da pouca profundidade do lençol freático. Essas áreas correspondem aos sedimentos dos campos de dunas, planícies aluvionares e zonas de recarga. Da mesma forma devem ser evitados as áreas localizadas próximo às nascentes dos cursos d'água, margens de rios e de lagoas, e os manguezais.

8.4.2.2. Lançamento de resíduos líquidos domésticos

O lançamento de resíduos líquidos domésticos, hospitalares e industriais nos solos, formando esgotos a céu aberto, ou sua canalização direta para mananciais hídricos, sem tratamento prévio, constitui outro problema de agressão ao meio ambiente. Tal procedimento pode não só tornar as águas receptoras impróprias para fins de abastecimento, como favorecer o contato direto das pessoas com microorganismos patogênicos e produtos químicos tóxicos.

Os sistemas de esgotamento sanitário existente atendem apenas 0,6% dos domicílios das bacias, enquanto que o número de domicílios que não contam com qualquer instalação sanitária apresenta-se representativo, atingindo 66,2%. A canalização de fossas sépticas para a rede de drenagem pluvial é prática adotada em cerca de 12,0% dos domicílios que utilizam este tipo de instalação sanitária.

As Regiões do Vale do Coreaú e da Ibiapaba contam com sistema de esgotos apenas em parte da Cidade de Camocim, sendo o efluente tratado e lançado no Rio Coreaú, enquanto que na Região da Ibiapaba, também os percentuais relativos a esgotamento sanitário são bastante reduzidos.

O predomínio do uso de fossas nas áreas, aliada a falta de infra-estrutura sanitária, de ocorrência generalizada, apresenta-se bastante representativa, vem provocando a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Quanto à carga poluidora proveniente das indústrias, os segmentos que apresentam maior potencial poluidor dos recursos hídricos são matadouros e frigoríficos, sucroalcooleiro (destilarias de aguardente), curtumes, têxtil, produtos alimentícios (beneficiamento de

pescado), laticínios e extração de óleos vegetais. Analisando a distribuição geográfica das indústrias nas áreas, observa-se uma concentração no Município de Camocim, que se constitui, a priori, área onde os riscos de poluição industrial se apresentam mais acentuados, dada a presença de algumas unidades industriais.

No caso específico do ramo Matadouros e Frigoríficos, quase totalidade dos municípios da área contam com pelo menos um estabelecimento deste ramo, muitas vezes funcionando de forma clandestina, sem registro no Ministério da Agricultura e não apresentando mínimas condições sanitárias de funcionamento desses estabelecimentos.

O ramo sucroalcooleiro, composto exclusivamente por destilarias de aguardente, apresenta-se concentrado no Município de Viçosa do Ceará, no qual estão localizadas empresas do setor.

A indústria de beneficiamento do pescado tem sua localização restrita aos municípios litorâneos destacando-se Camocim que concentra a totalidade dessa atividade.

8.4.2.3. Emissão de poluentes atmosféricos

As principais fontes de poluentes atmosféricos existentes são os veículos automotores e as fontes industriais. Aparecem, ainda, em escala bastante reduzida, a incineração de resíduos sólidos, mas as queimadas rurais para fins agrícolas são mais intensas, principalmente antes da época do plantio. Os veículos automotores participam com a maior parcela da carga poluidora do ar.

Quanto à emissão de poluentes atmosféricos por fontes industriais nas Regiões do Vale do Coreaú e da Ibiapaba, o número de indústrias com grande potencial poluidor da atmosfera é praticamente inexistente, estando representadas pelos segmentos minerais não-metálicos (fabricação tijolos e telhas), matadouros e frigoríficos.

8.4.2.4. Atividade mineraria predatória

A atividade mineraria praticada no território das bacias ora em estudo encontra-se centrada, principalmente, na exploração de argilas pela indústria da cerâmica vermelha.

Por falta de apoio técnico-financeiro e de incentivos fiscais suficientes, a prática da lavra clandestina, normalmente predatória, domina o panorama mineral da região. Aliado a isso, os órgãos competentes carecem de recursos financeiros e humanos para realização de uma fiscalização efetiva.

Praticada de forma inadequada nos ambientes das planícies aluviais, a lavra da argila resulta em erradicação da mata ciliar dos cursos d'água, remoção da camada fértil do solo e formação de enormes crateras, além de propiciar o desencadeamento de processos erosivos, com consequente assoreamento e turbidez de rios e lagoas, e poluição visual.

Em termos comparativos, o impacto da atividade minerária nas Regiões do Vale do Coreaú e da Ibiapaba é relativamente inferior ao verificado em outras regiões do Estado.

8.4.2.5. Risco de poluição dos recursos hídricos por cemitérios

O impacto físico mais importante associado aos cemitérios está no risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microorganismos patogênicos que proliferam durante a

decomposição dos cadáveres. Os organismos suscetíveis de dar lugar às doenças transmitidas pelas águas são: Tétano, Gangrena Gasosa e Toxi-Infecção Alimentar (*Clostridium*), Tuberculose (*Microbacterium*), Febre Tifóide (*Salmonella typhi*), Febre Paratifóide (*Salmonella paratyphi*), Disenteria Bacilar (*Shigella*) e o vírus da Hepatite A.

Os cemitérios existentes em sua grande maioria, têm data de fundação anterior à promulgação da Política Estadual de Meio Ambiente, e conseqüente exigência de licenciamento para implantação de obras que resultem na poluição do meio ambiente, razão pela qual apresentam falhas de planificação e na adoção de técnicas sanitárias modernas.

Além disso, os terrenos dos cemitérios encontram-se, principalmente os mais antigos, praticamente impermeabilizados pelas construções funerárias e pela pavimentação dos caminhos, o que associado a um sistema de drenagem obsoleto favorece o escoamento superficial das águas pluviais. Nos períodos de pluviosidade mais intensa, este escoamento pode inundar os túmulos mais vulneráveis e, após a lavagem da área do cemitério, desemboca nas ruas circunvizinhas. Estas águas que correm o risco de estarem contaminadas são lançadas na rede pluvial urbana e canalizadas para os cursos d'água existentes na região, que podem assim entrar em contato com microorganismos patogênicos oriundos do interior dos cemitérios.

Na zona rural de alguns municípios da Região do Vale do Coreaú, observa-se a prática generalizada de construção de cemitérios particulares pelos proprietários rurais tendo sido constatado só na área da bacia hidráulica do açude Itaúna, projetado e construído pela SRH, a qual abrangem 1.800ha, 11 (onze) cemitérios. Quanto aos riscos de poluição dos recursos hídricos subterrâneos, estes são relativamente elevados, tendo em vista que os cemitérios de diversas cidades da bacia estão localizados sobre o embasamento sedimentar.

Além disso, pode-se afirmar com elevado grau de certeza, que por ocasião de suas planificações não foram observadas as distâncias mínimas requeridas entre os jazigos e o nível do lençol freático, as restrições quanto a permeabilidade do terreno e o afastamento de fontes de captação d'água superficiais e subterrâneas.

8.4.2.6. Impactos Associados às Atividades Agrosilvopastoris

As atividades agrícolas interagem de várias formas sobre os recursos naturais, tendo como principal impacto ambiental a poluição dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos decorrente do uso indiscriminado e intensivo de agrotóxicos, principalmente nas áreas onde se desenvolve a agricultura irrigada.

Os pesticidas organoclorados, devido à sua maior persistência no solo e na água, que muitas vezes atinge dezenas de anos, e ao fato de serem lipossolúveis, são os que causam maiores problemas, sendo alguns potencialmente cancerígenos e teratogênicos. Já os fosforados orgânicos, embora pouco persistente, são mais tóxicos, afetando o funcionamento de glândulas, músculos e do sistema nervoso, sendo responsáveis pela maioria dos óbitos por agrotóxicos. Assim sendo, os cuidados com a segurança não deve restringir-se apenas aos agricultores, mas estender-se até a população em geral, consumidora dos produtos em que foram aplicados os pesticidas e que utiliza os recursos hídricos por estes contaminados.

Por sua vez, a agricultura praticada nas áreas de várzeas dos cursos d'água, atividade bastante difundida, contribui como o principal fator para a degradação de grandes extensões de suas matas ciliares. É comum o plantio de culturas de subsistência em suas calhas e a exploração

intensiva dos terraços aluviais, resultando em assoreamento e poluição por agrotóxicos. Situação semelhante é vivenciada pelos reservatórios, cuja utilização como mananciais sem qualquer proteção sanitária compromete a qualidade das águas aí represadas. Outra prática agrícola, que se encontra relativamente disseminada no território das bacias e que se revela nefasta a preservação do meio ambiente, são as queimadas.

O desmatamento é outra prática comum na região, estando ligada não somente ao preparo do solo para o plantio, como também a extração da lenha para fabricação de carvão, e para ser usada, em larga escala, como combustível por padarias e cerâmicas da região.

Segundo a SEMACE, 1998, o próprio Governo Federal estimulou o uso de carvão vegetal pelas indústrias de cimento, por ocasião da crise internacional do petróleo na década de 70. Promovendo, assim, durante 20 (vinte) anos, a devastação da caatinga, que no território das áreas estudadas, se disseminou por toda a região, por conta das empresas que exploram cerâmicas e pela produção de lenha e de carvão.

8.4.2.7. Degradação das áreas de manguezais

Os manguezais são ecossistemas costeiros que desempenham importantes funções ambientais, tanto do ponto de vista físico como biológico. Atuam como áreas de reprodução e/ou de desenvolvimento larval de grande parte das espécies marinhas e contribuem para o enriquecimento nutricional do ecossistema marinho, aumentando a produtividade da pesca litorânea.

Além disso, devido ao seu posicionamento geográfico entre os ambientes marinho e terrestre, e a configuração de sua vegetação, os manguezais atuam como verdadeiros contensores da erosão provocada pela ação das ondas, protegendo determinados setores da linha da costa. Da mesma forma, fornecem proteção contra as enchentes ao longo dos rios, diminuindo a força das inundações e preservando áreas agrícolas e habitações adjacentes.

Apesar da farta legislação ambiental que existe versando sobre a preservação deste ecossistema, constata-se que por deficiências na fiscalização exercida pelos órgãos competentes e pela falta de conscientização ambiental da população, essas áreas têm sido degradadas por ação antrópica, muitas delas causadas pela carcinicultura. (**Figura 8.1**)

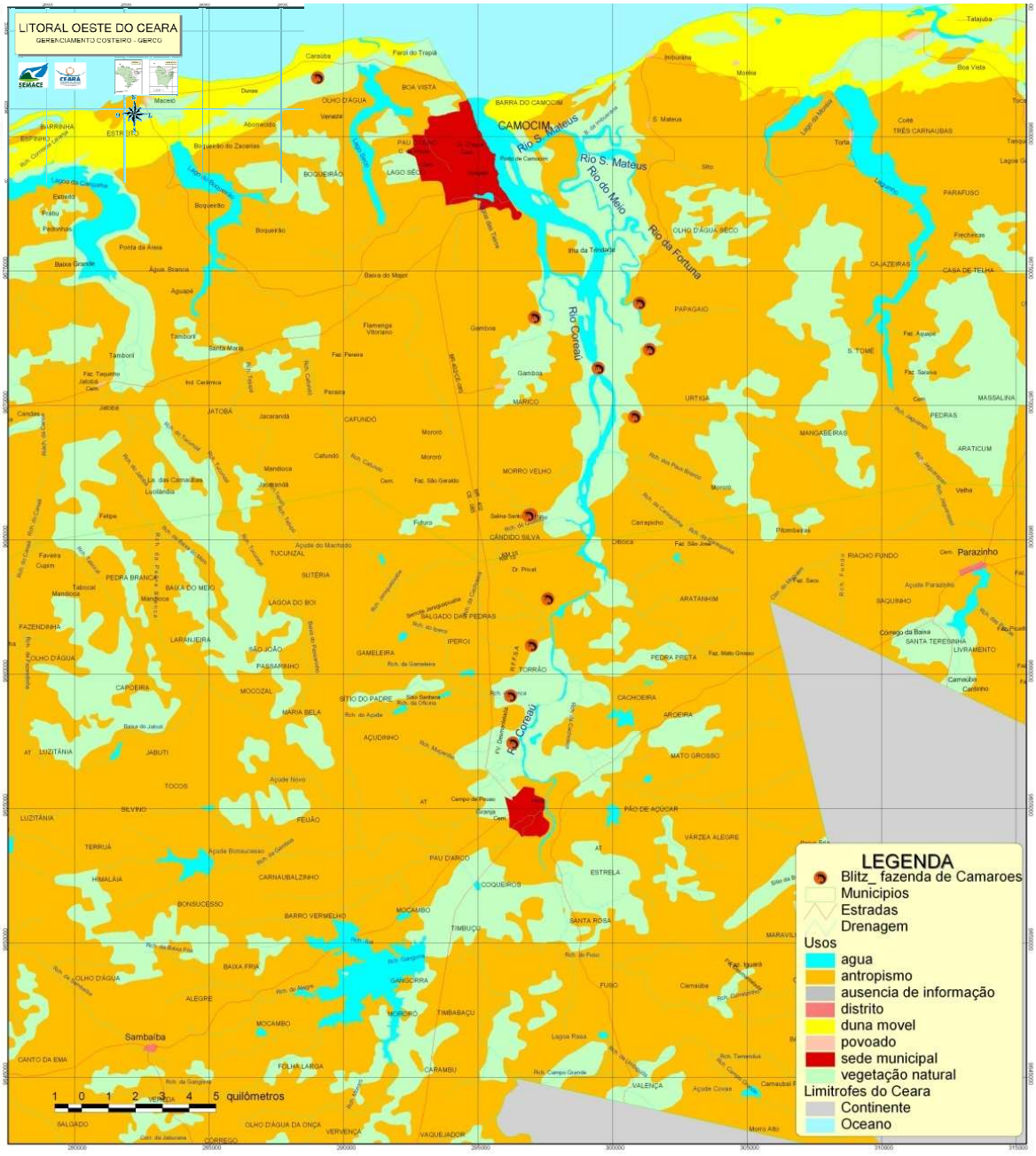


Figura 8.1. Atividades de carcinicultura no rio Coreaú. Fonte: SEMACE.

Na região do Vale do Coreaú, a presença de antigas salinas, poucas ainda ativas, é constatada nas áreas de manguezais dos Rios Coreaú, Tapuio, dos Remédios, Timonha, Ubatuba e da Chapada, estes três últimos formadores da denominada Barra do Timonha. A Região da Ibiapaba não conta com áreas de manguezais.

As degradações impostas ao ecossistema dos manguezais, pela atividade salineira no passado, resurge agora pelo avanço da carcinicultura a qual está associada à erradicação da cobertura vegetal de extensas áreas de mangue e a interrupção do fluxo natural das águas nos estuários, resultando em aumento da salinidade hídrica, com consequente eliminação das espécies da fauna mais sensíveis, bem como excessiva salinização dos solos tornando-os estéreis.

Constatou-se, ainda, na região dos manguezais, intensa atividade pesqueira, notadamente de crustáceos e moluscos. Esta atividade é desenvolvida de forma indiscriminada, não incorporando conhecimentos técnicos-científicos, efetuando a captura de espécies na fase juvenil ou nas épocas de reprodução, interferindo no desenvolvimento normal das espécies, causando a diminuição dos estoques naturais.

8.4.2.8. Áreas com risco de inundações periódicas

A ocorrência de enchentes encontra-se associada, a priori, a duas causas básicas: os fatores climáticos, ou seja, a intensidade e a duração das precipitações que ocorrem na área das bacias hidrográficas dos sistemas fluviais; e os fatores fisiográficos (área, formato, declividades, tipo do solo, cobertura vegetal, etc.), que determinam o maior ou menor grau com que são sentidos os efeitos de uma precipitação. Esse tipo de degradação é relativamente comum no território que integram áreas de bacias hidrográficas. Os sistemas fluviais da área em estudo, contribuem para agravar a incidência de enchentes. São constatadas áreas com riscos de inundações periódicas, parte da Região do Vale do Coreaú por efeito das cheias dos rios que compõem o sistema hidrográfico do Coreaú.

Nesta área, a ocorrência de áreas sujeitas a inundações periódicas está restrita às regiões dos baixos cursos dos rios independentes que integram a região hidrográfica do Coreaú, ou seja, Timonha, Tapuio, Lusitânia, Jaguarapi e Côrrego de Dentro. As referidas áreas estão situadas próximas à foz dos rios, não havendo ocorrência de alagamentos de áreas urbanizadas em nenhuma das bacias.

8.4.2.9. Risco de salinização de áreas represadas

De acordo com dados do Plano Estadual de Recursos Hídricos, atualizados pela SRH em 2003, a bacia com menor volume acumulado do Estado é a do Coreaú, com somente 100 (cem) reservatórios. Apenas 03 (três) açudes possibilitam a perenização dos cursos d'água da Região do Vale do Coreaú, mesmo alguns estando situados em seu exterior. São eles: os açudes Várzea da Volta com 12,5hm^3, situado em Moraújo; Martinópole com 23,2hm^3, localizado no município homônimo, Gangorra com 67hm^3, Itaúna com 79hm^3, situados no Município de Granja e Angicos, no Município de Coreaú, estes 03 (três) últimos construídos no final dos anos 90. O Açude Gangorra é responsável pelo abastecimento do Município de Granja, enquanto o Açude Itaúna abastece as sedes dos Municípios de Chaval e Barroquinha.

Para a Bacia do Coreaú, são previstos 05 (cinco) açudes distribuídos no seu território, a saber: Açude Frecheirinha com 85,0hm^3 no município homônimo, Açude Jordão com 20,8hm^3, Município de Moraújo, Açude Campanário com 23,2hm^3, Município de Uruoca e os açudes Paula Pessoa com 150,0 hm^3 e Sairi 12,7 hm³, no município de Granja.

A localização dos referidos açudes numa região semi-árida, onde os índices de evaporação apresentam-se bastante elevados, aliada à ausência ou degradação da faixa de vegetação exigida pela legislação ambiental vigente, a qual serve de filtro contra o aporte de sedimentos e agrotóxicos, já implica em riscos de salinização das águas aí represadas. Nos territórios das bacias dos Rios Coreaú e do Poti, estes riscos tornam-se, ainda, mais significativa dada à localização de alguns açudes em áreas onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados). Estão enquadrados nesta situação os reservatórios que atualmente permitem a perenização dos cursos d'água nas duas bacias mencionadas.

8.4.3. Cenário Evolutivo do Ambiente Natural

Para se chegar a uma proposta de planejamento inter-regional para as Regiões do Vale do Coreaú e da Ibiapaba será determinante a preservação e a manutenção do ambiente natural. Devem ser encarados os aspectos da quantidade da água, que será proporcionada pela construção de novas infra-estruturas de mobilização de água e os aspectos relacionados com a qualidade. Este último está intimamente ligado com a implantação dos sistemas de esgotamento sanitários, tão ausentes das regiões.

Por outro lado, o desenvolvimento da agricultura, vocação principal de grande parte das regiões, induz a utilização em massa dos defensivos agrícolas, cujo mau uso tem reflexos altamente negativos para a qualidade das águas.

A ocupação para exploração econômica de ambientes frágeis, tais como as áreas de manguezais, as áreas ribeirinhas e aquelas altamente susceptíveis a problemas de erosão, deve ser realizada e acompanhada pelos órgãos especializados, de acordo com as normas já existentes.

Finalmente o aumento da atividade turística que possivelmente terá grande peso no desenvolvimento regional, será sempre um ponto sensível para a concepção do planejamento futuro das duas Regiões. Estas atividades induzem sempre a necessidade de implantação de novas infra-estruturas viárias, transportes, de abastecimento de água, esgotamento sanitário, comunicações e demais equipamentos urbanos para fazer face ao crescimento das cidades e ao remanejamento e o adensamento de populações nas áreas.

As linhas gerais do planejamento a serem propostas, devem levar em conta todos esses fatores e mais o ritmo de crescimento das cidades, as áreas passíveis de, nos próximos anos, serem zonas de adensamento populacionais e as áreas onde as atividades antrópicas possam impactar mais fortemente o meio ambiente.

8.5. Relatório de impactos ambientais no Açude Tucunduba

No relatório de impactos ambientais observados no Açude Tucunduba (COGERH, 2009), com o objetivo de investigar as atuais condições do reservatório, verificando as possíveis relações com os seus usos, sua estrutura física e seus processos hidrológicos.

Com relação aos principais usos na bacia hidráulica do açude Tucunduba, no seu entorno, o Relatório apontou inúmeras residências com fossa rudimentar, pontos de lavagem de roupas e lavagem de carros. No distrito de Panacuí, foi observada a intensa criação de bovinos nas margens do açude. O cemitério do distrito é localizado bem próximo ao açude, exercendo influência direta sobre o mesmo. Parte da sua rede de esgoto está inacabada e os efluentes escoam a céu aberto até as lagoas de estabilização que, por sua vez, deságuam no açude.

O distrito possui duas localidades bem próximas da bacia hidráulica: Juvenal e Feijão Bravo. Em Juvenal, observou-se de que o gado é criado nas margens e se alimenta de plantas aquáticas. Os moradores relataram que são jogados animais mortos em um córrego afluente do riacho Tucunduba, bem próximo ao açude. Outra prática comum é a de colocar os suínos nas margens para se alimentarem de camarões. Já em Feijão Bravo, que possui uma população aproximada de 400 habitantes, verificou-se que há muita ocupação da área de preservação permanente (APP). Os diversos animais, como gado bovino, ovinos, caprinos e aves são criados soltos e bebendo água diretamente no açude.

Quanto à qualidade da água, foi realizada a consolidação dos dados do monitoramento qualitativo, através de consulta ao banco de dados da COGERH. O banco de dados é composto de resultados obtidos em laboratório e por utilização de sondas num período de dez anos de coletas (15/04/1999 a 17/03/2009). Tais coletas foram realizadas pela COGERH em um ponto considerado como representativo na bacia hidráulica.

As coletas deverão ser realizadas com a freqüência trimestral, com a devida inspeção na bacia hidráulica. A partir desses dados deverá ser elaborado o Inventário Ambiental do açude Tucunduba, com o objetivo de sistematizar e confrontar todas as informações que, de alguma forma, estejam relacionadas com a deterioração da qualidade da água do reservatório, dando ênfase ao processo de eutrofização. Assim deverá possibilitar a identificação do estado atual da qualidade da água, a adequação desta aos diversos tipos de usos; a quantificação das condições reinantes e condicionantes desta qualidade e definição de ações mitigadoras para a contenção dos impactos ambientais negativos existentes.

O Relatório concluiu que há uma forte tendência de degradação da qualidade de águas do Açude. Tal fato pode ser atribuído à grande contribuição de agentes poluidores no seu entorno. As fontes difusas são resultantes das atividades agrícolas e das criações de gado bovino, inclusive na área de preservação permanente, e as fontes pontuais, provenientes dos esgotos lançados a céu aberto e escoando para a sua bacia hidráulica.

Assim como a maioria dos açudes localizados no Semiárido, o açude Tucunduba tem problemas indicativos do inicio do processo de eutrofização que, normalmente, se agrava nos períodos em que o nível do reservatório baixa.

O açude Tucunduba tem como uso preponderante o abastecimento humano, no entanto, encontra-se em processo de eutrofização, o que torna urgente a definição de uma série de ações para melhoria de suas águas. As ações, de médio e longo prazo, incluem:

- Criação de condições sanitárias adequadas, tanto nas sedes distritais quanto nas comunidades. O ideal para a população rural, principalmente nas residências mais próximas ao reservatório, seria a implementação de fossas sépticas biodigestoras;
- Adoção de práticas agrícolas orgânicas e de conservação do solo;
- Exploração de pecuária fora da APP e da área de entorno, além de construção de cochos para dessedentação animal, evitando assim que os animais tenham acesso ao reservatório;
- Adoção de programa para coleta seletiva de lixo e escolha de locais mais adequados para disposição de lixo orgânico;
- Implementação de programas de educação Ambiental.

8.6. Áreas de Interesse Ecológico

De acordo com a legislação ambiental vigente são consideradas áreas de reservas ecológicas, a serem destinadas à preservação no território das Regiões do Vale do Coreaú e da Ibiapaba, as florestas e demais formas de vegetação natural, nos termos da discriminação que se segue.

Manguezais, em toda a sua extensão. No caso específico da Bacia do Coreaú, além das reservas ecológicas acima mencionadas, aparecem as florestas e demais formas de vegetação situadas nas dunas como vegetação fixadora. Já a Bacia do Poti, por tratar-se de uma bacia,

situada na sua região de alto curso, não conta com ecossistemas litorâneos, razão pela qual as reservas ecológicas aí identificadas não incluem manguezais e paleodunas. Os manguezais do Rio Coreaú, Tapuio, dos Remédios, Timonha, Ubatuba e da Chapada, situados na bacia principal do Coreaú, são áreas de reservas ecológicas já afetadas pelas ações antrópicas.

No caso específico da Região do Vale do Coreaú, além das reservas ecológicas acima mencionadas, aparecem as florestas e demais formas de vegetação situadas nas dunas como vegetação fixadora.

Contraditoriamente, na Região do Vale do Coreaú, tanto no meio rural como no meio urbano, observa-se a degradação de grandes extensões das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, cuja preservação tem como função servir de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes. Os manguezais dos rios Coreaú, Tapuio, dos Remédios, Timonha, Ubatuba e da Chapada, são outras áreas de reservas ecológicas afetadas pelas ações antrópicas, conforme comentado anteriormente.

Quanto às ações preservacionistas aí desenvolvidas, no território da área em estudo conta com seis reservas florestais, criadas pelo poder público, representativas dos ecossistemas do carrasco, complexo vegetacional litorâneo, cerrado e caatinga, sendo administradas pelas instâncias federal, estadual e municipal.

A Região do Vale do Coreaú conta com 03 (três) Áreas de Proteção Ambiental (APAs), todas representativas do complexo vegetacional litorâneo, sendo a APA de Jericoacoara, criada pela Lei Nº 90.379/84, com área de 5.480ha, administrada pelo IBAMA, enquanto que as APAs de Tatajuba com área de 3.775ha e da Praia de Maceió com 2.374ha, criada pelas leis Nº 559/94 e 629/97, respectivamente, encontram-se sob a gerência da Prefeitura Municipal de Camocim. Quanto ao estado de conservação dos seus recursos naturais, a APA de Jericoacoara vem apresentando sinais de degradação associados à construção de um conjunto habitacional e a formação de um lixão em área de dunas.

Além das reservas florestais mencionadas, a área em estudo compreende ainda uma parcela do território da Área de Proteção Ambiental da Chapada da Ibiapaba.

Criada pelo IBAMA, em meados de 1996, a Área de Proteção Ambiental da Chapada da Ibiapaba abrange 21 (vinte e um) municípios dos estados do Ceará e Piauí, sendo representativa dos ecossistemas do cerrado e caatinga. Com relação ao Estado do Ceará, esta APA abrange terras dos Municípios de Ipu, Tianguá, Ubajara, Ibiapina, Viçosa do Ceará, Granja, Croatá, e Guaraciaba do Norte.

A Câmara Municipal de Frecheirinha elaborou uma proposta de Criação da Unidade Federal de Conservação Reserva Biológica da Penanduba, a Serra de Penanduba localiza-se entre os municípios de Coreaú e Frecheirinha, com uma altimetria de 447 m e constante das seguintes coordenadas: 3º 40' 00.00" S 40º 47' 00.00" O. A implantação da Unidade de Conservação caracteriza-se como uma área estratégica por abrigar uma espécie em extinção de macaco, a "alouatta-alulata" ou Macaco Guariba, como é comumente conhecida. A espécie ainda encontra na Serra da Penanduba um ambiente propício como habitat natural. Com a implantação do Projeto de Micro-corredores ecológicos da Bacia do rio Coreaú, traz a proposta de apoiar e fomentar a criação da Unidade de Conservação da Reserva Biológica da Serra da Penanduba, envolvendo áreas territoriais dos municípios de Coreaú e Frecheirinha, sendo uma reserva com potencial de preservação.

O processo de discussão social para criação dessa Unidade, já se encontra de forma avançada. Aos dezoito (18) de setembro de 2009, em Frecheirinha, realizou-se a primeira audiência pública, como etapa do processo de discussão para a criação de Unidade de Conservação Federal na Serra da Penanduba. A audiência pública, convocada pela Câmara Municipal de Frecheirinha, atendeu ao requerimento do Vereador Manuel Pinto de Sousa, aprovado na sessão legislativa realizada no dia 22/05/2009, conta com a parceria da Fundação Centro de Ecologia e Integração Social – CIS.

O evento resultou na elaboração de um manifesto de apoio à criação da Unidade de Conservação de Domínio Federal na Serra da Penanduba, assinado pelos presentes, encaminhado às autoridades executivas e legislativas municipais, estaduais e federais.

Fonte: Câmara Municipal de Frecheirinha

Foto 8.1. Serra da Penanduba

9. IMPACTO DA PEQUENA AÇUDAGEM

9. IMPACTO DA PEQUENA AÇUDAGEM

9.1. Introdução

A açudagem tem sido ao longo dos últimos cem anos decisiva para a redução da vulnerabilidade das populações do semi-árido Cearense. Notadamente devido a dois fatores:

- O Estado do Ceará ter uma larga parte de seu território sob o cristalino a baixas profundidades que condiciona a intermitência dos rios e a baixa disponibilidade subterrânea;
- As características do Clima que condicionam uma pronunciada sazonalidade (com a existência de uma estação úmida de três a quatro meses) e uma significativa variabilidade interanual (com anos com cheias e outros com secas severas).

Sobre estas condições, o reservatório passa a ser um transportador de água no tempo para compensar a sazonalidade e a variabilidade interanual. Alguns reservatórios de menor porte são capazes de compensar apenas a sazonalidade do regime de vazões (transportando a água do período úmido de cada ano para o período seco do mesmo ano) estes são os pequenos reservatórios. Outros podem transportar água do período úmido de um ano para os anos subseqüentes, neste caso fazendo face à variabilidade interanual, sendo estes os de médios e grandes reservatórios.

A pequena açudagem, definida desta forma, tem uma vazão garantida muito baixa e não contribuem para a regularização plurianual, de fato reduzindo a regularização plurianual ao reduzirem a afluência aos reservatórios plurianuais. Não obstante este fato a pequena açudagem produz um grande benefício para as populações rurais ao melhorar a distribuição espacial das disponibilidades hídricas, provendo manancial para a dessedentação animal, pequena irrigação e outros usos. Desta forma, uma solução de compromisso entre a reservação plurianual e a pequena reservação difusa necessita ser definida. Outra dimensão importante da pequena açudagem é a segurança estrutural da mesma, este aspecto não será abordado neste ponto.

A reservação plurianual, por sua vez, é constituída de reservatórios regionais e de reservatórios estratégicos. Os reservatórios regionais são reservatórios isolados com pequena regularização plurianual. Os reservatórios estratégicos são aqueles constituintes de sistemas de reservatórios com maior capacidade de regularização plurianual. Os reservatórios plurianuais possuem diferentes eficiências na transformação da vazão afluente em vazão regularizada. A construção em uma mesma rede de drenagem de reservatórios mais ineficientes ou a construção de um grande número de lagos que reduza a profundidade média dos lagos (volume/área da superfície) pode impor a redução da regularização do sistema de estocagem de água (soma da regularização de todos os reservatórios).

A eficiência é definida como a razão entre a vazão regularizada e a vazão afluente média. Para dado reservatório é função fundamentalmente da geometria do lago, da evaporação, capacidade de armazenamento máxima do reservatório e da vazão afluente média, conforme mostrou Campos (1987). Em um sistema de reservatórios é função da topologia que condiciona a área de drenagem de cada reservatório e da eficiência de individual dos mesmos.

Em uma rede de drenagem fluvial, a construção de reservatórios a montante de um reservatório de regularização plurianual impõe-lhe redução na vazão regularizada. A vazão do

sistema de reservatórios (soma da vazão regularizada de todos os reservatórios), após a construção de um novo reservatório, pode aumentar se o reservatório for eficiente ou diminuir, caso o reservatório seja ineficiente ou já exista uma capacidade de armazenamento no sistema muitas vezes maior que a vazão afluente média do mesmo (sistema saturado). As duas ocorrências de redução da vazão regularizada do sistema são indesejáveis. A Licença de Obras Hídricas, expedida pela Secretária de Recursos Hídricos, com apoio da COGERH, deve identificar estas duas situações de forma a evitar a ocorrência das mesmas. O desenvolvimento desta ação do Plano de Bacia visa definir a metodologia de análise a ser adotada para a avaliação do impacto cumulativo da construção de reservatórios em uma bacia hidrográfica.

A relevância e atualidade deste tópico se dão pelo esforço significativo realizado no Estado do Ceará para a construção de reservatórios plurianuais pelo poder público, associado à ação do setor privado de construção de pequenos reservatórios com recursos próprios em associação com o poder público. Este esforço é demonstrado pelo número de espelhos de água no Estado – 26.600 (MI, FUNCEME, 2007), no volume de água estocado nos grandes reservatórios - 17.828,65 hm^3 e na vazão regularizada de 128,72 m^3/s, com 90% de garantia. Análise detalhada da ocorrência dos estoques de água na Bacia Coreaú será descrito no diagnóstico da pequena açudagem.

Diversos estudos foram realizados para a avaliação do Impacto Cumulativo da Construção de Reservatórios em bacias hidrográficas. O estudo do impacto cumulativo das barragens do PROURB (SRH, 1995) e o realizado no Plano de Gerenciamento do Jaguaribe (COGERH, 1999) foram os pioneiros. Utiliza-se aqui Impacto Cumulativo da Construção de Reservatórios ao invés de Impacto da Pequena Açudagem por se entender que inter influência da média e grande açudagem deva ser computada em conjunto com a da pequena reservação.

O texto a seguir tem a seguinte estrutura. Apresenta-se inicialmente diagnóstico da açudagem na Bacia Coreaú; na terceira seção descreve-se o problema do impacto cumulativo da pequena açudagem; na quarta, descreve-se as alternativas metodológicas para se tratar o problema; na quinta, descreve-se a metodologia proposta para se aplicar na avaliação do impacto cumulativo da construção de reservatórios e, finalmente, apresentam-se desafios futuros para o contínuo aprimoramento da metodologia.

9.2. Diagnóstico

A Bacia do Coreau tem segundo o levantamento dos espelhos de água realizada pela FUNCEME um total 647 espelhos de água. A **Figura 9.1** apresenta esquema da distribuição destes lagos e histograma de freqüência o **Quadro 9.1** apresenta a freqüência absoluta e o percentual acumulado. Observa-se que 78% dos lagos têm menos 10 hectares de área.

A área de espelho de água na bacia é de 228 km^2. Considerando-se a área da bacia de 10.657 km^2 tem-se que 2,1% de sua área da Bacia do Coreau é coberta pelos espelhos de água.

O **Quadro 9.2** apresenta a área de espelhos de água em cada município. Observa-se que Granja, Frecheirinha e Camocim são os municípios com maior área de espelho de água em função da ocorrência de reservatório e de lagos naturais nos mesmos.

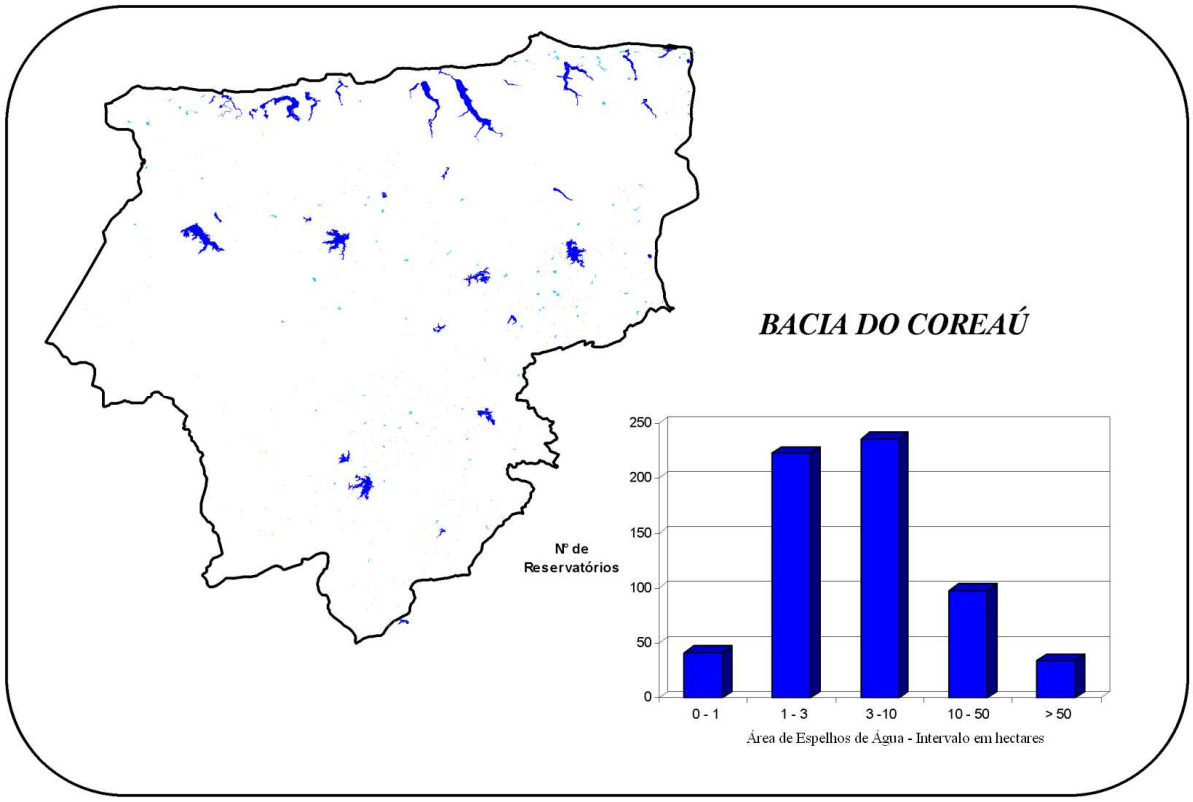


Figura 9.1. Estoques de água na Bacia do Coreaú

Quadro 9.1. Área de espelho de água na Bacia do Coreaú

Área em Hectares	Freqüência	% cumulativo
00-01	42	6.49%
01-03	221	40.65%
03-10	240	77.74%
10-50	104	93.82%
>50	40	100.00%

Quadro 9.2. Área de espelho de água nos Municípios da Bacia do Coreaú

Município	Área dos Espelho d'água(km2)
Ocara	21.85
Bela Cruz	20.93
Bitupitß ??	19.92
Camocim	49.39
Chaval	19.33
Frecheirinha	46.32
Granja	49.71
Visçosa do Ceará	0.78
Total geral	**228.24**

9.3. Formulação do Problema do Impacto Cumulativo da Construção de Reservatórios

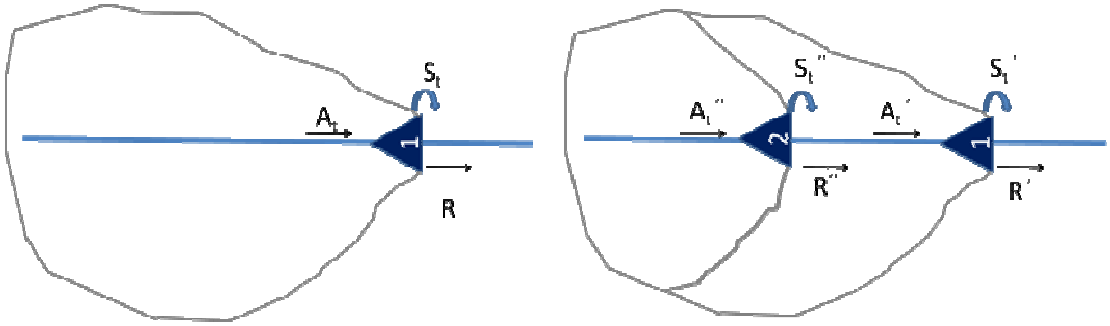
A regularização de um reservatório isolado é estimada a partir da equação do balanço de massa do reservatório, descrita por:

$$Vt+1= Vt + At –Et – R - St \qquad (5.1)$$

Onde Vt+1 é o volume de água no tempo, At é a afluência no intervalo de tempo entre t e t+1; Et é a evaporação no intervalo de tempo entre t e t+1; R é a retirada de água controlada no período (regularização) e St é o vertimento (retirada de água não controlada) no intervalo de tempo entre t e t+1. A **Figura 9.1** apresenta de forma esquemática estes elementos.

A regularização do reservatório é a freqüente a variável de decisão devendo ser estimada para uma dada garantia de suprimento de água ou para satisfazer algum outro critério.

A construção de um reservatório a montante modifica a ocorrência das vazões afluentes por imporem um filtro à parcela da afluência oriunda da bacia hidrográfica como se observa na **Figura 9.2.** A área de contribuição exclusiva do reservatório 1 é denominada de Ar1 e a de contribuição do reservatório 2 é denominada de Ar2; a soma de Ar1 e Ar2 é a área total da bacia (ArTotal). A contribuição da região mais a montante controlada pelo reservatório 2 será a vazão vertida por ele (S'') sendo a afluência total ao reservatório 1 a soma At' + St''. A regularização total do sistema (RS) será igual à soma da regularização dos dois reservatórios R'+R''.



A **B**

Figura 9.2. Reservatório Isolado e Sistema de Reservatórios

A simulação do sistema de reservatório pode ser realizada a partir do sistema de equações:

$$V''_{t+1}= V''_t + A''_t –E''_t – R'' - S''_t \qquad (5.2a)$$

$$V'_{t+1}= V'_t + A'_t + S''_t – E'_t – R' – S'_t \qquad (5.2b)$$

Na resolução deste sistema a regularização (R) dos dois reservatórios são as variáveis de decisão do sistema. Freqüentemente defini-se que esta vazão esta associada a uma garantia (ex: 90%) de regularização de cada reservatório individualmente. Neste caso o sistema de equações pode ser resolvido em cascata resolve-se inicialmente a equação do reservatório de montante e em seguida do reservatório de jusante. Esta estratégia em cascata pode ser facilmente induzida para um grande conjunto de reservatórios, resolvendo-se o sistema de reservatório de montante para jusante, neste caso pode-se escrever a equação geral:

$$V_{i,t+1} = V_{i,t} + A_{i,t} + \Sigma S_{j,t\,Montante} - E_{i,t} - R_i - St \quad \text{para } i=1,Nres \qquad (5.3)$$

Onde i é o identificador do reservatório, j são os reservatórios de montante que vertem diretamente para o reservatório i, Nres é o número de reservatórios do sistema. Os demais termos foram anteriormente definidos.

A operação em cascata do sistema de reservatório será a aqui adotada por ser a que mais se assemelha a realidade do processo de licenciamento de obras hídricas. A regularização do sistema (RS) pode ser calculada pela expressão:

$$RS = \sum_{i=1}^{NRes} R_i \qquad (5.4)$$

O impacto incremental da construção de um reservatório (IIR) pode ser medido pela equação:

$$IIR = RS^{Com} - RS^{Sem} \qquad (5.5)$$

Onde RSCom é a regularização com o reservatório simulado no sistema e RSSem é a simulação do sistema com todos os reservatórios exceto o sob análise.

A formulação do Impacto Cumulativo do Sistema de reservatórios necessita para se completar de responder quatro questões associadas:

- Qual a vazão afluente para cada reservatório do sistema?
- Qual a escala de tempo e estrutura operacional do balanço hídrico?
- Qual a informação disponível sobre o escoamento natural da bacia de interesse?
- Como tratar as incertezas dos parâmetros e variáveis do sistema?

Passa-se a analisar cada uma das três questões propostas.

A vazão afluente para cada reservatório do sistema terá sua estimativa realizada segundo dois critérios: o primeiro refere-se à quão semelhante no espaço é o regime de chuvas e parâmetros hidrológicos e o segundo se a abordagem para a estimativa de vazões é estocástica ou determinística.

Caso faça-se a hipótese de homogeneidade espacial pode-se tomar partido do conceito de vazão específica (vazão por unidade de área) considerando-a uniforme em toda a bacia. Neste caso tendo-se a vazão para uma dada posição da bacia pode transportá-la para qualquer outro ponto da bacia proporcional a área das mesmas:

$$Q = \frac{A}{AO} Q_{AO} \qquad (5.6)$$

Onde Q é a vazão na seção de interesse; A é a área de drenagem privativa da seção de interesse; QAO é a vazão natural da seção onde há a informação e AO é a área que drena suas águas para a seção onde há informação.

A vazão QAO pode neste caso ser: i) a própria série histórica de vazões disponíveis (caso haja um número razoável de anos disponíveis); ii) pseudo-série histórica, isto é, um série temporal histórica ampliada e/ou complementada a partir do uso de modelo hidrológico chuva-

deflúvio; iii) série de sintética de vazões obtidas por modelagem estocástica a partir dos dados de vazão observados; iv) série de sintética de vazões obtidas por modelagem estocástica a partir de vazão específica e coeficiente de variação regionalizados.

Caso faça-se a hipótese de heterogeneidade espacial as vazões podem ser calculadas por i) modelo hidrológico determinísticos do tipo distribuído (considera explicitamente a variação dos parâmetros hidrológicos e do regime de precipitações) ou ii) do tipo semi-distribuído (simulação de sub bacias com modelo concentrado e a propagação das vazões calculadas nos rios); iii) por modelo estatístico multivariado caso haja a disponibilização de séries históricas em diversas seções que permitam o estabelecimento da estrutura espacial das correlações; iv) proporção de vazões neste caso hipotetiza-se que as vazões estão espacialmente correlacionadas possuindo diferentes vazões específicas. No caso da proporção de vazões utiliza-se como base regionalização da vazão específica (q), estima-se a vazão na seção do exutória de toda a região de interesse (Q) e realiza-se o rateio proporcional a área e vazão específica na forma:

$$Q = \frac{q \cdot A}{q_{AO} \cdot AO} Q_{AO} \qquad (5.7)$$

Onde q é vazão específica na seção de interesse, A é área na seção de interesse, q_{AO} é vazão específica na seção onde há disponível a vazão; AO é área que drena para a seção onde há disponível a vazão.

A Operação do Sistema tem no horizonte temporal de simulação e no passo de tempo da simulação duas características importantes. O horizonte temporal de simulação tem grande relevo na definição da garantia associada a uma dada vazão notadamente em regimes fluviais submetido à grande variabilidade. Quanto menor a série temporal mais sensível será a regularização a hipótese de armazenamento inicial do reservatório devido ao estado transiente do mesmo Studart (2000). A simulação pode ser realizada com diferentes passos de tempo (mensal, sazonal ou anual), sofrendo a formulação ajustes para melhor se adequar ao passo de tempo da simulação. Ponto de grande relevância é qual o nível de integração do modelo de balanço hídrico e do modelo hidrológico de previsão de vazões. Na modelagem distribuída ou semi-distribuída é possível simular a operação do reservatório em conjunto com a simulação do modelo chuva-deflúvio. Neste processo de simulação há sempre a dificuldade de se incorporar a regra de operação ou operação do reservatório efetivamente realizada.

A ação antrópica na bacia hidrográfica hidrográfica, modificando o uso e ocupação do solo, e a modificação do canal fluvial com a construção de barramentos ou outras intervenções alteram o regime fluvial impondo heterogeneidade e não estacionariedade na série históricas de vazões. Esta é uma dificuldade para a definição de **séries históricas de vazões naturais** necessárias para a quantificação do impacto dos barramentos.

A avaliação do impacto cumulativo da pequena açudagem esta associada a um significativo conjunto de **incertezas**:

- Associadas a informações da relação área-volume principalmente para pequenos reservatórios que necessitam ter sua área avaliada freqüentemente por imagens de satélite transformada em volume estocado e na relação cota-volume. Trabalhos como Torreão (1997) mostram uma avaliação razoável da estimativa do volume realizada a partir da informação da área para um conjunto de reservatórios e erro de até mais de 100% para um reservatório isolado.

- Oriundas da vazão devido a não estacionariedade das séries históricas devido à variabilidade decadal e a ação antrópica na bacia incluindo-se aqui a associada à construção e operação de reservatórios.

Devido ao grande número de lagos existente no território e muitos deles terem caráter de regularização anual, é razoável simular o sistema sem incorporá-los todos. Ponto de relevância é qual o tamanho do reservatório a ser integrado na simulação da rede hidrográfica e qual a hipótese a ser realizada para os demais. Freqüentemente despreza-se o efeito dos reservatórios que não são incorporados na simulação. Isto pode não ser uma boa prática, caso haja um grande número de pequenos reservatórios que necessitam ser cheios antes que suas áreas de contribuição iniciem a contribuição para os reservatórios integrantes do sistema a ser simulado.

9.4. Alternativas Metodologicas

O problema do impacto cumulativo da açudagem pode ser avaliado seguindo diversas abordagens, como sugerido na seção sobre formulação do problema ensejando diversas metodologias. Descrição esquemática das alternativas metodológicas é apresentada a seguir para a hipótese de espaço homogêneo e para a hipótese de espaço heterogêneo.

A avaliação do impacto é realizada em três estágios: (i) definição da série de vazões; (ii) simulação do sistema de Reservatórios e (iii) avaliação de diferentes cenários de configuração da rede fluvial para se avaliar o impacto.

Na hipótese de que a bacia hidrográfica ser homogênea, se pode propor duas metodologias que se diferenciam apenas no passo (i).

Metodologia 1: **Modelo Estocástico em Bacias Homogêneas**. Esta abordagem utiliza a geração de séries estocásticas com modelo auto-regressivo de ordem zero a partir ou de informações de série histórica existente na bacia ou de estudo de regionalização de lâmina média escoada e coeficiente de variação. Calcula-se a vazão específica para cada passo de tempo de simulação e multiplica-se pela área privativa de cada reservatório constituindo-se desta forma a série histórica de vazões afluentes a cada um dos reservatórios. O sistema de reservatório é simulado utilizando a retirada com garantia de 90% para cada reservatório. Dois cenários são analisados: o primeiro representando o sistema SEM a construção do reservatório que se deseja avaliar o impacto; e um segundo cenário representando o sistema COM o reservatório que se deseja avaliar o impacto incremental. Em situações onde se deseja saber o nível de saturação da bacia pode-se construir cenários com o reservatório estratégico de maior eficiência e comparar a regularização deste reservatório com aquela, após a saturação.

Metodologia 2: **Modelo Chuva-Deflúvio Concentrado em Bacias Homogêneas**. Esta metodologia é similar a primeira a exceção do passo (i). A série de vazões é constituída a partir de simulação de modelo chuva-vazão que possibilidade que as séries de vazões tenham a mesma duração que a disponibilidade de dados de chuva da região. Esta série é denominada de pseudo-histórica. Esta série é utilizada para o cálculo da vazão específica em cada período (passo de tempo) e o cálculo da vazão afluente a cada reservatório é o produto desta vazão específica pela área da bacia em cada período dando origem a pseudo-série histórica afluente a cada reservatório.

A Metodologia 1 tem como vantagens a simplicidade, a fácil replicabilidade, a possibilidade de se construir séries longas e a robustez. A Metodologia 2 tem a limitação da duração da série e a incerteza dos parâmetros que podem possibilitar diferentes ajustes de mesma qualidade provendo séries de vazões diferentes. Pode-se utilizar as pseudo-séries históricas para regionalizar os parâmetros estatísticos das séries de vazões utilizados na Metodologia 1.

Na hipótese d a bacia hidrográfica ser heterogênea, se pode propor três metodologias básicas descritas a seguir.

Metodologia 3: **Modelo Estocástico em Bacias Heterogêneas**. O modelo inicial que considera a variabilidade do coeficiente de escoamento na bacia é aquele que supõe que o escoamento médio é diferente e possui correlação espacial com os outras seções fluviais igual a um (1,0). Neste caso gera-se a vazão em uma seção na bacia e utiliza a Equação 5.7 para transportá-la para as demais seções. O sistema de reservatório é simulado utilizando a retirada com garantia de 90% para cada reservatório. Dois cenários são analisados: o primeiro representando o sistema SEM a construção do reservatório que se deseja avaliar o impacto; e um segundo cenário representando o sistema COM o reservatório que se deseja avaliar o impacto incremental. Em situações onde se deseja saber o nível de saturação da bacia pode construir cenários com o reservatório estratégico de maior eficiência e comparar a regularização deste reservatório com aquela após a saturação.

Metodologia 4: **Modelo Chuva-Deflúvio Semi-Distribuído em Bacias Heterogêneas**. Para bacias com áreas maiores onde a aplicação de modelo concentrado não é boa prática ou em regiões onde a significativa variabilidade das características físicas e pluviométricas pode-se adotar a modelem chuva-deflúvio semi-distribuída. Esta modelagem consiste na divisão da bacia em sub-bacias e na aplicação para cada uma das sub-bacias de modelos hidrológicos concentrados, propagando a vazão calculada em cada um dos exutórios por modelo de propagação de cheias em canais fluviais. Caso seja necessário, posteriormente, a vazão em alguma seção não modelada, utiliza-se a vazão específica obtida pela modelagem semi-distribuída para transportar a vazão. Obtidas desta forma as vazões afluentes a cada um dos reservatórios o processo subseqüente é simular ao descrito na Metodologia 3.

Metodologia 5: **Modelo Chuva-Deflúvio Distribuído em Bacias Heterogêneas**. A utilização de modelos distribuídos é uma alternativa para a simulação chuva-deflúvio. Tem a vantagem de considerar explicitamente a heterogeneidade espacial da precipitação e dos parâmetros do escoamento. O efeito do reservatório pode ser considerado na explicitamente no modelo chuva-deflúvio. A demanda de dados, dificuldade de calibração, a disseminação e replicabilidade dos resultados são dificuldades a serem enfrentadas para a aplicação deste tipo de modelo.

Diversos são os modelos chuva-deflúvio passíveis de serem incorporados nas metodologias descritas anteriormente. Apresentam-se a seguir alguns deles.

Os modelos hidrológicos, segundo Chow et all (1988), podem ser classificados segundo o tratamento da aleatoriedade, do espaço e do tempo conforme mostrado na **Figura 9.3**.

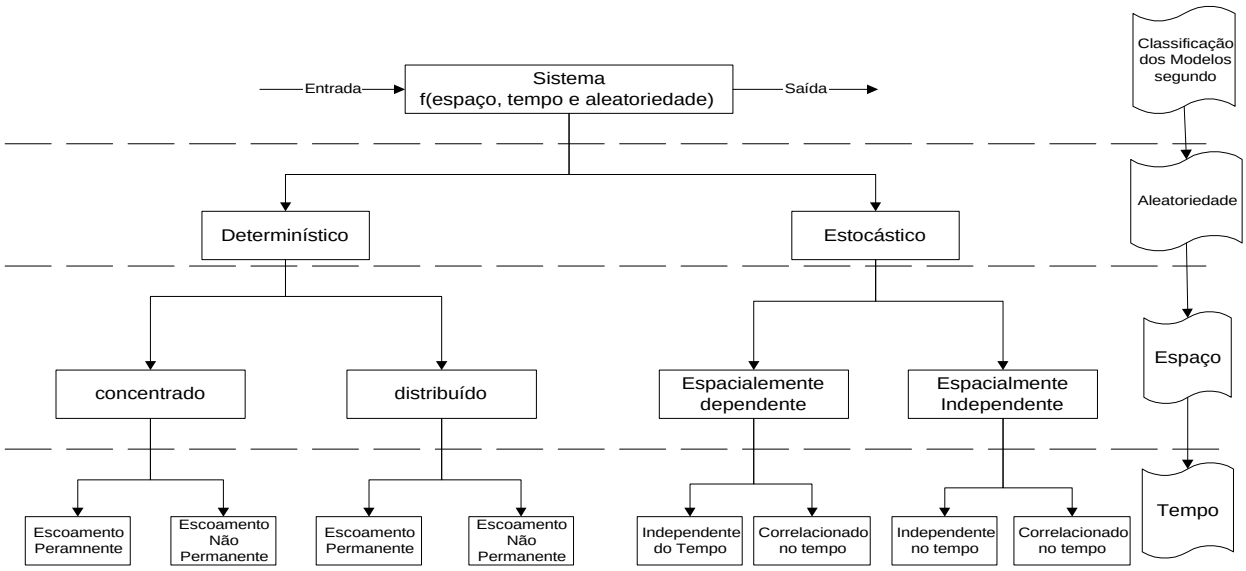


Figura 9.3. Classificação dos Modelos Hidrológicos segundo Chow et all (1988)

9.4.1. Classificação segundo o tipo de modelagem: Físico x Conceitual x Empírico

Modelos de Base Física são modelos constituídos das equações de transporte de massa, energia e momento. A complexidade fisiográfica e geomorfológica tornam a aplicação destes modelos na prática bastante difícil.

Modelos empíricos consistem no relacionam as variáveis de entrada (preditores) e saída (preditandos). O desenvolvimento destes modelos é fortemente condicionado por experiências passadas podendo levar a sobre estimativas da importância de variáveis ou a desconsideração de variáveis importantes.

Modelos Conceituais que utilizam equações simplificadas ou inspiradas nas equações de transporte associadas à equação da equação de conservação da massa.

9.4.2. Classificação segundo a representação espacial dos parâmetros e variáveis: Concentrados x Semi-Distribuídos x Distribuídos

Os **modelos concentrados** caracterizam-se por agregarem espacialmente a bacia desconsiderando as variações espaciais da bacia. Como exemplo deste tipo de modelo esta o IPH2, SMAP e MODHAC. Estes modelos são do tipo empírico ou conceitual.

Os **modelos semi-distribuídos** procuram representar a variação espacial através da divisão da bacia em sub-bacias a estimativa da vazão em cada uma destas sub-bacias e a propagação deste hidrograma (translação) por um método de propagação de cheias, freqüentemente o método da onda cinemática. Devido este fato alguns autores chamam de semi-distribuído cinemático. O modelo HEC1 e IPH3 são deste tipo. Para alguns autores modelos como o TOPMODEL pode ser considerado como semi-distribuído devido incorporar estatistiamente a variabilidade das características espaciais da bacia. Para outros este tipo de modelo é distribuído. Estes modelos são freqüentemente do tipo conceitual.

Os **modelos distribuídos** são os que as variações espaciais (geográficas) das características e processos são consideradas explicitamente. Estes modelos podem ser de base física (SHE) ou

conceituais (VIC e MGB do IPH). Os modelos físicos são utilizados em bacias pequenas e para grandes bacias utiliza-se os modelos conceituais. Observa-se que os modelos de superfície (Land Models) do tipo SVAT integrados ao modelo de previsão climático são do tipo distribuído. Os modelos distribuídos de larga escala espacial podem operar com relação aos modelos atmosféricos “on line” (integrados ao modelo) ou “off line” (forçados pelas saídas do modelo climático).

Chuva deflúvio que podem ser classificados como modelos para eventos extremos e modelos para escoamento médio (SMAP, IPH2, STANFORD IV, MODHAC...). Neste ponto focaliza-se mais o modelos de eventos.

O modelo HEC1 desenvolvido pelo grupo de engenharia das forças armadas dos Estados Unidos foi o mais utilizado durante muitos anos. Este modelo que rodava em plataforma (tais como SCS, Green-Ampt, Horton...), diferentes metodologias de cálculo do hidrograma (SCS, SNYDER, onda cinemática) e propagava as cheias no canal pos Muskinger-Curge ou pelo método de onde cinemática. E propaga a cheia no reservatório por diferentes metodologias.

Estes algoritmos poderiam ser combinados livremente pelo hidrólogo, havendo a possibilidade de simular de forma distribuída por sub-bacias grandes bacias hidrográficas. Este autor pode realizar um grande número de aplicações deste modelo com diferentes configurações de forma a poder atestar a qualidade desta ferramenta.

O HEC-HMS apropriou-se dos modelos hidrográficos disponíveis no HEC1 e forneceu-lhe uma interface gráfica facilitando imensamente a operação do modelo.

No Brasil, modelos sem interface gráfica, como O IPH II, III e IV tem sido utilizados para a estimativa de cheias; ou com interface gráfica com o ABC. O IPH III e IV permitem a propagação das cheias em canais o método ABC a composição dos higrogramas nas sub-bacias é feita considerando um tempo de viagem fixo.

9.5. Metodologia Proposta

Devido a sua robustez, simplicidade e replicabilidade definiu-se como metodologia para avaliação do impacto cumulativo a Metodologia 1 que se passa a descrever em detalhes.

- Inicialmente são determinados os contornos da bacia hidrográfica da bacia hidrográfica de interesse na carta padrão SUDENE / DSG na escala 1:100.000, identificando-se todos os espelhos d’água existentes na bacia que apareciam nas cartas topográficas, complementando-se a identificação de açudes novos através do uso dos mapas digitais de uso do solo e da água oriundos do Estudo do impacto hidrológico da Pequena Açudagem na regularização dos Grandes Açudes do Estado do Ceará (BIRD/PROAGUA/SRH/FUNCEME);
- Em seguida, são elaborados diagramas de árvore representativos da potamografia da bacia hidrográfica do açude principal, atribuindo-se uma letra para denominação de cada talvegue diretamente afluente à bacia hidráulica deste. A cada espelho d'água ou reservatório deve ser atribuído um código alfanumérico representativo de sua posição dentro da bacia hidrográfica do açude principal. Assim, no caso do açude estudado afluem talvegues para sua bacia hidráulica, sendo estes denominados A, B, C,..., H, e os reservatórios existentes denominados A01, A02,...,H01, H02, H03, etc. Isto se deve à impossibilidade de identificação nominal de cada espelho d’água pertencente à bacia

hidrográfica maior, e também à necessidade de se estabelecer um código de reservatório para uso do programa computacional;

- São então determinadas as características fisiográficas e morfométricas de cada reservatório identificado no passo anterior, através dos seguintes elementos:
  - Área de sua bacia hidrográfica total;
  - Área livre não controlada de sua bacia hidrográfica;
  - Zona hidrológica homogênea, de acordo com a definição os mapa do PERH –Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará 1992) doravante PERH;
- Identificação da sua classe de relevo e ordem do rio ou riacho em que se encontra;
- Determinação da área do reservatório ou espelho d'água;
- Determinação dos parâmetros característicos de cada reservatório. Os parâmetros característicos dos reservatórios, essenciais ao processo de análise do impacto cumulativo, são a sua capacidade de acumulação, denotado por K, e o fator de forma da bacia hidráulica a. Tais parâmetros podem ser calculados de acordo com metodologia desenvolvida no PERH, que permite a determinação de K com base na área do espelho d'água e dos parâmetros a e b da curva de regressão do volume em função da área do espelho. Os parâmetros a e b da curva de regressão do volume em função da área do espelho são apresentados no **Quadro 9.4**.
- A equação de regressão é: V = a Ab ; onde V = volume em m³ ; A = área do espelho d'água em hectares. A partir da estimativa dos volumes e alturas máximas de água dos reservatórios estudados determina-se o parâmetro a conforme equação abaixo:

$$a = K/ h3$$

sendo K a capacidade do reservatório e h a altura máxima do nível de água.

Figura 9.4. Parâmetros da Curva de Regressão Volume vs. Área do Espelho d'Água

Classe de Relevo	Ordem do Rio	Número de Açudes	Coeficiente de Correlação	Parâmetro A	Parâmetro B
	Ordem 1	364	0,87	11.220,02	1,16
Relevo R1	Ordem 2	149	0,93	28.467,58	0,91
	Ordem 3	66	0,92	5.755,97	1,31
	Ordem 1	764	0,87	14.642,35	1,1
Relevo R2	Ordem 2	348	0,87	40.326,68	0,87
	Ordem 3	141	0,92	14.693,40	1,14
	Ordem 1	1385	0,82	25.082,57	0,95
Relevo R3	Ordem 2	469	0,71	104.676,00	0,59
	Ordem 3	174	0,82	12.270,20	1,21
	Ordem 1	396	0,63	79.426,47	0,54
Relevo R4	Ordem 2	135	0,75	15.458,55	1,1
	Ordem 3	58	0,82	58.462,62	0,76
	Ordem 1	179	0,87	23.943,09	1,01
Relevo R5	Ordem 2	65	0,52	44.496,38	0,69
	Ordem 3	15	0,98	3.651,29	1,59

Fonte: Plano Estaudal de Recursos Hídricos (Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, 1992)

- A simulação da rede de reservatórios utilizando programa computacional espcífico.
- Compara-se a capacidade de regularização do reservatório principal da bacia, funcionando de uma forma isolada, com a capacidade de regularização do mesmo reservatório, sob a influência da pequena açudagem na bacia, e com a vazão total regularizada pelo sistema;
- Retiraram-se do sistema aqueles açudes que não apresentaram capacidade de regularização ao nível de garantia de 90%, considerados assim ineficientes, simulando-se novamente todo o sistema tal qual no passo anterior, e verificou-se se houve ganhos na capacidade de regularização do sistema;
- Analisaram-se, então, a influência que a pequena açudagem exerce sobre a capacidade de regularização do sistema, observando-se a distribuição espacial dos reservatórios dentro da bacia hidrográfica de interesse, procurando-se identificar a razão da ineficiência de alguns reservatórios, ou se esta ineficiência representa na verdade uma democratização na distribuição espacial da água dentro da bacia.

10. MONITORAMENTO ANALÍTICO DOS RESERVATÓRIOS

10. MONITORAMENTO ANALÍTICO DOS RESERVATÓRIOS

O monitoramento dos recursos hídricos tem a função de produzir informações relacionadas aos aspectos quantitativos e qualitativos dos corpos d'água. No que diz respeito ao aspecto quantitativo, o monitoramento é efetuado levando-se em consideração a oferta e a demanda; no qualitativo, o monitoramento visa produzir informação sobre a qualidade da água, fundamental para a compatibilização entre os diferentes usos e a preservação do corpo hídrico.

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. Todas as atividades, tanto de escritório quanto de campo são descentralizadas e já estão sistematizadas, sendo realizadas rotineiramente. Algumas delas têm os seus procedimentos já documentados. Para a atualização do banco de dados, as informações chegam via correio, e-mail ou telefone. Sistematicamente, a Gerência de Desenvolvimento Operacional verifica a consistência da base de dados, mantendo o banco de dados confiável. O aplicativo "Sistema de Apoio ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos" (SAGREH) vem sendo usado rotineiramente na Gerência de Monitoramento para a recuperação das informações contidas no banco de dados, e para confecção de boletins e relatórios.

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. O anuário contempla as seguintes informações: análise da situação dos açudes no início da estação seca; situação dos açudes no primeiro dia de julho; ocorrência de eventos extremos (sangria e volume morto) a partir de 1986; evolução anual do volume armazenado por bacia hidrográfica e por açude a partir de 1995; estatística comparativa da evolução dos açudes durante o último ano; indicativo da evolução das chuvas anuais incidentes sobre as bacias hidrográficas e evolução do volume armazenado em cada açude durante o último ano. Tanto o Boletim Informativo dos Açudes quanto o Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Açudes encontram-se disponíveis na Internet (http://www.cogerh.com.br).

A proposta do presente capítulo é de se aprofundar um pouco mais nos aspectos quantitativos, realizando um "monitoramento analítico" dos reservatórios monitorados pela COGERH, através da análise e interpretação dos dados coletados.

Para cada reservatório analisa-se o histórico dos níveis de água e do volume acumulado, as vazões de projeto (Q_{90}), as vazões deliberadas nas reuniões de operação do reservatório (final da estação chuvosa) e as vazões efetivamente liberadas. É feito ainda o Nível de Permanência de cada reservatório. O principal objetivo é produzir informações que venham auxiliar o setor operacional da COGERH a definir as regras de operação de cada açude, e também ajustar as regras de operação pré-concebidas.

10.1. A Bacia do Coreaú

Atualmente são monitorados nove açudes na Bacia do Coreaú, cuja capacidade máxima de acumulação é de algo em torno de 297,09 milhões de metros cúbicos. A distribuição espacial dos açudes monitorados é mostrada na **Figura 10.1** e suas principais características são apresentadas no **Quadro 10.1**.

Figura 10.1. Açudes monitorados pela Cogerh na Bacia do Coreaú

Quadro 10.1. Açudes monitorados pela Cogerh na Bacia do Coreaú

Açude	Município	Capacidade (hm^3)	Volume morto (hm^3)	Construção	Cota de Sangria (m)	Início do monitoramento	Q_{90} (m^3/s)
Angicos	Coreaú	56,05	3,70	1998	98,0	1998	0,51
Diamante	Coreaú	13,20	-	1988	98,0	1992	0,32
Gangorra	Granja	62,50	4,66	1999	38,0	1999	0,41
Itaúna	Chaval	77,50	6,66	2001	32,5	2001	0,91
Martinópole	Martinópole	23,20	1,74	1984	99,0	1997	0,28
Premuoca	Uruoca	5,20	0,51	1981	88,0	1987	-
Trapiá III	Coreaú	5,51	0,41	1961	100,0	1997	-
Tucunduba	Senador Sá	41,43	0,39	1919	109,0	1986	0,52
Várzea da Volta	Moraújo	12,50	2,30	1919	108,0	1986	0,17
TOTAL		**297,09**					**3,12**

Fonte: PLANERH, 2005

Os quadros referentes às medições de níveis e percentual de volumes acumulados nos açudes (dados mensais) serão apresentados no **Anexo**, e contém informações de todos os anos, desde o início do monitoramento do reservatório em questão. As vazão de retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$), diferentemente dos dados de níveis e percentual de volumes acumulados, podem, em

alguns casos, não apresentar dados desde o início do monitoramento dos açudes, por não estarem disponíveis.

Os valores de vazão regularizada com 90% de garantia (Q_{90}) foram obtidos do PLANERH (2005), que apresentam os mesmos valores obtidos no Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), que por sua vez são diferentes dos calculado no PERH (1992). Adotou-se os valores de Q_{90} contidos no PLANERH (2005).

10.2. Açude Angicos

O Açude Angicos barra o riacho Juazeiro, no município de Coreaú (**Foto 10.1**). Tem capacidade (K) de 56,03 hm³ e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente anual (µ) é de 57,21 hm³/ano. Assim sendo, seu fator adimensional de capacidade é próximo de 1 (fK=K/µ). Sua localização, em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios, é observada na **Figura 10.1**.

(Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú)

Foto 10.1. Açude Angicos

É o principal reservatório da Bacia do Coreaú, por abastecer diversos municípios. Seus principais usos são: abastecimento humano (Frecheirinha, Uruoca, Senador Sá, Agrovila, Campanário, Batatão, Associação do Angicos e Canto das Pedras), irrigação, lazer e pesca. O açude pereniza um vale de 82 km (é a mais extensa perenização da bacia), de Coreaú à Uruoca. Entre estes dois municípios, passa pelo município de Moraújo, que anualmente realiza o carnaval às suas margens e por alguns balneários. A partir de 2003, mais 20 km foram acrescidos à perenização, para que fossem atendidas as comunidade de Canto das Pedras e Batatão, no município de Uruoca (Fonte: Gerência Regional da COGERH - Coreaú).

10.2.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.2** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.3** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Angicos, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**.

As **Figuras 10.2** e **10.3** mostram que o reservatório tem um bom aporte de água anual, se recuperando após a estação seca. Observa-se ainda que o açude levou, em média, dois anos para se recuperar totalmente e sangrar após anos secos (1998) e (2005) os dois de menor pluviosidade no município de Coreaú. Mesmo nos seus piores desempenhos, atingiu 60% de sua capacidade após a estação chuvosa. Em nenhum mês monitorado atingiu níveis menores do que o da cota da tomada d'água, na estação seca.

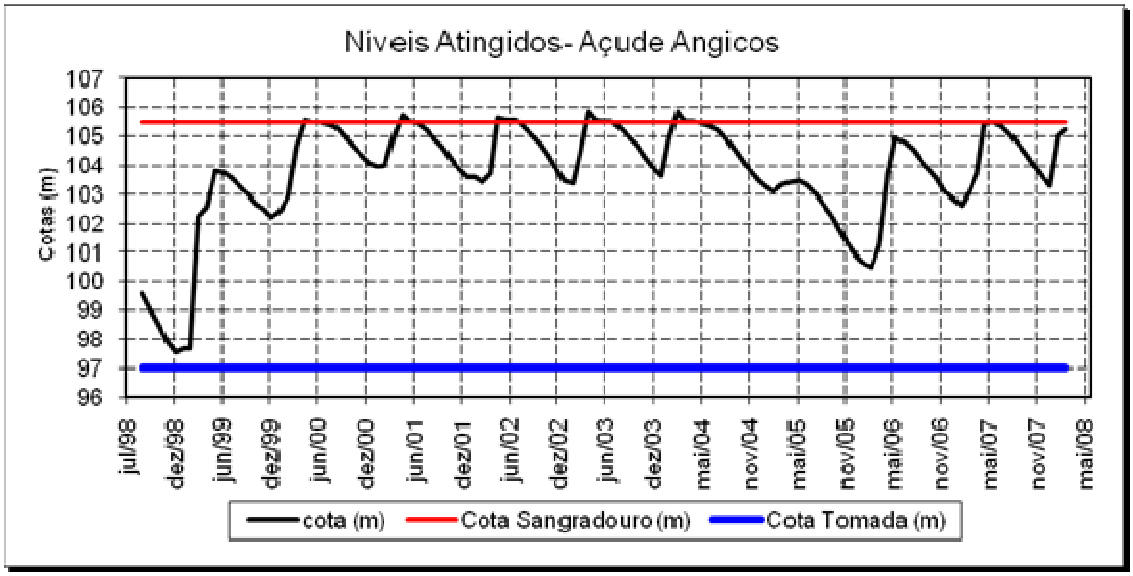


Figura 10.2. Evolução dos níveis atingidos do Açude Angicos

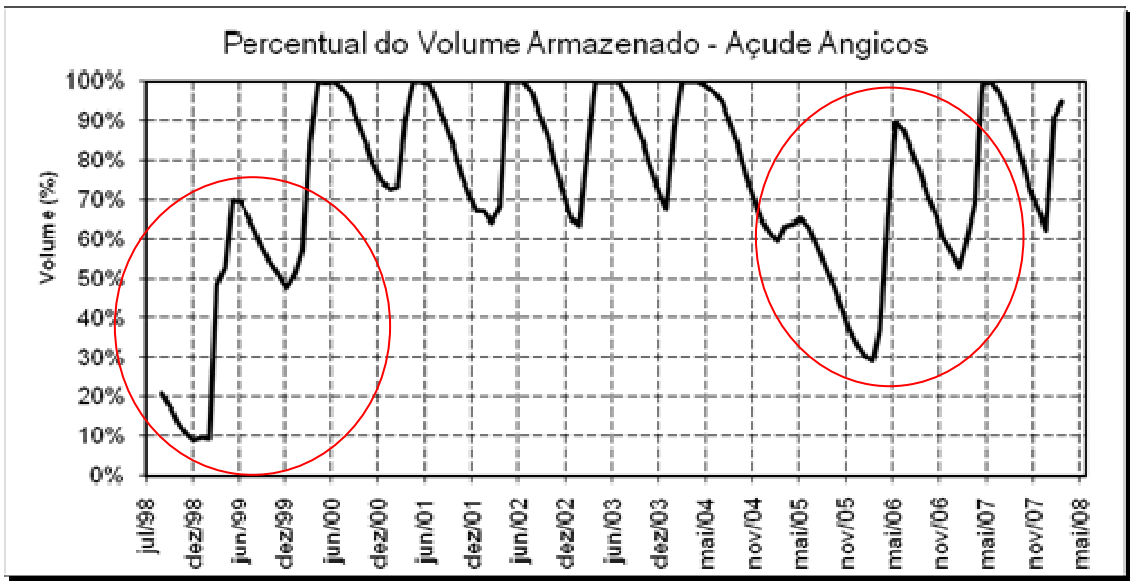


Figura 10.3. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Angicos

O **Quadro 10.2** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Angicos. Seu nível de Permanência pode ser observado na **Figura 10.4**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 102 (quase na 103), o que significa que em 80% dos meses, o Angicos permanece com mais de 50% de sua capacidade.

Quadro 10.2. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Angicos

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	% Acima de
≤ 97	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
97 ─| 98	4,00	3,42	4,00	3,42	96,58
98 ─| 99	1,00	0,85	5,00	4,27	95,73
99 ─| 100	3,00	2,56	8,00	6,84	93,16
100 ─| 101	4,00	3,42	12,00	10,26	89,74
101 ─| 102	3,00	2,56	15,00	12,82	87,18
102 ─| 103	12,00	10,26	27,00	23,08	76,92
103 ─| 104	33,00	28,21	60,00	51,28	48,72
104 ─| 105,5	44,00	37,61	104,00	88,89	11,11
> 105,5	13,0	11,1	117,0	100,0	0,0

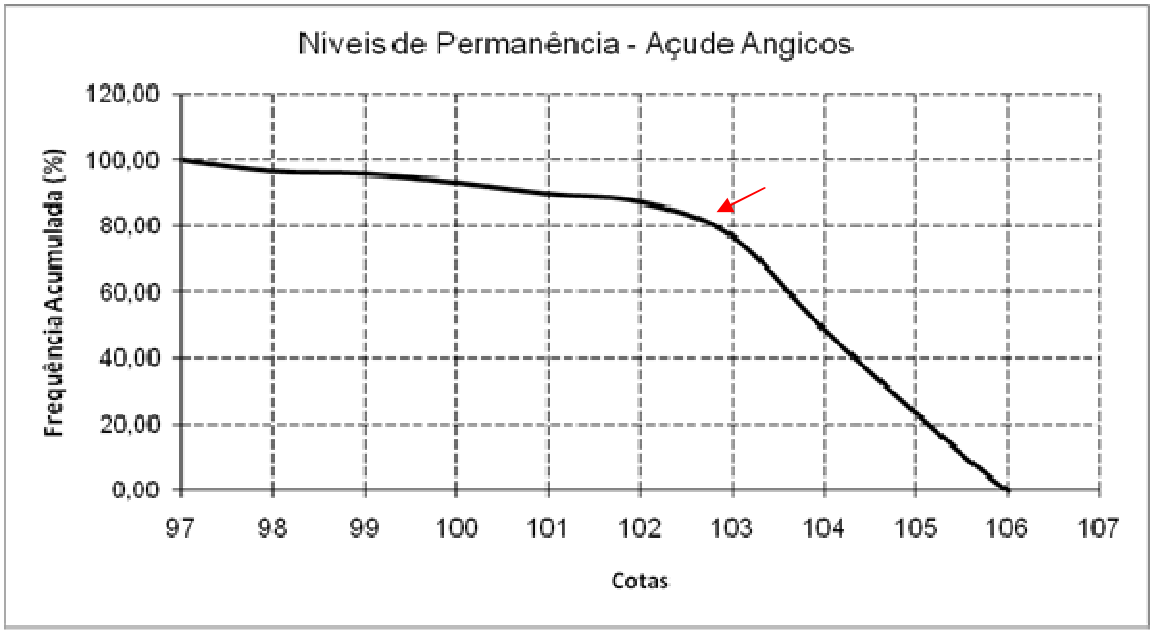


Figura 10.4. Curva de níveis de permanência do Açude Angicos

10.2.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.3** e **Figura 10.5** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú). O valores de $Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$ se alternam durante o período monitorado, com ambos obtendo valores médios muito próximos. Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto.

Quadro 10.3. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Angicos (em m^3/s)

Retrirada (m^3/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	-	-	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30	0,40	0,40
$Q_{Efetivo}$	0,35	0,47	0,35	0,36	0,48	0,36	0,47	0,37	-

Fonte: Cogerh (2009)

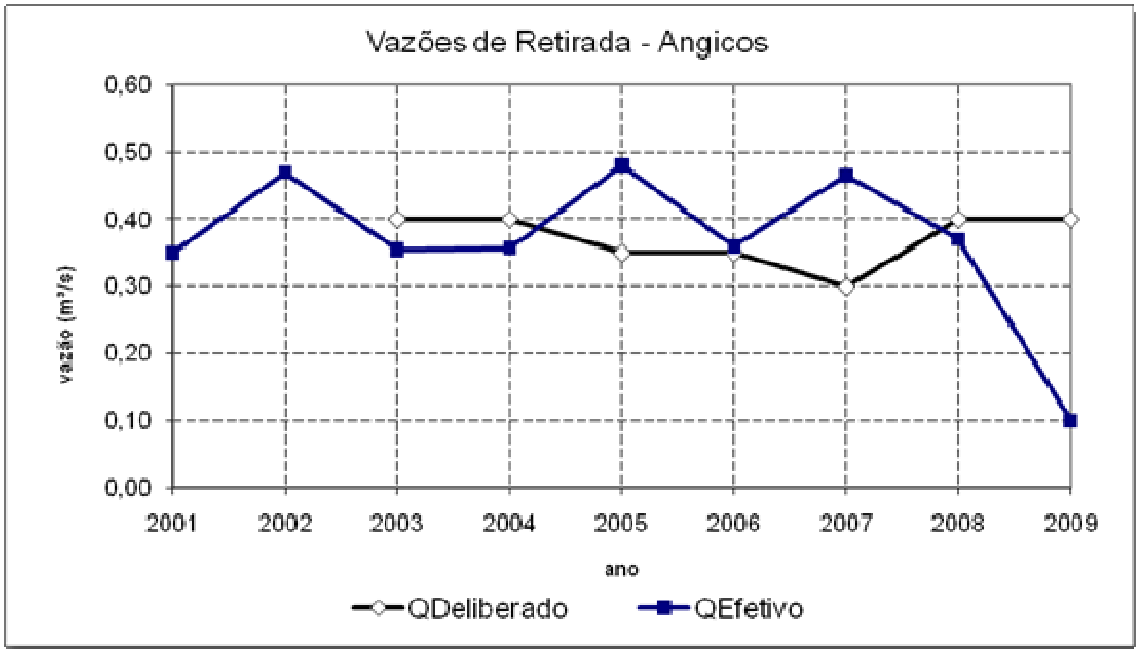


Figura 10.5. Vazões de retirada para o Açude Angicos (2001 a 2008)

10.3. Açude Diamante

O Açude Diamante barra o riacho Boqueirão, no município de Coreaú. Tem capacidade (K) de 13,2hm³ e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente anual (µ) é de 7,4 hm³/ano. Assim sendo, seu fator adimensional de capacidade é 1,8 (fK=K/µ). Sua localização em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatório pode ser observada na **Figura 10.6**. O açude está localizado nas proximidades da Serra da Ibiapaba e não possui grandes demandas, abastecendo apenas pequenas comunidades - Arapá, Araquém e Boqueirão. De propriedade do DNOCS, é monitorado pela COGERH, mas não é operado por esta companhia (Fonte: Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú).

Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Figura 10.6. Açude Diamante

10.3.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.7** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.8** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Diamante, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**. As séries dos percentuais de volume acumulado e níveis atingidos não são contínuas, devido a falhas no monitoramento relativas aos anos de 1996 e 1997. Observa-se que o reservatório passou por dois períodos críticos 1992 a 1999 e 2004 a 2008. Em 1994, atingiu apenas 20% de sua capacidade.

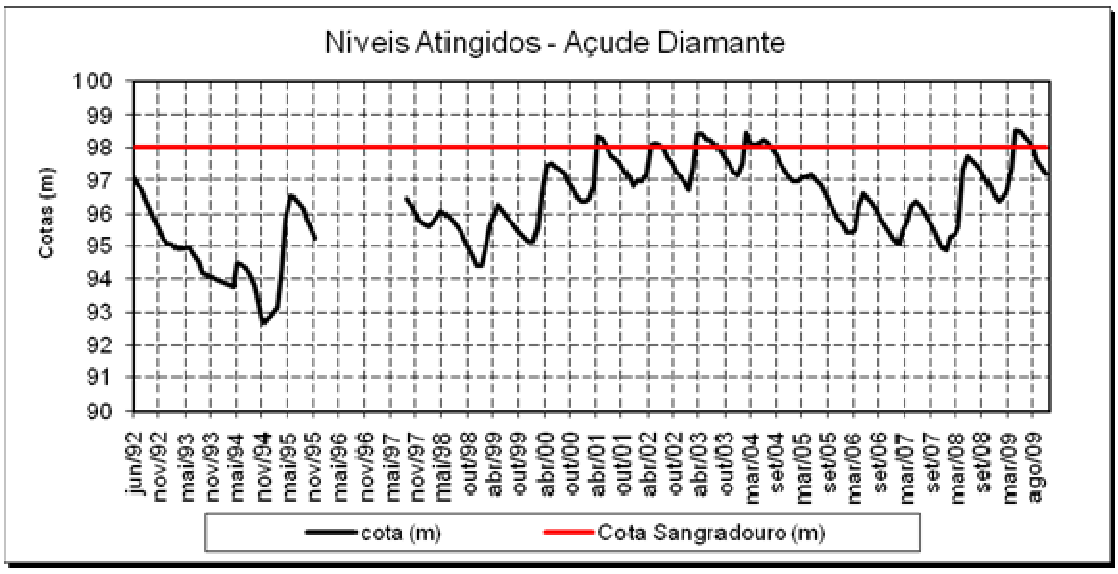


Figura 10.7. Evolução dos níveis atingidos do Açude Diamante

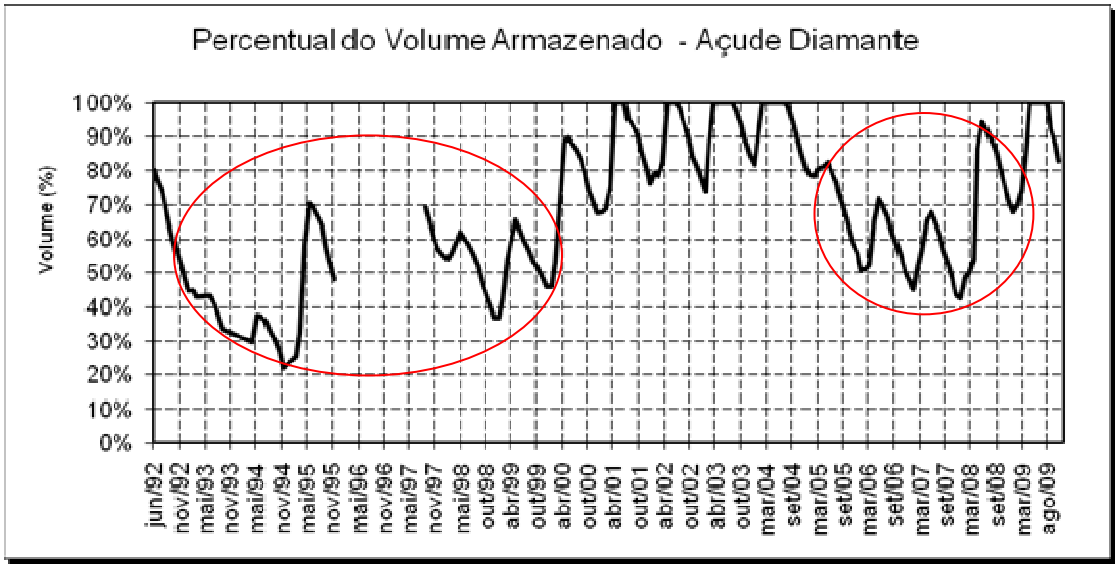


Figura 10.8. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Diamante

O **Quadro 10.4** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Diamante Seu Nível de Permanência pode ser observado na **Figura 70**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 95, o que equivale a cerca da metade de sua capacidade.

Quadro 10.4. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Diamante

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 92,66	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
92,66 ─| 93	1,00	0,55	1,00	0,55	99,45
93 ─| 94	4,00	2,21	6,00	2,76	97,24
94 ─| 95	17,00	9,39	23,00	12,15	87,85
95 ─| 96	48,00	26,52	71,00	38,67	61,33
96 ─| 97	46,00	25,41	113,00	64,09	35,91
97 ─| 98	43,00	23,76	154,00	87,85	12,15
> 98	22,00	12,15	0,00	100,00	0,00

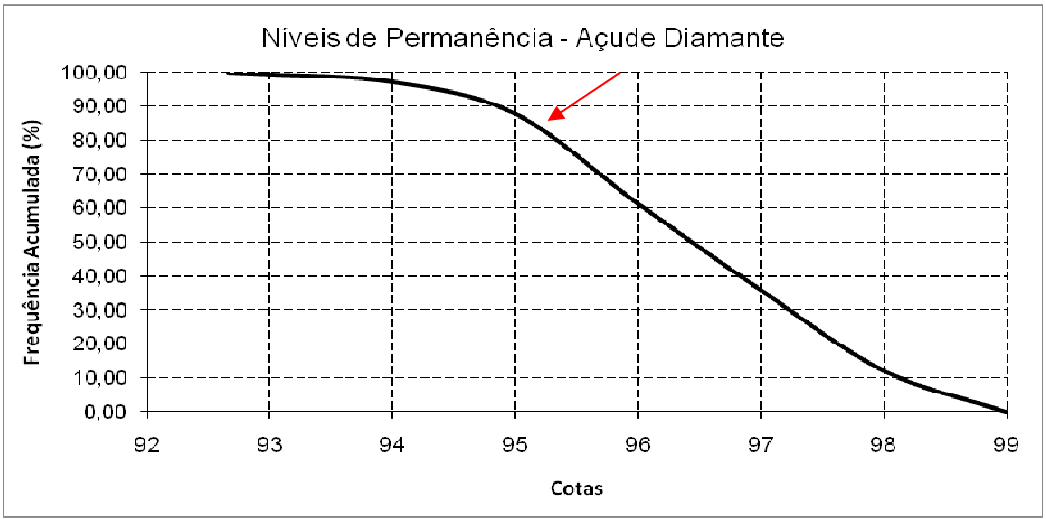


Figura 10.9. Curva de níveis de permanência do Açude Diamante

10.3.2. Operação do Reservatório

Embora o açude seja monitorado (qualidade e níveis de água) pela COGERH, esta não o opera. Assim não há dados sobre vazões deliberadas nem efetivas apenas a vazão de projeto (0,12 m³/s, segundo o Atlas da SRH). Assim sendo, não há como analisar se o baixo desempenho se deve à operação ou a questões hidrológicas.

10.4. Açude Gangorra

Fonte: Gerência Regional da Cogerh – Acaraú e Coreaú

Foto 10.2. Açude Gangorra

O Açude Gangorra barra o rio Gangorra, no município de Granja (**Foto 10.2**). Tem capacidade (K) de 62,5 hm³ e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente anual (µ) é de 31,1 hm³/ano. Assim sendo, seu fator adimensional de capacidade é próximo de 2 (fK=K/µ). Sua localização em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios é observada na **Figura 10.1**.

É o reservatório que abastece o município de Granja, através da recarga de seus aqüíferos, já que o abastecimento do município é feito através de poços. Apesar da capacidade, tem poucos usos instalados; começa a se desenvolver no reservatório, psicultura em gaiola, em função de uma pesquisa conduzida pela Universidade Vale do Acaraú - UVA (Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú).

10.4.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.10** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.11** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Gangorra, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**. Observa-se que o reservatório tem um bom aporte de água anual, se recuperando após a estação seca. Observa-se ainda que o açude levou, em média, dois anos para se recuperar totalmente e sangrar após um ano seco (1999 e 2005). No seu pior desempenho atingiu 50% de sua capacidade. Em nenhum mês monitorado atingiu níveis menores do que o da cota da tomada d'água, na estação seca.

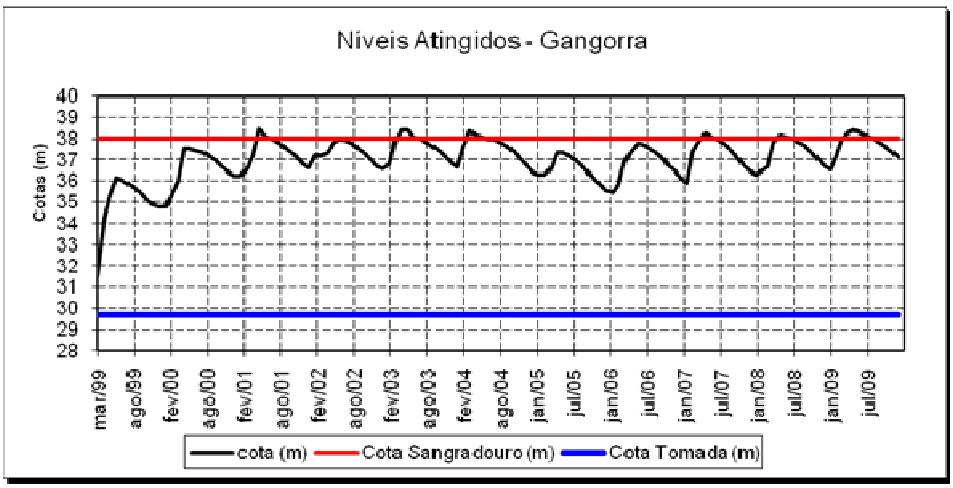


Figura 10.10. Evolução dos níveis atingidos do Açude Gangorra

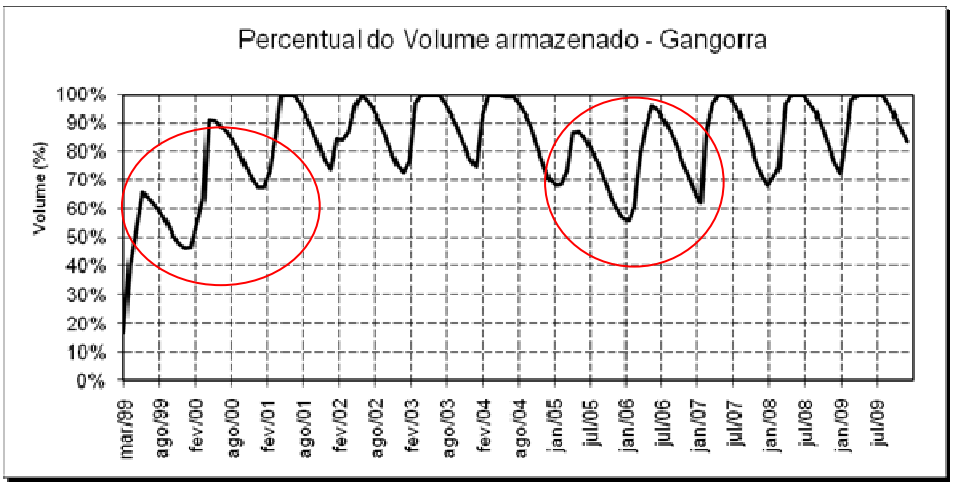


Figura 10.11. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Gangorra

O **Quadro 10.5** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Gangorra. Seu nível de Permanência pode ser observado na **Figura 10.12**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 36, o que equivale a cerca de 70% de sua capacidade.

Quadro 10.5. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Gangorra

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 29,7	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
29,7 ─| 30	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
30 ─| 31	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
31 ─| 32	1,00	0,77	1,00	0,77	99,23
32 ─| 33	0,00	0,00	1,00	0,77	99,23
33 ─| 34	0,00	0,00	1,00	0,77	99,23
34 ─| 35	4,00	3,08	5,00	3,85	96,15
35 ─| 36	11,00	8,46	16,00	12,31	87,69
36 ─| 37	37,00	28,46	53,00	40,77	59,23
37 ─| 38	61,00	46,92	114,00	87,69	12,31
> 38	16,00	12,31	130,00	100,00	0,00

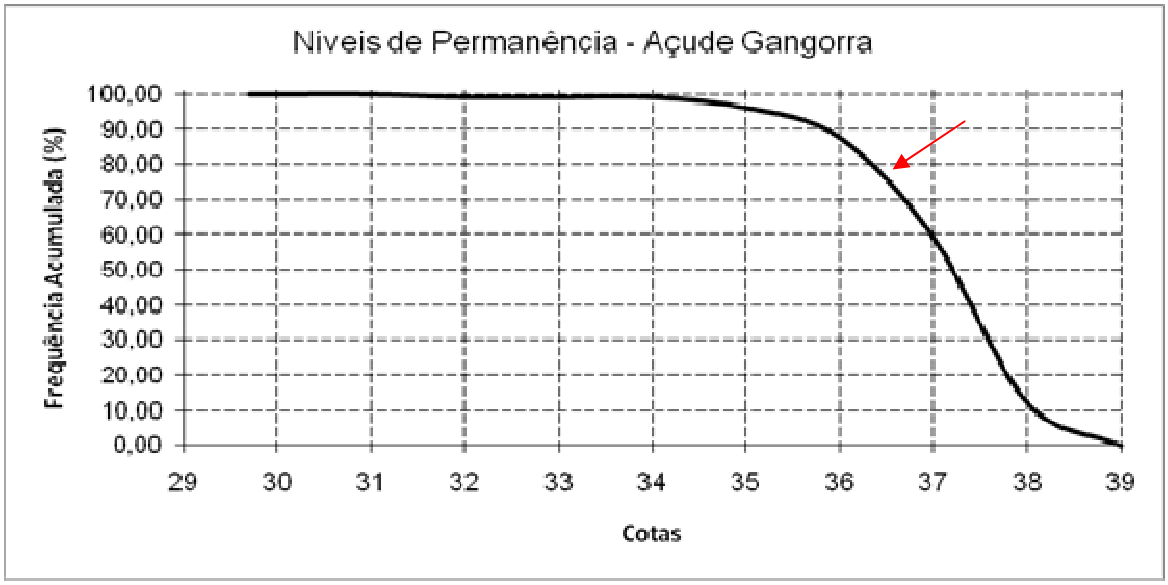


Figura 10.12. Curva de níveis de permanência do Açude Gangorra

10.4.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.6** e **Figura 10.13** apresentam vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú). Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto.

Quadro 10.6. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Gangorra

Retirada (m^3/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	-	-	-	0,20	0,20	0,10	0,04	0,09	0,14
$Q_{Efetivo}$	0,13	0,11	0,08	0,22	0,27	0,26	0,33	0,18	-

Nos cinco anos para os quais se tem valores de $Q_{Deliberado}$, esta foi inferior ao $Q_{Efetivo}$, o que pode indicar subestimativa da real potencialidade deste reservatório. Percebe-se um aumento do $Q_{Efetivo}$ com o passar nos últimos anos, passando de cerca de 0,08 m³/s (2003), para mais de 0,30 m³/s (2007), na realidade há uma flutuação muito grande de $Q_{Efetivo}$.

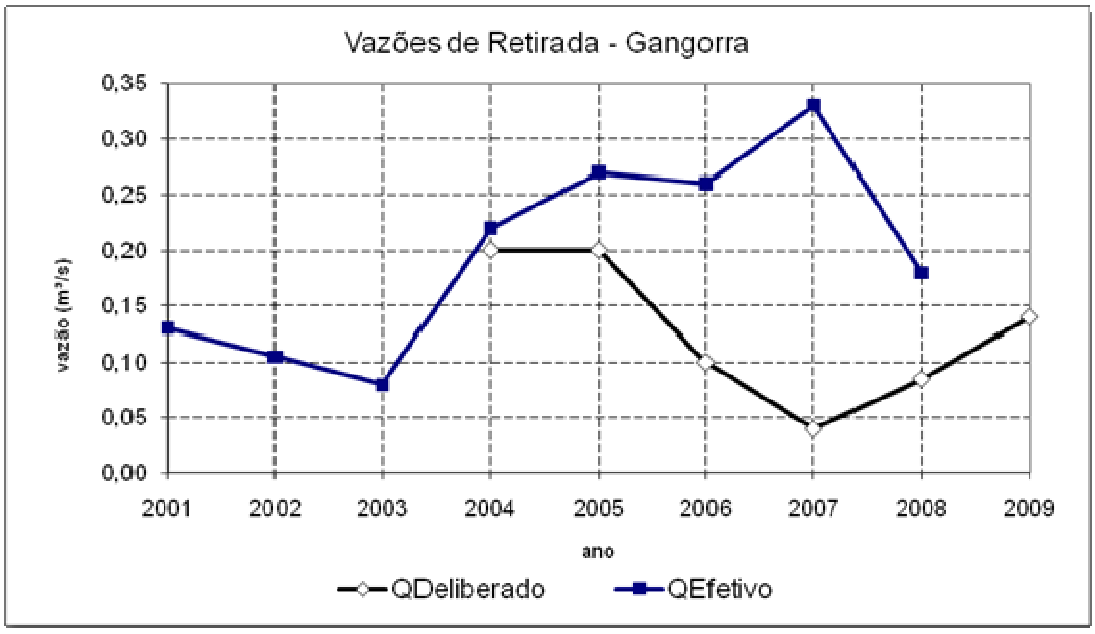


Figura 10.13. Vazões de retirada para o Açude Gangorra (2001 a 2009)

10.5. Açude Itaúna

O Açude Itaúna barra o Timonha, no município de Chaval (**Foto 10.3**). Tem capacidade de 77,5 hm³ e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente (µ) é de 210,6 hm³/ano. Sua localização, em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios, pode ser observada na **Figura 10.1**.

É um dos maiores açudes da bacia, mas que não possui uma grande demanda. Tem como principal uso o abastecimento humano. Por ele são atendidos os municípios de Barroquinha e Chaval e a Agrovila do açude. Também atende a demanda industrial, devido a uma indústria de beneficiamento da Carnaúba, nas proximidades do reservatório (Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú).

Fonte: Gerência Regional da Cogerh – Acaraú e Coreaú

Foto 10.3. Açude Itaúna

10.5.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.14** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.15** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Itaúna, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**. Observa-se que o reservatório tem um excelente aporte de água anual, se recuperando totalmente após a estação chuvosa. Em nenhum mês monitorado atingiu níveis menores do que o da cota da tomada d'água, na estação seca.

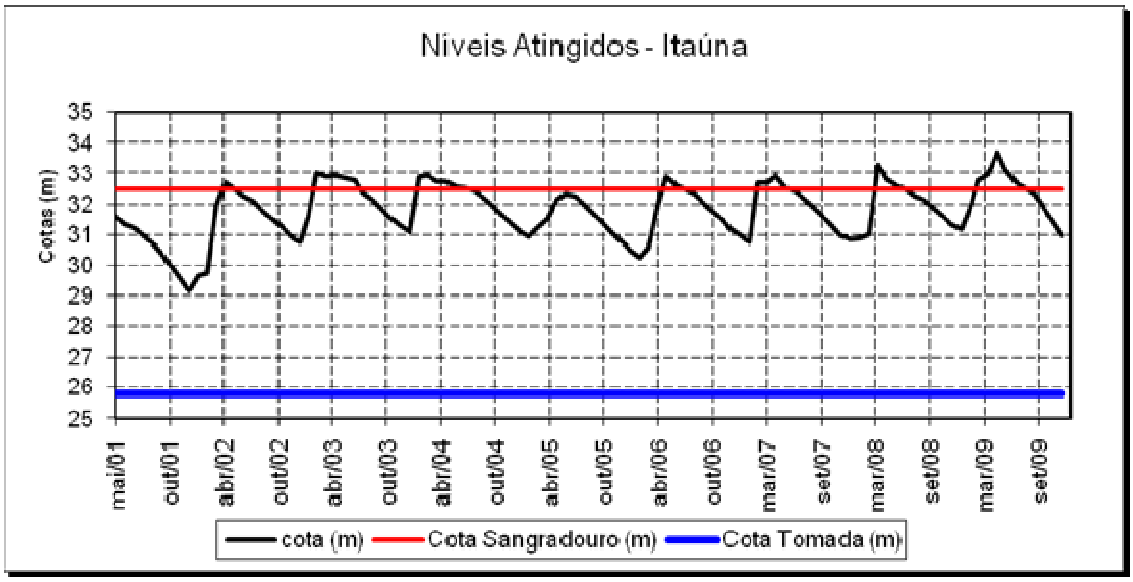


Figura 10.14. Evolução dos níveis atingidos do Açude Itaúna

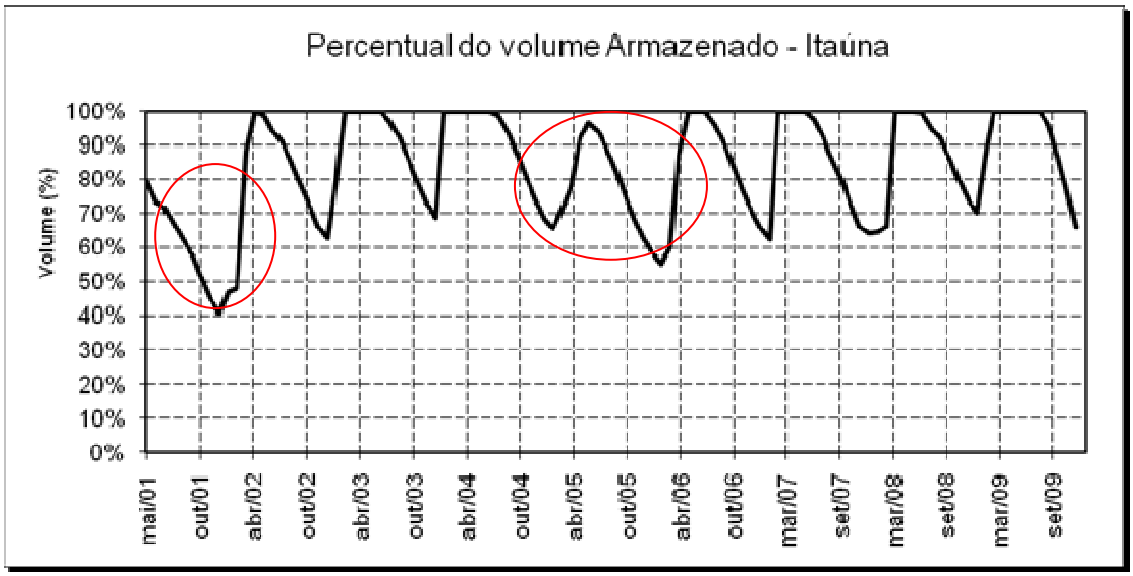


Figura 10.15. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Itaúna

Quadro 10.7. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Itaúna

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 25,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,8 ─| 26	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
26 ─| 27	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
27 ─| 28	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
28 ─| 29	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
29 ─| 30	5,00	4,81	6,00	4,81	95,19
30 ─| 31	16,00	15,38	22,00	20,19	79,81
31 ─| 32,5	56,00	53,85	78,00	74,04	25,96
> 32,5	27,00	25,96	106,00	100,00	0,00

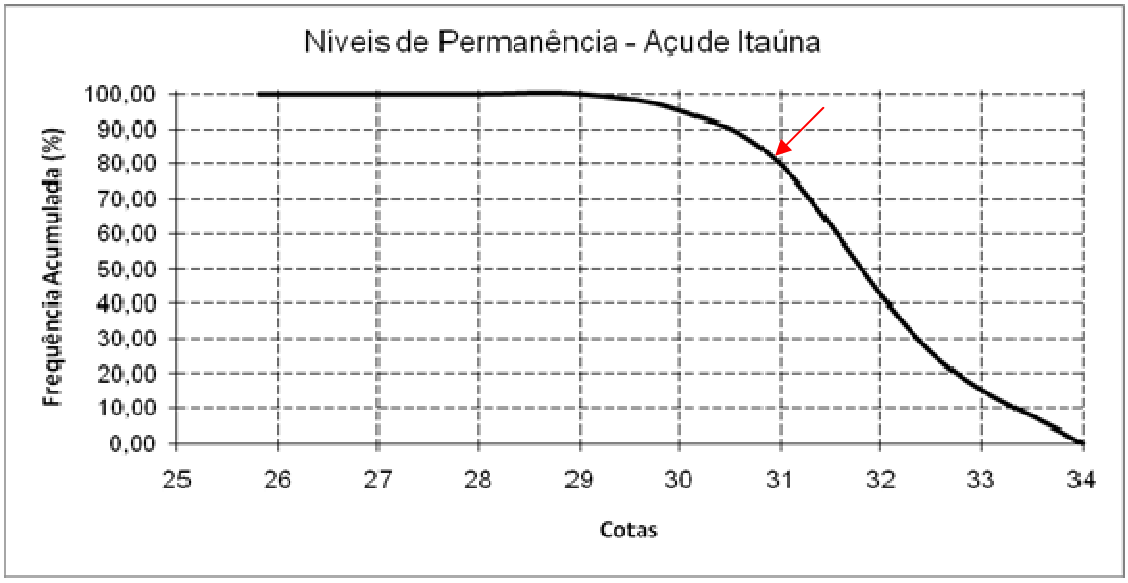


Figura 10.16. Curva de níveis de permanência do Açude Itaúna

10.5.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.8** e **Figura 10.17** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú). O valores de $Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$ estão muito próximos. Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto. Ainda segundo a Gerência Regional da COGERH – Acaraú e Coreaú, o elevado valor da vazão efetiva (0,58 m³/s), em 2001, deve-se à necessidade de execução de serviços no vertedouro da barragem, devido à erosão regressiva.

Quadro 10.8. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Itaúna

Retirada (m³/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	-	-	-	0,25	0,30	0,30	0,25	0,15	-
$Q_{Efetivo}$	0,58	0,39	0,37	0,25	0,50	0,33	0,33	0,01	-

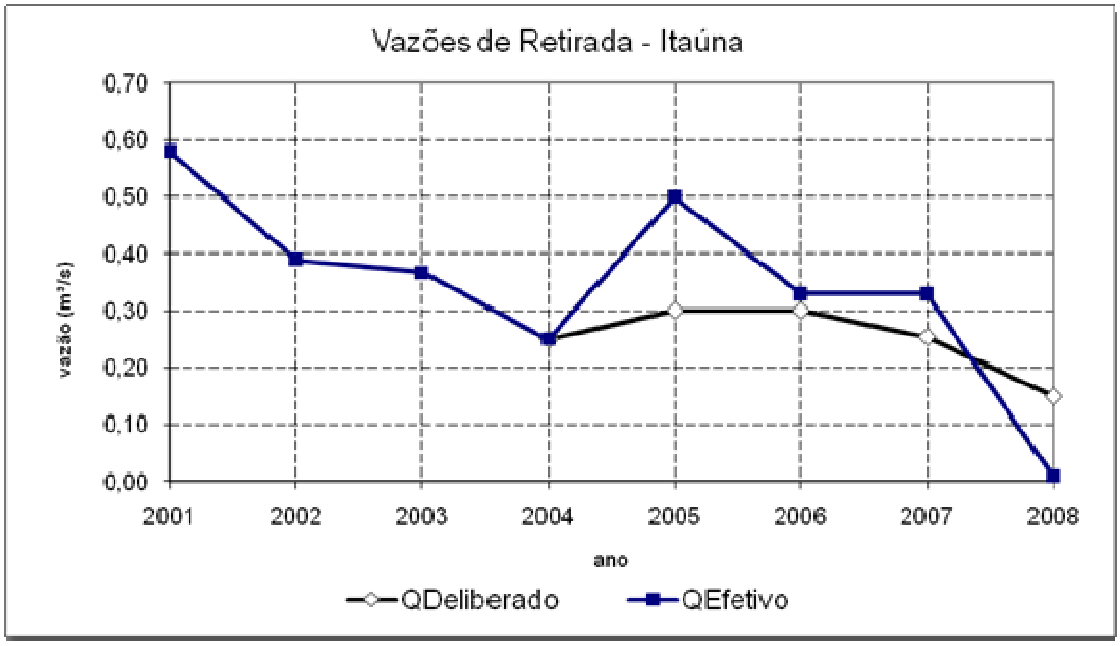


Figura 10.17. Vazões de retirada para o Açude Itaúna (2001 a 2008)

Segundo a Gerência Regional da COGERH das Bacias do Acaraú e Coreaú, tem-se buscado promover uma indução de usos à jusante da barragem, na produção agrícola e da dessedentação animal. Existe uma salina nesta mesma área, que deve ser convenientemente monitorada de modo não impactar negativamente os usos da água.

10.6. Açude Martinópole

O Açude Martinópole barra o riacho Lima, no município de Martinópole (**Foto 10.4**). Tem capacidade de 23,2 hm³ e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente (µ) é de 39,7 hm³/ano. Assim sendo, seu fator adimensional de capacidade é pequeno, próximo de 0,6 (fK=K/µ). Sua localização em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatório pode ser observada na **Figura 10.1**.

Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 10.4. Açude Martinópole

10.6.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.18** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.19** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Martinópole, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**. Observa-se que o açude nunca sangrou no período monitorado (1997 a 2008). Neste período atingiu,

no máximo, um pouco mais de 40% da sua capacidade (K). Mesmo em 2004, um ano reconhecidamente de grandes vazões, o reservatório atingiu menos de 30% de K.

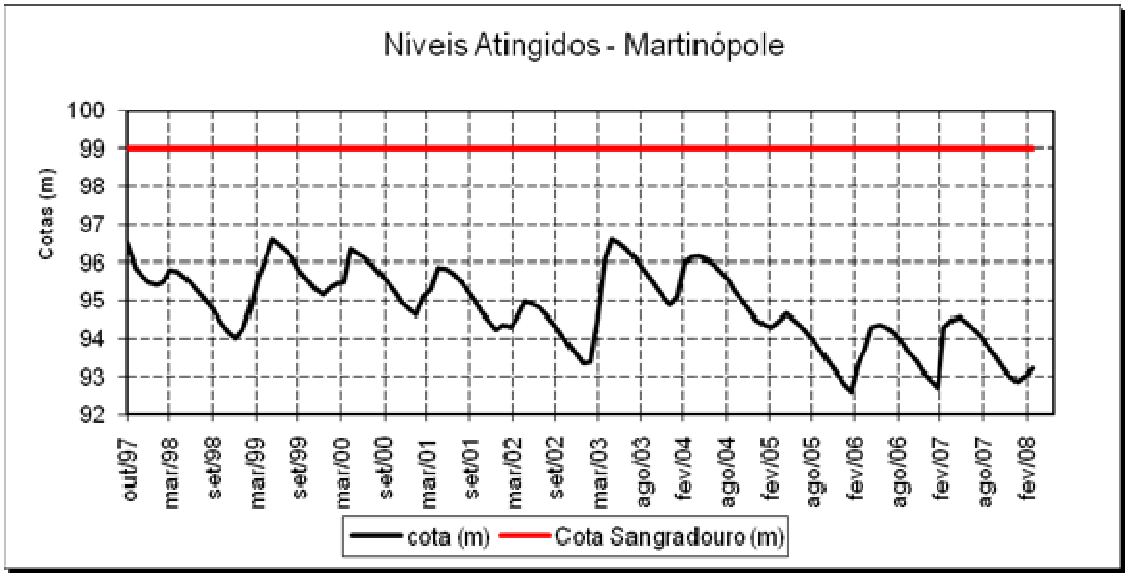


Figura 10.18. Evolução dos níveis atingidos do Açude Martinópole

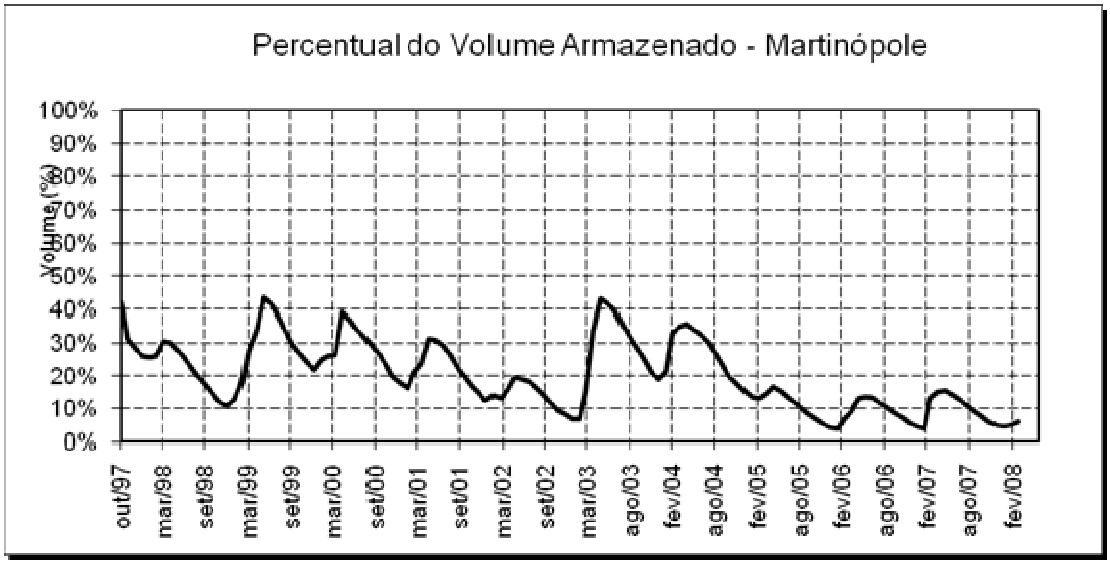


Figura 10.19. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Martinópole

O **Quadro 10.9** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Martinópole. Seu nível de Permanência pode ser observado na **Figura 10.20**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 94, o que equivale a cerca de apenas 10% da capacidade.

Quadro 10.9. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Martinópole

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 92,63	1,00	0,79	2,00	0,79	99,21
92,63 ─| 93	5,00	3,97	7,00	4,76	95,24
93 ─| 94	19,00	15,08	26,00	19,84	80,16
94 ─| 95	45,00	35,71	71,00	55,56	44,44
95 ─| 96	39,00	30,95	110,00	86,51	13,49
96 ─| 97	17,00	13,49	128,00	100,00	0,00
97 ─| 98	0,00	0,00	128,00	100,00	0,00
98 ─| 99	0,00	0,00	128,00	100,00	0,00
> 99	0,00	0,00	128,00	100,00	0,00

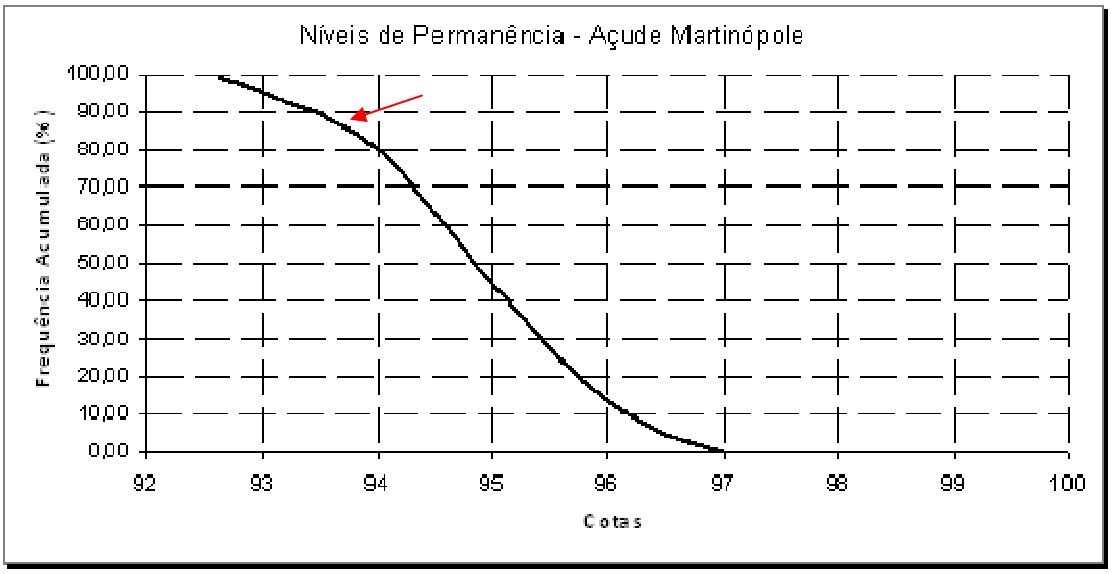


Figura 10.20. Curva de níveis de permanência do Açude Martinópole

10.6.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.10** e **Figura 10.21** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH Acaraú e Coreaú). Os valores de $Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$ apresentam valores médios praticamente iguais. Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto.

Quadro 10.10. Vazões de Retirada (QDeliberado eQEfetivo) do Açude Martinópole (em m³/s)

Retirada (m³/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,01
$Q_{Efetivo}$	-	0,02	0,05	0,04	0,02	0,01	0,02	0,05	-

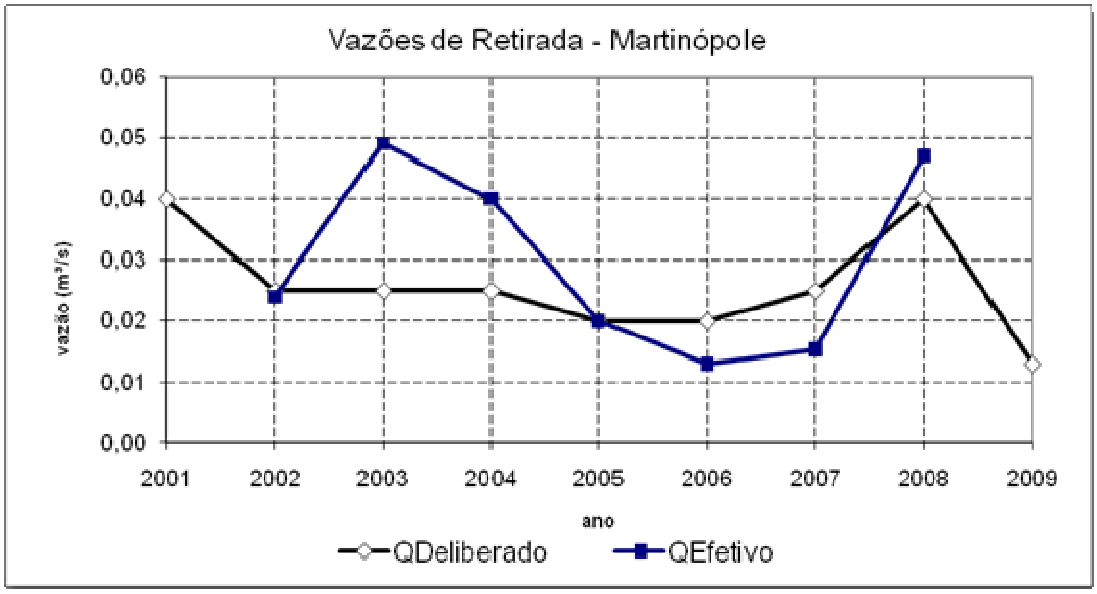


Figura 10.21. Vazões de retirada para o Açude Martinópole (2001 a 2008)

10.7. Açude Premuoca

O Açude Premuoca é um reservatório federal (**Foto 10.5**), que barra o Riacho São Francisco, no município de Uruoca. Tem capacidade (K) de 5,2 hm³; não há informação sobre sua vazão de projeto. Sua localização em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios é observada na **Figura 10.1**.

Com a água salobra, não é utilizado para abastecimento humano. No seu entorno, dentro da Área de Preservação Permanente, localizam-se alguns balneários que contribuem para a poluição de suas águas. Nas suas proximidades há criação de animais, e logo à jusante, algumas capineiras e o plantio de cana irrigada através de sifões implantados pela Prefeitura .

O reservatório possui alguns conflitos - existência de barramentos à sua jusante e interferência de terceiros na operação do açude (abertura e fechamento da comporta). O reservatório já teve piscicultura em gaiola, hoje não há mais o empreendimento. O uso mais relevante na área é a irrigação. A liberação visa normalmente atender usuários da sede de Uruoca até a comunidade de Carvalho. Isso nem sempre ocorre devido às interferências na operação (Fonte: Gerência Regional da COGERH Coreaú).

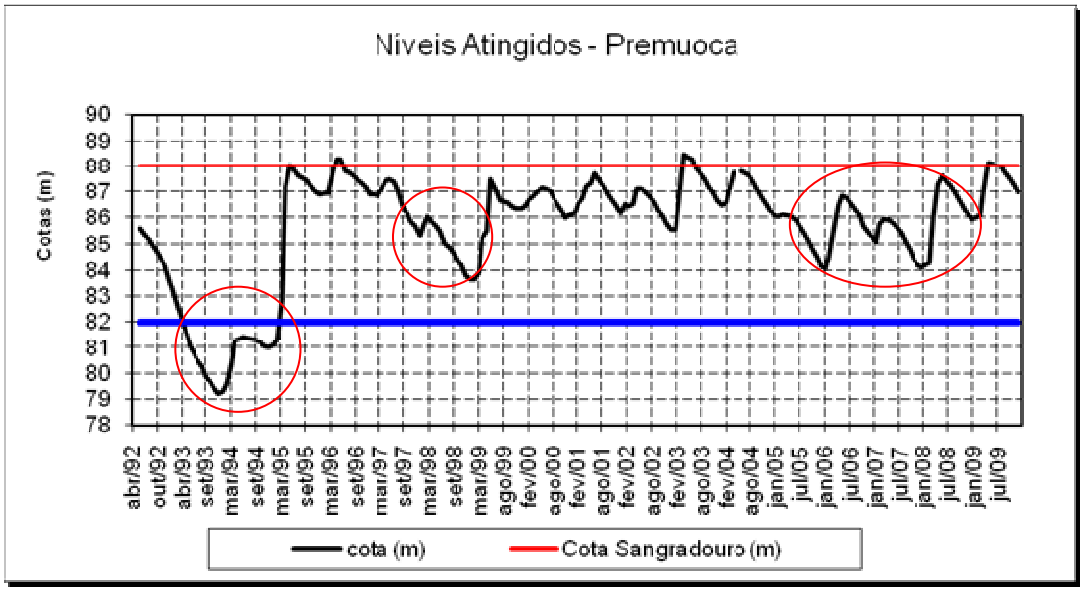
Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 10.5. Açude Premuoca

10.7.1. Evolução dos Níveis

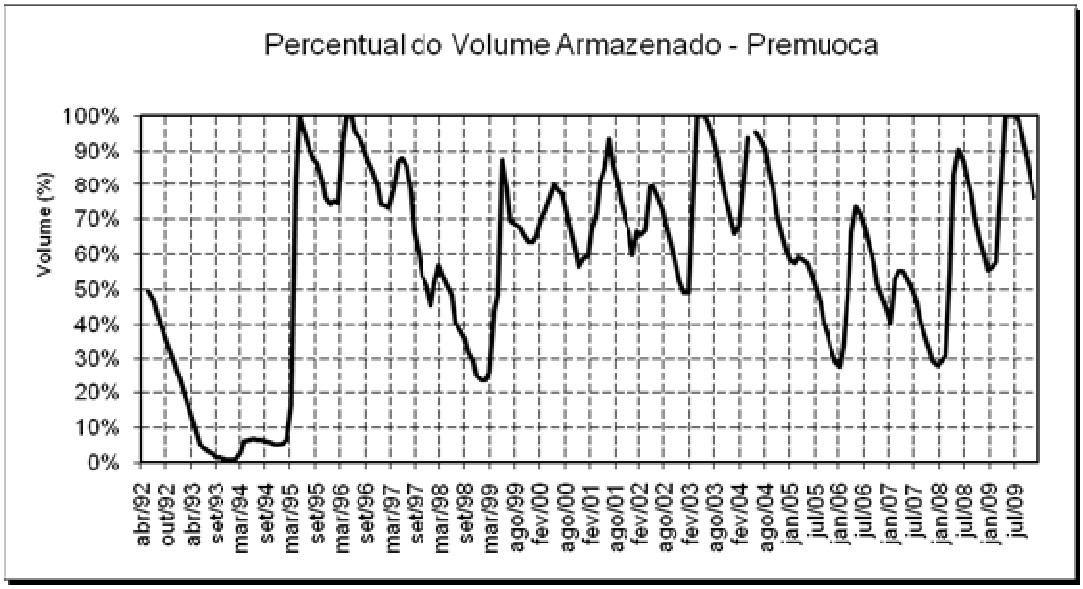
As **Figuras 10.22** e **10.23** mostram que, como todo reservatório pequeno, é muito sujeito à evaporação e extremamente vulnerável às variabilidades das chuvas. Apresenta comportamento irregular, com várias seqüências de períodos críticos intercalados com anos de sangria.

Em 17 anos de monitoramento, sangrou em quatro. Pode-se verificar também uma seca expressiva entre os anos de 1993 e 1995, quando os níveis ficaram abaixo da cota da tomada d'água. Nos anos de 1999, 2005 e 2008, ficou com cerca de 30% de sua capacidade.



Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Figura 10.22. Evolução dos níveis atingidos do Açude Premuoca



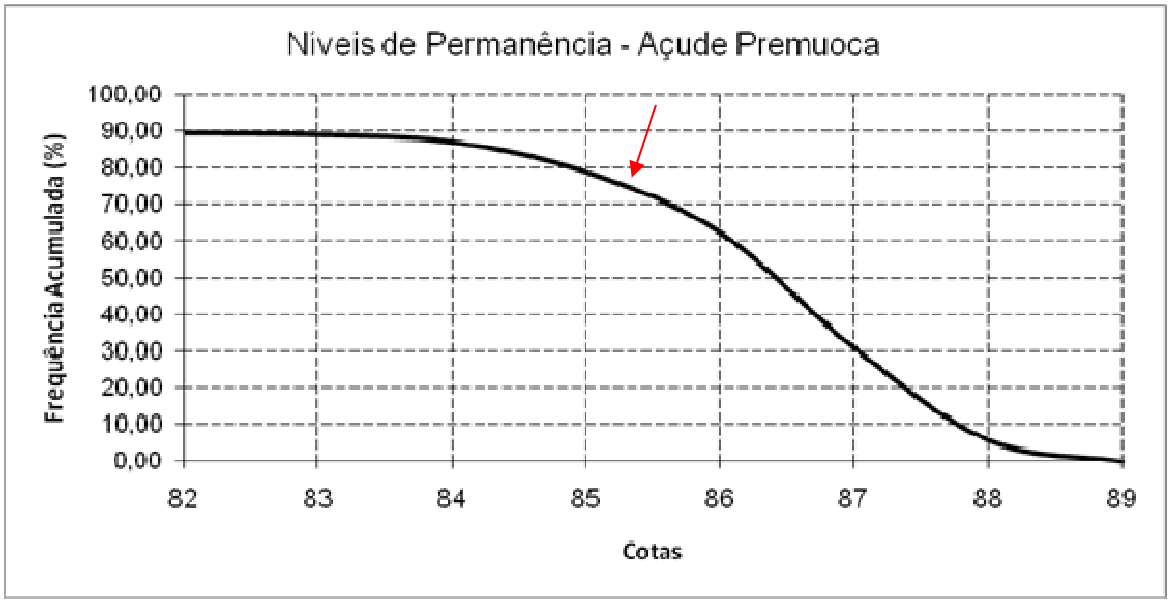
Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Figura 10.23. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Premuoca

O **Quadro 10.11** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Premuoca Seu nível de Permanência pode ser observado na **Figura 10.24**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 85, o que equivale a cerca de 40% de sua capacidade.

Quadro 10.11. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Premuoca

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 82	22,00	10,63	22,00	10,63	89,37
82 ─| 83	1,00	0,48	23,00	11,11	88,89
83 ─| 84	4,00	1,93	27,00	13,04	86,96
84 ─| 85	17,00	8,21	33,00	21,26	78,74
85 ─| 86	34,00	16,43	49,00	37,68	62,32
86 ─| 87	65,00	31,40	90,00	69,08	30,92
87 ─| 88	52,00	25,12	121,00	94,20	5,80
> 88	12,00	5,80	130,00	100,00	0,00



Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Figura 10.24. Curva de níveis de permanência do Açude Angicos

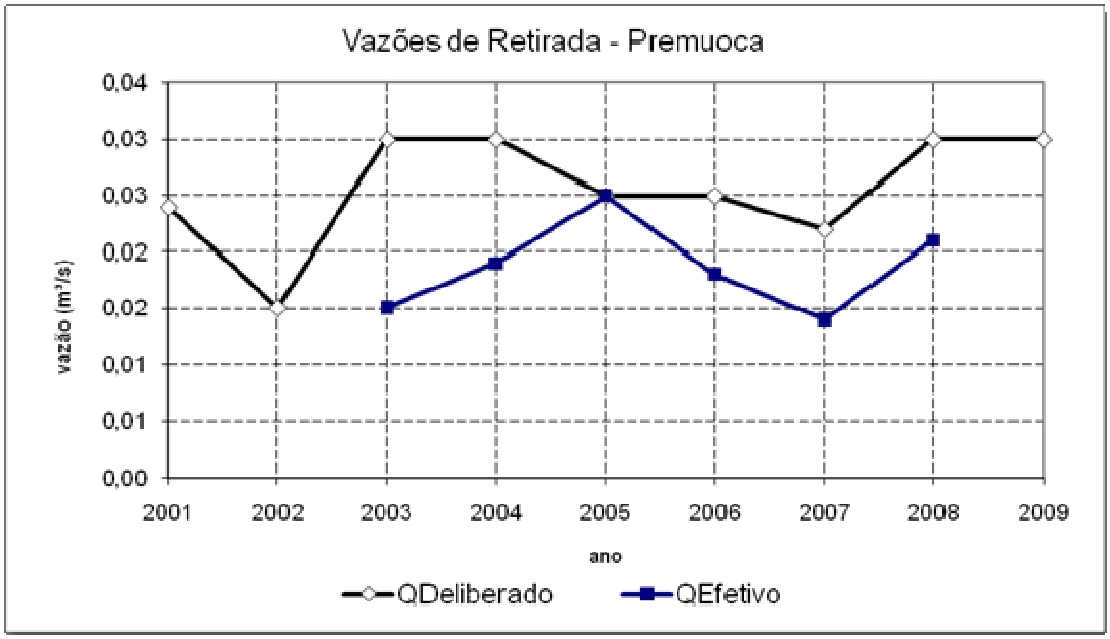
10.7.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.12** e **Figura 10.25** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH Acaraú e Coreaú). Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto. Nos nove anos de monitoramento os valores de $Q_{Efetivo}$ sempre ficou abaixo do $Q_{Deliberado}$, com exceção de 2005 quando se igualaram.

Quadro 10.12. Vazões de Retirada (QDeliberado eQEfetivo) do Açude Premuoca

Retrirada (m^3/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
$Q_{Efetivo}$	-	-	0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	-

Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú



Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Figura 10.25. Vazões de retirada para o Açude Premuoca

10.8. Açude Trapiá III

O Açude Trapiá III barra o rio Trapiá, no município de Coreaú (**Foto 10.6**). Tem capacidade (K) de 5,5 hm³. Sua localização em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios é observada na **Figura 10.1**.

Reservatório de pequena capacidade, abastece uma pequena localidade no distrito de Ubaúna, O abastecimento humano é realizado pela CAGECE. As maiores discussões nas reuniões de alocação são a respeito da qualidade da água do açude, que apesar de ter pequeno volume armazenado, recebe diversas cargas de poluentes, principalmente de esgoto doméstico, além de dejetos dos animais soltos em seu entorno. O reservatório em alguns anos não teve operação, liberação para o rio, em virtude da má qualidade da água. Quando há quantidade de água disponível, os usos, além do abastecimento humano são lazer (existe um balneário às suas margens) e a dessedentação animal. (Fonte: Gerência Regional da COGERH Coreaú).

Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 10.6. Açude Trapiá III

10.8.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.26** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.27** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Trapiá III, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**. O açude sangrou em 5 dos 10 anos monitorados. Entretanto, desde 2004, o mesmo tem tido um desempenho fraco, não se recuperando após a estação chuvosa.

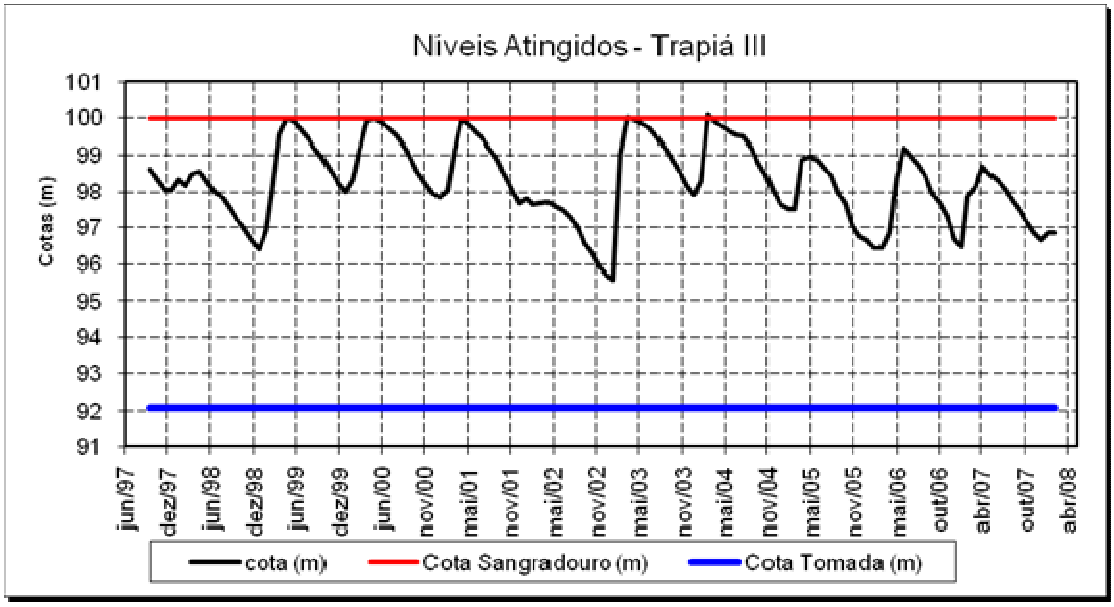


Figura 10.26. Níveis atingidos para o Açude Trapiá III

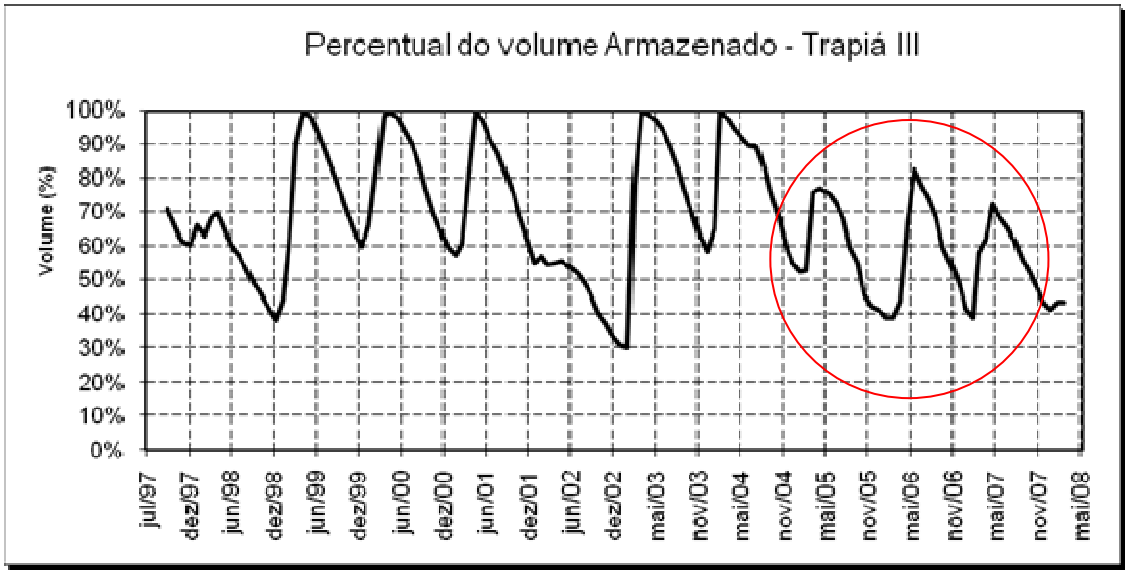


Figura 10.27. Evolução do volume armazenado áfico do percentual de volume acumulado para o Açude Trapiá III

O **Quadro 10.13** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Trapiá III. Seu nível de Permanência pode ser observado na **Figura 10.28**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 97, o que equivale a apenas cerca de 45% de sua capacidade.

Quadro 10.13. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Trapiá III

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 92,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
92,1 ─| 93	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
93 ─| 94	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
94 ─| 95	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
95 ─| 96	3,00	2,03	3,00	2,03	97,97
96 ─| 97	18,00	12,16	21,00	14,19	85,81
97 ─| 98	30,00	20,27	51,00	34,46	65,54
98 ─| 99	50,00	33,78	101,00	68,24	31,76
99 ─| 100	41,00	27,70	142,00	95,95	4,05
> 100	6,00	4,05	148,00	100,00	0,00

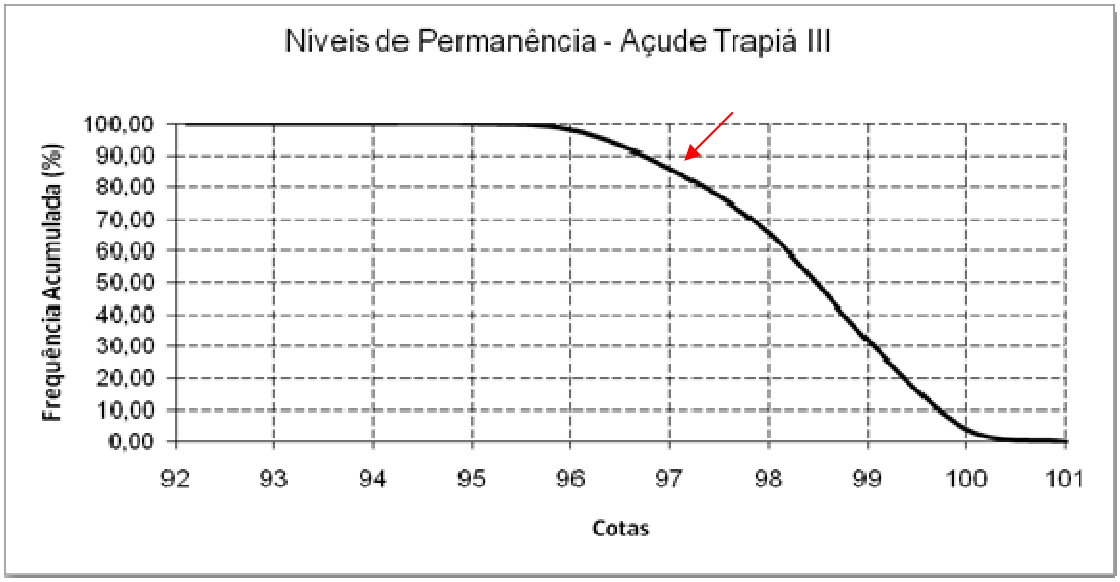


Figura 10.28. Curva de permanência para o Açude Trapiá III

10.8.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.14** e **Figura 10.29** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH Acaraú e Coreaú).

Quadro 10.14. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Trapiá III

Retirada (m^3/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	-	-	-	-	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
$Q_{Efetivo}$	0,05	0,02	0,04	-	0,01	0,03	0,01	0,03	-

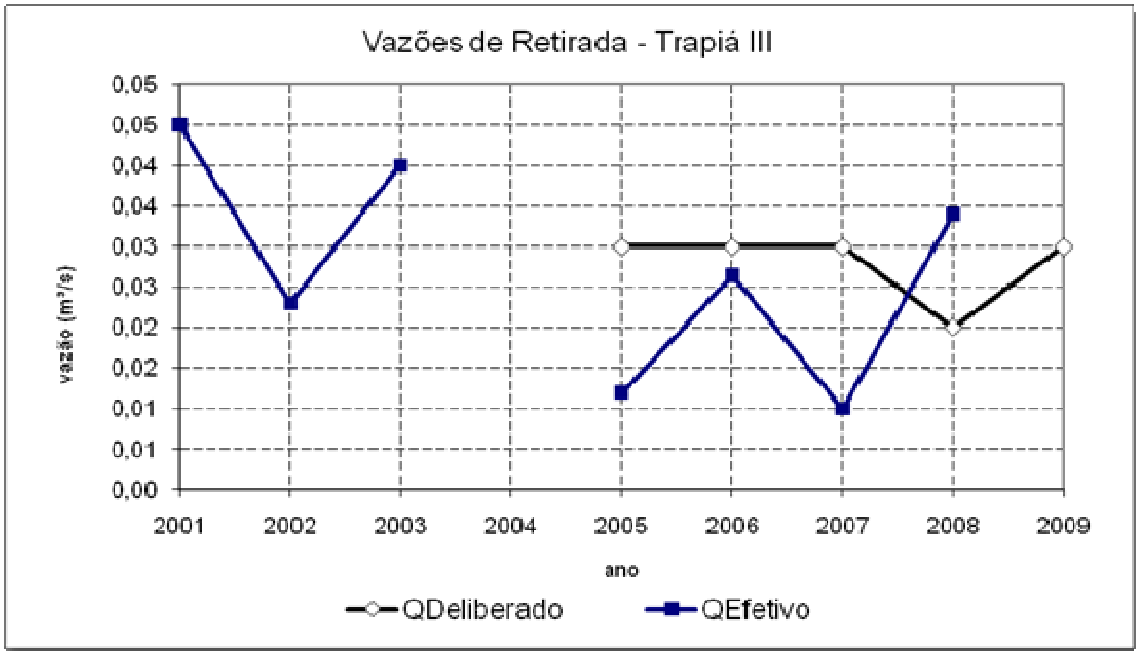


Figura 10.29. Vazões de retirada para o Açude Trapiá III

Com relação aos valores de $Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$, apresentam séries monitoradas muito pequenas, e descontínua no caso do $Q_{Efetivo}$, e atingem valores médios praticamente iguais. Para os quatro anos que apresentam dados tanto de $Q_{Deliberado}$ quanto de $Q_{Efetivo}$ (2005 a 2008), o valor efetivamente liberado só foi superior ao deliberado uma única vez (2008) e, aparentemente, apresenta oscilações significativas de ano para ano.

10.9. Açude Tucunduba

O Açude Tucunduba barra o riacho Tucunduba, no município de Senador Sá (**Foto 10.7**). Tem capacidade (K) de 41,43 hm³ e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente anual (μ) é de 76,73 hm³/ano. Assim sendo, seu fator adimensional de capacidade é próximo de 0,5 (fK=K/μ). Sua localização, em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios, é observada na **Figura 10.1**. Sofre bastante impactos com relação à qualidade de sua água, pela ocupação desordenada e grande presença de animais. Segundo a Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú, o açude, em 2002, chegou a níveis altíssimos de eutrofização, pondo em risco o abastecimento das comunidades no seu entorno e a pesca.

Fonte: Gerência Regional COGERH – Acaraú e Coreaú

Foto 10.7. Açude Tucunduba

Em relação aos usos, o reservatório abastece algumas comunidades, como Feijão Bravo, Panacuí e Córrego Verde (município de Marco) e Serrota (Senador Sá). O tratamento da água na localidade é simplificado, normalmente realizado com o SISAR ou por Associações locais (Gerência Regional da COGERH Coreaú).

10.9.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.30** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 1.31** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Tucunduba, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**. Observa-se que o reservatório tem um sempre um bom aporte de água anual, se recuperando após a uma estação seca. Isto se dá em virtude da sua capacidade máxima ser metade da afluência média anual. Durante o período monitorado, o reservatório só apresenta um período seco significativo (1996 a 1998), quando chegou a 20% da capacidade total, que aparentemente trata-se de um caso atípico.

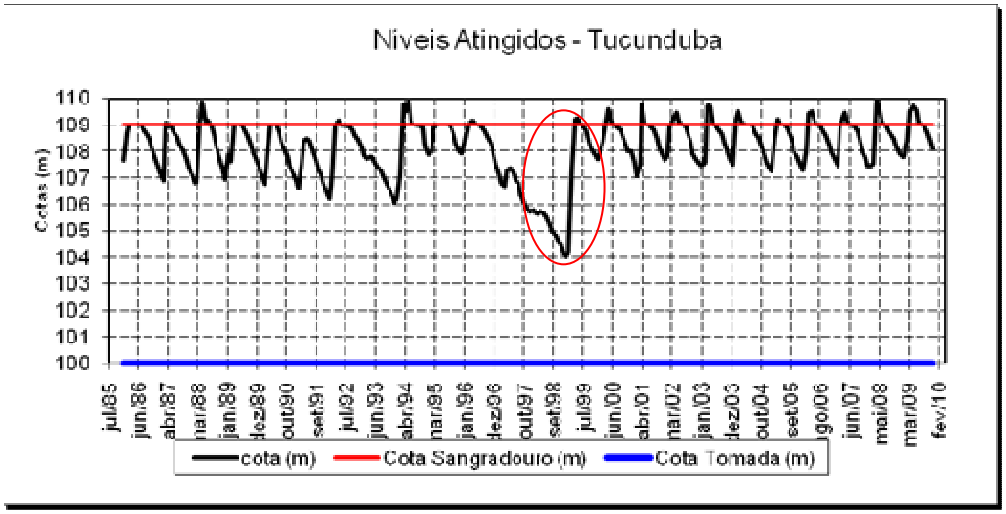


Figura 10.30. Evolução dos níveis atingidos do Açude Tucunduba

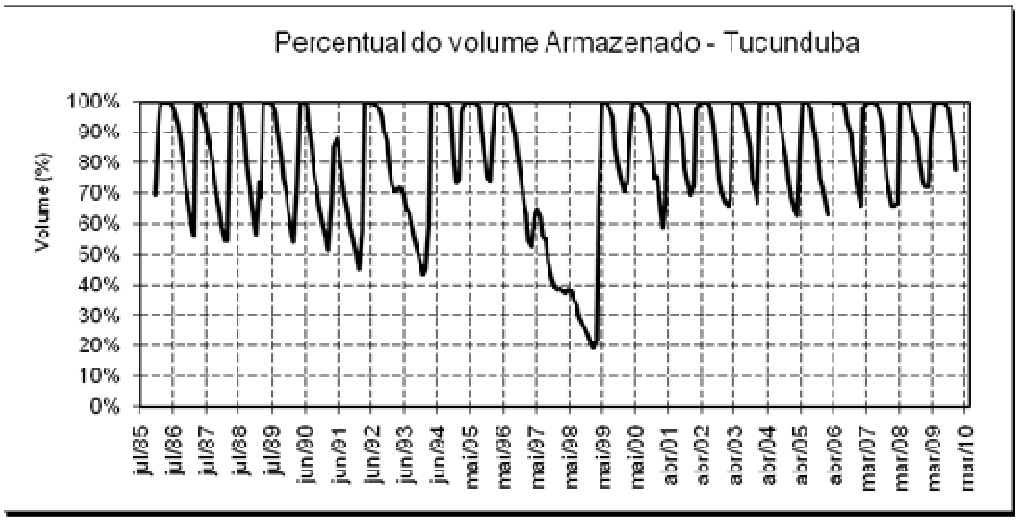


Figura 10.31. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Tucunduba

O **Quadro 10.15** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Tucunduba. Seu nível de permanência pode ser observado na **Figura 10.32**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 107, o que significa que em 80% dos meses, o Tucunduba permanece com mais de 60% de sua capacidade.

Quadro 10.15. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Tucunduba

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 100	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
100 ─| 101	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
101 ─| 102	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
102 ─| 103	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
103 ─| 104	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
104 ─| 105	7,00	2,43	7,00	2,43	97,57
105 ─| 106	9,00	3,13	16,00	5,56	94,44
106 ─| 107	22,00	7,64	38,00	13,19	86,81
107 ─| 108	83,00	28,82	121,00	42,01	57,99
108 ─| 109	116,00	40,28	237,00	82,29	17,71
> 109	51,00	17,71	288,00	100,00	0,00

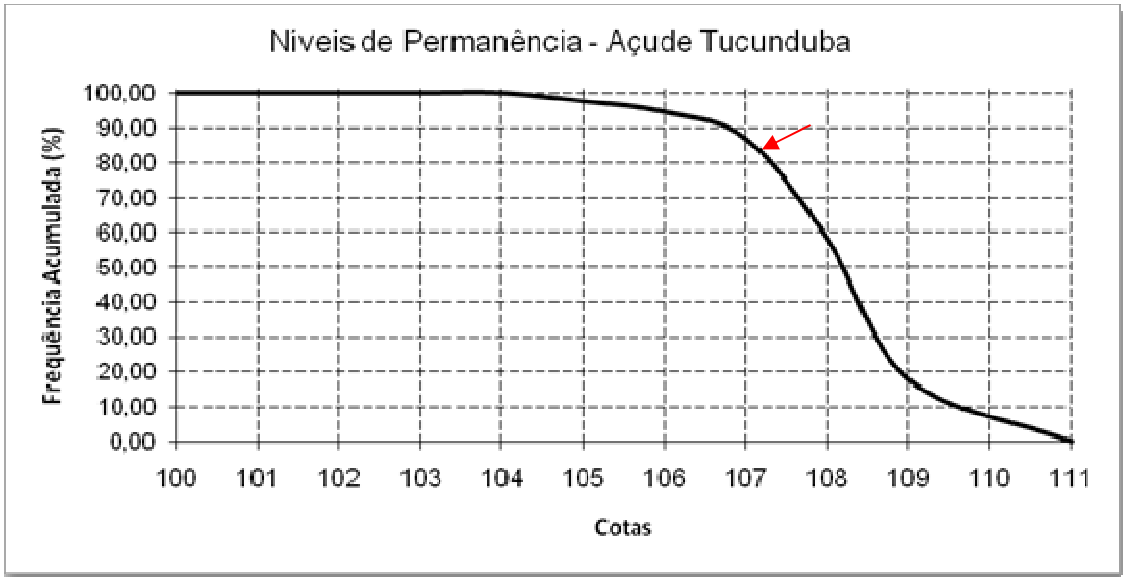


Figura 10.32. Curva de níveis de permanência do Açude Tucunduba

10.9.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.16** e **Figura 1.33** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH Acaraú e Coreaú). O que se nota com relação ao comportamento dos $Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$, é que assumem, em média, valores muito próximos, como uma alternância entre seus valores. Percebe-se também que o $Q_{Efetivo}$ varia mais no tempo que o $Q_{Deliberado}$. Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto.

Quadro 10.16. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Tucunduba

Retirada (m^3/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	-	-	-	0,05	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10
$Q_{Efetivo}$	0,08	0,15	0,14	0,09	0,18	0,03	0,19	0,02	-

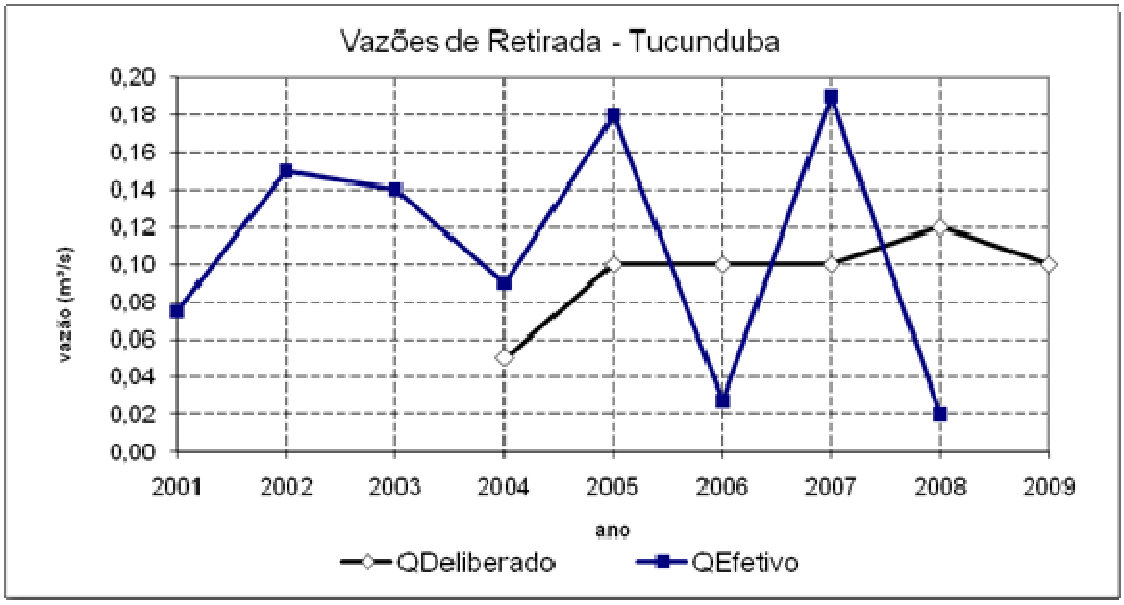


Figura 10.33. Gráfico das vazões de retirada para o Açude Tucunduba

10.10. Várzea da Volta

O Açude Várzea da Volta barra o riacho Várzea da Volta, no município de Moraújo (**Foto 10.8**) numa área em que estão situados remanescentes de quilombolas. Tem capacidade (K) de 12,5 hm^3 e, segundo o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), sua vazão afluente anual (µ) é de 46,1 hm^3/ano. Assim sendo, seu fator adimensional de capacidade (fK=K/µ) é 0,27, bem pequeno, portanto. Sua localização, em relação à bacia do Coreaú e os demais reservatórios, é observada na **Figura 10.1**. Abastece os municípios de Moraújo e de Coreaú. Além disso, atende as comunidades de Pau Ferro, Poço da Pedra e Assentamento. Outros usos importantes são a dessedentação animal e o lazer. Atualmente sua Comissão gestora está sendo formada, com uma ação DNOCS, conforme solicitação do CBH-Coreaú. É importante frisar que a açude está (Fonte: Gerência Regional da COGERH Acaraú e Coreaú).

(Fonte: Gerência Regional da Cogerh Acaraú e Coreaú)

Foto 10.8. Açude Várzea da Volta

10.10.1. Evolução dos Níveis

A **Figura 10.34** apresenta a evolução dos níveis e a **Figura 10.35** apresenta a evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) durante o período de monitoramento do Açude Várzea da Volta, cujos quadros estão apresentados no **Anexo**.

Observa-se que o reservatório tem um bom aporte de água anual, se recuperando após a estação seca. Chama a atenção a seca ocorrida entre os anos de 1993 e 1994, único momento do monitoramento em que o os níveis do reservatório ficaram abaixo da cota da tomada d'água. Com exceção do período citado, só houve outro período crítico em 1998. Nos demais anos, o açude sangrou, o que seria esperado, uma vez que o volume afluente anual é quase quatro (4) vezes a capacidade de armazenamento.

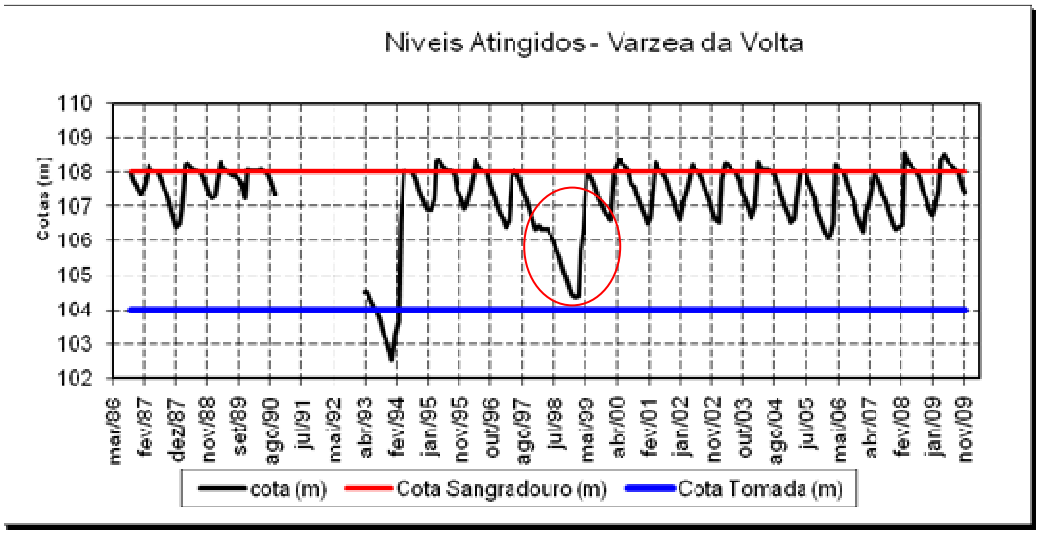


Figura 10.34. Evolução dos níveis atingidos do Açude Várzea da Volta

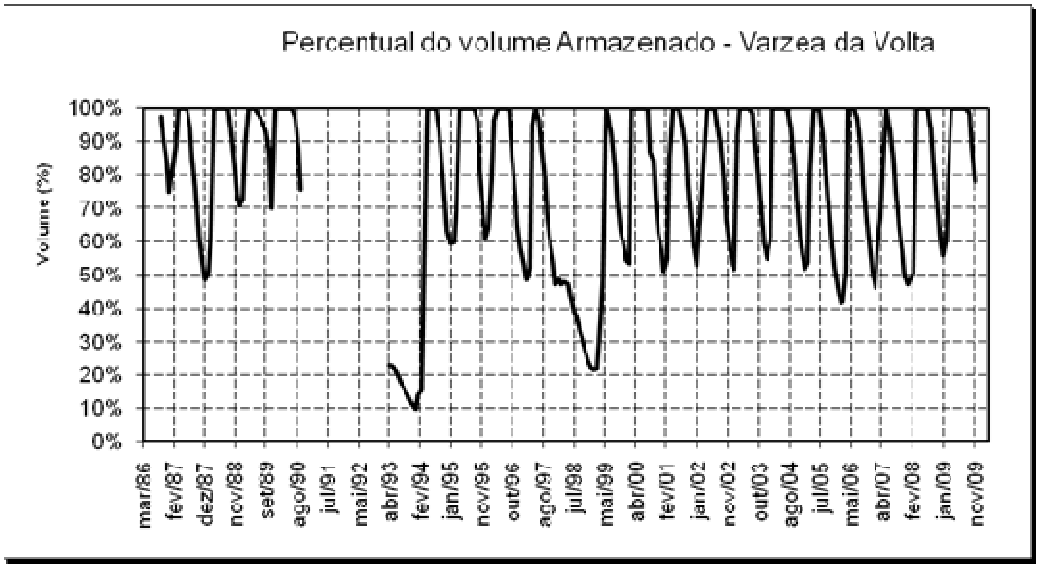


Figura 10.35. Evolução do volume armazenado (em percentual da capacidade máxima) do Açude Várzea da Volta

O **Quadro 10.17** apresenta a distribuição de freqüências dos níveis do Açude Várzea da Volta. Seu nível de permanência pode ser observado na **Figura 10.35**. Observa-se que 80% dos meses o nível encontra-se acima da cota 106, o que significa que em 80% dos meses, o Várzea da Volta permanece com mais de 50% de sua capacidade.

Quadro 10.17. Freqüências dos níveis atingidos para o Açude Várzea da Volta

Classes	F	f (%)	F_{acum}	$f_{acum\ (\%)}$	Níveis de Permanência
≤ 100	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
100 ─┤ 101	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
101 ─┤ 102	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
102 ─┤ 103	2,00	0,76	2,00	0,76	99,24
103 ─┤ 104	6,00	2,28	8,00	3,04	96,96
104 ─┤ 105	9,00	3,42	17,00	6,46	93,54
105 ─┤ 106	7,00	2,66	24,00	9,13	90,87
106 ─┤ 107	64,00	24,33	88,00	33,46	66,54
107 ─┤ 108	112,00	42,59	200,00	76,05	23,95
> 108	63,00	23,95	263,00	100,00	0,00

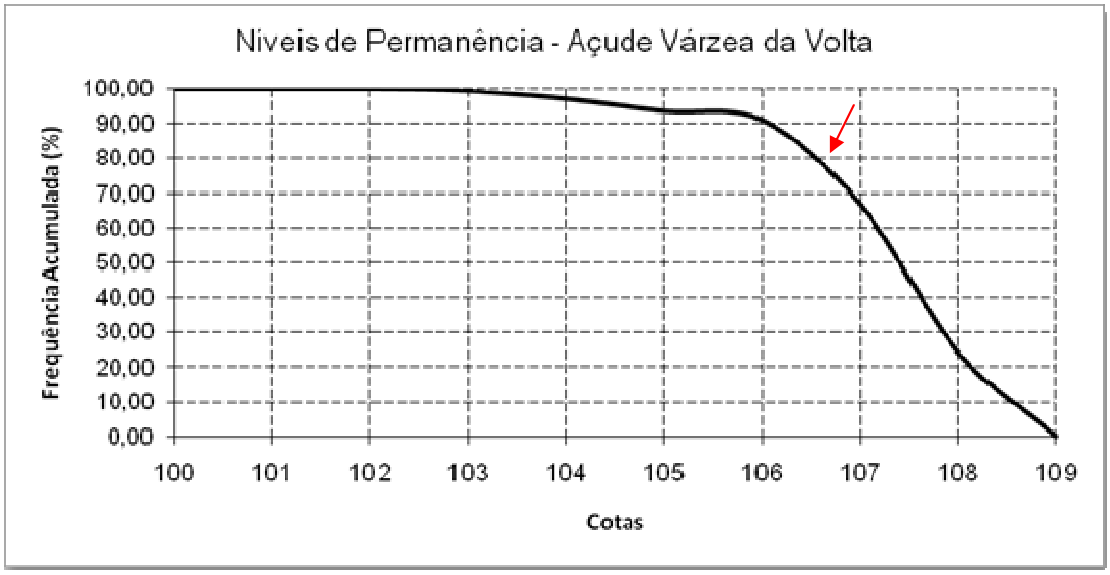


Figura 10.36. Curva de níveis de permanência do Açude Várzea da Volta

10.10.2. Operação do Reservatório

O **Quadro 10.18** e **Figura 10.36** apresentam as vazões deliberadas na reunião de operação do reservatório (no final da estação chuvosa) e as efetivamente retiradas (calculadas no final da estação seca), fornecidas pela Gerência Regional da COGERH Acaraú e Coreaú. Os valores de $Q_{Deliberado}$ se apresentaram sempre mais elevados do que os de $Q_{Efetivo}$. O efeito deste quadro é a diminuição do $Q_{Deliberado}$ com o passar dos anos, já que o $Q_{Efetivo}$ se mantém sempre no mesmo patamar. Estes valores são médios e se referem somente ao período da estação seca 01 de julho a 01 de janeiro do ano seguinte seis meses, portanto.

Quadro 10.18. Vazões de Retirada ($Q_{Deliberado}$ e $Q_{Efetivo}$) do Açude Várzea da Volta

Retirada (m^3/s)	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$Q_{Deliberado}$	-	0,20	0,10	0,04	0,10	0,10	0,08	0,08	0,08
$Q_{Efetivo}$	0,05	0,05	0,03	0,020	0,04	0,03	0,04	0,03	-

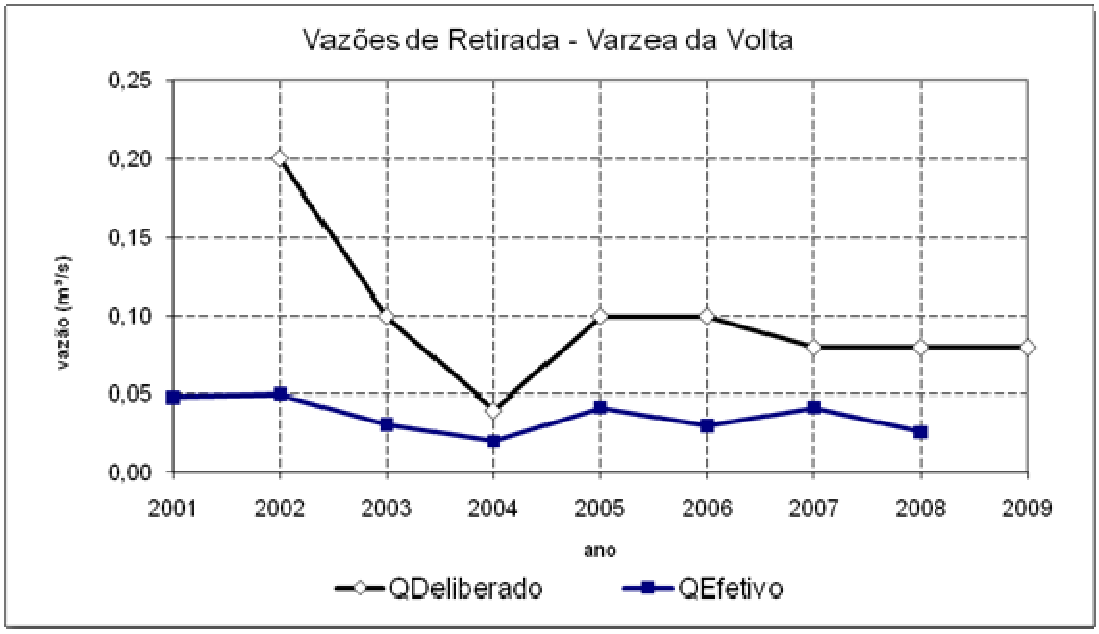


Figura 10.37. Vazões de retirada para o Açude Várzea da Volta (2001 a 2008)

11. ANÁLISE DO MODELO INSTITUCIONAL

11. ANÁLISE DO MODELO INSTITUCIONAL

11.1. O Modelo Estadual - Histórico

O marco institucional para os Recursos Hídricos no Estado do Ceará ocorreu no período em que se criou a Secretaria dos Recursos Hídricos em 1987 e a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos em 1992, onde se pode caracterizar dois momentos importantes que definiram as bases para o modelo atual de desenvolvimento dos recursos hídricos.

O primeiro momento veio em decorrência de uma avaliação das instituições que desenvolviam ações de recursos hídricos, em que foi verificado o seguinte: “Em síntese, como resultado há uma dissociação inevitável entre os objetivos institucionais e as ações propostas nos programas, observando-se também que o processo de planejamento caracteriza-se pela desarticulação quase total dos órgãos envolvidos nos programas. A execução geralmente é desprovida de qualquer estratégia de ação integrada, denotando em muitos casos uma superposição de esforços”.

Em conseqüência, o Governo do Estado, em 1983, verificando a multiplicidade de instituições atuando na área de Recursos Hídricos, de forma desordenada e com vinculações administrativas as mais diversas, criou o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará-CRHCe, órgão de deliberação coletiva e de caráter normativo, na tentativa de corrigir distorções existentes e potencializar as ações do setor hídrico. Em 1985, o Conselho foi alterado na sua composição e estrutura organizacional, com vistas a dar uma maior dinâmica à sua atuação, o que não ocorreu.

Mesmo considerando os avanços institucionais alcançados ao longo do tempo, quando da elaboração do Plano de Mudanças do Estado do Ceará para o quadriênio 1987/1991, foram identificados sérios problemas na estrutura organizacional estadual que dificultavam sobremaneira a implantação do seu plano. Especificamente na área de Recursos Hídricos, foi diagnosticada a necessidade de criação de uma Secretaria, que pudesse aglutinar as atividades desenvolvidas de maneira dispersa por várias instituições estaduais e com vinculações administrativas diferenciadas. A criação da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH em 1º de abril de 1987, objetivou promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado; coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços no tocante a recursos hídricos; e promover a articulação dos órgãos e entidades estaduais no setor com os federais e municipais. (PLANERH, 1992, v.1. Diagnóstico).

O segundo momento surgiu quando a SRH na busca pela compatibilização das ações de forma sistematizada e integrada, resolveu elaborar o Plano Estadual de Recursos Hídricos-PLANERH, que propiciasse condições para a organização e funcionamento de um Sistema Estadual de Recursos Hídricos em seus aspectos técnicos, institucionais e jurídicos.

O estudo das condições de natureza institucional para o bom funcionamento das entidades que lidavam com recursos hídricos, demonstrou a existência de grandes dificuldades face a multiplicidade dessas entidades , sem uma estrutura de coordenação. Foi identificada numa matriz institucional cruzada com as funções hídricas de: Gestão, Oferta, Utilização(Uso consuntivo e não consuntivo), Preservação e Apoio, uma relação de 29 instituições, sendo 16 estaduais, 12 federais e uma particular.

A realização do PERH (1988/2002) estabeleceu as bases técnicas e jurídico institucionais para a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos e instituição do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos-SIGERH, ambos confirmados no âmbito da Lei Estadual 11.996, de 24 de julho de 1992.

11.1.1. Situação Atual

A Política Estadual animou o processo de organização do setor hídrico, especialmente, na questão institucional, consolidando a SRH como Órgão Gestor dos Recursos Hídricos e possibilitando a estruturação de um arcabouço institucional para implementá-la de forma integrada, participativa e descentralizada.

O arcabouço institucional está representado pelo SIGERH que de acordo com o Art. 24 da Lei Estadual 11.996, de 24 de julho de 1992, assim se define: "O Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos congregará instituições estaduais, federais e municipais intervenientes no Planejamento, Administração e Regulamentação dos Recursos Hídricos (Sistema de Gestão), responsáveis pelas obras e serviços de Oferta, Utilização e Preservação dos Recursos Hídricos (Sistemas Afins) e serviços de Planejamento e Coordenação Geral, Incentivos Econômicos e Fiscais, Ciência e Tecnologia, Defesa Civil e Meio Ambiente (Sistemas Correlatos), bem como aqueles representativos dos usuários e da sociedade civil, assim organizado:

- I – Conselho de Recursos Hídricos do Ceará – CONERH;
- II – Comitê Estadual de Recursos Hídricos – COMIRH;
- III – Secretaria dos Recursos Hídricos - ´SRH (Órgão Gestor);
- IV – Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH;
- V – Comitês de Bacias Hidrográficas – CBH;
- VI – Comitê das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza – CBHRMF;
- VII – Instituições Estaduais, Federais e Municipais responsáveis por funções hídricas, compreendendo: Sistema de Gestão; Sistemas Afins e Sistemas Correlatos.

§ 1º - A sociedade civil, as instituições Estaduais e Federais envolvidas com recursos hídricos, assim como as entidades congregadoras dos interesses municipais participarão do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará.

§ 2º - As Prefeituras Municipais, as Instituições Federais e Estaduais envolvidas com Recursos Hídricos e a Sociedade Civil, inclusive Associações de Usuários, participarão do SIGERH nos Comitês de Bacias Hidrográficas e no Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza".

Esse Sistema começou a ser implementado em 1994 com a regulamentação do CONERH através do decreto 23.039, de 01 de fevereiro de 1994 com uma grande dificuldade, considerando que a composição do Conselho veio definida na própria Lei Estadual 11.996/92, não permitindo discussão, articulação ou negociação para sua formação, contrariando o principio constitucional que diz ser a gestão dos recursos hídricos, descentralizada participativa e integrada em relação aos demais recursos naturais. Há um apelo muito forte dos comitês de bacias e de algumas instituições da sociedade civil para integrarem o CONERH, o que somente será possível com a modificação da Lei 11.996/92.

O COMIRH é outro Colegiado que foi regulamentado através do decreto 23.039, de 01 de fevereiro de 1994 que ao contrário do CONERH, teve sua formação por ocasião do regulamento, mas à sua semelhança não houve discussão e participação da sociedade ou das próprias instituições componentes, assim como incorporou funções executivas na condição de colegiado de assessoramento técnico. Em face dessas dificuldades foram criadas Câmaras Técnicas com representantes da SRH, SOHIDRA, COGERH e FUNCEME, para analisarem pareceres técnicos sobre pedidos de outorga de direito de uso da água, pedidos de licenças para construção de obras de interferências hídricas e resolução de conflitos, e até mesmo estabelecimento de normas e ajustes técnicos ou legais para os procedimentos aplicados a esses processos.

A arquitetura do SIGERH reflete o arranjo estrutural de um esquema que envolve de um lado os colegiados que são instâncias consultivas e/ou deliberativas e do outro os órgãos executores que são responsáveis pelo desenvolvimento das ações com suas relações sistêmicas ou administrativas, bem como as interfaces com os usuários e entidades parceiras. Este complexo institucional chamado SIGERH, pela sua grandeza, não permitiu que o CONERH, seu agente maior realizasse a sua nobre função de articulação institucional para uma execução mais efetiva da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Para explicitar o envolvimento dessas entidades parceiras, apresenta-se uma Matriz de Envolvimento Institucional onde se relaciona as funções hídricas e todas as entidades que desenvolvem ações diretas, afins ou correlatas com recursos hídricos e meio ambiente.

MATRIZ DE ENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

FUNÇÕES HÍDRICAS RELACIONADAS ÀS INSTITUIÇÕES EXECUTORAS

1- SISTEMA DE GESTÃO	
– Planejamento	SRH; COGERH; DNOCS
– Administração	SRH; COGERH; FUNCEME; DNOCS
– Regulamentação	SRH; SEMACE
2- SISTEMAS AFINS	
– Oferta	
– Nucleação	SOHIDRA; DNOCS
– Represamento	SOHIDRA; DNOCS; FUNASA
– Poços	SOHIDRA; SDA;GOV.FED/ONGs
– Cisternas	SOHIDRA
– Transposição	
– Utilização	
– Uso Consuntivo	
– Abastecimento Rural	SOHIDRA; CAGECE; SDA;PREFEITURAS
– Irrigação	SDA; DNOCS
– Aquicultura	DNOCS; SEAP; SDA
– Abastecimento Industrial	CAGECE; COGERH
– Abastecimento Urbano	CAGECE; SAAE; PREFEITURAS
– Uso Não Consuntivo	
– Geração Hidrelétrica	SETUR; PREFEITURAS
– Navegação Fluvial	
– Lazer	SDA; DNOCS
– Pesca e Piscicultura	CAGECE; SAAE; PREFEITURAS; SC
– Assimilação de Esgotos	
– Preservação	SRH;SOHIDRA;COGERH;SEMACE

3 – SISTEMAS CORRELATOS	
Planejamento e Coordenação	SEPLAG
Incentivos	
Capacitação / Treinamento	FUNECE;UFC;SECITECE;UNIFOR
Pesquisa	FUNCEME;UFC;FUNECE;NUTEC
Assistência Técnica e Creditícia	
Equipamentos	NUTEC;EMATERCE;BANCOS
Defesa Civil	
Meio Ambiente	SOHIDRA;COGERH;FUNCEME; DNOCS;CAGECE CEDEC SEMACE; IBAMA;PREFEITURAS

O CONERH tem funcionado em condições diferentes do seu regimento no que diz respeito ao calendário das reuniões ordinárias e as pautas devem cumprir rigorosamente o que exige a legislação. Quanto ao seu funcionamento, parece oportuno que o mesmo disponha de uma Secretaria Executiva vinculada ao próprio Presidente do CONERH que é o Secretário dos Recursos Hídricos com estrutura para melhor operacionalizá-lo, bem como às suas Câmaras Técnicas, (Câmara Técnica de Águas Subterrâneas – CTAS e Câmara Técnica de Enquadramento de Corpos Hídricos – CTECH). Desta forma a Secretaria Executiva poderá contar com a participação efetiva de técnicos de outras áreas da SRH, e não somente da Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos – CGERH, como tem ocorrido sempre, proporcionando maior conhecimento e até mesmo compromissos dessas outras áreas da SRH com o SIGERH.

Para impulsionar a Gestão dos Recursos Hídricos, considerando que o Estado dispunha de um órgão executor de obras hidráulicas, no caso a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e que a SRH carecia de meios e condições para executar a PERH, especialmente na área de gerenciamento dos recursos hídrico, foi criada em 18 de novembro de 1993, através da Lei Estadual 12.217/1993, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, entidade da Administração Pública Indireta, dotada de personalidade jurídica própria, organizada sob a forma de sociedade anônima de capital autorizado, com a finalidade de gerenciar a oferta dos recursos hídricos constantes nos corpos d'água superficiais e subterrâneos de domínio do Estado, visando equacionar as questões referentes ao seu aproveitamento e controle, operando, para tanto, diretamente ou por subsidiária ou ainda por pessoa jurídica de direito privado, mediante contrato realizado sob a forma remunerada.

A COGERH começou a se estruturar no ano de 1994 e a realizar suas atividades, entre as quais iniciou o trabalho de mobilização e organização dos usuários dos vales perenizados com vistas a operação dos reservatórios de forma negociada, construindo o modelo consagrado de "Alocação Negociada de Água", cujos processos de organização evoluíram para a formação dos Comitês de Bacias Hidrográficas.

O Estado do Ceará, foi dividido em 11 (onze) regiões hidrográficas (A Nova Política de Águas do Ceará, 1992.) considerando uma antiga classificação dos sistemas do DNOCS e atendendo o princípio da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, e ainda levando em conta que as unidades regionais de gerenciamento, denominadas regiões hidrográficas, deveriam ter áreas de mesma ordem de grandeza. Das principais bacias que originaram o mapa das regiões hidrográficas do Estado, duas apresentam características distintas das demais: a bacia do rio Jaguaribe e dos rios Poti/Longá. A primeira pela sua dimensão que para facilitar o gerenciamento foi dividida em cinco regiões hidrográficas: Alto

Jaguaribe, Salgado, Médio Jaguaribe, Banabuiu e Baixo Jaguaribe. A segunda por constituírem sub-bacias do Rio Parnaíba, suas águas são também de interesse do Estado do Piauí onde se iniciou uma gestão compartilhada com interveniência da Agencia Nacional de Águas.

As demais regiões se distribuem ao longo do litoral cearense e são formadas: 1) pela bacia de drenagem do rio principal como as regiões do Curu e do Acarau; 2) por um conjunto de bacias litorâneas, como as regiões do Coreau, do Litoral e das Metropolitanas.

O trabalho integrado SRH/COGERH possibilitou a criação, instalação e funcionamento de 10 (dez) comitês de bacias que são colegiados de co-gestão com funções consultivas e deliberativas com atuação em uma sub-bacia, bacia ou região hidrográfica de sua jurisdição, formados sob a orientação do Decreto 26.462, de 11 de dezembro de 2001 que expressa em seu Art. 1º. Os Comitês de Bacias Hidrográficas - CBH, órgãos integrantes do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado, previstos nos art. 24, inciso V e 36 da Lei nº11.996, de 24 de julho de 1992, terão a criação, organização, composição e funcionamento na forma estabelecida neste Decreto e em seus Regimentos.

Por este instrumento de regulamentação, os Comitês são constituídos de quatro segmentos, sendo: 30% de sociedade civil organizada; 30% de representações de usuários; 20% de poder público federal e estadual e 20% de poder público municipal e serão dirigidos por uma plenária, uma diretoria e uma secretaria executiva. Através dos seus regimentos a COGERH exerce o papel de secretaria executiva.

O processo de gestão compartilhada tem avançado significativamente, e do ponto de vista institucional, outras instancias de organização e de diálogos tem surgido como forma de aperfeiçoamento do modelo, destacando-se:

No âmbito Federal, o estabelecimento de um convênio de Cooperação Técnica entre ANA/DNOCS/Gov. do Estado com interveniência da SRH visando a cooperação mútua no gerenciamento dos reservatórios administrados pelo DNOCS no Estado do Ceará criando-se um importante espaço de articulação interinstitucional;

No âmbito Regional/Estadual, a regulamentação da criação e funcionamento de Comissões Gestoras de Reservatórios que compõem sistemas hídricos isolados, através da Resolução CONERH 02, de 2 de novembro de 2007, a partir de uma ampla discussão em uma oficina realizada pela Agencia Nacional de Águas - ANA, envolvendo representações do DNOCS de todos os Estados do Nordeste e concluída com a participação dos Comitês do Ceará, haja vista que todo o processo de formação dessas comissões passa pelo Comitê da Bacia e pela respectiva Secretaria Executiva;

Outra experiência que está dando certo, é o funcionamento do “Grupo de Articuladores de CBH” que de maneira informal congrega as diretorias dos comitês e os técnicos dos núcleos de gestão das Gerências Regionais da COGERH que perante a SRH funcionam como instância de articulação e de integração de ações, bem como elo com o CONERH e com outras instituições executoras da PERH.

Finalmente, o Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos da Assembleia Legislativa do Ceará que desenvolveu o “Pacto das Águas” como uma estratégia para construção compartilhada de um Plano Estratégico de Recursos Hídricos para o Estado do Ceará, busca um arranjo institucional para a implementação deste plano e, considera que os Comitês de

Bacias Hidrográficas sejam fortalecidos para cumprirem o seu papel de articular em suas áreas de jurisdição, o acompanhamento e monitoramento das ações do citado plano.

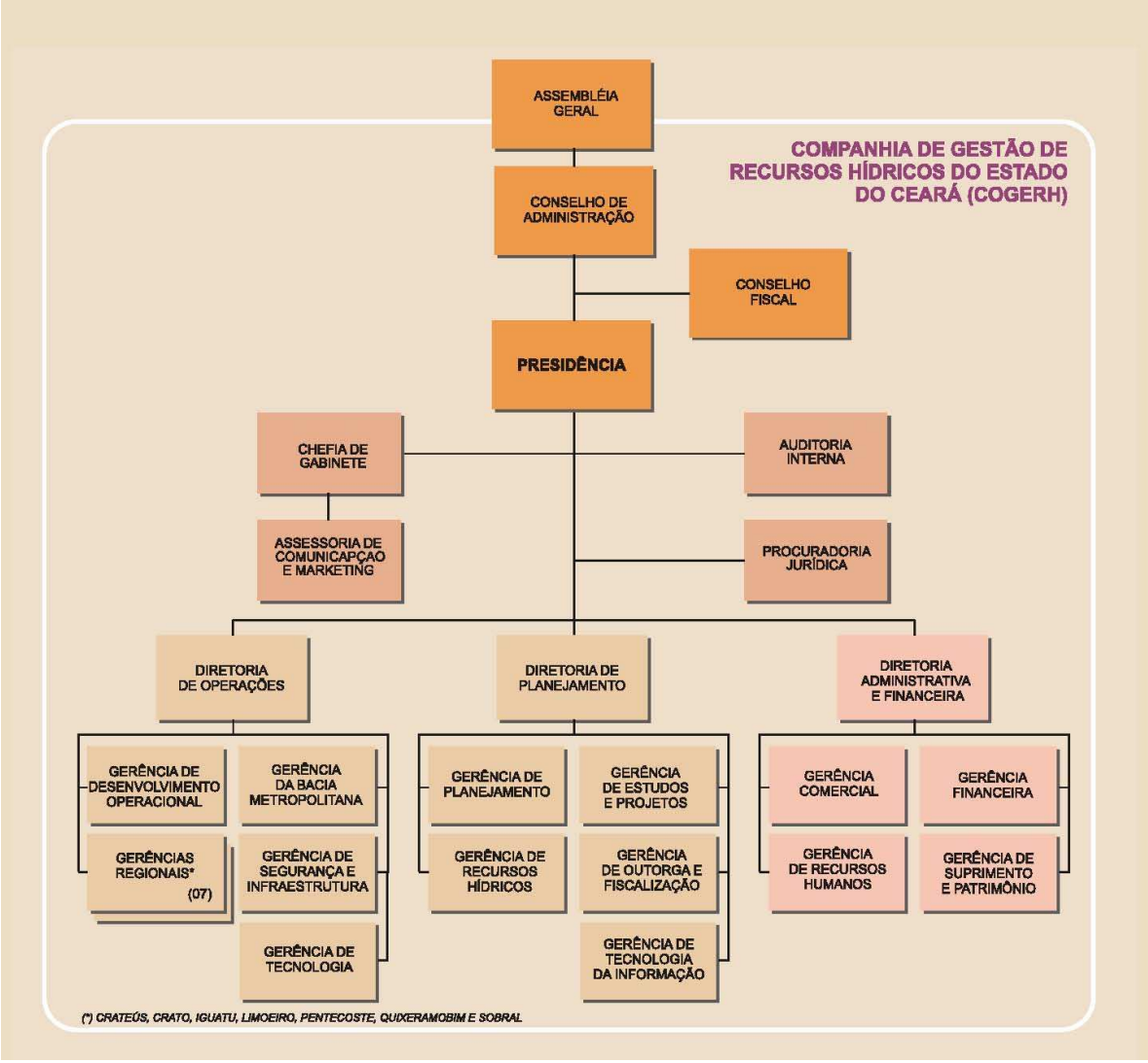
11.2. O Funcionamento do Arcabouço Institucional no Estado

A Companhia das Águas, como vem sendo chamada, foi criada pela Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, com a finalidade de implantar um sistema de gerenciamento da oferta de água superficial e subterrânea do Estado, compreendendo os aspectos de monitoramento dos reservatórios e poços artesianos, manutenção, operação de obras hídricas e organização de usuários nas 11 bacias hidrográficas do Ceará.

11.2.1. Competências

A Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - COGERH, tem por finalidade gerenciar a oferta dos recursos hídricos constantes dos corpos d'água superficiais e subterrâneas de domínio do Estado, visando equacionar questões referentes ao seu aproveitamento e controle, operando para tanto, diretamente ou subsidiária ou ainda por pessoa jurídica de direito privado, mediante contrato, realizado sob forma remunerada.

11.2.2. Modelagem Organizacional



- Sede Fortaleza
- Gerência da Bacia do Parnaíba
- Gerência da Bacia do Médio e Baixo Jaguaribe
- Gerência da Bacia do Curu e Litoral
- Gerência da Bacia do Coreaú e Acaraú
- Gerência da Bacia do Salgado
- Gerência da Bacia do Alto Jaguaribe
- Gerência da Bacia do Banabuiú

11.2.3. Sumário Cronológico da Legislação Estadual Afeta a COGERH

LEI N° 11.996, DE 24 DE JULHO DE 1992

Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências.

- uso da água para fins de diluição, transporte e assimilação de esgotos urbanos e industriais, por competir com outros usos, deve ser também objeto de cobrança.

LEI Nº 12.522, DE 15 DE DEZEMBRO DE 1995

Define como áreas especialmente protegidas as nascentes e olhos d'água e a vegetação natural no seu entorno e dá outras providências.

DELIBERAÇÃO Nº 001/96, DE 08 DE OUTUBRO DE 1996.

Aprova a minuta do Decreto que Regulamenta o Art. 7º da Lei nº 11.996, de 24 de Julho de 1992, na parte referente à cobrança pela utilização dos recursos hídricos e dá outras providências.

DELIBERAÇÃO Nº 002/96, DE 08 DE OUTUBRO DE 1996.

Aprova a minuta do Projeto de Lei que dispõe sobre o Fundo Estadual dos Recursos Hídricos (FUNORH), criado pela Lei nº 12.245, de 30 de dezembro de 1993, e revoga os Arts. 2º, 5º e 9º da mesma Lei.

Considerando que a necessidade de regulamentar o financiamento de projetos voltados para a Política Estadual de Recursos Hídricos visando assegurar as condições de desenvolvimento e a melhoria da qualidade de vida da população do Estado e remunerar, com fundos oriundos da cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos, os serviços de operação, manutenção da infraestrutura hídrica e cobrança da tarifa de água bruta, a serem exercidas pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), na qualidade de agente técnico do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) nos termos da minuta apresentada pelo Secretário Executivo.

LEI Nº 12.664, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1996

Dispõe sobre o Fundo Estadual dos Recursos Hídricos - FUNORH, altera a Lei nº 12.245, de 30 de dezembro de 1993, e dá outras providências.

II - aplicar os recursos de investimentos oriundos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, repassados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, cabendo a COGERH a aplicação dos recursos necessários para custear as atividades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, envolvendo os serviços de operação e manutenção dos dispositivos e da infra-estrutura hidráulica e dos sistemas operacionais de cobrança junto aos diversos usos e usuários dos recursos hídricos."

MOÇÃO Nº 01, DE 08 DE OUTUBRO DE 1996.

APROVA a seguinte moção:

Os conselheiros presentes, em sua maioria, manifestaram que todo e qualquer fornecimento de água bruta, direta dos mananciais que integram o sistema de oferta dos recursos hídricos do Estado do Ceará deve ser objeto da competência administrativa da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), assim como efetuar a cobrança da tarifa correspondente à este uso, de modo a ser ressarcida pela prestação dos serviços de sua responsabilidade.

DELIBERAÇÃO Nº 001/97.

Cria o Grupo de Trabalho para e elaboração dos estatutos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Curu.

Artigo 1º - Cria o Grupo de Trabalho para elaboração do Estatuto do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Curu;

DELIBERAÇÃO Nº 002/97, DE 12 DE AGOSTO DE 1997.

Aprova o Estatuto do Comitê da Bacia Hidrográfica do Curu.

RESOLUÇÃO Nº 001/98.

Cria o Grupo de Trabalho para a elaboração os Estatutos do Comitê da Sub-Bacia do Baixo Jaguaribe.

DECRETO Nº 25.391, DE 01 DE MARÇO DE 1999.

Cria os Comitês das Sub-bacias Hidrográficas do Baixo e do Médio Jaguaribe e institui seus estatutos.

RESOLUÇÃO Nº 001/99, DE 27 DE JANEIRO DE 1999.

Aprova o Estatuto do Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe, altera o Estatuto do Comitê da Sub-bacia Hidrográfica do Baixo Jaguaribe e estabelece e outras providências.

RESOLUÇÃO Nº 001/2.000, DE 05 DE JULHO DE 2000.

Cria o Grupo de Trabalho para elaboração da proposta de estatuto do Comitê da Sub-Bacia do Banabuiú.

DECRETO Nº 26.435, DE 30 DE OUTUBRO DE 2001.

Cria o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Banabuiú e institui seu estatuto.

DECRETO Nº 26.462, 11 DE DEZEMBRO DE 2001.

Regulamenta os arts.24, inciso V e 36 da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos - SIGERH, no tocante aos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHS, e dá outras providências.

PORTARIA Nº 345/2001

RESOLVE: Recomendar aos SETORES DA SRH e às suas VINCULADAS (COGERH, SOHIDRA e FUNCEME) a adoção obrigatória da OUTORGA E LICENÇA DE OBRAS HÍDRICAS nos projetos de suas responsabilidades, em atendimento à legislação pertinente.

RESOLUÇÃO Nº 003/2001, DE 24 DE JULHO DE 2001.

Estabelece critérios para o disciplinamento, autorização e atribuição de valor econômico pelo uso da água bruta na irrigação do Estado do Ceará, nos vales perenizados dos Rios Jaguaribe e Banabuiú e no Canal do Trabalhador e determina outras providências.

Art. 1º. A normatização, disciplinamento, autorização e atribuição de valor econômico pelo uso da água bruta na irrigação será objeto de uma experiência piloto no âmbito do programa de gestão da demanda e modernização da irrigação para os vales perenizados dos Rios Banabuiu, Jaguaribe e o Canal do Trabalhador.

RESOLUÇÃO Nº 005/2001, DE 31 DE OUTUBRO DE 2001.

Aprova relatório apresentado pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, no tocante à operação do Açude Nova Floresta, e dá outras providências.

II - encaminhar cópia do relatório acima aprovado ao Departamento Nacional de Obras Contra a Secas - DNOCS, para operar o reservatório com base nas recomendações nele contidas;
Art. 3º. Determinar a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará - COGERH que realize o estudo da capacidade do Açude Oco da Arara e verifique as condições do percurso até o Açude Nova Floresta.

DECRETO Nº 26.603, DE 14 DE MAIO DE 2002.

Cria os Comitês das Sub-bacias Hidrográficas do Alto Jaguaribe e Rio Salgado.

PORTARIA Nº 220/2002

RESOLVE:

Art. 1º. Autorizar a COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ – COGERH, a receber e protocolar pedidos de outorga de uso dos recursos hídricos e de licenças para obras de oferta hídrica.

Art. 2º. Determinar que a COGERH promova os estudos técnicos necessários ao deferimento dos pedidos citados no artigo anterior e emita pareceres com seu posicionamento técnico, remetendo posteriormente os processos administrativos à Secretaria dos Recursos Hídricos, visando embasar as decisões finais a serem tomadas pela Diretoria de Administração dos Recursos Hídricos desta pasta.

Art. 4º. Autorizar a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará – COGERH, por força dos arts. 37 do Decreto nº 23.067/94 e 22 do Decreto nº 23.068/94 a proceder a fiscalização dos usos dos recursos hídricos estaduais ou pela União delegados, podendo para tanto credenciar servidores como fiscais, que ficarão investidos dos poderes determinados nos arts. 38 do Decreto nº 23.067/94 e 23 do Decreto nº 23.068/94.

PORTARIA Nº 221/2002

II – satisfeitas as exigências legais, será deferido pedido de outorga preventiva ao interessado, pelo prazo de 90 (noventa) dias;

RESOLUÇÃO Nº 001/2002, DE 02 DE ABRIL DE 2002.

Aprova a criação dos Comitês das Sub-bacias Hidrográficas do Alto Jaguaribe e do Rio Salgado e dá outras providências.

RESOLUÇÃO Nº 003/2002, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2002.

O CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ - CONERH, no uso de suas atribuições que lhe confere a Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, para efetivo cumprimento dos arts.36 e 49, do mencionado diploma legal, e, CONSIDERANDO a apresentação de pleito para criação do Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza – CBH - RMF, em conformidade com o estabelecido no Decreto nº 26.462/2001; e, CONSIDERANDO a necessidade de aprovar o Regimento do referido Comitê

RESOLVE,

Art.1º. Aprovar a criação do Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza – CBH - RMF e o seu Regimento da forma constante no Anexo I.

DECRETO Nº 26.902, DE 16 DE JANEIRO DE 2003.

Cria o Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza - CBH - RMF.

DECRETO Nº 27.271, DE 28 DE NOVEMBRO DE 2003.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de domínio do Estado ou da União por delegação de competência, objetiva viabilizar recursos para as atividades de gestão dos recursos hídricos, das obras de infra-estrutura operacional do sistema de oferta hídrica, bem como incentivar a racionalização do uso da água,

A Forma binomial envolve um componente referente ao consumo (tarifa de consumo) e outro equivalente à demanda outorgada (tarifa de demanda). A cobrança deverá ser implementada de forma monomial, admitindo tarifas apenas definidas com base na água consumida (tarifa de consumo),

A tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos será calculada utilizando-se a fórmula abaixo:

Parágrafo único. Para efeito de caracterização da fórmula contida no caput deste artigo entende-se por:

I - T(u) = tarifa do usuário;

II - T = tarifa padrão sobre volume consumido;

III - Vef = volume mensal consumido pelo usuário.

RESOLUÇÃO Nº 001/2003, DE 18 DE JULHO DE 2003.

Estabelece critérios de participação no processo eletivo para composição de Comitês de Bacias e Sub-bacias Hidrográficas.

RESOLUÇÃO Nº 002/2003, DE 27 DE NOVEMBRO DE 2003.

DELIBERA:

Art. 1º. As tarifas para os usos e usuários de água bruta de domínio do Estado, variarão dependendo dos seguintes usos, para captação superficial e subterrânea:

DECRETO Nº 27.647, DE 07 DE DEZEMBRO DE 2004.

Fica criado o Comitê da Bacia Hidrográfica do Acaraú – CBH-Acaraú e aprovado seu Regimento na forma do Anexo Único da Resolução nº 004 do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - CONERH, de 05 de outubro de 2004.

INSTRUÇÃO NORMATIVA SRH Nº 01/2004

Art. 2o. Compete à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH realizar a medição dos consumos, o faturamento, a cobrança e arrecadação de valores e a aplicação de penalidades, tudo em consonância com a Política Estadual de Recursos Hídricos.

LEI Nº 13.497, DE 06 DE JULHO DE 2004

Dispõe sobre a Política Estadual de Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura, cria o Sistema Estadual da Pesca e da Aqüicultura – SEPAQ, e dá outras providências.

Seção IV - Da Seleção de Áreas

Art. 18. A seleção de áreas dos reservatórios para a implantação de projeto de aqüicultura será feita pela Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, e por sua vinculada, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH, ou suas sucessoras, integrantes do Sistema Estadual da Pesca e da Aqüicultura - SEPAQ, nos termos de decisão aprovada pelo SEPAQ e que respeite os usos múltiplos dos recursos hídricos.

RESOLUÇÃO Nº 001/2004, DE 30 DE MARÇO DE 2004.

RESOLVE,

Art. 1º. Aprovar a criação da Câmara Técnica de Estudos com vistas ao Lançamento de Efluentes, que terá as seguintes atribuições:

I - discutir e elaborar um modelo de enquadramento de corpos hídricos de água em classes de usos preponderantes;

II - discutir parâmetros e condições para a execução das ações constantes no inciso anterior.

DECRETO Nº 28.316, DE 14 DE JULHO DE 2006.

Ser de todo conveniente à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará e à Secretaria dos Recursos Hídricos o atendimento das demandas dos Comitês que venham melhorar a operacionalização das suas competências e os respectivos processos de renovação,

Art. 1º. Fica alterada a redação do § 5º do art. 9º do Decreto nº 26.462, de 11 de dezembro de 2001,que passa a ser a seguinte:

§ 5º. O mandato dos membros dos Comitês de Bacia Hidrográfica - CBHs será de 4 (quatro) anos, podendo ser reeleitos."

INSTRUÇÃO NORMATIVA SRH N° 03, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2006.

Dispõe sobre os procedimentos administrativos complementares a serem aplicados à outorga de direito de uso da água pela Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH e pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - COGERH.

Considera que é um princípio da Política Estadual de Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura, constante da Lei nº 13.497, de 06 de julho de 2004, o cumprimento da função social e econômica da pesca e aqüicultura e uma diretriz da mesma política a participação comunitária nestas atividades e regulamenta a Lei nº 13.497/2004 no tocante à atividade de aqüicultura,

RESOLUÇÃO Nº 001/2006, DE 23 DE MARÇO DE 2006.

APROVA A CRIAÇÃO DOS COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO COREAÚ – CBH – COREAÚ E DO LITORAL – CBH - LITORAL.

O CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - CONERH, no das suas atribuições que lhe confere a Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992, para efetivo cumprimento do Art.7º e art.32, incisos III e IV, e CONSIDERANDO a necessidade de

atualizar os critérios que orientarão a cobrança pelo uso da água bruta de domínio do Estado do Ceará, em face do estudo de tarifas realizado.

RESOLVE,

Art.1º. Recomendar que o Sr. Governador do Estado promova a alteração dos incisos I a VII do art.3º do Decreto nº27.271, de 28 de novembro de 2003, e acresça ao mesmo artigo os parágrafos 3º, 4º, 5º e 6º, estabelecendo novos valores para o consumo de água bruta nas áreas de abastecimento humano e industrial, piscicultura, carcinocultura, água mineral, irrigação e demais categorias.

RESOLUÇÃO Nº 003/2006, DE 10 DE MAIO DE 2006.

RESOLUÇÃO Nº 003/2006, DE 10 DE MAIO DE 2006. Aprova o regimento da Câmara Técnica de Águas Subterrâneas e dá outras providências.

Art. 2º. Aprovar o regimento da Câmara Técnica de Águas Subterrâneas, da forma constante no Anexo Único.

RESOLUÇÃO Nº 004/2006, DE 10 DE MAIO DE 2006.

Altera o regimento da Câmara Técnica de Enquadramento dos Corpos Hídricos.

RESOLUÇÃO Nº 006/2006, DE 10 DE MAIO DE 2006.

Aprova a proposta de Projeto Piloto de Enquadramento elaborada pela CTECH e recomenda sua execução.

RESOLVE,

Art. 2º. Recomendar a execução da proposta citada no artigo anterior, devendo a Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH articular-se com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH para o cumprimento desta recomendação, sendo que a primeira deverá orientar e acompanhar a realização que deverá ser executada pela segunda.

RESOLUÇÃO Nº 007/2006, DE 24 DE OUTUBRO DE 2006.

Dispõe sobre a criação de um Grupo de Trabalho para elaborar um estudo de uso racional da água com métodos eficientes na irrigação para subsidiar a elaboração de normas para emissão de outorgas para o setor.

DECRETO Nº 29.373, DE 08 DE AGOSTO DE 2008.

REGULAMENTA O ART. 7º DA LEI Nº 11.996 DE 24 DE JULHO DE 1992 E SUAS ALTERAÇÕES POSTERIORES, NO TOCANTE À COBRANÇA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS.

Art.2º A tarifa a ser cobrada pelo uso dos recursos hídricos será calculada utilizando-se a fórmula abaixo:

$$T(u) = (T \times Vef)$$

Parágrafo único. Para efeito de caracterização da fórmula contida no caput deste artigo entende-se por:

I - T (u) = tarifa do usuário;

II - T = tarifa padrão sobre volume consumido;

III - Vef = volume mensal consumido pelo usuário.

Art.3º Para fins de cálculo da tarifa prevista neste Decreto o valor de T variará dependendo dos seguintes usos dos recursos hídricos, para captação superficial e subterrânea:

I - Abastecimento Público:

II – Indústria;

III – Piscicultura;

IV – Carcinicultura;

V - Água Mineral e Água Potável de Mesa;

VI – Irrigação;

VII - Demais categorias de uso.

LEI N° 14.153, de 01 de julho 2008

§ 4° O cálculo das tarifas será elaborado pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos - COGERH, na qualidade de agente técnico do Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos - SIGERH, e submetidas a análise e aprovação do CONERH. (NR)"

RESOLUÇÃO Nº03/2009, DE 18 DE JANEIRO DE 2010.

ESTABELECE A ATUALIZAÇÃO DOS VALORES DAS TARIFAS COBRADAS PELO USO DA ÁGUA BRUTA.

RESOLUÇÃO Nº04/2009, DE 18 DE JANEIRO DE 2010.

ESTABELECE A CRIAÇÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL PARA ELABORAÇÃO E IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE CONTIGÊNCIA PARA CONTROLE DE CHEIAS NO SISTEMA JAGUARIBE – PCCC.

Núcleo Técnico Operacional – NTO, para análise e pronunciamento. O Grupo de Supervisão terá a seguinte composição:

- COGERH – Presidente
- CGERH – Coordenador
- DNOCS – Diretoria de Infra-Estrutura
- FUNCEME – Presidente
- Defesa Civil – Coordenador

- CPRM – Chefe da Residência de Fortaleza

As instituições que deverão compor o NTO estão relacionadas a seguir.

- COGERH (DIOPE, GEPRO)
- DNOCS (Área Técnica)
- FUNCEME (Área Técnica)
- Defesa Civil (Área Técnica)
- CPRM (Área Técnica)

11.2.4. Análise dos Principais Aspectos Contemplados nos Diplomas Legais, que promoveram Fortalecimento Institucional da COGERH

Comentário Sobre a Legislação

Uma questão básica no conteúdo da legislação foi a caracterização geral dos usos da água para efeito de cobrança, inclusive a diluição de efluentes. O aparato legal tem como ponto inicial o credenciamento da COGERH na aplicação dos fundos financeiros decorrentes da cobrança.

Ao delegar de forma ampla à COGERH a função de mobilizar e organizar a criação dos Comitês de bacia, municiou a COGERH com um instrumento de grande força, ao mesmo tempo que divulgou o nome da Companhia junto as comunidades organizadas do território, dando-lhe visibilidade e a função de mentora do conceito da participação dos cidadãos e usuários dos recursos hídricos. Este fato marcou profundamente a vida da COGERH.

O estabelecimento de critérios para adoção da tarifa de água foi o primeiro passo para a consolidação da Companhia na difícil tarefa de implantar a cobrança pelo uso da água. Para tanto, a COGERH passa a exercitar a operação dos açudes estaduais, inclusive dos federais, mediante delegação da ANA/SRH/DNOCS. O desempenho destas tarefas, induziu a legislação a exercer a função de fiscalizar o uso da água no território estadual.

Quando da definição da fórmula básica da tarifa, foi atribuída a COGERH a função de medir e faturar a água consumida pelos usuários outorgados. Cada vez mais é reforçada no âmbito legal a ação da companhia junto aos Comitês de Bacia.

A legislação normatiza e define procedimentos administrativos para os instrumentos da ação da COGERH, principalmente a outorga, classifica os diversos tipos de usos dos recursos hídricos e determina valores para tarifa de abastecimento humano e industrial, piscicultura, carcinocultura, água mineral, irrigação e demais categorias.

Outras importantes atribuições dadas a COGERH, foram: executar o programa de enquadramento dos corpos d'água, o processo de cálculo da tarifa e a coordenação do controle de cheias.

No plano institucional e legislação contemplou ainda a criação do Quadro de Pessoal, o Plano de Cargos e Carreiras (PCC), o Estatuto e os dispositivos legais que propiciaram os concursos para formação e ampliação do pessoal da COGERH.

11.2.5. Abordagem Crítica

Um aspecto básico que deve ser considerado nesta abordagem é o fato de que sendo a COGERH uma Companhia de economia mista, não tem o Cartório da Outorga e Licença e o Poder de Polícia, prerrogativas da administração direta, que no caso do Ceará, é exercido pela Secretaria dos Recursos Hídricos. Mesmo assim, a COGERH pela sua característica operacional e presença de suas gerências regionais nas bacias, ela tem na ação pericial de avaliação dos pedidos de outorga e licença, a força necessária para cada vez mais impor a sua presença no território da gestão da água. Por outro lado, as limitações da SRH em termos de prestação de serviços públicos, pois não dispõe de instrumentos que possam autossustentar o processo do reconhecimento e avaliação no campo dos requerimentos dos usuários, aliado a tudo isso a burocracia da administração direta, permite que a COGERH seja fortalecida no âmbito do SIGERH. O caráter arrecadador da tarifa, a autonomia financeira emprestam ao modelo da Companhia, uma mobilidade que uma agência ou autarquia talvez não possam ter.

Sobre este tema, a presença da COGERH na bacia representada pelas gerências regionais, deixam bem claro a sua função gerenciadora na ponta do sistema, com extensão inclusive nos açudes. Porém, permanece ainda indefinida a entidade pública, "Comitê de Bacia", que na prática funciona como um braço democrático e até certo ponto subsidiário da COGERH. Pois foi o patrocínio da Companhia que consolidou a formação dos comitês. Este fato, aqui posto em discussão, não desmerece o trabalho da COGERH, pois nesta fase da implementação da política de recursos hídricos, o tratamento da gestão não podia ser diferente. O fato do Comitê ser uma instituição criada por Decreto Governamental com estatuto próprio, ele em tese é uma instituição pública.

Um aspecto relevante a comentar, é o fato da COGERH sendo considerada uma instituição capaz de estabelecer parceiros administrativos diretos com organismos federais, favorece a sua ação, dispensando a intermediação da SRH.

Outro ponto que poderá abrir uma perspectiva de notável mérito para a Companhia, é a visão da sua direção de aproximar a instituição com o organismos de meio ambiente. Uma vez que, a política ambiental já se consolidou institucionalmente, com pleno exercício do poder fiscalizatório, surge desta articulação uma concreta colaboração da autoridade ambiental na gestão dos recursos hídricos, principalmente no que diz respeito a questão da qualidade de água. É inegável que a ação do organismo ambiental já permeou a cidadania, adentrou a porta da promotoria judiciária e já vem exercitando firmemente a ação de caráter punitivo. Isto vem de encontro a tese da integração entre o meio ambiente e os recursos hídricos.

Embora o modelo cearense de Secretaria, seja tão somente de recursos hídricos, ao contrário de outros Estados, onde ambas as funções estão no mesmo órgão, não é seguro afirmar ainda que esta articulação venha acontecendo naturalmente nos outros Estados.

No plano federal a COGERH goza de muito prestígio junto a Agência Nacional de Água, uma vez que esta Agência tem praticamente delegado a outorga de água federais para a Companhia Estadual. Se há alguma dificuldade esta acontece junto ao próprio DNOCS, que vez por outra adota um comportamento simplesmente corporativo, apesar de convênio de cooperação técnica e do Grupo de Trabalho DNOCS/Estado, este ultimamente pouco acionado. Por sua vez o Banco Mundial tem avalisado as posições da ANA em relação a COGERH.

Ainda em relação a esfera federal e municipal, a Companhia tem logrado êxito junto aos sistemas autônomos de saneamentos, como é o caso do SAAE´s (FUNASA/Município) aplicando com competência seu instrumento de cobrança, fazendo cumprir a legislação e utilizando o registro do CADIN para os casos de inadimplência em relação a tarifa de água.

A atual administração da COGERH vem negociando com os usuários de forma hábil, o que tem ampliado significativamente a arrecadação da Companhia.

Nos últimos anos há um consenso na ação da Companhia, que o lado oeste da Bacia Metropolitana em função do crescimento da importância do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, vem requerendo maiores atenções para garantia do suprimento de água. Este fato somado com a extensa hidrografia do lado leste da bacia de notória vocação turística, vem induzindo um debate para o desmembramento da Bacia Metropolitana em duas sub-gerências. Considerando ainda a proximidade da bacia do Curu da RMF e da Bacia do Litoral, cresce a tese de estabelecer uma gerência na cidade chave de Itapipoca, a mais importante comarca dessas duas regiões hidrográficas para responder pelas duas bacias.

11.2.6. Considerações Gerais sobre Conflitos nas Bacias em Função da Oferta e Demanda

A intensa atividade da COGERH, junto aos Comitês de Bacias, sua participação direta nos debates de alocação de água, permitiu a mesma apresentar-se junto a sociedade numa posição proativa em relação aos conflitos. Neste aspecto a visão de incorporar os Comitês na discussão das propostas sobre oferta e demanda de água nas bacias e o acompanhamento através de suas gerências locais, facilitou a ação da COGERH na solução dos conflitos e propiciou uma credibilidade indiscutível da instituição. Um importante termômetro é o conhecimento da população do interior da marca e da presença da mesma.

Neste contexto persiste uma discussão sobre quem poderá exercer a representação do órgão no posto avançado, que é a gerência; se é um servidor de carreira regulamentado em diploma legal estatuário, ou uma pessoa credenciada com mandato estabelecido em prazo e aprovado pelo conselho da Companhia, porém exercendo cargo comissionado de confiança, apresentado numa lista tríplice ao Governador do Estado ou modelo de nomeação livre atual.

A experiência de outros países com instituições mais consolidadas, apontam para a tese de que Floresta, água, Fauna e outros elementos naturais estão sob a guarda de pessoas com notória vocação coletiva e espírito público. Vejamos o exemplo do trabalho disciplinado e objetivo dos antigos guardas da malária, bombeiros, PARASAR, membros da cruz vermelha, etc. São questões aparentemente irrelevante, porém de profundo significado funcional, tratando-se de zelar por um bem público, que toda a sociedade deseja ter acesso. É importante lembrar, que a água não é um bem do Estado, mas um bem público e como tal deve ser gerenciado pelo Estado com participação social, onde esse mesmo Estado representado pela COGERH funciona como juiz moderador de um conflito que acontece entre grupos sociais. Daí que a figura do gerente cada vez mais adquire uma função semelhante a do antigo “juiz de paz”. O conflito não se caracteriza entre o cidadão e o governo, mas entre membros da sociedade, senão vejamos: pescadores, vazanteiros e ribeirinhos; carcinocultores e irrigação; despejo de indústrias e abastecimento humano, etc.

Finalmente é procedente afirmar que a COGERH vem ao longo de sua experiência exercendo as principais atividades do sistema de gestão no nível operacional, que são: apoiar o planejamento da política de água, administrando os recursos hídricos diretamente na bacia e

fazendo cumprir os instrumentos regulatórios determinados no plano jurídico-institucional do segmento de recursos hídricos do Governo.

Em relação aos sistemas afins, estes se constituem na principal ação do órgão na sua atividade gerenciadora de monitoramento da oferta e uso, bem como na sua articulação com o setor ambiental do Governo, questão já mencionada anteriormente, pois é notório o atual esforço da COGERH na questão da qualidade da água.

Quando aos sistemas correlatos, vale destacar sua estreita ligação com a FUNCEME na área de ciência e tecnologia, através de convênios e ações conjuntas no campo de meteorologia e previsão de vazões. Merece destaque ainda a nova fronteira que a Companhia vem se preparando para enfrentar com determinação firme da própria presidência, referente a eutrofização dos mananciais. Bandeira de luta altamente relevante, que deverá mobilizar modelo tecnológico, marco regulatório, monitoramento direto e mobilização da sociedade e outros segmentos de Governo, principalmente o setor de saneamento.

11.3. Comitês da Bacia Hidrográfica do Coreaú (CBH)

Instância mais importante de participação e integração do planejamento e das ações na área dos recursos hídricos, o Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) é um órgão colegiado, criado pela Lei Estadual 11.996/92 e regulamentado pelo Decreto 26.462/01, com atribuições consultivas e deliberativas, com atuação na bacia ou região hidrográfica de sua jurisdição. No Ceará, o colegiado dos CBHs 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 trabalho de formação dos CBHs no Ceará teve início em 1994, com a instalação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Curú, em 17/09/1997, que funcionou como projeto piloto. A metodologia para a formação dos comitês, desenvolvida pela COGERH, definiu três níveis de atuação - açude, vale perenizado e bacia hidrográfica.

Os CBHs têm seu próprio Regimento Interno, suas assembléias são públicas e todos os seus membros, cujos mandatos são de 4 anos, têm poder de voto, podendo candidatar-se aos cargos da diretoria - Presidente, Vice-presidente e Secretário Geral (Comissões e Cãmaras Técnicas podem ser criadas). A quantidade de membros é variável, desde que obedeça aos percentuais dos quatro setores representados.

11.3.1. O Processo de Formação do CBH-Coreaú

O processo de formação do CBH teve início em 2004, quando foi realizado o Diagnóstico Institucional pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. O objetivo deste diagnóstico era de levantar as potenciais instituições formadoras do futuro CBH. A realidade sócio-econômica, política e cultural e principais problemas hídricos da bacia também foram avaliados durante o processo.

Em fevereiro de 2005 iniciaram-se as discussões com entidades governamentais e não governamentais da região, que planejaram ações que visavam mobilizar e sensibilizar todas as instituições cadastradas pelo diagnóstico institucional. Em março deste ano, na Gerência Regional da COGERH, em Sobral, foi realizada a ”1ª Reunião da Comissão Provisória Pró-CBH Coreaú” com algumas entidades da Sociedade Civil (Fundação CIS, Cáritas, CAPACIT,

Diocese de Sobral, Instituto Carnaúba de Ecologia Social) com vistas ao planejamento das atividades de fomento à criação do CBH-Coreaú. Nesse encontro foi definido como estratégia a realização de quatro "Seminários Regionais Institucionais" (Região Sertão, Região Serra, Região Litoral Oeste e Região Litoral), nos quais seria definida a "Comissão Pró-CBH", que coordenaria os trabalhos até o congresso de constituição do colegiado.

Em abril de 2005 foi realizado o "III Encontro do Fórum de Organizações da Sociedade Civil do Vale do Coreaú", em Barroquinha, que contava com a participação de diversos representantes de instituições integrantes da Bacia do rio Coreaú. O documento final do encontro, denominado "Carta de Barroquinha", destacou diversos problemas sócio-ambientais, políticos e econômicos da região, e propõe a articulação do Fórum (criado em 2002) e sua capacitação para atuar unido e integrado numa maior representação dos cidadãos e suas organizações no CBH. A proposta foi aceita pelo plenário do Fórum, sendo também aprovada a metodologia para a realização dos encontros. As instituições que participaram deste III Encontro são as constantes no **Quadro 11.1**.

Quadro 11.1. Instituições que participaram do III Encontro do Fórum de Organizações da Sociedade Civil do Vale do Coreaú, realizado em 02 e 03 de abril de 2005

Instituição	Município
Fundação de Saúde e Integração Social - Fundação CIS	Coreaú
Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável	Uruoca
Instituto de Ecologia Social - Carnaúba	Sede: Sobral - Atuação regional
Conselho de Desenvolvmento Comunitário de Tatajuba	Camocim
Associação Rural dos Moradores de Vila Nova	Camocim
Associação Comunitária dos Produtores de Angicos	Moraújo
Associação Comunitária do Mota	Coreaú
Associação Comunitária de Vila Basílio	Coreaú
Comissão Pastoral da Terra - CPT	Atuação regional
Associação Comunitária São Francisco de Assis - Corredores	Coreaú
Associação Comunitária de Cunhassu dos Sales	Coreaú
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Uuroca	Uruoca
Associação Comunitária Coração de Maria - Várzea da Cruz	Uruoca
Fundação Ecológica da Região da Ibiapaba	Viçosa do Ceará
Conselho Tutelar de Uruoca	Uruoca
Associação de Desenvolvimento Social e Culturas - ADESC	Senador Sá
Associação São José - Guajará	Senador Sá
Associação de Desenvolvimento Comunitário de Sítio Penedo	Coreaú
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Senador Sá	Senador Sá
Associação Comunitária Lagoa do Mato	Barroquinha
Associação dos Assentados do Assentamento Santa Isabel	Barroquinha
Associação leocádio Ferreira	Uruoca
Associação Comunitária dos Moradores da Tatajuba - ACOMOTA	Camocim

Continua...

Continuação...

Instituição	Município
Associação Comunitária Rural de Torta	Camocim
Federação de Entidades Comunitárias de Coreaú - FEECC	Caoreaú
Federação de Entidades Comunitárias de Camocim - FENECOM	Camocim
Amigos Associados de Camocim	Camocim
Delegacia Sindical de Torta	Camocim
Instituto NEMA	Sobral
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Viçosa do Ceará	Viçosa do Ceará
Gabinete do Deputado Federal João Alfredo	

Fonte: COGERH

Ainda em abril de 2005, foi realizada em Coreaú a "2ª Reunião da Comissão Provisória Pró-CBH Coréau" com o objetivo de iniciar a mobilização para instituição do CBH do Coreaú e discutir a organização do "I Seminário Institucional da Bacia". Foram definidas ainda algumas diretrizes para a realização dos "Seminários Regionais Institucionais". As regiões foram escolhidas levando-se em conta a proximidade geográfica entre os municípios para questões de mobilização, além da identidade ambiental, administrativa, cultural e econômica existentes entre eles. De maneira geral foram agrupados conforme **Quadro 11.2**.

Quadro 11.2. Regiões onde ocorreram os seminários regionais institucionais que antecederam a formação do CBH do Coreaú

Regiões	Data do Encontro	Local
Região Sertão- (05) Granja, Martinópole, Senador Sá, e Uruoca	25/05/2005	Uruoca
Região Serra- (08) Alcântaras, Coreaú, Frecheirinha, Tianguá, Viçosa do Ceará, Ibiapina, Mucambo, Moraújo e Ubajara	01/06/2005	Tianguá
Região Litoral Leste – (05)Jijoca de Jericoacoara, Acaraú, Bela Cruz, Cruz, Marco	22/06/2005	Jijoca de Jericoacoara
Região Litoral Oeste – (03) Barroquinha, Camocim, Chaval	01/06/2005	Camocim

Fonte: COGERH (site em 5/03/2010)

Estes Seminários Regionais tinham como objetivos propiciar aos participantes o conhecimento da Política Estadual dos Recursos Hídricos, discutir os principais problemas ambientais e relacionados aos tipos de uso da água presente na bacia e constituir fóruns de discussão e participação dos usuários da bacia. Decidiu-se que após os seminários seriam iniciadas as reuniões da "Comissão Pró-CBH Coreaú", formada por representantes desses Seminários Regionais. E que durante os Seminários Municipais seriam retirados os delegados para participarem do Congresso de Constituição do CBH-Coreaú.

O "I Seminário Regional" a ocorrer foi da "Região do Sertão", em Uruoca, em maio de 2005 (**Foto 11.1** e **Quadro 11.3**). Durante o encontro foram retiradas 15 instituições para compor a Comissão Pró - CBH-Coreaú (**Quadro 11.4**), sendo sete de Uruoca, duas de Senador Sá, duas de Granja e quatro de Martinópole.

Foto 11.1. Regiões onde ocorreram os seminários regionais institucionais que antecederam a formação do CBH do Coreaú

Quadro 11.3. Entidades presentes no I Seminário Institucional Regional - Sertão

Instituição	Município
Ass. Com. de Alma e São Domingos	Uruoca
Ass. Com. de S. Pedro do Batatão	Uruoca
Ass. Com. de S. Sebastião de Campanário	Uruoca
Ass. Com. José Fonteles Gomes	Uruoca
Ass. Com. José Tomás de Lima	Uruoca
Ass. Com. Leoádio Alves Ferreira	Uruoca
Ass. Comunitária da Lajinha	Uruoca
Ass. Comunitária de Pedra Preta	Uruoca
Ass. Comunitária do Baixo	Uruoca
Ass. Comunitária do Cocó	Uruoca
Ass. Comunitária Florência L. Batista	Uruoca
Ass. Comunitária S. Francisco do Mel	Uruoca
Ass. Leonel Domingos de Oliveira	Uruoca
Ass. Nsa. Sra. das Graças do Barreiro	Uruoca
Assentamento Torrões	Uruoca
Associação Leocádio Alves Ferreira	Uruoca
Câmara Municipal de Uruoca	Uruoca
Cons. Mun. de Ass. Social - CMAS	Uruoca
Cons. Mun. Des. Sustentável - CMDS	Uruoca
Sec. Mun. de Ação Social de Uruoca	Uruoca
Sec. Mun. de Agricultura de Uruoca	Uruoca
Sec. Municipal de Adm. de Uruoca	Uruoca
Sind. dos Trab. Rurais de Uruoca	Uruoca
Ass. Com. Nsa. do Amparo	Senador Sá

Continua...

Continuação...

Instituição	Município
Ass. S. José do Assent. Guajará	Senador Sá
Fórum Mun. pela Vida no Semi-árido	Senador Sá
Sec. Mun. de Agric. de Sen. Sá	Senador Sá
Sindicato dos trabalhadores/as da Agricultura Familiar - SINTRAF	Senador Sá
Ass. dos Pescadores de Granja	Granja
ISCA do açude Gangorra	Granja
Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Granja	Granja
Ass. Comunitária do Jaguarapi	Martinópole
ASSUSA – Açude Martinópole	Martinópole
Sec. Mun. de Agric. de Martinópole	Martinópole
Sec. Mun. de Educ. de Martinópole	Martinópole
Sind. dos Trab. Rurais de Martinópole	Martinópole
Fundação CIS	Coreaú
Comitê da Bacia do Acaraú - Prefeitura Municipal de Sobral (IDETAGRO)	Sobral
COGERH	Instituição Estadual
SRH	Instituição Estadual

Fonte: COGERH

Quadro 11.4. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú segundo deliberação do I Seminário Institucional Regional - Sertão

Instituição	Município
Ass. Comunitária Florência L. Batista	Uruoca
Associação Comunitária S. Sebastião	Uruoca
Associação Leocádio Ferreira	Uruoca
Câmara Municipal de Uruoca	Uruoca
CMDS	Uruoca
CMDS/ Fórum de Organizações da Sociedade Civil do Vale do Coreaú	Uruoca
PM de Uruoca	Uruoca
Fórum do Semi-árido	Senador Sá
SINTRAF	Senador Sá
Ass. dos Pescadores de Granja	Granja
STR de Granja	Granja
PM Martinópole	Martinópole
Assusa Martinópole	Martinópole
Câmara: Antonio Tabosa	Martinópole
STR de Martinópole	Martinópole

Fonte: COGERH

O "II Seminário Regional Institucional" realizado foi o da "Região Serra", realizado em Tianguá (**Foto 11.2**), em junho de 2005. Dos dez municípios que compõem a região, apenas cinco enviaram representantes (**Quadro 11.5**). Sendo assim a Comissão Pró-CBH ficou sendo composta por dois de Tianguá, dois de Frecheirinha, dois de Viçosa do Ceará, três de Coreaú um de Ubajara (**Quadro 11.6**).

Foto 11.2. Encontro Regional Institucional - Região Sertão – Tianguá

Quadro 11.5. Entidades presentes no II Seminário Institucional Regional - Serra

Instituição	Município
Prefeitura Municipal de Tianguá	Tianguá
Secretaria Municipal de Ação Social	Tianguá
Secretaria Municipal de Administração	Tianguá
Secretaria Municipal de Infraestrutura	Tianguá
Secretaria Municipal de Agricultura	Tianguá
Prefeitura Municipal de Tianguá	Tianguá
Instituto Rio Jaguaribe	Tianguá
IBAMA (APA da Ibiapaba)	Viçosa
Prefeitura Municipal de Viçosa	Viçosa
IBAMA (Parque Nacional da Ubajara)	Ubajara
Prefeitura Municipal de Frecheirinha	Frecheirinha
Ass. de Penaduba	Frecheirinha
Prefeitura Municipal de Coreaú	Coreaú
Fundação CIS	Coreaú

Fonte: COGERH

Quadro 11.6. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú do II Seminário Institucional Regional - Serra

Instituição	Município
Prefeitura Municipal de Tianguá	Tianguá
Instituto Rio Jaguaribe	Tianguá
IBAMA (APA da Ibiapaba)	Viçosa do Ceará
Prefeitura Municipal de Viçosa	Viçosa do Ceará
IBAMA (Parque Nacional da Ubajara)	Ubajara
Prefeitura Municipal de Frecheirinha	Frecheirinha
Ass. de Penaduba	Frecheirinha
Prefeitura Municipal de Coreaú	Coreaú
Fundação CIS	Coreaú

Fonte: COGERH

Em junho de 2005, a "Comissão Pró-CBH Coreaú", realizou nova reunião, em Frecheirinha,onde se avaliou os dois seminários regionais realizados eventos. Como pontos negativos foram destacados a fragilidade da sociedade civil em se organizar e participar dos eventos, a falta de apoio financeiro para suprir as necessidades de deslocamento dos

participantes para Reuniões do CBH, o esvaziamento dos Seminários por parte dos participantes no final dos eventos e o não cumprimento da programação, conforme o horário programado.

Como pontos positivos, considerou-se a oportunidade de poder reunir vários municípios da Bacia Hidrográfica do Coreaú para discutir a problemática dos recursos hídricos e o nivelamento das informações para todos. Algumas deliberações foram feitas: que a COGERH, através de seu Gerente Regional, mantivesse diálogo com os Prefeitos Municipais da Região, no sentido de tentar envolvê-los no processo de Formação do CBH – Coreaú, servindo como agentes multiplicadores de interessados a se envolver e participar do processo; manutenção da proposta de serem realizados (21) vinte e um encontros municipais; manutenção da pauta dos seminários regionais sem alterações, com redução do tempo das apresentações e que a programação dos encontros municipais deveria ser definida na primeira reunião após a realização dos Seminários Institucionais Regionais.

Em junho de 2005 foi realizado em Jijoca de Jericoacoara o "III Seminário Regional Institucional", Região Litoral Leste. Dos cinco municípios da região do Litoral Leste, apenas Acaraú não compareceu com representantes (**Quadro 11.7**). Os integrantes da Comissão Prí-CBH da Região Litoral Leste são mostrados no **Quadro 11.8.**

Quadro 11.7. Entidades presentes no III Seminário Institucional Regional - Litoral Leste

Instituição	Município
Prefeitura Municipal de Cruz (Secretaria de Meio Ambiente)	Cruz
Ass. Agroindustrial dos Moradores de Cajueirinho	Cruz
Ass. Comunitária de Vila Paraguai	Cruz
SEBEC	Cruz
STR de Bela Cruz	Bela Cruz
Associação Comunitária de Panacuí	Marco
Associação Comunitária de Juremal	Marco
Ass. Com de Moradores dos Borges	Jijoca de Jericoacoara
Ass. Com. de Cansanção	Jijoca de Jericoacoara
Ass. Com. dos Borges	Jijoca de Jericoacoara
Ass. Dos Bugreiros	Jijoca de Jericoacoara
Assembléia de deus de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
CAGECE	Jijoca de Jericoacoara
Câmara Municipal de Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
FUNASA / Secretaria Municipal de Saúde	Jijoca de Jericoacoara
Paróquia de Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
Secretaria Municipal de Ação Social	Jijoca de Jericoacoara
Projeto Sentinela	Jijoca de Jericoacoara
CDL	Jijoca de Jericoacoara
Conselho Tutelar	Jijoca de Jericoacoara
Pastoral da Criança	Jijoca de Jericoacoara
Secretaria Municipal de Educação	Jijoca de Jericoacoara
STR de Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
SEMACE – Apa da Lagoa de Jijoca	Instituição Federal
COGERH	Instituição Federal

Fonte: COGERH

Quadro 11.8. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú do III Seminário Institucional Regional – Litoral Leste

Instituição	Município
Prefeitura Municipal de Cruz (Secretaria de Meio Ambiente)	Cruz
STR de Bela Cruz	Bela Cruz
Associação Comunitária de Panacuí	Marco
Ass. Com. dos Borges	Jijoca de Jericoacoara
Assembléia de deus de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
Câmara Municipal de Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
FUNASA / Secretaria Municipal de Saúde	Jijoca de Jericoacoara
Paróquia de Jijoca de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara
Secretaria Municipal de Ação Social	Jijoca de Jericoacoara
SEMACE – Apa da Lagoa de Jijoca	Instituição Federal

Fonte: COGERH

Ainda em junho de 2005 foi realizado o quarto e último "Seminário Regional Institucional" - Região do Litoral Oeste, em Camocim. As instituições que vieram a formar a Comissão Pró-CBH Coreau encontram-se no **Quadro 11.9**.

Quadro 11.9. Instituições que formavam a Comissão Pró-CBH Coreaú do IV Seminário Institucional Regional – Litoral Oeste

Instituição	Município
Prefeitura Municipal de Barroquinha (Secretaria de Meio Ambiente)	Barroquinha
CMDS: Hermógenes	Barroquinha
STR de Camocim	Camocim
SAAE de Camocim	Camocim
Ass. Com de Duas Bolas	Camocim
Ass. Com de Vila Nova	Camocim
Movimento Popular	Camocim
Ass. Com. R. de São Sebastião	Camocim
Ass. Com. R. de Baixo	Camocim
Sindicato dos Mototaxistas	Camocim
Assentamento Jatobá	Camocim
Ass Boqueirão Dourado	Camocim
AMUSBAL	Camocim
CCDS	Camocim
ACR Torta	Camocim
Prefeitura Municipal de Chaval	Chaval
CMDS	Chaval
Sindicato dos Trab. Rurais	Chaval

Fonte: COGERH

Com o encerramento dos Seminários Regionais Institucionais, foram realizados novos eventos - os Encontros Municipais e Regionais (**Quadro 11.10**), realizados pela Comissão Pró-CBH, com o intuito de orientar a escolha dos delegados ao "Congresso de Constituição do CBH Coreaú". Foram destinadas 10 vagas para cada município (a serem escolhidas entre os setores de Usuários e Sociedade Civil). No Poder público Municipal foram consideradas delegadas todas as Prefeituras e Câmaras que se candidatassem oficialmente, assim como os representantes do Poder Público Estadual e Federal, que foram mobilizados, após os encontros, pela COGERH e pela Secretaria dos Recursos Hídricos.

Quadro 11.10. Encontros Regionais e Municipais de Recursos Hídricos que antecederam a formação do CBH do Coreaú

Evento	Data	Local
Regional de Coreaú (Alcântaras, Coreaú, Frecheirinha, Moraújo)	23/09/2005	Coreaú
Regional de Ubajara (Ibiapina, e Ubajara)	22/12/2005	Ubajara
Municipal de Tianguá	21/12/2005	Tianguá
Municipal de Viçosa do Ceará	11/10/2005	Viçosa do Ceará,
Municipal de Mucambo	19/10/2005	Mucambo
Municipal de Senador Sá	07/11/2005	Senador Sá
Municipal de Jijoca de Jericoacoara	03/11/2005	Jijoca de Jericoacoara
Regional de Bela Cruz – (Acaraú, Bela Cruz, Cruz, Marco)	16/12/2005	Bela Cruz
Municipal de Camocim	27/10/2005	Camocim
Regional de Chaval – (Barroquinha e Chaval)	15/12/2005	Chaval

Fonte: COGERH

Ainda nesse processo, ocorreram ainda as "Reuniões da Comissão Pró-CBH Coreaú", "Reuniões da Comissão de Elaboração do Regimento Interno" e por último, "Reuniões da Junta Eleitoral" que coordenaria o processo eleitoral da diretoria.

O processo de Constituição do CBH Coreaú mobilizou 520 instituições, onde 228 compareceram aos eventos promovidos.

A avaliação dos encontros que antecederam a instituição do CBH – Coreaú pode ser vista na **Quadro 11.11**.

Quadro 11.11. Avaliação dos encontros que antecederam a formação do CBH do Coreaú

Municipios	N º de Entidades Mobilizadas	N º de Entidades Presentes*	N º de Entidades na Comissão Pró-CBH	N º de Entidades Delegadas (PPM, SC e US)
Acaraú	14	-	02	05
Alcântaras	05	01	02	07
Barroquinha	36	08	02	05
Bela Cruz	07	01	01	05
Camocim	89	32	13	13
Chaval	37	05	03	12
Coreaú	34	03	09	09
Cruz	30	05	01	09
Frecheirinha	31	05	02	09
Granja	20	02	02	09
Ibiapina	06	01	01	05
Jijoca de Jericoacoara	17	17	07	10
Marco	20	03	01	05
Martinópole	39	04	04	07
Moraújo	05	-	02	07
Mucambo	08	03	02	09
Senador Sá	18	06	02	04
Sobral **	04	01	04	05
Tianguá	25	13	02	07
Ubajara	19	01	01	05
Uruoca	30	18	07	08
Viçosa do Ceará	26	06	02	12
TOTAL	**520**	**139**	**72**	**158***

Fonte: COGERH

* Seminários Institucionais Regionais

** Instituições regionais do PPEF, Sociedade Civil e Usuários

11.3.2. Funcionamento do comitê

O CBH-Coreaú tem sua sede instalada no município de Sobral, onde funciona a sua Secretaria Executiva, e é composto por 30 representantes, observando-se os seguintes percentuais de participação: usuários (30%), sociedade civil (30%), Poder público Estadual/Federal (20%) e poder público municipal (20%). No total, sociedade civil e usuários contam com 9 representantes cada, enquanto os poderes públicos municipal e estadual/federal contam com 6 representantes cada. Até a presente data, o CBH-Coreaú ainda está em sua primeira gestão, cujo mandato têm a duração de 4 anos (2006-2010).

Segundo o Decreto Nº 26.462/2001, Art. 8º §1º, "os órgãos estaduais e federais encarregados da gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente serão membros natos dos Comitês de Bacias Hidrográficas". Assim sendo, são considerados membros natos do CBH-Coreaú o Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS, a Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA.

11.3.3. A Participação dos Municípios no CBH

No que diz respeito às prefeituras, estas costumam indicar para participar dos comitês as suas respectivas secretarias municipais de recursos hídricos, meio ambiente e desenvolvimento agrário. Observa-se um crescente interesse das mesmas pela participação no comitê, interesse esse oriundo das mais variadas fontes, tais como preocupação autêntica com os recursos hídricos da bacia, visibilidade política da prefeitura no sistema de gestão, interesse em alguma obra hídrica, ou a busca pelo programa "município selo verde". A relação completa das instituições que participam, ou participaram, do CBH-Coreaú entre os anos de 2006 e 2010 pode ser visualizada no **Quadro 11.12**.

Quadro 11.12. Relação de todas as instituições que participam, ou participaram, do CBH-Coreaú (2006 a 2010)

N	Instituição	Cidade	Setor
1	IBAMA - Escritória da APA da Ibiapaba	Viçosa do Ceará	Poder Público Estadual/Federal
2	Secretaria da Ação Social - SAS	Fortaleza	Poder Público Estadual/Federal
3	Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH	Fortaleza	Poder Público Estadual/Federal
4	DNOCS	Fortaleza	Poder Público Estadual/Federal
5	Superintendência Estadual de Meio Ambiente - SEMACE	Fortaleza	Poder Público Estadual/Federal
6	Emp. de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará (EMATERCE)	Fortaleza	Poder Público Estadual/Federal
7	Câmara Municipal de Bela Cruz	Bela Cruz	Poder Público Municipal
8	Câmara Municipal de Frecheirinha	Frecheirinha	Poder Público Municipal
9	Câmara Municipal De Camocim**	Frecheirinha	Poder Público Municipal

Continua...

Continuação...

N	Instituição	Cidade	Setor
10	Câmara Municipal de Granja*	Granja	Poder Público Municipal
11	Câmara Municipal de Uruoca	Uruoca	Poder Público Municipal
12	Prefeitura Municipal Viçosa do Ceará	Viçosa do Ceará-	Poder Público Municipal
13	Prefeitura Municipal de Camocim	Camocim	Poder Público Municipal
14	Associação Comunitária São Francisco	Alcântaras	Sociedade Civil
15	ADECUBA – Ass. Des. Com. De Ubaúna	Coreaú	Sociedade Civil
16	FCIS – Fund. de Saúde Integ. Social	Coreaú	Sociedade Civil
17	Ass. Com do Preá	Cruz	Sociedade Civil
18	Sind. dos Trab. Industria da Construção Civil de Granja - SITIGRAN	Granja	Sociedade Civil
19	Associação Comunitária 12 de Outubro	Mucambo	Sociedade Civil
20	STTR de Tianguá	Tianguá	Sociedade Civil
21	AUDS – Ass. uruoquense de des. e Solidariedade	Uruoca	Sociedade Civil
22	STTR de Marco	Marco	Sociedade Civil
23	Ass. Com. dos Produtores de Angicos	Moraújo	Usuários
24	Ass. Com. dos Moradores de lagoa dos Monteiros*	Cruz	Usuários
25	Associação Com. dos Moradores de Feijão Bravo*	Marco	Usuários
26	Associação Comunitária dos Usuários de água do açude Martinópole	Martinópole	Usuários
27	Ass. Com São Francisco de Paracuá	Uruoca	Usuários
28	Ass. Com Leocádio Alves Ferreira (Campanário)*	Uruoca	Usuários
29	Ass. dos Prod. orgânicos do Vale do Lambedouro	Viçosa do Ceará	Usuários
30	Ass. dos Prod. de Agricultura Orgânica do Sertão do Lambedouro	Viçosa do Ceará	Usuários
31	Ass. dos Produtores de Cachaça de Alambique do Ceará	Viçosa do Ceará	Usuários
32	Ass. Com. Força Unida de Panacuí**	Marco	Usuários
33	FAEC**	Coreaú	Usuários
34	SISAR**	Sobral	Usuários

Fonte: COGERH

* Instituições substituída antes do término do mandato, após a 6ª Reunião Ordinária

** Instituições eleitas na 2ª reunião extraordinária

É importante perceber que o **Quadro 11.12** apresenta 34 instituições, e não as 30, como propõe o regimento interno do CBH-Coreaú. Na verdade, em nenhum momento o CBH-Coreaú teve mais de 30 membros, mas ao longo da primeira gestão 4 instituições foram substituídas por faltas, conforme seu regimento interno, dando lugar a outras 4 instituições dos seus respectivos setores.

11.3.4. A Freqüência das instituições

As **Figuras 11.1 a 11.4** apresentam as freqüências das instituições, dos quatro setores, às reuniões, ordinárias e extraordinárias, do CBH – Coreaú. Os gráficos apresentam também o percentual das presenças das instituições, detalhando melhor suas assiduidades, principalmente para as instituições que não se fizeram membros durante toda a gestão (caso das instituições substituídas e as que ocuparam seus lugares).

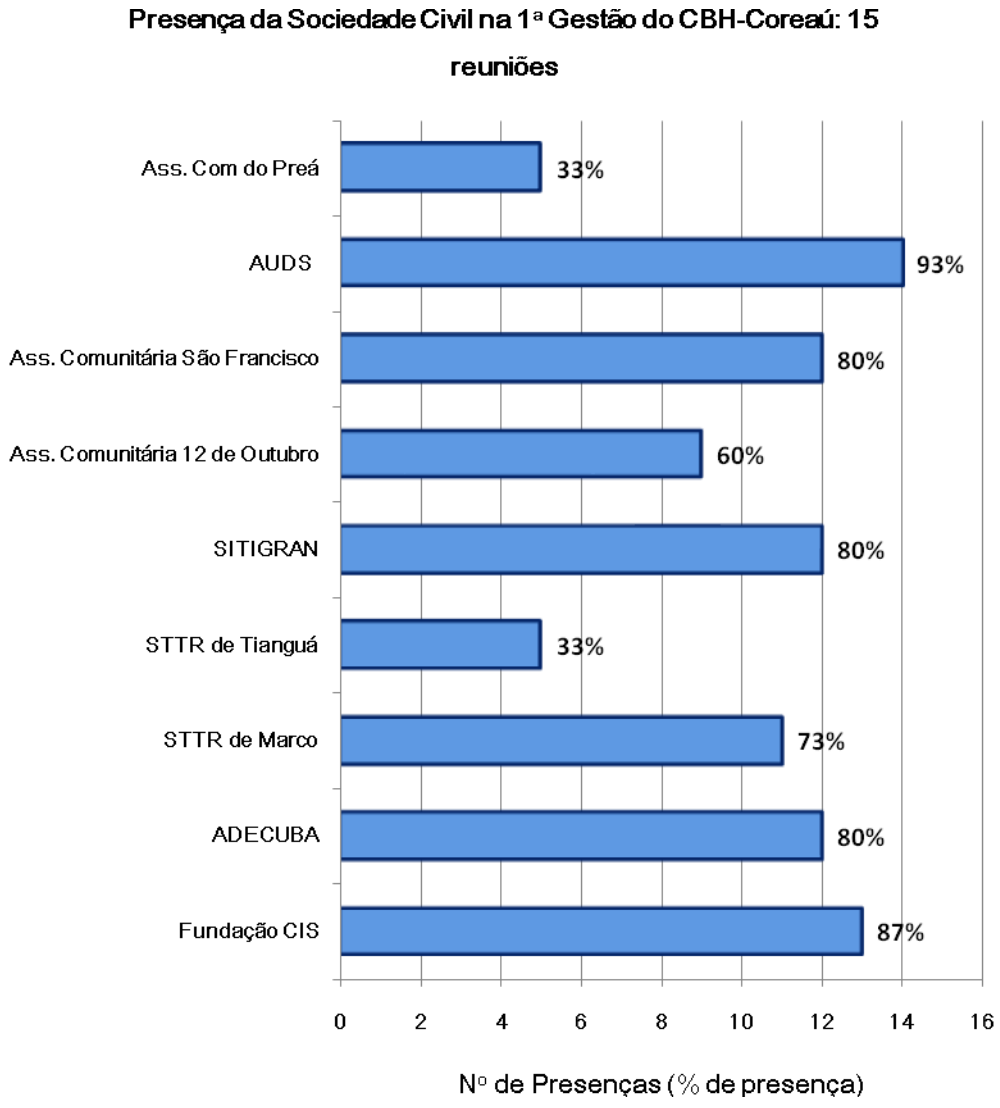


Figura 11.1. Assiduidade da sociedade civil às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010).

Observa-se na **Figura 11.2** que o percentual de presença, considerando as 12 Reuniões Ordinárias e 3 Reuniões Extraordinárias, fica entre 33% (Ass. Com. do Preá e STTR de

Tianguá) e 93% (AUDS). Os mandatos de todas as instituições da sociedade civil perduraram todo o período analisando (15 reuniões), com a Ass. Com. do Preá perdendo seu mandato na última reunião realizada nesse período (12ª Reunião Ordinária), conforme o regimento interno do CBH-Coreaú. No geral, as entidades desse setor obtiveram uma assiduidade média de 69% durante o período analisado.

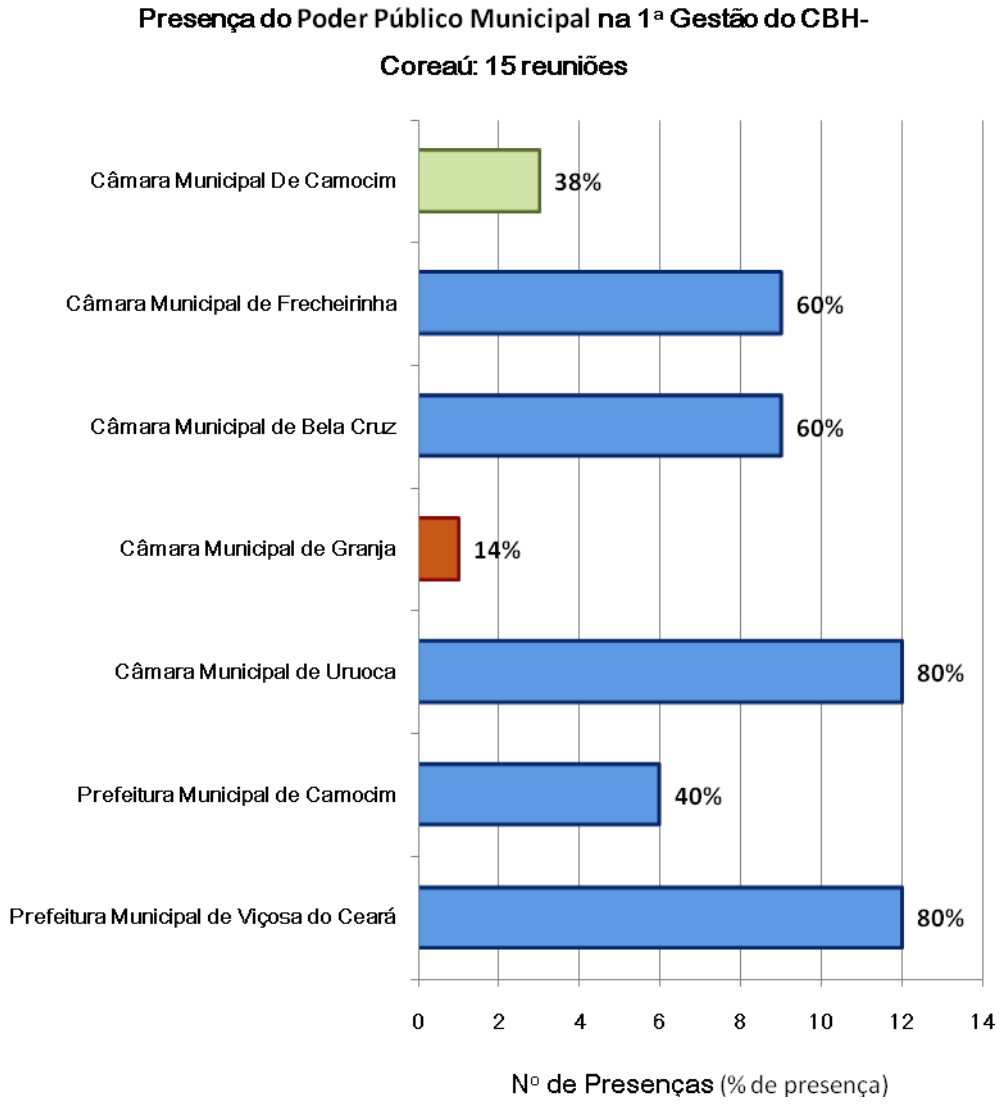


Figura 11.2. Assiduidade do poder público municipal às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010).

Segundo a **Figura 11.3,** que o percentual de presença das instituições do poder público municipal, considerando as 12 Reuniões Ordinárias e 3 Reuniões Extraordinárias, fica entre 14% (Câmara Municipal de Granja) e 80% (Câmara Municipal de Uruoca e Prefeitura Municipal De Viçosa do Ceará). Devido à assiduidade muito baixa apresentada pela Câmara Municipal de Granja (barra vermelha do gráfico), esta instituição foi substituída após a 6ª Reunião Ordinária, conforme o regimento interno do CBH-Coreaú, cedendo a vaga a Câmara Municipal de Camocim (barra verde do gráfico), que iniciou seu mandato a partir da 2ª Reunião Extraordinária. No geral, as entidades desse setor obtiveram uma assiduidade média de 53% durante o período analisado, portanto, menor do que apresentada pela sociedade civil.

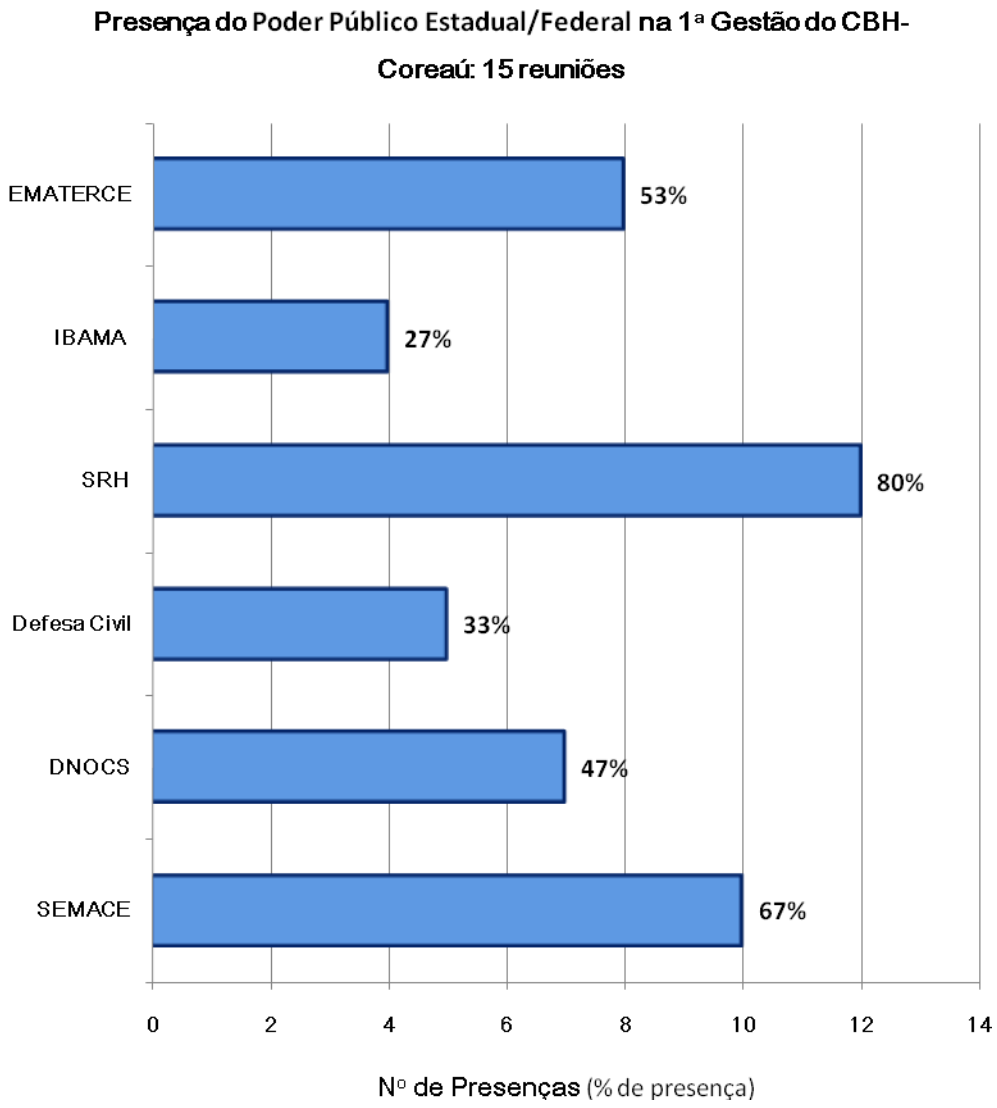


Figura 11.3. Assiduidade do poder público estadual/federal às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010).

Observa-se na **Figura 11.4** que o percentual de presença do poder público estadual/federal, considerando as 12 Reuniões Ordinárias e 3 Reuniões Extraordinárias, fica entre 27% (IBAMA) e 80% (SRH). Os mandatos de todas as instituições da sociedade civil perduraram todo o período analisando (15 reuniões), obtendo uma assiduidade média de 51% durante o período analisado, que é ainda mais baixa do que a obtida pelo poder público municipal.

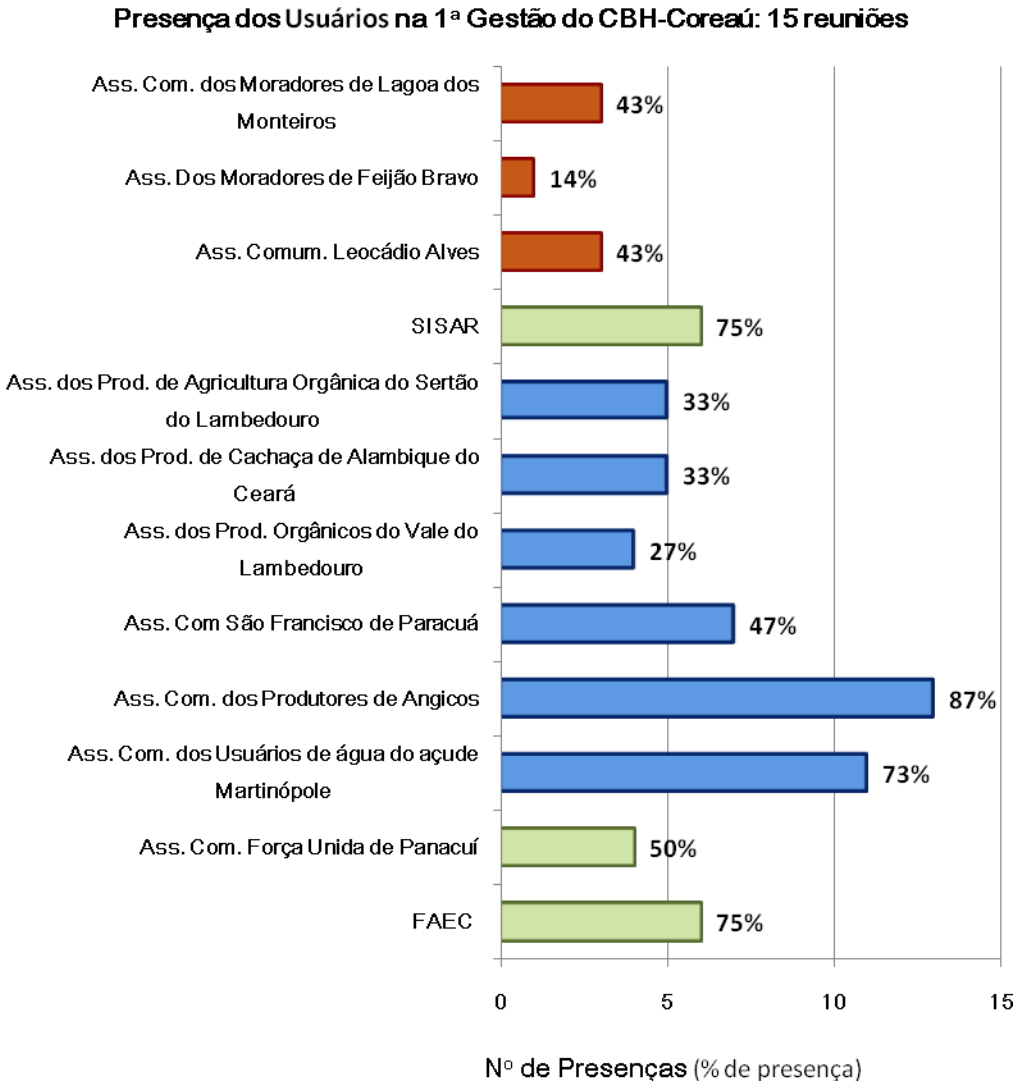


Figura 11.4. Assiduidade dos usuários às reuniões da 1ª Gestão do CBH-Coreaú (2006-2010).

Segundo a **Figura 11.4,** que o percentual de presença dos usuários, considerando as 12 Reuniões Ordinárias e 3 Reuniões Extraordinárias, fica entre 14% (Ass. Dos Moradores de Feijão Bravo) e 87% (Ass. Com. Dos Produtores de Angicos). Devido à assiduidade muito baixa apresentada pelas instituições Ass. Com. dos Moradores de Lagoa dos Monteiros, Ass. Dos Moradores de Feijão Bravo e Ass. Comum. Leocádio (barras vermelhas do gráfico), estas instituição foram substituídas após a 6ª Reunião Ordinária, conforme o regimento interno do CBH-Coreaú, cedendo suas vagas para FAEC, Ass. Com. Força Unida de Panacuí e SISAR (barras verdes do gráfico), que iniciaram seus mandatos a partir da 2ª Reunião Extraordinária. No geral, as entidades desse setor obtiveram uma assiduidade média de 50% durante o período analisado, a pior entre os quatro setores.

11.4. Instituições na Bacia Ligadas À Gestão dos Recursos Hídricos e ao Meio Ambiente na esfera do Poder Público Municipal

A existência de secretarias municipais de recursos hídricos e/ou meio ambiente o comprometimento do puder público municipal com a na gestão das águas da bacia. Dentre as Prefeituras que compõem a Bacia do Coreaú, as que têm Secretarias específicas que lidam com a gestão das águas e do meio ambiente são as apresentadas no **Quadro 11.13**.

Quadro 11.13. Secretarias que lidam com a gestão das águas e do meio ambiente dos municípios que compõem a Bacia do Coreaú

Município	Secretarias
Sobral	Secretária de Habitação e Saneamento Ambiental Secretaria do Planejamento e Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente SEMAM – Secretaria do Meio Ambiente
Acaraú	Secretaria de Agronegócio, Irrigação, Pesca e Desenmvolvimento Econômico
Alcântaras	Secretaria de Desenvolvimento Agrário e Meio Ambiente
Barroquinha	Sec. de Turismo, Meio Ambiente, Desenvolvimento Rural e Pesca
Bela Cruz	Secretaria do Meio Ambiente e Turismo
Coreaú	Secretaria de Agricultura e Recursos Hídricos Secretaria de Turismo e Meio Ambiente
Uruoca	Secretaria de Agricultura e Recursos Hidricos
Ubajara	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Camocim	Secretaria do Desenvolvimento Sustentável
Jijoca de Jericoacoara	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Meio Ambiente
Granja	Secretaria do Meio Ambiente
Moraujo	Sec. De Cultura, Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente
Meruoca	Sec. de Agricultura, Recursos Hídricos, Turismo e Meio Ambiente
Tianguá	Secretaria de Infra-estrutura, Turismo e Meio Ambiente
Ibiapina	Secretaria de Agricultura, Turismo e Meio Ambiente
Cruz	Secretaria Comércio, Indústria, Turismo e Meio Ambiente
Marco	Secretaria de Agricultura, Recursos Hídricos e Meio Ambiente
Chaval	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente
Senador Sá	Secretaria de Meio Ambiente e Turismo
Viçosa do Ceará	Secretaria de Turismo e Meio Ambiente

Fonte: COGERH (Gerência Regional - Acaraú e Coreaú)

Dos municípios da Bacia do Coreaú, cinco foram premiados com o Selo Verde 2009.

O Programa Selo Município Verde - PSMV é um sistema de certificação ambiental municipal, que avalia as iniciativas da gestão municipal na área de meio ambiente. Foi criado através da lei Estadual n0 13.304 de 19 de Maio de 2003, que o implantou, sendo posteriormente regulamentado pelos Decretos Estaduais n^0 27.703 e n^0 27.704, que criaram e regulamentaram o Comitê Gestor do Selo Município Verde e Prêmio Sensibilidade Ambiental.Para que o município possa participar da certificação é preciso no mínimo

constituir o seu Conselho Municipal de Meio Ambiente através de lei específica e preencher os questionários de avaliação que são disponibilizados no site.

Os cinco municípios da Bacia do Coreaú que receberam essa premiação foram considerados de Categoria "B" - significa que está no caminho da Gestão Ambiental adequada, mas ainda tem problemas a enfrentar – e são eles: Acaraú, Bela Cruz, Cruz, Ibiapina e Sobral.

11.5. Instituições que gerenciam os abastecimentos de água dos núcleos habitacionais

A seguir, serão apresentadas todas as instituições que gerenciam os abastecimentos de água dos núcleos habitacionais com mais de 1.000 habitantes na Bacia do Coreaú.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA)

A FUNASA é um órgão executivo do Ministério da Saúde, responsável em promover a inclusão social por meio de ações de saneamento. A Funasa é também a instituição responsável pela promoção e proteção à saúde dos povos indígenas. As ações de inclusão social, por meio da saúde, são realizadas com a prevenção e controle de doenças e agravos ocasionados pela falta ou inadequação nas condições de saneamento básico em áreas de interesse especial, como assentamentos, remanescentes de quilombos e reservas extrativistas.

Na área de Engenharia de Saúde Pública, a FUNASA atua com base em indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e sociais. Presta apoio técnico e/ou financeiro no combate, controle e redução da mortalidade infantil e da incidência de doenças de veiculação hídrica ou causadas pela falta de saneamento básico e ambiental. Os investimentos visam intervir no meio ambiente, na infra-estrutura dos municípios de até 30 mil habitantes, prioritariamente, e nas condições de vida de populações vulneráveis.

Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR)

O Sisar é um modelo de gestão de saneamento rural que foi aplicado pela primeira vez, no Ceará, em 1996, por intermédio de um banco alemão e a Cagece. Existem oito SISARs no Ceará. Eles são independentes entre si, sendo que cada um é uma organização não-governamental (ONG), sem fins lucrativos, composta pelas associações das comunidades beneficiadas. O objetivo do Sisar é que a própria comunidade rural administre o sistema de abastecimento de água de forma auto-sustentável, com a coordenação e fiscalização da Cagece. Atualmente o Sisar está presente em 119 municípios e 528 localidades do Estado, beneficiando cerca de 300 mil pessoas.

Na Bacia do Coreaú, o SISAR gerencia o abastecimento de 41 comunidades rurais espalhadas em 14 municípios da Bacia do Coreaú (Acaraú, Alcântara, Bela Cruz, Camocim, Coreaú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Marco, Martinópole, Meruoca, Moraújo, Mucambo, Tianguá e Uruoca), conforme informações do **Quadro 11.14**.

Quadro 11.14. Localidades operadas pelo SISAR na Bacia do Coreaú

Ord	Município	Localidade	Implantação	Rede	Lig. Totais	Captação
1	Acaraú	Aranau	KFWI	5.551	650	Poço Tub.
2	Acaraú	Corrego Fechado	SÃO JOSÉ	5.522	75	Desfiliou
3	Acaraú	Juritianha	KFWI	4.231	537	Poço Tub.
4	Acaraú	L. Carneiro	KFWI	1.482	191	Poço Tub.
5	Alcântara	Carmolandia	SÃO JOSÉ	869	104	Poço Tub.
6	Alcântara	Ventura	SÃO JOSÉ	3.328	164	Poço Tub.
7	Bela Cruz	Araticuns	SÃO JOSÉ		109	Poço Tub.
8	Bela Cruz	São Gonçalo	KFWI	2.764	233	Poço Tub.
9	Bela Cruz	Tipira Poços do Meio	SÃO JOSÉ	2.450	55	Poço Tub.
10	Camocim	Guriu	KFWI	3.926	267	Poço Tub.
11	Camocim	Tatajuba	SÃO JOSÉ	2.681	109	Desfiliou
12	Camocim	Vila Nova	SÃO JOSÉ	2.747	80	Desfiliou
13	Coreaú	Araquem	KFWI	3.689	641	Açude
14	Cruz	Caiçara	KFWI	4.182	215	Poço Tub.
15	Cruz	L. Monteiros	KFWI	4.679	186	Poço Tub.
16	Cruz	Poço Doce	SÃO JOSÉ	6.320	97	Desfiliou
17	Jijoca de Jeri.	Mangue Seco	SÃO JOSÉ	2.139	116	Poço Tub.
18	Marco	Boa Vista	SÃO JOSÉ	3.209	152	Poço Tub.
19	Marco	Maracaja	SÃO JOSÉ	1.202	115	Poço A. Rio Ac.
20	Marco	Mucambo	SÃO JOSÉ	1.950	515	Açude
21	Marco	Panacui	SÃO JOSÉ	3.280	390	Açude
22	Marco	Pereiras	SÃO JOSÉ	2.762	104	Poço Tub.
23	Marco	Santa Fé	SÃO JOSÉ	4.190	105	ETA DNOCS T. do Marco
24	Marco	Santa Maria	SÃO JOSÉ	3.390	83	ETA DNOCS T. do Marco
25	Marco	Santa Rosa	SÃO JOSÉ	8.108	345	Rio
26	Marco	Soares			85	Açude
27	Marco	Triangulo do Marco	KFWI	2.300	366	Adut. DNOCS
28	Martinópole	Boa Vista	SÃO JOSÉ	5.057	102	Poço Tub.
29	Meruoca	Anil	SÃO JOSÉ	1.500	251	

Continua...

Continuação...

Ord	Município	Localidade	Implantação	Rede	Lig. Totais	Captação
30	Meruoca	Palestina	KFWI	1.800	141	Poço Amaz.
31	Meruoca	São Francisco	SÃO JOSÉ	1.378	110	Poço Tub.
32	Meruoca	Sto Antonio Fernandes	SÃO JOSÉ	1.620	101	Poço Tub.
33	Moraújo	Angico	SÃO JOSÉ	3.374	58	Rio
34	Moraújo	Enjeitado	SÃO JOSÉ	3.357	47	Eta Anjico
35	Moraújo	Goiana	KFWI	1.162	203	Poço Tub.
36	Mucambo	Carqueijo	SÃO JOSÉ	1.302	145	Poço.Tub.
37	Mucambo	Cinco Caminhos	SÃO JOSÉ	1.530	92	Eta Carqueijo
38	Mucambo	Morrinhos	SÃO JOSÉ		192	Poço Tub.
39	Tiangua	Arapa	KFWI	1.980	583	Açude
40	Uruoca	Paracua	KFWI	2.382	161	Poço Tub.
41	Uruoca	Pedra Branca dos Caris	SÃO JOSÉ	6.270	107	Poço Tub.
TOTAIS	**14**	**41**		**119.663**	**8.382**	

Fonte: Gerência De Saneamento Rural - Gesar (janeiro/2010)

Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)

O **Quadro 11.15** apresenta os dados da CAGECE (novembro de 2009), indicando as unidades de negócio da Bacia do Coreaú.

Quadro 11.15. Unidade de Negócio da CAGECE na Bacia do Coreaú

Sistemas	Tipo de Manancial	Vazão Aduzida	Nº de Ligações Reais
Acaraú	Poço Tubular	126,3m³/h	5540
Alcântaras	Açude Pinga	28,6m³/h	1055
Aprazível / Ipueirinhas	Açude Ayres de Sousa	7m³/h	596
Bela Cruz	Poço Tubular	144,8m³/h	2993
Bitupitá	Poço Tubular	21,5m³/h	878
Chaval /Barroquinha	Açude itaúna	178,4m³/h	4195
Coreaú / Moraújo / V. da Volta	Açude Várzea da Volta	105,0m³/h	3912
Cruz	Poço Tubular	66,8m³/h	2433
Frecheirinha	Açude Angicos e Poço Tubular (desativado)	77,8m³/h	2489
Jaibaras	Açude Ayres de Sousa	35,3m³/h	1614
Jericoacoara	Poço Tubular	38,6m³/h	934
Jijoca	Poço Tubular	27,2m³/h	1554
Marco	Poço Tubular	56,5m³/h	3242

Continua...

Continuação...

Sistemas	Tipo de Manancial	Vazão Aduzida	Nº de Ligações Reais
Martinópole	Açude Jardim	44,7m³/h	2385
Meruoca	Açude Pedras	42,1m³/h	1029
Mucambo	Açude Jaburú (serra) ou/e Açude Mucambo	38,1m³/h	2904
Taperuaba	Água importada do SAAE (Captação Açude Edson Queiroz)	12,4m³/h	1000
Ubaúna	Açude Trapiá III	18,6m³/h	1236
Uruoca / S. Sá	Poço Amazonas	62,9m³/h	3056

Fonte: CAGECE (novembro/2009)

11.6. Atendimento da demanda difusa

Alternativas para atendimento da população difusa vem sendo insistentemente buscadas pelas instituições que gerenciam os recursos hídricos do Estado. A seguir, serão listadas as instituições e os programas que tratam da demanda difusa na Bacia do Coreaú.

a) Programa de Abastecimento de Água de Pequenas Comunidades Rurais

O abastecimento de água potável para consumo humano é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria da qualidade de vida das populações das pequenas comunidades rurais no Estado, tendo em vista que a distribuição espacial dessas comunidades dá-se de forma extremamente difusa. A solução para o abastecimento de água nessas situações está na combinação de várias alternativas, entre as quais a construção de poços e de cisternas individuais.

É importante ressaltar a utilização de conversão de energia eólica através de cataventos e energia solar, por meio de painéis fotovoltaicos, como solução para acionar o bombeamento da água em locais em que não existe energia elétrica. Essas ações integram o Programa de Abastecimento de Água de Pequenas Comunidades, implantado através da SOHIDRA, que tem como princípios a busca da auto-sustentabilidade, a parceria com as prefeituras e empresas de saneamento e a necessidade de conscientização da própria comunidade.

Projeto São José

A Superintendência de Obras Hídricas (SOHIDRA) é um dos co-participantes do Programa de Combate à Pobreza Rural, do governo do estado, também conhecido como Projeto São José.No Projeto São José a SOHIDRA é responsável pela elaboração, analise, execução e fiscalização das obras hídricas, que o projeto venha a financiar, inclusive sistemas de abastecimentos d'água rurais para comunidades até 50 famílias.

Depois do projeto elaborado e analisado pela SOHIDRA, o mesmo é enviado para a Secretaria de Desenvolvimento Agrário (SDA) que é a responsável pela gestão financeira dos projetos junto à associação interessada.

Para ser beneficiária de uma obra hídrica pelo Projeto São José a comunidade precisa estar organizada em associação legalmente constituída, com CNPJ e registro em cartório, fazer uma

carta proposta solicitando o benefício e elaborar o projeto através de um técnico credenciado. No **Quadro 11.16** mostra-se o número de famílias beneficiadas desde o início do projeto até 2009 nos municípios que fazem parte total ou parcialmente da Bacia do Coreaú.

Quadro 11.16. Famílias atendidas pelo Projeto São José nos Municípios da Bacia do Coreaú

Município	Famílias Beneficiadas
Acaraú	647
Alcântaras	263
Bela Cruz	399
Camocim	777
Chaval	321
Coreaú	190
Cruz	358
Marco	1178
Martinópole	70
Meruoca	105
Moraújo	281
Morrinhos	537
Mucambo	81
Senador Sá	75
Sobral	230
Tianguá	1445
Ubajara	1120
Uruoca	53
Viçosa do Ceará	1200

Fonte: SOHIDRA

Perfuração de Poços

A SOHIDRA também é responsável por analisar demandas de suprimento d'água e coordenar pesquisas, projetos e execução de obras para captação de águas subterrâneas, incrementando a oferta hídrica, preservando o meio ambiente, visando atender as necessidades do Estado do Ceará.

A escolha das comunidades beneficiadas é feita por uma comissão formada por representantes das prefeituras, das igrejas locais, de sindicatos de trabalhadores e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATERCE. Depois de decidido o local, a SOHIDRA envia um geólogo para realizar um estudo geofísico, verificando a viabilidade da construção naquela localidade. Este método de trabalho tem garantido à superintendência 98% de aproveitamento na escavação dos poços. Depois de executadas, as obras são entregues com caixas d'água e chafarizes para a população.

Articulação pelo Semiárido (ASA)

A construção de cisternas que acumulem a água da chuva captada nos telhados, estocando-a para os períodos de estiagem, é uma solução simples e relativamente barata. Esse é o objetivo a ser atingido em cinco anos pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), coordenado pela Articulação do Semi-Árido (ASA), uma coalizão de mais de 750 entidades e organizações da sociedade civil de 11 estados - Igrejas Católica e Evangélica, ONGs de

desenvolvimento e ambientalistas, associações de trabalhadores rurais e urbanos, associações comunitárias, sindicatos e federações de trabalhadores rurais, movimentos sociais, organismos de cooperação nacionais e internacionais, públicos e privados.

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

Cada cisterna tem capacidade de armazenar 16 mil litros de água. Essa água é captada das chuvas, através de calhas instaladas nos telhados. Com a cisterna, cada família fica independente, autônoma e com a liberdade de escolher seus próprios gestores públicos, buscar e conhecer outras técnicas de convivência com o Semi-Árido e com mais saúde.

A cisterna é construída por pedreiros das próprias localidades, formados e capacitados pelo P1MC e, pelas próprias famílias, que executam os serviços gerais de escavação, aquisição e fornecimento da areia e da água. Os pedreiros são remunerados e a contribuição das famílias nos trabalhos de construção se caracteriza com a contrapartida no processo. De uma maneira geral a água tem previsão para durar, aproximadamente, oito meses.

O programa de construção de cisternas reforça o processo de organização da sociedade civil. Para ser incluído no programa, o município precisa ter Fórum Popular de Políticas Públicas ou Fórum de Orçamento Participativo, o que tem contribuído para a criação ou reativação de instâncias de participação da sociedade civil. O **Quadro 11.17** mostra as cisternas construídas na bacia do Coreaú até março de 2010.

Quadro 11.17. Cisternas construídas pela ASA nos municípios da Bacia do Coreaú

Município	N. de Cisternas
Bela Cruz	470
Barroquinha	106
Chaval	168
Coreaú	173
Frecheirinha	148
Granja	553
Ibiapina	203
Marco	409
Morrinhos	466
Mucambo	185
Senador Sá	154
Sobral	459
Tianguá	224
Ubajara	206
Uruoca	149
Viçosa do Ceará	521

Fonte: ASA (março/2010)

Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA)

O Programa de Cisternas da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA) em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) já instalou, desde o início de 2007, 16.000 reservatórios em todas as regiões do sertão cearense. No território da Bacia do Coreaú, já foram beneficiados 05 municípios, como mostra o Quadro **11.18**

Quadro 11.18. Cisternas construídas pela SDA nos municípios da Bacia do Coreaú

Município	N. de Cisternas
Ibiapina	100
Coreaú	200
Frecheirinha	300
Mucambo	200
Sobral	400
Total	**1.120**

Fonte: SDA (março/2010)

11.7. Principais instituições da bacia

O **Quadro 11.19** apresenta a relação das principais instituições com alguma ligação com os recursos hídricos encontradas na Bacia do Coreaú.

Quadro 11.19. Principais instituições com alguma ligação com os recursos hídricos encontradas na Bacia do Coreaú

Município	Município	Endereço
EMBRAPA Caprinos e Ovinos	Sobral-CE	Estrada Sobral/Groaíras, km 04 Caixa Postal 145 CEP 62010-970 Telefone: (88) 3112-7400 - Fax: (88) 3112-7455
CPMA	Sobral-CE	Rua Cel. Frederico Gomes, 1030 - Centro
Instituto Federal do Ceará Campus Sobral	Sobral – CE	Av. Dr. Guarani, 317, Derby Clube Cep: 62040-730
Instituto Federal do Ceará Campus Acaraú	Acaraú	Av. Desembargador Armando de Sales Louzada, s/n CEP- 65580-000 - Campo de Aviação – Acaraú – Ceará Fone: (085) 8635.0872
IBAMA	Sobral –CE	Rua Juca Parente, 2555, Bairro do Junco 62.100-000
Universidade Estadual Vale do Acaraú	Sobral-CE	Av. da Universidade, 850 - Campus da Betânia CEP. 62.040-370 - Sobral - Ceará
Instituto Chico Mendes	Viçosa do Ceará	Rod. Confiança, 187 Sítio Ingá-Zona Rural Cep.: 62.300-000
UFC	Campus - Sobral	Endereço: Av. Dr. Guarany, 317 - Derby - CEP 62040-370 - Sobral - CE Fone: (88) 3613 2829 Página na Internet: www.campussobral.ufc.br

Continua...

Continuação...

Município	Município	Endereço
Agência da Capitania dos Portos do Est do Ceará em Camocim	Camocim	Rua Dr João Thomé, 113 Centro - Camocim - CE - CEP: 62400-000
EMATERCE-Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará	Granja	Rua Conrado do Porto, s/n Centro - Granja - CE - CEP: 62430-000
EMATERCE-Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará	Coreaú	Rua Mariano Lopes, s/n Centro - Coreaú - CE - CEP: 62160-000
EMATERCE-Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará	Acaraú	Rua Floriano Peixoto, 1 Centro - Acaraú - CE - CEP: 62580-000
EMATERCE-Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará	Marco	Pc Rodrigues Bastos, 33 Centro - Marco - CE - CEP: 62560-000
EMATERCE-Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Ceará	Sobral	Av John Sanford, 3055 Junco - Sobral - CE - CEP: 62030-000
Banco do Nordeste do Brasil S/A	Granja	Rua Pessoa Anta, 432 Centro - Granja - CE - CEP: 62430-000
Banco do Nordeste do Brasil S/A	Tianguá	Rua Dep Manuel Francisco, 453 Centro - Tianguá - CE - CEP: 62320-000
Banco do Nordeste do Brasil S/A	Sobral	Rua Cel José Sabóia, 326 Centro - Sobral - CE - CEP: 62011-040
ICMBIO - Unidade Parque Nacional de Ubajara	Ubajara	RODOVIA DA CONFIANÇA-CE 187, ZONA RURAL Bairro: Município: UBAJARA UF: CE CEP: 62350000
ICMBIO - Unidade Parque Nacional de Jericoacoara	Jijoca de Jericoacoara	Endereço: RUA DA PRAIA MALHADA, S/N° Bairro: CENTRO Município: JIJOCA DE JERICOACOARA UF: CE CEP: 62598000
Fundação Instit Bras de Geografia e Estatística IBGE-Ag de Sobral	Sobral	Rua Cel Estanislau Frota, 316 Centro - Sobral - CE - CEP: 62010-560
Fundação Instit Bras de Geografia e Estatística IBGE-Ag de Tianguá	Tianguá	Rua Da Madalena Nunes, s/n ats Centro - Tianguá - CE - CEP: 62320-000
CVT Acaraú	Acaraú	Av. José Giffoni da Silveira, Nº 1000, Rodagem CEP.: 62580-000 Acaraú-CE
CVT Granja	Granja	Praça Coronel Luís Felipe, S/N, Centro Cep.: 62.430-000
CVT de Viçosa do Ceará	Viçosa do Ceará	Rua Felipe Camarão, Nº 3 - Centro - Viçosa do Ceará
SESC	Sobral – Unidade Centro	Praça Dep. Francisco Ponte, Nº902 Centro – Sobral –CE , CEP.: 62010-190

Continua...

Continuação...

Município	Município	Endereço
SESC	Sobral – Unidade Junco	Rua Clotário Aguiar Araújo, Nº 86 – Junco, Sobral-CE CEP.: 62030-190
SESC	Sobral Educar SESC– Escola Renato Aragão	Rua Dom Lourenço, Nº 855 Junco- Sobral-CE CEP.: 62030-190
ADAGRI - Sobral	UNIDADE LOCAL/REGIONAL DE SOBRAL	Endereço: Av. John Sanford, nº 1649, Bairro Junco CEP 62.030-501
ADAGRI - Tianguá	UNIDADE LOCAL DE TIANGUÁ	Endereço: Rua Profº João Rodolfo Pessoa, Nº 1477, Bairro Planalto CEP:62.320-000
ADAGRI - Marco	UNIDADE LOCAL DE MARCO	Endereço: Rua Deputado Francisco Monte Nº 433, Bairro Centro CEP 62.560-000
Companhia de Polícia Militar Ambiental - CPMA	Sobral	
CAGECE	Acaraú	Rua Vigário Xavier S/Nº; Bairro Outra Banda; CEP 62.580-000
CAGECE	Alcântaras	Rua Raimundo Laureano, N° 769 - C-06; Bairro Centro; CEP 62.120-000
CAGECE	Barroquinha	Rua Ouvidor, 1015; Bairro Centro; CEP 62.410-000
CAGECE	Bela Cruz	Rua Francisco das Chagas Silveira, 123; Bairro Centro; CEP 62.570-000
CAGECE	Betânia - Ibiapina	Av. Dep. Fernando Melo, 398; Bairro Centro; CEP 62.360-000
CAGECE	Canastra - Tianguá	Av. Pref. Joaquim Jacques Nunes, 1596; Bairro Centro; CEP 62.320-000
CAGECE	Chaval	Rua José Romão Rios, S/N; Bairro Centro; CEP 62.420-000
CAGECE	Coreaú	Av. Antônio Cristino de Menezes, S/Nº; Bairro Centro; CEP 62.160-000
CAGECE	Cruz	Rua Ver. Mundico Martins, 1562; Bairro Centro; CEP 62.595-000
CAGECE	Frecheirinha	Rua Ten. Eufrásio, S/N; Bairro Centro; CEP 62.340-000
CAGECE	Sobral (Distrito de Jaibaras)	Rua 07 de Setembro, 84; Bairro Centro; CEP 62.107-000
CAGECE	Massapê (Ipaguassu Mirim)	Rua Amadeu Albuquerque, 395; Bairro Centro; CEP 62.140-000
CAGECE	Jericoacoara	Rua da Matriz, S/N; Bairro Centro; CEP 62.598-000
CAGECE	Jijoca de Jericoacoara	Rua SANTA LUZIA, 252; Bairro Centro; CEP 62.590-000

Continua...

Continuação...

Município	Município	Endereço
CAGECE	Marco	Rua 22 de Novembro, S/N; Bairro Centro; CEP 62.560-000
CAGECE	Martinópole	Av. Capitão Brito, 1004; Bairro Centro; CEP 62.450-000
CAGECE	Meruoca	Av. Pedro Sampaio, 156; Bairro Centro; CEP 62.130-000
CAGECE	Moraújo	Rua José Leão, S/N; Bairro Centro; CEP 62.480-000
CAGECE	Mucambo	Rua Ag. José Alves, 417; Bairro Centro; CEP 62.170-000
CAGECE	Viçosa do Ceará (Quatiguaba)	Av. Felizardo de Pinho Pessoa, 286; Bairro Centro; CEP 62.300-000
CAGECE	Reriutaba	Rua Prof. RAIMUNDO GOMES, S/N; Bairro Centro; CEP 62.260-000
CAGECE	Senador Sá	RUA 23 DE AGOSTO, S/N; Bairro Centro; CEP 62.470-000
CAGECE	Sobral	Rua Tabelião Idelfonso Cavalcante 619; Bairro Centro; CEP 62.020-000
CAGECE	Tamboril	Praça da Bandeira, 27; Bairro Centro; CEP 63.750-000
CAGECE	Tianguá	Av. Prefeito Jacques Nunes, 1596; Bairro Centro; CEP 62.320-000
CAGECE	Ubajara	Avenida Mons. Gonçalo Eufrásio, SN; Bairro Centro; CEP 62.350-000
CAGECE	Ubaúna (Coreaú)	Rua do Comercio, S/N; Bairro Centro; CEP 62.168-000
CAGECE	Uruoca	Rua Benevides Moreira, 60; Bairro Centro; CEP 62.460-000
CAGECE	Ibicuitinga (Viçosa)	Rua Samuel Ferreira Nobre, 2227; Bairro Centro; CEP 62.955-000
CAGECE	Viçosa do Ceará	Av. Felizardo de Pinho Pessoa, 286; Bairro Centro; CEP 62.300-000
SISAR	Sobral	Av John Sanford, 1994 , Bairro Junco, *Sobral*, CE
COGERH	Sobral	Av. Jonh Sanford, 1649 - Junco
SEBRAE	Tianguá	Rue Teófilo Ramos, 645 - Centro - CEP: 63.320-000
SEBRAE	Sobral	Av. Dr. Guarani,1059 – Boulevard do Arco – Centro, CEP: 62.010-300
SEBRAE	Camocim	Endereço: Rua Santos Dumont, 1445 – Altos – CEP: 62.400-000 – Camocim-CE – Sede CDL
SEMACE – APA da Lagoa da Jijoca	Jijoca de Jericoacoara	Não tem escritório
SEMACE – Parque das Carnaúbas	Granja e Viçosa do Ceará	Não tem escritório

Continua...

Continuação...

Município	Município	Endereço
CHESF	Sobral	Sit Sta Inês, s/n km 227 Sumaré - Sobral - CE - CEP: 62100-000
UVA – Campus Camocim	Camocim	Rua Santos Dumont, 451 Centro - Camocim - CE - CEP: 62400-000
UVA – Campus Acaraú	Acaraú	Rod CE 161, s/n km 14 Centro - Acaraú - CE - CEP: 62580-000
SAAE Camocim	Camocim	Rua D Pedro II, 144 Cruzeiro - Camocim - CE - CEP: 62400-000 Rua D Pedro II, 70 Cruzeiro - Camocim - CE - CEP: 62400-000
SAAE – Granja	Granja	Rua Sergipe, s/n Centro - Granja - CE - CEP: 62430-000
SAAE-Sobral	Sobral	Rua Caubi Vasconcelos, 1349 Dom Expedito - Sobral - CE - CEP: 62050-200 SAAE – Sobral Rua Dr Monte, 517 Centro - Sobral - CE - CEP: 62011-200
CREDE 06	Sobral	Av.Dr José Euclides Ferreira Gomes, s/n - Colinas, Sobral/Ce
CREDE 04	Camocim	Travessa Dr. João Tomé, s/n - Centro, Camocim/Ce
Crede 05	Tianguá	Av. Prefeito Jaques Nunes, s/n - Centro, Tianguá/Ce
CREDE 03	Acaraú	Av. Endereço, nº - Bairro - Acaraú/Ce CEP: 62880-000
Autarquia Municipal de Meio Ambiente – AMMA	Sobral	Rua Gerardo Rangel, 285 Derby Clube - Sobral - CE - CEP: 62041-999
11ª. CRES. – Célula Regional da Saúde	Sobral	AV JOHN SANFORD, 2239, JUNCO. CEP: 62030-000
3º Pelotão da Companhia de Policia Militar Ambiental - CPMA	Sobral	
Secretaria de Saúde do Estado	Camocim	Rua Sen Jaguaribe, s/n Centro - Camocim - CE - CEP: 62400-000
Secretaria de Saúde do Estado	Sobral	Av D José Tupinambá Frota, 419 Centro - Sobral - CE - CEP: 62010-290
FUNASA	Sobral	Rua Finlândia, S/Nº Parque Alvorada CEP.: 62041-240
CERES 12 - ACARAU	Acaraú	RUA CAPITÃO DIOGO LOPES, 233, CENTRO. CEP: 62580-000
CERES 13 - TIANGUA	Tianguá	RODOVIA CE-187, KM 02, FRECHEIRAS. Tianguá CEP: 62320-000
CERES 16 - CAMOCIM	Camocim	

Fonte: COGERH (Gerência Regional - Acaraú e Coreaú)

12. LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A BACIA DO COREAÚ

12. LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A BACIA DO COREAÚ

12.1. Introdução

As preocupações com o meio ambiente levaram a debates e inovações nas últimas décadas. Expressões como *sustentabilidade* passaram a fazer parte do dia-a-dia das pessoas e dos meios de comunicação. Todavia, a maneira de abordá-las, de entendê-las e, principalmente, de praticá-las varia de pessoa para pessoa, e mesmo de local para local. Apesar das diferenças de entendimento, há algo novo nascendo na sociedade: a aceitação da necessidade de uma nova forma de abordar o problema e da adoção de políticas para tratar da *sustentabilidade*.

Sustentabilidade é um conceito filosófico, e não um estado definido. Critérios baseados na sustentabilidade forçam os gestores a, agindo como sociedade, considerar horizontes de planejamento de longo prazo, assim como também considerar o tempo presente. A tomada de decisão a cerca de ações a serem implementadas hoje, para satisfazer necessidades e aspirações atuais, deve ser baseada não apenas nos benefícios que as mesmas trarão hoje, mas também em como elas irão impactar as gerações futuras na satisfação de suas próprias necessidades e aspirações. A consideração dos impactos de longo prazo das decisões tomadas no presente, sobre as futuras gerações, é a essência do *desenvolvimento sustentável*.

O surgimento relativamente recente da palavra sustentabilidade no Século XX recomenda reconhecer-se, na expressão, um significado ainda em construção (D´AGOSTINI e FANTINI, 2005). Alguns conceitos de sustentabilidade, na verdade, chegam até ser incompatíveis entre si (CLAYTON E RADCLIFFE, 1997). Talvez por isso a fragmentação conceitual em sustentabilidade *ecológica*, *social*, *econômica*, *política* e *hídric*a, entre outras. Mas, mesmo que o debate sobre o que sustentabilidade realmente significa esteja ainda inconcluso e questões como “o que deve ser sustentado” permaneçam sem resposta, não se deve desviar o foco da tentativa de se criar sistemas ambientais e hídricos mais sustentáveis.

Vários parâmetros e variáveis têm sido apontados na literatura para inferir o desempenho destes sistemas. São os chamados “indicadores”. Os indicadores possuem duas características decisivas: **quantificam** a informação - assim sua importância, ou não, se torna evidente mais rápida e facilmente - e **simplificam** a informação sobre fenômenos complexos, facilitando sua compreensão (HARMOND et al.,2005). Destaca-se, assim, a importância dos indicadores como ferramentas de gestão e de planejamento. A dificuldade, na verdade, não parece estar em apontar indicadores, mas em agregá-los de maneira adequada em um único parâmetro – o índice – que seja capaz de traduzir numericamente uma situação e apontar, ao tomador de decisão, o sentido da sustentabilidade.

Indicadores e índices fazem, assim, parte de uma pirâmide de informação, cuja base refere-se aos dados brutos, seguida de dados derivados e da análise desses (HAMMOND, 1995). Cada nível da pirâmide corresponde, portanto, a um determinado grau de adensamento das informações. Os dados originais compõem a base, seguidos de um nível superior, onde estão os dados analisados - que resultam em indicadores - e no ápice, aparecerão os índices (TOMASONI, 2006).

12.2. Indicadores e Índices

Etimologicamente, o termo indicador tem suas raízes no verbo latim *indicare*, significando divulgar, indicar, anunciar ou fazer sabido publicamente (Hammond *et al*, 1995). O indicador pode ser entendido como uma medida capaz de resumir informações relevantes de um fenômeno em particular.

Há muita ambigüidade e contradição no que diz respeito ao conceito de um indicador, existindo, na literatura, diversas definições (GALLOPIN,1996). Indicador já foi definido como sendo uma **variável** (Chevalier et al., 1992); uma **medida** que sintetiza informações relevantes sobre um fenômeno particular (McQueen e Noak, 1988); um **parâmetro** (ou um valor derivado de parâmetros) que descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área (OECD, 1993) e uma **medida do comportamento** do sistema em termos de atributos significativos e perceptíveis (Holling *et al*, 1978).

De uma forma geral o indicador é "um sinal". Gallopin (1996) afirma que indicadores são variáveis. É importante perceber que eles não são "valores", como às vezes são chamados. Uma variável é a representação de um atributo (qualidade, característica, propriedade) do sistema, e não o próprio atributo.

O indicador é uma tentativa de mensuração de fenômenos de natureza diversa, cuja função é auxiliar no acompanhamento de realidades mais complexas, sintetizando um conjunto de informações diversas e retendo, apenas, o significado essencial dos aspectos analisados (Hatchuel e Poquet, 1992; Bouni, 1996; Mitchell, 1996).

Beeckman (2006) coloca ainda que os indicadores podem ser utilizados para observação, descrição e avaliação do estado atual do fenômeno, para a montagem de cenários desejados e para a comparação entre os dois. Sendo assim, representam ferramentas importantes de comparação e ordenamento entre realidades diferentes, permitindo a identificação e mensuração das relações observadas entre variáveis ou entre uma variável e uma constante. Quando as relações entre os indicadores e o padrão de respostas dos sistemas são conhecidas, é possível se prever as condições futuras (Marzall e Almeida, 1999). Para a tomada de decisão, no entanto, a sua relevância e significância será função da habilidade do investigador e das limitações e propósitos da investigação.

12.2.1. Principais características de indicadores

Desenvolver bons indicadores não é tarefa fácil, uma vez que envolve a compilação, a sistematização e a consistência dos dados. Segundo Bellen (2005), bons indicadores devem ser:

- Claros e objetivos
- Suficientemente elaborados para impulsionar a ação política;
- Passíveis de compilação sem necessidade excessiva de tempo;
- Condutores, ou seja, devem fornecer informações que conduzam à ação.

Para Harmond *et al*. (2005) os indicadores possuem duas características decisivas:

- Quantificam a informação;

- Simplificam a informação sobre fenômenos complexos, no intuito de auxiliar a comunicação.

Bellen (2007) afirma que os indicadores são importantes no processo de tomada de decisão, sendo úteis no desenvolvimento de políticas. A utilização dessas ferramentas proporciona informação para todas as fases do ciclo do processo decisório, como mostra a **Figura 12.1** e incrementa a efetividade e racionalidade no processo (Moldan e Bilharz, 1997).

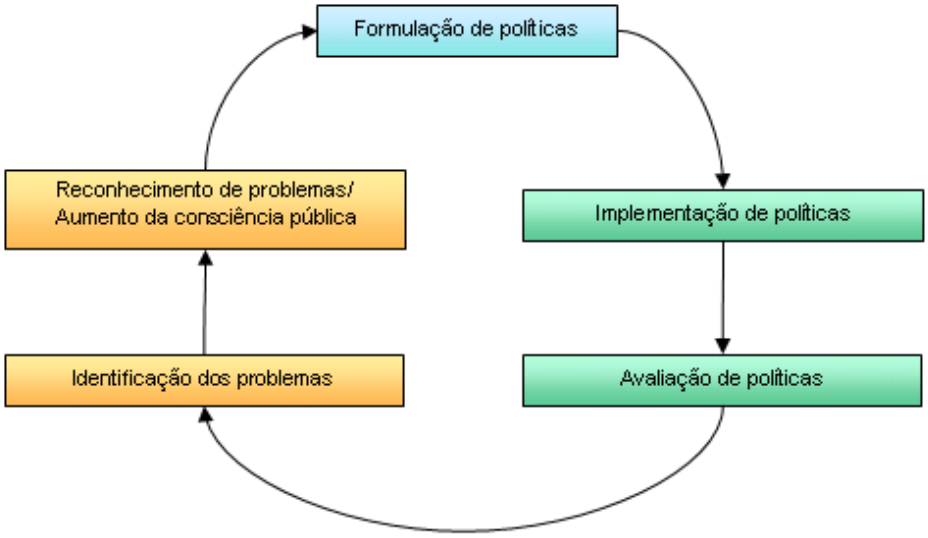


Figura 12.1. Ciclo de tomada de decisão (Adaptada de Moldan e Bilharz, (1997))

12.2.2. Principais funções dos indicadores

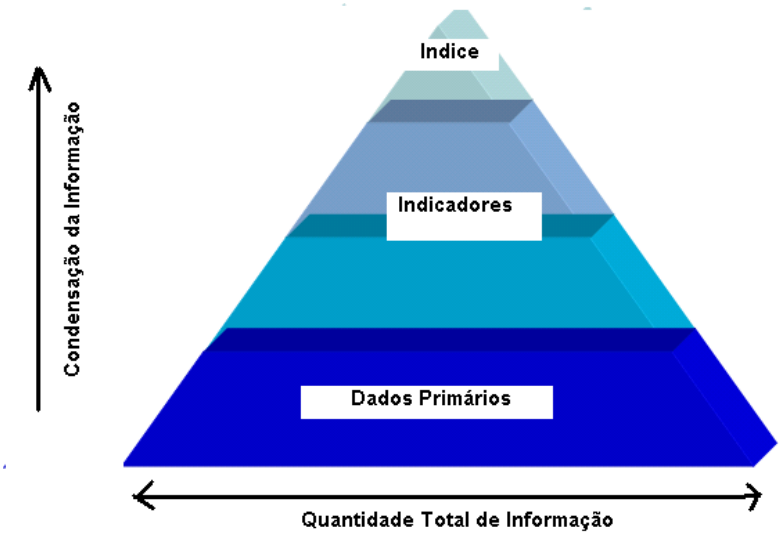
Segundo Bellen (2007), as funções desempenhadas pelos indicadores são:

- **função analítica:** as medidas ajudam a interpretar os dados dentro de um sistema lógico;
- **função de comunicação**: a ferramenta ajuda os decisores a entender o processo, estabelecer metas e avaliar a forma de alcançá-las;
- **função de aviso e mobilização:** os indicadores possibilitam comunicar, publicamente, de maneira fácil, as informações sobre o sistema e portanto ajudam a promover ações de intervenção que se façam necessárias;
- **função de coordenação:** a ferramenta deve agregar dados variados e de diversas instituições. Deve ser viável em termos financeiros e de pessoal, além de possibilitar a população participação e controle.

Já para Tunstall (1994), suas principais funções são:

- avaliação de condições e tendências;
- comparação entre lugares e situações;
- avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos;
- provisão de informações de advertência.;
- antecipação das futuras condições e tendências.

Segundo Hammond (1995), os indicadores e os índices altamente agregados fazem parte de uma pirâmide de informações cuja base refere-se aos dados brutos, seguida de dados derivados do monitoramento e análise desses. Cada nível desta pirâmide corresponde a determinado adensamento das informações, sendo estas decrescentes em quantidade total. Pode-se dizer que os dados originais compõem a base, seguidos de um nível superior, onde estão os dados analisados que resultam em indicadores e no ápice aparecerão os índices, conforme **Figura 12.2**.

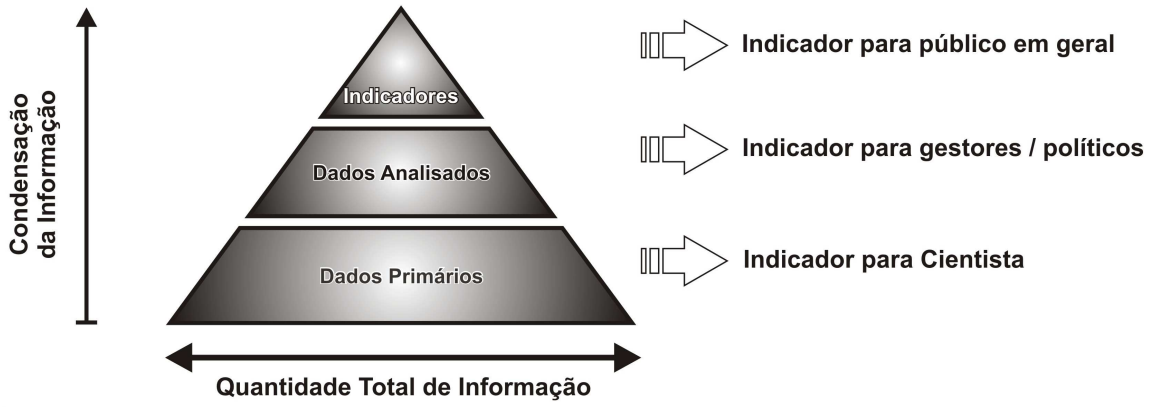


Fonte: Adaptada de Tomasoni (2006)

Figura 12.2. Pirâmide da informação

Desta forma, deve-se compreender que as variáveis de um índice, chamadas indicadores, compreendem os dados (ou valores de saída de um conjunto de dados) e são utilizadas para simplificar, quantificar, comunicar e ordenar dados complexos, produzindo informações de tal forma que decisores políticos e o público possam ser capazes de entendê-las e relacioná-las.

A **Figura 12.3** apresenta a pirâmide de informação com cada nível de informação associada a seu público alvo – cientistas, gestores/políticos e público em geral.



Fonte: WRI, 1995 *apud* Shields *et al.* (2002)

Figura 12.3. Pirâmide de informação associada ao tipo de utilizador

12.3. Modelos Conceituais de Indicadores

Os indicadores têm sido estruturados em modelos conceituais, desenvolvidos a partir da década de 1980, que os organizam em categorias que se inter-relacionam: Força-Motriz (ou atividades humanas), Pressão, Estado, Impacto, Resposta e Efeito (**Quadro 12.1**).

Quadro 12.1. Modelos conceituais e sua estrutura de relacionamento

CATEGORIAS	MODELO				
	PER	**FER**	**FPEIR**	**PEIR**	**PEER**
Força motriz		F	F		
Pressão	P		P	P	P
Estado	E	E	E	E	E
Impacto			I	I	
Resposta	R	R	R	R	R
Efeito					E

Fonte: OECD (1993), CSD (2001), EEA (1999), PNUMA (2002), USEPA (*),
(*) http://www.epa.gov/indicators/

12.3.1. Estrutura Pressão - Estado - Resposta (PER)

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE criou, então, grupos de trabalho em revisão de desempenho ambiental e em estado do meio ambiente e publicou, em 1993, baseada no conceito de causalidade: "as atividades antrópicas exercem pressão sobre o meio ambiente e muda o estado da qualidade e quantidade dos recursos naturais. Logo, a sociedade dá resposta a estas mudanças através de políticas ambientais, econômicas e setoriais".

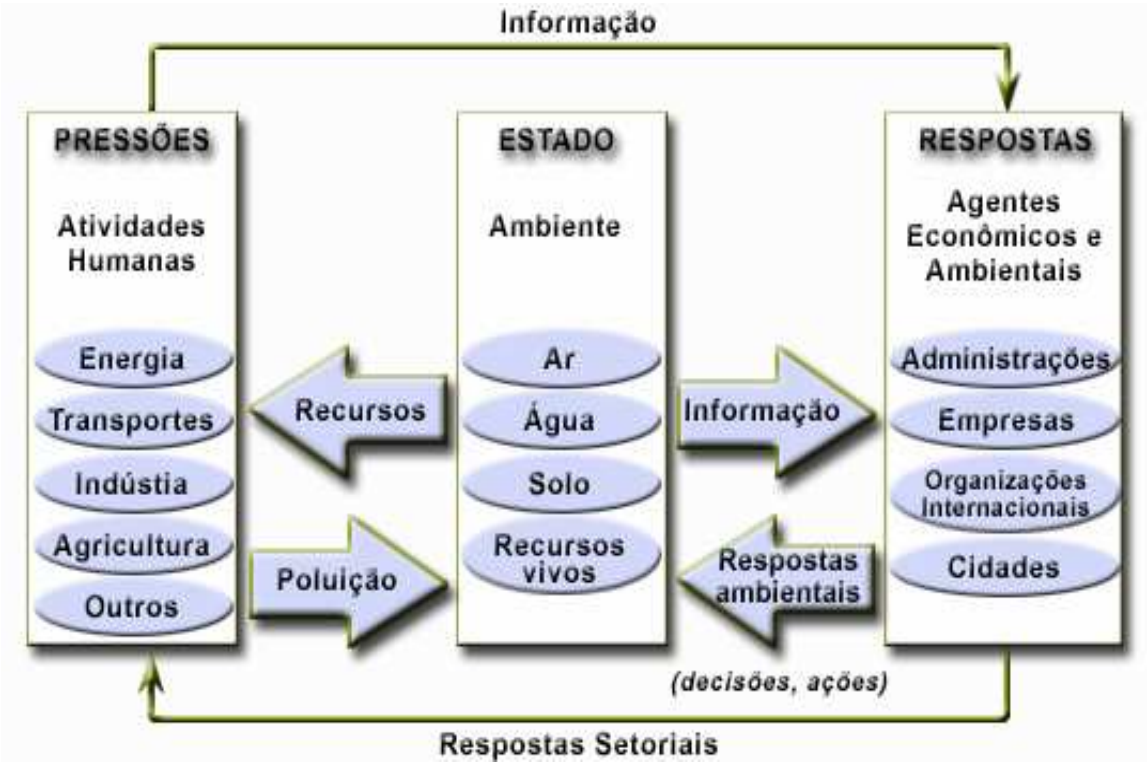
Este documento apresenta quatro grandes grupos de aplicação dos indicadores ambientais:

- avaliação do funcionamento dos sistemas ambientais
- integração das preocupações ambientais nas políticas setoriais
- contabilidade ambiental
- avaliação do estado do ambiente.

E propõe ainda a sistematização dos indicadores ambientais no modelo "PER" (Pressão-Estado-Resposta), originalmente proposto pelo governo canadense, baseado em três grupos chaves de indicadores:

- Indicadores de Pressão: indicam as pressões sobre os sistemas ambientais, de emissão de contaminantes; de eficiência tecnológica; de intervenção no território; e de impacto ambiental.
- Indicadores de Estado: refletem a qualidade do ambiente num dado espaço-tempo, quanto à sensibilidade, ao risco e à qualidade ambiental.
- Indicadores de Resposta: avaliam as respostas da sociedade às alterações e preocupações ambientais e à adesão a programas e/ou à implementação de medidas em prol do ambiente.

A estrutura P-E-R, representada na **Figura 12.4**, auxilia em gerar conjuntos de indicadores e organizá-los para cada temática.



Fonte: OECD (1993)

Figura 12.4. Estrutura Pressão - Estado - Resposta (P-E-R)

Estes procedimento e análises possibilitam construir uma matriz de indicadores. Neste processo, o uso dos indicadores é associado a 4 (quatro) finalidades:

a) Medição do desempenho ambiental,

b) Integração das preocupações ambientais nas políticas setoriais,

c) Integração nas tomadas de decisões econômicas e ambientais,

d) Informação sobre o estado do meio ambiente.

A estrutura P-E-R tem sido adotada pela OECD (1993) e amplamente aceita por vários programas ligados ao desenvolvimento sustentável, entre os quais o Banco Mundial e a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, entre outros.

Outros programas preferem utilizar variantes da estrutura P-E-R:

- Força motriz - Estado - Resposta (F-E-R) – utilizada pelo Banco Mundial (WORLD BANK, 1995),
- Pressão - Estado - Impacto/efeito - Resposta (P-E-I/E-R) utilizada pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (WINOGRAD *et al*., 1996), e
- Força motriz - Pressão - Estado - Impacto - Resposta (F-P-E-I-R) - utilizada por Jesinghaus (1998), *Livestock and Environment Toolbox* (LET, 2002).

12.3.2. Estrutura Força Motriz - Estado - Resposta (F-E-R)

A substituição da categoria pressão na estrutura P-E-R pela categoria força motriz foi motivada para contemplar, além dos aspectos ambientais, os aspectos do subsistema humano - social (GALLOPÍN, 1997). Desta maneira, são incluídos os aspectos econômicos, sociais e institucionais do desenvolvimento sustentável (RIGBY et al., 2000). A extensão deste enfoque, para todos os aspectos do desenvolvimento sustentável (social, econômico, ambiental e institucional), é justificada, particularmente, em países em desenvolvimento, nos quais, é importante o equilíbrio entre os aspectos econômicos e ambientais (GALLOPÍN,1997).

Um aspecto da estrutura F-E-R que o distingue PER, é que não é assumida nenhuma causalidade entre indicadores em cada um das categorias. A categoria da força motriz impacta o meio ambiente, positiva como negativamente. Isto não é o caso para a categoria de pressão (MORTENSEN, 1997). Assim, os indicadores de "força motriz representam atividades antrópicas, processos e padrões que têm um impacto sobre o desenvolvimento sustentável" (MORTENSEN, 1997).

12.3.3. Estrutura Pressão - Estado – Efeito – Resposta (PEER)

A Agência Norte-americana de Proteção ao Ambiente – EPA elaborou proposta de modificações ao modelo “PER”, acrescentando a categoria EFEITOS, que seriam as relações entre as variáveis anteriores, e que também podem ser compreendidos como os IMPACTOS causados ao meio ambiente.

A estrutura Pressão-Estado-Efeito-Resposta (WINOGRAD *et al*., 1996) contempla as seguintes categorias de indicadores:

- Os relacionados com as causas diretas ou indiretas do problema (pressão sobre o meio ambiente),
- Os relacionados com a qualidade do meio ambiente (condição ou estado do meio ambiente),
- Os relacionados com os efeitos das atividades antrópicas sobre o meio ambiente e vice – versa,
- Os relacionados com as ações que a sociedade responde, adicionalmente,
- Os indicadores prospectivos de previsão em função de cenários alternativos.

Desta maneira, esta estrutura enfatiza e acrescenta a categoria “impacto/efeito”, não considerada na estrutura P-E-R. Em termos gerais, a categoria “efeito” permite analisar melhor a cadeia causal nas inter-relações entre sociedade e natureza, envolvendo, por exemplo, ecossistemas, funções ecológicas, além da sociedade e a população (**Figura 12.5**).

Fonte: USEPA

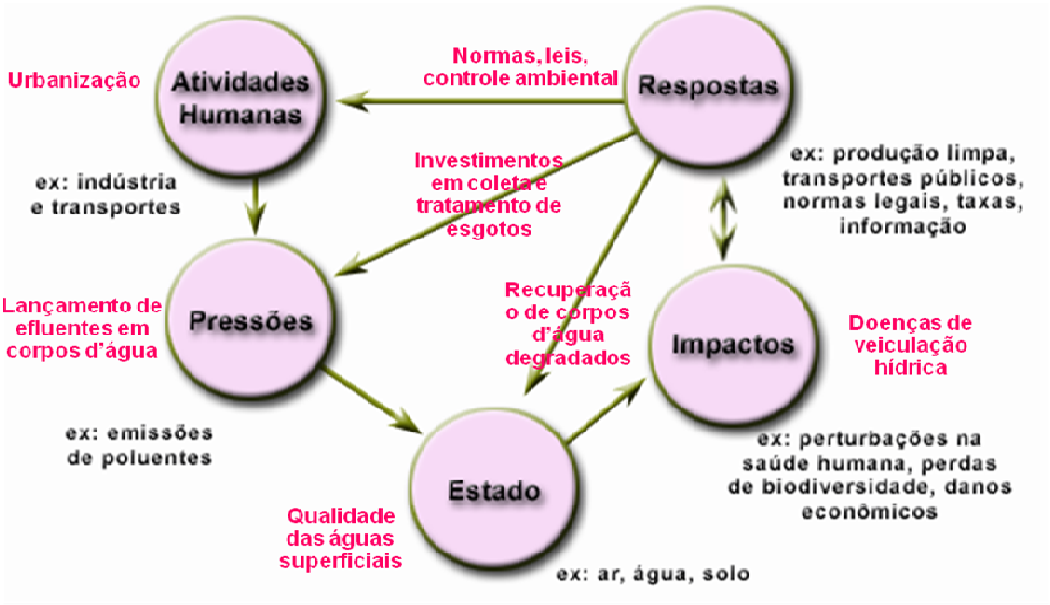
Figura 12.5. Estrutura Pressão - Estado – Efeito - Resposta (P-E-E-R)

12.3.4. Estrutura Força Motriz - Pressão - Estado - Impacto – Resposta (FPEIR)

Usado pela European Environment Agency (EEA) na elaboração de seus relatórios de Avaliação do Ambiente Europeu, inclusive para avaliação dos recursos hídricos.

Com o propósito de descrever melhor a cadeia de causalidade, alguns autores formularam a estrutura Força Motriz - Pressão - Estado - Impacto - Resposta (F-P-E-I-R) que inclui as estruturas P-E-R e F-E-R como casos especiais (JESINGHAUS, 1998), além da estrutura P-E-I/E-R.

Esta estrutura denominada Força-Motriz (ou atividades humanas) – Pressão – Estado – Impacto – Resposta (FPEIR) ou, em inglês, Driving Force – Pressure – State – Impact - Response (DPSIR), **Figuras 12.6 e 12.7**, cuja filosofia geral é dirigida para analisar problemas ambientais. Considera que a Força-Motriz, isto é as atividades humanas (Urbanização e Industrialização), produzem Pressões no meio ambiente que podem afetar seu Estado, o qual, por sua vez, poderá acarretar Impactos na saúde humana e nos ecossistemas, levando à sociedade (Poder Público, população em geral, organizações, etc) emitir Respostas por meio de medidas. As quais podem ser direcionadas a qualquer compartimento do sistema, isto é, a resposta pode ser direcionada para a Força-Motriz, a Pressão, o Estado ou para os Impactos.



Fonte: EEA

Figura 12.6. Relacionamento de indicadores no modelo FPEIR

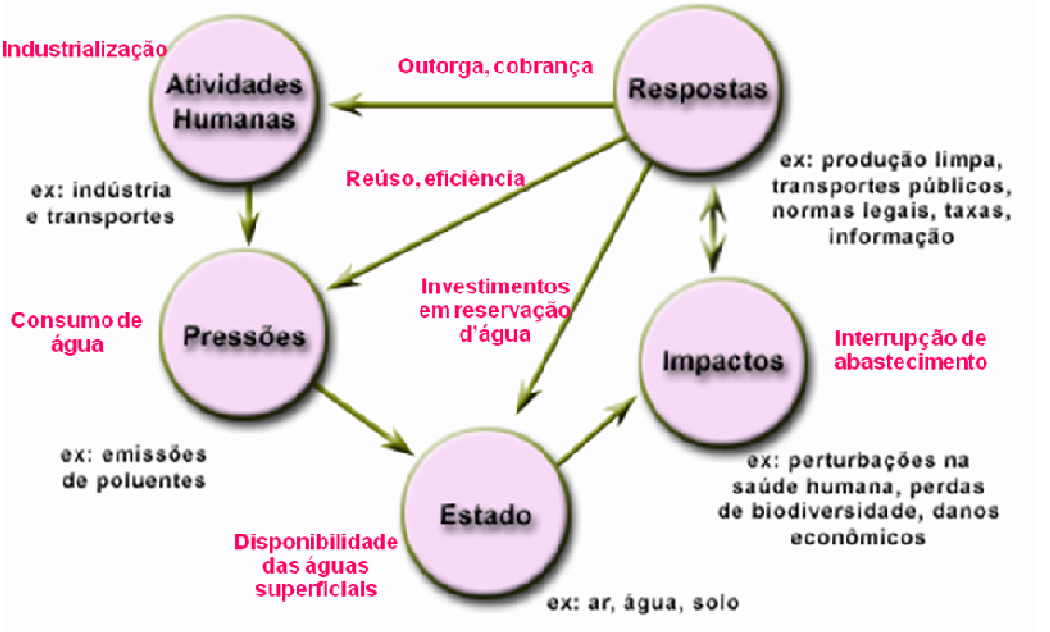


Figura 12.7. Relacionamento de indicadores no modelo FPEIR para a Industrialização

12.3.5. Estrutura Pressão - Estado - Impacto – Resposta (PEIR)

O Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente - PNUMA - elaborou, em 2002, o relatório GEO – 3 (Global Environment Outlook) que trata das perspectivas para o meio ambiente mundial e, em seu capítulo sobre áreas urbanas, conclui que muitos dos problemas ambientais urbanos resultam de administrações ineficazes, de planejamentos deficientes e da ausência de políticas públicas coerentes. E nesse sentido, considera a necessidade da gestão estar fundamentada em bases participativas, democráticas e pluralistas, caso contrário, o

desenvolvimento ambientalmente sustentável não estará garantido, independentemente da existência de recursos de toda ordem.

Usado pelo PNUMA/ONU na elaboração de suas atividades, foram identificados no modelo, **Figura 12.8.**

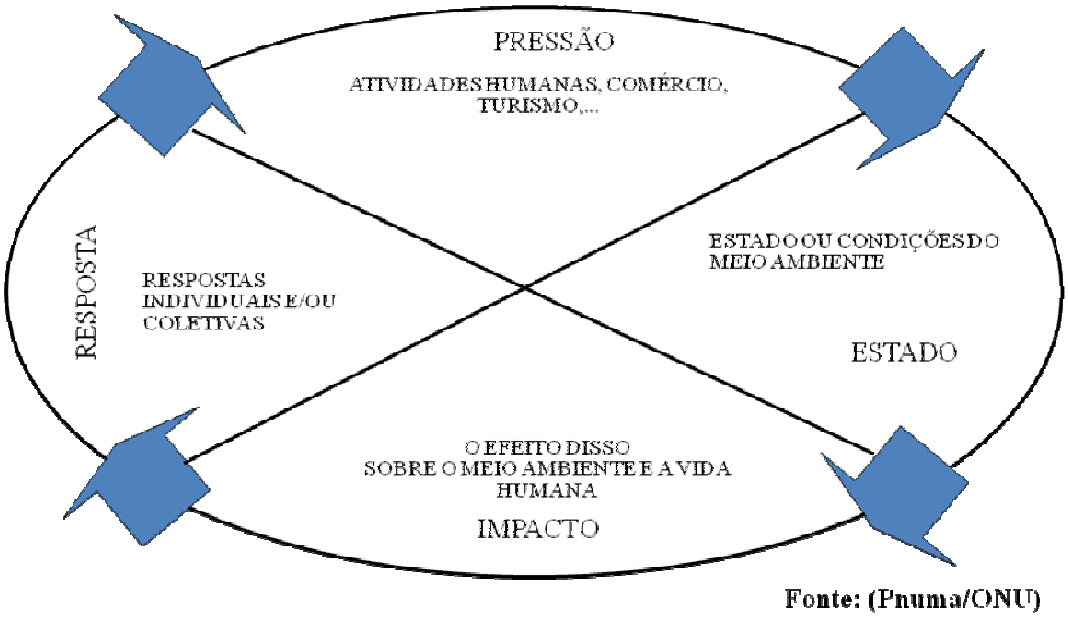


Figura 12.8. Modelo de Indicador PEIR elaborado pelo PNUMA/ONU

Com o propósito de descrever melhor a cadeia de causalidade, alguns autores formularam a estrutura Força Motriz - Pressão - Estado - Impacto - Resposta (F-P-E-I-R) que inclui as estruturas P-E-R e F-E-R como casos especiais (JESINGHAUS, 1998), além da estrutura P-E-I/E-R.

Esta estrutura conceitual é amplamente utilizada pela sua simplicidade, facilidade no uso e a sua possibilidade de ser aplicada em níveis, escalas e das atividades antrópicas (WINOGRAD et al, 1996). É uma estrutura bastante consistente, bem definida, clara quanto ao que se quer, determinando bem as perguntas. A divisão dentro destes três aspectos (pressão, estado e resposta) permite determinar os pontos onde se deve ter maior preocupação (MARZALL, 1999).

A estrutura P-E-R e suas variantes, não se enquadra dentro o enfoque sistêmico. "A interação da qual fala, na realidade, considera a lógica linear, avaliando o problema (efeito) em função da sua causa, e a partir dessa, a busca da solução. São, portanto, os elementos (causa e efeito), não sua interação" (MARZALL, 1999).

12.4. Parâmetros e Indicadores

12.4.1. Indicadores de Gestão de Recursos Hídricos

A publicação Reflexões & Dicas, 2005, da WWF, propõe trinta e dois indicadores para a gestão dos recursos hídricos. Estes indicadores são agrupados em amplos temas; implementação, funcionamento, instrumentos de gestão, articulação institucional e

comunicação. Para cada tema são apontados alguns indicadores e as suas respectivas descrições, justificativas, fontes e sugestões de coleta. Os 32 (trinta e dois) indicadores propostos são os seguintes:

- Número de Comitê de bacia criado e em funcionamento;
- Percentual de organismos de bacia em funcionamento em relação aos que já foram criados;
- Montante de recursos financeiros aplicados em gestão de recursos hídricos/Km²/bacia hidrográfica/habitante;
- Número de funcionários públicos (efetivos) do órgão gestor dos recursos hídricos/km² em atuação na bacia hidrográfica;
- Existência de suporte para funcionamento do comitê;
- Existência de dotação orçamentária para apoio aos comitês de bacia;
- Número de conflitos de uso mediados em relação ao total de conflitos identificados/CBH e conselho/bacia hidrográfica;
- Número de deliberações dos CBH e conselhos implementadas/número de deliberações aprovadas;
- Número de atores envolvidos/segmentos e categoria/processos;
- Número de inscritos/segmento no processo eleitoral dos CBH e conselhos/vagas;
- Índice de satisfação dos atores envolvidos/processo;
- Presença do legislativo, judiciário e ministério público em instâncias colegiadas dos entes dos sistemas;
- Porcentagem de renovação de membros e direção nos CBH e conselhos;
- Número de outorgas emitidas/usuários totais/bacia hidrográfica;
- Estágio do processo de planejamento;
- Estágio do plano de bacia;
- Porcentagem de ações dos comitês orientadas pelo plano;
- Estágio do enquadramento;
- Estágio do sistema de informações/banco de dados;
- Existência de cadastro atualizado de usuários de água;
- Estágio da cobrança pelo uso da água;
- Relação do valor arrecadado/valor estimado;
- Grau de aplicação porcentual do dinheiro arrecado na bacia;
- Número de programas e convênios integrados e implementados/UF/bacia e número de instituições envolvidas e valores;
- Número de convênios, número de termos de cooperação firmados e outros arranjos entre órgãos setoriais/uf/bacias;
- Número de pactos ou convênios de integração efetivados/bacia/UF;
- Número de deliberações conjuntas estabelecidas entre sistemas;

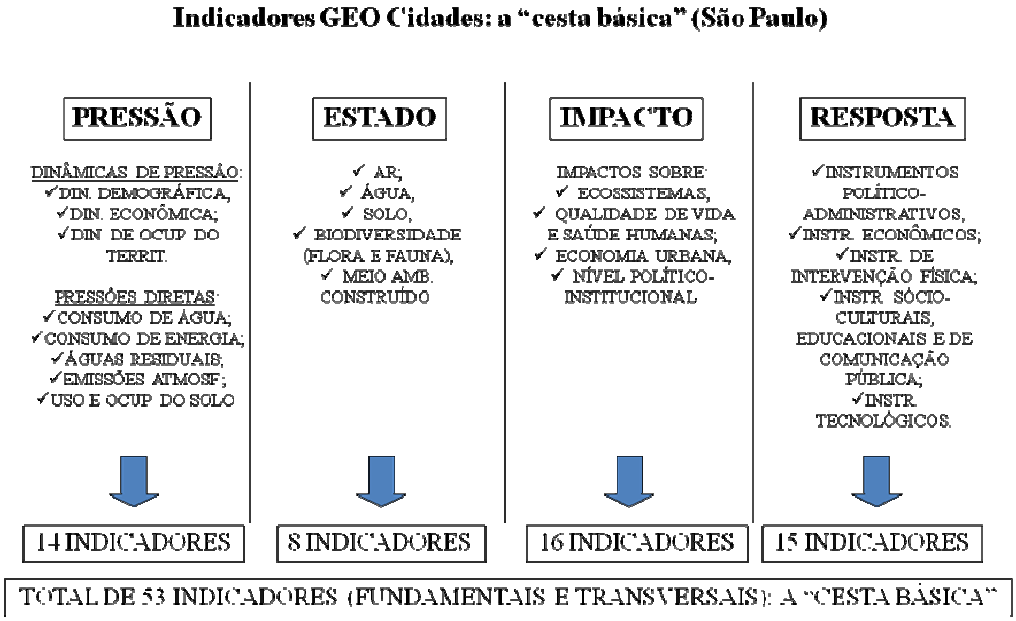
- Existência de ferramenta de comunicação e divulgação (boletim eletrônico/papel, site, publicações e folheteria);
- Existência de um responsável (capacitado) pela comunicação;
- Citação na mídia (tv, rádio, jornal) não paga/ano;
- Visitas aos sítios eletrônicos/ano;
- Uso de linguagens diversificadas para comunicação dos conceitos básicos do sistema.

12.4.2. Geo Cidades - São Paulo

Os critérios para seleção de indicadores e baseados no modelo PEIR – GEO Cidades, o Estado de São Paulo, adotou as seguintes situações:

- Relevância política/utilidade à gestão ambiental
- Consistência analítica
- Mensurabilidade
- Fácil compreensão
- Confiabilidade (fontes oficiais)
- Disponibilidade e manutenção
- Caráter desafiador (perspectiva futura)

O Estado de São Paulo adotou 53 (cinqüenta e três) indicadores, na **Figura 12.9** são apresentadas as dinâmicas utilizadas.



Fonte: IPT

Figura 12.9. Indicadores de São Paulo tendo como modelo de Indicador PEIR

12.4.3. Geo Cidades – Ceará (Proposta)

Baseados nas pesquisas bibliográficas e visitas de campo realizadas, inclusive participação das discussões com comitês de bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, a proposta para o Estado do Ceará classificada em cinco etapas de realização do desenvolvimento (GEO Cidades), contendo uma lista preliminar de 68 (sessenta e oito) indicadores, conforme apresentado no **Quadro 12.2**.

Quadro 12.2. Proposta de Indicadores do Estado do Ceará, baseado no Modelo PEIR

INDICADORES DE PRESSÃO (16)	
DINÂMICA DEMOGRÁFICA E SOCIAL	Crescimento e densidade populacional
	Índice de desigualdade de renda (gini)
	Índice de desenvolvimento Humano municipal - IDH-m
DINÂMICA DE OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO	Assentamentos autorizados e não autorizados
	Expansão da área urbanizada
	Verticalização de imóveis
	Redução de cobertura vegetal
DINÂMICA ECONÔMICA E SERVIÇOS URBANOS	Consumo de água
	Destinação de águas residuárias e pluviais
	Produção de resíduos sólidos
	Disposição de resíduos sólidos
	Emissões atmosféricas
	Transmissão de energia elétrica
	Consumo de energia elétrica
	Atividades Potencialmente poluidoras
	Uso de agroquímicos
INDICADORES DE ESTADO (17)	
AR	Qualidade do ar
ÁGUA	Qualidade das águas superficiais e subterrâneas
	Qualidade da água de abastecimento
	Escassez de água
SOLO	Áreas de risco de inundação e escorregamento
	Áreas de erosão e assoreamento
BIODIVERSIDADE	Cobertura vegetal
	Diversidade de espécies
	Unidades de conservação e áreas correlatas

Continua...

Continuação...

AMBIENTE CONSTRUÍDO	Acessibilidade a áreas de lazer
	Sismicidade e vibrações
	Poluição sonora
	Poluição eletromagnética
	Implementação e funcionamento do sistema de recursos hídricos
	Arborização urbana
	Conservação do patrimônio histórico, ambiental e arqueológico
	Fauna sinantrópica e animais domésticos soltos
INDICADORES DE IMPACTO (14)	
SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA	Incidência de enfermidades de veiculação hídrica
	Óbitos decorrentes de enfermidades de veiculação hídrica
	Incidência de zoonoses
	Óbitos decorrentes de zoonoses
ECOSSISTEMAS	Perda de biodiversidade
	Alterações microclimáticas
VULNERABILIDADES URBANAS	Ocorrências de inundações e escorregamentos
	Áreas contaminadas c/ risco caracterizado à saúde
	Rebaixamento do nível d'água subterrâneo
FINANÇAS PÚBLICAS E PRIVADAS	Custos de captação, condução e tratamento de água
	Despesas com saúde pública devido a enfermidades de veiculação hídrica
	Despesas com saúde pública devido a zoonoses
	Despesas com conservação e restauração do patrimônio Histórico, cultura e arqueológico
	Perda de atratividade urbana
INDICADORES DE RESPOSTA (21)	
POLÍTICO-ADMINISTRATIVO	Plano diretor municipal
	Legislação de proteção a mananciais
	Agenda 21 local
	Criação e gestão de unidades de conservação

Continua...

Continuação...

ECONÔMICO-FINANCEIROS	Tributação ambiental
	Investimento
	Investimento em gestão de resíduos sólidos
	Investimento em transporte público
SOCIOCULTURAIS E EDUCACIONAIS	Educação ambiental
	Organizações não-governamentais ambientalistas
INTERVENÇÕES FÍSICAS	Áreas de risco de inundação e escorregamento recuperados
	Áreas de erosão e assoreamento recuperadas
	Reabilitação de áreas degradadas
	Recuperação de materiais recicláveis dos resíduos sólidos
	Ligações domiciliares de água e esgoto
	Ampliação de cobertura vegetal
CONTROLE AMBIENTAL	Controle de emissões atmosféricas
	Controle de emissões de fontes de ruído
	Controle de circulação de cargas perigosas
	Controle de vetores, fauna sinantrópica e animais soltos
	Sanções por infrações a normas ambientais

Baseado nos estudos anteriores e na proposta elaborada pelo Estado do Ceará e apresentada no **Quadro 12.2**, serviram como base para a escolha dos 44 indicadores mais importantes (**Quadros 12.3, 12.4, 12.5, 112.6 e 112.7**), apropriados de acordo com os princípios da sustentabilidade e os critérios apresentados por Marzall et al. (2007) para a escolha adequada de indicadores. A partir da lista definitiva de indicadores, levantaram-se os dados relativos aos parâmetros necessários para o cálculo dos índices.

Quadro 12.3. Indicadores de FORÇA-MOTRIZ (atividades humanas que geram pressões sobre os recursos hídricos da bacia)

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro		
Dinâmica demográfica e social	FM.01 - Crescimento populacional	Taxa geométrica de crescimento anual (TGCA)	%	IPECE/IBGE
	FM.02 - População flutuante	Quantidade anual da população flutuante	nº/ano	
	FM.03 - Densidade demográfica	Densidade demográfica	hab/km^2	IBGE / IPECE
	FM.04 - Responsabilidade social e desenvolvimento humano	Índice de Responsabilidade Social	adimensional	IPECE
		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)		
Dinâmica econômica	FM.05 - Agropecuária	Quantidade de estabelecimentos agropecuários	nº	IDACE / ADAGRI / IPECE
		Efetivo de rebanhos	nº de cabeças	
		Produção agrícola em relação à água utilizada na irrigação	t/m³ de água	CBH / SRH / COGERH
	FM.06 - Indústria e mineração	Produção industrial em relação à água utilizada no setor		
		Quantidade de estabelecimentos industriais	nº	SDU / FIEC /SEBRAE
		Quantidade de estabelecimentos de mineração em geral		DNPM/SEMACE/ IBAMA
		Quantidade de estabelecimentos de extração de água mineral		
	FM.07 - Comércio e serviços	Quantidade de estabelecimentos de comércio		IBGE/IPECE
		Quantidade de estabelecimentos de serviços		
	FM 08 - Empreendimentos habitacionais	Quantidade anual de unidades habitacionais aprovadas	nº/ano	Secretaria das Cidades
		Área anual ocupada por novos empreendimentos	km²/ano	
Dinâmica de ocupação do território	FM.09 - Uso e ocupação do solo	Proporção de área agrícola em relação a área total	%	IDACE/EMATERCE/AGROPOLOS/SEMACE
		Proporção de área com cobertura vegetal nativa em relação á área total		
		Proporção de área com silvicultura em relação à área total da bacia		
		Proporção de área de pastagem em relação à área total da bacia		
		Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia		

Quadro 12.4. Indicadores de PRESSÃO (ações diretas sobre os recursos hídricos, resultantes das atividades humanas desenvolvidas na bacia)

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro		
Consumo de água	P.01 – Demanda de água	Demanda de água total	m^3/ano	SRH/COGERH
	P.02 – Captações de água	Quantidade de captações superficiais em relação à área total da bacia	n^o/km^2	SRH/COGERH
		Quantidade de captações subterrâneas em relação à área total da bacia		CPRH / DNOCS
		Proporção de captações de água superficial em relação ao total	%	
		Proporção de captações de água subterrânea em relação ao total		
	P.03– Uso da água	Proporção de volume de uso doméstico de água em relação ao uso total	%	CAGECE/ SRH/COGERH/
		Proporção de volume de uso industrial de água em relação ao uso total		DNOCS
		Proporção de volume de uso de água na irrigação em relação ao uso total		
		Proporção de volume de uso de água subterrânea em relação ao uso total		
		Quantidade anual de água para abastecimento público per capita	m^3/hab.ano	CAGECE
Produção de resíduos sólidos e efluentes	P.04 – Resíduos sólidos domésticos	Quantidade anual de resíduos sólidos domiciliares gerados per capita	m^3/hab.ano	SEMACE/Prefeitura Municipal
		Quantidade de resíduos sólidos utilizados em solo agrícola	m^3/km^2 ou ha	
	P.05 – Efluentes industriais e sanitários	Quantidade de efluentes industriais gerados	m^3	SRH/SEMACE
		Quantidade de efluentes utilizados em solo agrícola	m^3/ha	CAGECE
		Carga orgânica anual de efluentes sanitários	Kg DBO_5/ano	CAGECE / Prefeitura Municipal / SEMACE
		Quantidade de pontos de lançamento de efluentes	n^o/km^2	
	P.06 – Áreas contaminadas	Quantidade de áreas contaminadas	n^o	SEMACE / IBAMA
		Quantidade anual de acidentes com cargas de produtos químicos	n^o/ano	SEMACE/ PETROBRÁS
Interferência em corpos d'água	P.07 – Erosão e assoreamento	Quantidade de feições erosivas lineares em relação à área total da bacia	n^o/km^2	SRH / COGERH/FUNCEME
		Área de solo exposto em relação à área total da bacia	%	
		Produção média anual de sedimentos em relação à área total da bacia	m^3/ha.ano	
		Extensão anual de APP desmatada	km^2/ano	SEMACE/ ONG's
	P.08 – Barramentos em corpos d'água	Quantidade de barramentos para atividade agropecuária	n^o	ANA/ SRH/COGERH/ SOHIDRA/IDACE
		Quantidade de barramentos para abastecimento público, lazer e recreação		
		Quantidade de barramentos em relação à extensão total de cursos d'água	n^o/km	

Quadro 12.5. Indicadores de ESTADO (situação dos recursos hídricos na bacia, em termos de qualidade e quantidade)

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro		
Qualidade das águas	E.01 – Qualidade das águas superficiais	Proporção de pontos de monitoramento com IQA com classificação Bom e Ótimo	%	COGERH / SEMACE / Prefeitura Municipal / SEMAM
		Proporção de pontos de monitoramento com IAP com classificação Bom e Ótimo		
		Proporção de pontos de monitoramento com IVA (Índice de Qualidade da Água para Proteção da Vida Aquática) com classificação Bom e Ótimo		LABOMAR
		Proporção de pontos de monitoramento com OD acima 5 mg/l		
		Proporção de pontos de monitoramento com IET classificado como Oligotrófico e Ultraoligotrófico		
		Proporção de cursos d'água afluentes litorâneos com classificação Bom e Ótimo		
	E.02 – Qualidade das águas subterrâneas	Proporção de poços monitorados com água considerada potável	%	CPRH / COGERH
	E.03– Balneabilidade de praias e reservatórios	Proporção de praias monitoradas com Índice de balneabilidade classificado como Bom e Ótimo	%	SEMACE / Prefeitura Municipal / COGERH
		Proporção de reservatórios monitorados com Índice de balneabilidade classificado como Bom e Ótimo		
	E.04 – Qualidade das águas de abastecimento	Proporção de amostras de nitrato em que a qualidade da água foi considerada Boa, por sistema	%	LABOMAR
		Quantidade de desconformidades em relação aos padrões de potabilidade da água	nº/ano	Vigilância Sanitária, SESA – Secretaria da Saúde
Disponibilidade das águas	E.05 – Disponibilidade de águas superficiais	50% do $Q_{7,10}$ em relação ao total de habitantes, por ano	m³/hab.ano	CAGECE
		Demanda total em relação ao $Q_{médio}$	%	
		Demanda total em relação ao $Q_{7,10}$		
	E.06 – Disponibilidade de águas subterrâneas	Reservas exploráveis de água subterrânea em relação à população total	L/hab.ano	CPRH, FUNCEME
		Proporção de água subterrânea outorgada em relação ao total de reservas exploráveis	%	
	E.07 – Cobertura de abastecimento	Índice de cobertura de abastecimento de água	%	CAGECE
		Proporção de volume de abastecimento suplementar de água em relação ao volume total		
		Número de pessoas atendidas anualmente por fontes alternativas	nº/ano	Vigilância sanitária
Eventos Críticos	E.08 – Enchentes e estiagem	Freqüência anual de eventos de inundação ou alagamento	nº de dias/ano	CBH/Defesa Civil/SRH
		Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco abaixo da média	%	SRH/COGERH/FUNCEME

Quadro 12.6. Indicadores de IMPACTO (conseqüências negativas decorrentes da situação dos recursos hídricos na bacia)

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro		
Saúde pública e ecossistemas	I.01 – Doenças de veiculação hídrica	Incidência anual de diarréias agudas	nº de casos/1.000 hab.ano	SESA – Secretaria da Saúde
		Incidência anual de esquistossomose autóctone		Prefeitura Municipal
		Incidência anual de leptospirose		
		Quantidade anual de óbitos decorrentes de doenças de veiculação hídrica		
	I.02 – Danos à vida aquática	Ocorrência anual de eventos de mortandade de peixes	nº de eventos/ano	Prefeitura Municipal
		Ocorrência anual de eventos de proliferação abundante de algas		CAGECE / LABOMAR
Uso da água	I.03 – Interrupção de fornecimento	Freqüência anual de eventos de interrupção do abastecimento por problemas de disponibilidade de água		CAGECE
		Freqüência anual de eventos de interrupção do abastecimento por problemas de qualidade da água		
		População anual submetida a cortes no fornecimento de água tratada	hab.dias/ano	
	I.04 – Conflitos na exploração e uso da água	Quantidade de situações de conflito de extração ou uso das águas superficiais, subterrâneas e litorâneas, por tipo	nº	CBHs / SRH / COGERH
		Quantidade de sistemas de transposição de bacia		
		Proporção da quantidade transposta em relação à disponibilidade hídrica superficial, por tipo de vazão	%	
	I.05 – Restrições à balneabilidade em praias e reservatórios	Freqüência anual de dias com balneabilidade classificada como Imprópria em praias monitoradas	nº de dias/ano	SEMACE / LABOMAR
Finanças públicas	I.06 – Despesas com saúde pública devido a doenças de veiculação hídrica	Montante gasto com saúde pública em unidade monetária por ano	R$/ano	SESA – Secretaria da Saúde
	I.07 – Custos de tratamento de água	Montante gasto com tratamento de água para abastecimento público em relação ao volume total tratado	R$/m³	CAGECE

Quadro 12.7. Indicadores de RESPOSTA (ações da sociedade, em face da situação dos recursos hídricos na bacia)

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro		
Controle de poluição	R.01 – Coleta e disposição de resíduos sólidos	Proporção de domicílios com coleta de resíduos sólidos	%	Prefeitura Municipal/ CBH
		Proporção de resíduos sólidos coletados dispostos em aterro sanitário em relação ao total disposto		SEMACE
		Proporção de aterros sanitários com IQR considerado Adequado		
		Quantidade anual de resíduos sólidos industriais com destinação final autorizada	ton/ano	
	R. 02 – Coleta e tratamento de efluentes	Cobertura da coleta de esgoto	%	CAGECE
		Proporção de volume de esgoto tratado *in situ* em relação ao volume total produzido		
		Proporção de esgoto coletado tratado em ETE, em relação ao total coletado		
	R.03– Remediação de áreas contaminadas	Proporção de áreas remediadas em relação ao total de áreas contaminadas	%	CAGECE / SEMACE/IBAMA
	R.04 – Controle de cargas com produtos químicos	Quantidade anual de licenças emitidas de cargas perigosas	nº/ano	SEMACE / IBAMA
		Quantidade anual de atendimentos a emergências		Defesa Civil/Exército
Monitoramento das águas	R.05 – Abrangência do monitoramento	Densidade da rede de monitoramento hidrológico	Estação/ km^2	SRHCOGERH
		Densidade da rede de monitoramento da qualidade de água superficial	Ponto/km^2	COGERH / SEMACE/ Prefeitura Municipal
		Densidade da rede de monitoramento dos níveis da água subterrânea	Ponto/ km^2	SRH. CPRH
		Densidade da rede de monitoramento da qualidade de água subterrânea		

Continua...

Continuação...

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro		
Controle da exploração e uso da água	R. 06 – Outorga de uso da água	Proporção de outorgas em relação ao total estimado de explorações	%	SRH. COGERH
		Vazão total outorgada para captações superficiais existentes	m^3/h	CPRH
		Vazão total outorgada para captações subterrâneas existentes		
		Vazão total outorgada para outras interferências em cursos d'água		
		Proporção da vazão total outorgada em relação à disponibilidade do 50% do $Q_{7,10}$	%	
		Proporção da vazão total outorgada em relação à disponibilidade do 70% do $Q_{médio}$		
	R.07- Fiscalização de uso da água	Quantidade anual de autuações de uso irregular de águas	n/ano	
Infra-estrutura de abastecimento	R.08 – Melhoria e ampliação do sistema de abastecimento de água	Quantidade anual de distritos onde foram realizadas melhorias e ampliação do sistema de abastecimento de água	n/ano	IBGE/CAGECE/ IPECE
Controle de áreas degradadas (erosão e assoreamento	R.09 – Recuperação de áreas degradadas	Área revegetada de mata ciliar, por ano	km^2/ano	CBH/SEMACE/ONG'S/INCRA/DNOCS
		Proporção de áreas com voçorocas recuperadas	%	CBH / ONG
	R.10 – Áreas protegidas	Unidades de conservação implantadas	nº	CBH/SEMACE/IBAMA/FIEC
		Área total de unidades de conservação, por tipo	km² ou ha	
		Reserva Legal Averbada		
		Área de APP preservada.		
Gestão Integrada de Recursos Hídricos	R. 11 – Ações na área geográfica da bacia	Proporção de metas do PERH atingida.	%	CBH
		Organizações Criadas que atuam no monitoramento da bacia	%	CBH / COGERH
		Principais conflitos identificados na bacia e solucionados	%	CBH / COGERH
		Número de convênios estabelecidos com instituições de pesquisas para monitoramento da bacia.	No.	CBH / COGERH
		Valor da arrecadação da outorga X aplicação de Programa de proteção a bacia	% / ano	SRH / COGERH
Planos e Programas	R. 12 – Incentivos a Programas	Programas implantados e replicados (Recursos aplicados) na área da bacia	Nº. / %	CBH / SRH / COGERH
		Municípios que atendem os Requisitos de desempenho X Classificação Selo Verde	Nº.	CONPAM

12.5. Cenários de Indicadores (Pressão – Estado – Impacto)

As novas formas de gestão, resultantes dos processos de descentralização e de municipalização das políticas públicas, buscam incorporar o exercício básico do planejamento, construindo cenários, realizando prognósticos, elencando alternativas de ação e extraindo lições do dados existentes e construindo uma série histórica para uma base de dados, reforçando-se a idéia de que a gestão dos recursos hídricos de cada bacia hidrográfica deve estar pautada por reflexões e opções de um planejamento participativo e flexível, assim como por ações encadeadas no tempo, cujo controle e operacionalização remetem à adoção de indicadores de variadas naturezas. Nesse sentido, a gestão dos recursos hídricos é hoje um dos grandes desafios das instituições que fazem o planejamento e o gerenciamento para informar a sociedade, mediante a construção de indicadores para sua avaliação um compromisso que precisa ser perseguido, justificando-se pela importância cada vez maior de se desenvolverem sistemas de gestão eficientes e de qualidade na perspectiva da sustentabilidade urbana e rural.

De acordo com o objetivo deste capítulo, os indicadores elaborados para compor o Índice, correspondem ao grupo de indicadores de resposta do modelo "FPEIR". Estes foram definidos considerando-se que os efeitos da urbanização sobre os ecossistemas - indicadores de estado - podem ser sintetizados em situações - descritas nos 04 cenários - que se repetem em vários graus em qualquer situação da bacia, e cujas respostas devem estar ao alcance dos gestores e poder público municipal.

CENÁRIO 01 - Falta de proteção ao patrimônio ambiental - gera, entre outros danos, a perda de cobertura vegetal, causando erosão em áreas urbanas, e assoreamento dos recursos hídricos e, em conseqüência, inúmeras situações de risco principalmente para a população de baixa renda que tende a ocupar estas áreas. Tanto neste caso como para preservar o meio ambiente, o poder público pode atuar através da implantação e manutenção de unidades de conservação, áreas protegidas, da instituição de normas restritivas ao uso de áreas não urbanizáveis, entre outras formas.

RESPOSTAS	
Ações Diretas	Áreas Protegidas e Unidades de conservação públicas existentes (APA, horto etc.): melhorias. Sistema de unidades de conservação municipais: AMPLIAÇÃO.
Normas	Áreas não urbanizáveis e não edificáveis: delimitação e restrições de uso. Zonas sob controle especial devido à susceptibilidade à erosão, alta declividade, valor paisagístico: delimitação e restrições de uso e ocupação. Áreas Desmatadas - terraplenadas e movimentos de terra: condições para sua execução e proteção. Número de Licenças de Instalação e Operação efetuadas.
Incentivos	Instituições privados que contribuam para a aquisição ou manutenção de unidades públicas. Instituições que promovam a preservação e conservação de áreas protegidas e unidades de conservação de propriedade privada. Pagamentos por serviços Ambientais Proprietários que adotem padrões de proteção superiores aos mínimos legais.

CENÁRIO 02 - Poluição e contaminação das águas - decorrente principalmente da falta de tratamento de esgotos, pode ser minimizada pelo poder público, através de inúmeras ações diretas, normas de uso e ocupação de mananciais e outras.

RESPOSTAS

Ações Diretas	Sistema público de tratamento de esgotos: programa de aumento da eficiência.
	Sistema público de tratamento de esgotos: programa de aumento da capacidade.
	Áreas públicas de proteção, nas margens de corpos d'água: tratamento.
	Áreas públicas de proteção, nas margens de corpos d'água: ampliação
	Assentamentos irregulares em bacia de manancial: programa de saneamento.
	Assentamentos irregulares em bacia de manancial: programa de realocação.
	Monitoramentos da qualidade das águas
Normas	Zonas de proteção em bacias de mananciais: delimitação e restrições de acessibilidade, uso e ocupação.
	Zonas de proteção a locais de extração de águas subterrâneas: delimitação e restrição de acessibilidade, uso e ocupação..
	Fontes geradoras de efluentes não admitidos em rede pública de esgotos: restrições de localização.
	Condições para perfuração de poços.
	Limitações para escavações e sondagens que possam atingir aqüíferos.
	Número de Licenças de Instalação e Operação
Incentivos	Para o tratamento de efluentes poluentes junto à fonte.
	Para a realocação de fontes poluidoras.
	Pagamentos por serviços Ambientais
	Proprietários que adotem padrões de proteção superiores aos mínimos legais.

CENÁRIO 03 - Inundações em áreas urbanas - constitui um sério problema que necessita de respostas por parte do poder público. Em geral, ocorrem pela impermeabilização excessiva do solo, pelo entupimento de galerias de drenagem, e pelo assoreamento dos rios e córregos, sendo estes os pontos principais de atuação dos governos.

RESPOSTAS

Ações Diretas	Reservatórios de amortecimento do escoamento das águas pluviais: construção.
	Leitos e margens de cursos d' água: desassoreamento, tratamento e medidas de conservação.
	Galerias de drenagem: limpeza periódica.
	Deslocamento de habitações em áreas de riscos.
Normas	Zonas de risco de inundação: delimitação e restrições de uso e ocupação.
	Exigência de áreas permeáveis ou instrumentos de infiltração de água em áreas construídas.
Incentivos	Para empreendimentos que adotem medidas preventivas acima dos padrões mínimos legais.
	Pagamentos por serviços Ambientais

CENÁRIO 04 - Ocorrência de poluição do solo - aliada à ausência de reciclagem de resíduos, remete a graves problemas de áreas urbanas relativos à limpeza e à destinação do lixo industrial, hospitalar ou doméstico; o poder público pode atuar de várias maneiras nesta questão.

RESPOSTAS

Ações Diretas	Coleta e transporte de lixo doméstico: melhoria dos padrões de serviço;
	Coleta diferenciada.
	Tratamento de lixo doméstico: melhoria dos padrões de serviço; reciclagem.

	Coleta e disposição de sucatas e entulhos: melhoria do padrão do serviço; reciclagem. Disposição de resíduos industriais: melhoria da fiscalização. Coleta e disposição de lixo hospitalar: melhoria dos padrões de serviço. Limpeza de logradouros públicos: melhoria dos padrões de serviço.
Normas	Locais e recipientes p/ lixo a ser coletado. Disposição de entulhos e sucatas. Disposição de resíduos industriais. Disposição de lixo hospitalar. Limpeza e vedação de terrenos baldios.
Incentivos	À separação de resíduos em moradias, locais de trabalho e instituições. À reciclagem por agentes privados. Pagamentos por serviços Ambientais Ao uso de materiais reciclados.

12.6. Índice de Pobreza Hídrica

Apesar do desenvolvimento ser apontado como o sucesso para a redução da pobreza, é a própria pobreza que impede o crescimento, formando um ciclo de difícil rompimento, especialmente devido a existência de relações complexas e não lineares de causalidade com a degradação. São vários os casos onde a pobreza claramente causa degradação e a degradação impõe a pobreza.

Sendo a água um dos elementos essenciais ao desenvolvimento e bem-estar das pessoas é também ela um dos fatores que influenciam a condição de pobreza, como mostra o **Quadro 12.8**. O seu combate possibilita alcançar a redução de custos e o aumento da produtividade dos indivíduos, resultando, portanto, em um ganho para toda a sociedade.

Quadro 12.8. Vínculos entre pobreza, água e saneamento

	Dimensões da pobreza	**Efeitos fundamentais**
Falta de água, saneamento e higiene	Saúde	• doenças relacionadas com água e saneamento • problemas no desenvolvimento causados por desnutrição em decorrência da diarréia • menor expectativa de vida
	Educação	• impacto sobre a assistência escolar (especialmente meninas) por doença, falta de salubridade ou por ter que transportar água
	Gênero e inclusão social	• o ônus recai, desproporcionalmente, sobre as mulheres, limitando sua participação na economia monetária
	Renda/consumo	• elevada proporção do orçamento gasto em água • menor potencial de geração de rendimentos por problemas de saúde, tempo dedicado a transportar água ou falta de oportunidade para dedicar-se a atividades que requerem água • risco de alto consumo em virtude dos fatores climáticos

Fonte:Adaptada de Bosch et al., 2001.

Devido a essa relação intrínseca entre crescimento econômico e recursos hídricos, especialmente em áreas de escassez, as questões relacionadas à água são um dos grandes desafios dos gestores públicos. Um exemplo é a inviabilidade econômica de prover de água populações difusas que não conseguem arcar com o ônus das infra-estruturas de transferência, ocorre que, sem esse suprimento de água as populações são menos capazes de originar renda devido à diminuição da qualidade de vida em termos de saúde, educação e de capacidade produtiva.

Apesar da evolução na política e gerenciamento dos recursos hídricos, os números mostram que a situação ainda é crítica. Em vários e diferentes lugares, o colapso de água continua a ser uma crise causando perdas de vida e do sustento.

Grande parte das estratégias de ações relacionadas ao setor hídrico, especialmente para o desenvolvimento da região semi-árida, caracteriza-se por serem contingenciais e estarem restritas aos períodos secos, alcançando somente pequena parcela da população, nem sempre a mais necessitada.

Para auxiliar o planejamento, no que tange a recursos hídricos e pobreza, faz-se necessário o conhecimento dos parâmetros envolvidos no processo. Muitas vezes, no entanto, a quantidade e a multidisciplinaridade destes parâmetros representa um entrave. Sendo assim, são necessárias ferramentas que facilitem a orientação de prioridades de investimentos e que melhor traduzam a eficácia de ações.

Sullivan et al. (2005) citam o Índice de Pobreza Hídrica (IPH) como uma ferramenta desenvolvida visando agregar questões econômicas, sociais e políticas às questões hídricas foi planejado na tentativa de substituir as ferramentas convencionais de avaliação hídrica, as quais são puramente determinísticas, e agregar questões econômicas, sociais e políticas possuem importante papel a ser representado.

O IPH é uma ferramenta que expressa uma medida interdisciplinar, a qual conecta o bem-estar doméstico à disponibilidade de água. Indica o quanto o grau de escassez de água impacta a população humana, isto porque quando falha o sistema de alocação, as pessoas pobres, freqüentemente, não têm a garantia da água ou usam fontes poluídas iniciando os conflitos pela água.

Assim, o DFID (2000) considera este Índice uma ferramenta holística de gerenciamento usada para determinar prioridades de ações e monitorar o "progresso" em direção às metas estabelecidas, tendo sido criado para:

- proporcionar melhor entendimento entre a disponibilidade física da água, sua facilidade de abstração e nível de conforto de determinado grupo populacional;
- servir de mecanismo para priorização das necessidades hídricas;
- desempenhar a tarefa de monitorar o progresso no setor hídrico; e
- auxiliar no aperfeiçoamento da situação enfrentada por cerca de dois bilhões de pessoas, de escassez ou de deficiências de capacidade adaptativa.

O IPH pode ser usado para determinar prioridade de ações e monitorar o progresso de metas pré estabelecidas e, segundo Sullivan (2002) e Sullivan et al.(2002; 2003), tem por objetivo prover os tomadores de decisão de ferramentas de avaliação que estimem a pobreza em relação à disponibilidade de água.

Aplicado no âmbito local pode ajudar os responsáveis pela gestão das águas a avaliar o andamento das atividades e a priorizar os gastos de acordo com o item que mostrar mais necessidade. Segundo Sullivan et al. (2003) algumas questões para o desenvolvimento do índice necessitam ser consideradas, tais como: medidas de acesso; qualidade e variabilidade da água; água para suprimento doméstico e atividades produtivas; capacidade do gerenciamento da água; aspectos ambientais; e questões de escala espacial.

Desta forma, para o cálculo do índice devem ser selecionadas as variáveis que melhor representem as inter-relações entre pobreza e recursos hídricos para a área definida.

Segundo Luna (2007) é importante a análise dos dados primários e secundários disponíveis, de modo a tornar viável o cálculo do índice a qualquer tempo.

Para o estado do Ceará, esta autora sugere a utilização de indicadores de disponibilidade, acesso, uso e meio ambiente na confecção do IPH.

12.6.1. Disponibilidade

Nas regiões semi-áridas, caracterizadas pela variabilidade climática, especialmente no que diz respeito às precipitações, o sistema de suprimento de água é incerto. A variação sazonal das chuvas e do escoamento dos rios leva as pessoas a buscar água em locais mais distantes ou utilizar águas poluídas.

Bosch et al. (2001) ressaltam que a quantidade de água utilizada pelas populações varia conforme a distância entre a fonte hídrica e as residências. Desta forma, a variação do volume de água transportado é pequena quando a fonte está a uma distância de 30 a 1000 m da residência. A variação aumenta quando a fonte está a menos de 30 m e diminui quando a mais de 1000 m. Segundo os autores, a distância é importante, porém, o tempo despendido na coleta, incluindo o tempo de ida e volta e espera em fila, também o é.

De acordo com a Unicef (2005), se o tempo despendido na coleta for maior que 30 minutos, as quantidades coletadas per capita, provavelmente, não alcançarão as exigências mínimas para beber, cozinhar e para a higiene pessoal.

Pode-se assegurar que os impactos na saúde estão relacionados com a qualidade e a disponibilidade de água, dentro de uma distância razoável para a sua coleta. A variabilidade e a quantidade de água requerem ir além da simples definição de melhoramento das fontes, e incluem cuidados como a adição de flúor, cloro etc.

A World Health Organization (2003) estabelece um resumo que relaciona o acesso à água e a preocupação com a saúde, o qual pode ser visto no **Quadro 12.9**.

Quadro 12.9. Resumo do nível de exigência do setor hídrico para promoção da saúde

Nível de Serviço	Medida de Acesso	Condições	Preocupação com Saúde
Nenhum acesso (quantidade coletada frequentemente inferior a 5 l/hab/dia).	Mais do que 1000m ou 30 minutos o tempo total de coleta.	Consumo - não pode ser assegurado Higiene - não é possível (a menos que praticada na fonte).	Muito alta
Acesso básico (quantidade média pouco provavelmente excede 20 l/hab/dia).	Entre 100 e 1000m ou 5 a 30minutos o total do tempo de coleta.	Consumo - pode ser assegurado Higiene - possível a lavagem das mãos a higiene de alimentos básicos; lavagem de roupa - banho dificilmente assegurado a menos que realizado na fonte.	Alta
Acesso intermediário (quantidade média por volta de 50 l/hab/dia).	Água distribuída por uma torneira, ou a 100m com tempo total de coleta de 5 minutos.	Consumo - assegurado Higiene - possível a higiene básica pessoal e dos alimentos, lavagem de roupas e banho também são assegurados.	Baixa
Ótimo acesso (quantidade média de 100 l/hab/dia).	Suprimento de água contínuo em múltiplas torneiras.	Consumo - todas as necessidades satisfeitas Higiene - todas as necessidades devem ser satisfeitas.	Muito baixa

Fonte: Adaptada de WHO, 2003.

Nessas condições, a quantidade de água diária, requerida para uma pessoa suprir as suas necessidades domésticas e manter um nível adequado de saúde, 100 L (Beekman, 1999), dificilmente é atingida.

Outro aspecto a ser considerado, por influenciar a variabilidade é o aumento da quantidade de água usada para outros propósitos, que não o doméstico. Isso leva à competição entre os usos, principalmente agricultura e indústria, e à ameaça à sustentabilidade, tanto na dimensão quantidade quanto na qualidade.

Dessa forma, a habilidade de gerenciar a água ganha importância tanto no plano local, nas comunidades, como no patamar do Governo ou administrativo. No âmbito local, destaca-se a importância da capacidade da própria comunidade em, efetivamente, gerenciar a água e criar grupos organizados para melhorar o gerenciamento.

Para as administrações locais e regionais são necessárias instituições e estruturas adequadas, que possibilitem a viabilização de políticas de governo e respostas às necessidades locais; ou seja, a gestão não deve ser tarefa exclusiva dos órgãos dos governos, mas sim uma parceria entre o governo e a comunidade.

Nas comunidades, importante atenção deve ser concedida ao papel das crianças e das mulheres na coleta de água e destas no gerenciamento dos recursos hídricos, pois, quase sempre, são elas, as mulheres, as principais administradoras da água, devendo, portanto, estar incluídas nos processos de decisão.

O indicador recurso diz respeito à medida da água superficial e subterrânea disponível, ajustada pelas condições e segurança da sua disponibilidade, considerando-se as variações sazonais e interanuais.

Para o cálculo deste indicador faz-se necessário o conhecimento dos volumes de água dos sistemas hídricos de oferta superficial e subterrânea bem como das demandas humana, industrial e de irrigação.

Para a oferta superficial deve-se ter o conhecimento das vazões dos reservatórios, adutoras, canais, leitos perenizados e cisternas e, para a oferta subterrânea dados de vazões de poços e fontes.

12.6.2. Acesso

O acesso indica o efetivo acesso das pessoas à água para sua sobrevivência. Para tanto, são utilizadas informações sobre percentual de domicílios que possuem água encanada, ou seja, onde existe rede de distribuição chegando às residências e que possuem banheiro.

12.6.3. Capacidade

A capacidade representa o gerenciamento dos recursos hídricos com base na variável humana (educação, saúde) e na capacidade financeira de gerenciar o sistema.

Outro aspecto a ser considerado na gestão é a capacidade de gerenciar os sistemas hídricos, especialmente tendo em vista

12.6.4. Meio Ambiente

A integridade do ambiente aquático é particularmente relevante em vista de ser fonte de alimento e renda, também, para as pessoas pobres, em especial, nas áreas rurais.

Desta forma a componente meio ambiente diz respeito às tentativas de controlar a integridade ecológica relacionada à água. Relaciona aspectos relativos à degradação da área, coleta de lixo e presença de esgoto a céu aberto.

Matematicamente, o IPH pode ser expresso da seguinte forma:

$$IPH = \frac{\sum_{i=1}^{N} w_{x,i} X_i}{\sum_{i=1}^{N} w_{x,i}}$$

Onde:

IPH = Índice de Pobreza da Água para uma região particular,

w = peso aplicado para cada componente (X) da estrutura IPH, para a região,

X = refere-se ao valor de cada componente, Disponibilidade (D), Acesso (A), Capacidade (C), Meio Ambiente (MA), estando os valores das componentes entre 0 e 100. O IPH é a soma ponderada destas componentes.

Para padronizar os resultados e produzir valor de IPH entre 0 e 100, a soma precisa ser dividida pelo somatório dos pesos:

$$\mathbf{WPI} = \frac{\boldsymbol{w_d D + w_a A + w_c C + w_e MA}}{\boldsymbol{w_d + w_a + w_c + w_e}}$$

Sullivan et al (2003) propõem que os valores dos indicadores devem seguir uma tabulação de 0 a 100, onde os valores menores indicam as piores situações.

Para o cálculo dos indicadores, portanto, é feita uma normalização dos dados, de modo que valores máximos e mínimos de referência são fixados e, para o cômputo do seu valor, é calculada a seguinte relação:

$$\text{Indicador} = \frac{V_{observado} - V_{mínimo}}{V_{máximo} - V_{mínimo}}$$

No que se refere à utilização deste índice, pode-se ressaltar que o IPH já foi aplicado em 147 países, possibilitando o ordenamento segundo medidas de disponibilidade, acesso, capacidade, uso e meio ambiente (LAWRENCE et al., 2003).

Esse tipo de índice, ao considerar simultaneamente diversos aspectos, permite a operacionalização desta análise sistêmica e, como citado por Campos (1997), para melhor aproveitamento dos recursos hídricos de uma bacia, faz-se necessário efetuar uma análise sistêmica, senão corre-se o risco de investir em uma obra ou procedimento com efeitos negativos ao sistema.

13. CONFLITOS IDENTIFICADOS PELO CBH

13. CONFLITOS IDENTIFICADOS PELO CBH

Conflito, segundo LAROUSE (1998), significa oposição de interesses, sentimentos, idéias, luta, disputa, desentendimento, briga, confusão, tumulto e desordem. Para HOBAN (2001), conflito é uma divergência natural, decorrente do convívio de pessoas ou de grupos que diferem em atitudes, crenças, valores ou necessidades. Conflitos podem ocorrer por diferenças de personalidade ou rivalidades passadas. Uma possível causa de conflito está na tentativa de negociação antes do momento oportuno ou das informações necessárias estarem disponíveis. Os conflitos em recursos hídricos decorrem do fato do mesmo recurso atender a diversos usos simultaneamente - abastecimento, lazer, industrial, irrigação, geração de energia, entre outros – alguns deles conflitantes entre si.

13.1. Organização dos dados

Para melhor entendimento da percepção do CBH sobre os conflitos existentes (ou em potencial) na Bacia, construiu-se um quadro onde os dados, originalmente contidos em tarjetas, são organizados. As linhas expressam os dados já identificados e classificados. As colunas expressam uma determinada informação sobre dados, seja na área de identificação ou classificação. A seguir conceituam-se os elementos que compõe as colunas.

1) **Tarjeta:** informação coletada no documento: Relatório do Seminário do CBH Coreaú (2008), sendo dados obtidos na versão do Comitê da Bacia.
2) **Descrição do Conflito:** será abordada a localização geográfica, os atores envolvidos, as tipologias e as causas do conflito.

   2.1. Localização Geográfica: Identificação do corpo d'água e a localização política (município ou distrito) onde ocorreu o conflito.

   2.2. Atores envolvidos no conflito: a identificação das partes envolvidas no conflito segue metodologia proposta por Pinheiro (2002). As partes são classificadas como "reclamantes" e "reclamados".

   - **Reclamantes:** usuários de água que reclamam ou propõem reclamação (reclamador), podendo ser chamado também de requerente ou suplicante.
   - **Reclamados:** usuários de água contra quem se propõe reclamação.

   2.3. Tipologias de Conflito: os conflitos são classificados como potenciais e existentes. Os conflitos em potencial são problemas vinculados à má gestão ou à má fiscalização que podem gerar conflitos. Dentro dessa classificação têm-se quatro subtipos: "institucional", "acesso a água", "qualidade hídrica" e "quantidade hídrica".

   - **Institucional:** conflito (em potencial ou existente) que ocorre devido a "não articulação entre os órgãos responsáveis pelos corpos hídricos" ou por "falha na organização interna dos órgãos gestores".
   - **Conflito de Acesso a Água:** conflito (em potencial ou existente) devido às impossibilidades ou dificuldades de acesso físico ao corpo hídrico.

- **Conflito de Qualidade Hídrica:** conflito (em potencial ou existente) devido à má utilização do corpo hídrico que provoca a poluição.

- **Conflito de Quantidade Hídrica:** conflito (em potencial ou existente) devido à má utilização ou à má gestão que afetam a oferta hídrica.

2.4. Causa do Conflito: descrição das causas dos conflitos existentes ou em potencial entre os usuários de águas.

3) **Contexto Institucional:** será abordada a legislação pertinente, a competência legal e a articulação institucional quanto à mediação e/ou resolução do conflito.

3.1. Legislação Pertinente: indicação da legislação pertinente para mediação e/ou resolução do conflito**.**

3.2. Competência Legal: identificação de órgão responsável pela mediação e/ou resolução do conflito**.**

3.3. Articulação Institucional: identificação de órgão responsável pela articulação da mediação.

O **Quadro 13.1** apresenta uma explicação detalhada das informações e o **Quadro 13.2** apresenta as tarjetas apresentadas pelo CBH no Eixo Temático "Conflitos". Após a análise detalhada das informações do Seminário CBH do Coreaú, observou-se que alguns problemas catalogados pelo CBH como "Vulnerabilidades ambientais", "Modelo institucional" e "Necessidades de melhoria da oferta de água" ficariam melhor alocadas no Eixo "Conflitos". Estas tarjetas são analisadas nos **Quadros 13.3** a **13.5.**

Quadro 13.1. Explicação sobre a Identificação e Classificação dos Conflitos

	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
TARJETA	**Localização Geográfica**	**Atores Envolvidos**	**Tipologia de Conflito**	**Causa do Conflito**	**Legislação Pertinente**	**Competência Legal**	**Articulação Institucional**
Informação contida na Tarjeta (Fonte: *Relatório do Seminário do CBH Coreaú*	Corpo hídrico, Município ou Distrito	**Reclamante:** Comunidade de Pescadores **Reclamado:** Agroindustrial	Conflito (existente ou em potencial) institucional Conflito (existente ou em potencial) de acesso a água Conflito (existente ou em potencial) de qualidade hídrica Conflito (existente ou em potencial) quantidade hídrica	Descrição das causas dos conflitos existentes ou em potencial entre os usuários de águas.	Indicação da Legislação pertinente para mediação e/ou resolução do conflito	Identificação de órgão responsável pela mediação e/ou resolução do conflito.	Identificação de órgão responsável pela articulação da mediação e/ou resolução do conflito.

Quadro 13.2. Identificação e Classificação dos Conflitos na visão do CBH

TARJETA ORIGINAL (Conflito)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Desentendimento entre pescadores artesanais e associações dos criadores de tilapias do Aç. Premuoca.	Açude Premuoca (Federal), no município de Uruoca.	**Reclamante:** pescadores artesanais **Reclamado:** Associação dos criadores de tilapias	Conflito na Qualidade hídrica	Conflito entre pescadores artesanais e associações dos criadores de tilápias no açude Premuoca.	Lei da Pesca e Aqüicultura[1]	SDA; SRH; COGERH; SEMACE.	IBAMA.
Animais nos açudes.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em Potencial devido aos animais soltos nos açudes da bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; IBAMA.
Carnaval nos açudes.	Açudes da bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido à realização de carnaval nos açudes da bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Fiscalização precária quanto à pesca predatória nos açudes da bacia.	Açude Premuoca (Federal), no município de Uruoca.	**Reclamante:** pescadores artesanais **Reclamado:** Associação dos criadores de tilapias	Conflito na Qualidade hídrica	Problema institucional devido à fiscalização precária quanto à pesca predatória nos açudes da bacia do Coreaú.	Lei da Pesca e Aqüicultura[1] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	SDA; SRH; COGERH; SEMACE.	IBAMA.
Barragens particulares no lago seco – Camocim.	Lago Seco, Praia de Caraúba no município de Camocim	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade hídrica	Conflito em potencial devido à construção irregular de barramentos particulares no lago Seco no município de Camocim.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.

Continua...

[1] Lei Estadual Nº 13.497/2004. Dispõe sobre a Política Estadual de Desenvolvimento da Pesca e Aqüicultura, cria o Sistema Estadual da Pesca e da Aqüicultura – SEPAQ, e dá outras providências.
[2] Lei Estadual Nº 11.996/1992. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH e dá outras providências.
[3] Lei Estadual Nº 11.411/1987. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, cria o Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA, a Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE e dá outras providências.

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Conflito)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	**Atores Envolvidos**	**Tipologia de Conflito**	**Causa do Conflito**	**Legislação Pertinente**	**Competência Legal**	**Articulação Institucional**
Balneário do açude Trapiá III - esgotos jogados dentro do açude.	Açude Trapiá III (Federal), no município de Coreaú.	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido ao Balneário que lança esgotos no açude Trapiá III no município de Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Conflito entre quilombolas e rendeiros açude Várzea da Volta pela posse de terra.	Açude Várzea da Volta (Federal), no município de Moraújo.	**Reclamante:** comunidade quilombolas **Reclamado:** rendeiros	Conflito de Acesso a Água	Conflitos entre quilombolas e rendeiros devido à posse da terra no açude Várzea da Volta no município de Moraújo.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Decreto da Titulação de Terras Quilombolas[4]	INCRA; DNOCS; COGERH; SEMACE.	SRH; IBAMA.
Critérios, Normatização e fiscalização na liberação de água para o carnaval nos açudes e rios da bacia do Coreaú.	Rios e Açudes da bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à insuficiência de critérios, normatização, fiscalização na liberação de água para o carnaval nos açudes e rios da bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Barragens particulares para o balneário no açude angicos.	Açude Angicos (Estadual), no município de Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade hídrica	Conflito em potencial devido a barramentos ilegais para balneário no açude Angicos.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Conflito entre carcinicultores x pescadores artesanais acessos a Camboas em Camocim.	Camboas no município Camocim.	**Reclamante:** pescadores artesanais **Reclamado:** carcinicultores	Conflito de Acesso a Água	Conflito entre carcinicultores e pescadores artesanais devido ao acesso as camboas em Camocim.	Lei da Pesca e Aqüicultura[1] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	SDA; SRH; COGERH; SEMACE.	CBH; IBAMA.

Continua...

[4] Decreto Federal Nº 4.887 /2003. Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos de que trata o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias.

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Conflito)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	**Atores Envolvidos**	**Tipologia de Conflito**	**Causa do Conflito**	**Legislação Pertinente**	**Competência Legal**	**Articulação Institucional**
Conflito entre comunidades por água do laginho da torta e lago D`Moreiras.	Município de Camocim.	**Reclamante:** Comunidade da Torta **Reclamado:** Comunidade das Moréias	Conflito de Quantidade hídrica	Conflito entre as comunidades das Lagoas da Torta e das Moréias devido o canal de ligação entre as lagoas no município de Camocim.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Conflito de uso quanto à liberação da água do açude Premuoca para a população a jusante.	Açude Premuoca (Federal) e o Vale perenizado, no município de Uruoca.	**Reclamante:** comunidade a jusante do açude Premuoca. **Reclamado:** indivíduos que interfere na operação do açude Premuoca.	Conflito de Quantidade hídrica	Conflito devido interferência de terceiros na liberação de água do açude Premuoca para a população a jusante.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Solucionar os conflitos entre os diversos usuários da água, através de processo de discussão e sensibilização.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à ineficiência no processo de discussão e sensibilização para mediação dos conflitos.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; CBH; IBAMA.
Manutenção do sistema de esgoto sanitário de Uruoca e Flecheirinha, visando eliminar os extravasamentos	Municípios de Uruoca e Frecheirinha	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à manutenção inadequada do sistema de esgoto sanitário de Uruoca e Frecheirinha.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[2] Lei Federal de Saneamento Básico[5]	PREFEITURA; SEMACE; CAGECE	ARCE.
Disciplinamento e fiscalização ostensiva da atividade de carcinicultura.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à ineficiência na fiscalização da atividade de carcinicultura na Bacia do Coreaú.	Lei da Pesca e Aqüicultura[1] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	SDA; SRH; COGERH; SEMACE.	IBAMA.

Continua...

[5] Lei Federal Nº 11.445/2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766/1979, nº 8.036/1990, nº 8.666/1993 e de nº 8.987/ 1995; revoga a Lei nº 6.528/1978; e dá outras providências.

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Conflito)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	**Atores Envolvidos**	**Tipologia de Conflito**	**Causa do Conflito**	**Legislação Pertinente**	**Competência Legal**	**Articulação Institucional**
Disciplinamento do uso dos Recursos hídricos para balneabilidade.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à ineficiência na fiscalização do uso de recursos hídricos para balneabilidade na Bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; CHB; IBAMA.
Solucionar os problemas dos conflitos de usos múltiplos nos açudes Várzea da volta e Tucunduba	Açudes Várzea da Volta (Federal), no município de Moraújo e Tucunduba (Federal) no município Senador Sá.	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à ineficiência na mediação de conflitos de múltiplos usos de recursos hídricos nos açudes Várzea da Volta e Tucunduba na Bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; IBAMA.
Realização de estudo hidrológico das lagoas das cangalhas, visando determinar a capacidade de suporte recarga.	Lagoa das Cangalhas, município de Camocim	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Quantidade	Conflito em potencial devido à inexistência de estudo hidrológica da Lagoa das Cangalhas para determinar capacidade de suporte recarga.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; FUNCEME; IBAMA.
Realização de estudo de viabilidade para utilização das margens dos Recursos hídricos com balneários (lazer).	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à inexistência de estudo de viabilidade para o uso de recursos hídricos como balneários na Bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; FUNCEME; IBAMA.

Quadro 13.3. Tarjetas consideradas pelos CBHs como "Modelo Institucional", que foram classificadas como Conflitos

TARJETA ORIGINAL (Modelo Institucional)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Contratação de técnicos através de concurso para entidades que atuam com recursos hídricos e meio ambiente.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial institucional devido à insuficiência de técnicos na área de meio ambiente e recursos hídricos.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	GOVERNO ESTADUAL.	COGERH; SRH; SEMACE.
Capacitação dos professores por parte do poder público quanto ao programa de ed. Ambiental (PEACE).	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à inexistência de capacitação dos professores por parte do poder público quanto ao Programa de Educação Ambiental (PEACE).	Lei Nacional da Educação Ambiental[6] Lei Estadual da Educação Ambiental[7]	GOVERNO ESTADUAL	SEMACE; SRH; IBAMA.
Universalização das outorgas na bacia.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade Hídrica	Conflito em potencial devido a não universalização da outorga na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos[8]	SRH; ANA.	COGERH; DNOCS.
Que os municípios possam exercer a ação fiscalizatória.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido a não autonomia da fiscalização municipal dos corpos hídricos	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; IBAMA; CBH; PREFEITURA.
Disponibilização de técnicos para estudos e para definição de escavação de poços adequados com qualidade de água para consumo humano	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido ao número insuficiente de técnicos para estudar a viabilidade de implantação de poços.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH.	SRH; FUNCEME; SEMACE; SOHIDRA.

Continua....

[6] Lei Federal Nº 9.795/1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
[7] Lei Estadual Nº 12.367/1994. Dispõe sobre a educação ambiental no Ceará, assegurada a inclusão das atividades de Educação Ambiental no programa de ensino das escolas públicas do Estado do Ceará.
[8] Lei Federal Nº 9.433/2000. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos, institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGERH e dá outras providências.

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Modelo Institucional)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Desestruturação da fiscalização ambiental nos municípios.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à ineficiência de órgãos fiscalizadores do meio ambiente nos municípios.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	SEMACE; IBAMA.	CONPAM.
Realização de ações de conservação do açude Mucambo (segurança de barragem, instituição que assuma essa atividade)	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade Hídrica	Conflito em potencial devido à inexistência da manutenção do açude Mucambo.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2]	COGERH.	SRH.
Solucionar problemas de interpretação da legislação entre o IBAMA e SEMACE.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à interpretação da legislação entre IBAMA e SEMACE.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3] Lei da Política Nacional de Meio Ambiente[9]	IBAMA; SEMACE	CONPAM; MMA.
Acionar a defesa civil visando à articulação com as instituições competentes.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à ineficiência de articulação entre as instituições competentes.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; IBAMA; CBH; DEFESA CIVIL; PREFEITURA.
Identificar indicadores ecodinâmicos para caracterização dos problemas das secas (definição das zonas semi-áridas x litorâneas.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade Hídrica	Conflito em potencial devido a não identificação dos indicadores ecodinâmicos para caracterização dos problemas das secas com definição das zonas semi-áridas x litorâneas.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH.	SRH; FUNCEME; SEMACE; IPECE; CBH.

Continua...

[9] Lei Federal Nº 6.938/1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, cria o Conselho Superior do Meio Ambiente - CSMA, e institui o Cadastro de Defesa Ambiental e dá outras providências.

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Modelo Institucional)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Combate à inadimplência de usuários de água para fortalecer a gestão das águas no Estado.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à inadimplência dos usuários na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2]	COGERH.	SRH.
Fiscalização conjunta e com qualidade dos mananciais pelos órgãos públicos (IBAMA - SEMACE - SRH e Prefeituras).	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à articulação ineficiente entre os diversos órgãos públicos (IBAMA - SEMACE - SRH e Prefeituras) na fiscalização com qualidade dos corpos hídricos na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; IBAMA; CBH; PREFEITURA.
Poder para o DNOCS fiscalizar seus próprios açudes.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade Hídrica	Conflito em potencial devido ao monitoramento ineficiente dos açudes pertencente ao DNOCS na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos[8]	SRH; ANA.	COGERH; DNOCS.
Estabelecimento de critérios para perfuração de poços com verba pública para atendimento da população difusa.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade Hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência de estudos para perfuração de poços na bacia do Acaraú	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH.	SRH; FUNCEME; SEMACE; SOHIDRA.

Quadro 13.4. Tarjetas consideradas pelos CBHs como "Vulnerabilidades Ambientais", que foram classificadas como Conflitos

TARJETA ORIGINAL (Vulnerabilidades Ambientais)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Elaboração de PGIRSU pelos municípios.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à inexistência do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU dos municípios.	Lei da Política Estadual de Resíduos Sólidos [10]	SEMACE; PREFEITURA.	SRH.
Fazer cumprir a legislação para o uso de agrotóxico na região da Ibiapaba.	Região da Ibiapaba	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido ao uso irregular de agrotóxicos poluindo corpos hídricos.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[2] Decreto Estadual sobre o Uso de Agrotóxicos[11]	COGERH; SEMACE; DNOCS.	SDA; IBAMA; EMATECE.
Acionar o ministério público visando eliminar a existência de animais soltos nas zonas urbanas dos municípios.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido aos animais soltos nas zonas urbanas dos municípios.	Dados não identificados	PREFEITURA.	COGERH; DNOCS.
Disciplinar os usos de queimadas.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência de critérios ou fiscalização relacionado às queimadas	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3] Lei da Política Nacional de Meio Ambiente[9]	IBAMA; SEMACE	CONPAM; MMA.
Identificação e preservação das nascentes e olhos d´água / matas ciliares/encostas.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência de fiscalização quanto ao desmatamento nas nascentes, nos olhos d'água, nas matas ciliares e nas encostas.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; IBAMA.

Continua...

[10] Lei Estadual Nº 13.103/2001. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define diretrizes e normas de prevenção e controle da poluição, para a proteção e recuperação da qualidade do meio ambiente e a proteção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no Estado do Ceará.

[11] Decreto Estadual n° 23.705/1995. Considerando o permanente risco de contaminação do ambiente decorrente da produção, comercialização e aplicação inadequada de substância e produtos agrotóxicos.

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Vulnerabilidades Ambientais)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Solucionar os problemas de qualidade da água quanto à salinização.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência de soluções quanto aos problemas de qualidade da água quanto à salinização.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH.
Ineficiência na fiscalização das questões ambientais.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Problema institucional devido à ineficiência na fiscalização das questões ambientais na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3] Lei da Política Nacional de Meio Ambiente[9]	IBAMA; SEMACE	CONPAM; MMA.
Uso de agrotóxicos nas margens dos açudes.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido ao uso de agrotóxicos nas margens dos açudes.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[2] Decreto Estadual sobre o Uso de Agrotóxicos[11]	COGERH; SEMACE; DNOCS.	SDA; IBAMA; EMATECE.
Criação de porcos nas margens das lagoas de estabilização do açude tucunduba.	Açude Tucunduba (Federal) no município de Senador Sá.	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade Hídrica	Conflito em potencial devido à criação de porcos nas margens afetando as lagoas de estabilização do Açude Tucunduba.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; IBAMA.
Lavagem de roupas motos e carros em açudes, lagos, lagoas e rios.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido à lavagem de roupas motos e carros as margens dos açudes, lagos, lagoas e rios da bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; DNOCS; SEMACE.	SRH; IBAMA.
Apreender animais dispersos nas águas e penalizar os proprietários.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido à presença de animais soltos a margem dos açudes da bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	PREFEITURA.	COGERH; DNOCS; SRH; IBAMA; SEMACE.

Continua...

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Vulnerabilidades Ambientais)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Incentivar a agroecologia e a produção orgânica.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Potenciais conflitos devido a não utilização de técnicas agrícolas alternativas	Lei Estadual do Programa de Incentivo à Agropecuária Orgânica [12]	SDA; EMATECE.	SEMACE; IBAMA.
Programas de educação ambiental.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Potenciais conflitos devido à ineficiência dos programas de educação ambiental na bacia do Coreaú.	Lei Nacional da Educação Ambiental[6] Lei Estadual da Educação Ambiental[7]	GOVERNO ESTADUAL	SEMACE; SRH; IBAMA.
Campanhas educativas nos meios de comunicação incentivando a preservação dos recursos naturais.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Potenciais conflitos devido à ineficiência das campanhas de educação ambiental nos meios de comunicação.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; DNOCS; IBAMA; PREFEITURA.
Estudo de alternativas para melhoria na qualidade da água dos açudes.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Potenciais conflitos devido à insuficiência de estudos para melhoria da qualidade hídrica nos açudes da bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; DNOCS; IBAMA; FUNCEME.
Impedir a pesca com “batidas” nos açudes.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Potenciais conflitos devido à pesca com “batidas” nos açudes da bacia do Coreaú	Lei da Pesca e Aqüicultura[1] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	SDA; SRH; COGERH; SEMACE.	IBAMA.

[12] Lei Estadual n° 13.523/2004. Cria e disciplina o Programa de Incentivo à Agropecuária Orgânica.

Quadro 13.5. Tarjetas originalmente consideradas pelos CBHs como "Necessidades de melhoria da oferta de água", que foram classificadas como Conflitos.

TARJETA ORIGINAL (Necessidades de melhoria da oferta de água)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Estabelecer critérios operacionais de reservatórios, preservando hierarquia de uso (Canganhas, Torta e Moréias etc.	Lagoas da Torta e das Moréias, município de Camocim	**Reclamante:** comunidade da Torta **Reclamado:** Comunidade das Moréias	Conflito na Quantidade Hídrica	Conflito entre as comunidades de Torta e Moréias devido ao canal de ligação entre as Lagoas da Torta e das Moréias em Camocim.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; DNOCS.
Verificar a dinâmica das lagoas litorâneas.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à insuficiência de estudos sobre a dinâmica das lagoas litorâneas na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; DNOCS; IBAMA; FUNCEME.
Estudo de demandas de poços profundos na bacia e perfuração desses em áreas deficitárias de água.	Bacia de Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial Institucional	Conflito em potencial devido à insuficiência de estudos dos sistemas aquíferos da Bacia do Coreaú, visando à perfuração de poços profundos.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH.	SRH; FUNCEME; SEMACE; SOHIDRA.
Monitoramento qualitativo e quantitativo dos lagos naturais município e COGERH.	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade e na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência do monitoramento qualitativo e quantitativo dos lagos naturais na bacia do Coreaú.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH; DNOCS; IBAMA; FUNCEME.
Estudo de viabilização do açude Mucambo para irrigação	Bacia do Coreaú	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência de estudos de viabilidade técnica do açude Mucambo para uso na irrigação.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SRH; SEMACE.	DNOCS; IBAMA; FUNCEME.

Continua...

Continuação...

TARJETA ORIGINAL (Necessidades de melhoria da oferta de água)	DESCRIÇÃO DO CONFLITO				CONTEXTO INSTITUCIONAL		
	Localização Geográfica	Atores Envolvidos	Tipologia de Conflito	Causa do Conflito	Legislação Pertinente	Competência Legal	Articulação Institucional
Estudo de viabilidade técnica para abastecimento de Camocim pelos açudes gangorra ou Itaúna	Município de Camocim	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Quantidade hídrica	Conflito em potencial devido à insuficiência de estudos de viabilidade técnica para abastecimento do município de Camocim pelos açudes gangorra ou Itaúna.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH; SEMACE.	SRH.
Problema de abastecimento humano Ubaúna em Coreaú, mesmo sendo tratada pela CAGECE.	Distrito de Ubaúna, município de Coreaú. Açude Trapiá III (Estadual), município de Coreaú.	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido o açude Trapiá III, que abastece o distrito de Ubaúna em Coreaú, que recebe diversas cargas de poluentes, principalmente de esgoto doméstico alterando a qualidade da água, mesmo sendo tratada pela CAGECE.	Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[2] Lei Federal de Saneamento Básico[5]	PREFEITURA; SEMACE; CAGECE	ARCE.
Problema de manancial para abastecimento humano com alta salinidade em Tatajuba e distrito de Guriú em Camocim	Praia de Tatajuba e distrito de Guriú, município de Camocim.	Não foi identificado pelo CBH	Conflito em potencial na Qualidade hídrica	Conflito em potencial devido à alta salinidade de manancial para abastecimento humano em Tatajuba e distrito de Guriú, Camocim.	Lei da Política Estadual dos Recursos Hídricos[2] Lei da Política Estadual do Meio Ambiente[3]	COGERH.	SRH; FUNCEME; SEMACE; SOHIDRA.

13.2. Análise dos conflitos identificados pelo CBH

Dentre as quatro tipologias de conflitos apresentadas – institucional, acesso a água, qualidade de água e quantidade de água – observa-se que as duas últimas aparecem com mais freqüência. A segunda, acesso água, não parece ter muita relevância nos conflitos.

Dentre os conflitos classificados como de "qualidade hídrica", merecem destaque os conflitos ligados à poluição devido à falta de saneamento básico e à presença de balneários; os conflitos decorrentes da pesca predatória, da salinidade, do desmatamento e das queimadas.

Os conflitos de quantidade hídrica ocorrem devido à inexistência de estudos de viabilidade técnica (para a utilização da água para produção industrial ou irrigação), ineficiência no monitoramento dos açudes e barragens ilegais.

No que se refere aos conflitos institucionais, o comitê entende que falta articulação entre os órgãos fiscalizadores e gestores, além da inexistência de programas de mediação de conflitos. Outro ponto em destaque é insuficiência de técnicos para gestão e fiscalização dos corpos hídricos.

Os conflitos de acesso a água não foram muito freqüentes. Apenas são referidos duas vezes - o primeiro faz referência a um conflito com quilombolas e o outro se trata de um conflito entre pescadores e carcinicultores no acesso às camboas.

14. O MODELO INSTITUCIONAL NA PERCEPÇÃO DO CBH

14. O MODELO INSTITUCIONAL NA PERCEPÇÃO DO CBH

O presente Capítulo descreve e organiza as principais barreiras institucionais existentes na Bacia do Coreaú, na visão do CBH.

14.1. Organização de dados sobre Modelo Institucional

Quanto ao Modelo Institucional, os dados foram organizados de modo a facilitar a identificação e classificação das principais barreiras institucionais, na visão do CBH, que dificultam a gestão democrática dos recursos hídricos na bacia. Foi construído um quadro onde os dados, originalmente contidos em tarjetas, são organizados. As linhas expressam os dados já identificados e classificados. As colunas expressam uma determinada informação sobre dados – identificação e natureza – além da tarjeta original determinada na reunião do CBH. A seguir conceituam-se os elementos que compõe as colunas.

1) **Tarjeta:** Informação coletadas no documento: *Relatório do Seminário do CBH Coreaú*, na visão do CBH.
2) **Identificação da barreira institucional:** identificação da barreira institucional, na visão do CBH.
3) **Natureza da barreira institucional:** as barreiras são classificadas em aquelas que impedem a "participação democrática" ou aquelas que dificultam o "acesso a informação"
4) **Participação democrática:** identificação das barreiras institucionais que dificultam a participação da população local e da representatividade dos comitês.
    - **Participação do comitê:** identificação das necessidades dos comitês sobre as tomadas de decisões.
    - **Participação da comunidade:** identificação das necessidades de agregar novos membros aos comitês ou ampliar a participação de comunidades ou órgãos públicos nas decisões.
5) **Acesso a informação:** identificação das barreiras institucionais que dificultam o acesso à informação devido ao tipo de linguagem (linguagem técnica) ou à retenção de informações pelo poder público.
    - **Domínio técnico da linguagem:** identificação da dificuldade dos membros de comitês no entendimento da linguagem técnica.
    - **Acesso aos dados:** identificação das dificuldades dos comitês quanto ao acesso a informações técnicas.

O **Quadro 14.1** apresenta uma explicação detalhada das informações e o **Quadro 14.2** apresenta as tarjetas apresentadas pelo CBH no Eixo Temático "Modelo Institucional". Após a análise detalhada das informações do Seminário CBH do Coreaú, observou-se que alguns problemas catalogados pelo CBH como "Vulnerabilidades ambientais" ficariam melhor alocadas no Eixo "Modelo Institucional". Estas tarjetas são analisadas no **Quadro 14.3.**

Quadro 14.1. Explicação sobre a Identificação e Classificação do Modelo Institucional

Tarjeta Original (Modelo Institucional)	Identificação da barreira do Modelo Institucional	Natureza da barreira do Modelo Institucional
Informação contida na tarjeta (Fonte: *Relatório do Seminário do CBH Coreaú)*	Identificação da barreira institucional, segundo o CBH.	Participação democrática: Participação do comitê Participação da comunidade Acesso a informações: Domínio técnico da linguagem Acesso aos dados

Quadro 14.2. Identificação e Classificação das barreiras ao Modelo Institucional

Tarjeta Original (Modelo Institucional)	Identificação da barreira do Modelo Institucional	Natureza da barreira do Modelo Institucional
Incentivo à participação das prefeituras nos comitês (prefeitos).	Barreiras institucionais dificultam ou não incentivam participação das prefeituras nos comitês de bacia.	Participação democrática da comunidade
Criação e instalação dos CONDEMAS pelas prefeituras municipais, bem como definir políticas, estrutura e pessoal.	Barreiras institucionais que não incentivam a criação do Conselho de Defesa do Meio Ambiente Municipal Sustentável (CONDEMAS).	Participação democrática da comunidade
Participação (assento) dos CBHs no CONERH	Barreiras institucionais impedem que os CBHs tenham o assento no Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH)	Participação democrática do comitê
Revisão da lei estadual de Recursos Hídricos com participação	Barreiras institucionais que não incentivam a participação do CBH na revisão da lei estadual de Recursos Hídricos com participação	Participação democrática do comitê
Os governos respeitem os CBHs como entes **consultivos e deliberativos**, estreitando o relacionamento e fortalecendo sua participação	Barreiras institucionais impedem que os CBHs sejam comitês consultivos e deliberativos	Participação democrática do comitê
Fortalecer os CONDEMAS	Barreiras institucionais impedem que os CODEMAS tenham força política.	Participação democrática Participação do comitê

Quadro 14.3. Tarjetas consideradas pelo CBH como "Vulnerabilidades Ambientais", que foram classificadas como barreiras ao Modelo Institucional

Tarjeta Original (Vulnerabilidades Ambientais)	Identificação da barreira do Modelo Institucional	Natureza da barreira do Modelo Institucional
Disciplinar o uso dos setores litorâneos, ouvindo as comunidades nos processos decisórios	Barreiras institucionais dificultam ou não incentivam participação das comunidades nos processos decisórios.	Participação democrática da comunidade
Participação da comunidade dos municípios da bacia na implementação da Rota das Emoções	Barreiras institucionais dificultam ou não incentivam comunidade dos municípios da bacia do Coreaú a participação no processo de implementação da Rota das Emoções.	Participação democrática da comunidade

14.2. Análise das barreiras ao Modelo Institucional identificadas pelo CBH

O CBH tem a percepção que existem muitos impedimentos para a sua efetiva participação como órgão consultivo e deliberativo. E, por parte dos segmentos que não fazem parte do CBH, há o sentimento que esta participação não é incentivada por parte do Órgão Gestor. As prefeituras têm mostrado um interesse crescente em participar do CBH; este interesse é oriundo das mais variadas fontes - preocupação autêntica com os recursos hídricos da bacia, visibilidade política da prefeitura no sistema de gestão, interesse em alguma obra hídrica, ou a busca pelo programa "município selo verde".

15. VULNERABILIDADES AMBIENTAIS IDENTIFICADAS PELO CBH

15. VULNERABILIDADES AMBIENTAIS IDENTIFICADAS PELO CBH

O presente Capítulo descreve e organiza as principais vulnerabilidades ambientais existentes na Bacia do Coreaú, na visão do CBH.

15.1. Organização de dados sobre poluição hídrica

Quanto às Vulnerabilidades Ambientais, os dados foram organizados de modo a facilitar a identificação e classificação dos principais problemas da Bacia, na visão do CBH. Foi construído um quadro onde os dados, originalmente contidos em tarjetas, são organizados. As linhas expressam os dados já identificados e classificados. As colunas expressam uma determinada informação sobre dados – identificação da vulnerabilidade ambiental, sua localização geográfica, seus impactos no corpo hídrico, as fontes da poluição/vulnerabilidade, tipo de poluente e competência institucional – além da tarjeta original determinada na reunião do CBH. A seguir conceituam-se os elementos que compõe as colunas.

1) **Tarjeta:** Informação contida nas tarjetas, coletadas no documento *Relatório do Seminário do CBH Coreaú*, na visão do CBH.
2) **Identificação da vulnerabilidade ambiental:** Identificação do impacto na qualidade hídrica, segundo o CBH.
3) **Localização geográfica:** Identificação do corpo d'água (toponímia) e sua localização administrativa municipal (município ou distrito) onde ocorreu o impacto.
4) **Impacto ambiental no corpo hídrico:** Identificação da poluição se afeta ou não afeta o corpo hídrico.
5) **Fontes de poluição:** identificação da fonte poluidora, como por exemplo: esgotamento sanitário, resíduos sólidos e hospitalar, agrotóxicos, pecuária, desmatamento, ocupação irregular e salinidade.
6) **Tipos de poluentes:** os poluentes podem ser caracterizados como conservativo ou não conservativo (Araújo, 2003).
    - **Não-conservativo:** são poluentes de caráter químico, que no caso provocam a morte de sistemas biológicos.
    - **Conservativo:** são poluentes de caráter físico, que no caso provocam assoreamento dos corpos hídricos.
7) **Contexto Institucional:** será abordada a competência legal e a articulação institucional quanto às vulnerabilidades ambientais.
    - **Competência Legal:** identificação de órgão responsável pela resolução do impacto ambiental no corpo hídrico**.**
    - **Articulação Institucional:** identificação de órgão responsável pela articulação da resolução do impacto ambiental no corpo hídrico**.**

O **Quadro 15.1** apresenta uma explicação detalhada das informações e o **Quadro 15.2** apresenta as tarjetas apresentadas pelo CBH no Eixo Temático "Vulnerabilidades Ambientais". Após a análise detalhada das informações do Seminário CBH do Coreaú, observou-se que alguns problemas catalogados pelo CBH como "Conflitos" ficariam melhor alocadas no Eixo "Vulnerabilidades ambientais". Estas tarjetas são analisadas no **Quadro 15.3.**

Quadro 15.1. Explicação sobre a Identificação e classificação das vulnerabilidades ambientais na visão do CBH

Tarjeta Original (Vulnerabilidades Ambientais)	Localização Geográfica	Impacto Ambiental no Corpo Hídrico	Fonte de Poluição	Tipos de Poluentes	CONTEXTO INSTITUCIONAL		Identificação da Vulnerabilidade Ambiental
					Competência Legal	Articulação Institucional	
Informação contida na tarjeta (Fonte: *Relatório do Seminário do CBH Coreaú*	Identificação e localização (município ou distrito) do corpo hídrico onde ocorreu o impacto.	Afeta o corpo hídrico Não Afeta o corpo hídrico	Esgotamento Sanitário Resíduos Sólidos Resíduos Hospitalar Agrotóxicos Pecuária Desmatamento Salinidade Ocupação Irregular	Conservativo Não-conservativo	Identificação de órgão responsável pela resolução do impacto ambiental no corpo hídrico.	Identificação de órgão responsável pela articulação da resolução do impacto ambiental no corpo hídrico.	Identificação do Impacto na qualidade hídrica.

Quadro 15.2. Identificação e classificação das vulnerabilidades ambientais/poluição hídrica, identificadas pelo CBH do Coreaú

TARJETA ORIGINAL (Vulnerabilidades Ambientais)	Localização Geográfica	Impacto Ambiental no Corpo Hídrico	Fonte de Poluição	Tipos de Poluentes	CONTEXTO INSTITUCIONAL		Identificação da Vulnerabilidade Ambiental
					Competência Legal	Articulação Institucional	
Respeito a APP dos rios e açudes na instalação de lagoas de estabilização (Tanguá – Rio Quatiguaba / Açude Tucunduba).	Rio Quatiguaba, no município de Tianguá e Açude Tucunduba (Federal) no município Senador Sá.	Afeta o corpo Hídrico	Esgotamento sanitário	Não-conservativo	SEMACE.	COGERH; PREFEITURA.	Poluição do Rio Quatiguaba e do Açude Tucunduba, devido à má instalação de lagoas de estabilização.
Eliminar os lançamentos de esgotos nos Recursos Hídricos da Bacia do Coreaú.	Bacia do Coreaú	Afeta o corpo Hídrico	Esgotamento Sanitário	Não-conservativo	COGERH; SEMACE.	ARCE; PREFEITURA.	Poluição dos corpos hídricos devido ao lançamento de esgotos.
Lixo hospitalar a céu aberto no açude Tucunduba.	Açude Tucunduba (Federal) no município de Senador Sá.	Afeta o corpo Hídrico	Resíduos Hospitalar	Não-conservativo	COGERH; SEMACE.	ARCE; PREFEITURA.	Poluição do açude Tucunduba devido ao lançamento de lixo hospitalar.
Lixo e esgoto nos açudes, lagos e lagoas.	Bacia do Coreaú	Afeta o corpo Hídrico	Esgotamento Sanitário Resíduos sólidos	Não-conservativo	COGERH; SEMACE.	ARCE; PREFEITURA.	Poluição dos açudes, lagos e lagoas devido ao lançamento de lixo e esgoto.
Desmatamento das margens dos rios da bacia, comprometendo a qualidade da água.	Bacia do Coreaú	Afeta o corpo Hídrico	Desmatamento	Conservativo	SEMACE; IBAMA	SRH; COGERH	Desmatamento das margens dos rios da bacia
Empreendimento às margens, ou mesmo “dentro” de açudes ou rios. Construções nas APAS.	Bacia do Coreaú	Afeta o corpo Hídrico	Ocupação Irregular	Conservativo	SEMACE; IBAMA	SRH; COGERH	Problema devido à construção de empreendimentos às margens, ou mesmo “dentro” de açudes ou rios podendo causar poluição hídrica.
Desmatamento Irregular em Uruoca com retirada de estacas e em Sobral e Coreaú lenha para fabricação de cal.	Municípios de Uruoca, Sobral e Coreaú.	Afeta o corpo Hídrico	Desmatamento	Conservativo	SEMACE; IBAMA	CONPAM	Desmatamento irregular em Uruoca com retirada de estacas e em Sobral e Coreaú com retirada de lenha para fabricação de cal
Reflorestamento das matas ciliares.	Bacia do Coreaú	Afeta o corpo Hídrico	Desmatamento	Conservativo	SEMACE; IBAMA	SRH; COGERH	Problema de desmatamento das matas ciliares

Quadro 15.3. Tarjetas originalmente consideradas pelo CBH como "Conflitos", classificadas como Vulnerabilidades ambientais/Poluição Hídrica.

TARJETA ORIGINAL (Conflito)	Localização Geográfica	Impacto Ambiental no Corpo Hídrico	Fonte de Poluição	Tipos de Poluentes	CONTEXTO INSTITUCIONAL		Identificação da Vulnerabilidade Ambiental
					Competência Legal	Articulação Institucional	
Construção de lagoas de estabilização na bacia hidráulica do Açude Tucunduba	Açude Tucunduba (Federal) no município de Senador Sá.	Afeta o corpo Hídrico	Considerar todas as fontes de poluição	Não-conservativo	SEMACE; IBAMA	SRH; COGERH	Poluição de corpos hídricos devido à construção de lagoas de estabilização na bacia hidráulica do Açude Tucunduba.

15.2. Análise de dados sobre as vulnerabilidades ambientais identificadas pelo CBH

A percepção do CBH é que o principal problema ambiental da Bacia do Coreaú é a poluição dos seus corpos hídricos. As tarjetas indicam preocupação com a poluição vinculada aos poluentes não-conservativos - poluentes químicos e biológicos. Tais poluentes, em sua maioria, foram identificados como advindos da falta de esgotamento sanitário adequado, seja devido ao não tratamento dos resíduos ou ao tratamento inadequado (lagoas de estabilização). Outro problema recorrente é a destruição da mata ciliar e, por fim, é demonstrada preocupação também com empreendimentos no entorno da bacia hidráulica dos açudes da Bacia.

16. NECESSIDADES DE MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA NA VISÃO DO CBH

16. NECESSIDADES DE MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA NA VISÃO DO CBH

Este Capítulo visa à identificação das localidades com problemas de abastecimento de água e a possibilidade de incremento da sua oferta hídrica, na visão do CBH, seja por meio de cisternas, poços, adutoras ou novos reservatórios.

O presente Capítulo descreve e organiza as principais barreiras institucionais existentes na Bacia do Coreaú, na visão do CBH.

16.1. Organização de dados sobre oferta hídrica

Quanto à necessidade de incremento da Oferta Hídrica, os dados foram organizados de modo a facilitar a identificação e classificação dos principais problemas, na visão do CBH. Foi construído um quadro onde os dados, originalmente contidos em tarjetas, são organizados. As linhas expressam os dados já identificados e classificados. As colunas expressam uma determinada informação sobre dados – identificação, localização, tipologia e infra-estrutura – além da tarjeta original determinada na reunião do CBH. A seguir conceituam-se os elementos que compõe as colunas.

1) **Tarjeta Original:** informação coletadas no documento: *Relatório do Seminário do CBH Coreaú,* na visão do Comitê.
2) **Identificação da necessidade de incremento da oferta hídrica:** identificação de alternativas para suprir a demanda de água.
3) **Localização Geográfica:** identificação e localização (município ou distrito) onde se verifica a necessidade de incremento de oferta hídrica
4) **Tipologia de demanda hídrica:** classificada como difusa ou concentrada.
    - **Difusa:** demanda em áreas pouco adensadas, onde se utilizam a infraestrutura de poços, cisternas e/ou outros.
    - **Concentrada:** demanda concentrada consiste em abastecimento para áreas muito adensadas, com agrupamento pessoas, indústrias, agroindústrias; irrigação, etc onde se utilizam infraestrutura de reservatórios, canais, adutoras e mananciais naturais.
5) **Infraestrutura hídrica proposta pelo CBH:** identificação do tipo de infraestrutura que os comitês propõem para atender a demanda hídrica seja esta difusa ou concentrada.
6) **Infraestrutura hídrica existente:** infraestrutura hídrica já existente para atender a região e Programas de abastecimentos.

O **Quadro 16.1** apresenta uma explicação detalhada da identificação e classificação das necessidades de melhoria da oferta de água na visão do CBH e o **Quadro 16.2** apresenta as tarjetas apresentadas pelo CBH no Eixo Temático “Necessidade de Incremento de Oferta Hídrica”.

Quadro 16.1. Explicativa: Identificação e classificação das necessidades de melhoria da oferta de água na visão do CBH

Tarjeta Original	Localização Geográfica	Tipologia de demanda hídrica	Infraestrutura hídrica proposta pelo CBH	Infraestrutura hídrica existente/ Programa	Identificação da necessidade de incremento de oferta hídrica
Informação das tarjetas (Fonte: *Relatório do Seminário do CBH Coreaú*.	Identificação e localização (município ou distrito) do corpo d'água onde ocorreu o impacto.	Demanda difusa Demanda concentrada	Implantação, recuperação e instalação Barragem subterrânea Poço Cisterna Reservatório (Açude) Canal Adutora Mananciais naturais Transposição hídrica	Reservatórios (Açude) Canais Adutoras Mananciais naturais Programas visando o abastecimento de população difusa	Identificação da necessidade de oferta hídrica

Quadro 16.2. Identificação e classificação das necessidades de melhoria da oferta de água na visão do CBH

Tarjeta Original (Oferta Hídrica)	Localização Geográfica	Tipologia de demanda hídrica	Infraestrutura hídrica proposta pelo Comitê	Infraestrutura hídrica existente/ Programa	Identificação da necessidade de incremento de oferta hídrica
Construção de cisternas de placas visando atender a demanda difusa.	Bacia do Coreaú	Difusa	Cisterna de placas	Programa de Abastecimento de Água de Pequenas Comunidades Rurais (SOHIDRA); Projeto São José; ASA/P1MC; O Programa de Cisternas da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA).	Implantação de cisternas de placas, visando atender as demandas hídricas.
Construção de adutora do açude angicos ao Jordão.	Comunidade Jordão no município de Moraújo	Concentrada	Adutora	Açude Angicos (Estadual), município de Coreaú. Adutora existente, a captação no rio Coreau Perenizado pelo Angicos.	Implantação do Sistema Adutora do Açude Angicos à Comunidade de Jordão, visando atender a demanda hídrica.
Construção de barragens subterrâneas visando fixar as comunidades nos locais de moradia.	Bacia do Coreaú	Difusa	Barragem subterrânea	Não foi identificada.	Implantação de barragens subterrâneas, visando atender as demandas hídricas.
Construção de adutora do açude Gangorra para o Lago Seco (transposição de bacias).	Lago Seco, Praia de Caraúba no município de Camocim.	Concentrada	Adutora	Açude Gangorra (Estadual), município de Granja.	Implantação da adutora do açude Gangorra para o Lago Seco (transposição de bacias), visando atender a demanda hídrica.

Continua...

Continuação...

Tarjeta Original (Oferta Hídrica)	Localização Geográfica	Tipologia de demanda hídrica	Infraestrutura hídrica proposta pelo Comitê	Infraestrutura hídrica existente/ Programa	Identificação da necessidade de incremento de oferta hídrica
Construção do canal hidroágricola do açude Jaburu ao rio Quatiguaba em Tianguá.	Município de Tianguá	Concentrada	Canal	Açude Jaburu I (Estadual), município de Ubajara	Implantação do canal hidroagrícola partindo do açude Jaburu I ao rio Quatiguaba, município de Tianguá, para atender as demandas hídricas.
Construção dos açudes Boqueirão (Rio Jurema) e Paula Pessoa em Senador Sá e Martinópole.	Município de Senador Sá (Açude Boqueirão) e município de Granja (AçudePaula Pessoa)	Concentrada	Açude	Não foi identificada.	Implantação dos açudes Boqueirão e Paula Pessoa, visando atender as demandas hídricas.
Recuperação e instalação de poços tubulares.	Bacia de Coreaú	Difusa	Recuperação e instalação de poços tubulares	Não foi identificada.	Recuperação e instalação de poços tubulares visando atender as demandas hídricas.
Construção do açude caiçara em Flecheirinha para abastecimento e irrigação	Município de Frecheirinha	Concentrada	Açude	Não foi identificada.	Implantação do açude Caiçara visando o abastecimento e a irrigação no Município de Frecheirinha.
Abastecimento humano de água deficiente na comunidade de Preá	Comunidade de Preá no município de Cruz	Difusa	Adutora (Projeto São José)	Não foi identificada.	Ampliação o abastecimento de água na Comunidade de Preá.

Continua...

Continuação...

Tarjeta Original (Oferta Hídrica)	Localização Geográfica	Tipologia de demanda hídrica	Infraestrutura hídrica proposta pelo Comitê	Infraestrutura hídrica existente/ Programa	Identificação da necessidade de incremento de oferta hídrica
Alcântaras tem deficiência de abastecimento de água, necessitamos de construção de cisternas.	Município de Alcântaras	Difusa	Cisterna	Programa de Abastecimento de Água de Pequenas Comunidades Rurais (SOHIDRA); Projeto São José; ASA/P1MC; O Programa de Cisternas da Secretaria do Desenvolvimento Agrário (SDA).	Implantação de cisternas, visando atender as demandas hídricas do município de Alcântaras.
Construção de açudes nas localidades de Bom Sucesso, rios porcos e babatão.	Localidades de Bom Sucesso, rios Porcos e Babatão, município não identificado.	Concentrada	Açude	Não foi identificada.	Implantação de açudes nas localidades de Bom Sucesso, rios dos Porcos, Batatão, visando atender as demandas hídricas.
Uma barragem no rio pesqueiro para melhorar a condição da região: Córrego dos Cavalos em Marco	Região Córrego dos Cavalos em Marco	Concentrada	Açude	Não foi identificada.	Implantação de uma barragem no rio pesqueiro na Região Córrego dos Cavalos em Marco, visando atender as demandas hídricas.
Construção do açude Diamantina em Marco	Município de Marco	Concentrada	Açude	Poço Tubular	Implantação do açude Diamantina em Marco, visando atender as demandas hídricas.

16.2. Análise de dados sobre as necessidades de incremento de oferta hídrica identificadas pelo CBH

A percepção do CBH é que a principal solução para os problemas de abastecimento na bacia ainda é o Açude. A maioria das tarjetas se refere ao açude de forma direta, outras de forma indireta – canais e adutoras em um determinado açude. O CBH também entende a cisterna como uma alternativa importante para o déficit no balanço hídrico e, em menor escala, o poço e a barragem subterrânea.

17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

17. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, José Carlos e SANTAELLA, SandraTédde. Gestão da Qualidade. In: CAMPOS, J. N. e Studart, T. M. C., Gestão de Águas: Princípios e Práticas. Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001. Cap. 10. P. 159 – 179.

BRASIL - 1981 - Projeto RADAMBRASIL, Folha AS. 24 Fortaleza. Levantamento de Recursos Naturais 21. Rio de Janeiro, MME. 483p.

CAVALCANTE, I.N. - 1998 - A gestão integrada dos recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Tese de Doutoramento. IG-USP. São Paulo – SP. 150p.

CEARÁ - SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – 1992 – Plano Estadual de Recursos Hídricos. Estudos de Base II. Fortaleza – CE. SRH. p. 871 – 1114.

COGERH - SRH. ENGESOFT-MONTGOMERY WATSON – 2000 - Projeto "Estudos Básicos e Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba". CD ROM.

COSTA, W.D. - 1997 - Uso e gestão de água subterrânea. In: FEITOSA, F.A.C. & MANUEL FILHO, J. (1997) - Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM. Cap. 14. p. 341 – 365.

CPRM/REFOR - 1999 - Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará: Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Edição em Cd ROM. Fortaleza, CE.

Hoban, J. T. Managing Conflict. A guide for watershed partnerships. Disponível em: www.ctic.purdue.edu/KYW/Brochures/ManageConflict.html, 2001.

INESP – INSTITUTO DE ESTUDOS E PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ – 2009 – Caderno Regional para a Bacia do Coreaú. Volume 1. Pacto das Águas – Compromisso Socioambiental Compartilhado. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará – Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos (Orgs). Fortaleza – Ceará. 127p.

PINHEIRO, M. I. T. Tipologia de Conflitos de Usos das Águas: Estudos de Casos no Estado do Ceará. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: 2002.

SILVA, A. B. da - 1970 – Inventário Hidrogeológico do Nordeste – Folha Nº 5 – Fortaleza – SO. Ministério do Interior/SUDENE Recife, PE.

TEIXEIRA, Z. A. et al. – 1998 – As águas subterrâneas dos municípios de Marco e Bela Cruz, Bacia do Acaraú. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia. UFC. Fortaleza – CE.

ANEXO

Açude: **Angicos**
Código: **112**

inicio:	01/07/1998	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/07/1998	100,05	105,50	97,00	13.988.516	25,0%
01/08/1998	99,90	105,50	97,00	13.281.007	23,7%
01/09/1998	99,55	105,50	97,00	11.744.513	21,0%
01/10/1998	99,08	105,50	97,00	9.681.208	17,3%
01/11/1998	98,50	105,50	97,00	7.690.000	13,7%
01/12/1998	97,94	105,50	97,00	5.909.006	10,5%
01/01/1999	97,57	105,50	97,00	5.039.500	9,0%
01/02/1999	97,70	105,50	97,00	5.344.993	9,5%
01/03/1999	97,66	105,50	97,00	5.251.009	9,4%
01/04/1999	102,26	105,50	97,00	27.113.816	48,4%
01/05/1999	102,60	105,50	97,00	29.537.990	52,7%
01/06/1999	103,79	105,50	97,00	39.049.708	69,7%
01/07/1999	103,77	105,50	97,00	38.881.072	69,4%
01/08/1999	103,56	105,50	97,00	37.110.780	66,2%
01/09/1999	103,28	105,50	97,00	34.750.388	62,0%
01/10/1999	102,99	105,50	97,00	32.318.684	57,7%
01/11/1999	102,68	105,50	97,00	30.108.402	53,7%
01/12/1999	102,49	105,50	97,00	28.753.684	51,3%
01/01/2000	102,19	105,50	97,00	26.614.718	47,5%
01/02/2000	102,48	105,50	97,00	28.682.424	51,2%
01/03/2000	102,92	105,50	97,00	31.819.586	56,8%
01/04/2000	104,63	105,50	97,00	46.981.372	83,8%
01/05/2000	105,58	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2000	105,48	105,50	97,00	55.832.036	99,6%
01/07/2000	105,50	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/08/2000	105,41	105,50	97,00	55.069.040	98,2%
01/09/2000	105,26	105,50	97,00	53.434.024	95,3%
01/10/2000	104,98	105,50	97,00	50.404.432	89,9%
01/11/2000	104,66	105,50	97,00	47.274.836	84,3%
01/12/2000	104,33	105,50	97,00	44.047.416	78,6%
01/01/2001	104,09	105,50	97,00	41.700.164	74,4%
01/02/2001	103,99	105,50	97,00	40.735.680	72,7%
01/03/2001	104,02	105,50	97,00	41.015.568	73,2%
01/04/2001	104,98	105,50	97,00	50.404.432	89,9%
01/05/2001	105,73	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2001	105,54	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/07/2001	105,46	105,50	97,00	55.613.992	99,2%
01/08/2001	105,24	105,50	97,00	53.215.976	94,9%
01/09/2001	104,94	105,50	97,00	50.013.224	89,2%
01/10/2001	104,65	105,50	97,00	47.177.016	84,2%
01/11/2001	104,21	105,50	97,00	42.873.792	76,5%
01/12/2001	103,90	105,50	97,00	39.977.012	71,3%
01/01/2002	103,60	105,50	97,00	37.447.988	66,8%
01/02/2002	103,60	105,50	97,00	37.447.988	66,8%
01/03/2002	103,42	105,50	97,00	35.930.584	64,1%
01/04/2002	103,70	105,50	97,00	38.290.976	68,3%

Açude: **Angicos**
Código: **112**

inicio:	01/07/1998	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/2002	105,63	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2002	105,55	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/07/2002	105,55	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/08/2002	105,35	105,50	97,00	54.414.984	97,1%
01/09/2002	105,08	105,50	97,00	51.472.020	91,8%
01/10/2002	104,75	105,50	97,00	48.155.000	85,9%
01/11/2002	104,35	105,50	97,00	44.242.984	78,9%
01/12/2002	103,91	105,50	97,00	40.061.332	71,5%
01/01/2003	103,48	105,50	97,00	36.436.428	65,0%
01/02/2003	103,39	105,50	97,00	35.677.696	63,7%
01/03/2003	104,45	105,50	97,00	45.220.972	80,7%
01/04/2003	105,87	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/05/2003	105,56	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2003	105,51	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/07/2003	105,51	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/08/2003	105,28	105,50	97,00	53.651.988	95,7%
01/09/2003	104,99	105,50	97,00	50.502.180	90,1%
01/10/2003	104,67	105,50	97,00	47.372.584	84,5%
01/11/2003	104,29	105,50	97,00	43.656.208	77,9%
01/12/2003	103,95	105,50	97,00	40.398.476	72,1%
01/01/2004	103,65	105,50	97,00	37.869.512	67,6%
01/02/2004	104,90	105,50	97,00	49.622.016	88,5%
01/03/2004	105,85	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/04/2004	105,51	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/05/2004	105,51	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2004	105,43	105,50	97,00	55.287.004	98,6%
01/07/2004	105,35	105,50	97,00	54.414.984	97,1%
01/08/2004	105,22	105,50	97,00	52.998.012	94,6%
01/09/2004	104,95	105,50	97,00	50.110.972	89,4%
01/10/2004	104,62	105,50	97,00	46.883.628	83,6%
01/11/2004	104,20	105,50	97,00	42.775.972	76,3%
01/12/2004	103,82	105,50	97,00	39.302.596	70,1%
01/01/2005	103,46	105,50	97,00	36.267.792	64,7%
01/02/2005	103,25	105,50	97,00	34.497.500	61,5%
01/03/2005	103,11	105,50	97,00	33.317.306	59,4%
01/04/2005	103,35	105,50	97,00	35.340.488	63,1%
01/05/2005	103,41	105,50	97,00	35.846.332	64,0%
01/06/2005	103,48	105,50	97,00	36.436.428	65,0%
01/07/2005	103,34	105,50	97,00	35.256.168	62,9%
01/08/2005	103,04	105,50	97,00	32.727.208	58,4%
01/09/2005	102,67	105,50	97,00	30.037.086	53,6%
01/10/2005	102,32	105,50	97,00	27.541.598	49,1%
01/11/2005	101,81	105,50	97,00	24.087.684	43,0%
01/12/2005	101,30	105,50	97,00	20.941.018	37,4%
01/01/2006	100,93	105,50	97,00	18.714.102	33,4%
01/02/2006	100,61	105,50	97,00	16.995.704	30,3%
01/03/2006	100,48	105,50	97,00	16.297.618	29,1%

Açude: **Angicos**
Código: **112**

inicio:	01/07/1998	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/04/2006	101,24	105,50	97,00	20.570.786	36,7%
01/05/2006	103,68	105,50	97,00	38.122.404	68,0%
01/06/2006	104,95	105,50	97,00	50.110.972	89,4%
01/07/2006	104,83	105,50	97,00	48.937.416	87,3%
01/08/2006	104,54	105,50	97,00	46.101.208	82,3%
01/09/2006	104,24	105,50	97,00	43.167.180	77,0%
01/10/2006	103,89	105,50	97,00	39.892.696	71,2%
01/11/2006	103,55	105,50	97,00	37.026.524	66,1%
01/12/2006	103,15	105,50	97,00	33.654.512	60,0%
01/01/2007	102,87	105,50	97,00	31.463.120	56,1%
01/02/2007	102,61	105,50	97,00	29.609.304	52,8%
01/03/2007	103,11	105,50	97,00	33.317.306	59,4%
01/04/2007	103,74	105,50	97,00	38.628.180	68,9%
01/05/2007	105,46	105,50	97,00	55.613.992	99,2%
01/06/2007	105,50	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/07/2007	105,36	105,50	97,00	54.524.008	97,3%
01/08/2007	105,09	105,50	97,00	51.580.960	92,0%
01/09/2007	104,77	105,50	97,00	48.350.568	86,3%
01/10/2007	104,38	105,50	97,00	44.536.372	79,5%
01/11/2007	103,97	105,50	97,00	40.567.112	72,4%
01/12/2007	103,62	105,50	97,00	37.616.624	67,1%
01/01/2008	103,30	105,50	97,00	34.919.024	62,3%
01/02/2008	105,03	105,50	97,00	50.926.988	90,9%
01/03/2008	105,22	105,50	97,00	52.998.012	94,6%
01/04/2008	106,29	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/05/2008	105,72	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2008	105,59	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/07/2008	105,46	105,50	97,00	55.613.992	99,2%
01/08/2008	105,21	105,50	97,00	52.888.992	94,4%
01/09/2008	104,98	105,50	97,00	50.404.432	89,9%
01/10/2008	104,65	105,50	97,00	47.177.016	84,2%
01/11/2008	104,17	105,50	97,00	42.482.584	75,8%
01/12/2008	103,83	105,50	97,00	39.386.916	70,3%
01/01/2009	103,53	105,50	97,00	36.857.888	65,8%
01/02/2009	104,06	105,50	97,00	41.406.776	73,9%
01/03/2009	104,81	105,50	97,00	48.741.776	87,0%
01/04/2009	105,64	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/05/2009	105,94	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/06/2009	105,73	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/07/2009	105,61	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/08/2009	105,59	105,50	97,00	56.050.000	100,0%
01/09/2009	105,39	105,50	97,00	54.850.992	97,9%
01/10/2009	105,15	105,50	97,00	52.235.016	93,2%
01/11/2009	104,83	105,50	97,00	48.937.416	87,3%
01/12/2009	104,44	105,50	97,00	45.123.224	80,5%
01/01/2010	104,19	105,50	97,00	42.678.224	76,1%

Açude: **Diamante**
Código: **60**

Inicio:	01/06/1992	**Fim:**	01/06/2009

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/06/1992	97,06	98,00		10.661.993	80,8%
01/07/1992	96,89	98,00		10.224.998	77,5%
01/08/1992	96,72	98,00		9.800.003	74,2%
01/09/1992	96,46	98,00		9.149.998	69,3%
01/10/1992	96,11	98,00		8.275.002	62,7%
01/11/1992	95,79	98,00		7.538.002	57,1%
01/12/1992	95,56	98,00		7.031.995	53,3%
01/01/1993	95,26	98,00		6.372.005	48,3%
01/02/1993	95,05	98,00		5.910.007	44,8%
01/03/1993	95,06	98,00		5.931.995	44,9%
01/04/1993	94,91	98,00		5.656.006	42,8%
01/05/1993					
01/06/1993					
01/07/1993	94,95	98,00		5.719.995	43,3%
01/08/1993	94,73	98,00		5.368.006	40,7%
01/09/1993	94,50	98,00		5.000.000	37,9%
01/10/1993	94,16	98,00		4.456.006	33,8%
01/11/1993					
01/12/1993					
01/01/1994					
01/02/1994					
01/03/1994					
01/04/1994					
01/05/1994	93,75	98,00		3.950.000	29,9%
01/06/1994	94,48	98,00		4.968.006	37,6%
01/07/1994	94,45	98,00		4.919.995	37,3%
01/08/1994	94,33	98,00		4.728.003	35,8%
01/09/1994	94,12	98,00		4.392.005	33,3%
01/10/1994	93,80	98,00		4.000.003	30,3%
01/11/1994	93,36	98,00		3.560.001	27,0%
01/12/1994	92,66	98,00		2.894.003	21,9%
01/01/1995					
01/02/1995					
01/03/1995	93,16	98,00		3.360.004	25,5%
01/04/1995	94,06	98,00		4.295.996	32,5%
01/05/1995	95,88	98,00		7.735.994	58,6%
01/06/1995	96,52	98,00		9.299.992	70,5%
01/07/1995	96,48	98,00		9.200.008	69,7%
01/08/1995	96,33	98,00		8.825.005	66,9%
01/09/1995	96,16	98,00		8.400.009	63,6%
01/10/1995	95,83	98,00		7.626.004	57,8%
01/11/1995	95,49	98,00		6.877.996	52,1%
01/12/1995	95,25	98,00		6.350.000	48,1%

Açude: **Diamante**
Código: **60**

Inicio:	01/06/1992	**Fim:**	01/06/2009

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/01/1996					
01/02/1996					
01/03/1996					
01/04/1996					
01/05/1996					
01/06/1996					
01/07/1996					
01/08/1996					
01/09/1996					
01/10/1996					
01/11/1996					
01/12/1996					
01/01/1997					
01/02/1997					
01/03/1997					
01/04/1997					
01/05/1997					
01/06/1997					
01/07/1997					
01/08/1997					
01/09/1997	96,46	98,00		9.149.998	69,3%
01/10/1997	96,25	98,00		8.625.000	65,3%
01/11/1997	96,00	98,00		8.000.000	60,6%
01/12/1997	95,80	98,00		7.560.007	57,3%
01/01/1998	95,70	98,00		7.339.994	55,6%
01/02/1998	95,61	98,00		7.142.002	54,1%
01/03/1998	95,71	98,00		7.361.998	55,8%
01/04/1998	95,92	98,00		7.823.996	59,3%
01/05/1998	96,08	98,00		8.200.005	62,1%
01/06/1998	95,97	98,00		7.934.003	60,1%
01/07/1998	95,86	98,00		7.692.002	58,3%
01/08/1998	95,70	98,00		7.339.994	55,6%
01/09/1998	95,49	98,00		6.877.996	52,1%
01/10/1998	95,24	98,00		6.327.996	47,9%
01/11/1998	94,96	98,00		5.735.999	43,5%
01/12/1998	94,68	98,00		5.288.001	40,1%
01/01/1999	94,40	98,00		4.840.003	36,7%
01/02/1999	94,42	98,00		4.871.997	36,9%
01/03/1999	94,84	98,00		5.543.994	42,0%
01/04/1999	95,60	98,00		7.119.997	53,9%
01/05/1999	95,90	98,00		7.780.004	58,9%
01/06/1999	96,26	98,00		8.650.005	65,5%
01/07/1999	96,09	98,00		8.224.991	62,3%

Açude: **Diamante**
Código: **60**

Inicio:	01/06/1992	**Fim:**	01/06/2009

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/08/1999	95,93	98,00		7.846.001	59,4%
01/09/1999	95,76	98,00		7.472.005	56,6%
01/10/1999	95,59	98,00		7.097.992	53,8%
01/11/1999	95,44	98,00		6.768.006	51,3%
01/12/1999	95,27	98,00		6.393.993	48,4%
01/01/2000	95,13	98,00		6.085.994	46,1%
01/02/2000	95,13	98,00		6.085.994	46,1%
01/03/2000	95,56	98,00		7.031.995	53,3%
01/04/2000	96,56	98,00		9.399.994	71,2%
01/05/2000	97,45	98,00		11.714.992	88,7%
01/06/2000	97,50	98,00		11.850.000	89,8%
01/07/2000	97,40	98,00		11.580.004	87,7%
01/08/2000	97,33	98,00		11.391.005	86,3%
01/09/2000	97,20	98,00		11.039.992	83,6%
01/10/2000	96,95	98,00		10.374.992	78,6%
01/11/2000	96,73	98,00		9.825.008	74,4%
01/12/2000	96,52	98,00		9.299.992	70,5%
01/01/2001	96,36	98,00		8.900.002	67,4%
01/02/2001	96,38	98,00		8.949.993	67,8%
01/03/2001	96,44	98,00		9.100.006	68,9%
01/04/2001	96,80	98,00		10.000.008	75,8%
01/05/2001	98,34	98,00		13.200.000	100,0%
01/06/2001	98,26	98,00		13.200.000	100,0%
01/07/2001	98,02	98,00		13.200.000	100,0%
01/08/2001	97,77	98,00		12.578.991	95,3%
01/09/2001	97,65	98,00		12.255.004	92,8%
01/10/2001	97,53	98,00		11.930.997	90,4%
01/11/2001	97,29	98,00		11.283.002	85,5%
01/12/2001	97,07	98,00		10.688.999	81,0%
01/01/2002	96,83	98,00		10.075.005	76,3%
01/02/2002	97,00	98,00		10.500.000	79,5%
01/03/2002	96,95	98,00		10.374.992	78,6%
01/04/2002	97,17	98,00		10.958.995	83,0%
01/05/2002	98,10	98,00		13.200.000	100,0%
01/06/2002	98,11	98,00		13.200.000	100,0%
01/07/2002	98,07	98,00		13.200.000	100,0%
01/08/2002	97,94	98,00		13.038.007	98,8%
01/09/2002	97,69	98,00		12.363.007	93,7%
01/10/2002	97,51	98,00		11.877.006	90,0%
01/11/2002	97,25	98,00		11.175.000	84,7%
01/12/2002	97,09	98,00		10.742.990	81,4%
01/01/2003	96,87	98,00		10.175.007	77,1%
01/02/2003	96,70	98,00		9.749.992	73,9%

Açude: **Diamante**
Código: **60**

Inicio:	01/06/1992	**Fim:**	01/06/2009

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/03/2003	97,44	98,00		11.688.007	88,5%
01/04/2003	98,43	98,00		13.200.000	100,0%
01/05/2003	98,41	98,00		13.200.000	100,0%
01/06/2003	98,22	98,00		13.200.000	100,0%
01/07/2003	98,24	98,00		13.200.000	100,0%
01/08/2003	98,08	98,00		13.200.000	100,0%
01/09/2003	97,88	98,00		12.875.993	97,5%
01/10/2003	97,68	98,00		12.336.001	93,5%
01/11/2003	97,47	98,00		11.769.003	89,2%
01/12/2003	97,26	98,00		11.202.006	84,9%
01/01/2004	97,13	98,00		10.850.993	82,2%
01/02/2004	97,51	98,00		11.877.006	90,0%
01/03/2004	98,45	98,00		13.200.000	100,0%
01/04/2004	98,08	98,00		13.200.000	100,0%
01/05/2004	98,09	98,00		13.200.000	100,0%
01/06/2004	98,14	98,00		13.200.000	100,0%
01/07/2004	98,22	98,00		13.200.000	100,0%
01/08/2004	98,17	98,00		13.200.000	100,0%
01/09/2004	97,98	98,00		13.146.009	99,6%
01/10/2004	97,77	98,00		12.578.991	95,3%
01/11/2004	97,51	98,00		11.877.006	90,0%
01/12/2004	97,29	98,00		11.283.002	85,5%
01/01/2005	97,07	98,00		10.688.999	81,0%
01/02/2005	96,97	98,00		10.425.003	79,0%
01/03/2005	96,95	98,00		10.374.992	78,6%
01/04/2005	97,07	98,00		10.688.999	81,0%
01/05/2005	97,09	98,00		10.742.990	81,4%
01/06/2005	97,16	98,00		10.932.010	82,8%
01/07/2005	97,01	98,00		10.527.006	79,8%
01/08/2005	96,86	98,00		10.150.002	76,9%
01/09/2005	96,62	98,00		9.550.007	72,3%
01/10/2005	96,39	98,00		8.974.998	68,0%
01/11/2005	96,10	98,00		8.249.996	62,5%
01/12/2005	95,88	98,00		7.735.994	58,6%
01/01/2006	95,71	98,00		7.361.998	55,8%
01/02/2006	95,42	98,00		6.723.996	50,9%
01/03/2006	95,42	98,00		6.723.996	50,9%
01/04/2006	95,51	98,00		6.922.005	52,4%
01/05/2006	96,23	98,00		8.575.008	65,0%
01/06/2006	96,60	98,00		9.499.996	72,0%
01/07/2006	96,49	98,00		9.224.995	69,9%
01/08/2006	96,33	98,00		8.825.005	66,9%
01/09/2006	96,12	98,00		8.300.007	62,9%

Açude: **Diamante**

Código: **60**

Inicio:	01/06/1992	**Fim:**	01/06/2009

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/2006	95,89	98,00		7.757.999	58,8%
01/11/2006	95,65	98,00		7.230.004	54,8%
01/12/2006	95,41	98,00		6.702.008	50,8%
01/01/2007	95,23	98,00		6.306.008	47,8%
01/02/2007	95,06	98,00		5.931.995	44,9%
01/03/2007	95,50	98,00		6.900.000	52,3%
01/04/2007	95,79	98,00		7.538.002	57,1%
01/05/2007	96,24	98,00		8.599.995	65,2%
01/06/2007	96,38	98,00		8.949.993	67,8%
01/07/2007	96,24	98,00		8.599.995	65,2%
01/08/2007	96,05	98,00		8.125.008	61,6%
01/09/2007	95,79	98,00		7.538.002	57,1%
01/10/2007	95,54	98,00		6.988.002	52,9%
01/11/2007	95,28	98,00		6.415.998	48,6%
01/12/2007	94,96	98,00		5.735.999	43,5%
01/01/2008	94,87	98,00		5.592.005	42,4%
01/02/2008	95,30	98,00		6.460.007	48,9%
01/03/2008	95,35	98,00		6.569.997	49,8%
01/04/2008	95,62	98,00		7.164.006	54,3%
01/05/2008	97,34	98,00		11.417.990	86,5%
01/06/2008	97,72	98,00		12.444.003	94,3%
01/07/2008	97,63	98,00		12.200.993	92,4%
01/08/2008	97,46	98,00		11.741.998	89,0%
01/09/2008	97,30	98,00		11.310.008	85,7%
01/10/2008	97,07	98,00		10.688.999	81,0%
01/11/2008	96,80	98,00		10.000.008	75,8%
01/12/2008	96,57	98,00		9.424.999	71,4%
01/01/2009	96,39	98,00		8.974.998	68,0%
01/02/2009	96,52	98,00		9.299.992	70,5%
01/03/2009	96,72	98,00		9.800.003	74,2%
01/04/2009	97,38	98,00		11.525.993	87,3%
01/05/2009	98,52	98,00		13.200.000	100,0%
01/06/2009	98,48	98,00		13.200.000	100,0%
01/07/2009	98,31	98,00		13.200.000	100,0%
01/08/2009	98,19	98,00		13.200.000	100,0%
01/09/2009	98,02	98,00		13.200.000	100,0%
01/10/2009	97,62	98,00		12.174.007	92,2%
01/11/2009	97,41	98,00		11.607.010	87,9%
01/12/2009	97,18	98,00		10.986.001	83,2%
01/01/2010	97,08	98,00		10.716.005	81,2%

Açude: Gangorra
Código: 169

inicio:	01/03/1999	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/03/1999	31,55	38,00	29,70	10.499.497	16,8%
01/04/1999	34,27	38,00	29,70	25.337.704	40,5%
01/05/1999	35,23	38,00	29,70	32.887.696	52,6%
01/06/1999	36,12	38,00	29,70	41.073.588	65,7%
01/07/1999	36,02	38,00	29,70	40.020.604	64,0%
01/08/1999	35,86	38,00	29,70	38.551.404	61,7%
01/09/1999	35,66	38,00	29,70	36.753.400	58,8%
01/10/1999	35,41	38,00	29,70	34.505.900	55,2%
01/11/1999	35,09	38,00	29,70	31.629.102	50,6%
01/12/1999	34,86	38,00	29,70	29.768.604	47,6%
01/01/2000	34,76	38,00	29,70	29.017.588	46,4%
01/02/2000	34,78	38,00	29,70	29.167.790	46,7%
01/03/2000	35,39	38,00	29,70	34.326.096	54,9%
01/04/2000	36,01	38,00	29,70	39.915.284	63,9%
01/05/2000	37,55	38,00	29,70	57.027.992	91,2%
01/06/2000	37,53	38,00	29,70	56.784.784	90,9%
01/07/2000	37,43	38,00	29,70	55.568.804	88,9%
01/08/2000	37,34	38,00	29,70	54.474.400	87,2%
01/09/2000	37,16	38,00	29,70	52.285.600	83,7%
01/10/2000	36,93	38,00	29,70	49.602.904	79,4%
01/11/2000	36,67	38,00	29,70	46.865.080	75,0%
01/12/2000	36,42	38,00	29,70	44.232.580	70,8%
01/01/2001	36,22	38,00	29,70	42.126.612	67,4%
01/02/2001	36,22	38,00	29,70	42.126.612	67,4%
01/03/2001	36,56	38,00	29,70	45.706.816	73,1%
01/04/2001	37,26	38,00	29,70	53.501.580	85,6%
01/05/2001	38,42	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/06/2001	38,10	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/07/2001	38,00	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/08/2001	37,85	38,00	29,70	60.675.980	97,1%
01/09/2001	37,63	38,00	29,70	58.000.812	92,8%
01/10/2001	37,39	38,00	29,70	55.082.392	88,1%
01/11/2001	37,12	38,00	29,70	51.799.188	82,9%
01/12/2001	36,81	38,00	29,70	48.339.316	77,3%
01/01/2002	36,60	38,00	29,70	46.127.984	73,8%
01/02/2002	37,21	38,00	29,70	52.893.588	84,6%
01/03/2002	37,18	38,00	29,70	52.528.804	84,0%
01/04/2002	37,33	38,00	29,70	54.352.824	87,0%
01/05/2002	37,80	38,00	29,70	60.067.992	96,1%
01/06/2002	37,98	38,00	29,70	62.256.796	99,6%
01/07/2002	37,90	38,00	29,70	61.284.020	98,1%
01/08/2002	37,75	38,00	29,70	59.460.000	95,1%
01/09/2002	37,54	38,00	29,70	56.906.412	91,1%

Açude: Gangorra
Código: 169

inicio:	01/03/1999	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/2002	37,29	38,00	29,70	53.866.412	86,2%
01/11/2002	36,99	38,00	29,70	50.234.716	80,4%
01/12/2002	36,70	38,00	29,70	47.181.008	75,5%
01/01/2003	36,54	38,00	29,70	45.496.208	72,8%
01/02/2003	36,79	38,00	29,70	48.128.708	77,0%
01/03/2003	37,84	38,00	29,70	60.554.400	96,9%
01/04/2003	38,40	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/05/2003	38,41	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/06/2003	38,06	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/07/2003	38,00	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/08/2003	37,83	38,00	29,70	60.432.824	96,7%
01/09/2003	37,62	38,00	29,70	57.879.188	92,6%
01/10/2003	37,41	38,00	29,70	55.325.600	88,5%
01/11/2003	37,14	38,00	29,70	52.042.392	83,3%
01/12/2003	36,84	38,00	29,70	48.655.200	77,8%
01/01/2004	36,67	38,00	29,70	46.865.080	75,0%
01/02/2004	37,60	38,00	29,70	57.635.980	92,2%
01/03/2004	38,34	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/04/2004	38,17	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/05/2004	38,05	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/06/2004	37,96	38,00	29,70	62.013.588	99,2%
01/07/2004	37,95	38,00	29,70	61.892.008	99,0%
01/08/2004	37,83	38,00	29,70	60.432.824	96,7%
01/09/2004	37,64	38,00	29,70	58.122.392	93,0%
01/10/2004	37,40	38,00	29,70	55.204.020	88,3%
01/11/2004	37,05	38,00	29,70	50.947.992	81,5%
01/12/2004	36,78	38,00	29,70	48.023.388	76,8%
01/01/2005	36,42	38,00	29,70	44.232.580	70,8%
01/02/2005	36,27	38,00	29,70	42.653.104	68,2%
01/03/2005	36,29	38,00	29,70	42.863.708	68,6%
01/04/2005	36,58	38,00	29,70	45.917.420	73,5%
01/05/2005	37,32	38,00	29,70	54.231.196	86,8%
01/06/2005	37,33	38,00	29,70	54.352.824	87,0%
01/07/2005	37,20	38,00	29,70	52.772.008	84,4%
01/08/2005	36,98	38,00	29,70	50.129.396	80,2%
01/09/2005	36,74	38,00	29,70	47.602.216	76,2%
01/10/2005	36,42	38,00	29,70	44.232.580	70,8%
01/11/2005	36,09	38,00	29,70	40.757.700	65,2%
01/12/2005	35,83	38,00	29,70	38.281.716	61,3%
01/01/2006	35,55	38,00	29,70	35.764.492	57,2%
01/02/2006	35,47	38,00	29,70	35.045.312	56,1%
01/03/2006	35,78	38,00	29,70	37.832.188	60,5%
01/04/2006	36,88	38,00	29,70	49.076.412	78,5%

Açude: Gangorra
Código: 169

inicio:	01/03/1999	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/2006	37,40	38,00	29,70	55.204.020	88,3%
01/06/2006	37,79	38,00	29,70	59.946.412	95,9%
01/07/2006	37,72	38,00	29,70	59.095.216	94,6%
01/08/2006	37,54	38,00	29,70	56.906.412	91,1%
01/09/2006	37,34	38,00	29,70	54.474.400	87,2%
01/10/2006	37,08	38,00	29,70	51.312.824	82,1%
01/11/2006	36,72	38,00	29,70	47.391.612	75,8%
01/12/2006	36,45	38,00	29,70	44.548.508	71,3%
01/01/2007	36,13	38,00	29,70	41.178.912	65,9%
01/02/2007	35,90	38,00	29,70	38.911.012	62,3%
01/03/2007	37,39	38,00	29,70	55.082.392	88,1%
01/04/2007	37,85	38,00	29,70	60.675.980	97,1%
01/05/2007	38,24	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/06/2007	38,04	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/07/2007	37,94	38,00	29,70	61.770.384	98,8%
01/08/2007	37,75	38,00	29,70	59.460.000	95,1%
01/09/2007	37,51	38,00	29,70	56.541.580	90,5%
01/10/2007	37,20	38,00	29,70	52.772.008	84,4%
01/11/2007	36,77	38,00	29,70	47.918.104	76,7%
01/12/2007	36,48	38,00	29,70	44.864.396	71,8%
01/01/2008	36,26	38,00	29,70	42.547.784	68,1%
01/02/2008	36,45	38,00	29,70	44.548.508	71,3%
01/03/2008	36,65	38,00	29,70	46.654.516	74,6%
01/04/2008	37,83	38,00	29,70	60.432.824	96,7%
01/05/2008	38,17	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/06/2008	38,08	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/07/2008	37,99	38,00	29,70	62.378.420	99,8%
01/08/2008	37,83	38,00	29,70	60.432.824	96,7%
01/09/2008	37,68	38,00	29,70	58.608.804	93,8%
01/10/2008	37,40	38,00	29,70	55.204.020	88,3%
01/11/2008	37,09	38,00	29,70	51.434.400	82,3%
01/12/2008	36,74	38,00	29,70	47.602.216	76,2%
01/01/2009	36,51	38,00	29,70	45.180.284	72,3%
01/02/2009	37,21	38,00	29,70	52.893.588	84,6%
01/03/2009	37,90	38,00	29,70	61.284.020	98,1%
01/04/2009	38,26	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/05/2009	38,40	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/06/2009	38,25	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/07/2009	38,10	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/08/2009	38,00	38,00	29,70	62.500.000	100,0%
01/09/2009	37,82	38,00	29,70	60.311.196	96,5%
01/10/2009	37,60	38,00	29,70	57.635.980	92,2%
01/11/2009	37,37	38,00	29,70	54.839.188	87,7%

Açude: **Gangorra**

Código: **169**

inicio:	01/03/1999	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/12/2009	37,15	38,00	29,70	52.164.020	83,5%
01/01/2010	36,91	38,00	29,70	49.392.300	79,0%

Açude: Itaúna

Código: 180

inicio:	01/05/2001	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/2001	31,59	32,50	25,80	61.866.004	79,8%
01/06/2001	31,31	32,50	25,80	56.993.992	73,5%
01/07/2001	31,22	32,50	25,80	55.427.988	71,5%
01/08/2001	31,01	32,50	25,80	51.774.004	66,8%
01/09/2001	30,72	32,50	25,80	48.351.992	62,4%
01/10/2001	30,42	32,50	25,80	44.872.000	57,9%
01/11/2001	29,97	32,50	25,80	39.699.992	51,2%
01/12/2001	29,55	32,50	25,80	35.499.992	45,8%
01/01/2002	29,14	32,50	25,80	31.399.994	40,5%
01/02/2002	29,64	32,50	25,80	36.399.992	47,0%
01/03/2002	29,72	32,50	25,80	37.199.992	48,0%
01/04/2002	31,98	32,50	25,80	68.651.992	88,6%
01/05/2002	32,69	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2002	32,45	32,50	25,80	76.650.016	98,9%
01/07/2002	32,24	32,50	25,80	73.080.032	94,3%
01/08/2002	32,07	32,50	25,80	70.189.992	90,6%
01/09/2002	31,82	32,50	25,80	65.867.996	85,0%
01/10/2002	31,54	32,50	25,80	60.996.016	78,7%
01/11/2002	31,26	32,50	25,80	56.124.004	72,4%
01/12/2002	30,98	32,50	25,80	51.367.996	66,3%
01/01/2003	30,74	32,50	25,80	48.583.996	62,7%
01/02/2003	31,60	32,50	25,80	62.040.008	80,1%
01/03/2003	33,01	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/04/2003	32,88	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/05/2003	32,90	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2003	32,84	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/07/2003	32,74	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/08/2003	32,37	32,50	25,80	75.289.984	97,1%
01/09/2003	32,13	32,50	25,80	71.210.016	91,9%
01/10/2003	31,86	32,50	25,80	66.564.012	85,9%
01/11/2003	31,54	32,50	25,80	60.996.016	78,7%
01/12/2003	31,29	32,50	25,80	56.646.016	73,1%
01/01/2004	31,10	32,50	25,80	53.340.008	68,8%
01/02/2004	32,89	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/03/2004	32,90	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/04/2004	32,70	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/05/2004	32,71	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2004	32,55	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/07/2004	32,54	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/08/2004	32,45	32,50	25,80	76.650.016	98,9%
01/09/2004	32,22	32,50	25,80	72.740.024	93,9%
01/10/2004	31,95	32,50	25,80	68.130.016	87,9%
01/11/2004	31,63	32,50	25,80	62.561.984	80,7%

Açude: Itaúna

Código: 180

inicio:	01/05/2001	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/12/2004	31,35	32,50	25,80	57.690.008	74,4%
01/01/2005	31,09	32,50	25,80	53.166.004	68,6%
01/02/2005	30,94	32,50	25,80	50.904.008	65,7%
01/03/2005	31,20	32,50	25,80	55.080.012	71,1%
01/04/2005	31,48	32,50	25,80	59.951.992	77,4%
01/05/2005	32,14	32,50	25,80	71.379.992	92,1%
01/06/2005	32,34	32,50	25,80	74.780.000	96,5%
01/07/2005	32,24	32,50	25,80	73.080.032	94,3%
01/08/2005	32,00	32,50	25,80	69.000.000	89,0%
01/09/2005	31,70	32,50	25,80	63.780.012	82,3%
01/10/2005	31,39	32,50	25,80	58.385.988	75,3%
01/11/2005	31,07	32,50	25,80	52.817.996	68,2%
01/12/2005	30,75	32,50	25,80	48.700.000	62,8%
01/01/2006	30,49	32,50	25,80	45.683.996	58,9%
01/02/2006	30,24	32,50	25,80	42.783.996	55,2%
01/03/2006	30,57	32,50	25,80	46.611.996	60,1%
01/04/2006	31,93	32,50	25,80	67.782.008	87,5%
01/05/2006	32,86	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2006	32,62	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/07/2006	32,50	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/08/2006	32,32	32,50	25,80	74.439.992	96,1%
01/09/2006	32,05	32,50	25,80	69.849.984	90,1%
01/10/2006	31,77	32,50	25,80	64.998.008	83,9%
01/11/2006	31,47	32,50	25,80	59.777.988	77,1%
01/12/2006	31,18	32,50	25,80	54.732.004	70,6%
01/01/2007	30,96	32,50	25,80	51.135.988	66,0%
01/02/2007	30,72	32,50	25,80	48.351.992	62,4%
01/03/2007	32,67	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/04/2007	32,66	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/05/2007	32,90	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2007	32,54	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/07/2007	32,39	32,50	25,80	75.629.992	97,6%
01/08/2007	32,15	32,50	25,80	71.550.024	92,3%
01/09/2007	31,87	32,50	25,80	66.738.016	86,1%
01/10/2007	31,59	32,50	25,80	61.866.004	79,8%
01/11/2007	31,28	32,50	25,80	56.472.012	72,9%
01/12/2007	30,98	32,50	25,80	51.367.996	66,3%
01/01/2008	30,83	32,50	25,80	49.628.000	64,0%
01/02/2008	30,87	32,50	25,80	50.092.008	64,6%
01/03/2008	30,99	32,50	25,80	51.483.996	66,4%
01/04/2008	33,26	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/05/2008	32,81	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2008	32,59	32,50	25,80	77.500.000	100,0%

Açude: Itaúna

Código: 180

inicio:	01/05/2001	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/07/2008	32,47	32,50	25,80	76.990.024	99,3%
01/08/2008	32,26	32,50	25,80	73.419.968	94,7%
01/09/2008	32,13	32,50	25,80	71.210.016	91,9%
01/10/2008	31,87	32,50	25,80	66.738.016	86,1%
01/11/2008	31,59	32,50	25,80	61.866.004	79,8%
01/12/2008	31,33	32,50	25,80	57.342.000	74,0%
01/01/2009	31,16	32,50	25,80	54.383.996	70,2%
01/02/2009	32,00	32,50	25,80	69.000.000	89,0%
01/03/2009	32,76	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/04/2009	32,96	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/05/2009	33,67	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/06/2009	33,07	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/07/2009	32,67	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/08/2009	32,54	32,50	25,80	77.500.000	100,0%
01/09/2009	32,31	32,50	25,80	74.270.024	95,8%
01/10/2009	31,92	32,50	25,80	67.608.000	87,2%
01/11/2009	31,43	32,50	25,80	59.082.004	76,2%
01/12/2009	30,95	32,50	25,80	51.020.008	65,8%
01/01/2010	30,50	32,50	25,80	45.800.000	59,1%

Açude: **Martinópole**

Código: **126**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/1997	96,52	99,00		9.766.386	42,1%
01/11/1997	95,86	99,00		7.221.602	31,1%
01/12/1997	95,68	99,00		6.670.801	28,8%
01/01/1998	95,48	99,00		6.058.811	26,1%
01/02/1998	95,44	99,00		5.936.408	25,6%
01/03/1998	95,48	99,00		6.058.811	26,1%
01/04/1998	95,80	99,00		7.038.010	30,3%
01/05/1998	95,79	99,00		7.007.403	30,2%
01/06/1998	95,62	99,00		6.487.209	28,0%
01/07/1998	95,44	99,00		5.936.408	25,6%
01/08/1998	95,20	99,00		5.201.991	22,4%
01/09/1998	94,98	99,00		4.546.408	19,6%
01/10/1998	94,71	99,00		3.957.798	17,1%
01/11/1998	94,42	99,00		3.325.596	14,3%
01/12/1998	94,19	99,00		2.824.205	12,2%
01/01/1999	94,03	99,00		2.475.397	10,7%
01/02/1999	94,25	99,00		2.955.000	12,7%
01/03/1999	94,80	99,00		4.154.007	17,9%
01/04/1999	95,62	99,00		6.487.209	28,0%
01/05/1999	96,05	99,00		7.853.513	33,9%
01/06/1999	96,60	99,00		10.091.994	43,5%
01/07/1999	96,49	99,00		9.644.291	41,6%
01/08/1999	96,27	99,00		8.748.886	37,7%
01/09/1999	96,05	99,00		7.853.513	33,9%
01/10/1999	95,76	99,00		6.915.607	29,8%
01/11/1999	95,53	99,00		6.211.797	26,8%
01/12/1999	95,33	99,00		5.599.806	24,1%
01/01/2000	95,16	99,00		5.079.611	21,9%
01/02/2000	95,37	99,00		5.722.209	24,7%
01/03/2000	95,46	99,00		5.997.597	25,9%
01/04/2000	95,50	99,00		6.120.000	26,4%
01/05/2000	96,34	99,00		9.033.785	38,9%
01/06/2000	96,23	99,00		8.586.114	37,0%
01/07/2000	96,08	99,00		7.975.608	34,4%
01/08/2000	95,92	99,00		7.405.195	31,9%
01/09/2000	95,72	99,00		6.793.204	29,3%
01/10/2000	95,49	99,00		6.089.394	26,2%
01/11/2000	95,23	99,00		5.293.811	22,8%
01/12/2000	94,96	99,00		4.502.798	19,4%
01/01/2001	94,76	99,00		4.066.805	17,5%
01/02/2001	94,63	99,00		3.783.394	16,3%
01/03/2001	95,10	99,00		4.895.996	21,1%
01/04/2001	95,29	99,00		5.477.403	23,6%

Açude: **Martinópole**

Código: **126**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/2001	95,87	99,00		7.252.209	31,3%
01/06/2001	95,84	99,00		7.160.389	30,9%
01/07/2001	95,71	99,00		6.762.597	29,1%
01/08/2001	95,52	99,00		6.181.190	26,6%
01/09/2001	95,25	99,00		5.355.000	23,1%
01/10/2001	95,00	99,00		4.590.000	19,8%
01/11/2001	94,70	99,00		3.935.993	17,0%
01/12/2001	94,47	99,00		3.434.603	14,8%
01/01/2002	94,24	99,00		2.933.195	12,6%
01/02/2002	94,38	99,00		3.238.394	14,0%
01/03/2002	94,30	99,00		3.064.007	13,2%
01/04/2002	94,61	99,00		3.739.801	16,1%
01/05/2002	94,98	99,00		4.546.408	19,6%
01/06/2002	94,91	99,00		4.393.808	18,9%
01/07/2002	94,82	99,00		4.197.600	18,1%
01/08/2002	94,64	99,00		3.805.199	16,4%
01/09/2002	94,40	99,00		3.282.003	14,1%
01/10/2002	94,13	99,00		2.693.394	11,6%
01/11/2002	93,85	99,00		2.216.498	9,6%
01/12/2002	93,60	99,00		1.893.998	8,2%
01/01/2003	93,36	99,00		1.584.401	6,8%
01/02/2003	93,37	99,00		1.597.304	6,9%
01/03/2003	94,51	99,00		3.521.805	15,2%
01/04/2003	96,02	99,00		7.731.387	33,3%
01/05/2003	96,59	99,00		10.051.285	43,3%
01/06/2003	96,51	99,00		9.725.709	41,9%
01/07/2003	96,36	99,00		9.115.202	39,3%
01/08/2003	96,14	99,00		8.219.798	35,4%
01/09/2003	95,89	99,00		7.313.398	31,5%
01/10/2003	95,64	99,00		6.548.398	28,2%
01/11/2003	95,36	99,00		5.691.602	24,5%
01/12/2003	95,09	99,00		4.865.389	21,0%
01/01/2004	94,88	99,00		4.328.394	18,7%
01/02/2004	95,12	99,00		4.957.209	21,4%
01/03/2004	95,99	99,00		7.619.394	32,8%
01/04/2004	96,12	99,00		8.138.411	35,1%
01/05/2004	96,15	99,00		8.260.506	35,6%
01/06/2004	96,05	99,00		7.853.513	33,9%
01/07/2004	95,96	99,00		7.527.597	32,4%
01/08/2004	95,79	99,00		7.007.403	30,2%
01/09/2004	95,55	99,00		6.273.010	27,0%
01/10/2004	95,28	99,00		5.446.797	23,5%
01/11/2004	94,99	99,00		4.568.196	19,7%
01/12/2004	94,74	99,00		4.023.195	17,3%

Açude: **Martinópole**

Código: **126**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/01/2005	94,50	99,00		3.500.000	15,1%
01/02/2005	94,36	99,00		3.194.801	13,8%
01/03/2005	94,30	99,00		3.064.007	13,2%
01/04/2005	94,46	99,00		3.412.798	14,7%
01/05/2005	94,66	99,00		3.848.808	16,6%
01/06/2005	94,54	99,00		3.587.202	15,5%
01/07/2005	94,36	99,00		3.194.801	13,8%
01/08/2005	94,14	99,00		2.715.199	11,7%
01/09/2005	93,92	99,00		2.306.798	9,9%
01/10/2005	93,65	99,00		1.958.502	8,4%
01/11/2005	93,35	99,00		1.571.498	6,8%
01/12/2005	93,08	99,00		1.223.202	5,3%
01/01/2006	92,82	99,00		995.800	4,3%
01/02/2006	92,63	99,00		864.698	3,7%
01/03/2006	93,35	99,00		1.571.498	6,8%
01/04/2006	93,77	99,00		2.113.296	9,1%
01/05/2006	94,31	99,00		3.085.795	13,3%
01/06/2006	94,36	99,00		3.194.801	13,8%
01/07/2006	94,30	99,00		3.064.007	13,2%
01/08/2006	94,11	99,00		2.649.801	11,4%
01/09/2006	93,90	99,00		2.281.002	9,8%
01/10/2006	93,65	99,00		1.958.502	8,4%
01/11/2006	93,40	99,00		1.636.002	7,1%
01/12/2006	93,17	99,00		1.339.298	5,8%
01/01/2007	92,93	99,00		1.071.700	4,6%
01/02/2007	92,71	99,00		919.899	4,0%
01/03/2007	94,32	99,00		3.107.599	13,4%
01/04/2007	94,50	99,00		3.500.000	15,1%
01/05/2007	94,55	99,00		3.609.007	15,6%
01/06/2007	94,42	99,00		3.325.596	14,3%
01/07/2007	94,25	99,00		2.955.000	12,7%
01/08/2007	94,05	99,00		2.519.007	10,9%
01/09/2007	93,81	99,00		2.164.897	9,3%
01/10/2007	93,54	99,00		1.816.601	7,8%
01/11/2007	93,25	99,00		1.442.500	6,2%
01/12/2007	93,00	99,00		1.120.000	4,8%
01/01/2008	92,86	99,00		1.023.400	4,4%
01/02/2008	93,03	99,00		1.158.698	5,0%
01/03/2008	93,23	99,00		1.416.704	6,1%
01/04/2008	94,61	99,00		3.739.801	16,1%
01/05/2008	96,17	99,00		8.341.893	36,0%
01/06/2008	96,17	99,00		8.341.893	36,0%
01/07/2008	96,01	99,00		7.690.709	33,1%
01/08/2008	95,81	99,00		7.068.593	30,5%
01/09/2008	95,60	99,00		6.425.996	27,7%

Açude: **Martinópole**

Código: **126**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/2008	95,33	99,00		5.599.806	24,1%
01/11/2008	95,06	99,00		4.773.593	20,6%
01/12/2008	94,78	99,00		4.110.397	17,7%
01/01/2009	94,50	99,00		3.500.000	15,1%
01/02/2009	94,78	99,00		4.110.397	17,7%
01/03/2009	95,08	99,00		4.834.806	20,8%
01/04/2009	95,78	99,00		6.976.797	30,1%
01/05/2009	97,17	99,00		12.605.690	54,3%
01/06/2009	99,09	99,00		23.200.000	100,0%
01/07/2009	98,98	99,00		23.074.622	99,5%
01/08/2009	98,85	99,00		22.259.490	95,9%
01/09/2009	98,63	99,00		20.880.082	90,0%
01/10/2009	98,39	99,00		19.375.296	83,5%
01/11/2009	98,14	99,00		17.807.796	76,8%
01/12/2009	97,91	99,00		16.461.119	71,0%
01/01/2010	97,74	99,00		15.575.389	67,1%

Açude: **Premuoca**
Código: **62**

inicio:	11/03/1987	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/03/1987					
01/04/1987	88,22	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/05/1987	88,08	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/06/1987					
01/07/1987					
01/08/1987					
01/09/1987					
01/10/1987					
01/11/1987					
01/12/1987					
01/01/1988					
01/02/1988					
01/03/1988					
01/04/1988					
01/05/1988					
01/06/1988					
01/07/1988					
01/08/1988					
01/09/1988					
01/10/1988					
01/11/1988					
01/12/1988					
01/01/1989					
01/02/1989					
01/03/1989					
01/04/1989					
01/05/1989	88,17	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/06/1989					
01/07/1989					
01/08/1989					
01/09/1989					
01/10/1989					
01/11/1989					
01/12/1989					
01/01/1990					
01/02/1990					
01/03/1990					
01/04/1990					
01/05/1990					
01/06/1990					
01/07/1990					
01/08/1990					
01/09/1990					

Açude: **Premuoca**
Código: **62**

inicio:	11/03/1987	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/1990					
01/11/1990					
01/12/1990					
01/01/1991					
01/02/1991					
01/03/1991					
01/04/1991					
01/05/1991					
01/06/1991					
01/07/1991					
01/08/1991					
01/09/1991					
01/10/1991					
01/11/1991					
01/12/1991					
01/01/1992					
01/02/1992					
01/03/1992					
01/04/1992					
01/05/1992					
01/06/1992	85,58	88,00	82,00	2.577.202	49,6%
01/07/1992	85,42	88,00	82,00	2.442.799	47,0%
01/08/1992	85,20	88,00	82,00	2.257.998	43,4%
01/09/1992					
01/10/1992					
01/11/1992	84,41	88,00	82,00	1.688.803	32,5%
01/12/1992	84,14	88,00	82,00	1.505.200	28,9%
01/01/1993					
01/02/1993					
01/03/1993					
01/04/1993					
01/05/1993					
01/06/1993	81,03	88,00	82,00	257.800	5,0%
01/07/1993	80,80	88,00	82,00	218.000	4,2%
01/08/1993	80,47	88,00	82,00	165.200	3,2%
01/09/1993	80,23	88,00	82,00	126.801	2,4%
01/10/1993	79,86	88,00	82,00	80.200	1,5%
01/11/1993	79,66	88,00	82,00	66.200	1,3%
01/12/1993	79,44	88,00	82,00	50.800	1,0%
01/01/1994	79,19	88,00	82,00	33.300	0,6%
01/02/1994	79,30	88,00	82,00	41.000	0,8%
01/03/1994	79,55	88,00	82,00	58.500	1,1%
01/04/1994	80,35	88,00	82,00	146.000	2,8%

Açude: **Premuoca**

Código: **62**

inicio:	11/03/1987	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/1994	81,28	88,00	82,00	322.800	6,2%
01/06/1994	81,33	88,00	82,00	335.800	6,5%
01/07/1994	81,40	88,00	82,00	354.000	6,8%
01/08/1994	81,34	88,00	82,00	338.399	6,5%
01/09/1994	81,30	88,00	82,00	328.001	6,3%
01/10/1994	81,26	88,00	82,00	317.601	6,1%
01/11/1994	81,17	88,00	82,00	294.200	5,7%
01/12/1994	81,03	88,00	82,00	257.800	5,0%
01/01/1995	81,02	88,00	82,00	255.199	4,9%
01/02/1995	81,09	88,00	82,00	273.399	5,3%
01/03/1995	81,30	88,00	82,00	328.001	6,3%
01/04/1995	82,90	88,00	82,00	852.001	16,4%
01/05/1995	87,20	88,00	82,00	4.215.996	81,1%
01/06/1995	88,05	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/07/1995	87,80	88,00	82,00	4.954.004	95,3%
01/08/1995	87,62	88,00	82,00	4.732.604	91,0%
01/09/1995	87,50	88,00	82,00	4.585.000	88,2%
01/10/1995	87,43	88,00	82,00	4.498.901	86,5%
01/11/1995	87,22	88,00	82,00	4.240.602	81,6%
01/12/1995	87,00	88,00	82,00	3.970.000	76,3%
01/01/1996	86,90	88,00	82,00	3.866.002	74,3%
01/02/1996	86,95	88,00	82,00	3.917.997	75,3%
01/03/1996	86,92	88,00	82,00	3.886.798	74,7%
01/04/1996	87,70	88,00	82,00	4.830.996	92,9%
01/05/1996	88,30	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/06/1996	88,30	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/07/1996	87,80	88,00	82,00	4.954.004	95,3%
01/08/1996	87,73	88,00	82,00	4.867.904	93,6%
01/09/1996	87,60	88,00	82,00	4.707.998	90,5%
01/10/1996	87,45	88,00	82,00	4.523.496	87,0%
01/11/1996	87,33	88,00	82,00	4.375.903	84,2%
01/12/1996	87,15	88,00	82,00	4.154.502	79,9%
01/01/1997	86,89	88,00	82,00	3.855.599	74,1%
01/02/1997	86,88	88,00	82,00	3.845.197	73,9%
01/03/1997	86,85	88,00	82,00	3.813.999	73,3%
01/04/1997	87,10	88,00	82,00	4.092.998	78,7%
01/05/1997	87,44	88,00	82,00	4.511.203	86,8%
01/06/1997	87,49	88,00	82,00	4.572.698	87,9%
01/07/1997	87,39	88,00	82,00	4.449.699	85,6%
01/08/1997	87,08	88,00	82,00	4.068.402	78,2%
01/09/1997	86,49	88,00	82,00	3.439.598	66,1%
01/10/1997	86,19	88,00	82,00	3.127.603	60,1%
01/11/1997	85,85	88,00	82,00	2.803.999	53,9%

Açude: Premuoca
Código: 62

inicio:	11/03/1987	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/12/1997	85,67	88,00	82,00	2.652.799	51,0%
01/01/1998	85,33	88,00	82,00	2.367.202	45,5%
01/02/1998	85,70	88,00	82,00	2.677.998	51,5%
01/03/1998	86,02	88,00	82,00	2.950.797	56,7%
01/04/1998	85,86	88,00	82,00	2.812.401	54,1%
01/05/1998	85,68	88,00	82,00	2.661.200	51,2%
01/06/1998	85,51	88,00	82,00	2.518.402	48,4%
01/07/1998	85,02	88,00	82,00	2.106.797	40,5%
01/08/1998	84,87	88,00	82,00	2.001.602	38,5%
01/09/1998	84,68	88,00	82,00	1.872.400	36,0%
01/10/1998	84,38	88,00	82,00	1.668.398	32,1%
01/11/1998	84,18	88,00	82,00	1.532.400	29,5%
01/12/1998	83,78	88,00	82,00	1.295.599	24,9%
01/01/1999	83,63	88,00	82,00	1.217.599	23,4%
01/02/1999	83,63	88,00	82,00	1.217.599	23,4%
01/03/1999	83,90	88,00	82,00	1.358.001	26,1%
01/04/1999	85,22	88,00	82,00	2.274.801	43,7%
01/05/1999	85,50	88,00	82,00	2.510.000	48,3%
01/06/1999	87,46	88,00	82,00	4.535.799	87,2%
01/07/1999	87,11	88,00	82,00	4.105.301	78,9%
01/08/1999	86,66	88,00	82,00	3.616.404	69,5%
01/09/1999	86,61	88,00	82,00	3.564.401	68,5%
01/10/1999	86,56	88,00	82,00	3.512.398	67,5%
01/11/1999	86,46	88,00	82,00	3.408.399	65,5%
01/12/1999	86,36	88,00	82,00	3.304.401	63,5%
01/01/2000	86,36	88,00	82,00	3.304.401	63,5%
01/02/2000	86,45	88,00	82,00	3.397.997	65,3%
01/03/2000	86,70	88,00	82,00	3.657.997	70,3%
01/04/2000	86,80	88,00	82,00	3.762.003	72,3%
01/05/2000	87,00	88,00	82,00	3.970.000	76,3%
01/06/2000	87,15	88,00	82,00	4.154.502	79,9%
01/07/2000	87,10	88,00	82,00	4.092.998	78,7%
01/08/2000	87,04	88,00	82,00	4.019.201	77,3%
01/09/2000	86,74	88,00	82,00	3.699.598	71,1%
01/10/2000	86,53	88,00	82,00	3.481.199	66,9%
01/11/2000	86,24	88,00	82,00	3.179.598	61,1%
01/12/2000	86,01	88,00	82,00	2.940.402	56,5%
01/01/2001	86,12	88,00	82,00	3.054.803	58,7%
01/02/2001	86,16	88,00	82,00	3.096.404	59,5%
01/03/2001	86,54	88,00	82,00	3.491.601	67,1%
01/04/2001	86,76	88,00	82,00	3.720.402	71,5%
01/05/2001	87,19	88,00	82,00	4.203.703	80,8%
01/06/2001	87,36	88,00	82,00	4.412.801	84,9%

Açude: Premuoca

Código: 62

inicio:	11/03/1987	Fim:	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/07/2001	87,72	88,00	82,00	4.855.602	93,4%
01/08/2001	87,42	88,00	82,00	4.486.598	86,3%
01/09/2001	87,19	88,00	82,00	4.203.703	80,8%
01/10/2001	86,95	88,00	82,00	3.917.997	75,3%
01/11/2001	86,68	88,00	82,00	3.637.200	69,9%
01/12/2001	86,50	88,00	82,00	3.450.000	66,3%
01/01/2002	86,17	88,00	82,00	3.106.798	59,7%
01/02/2002	86,51	88,00	82,00	3.460.402	66,5%
01/03/2002	86,46	88,00	82,00	3.408.399	65,5%
01/04/2002	86,52	88,00	82,00	3.470.797	66,7%
01/05/2002	87,12	88,00	82,00	4.117.604	79,2%
01/06/2002	87,12	88,00	82,00	4.117.604	79,2%
01/07/2002	87,00	88,00	82,00	3.970.000	76,3%
01/08/2002	86,81	88,00	82,00	3.772.398	72,5%
01/09/2002	86,57	88,00	82,00	3.522.800	67,7%
01/10/2002	86,32	88,00	82,00	3.262.800	62,7%
01/11/2002	86,04	88,00	82,00	2.971.601	57,1%
01/12/2002	85,75	88,00	82,00	2.720.000	52,3%
01/01/2003	85,54	88,00	82,00	2.543.601	48,9%
01/02/2003	85,55	88,00	82,00	2.552.003	49,1%
01/03/2003	86,80	88,00	82,00	3.762.003	72,3%
01/04/2003	88,46	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/05/2003	88,38	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/06/2003	88,27	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/07/2003	87,90	88,00	82,00	5.077.002	97,6%
01/08/2003	87,72	88,00	82,00	4.855.602	93,4%
01/09/2003	87,48	88,00	82,00	4.560.404	87,7%
01/10/2003	87,22	88,00	82,00	4.240.602	81,6%
01/11/2003	86,94	88,00	82,00	3.907.603	75,1%
01/12/2003	86,68	88,00	82,00	3.637.200	69,9%
01/01/2004	86,48	88,00	82,00	3.429.204	65,9%
01/02/2004	86,59	88,00	82,00	3.543.596	68,1%
01/03/2004	87,13	88,00	82,00	4.129.897	79,4%
01/04/2004	87,73	88,00	82,00	4.867.904	93,6%
01/05/2004	87,80	88,00	82,00	4.954.004	95,3%
01/06/2004	87,80	88,00	82,00	4.954.004	95,3%
01/07/2004	87,72	88,00	82,00	4.855.602	93,4%
01/08/2004	87,59	88,00	82,00	4.695.696	90,3%
01/09/2004	87,35	88,00	82,00	4.400.498	84,6%
01/10/2004	87,09	88,00	82,00	4.080.696	78,5%
01/11/2004	86,76	88,00	82,00	3.720.402	71,5%
01/12/2004	86,47	88,00	82,00	3.418.801	65,7%
01/01/2005	86,24	88,00	82,00	3.179.598	61,1%

Açude: **Premuoca**

Código: **62**

inicio:	11/03/1987	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/02/2005	86,10	88,00	82,00	3.033.999	58,3%
01/03/2005	86,05	88,00	82,00	2.982.003	57,3%
01/04/2005	86,14	88,00	82,00	3.075.599	59,1%
01/05/2005	86,10	88,00	82,00	3.033.999	58,3%
01/06/2005	86,05	88,00	82,00	2.982.003	57,3%
01/07/2005	85,91	88,00	82,00	2.854.403	54,9%
01/08/2005	85,66	88,00	82,00	2.644.403	50,9%
01/09/2005	85,39	88,00	82,00	2.417.600	46,5%
01/10/2005	85,04	88,00	82,00	2.123.601	40,8%
01/11/2005	84,76	88,00	82,00	1.926.802	37,1%
01/12/2005	84,45	88,00	82,00	1.715.998	33,0%
01/01/2006	84,16	88,00	82,00	1.518.803	29,2%
01/02/2006	84,05	88,00	82,00	1.444.002	27,8%
01/03/2006	84,5	88,00	82,00	1.750.000	33,7%
01/04/2006	85,53	88,00	82,00	2.535.199	48,8%
01/05/2006	86,49	88,00	82,00	3.439.598	66,1%
01/06/2006	86,86	88,00	82,00	3.824.401	73,5%
01/07/2006	86,75	88,00	82,00	3.710.000	71,3%
01/08/2006	86,57	88,00	82,00	3.522.800	67,7%
01/09/2006	86,33	88,00	82,00	3.273.202	62,9%
01/10/2006	86,06	88,00	82,00	2.992.398	57,5%
01/11/2006	85,69	88,00	82,00	2.669.602	51,3%
01/12/2006	85,46	88,00	82,00	2.476.399	47,6%
01/01/2007	85,24	88,00	82,00	2.291.598	44,1%
01/02/2007	85,04	88,00	82,00	2.123.601	40,8%
01/03/2007	85,78	88,00	82,00	2.745.199	52,8%
01/04/2007	85,93	88,00	82,00	2.871.200	55,2%
01/05/2007	85,92	88,00	82,00	2.862.799	55,1%
01/06/2007	85,79	88,00	82,00	2.753.601	53,0%
01/07/2007	85,63	88,00	82,00	2.619.198	50,4%
01/08/2007	85,41	88,00	82,00	2.434.403	46,8%
01/09/2007	85,09	88,00	82,00	2.165.597	41,6%
01/10/2007	84,76	88,00	82,00	1.926.802	37,1%
01/11/2007	84,44	88,00	82,00	1.709.202	32,9%
01/12/2007	84,19	88,00	82,00	1.539.202	29,6%
01/01/2008	84,09	88,00	82,00	1.471.198	28,3%
01/02/2008	84,20	88,00	82,00	1.545.998	29,7%
01/03/2008	84,28	88,00	82,00	1.600.399	30,8%
01/04/2008	85,96	88,00	82,00	2.896.399	55,7%
01/05/2008	87,30	88,00	82,00	4.339.004	83,4%
01/06/2008	87,60	88,00	82,00	4.707.998	90,5%
01/07/2008	87,45	88,00	82,00	4.523.496	87,0%
01/08/2008	87,26	88,00	82,00	4.289.803	82,5%

Açude: **Premuoca**

Código: **62**

inicio:	11/03/1987	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/09/2008	87,02	88,00	82,00	3.994.596	76,8%
01/10/2008	86,69	88,00	82,00	3.647.603	70,1%
01/11/2008	86,40	88,00	82,00	3.346.002	64,3%
01/12/2008	86,15	88,00	82,00	3.086.002	59,3%
01/01/2009	85,94	88,00	82,00	2.879.602	55,4%
01/02/2009	86,01	88,00	82,00	2.940.402	56,5%
01/03/2009	86,08	88,00	82,00	3.013.202	57,9%
01/04/2009	87,12	88,00	82,00	4.117.604	79,2%
01/05/2009	88,13	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/06/2009	88,09	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/07/2009	88,04	88,00	82,00	5.200.000	100,0%
01/08/2009	87,96	88,00	82,00	5.150.799	99,1%
01/09/2009	87,76	88,00	82,00	4.904.803	94,3%
01/10/2009	87,52	88,00	82,00	4.609.596	88,6%
01/11/2009	87,24	88,00	82,00	4.265.198	82,0%
01/12/2009	86,99	88,00	82,00	3.959.598	76,1%
01/01/2010	86,73	88,00	82,00	3.689.204	70,9%

Açude: **Trapiá III**

Código: **129**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/1997	98,62	100,00	92,10	3.920.003	71,1%
01/11/1997	98,33	100,00	92,10	3.630.002	65,9%
01/12/1997	98,08	100,00	92,10	3.380.002	61,3%
01/01/1998	98,02	100,00	92,10	3.319.997	60,3%
01/02/1998	98,33	100,00	92,10	3.630.002	65,9%
01/03/1998	98,17	100,00	92,10	3.469.998	63,0%
01/04/1998	98,48	100,00	92,10	3.780.003	68,6%
01/05/1998	98,55	100,00	92,10	3.850.003	69,9%
01/06/1998	98,27	100,00	92,10	3.569.997	64,8%
01/07/1998	98,01	100,00	92,10	3.310.002	60,1%
01/08/1998	97,84	100,00	92,10	3.170.397	57,5%
01/09/1998	97,54	100,00	92,10	2.927.401	53,1%
01/10/1998	97,25	100,00	92,10	2.692.500	48,9%
01/11/1998	97,00	100,00	92,10	2.490.000	45,2%
01/12/1998	96,70	100,00	92,10	2.297.998	41,7%
01/01/1999	96,39	100,00	92,10	2.099.600	38,1%
01/02/1999	96,92	100,00	92,10	2.438.799	44,3%
01/03/1999	98,03	100,00	92,10	3.329.999	60,4%
01/04/1999	99,55	100,00	92,10	4.965.504	90,1%
01/05/1999	99,98	100,00	92,10	5.485.804	99,6%
01/06/1999	99,93	100,00	92,10	5.425.301	98,5%
01/07/1999	99,68	100,00	92,10	5.122.801	93,0%
01/08/1999	99,43	100,00	92,10	4.820.301	87,5%
01/09/1999	99,16	100,00	92,10	4.493.605	81,6%
01/10/1999	98,88	100,00	92,10	4.179.997	75,9%
01/11/1999	98,56	100,00	92,10	3.859.998	70,1%
01/12/1999	98,24	100,00	92,10	3.539.998	64,2%
01/01/2000	98,00	100,00	92,10	3.300.000	59,9%
01/02/2000	98,33	100,00	92,10	3.630.002	65,9%
01/03/2000	99,19	100,00	92,10	4.529.903	82,2%
01/04/2000	99,94	100,00	92,10	5.437.403	98,7%
01/05/2000	99,98	100,00	92,10	5.485.804	99,6%
01/06/2000	99,91	100,00	92,10	5.401.105	98,0%
01/07/2000	99,73	100,00	92,10	5.183.304	94,1%
01/08/2000	99,55	100,00	92,10	4.965.504	90,1%
01/09/2000	99,28	100,00	92,10	4.638.799	84,2%
01/10/2000	98,91	100,00	92,10	4.210.004	76,4%
01/11/2000	98,53	100,00	92,10	3.829.999	69,5%
01/12/2000	98,23	100,00	92,10	3.530.003	64,1%
01/01/2001	97,98	100,00	92,10	3.283.803	59,6%
01/02/2001	97,84	100,00	92,10	3.170.397	57,5%
01/03/2001	98,05	100,00	92,10	3.350.003	60,8%
01/04/2001	99,13	100,00	92,10	4.457.297	80,9%
01/05/2001	99,99	100,00	92,10	5.497.898	99,8%
01/06/2001	99,84	100,00	92,10	5.316.396	96,5%
01/07/2001	99,60	100,00	92,10	5.025.998	91,2%

Açude: **Trapiá III**

Código: 129

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/08/2001	99,43	100,00	92,10	4.820.301	87,5%
01/09/2001	99,16	100,00	92,10	4.493.605	81,6%
01/10/2001	98,89	100,00	92,10	4.190.000	76,0%
01/11/2001	98,45	100,00	92,10	3.749.997	68,1%
01/12/2001	98,10	100,00	92,10	3.399.999	61,7%
01/01/2002	97,67	100,00	92,10	3.032.699	55,0%
01/02/2002	97,81	100,00	92,10	3.146.098	57,1%
01/03/2002	97,64	100,00	92,10	3.008.400	54,6%
01/04/2002	97,66	100,00	92,10	3.024.603	54,9%
01/05/2002	97,71	100,00	92,10	3.065.099	55,6%
01/06/2002	97,59	100,00	92,10	2.967.897	53,9%
01/07/2002	97,47	100,00	92,10	2.870.701	52,1%
01/08/2002	97,28	100,00	92,10	2.716.799	49,3%
01/09/2002	96,98	100,00	92,10	2.477.202	45,0%
01/10/2002	96,56	100,00	92,10	2.208.399	40,1%
01/11/2002	96,29	100,00	92,10	2.035.601	36,9%
01/12/2002	95,96	100,00	92,10	1.829.200	33,2%
01/01/2003	95,70	100,00	92,10	1.693.998	30,7%
01/02/2003	95,60	100,00	92,10	1.641.999	29,8%
01/03/2003	99,00	100,00	92,10	4.300.000	78,0%
01/04/2003	100,03	100,00	92,10	5.510.000	100,0%
01/05/2003	99,95	100,00	92,10	5.449.497	98,9%
01/06/2003	99,86	100,00	92,10	5.340.601	96,9%
01/07/2003	99,73	100,00	92,10	5.183.304	94,1%
01/08/2003	99,50	100,00	92,10	4.905.000	89,0%
01/09/2003	99,24	100,00	92,10	4.590.398	83,3%
01/10/2003	98,90	100,00	92,10	4.200.002	76,2%
01/11/2003	98,55	100,00	92,10	3.850.003	69,9%
01/12/2003	98,17	100,00	92,10	3.469.998	63,0%
01/01/2004	97,90	100,00	92,10	3.219.001	58,4%
01/02/2004	98,28	100,00	92,10	3.579.999	65,0%
01/03/2004	100,08	100,00	92,10	5.510.000	100,0%
01/04/2004	99,89	100,00	92,10	5.376.900	97,6%
01/05/2004	99,75	100,00	92,10	5.207.500	94,5%
01/06/2004	99,64	100,00	92,10	5.074.400	92,1%
01/07/2004	99,53	100,00	92,10	4.941.299	89,7%
01/08/2004	99,50	100,00	92,10	4.905.000	89,0%
01/09/2004	99,24	100,00	92,10	4.590.398	83,3%
01/10/2004	98,82	100,00	92,10	4.120.000	74,8%
01/11/2004	98,50	100,00	92,10	3.800.000	69,0%
01/12/2004	98,02	100,00	92,10	3.319.997	60,3%
01/01/2005	97,65	100,00	92,10	3.016.501	54,7%
01/02/2005	97,50	100,00	92,10	2.895.000	52,5%
01/03/2005	97,52	100,00	92,10	2.911.197	52,8%
01/04/2005	98,88	100,00	92,10	4.179.997	75,9%
01/05/2005	98,94	100,00	92,10	4.240.003	77,0%
01/06/2005	98,87	100,00	92,10	4.170.003	75,7%

Açude: **Trapiá III**

Código: **129**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/07/2005	98,70	100,00	92,10	3.999.997	72,6%
01/08/2005	98,46	100,00	92,10	3.759.999	68,2%
01/09/2005	97,98	100,00	92,10	3.283.803	59,6%
01/10/2005	97,69	100,00	92,10	3.048.902	55,3%
01/11/2005	97,04	100,00	92,10	2.522.401	45,8%
01/12/2005	96,77	100,00	92,10	2.342.798	42,5%
01/01/2006	96,66	100,00	92,10	2.272.402	41,2%
01/02/2006	96,44	100,00	92,10	2.131.602	38,7%
01/03/2006	96,45	100,00	92,10	2.137.998	38,8%
01/04/2006	96,87	100,00	92,10	2.406.802	43,7%
01/05/2006	98,36	100,00	92,10	3.660.001	66,4%
01/06/2006	99,20	100,00	92,10	4.541.997	82,4%
01/07/2006	98,99	100,00	92,10	4.289.998	77,9%
01/08/2006	98,76	100,00	92,10	4.060.002	73,7%
01/09/2006	98,47	100,00	92,10	3.770.001	68,4%
01/10/2006	97,98	100,00	92,10	3.283.803	59,6%
01/11/2006	97,66	100,00	92,10	3.024.603	54,9%
01/12/2006	97,30	100,00	92,10	2.733.003	49,6%
01/01/2007	96,69	100,00	92,10	2.291.602	41,6%
01/02/2007	96,46	100,00	92,10	2.144.400	38,9%
01/03/2007	97,87	100,00	92,10	3.194.702	58,0%
01/04/2007	98,12	100,00	92,10	3.420.003	62,1%
01/05/2007	98,69	100,00	92,10	3.990.003	72,4%
01/06/2007	98,46	100,00	92,10	3.759.999	68,2%
01/07/2007	98,29	100,00	92,10	3.590.001	65,2%
01/08/2007	98,07	100,00	92,10	3.370.000	61,2%
01/09/2007	97,74	100,00	92,10	3.089.398	56,1%
01/10/2007	97,47	100,00	92,10	2.870.701	52,1%
01/11/2007	97,15	100,00	92,10	2.611.501	47,4%
01/12/2007	96,85	100,00	92,10	2.393.999	43,4%
01/01/2008	96,66	100,00	92,10	2.272.402	41,2%
01/02/2008	96,85	100,00	92,10	2.393.999	43,4%
01/03/2008	96,86	100,00	92,10	2.400.401	43,6%
01/04/2008	97,22	100,00	92,10	2.668.201	48,4%
01/05/2008	99,91	100,00	92,10	5.401.105	98,0%
01/06/2008	99,90	100,00	92,10	5.389.002	97,8%
01/07/2008	99,66	100,00	92,10	5.098.605	92,5%
01/08/2008	99,43	100,00	92,10	4.820.301	87,5%
01/09/2008	99,17	100,00	92,10	4.505.698	81,8%
01/10/2008	98,87	100,00	92,10	4.170.003	75,7%
01/11/2008	98,43	100,00	92,10	3.730.000	67,7%
01/12/2008	98,16	100,00	92,10	3.460.004	62,8%
01/01/2009	97,92	100,00	92,10	3.235.199	58,7%
01/02/2009	99,92	100,00	92,10	5.413.198	98,2%
01/03/2009	100,02	100,00	92,10	5.510.000	100,0%
01/04/2009	100,01	100,00	92,10	5.510.000	100,0%
01/05/2009	100,25	100,00	92,10	5.510.000	100,0%

Açude: **Trapiá III**

Código: **129**

inicio:	01/10/1997	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/06/2009	100,01	100,00	92,10	5.510.000	100,0%
01/07/2009	99,94	100,00	92,10	5.437.403	98,7%
01/08/2009	99,75	100,00	92,10	5.207.500	94,5%
01/09/2009	99,56	100,00	92,10	4.977.597	90,3%
01/10/2009	99,33	100,00	92,10	4.699.302	85,3%
01/11/2009	98,99	100,00	92,10	4.289.998	77,9%
01/12/2009	98,71	100,00	92,10	4.009.999	72,8%
01/01/2010	98,47	100,00	92,10	3.770.001	68,4%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/01/1986	107,65	109,00	100,00	28.675.012	69,2%
01/02/1986	108,67	109,00	100,00	38.087.080	91,9%
01/03/1986	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/04/1986	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1986	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1986	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1986	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1986	108,85	109,00	100,00	39.910.484	96,3%
01/09/1986	108,69	109,00	100,00	38.289.724	92,4%
01/10/1986	108,49	109,00	100,00	36.263.680	87,5%
01/11/1986	108,17	109,00	100,00	33.022.082	79,7%
01/12/1986	107,79	109,00	100,00	29.725.006	71,7%
01/01/1987	107,48	109,00	100,00	27.400.026	66,1%
01/02/1987	107,17	109,00	100,00	25.074.986	60,5%
01/03/1987	106,90	109,00	100,00	23.147.010	55,9%
01/04/1987	109,10	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1987	109,05	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1987	108,85	109,00	100,00	39.910.484	96,3%
01/07/1987	108,70	109,00	100,00	38.390.968	92,7%
01/08/1987	108,54	109,00	100,00	36.770.208	88,8%
01/09/1987	108,30	109,00	100,00	34.339.032	82,9%
01/10/1987	108,02	109,00	100,00	31.502.566	76,0%
01/11/1987	107,71	109,00	100,00	29.124.994	70,3%
01/12/1987	107,41	109,00	100,00	26.875.028	64,9%
01/01/1988	107,10	109,00	100,00	24.549.988	59,3%
01/02/1988	106,80	109,00	100,00	22.494.020	54,3%
01/03/1988	106,80	109,00	100,00	22.494.020	54,3%
01/04/1988	109,10	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1988	109,85	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1988	109,18	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1988	109,17	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1988	108,98	109,00	100,00	41.227.436	99,5%
01/09/1988	108,56	109,00	100,00	36.972.776	89,2%
01/10/1988	108,17	109,00	100,00	33.022.082	79,7%
01/11/1988	107,76	109,00	100,00	29.500.016	71,2%
01/12/1988	107,40	109,00	100,00	26.800.012	64,7%
01/01/1989	106,94	109,00	100,00	23.408.216	56,5%
01/02/1989	107,89	109,00	100,00	30.474.996	73,6%
01/03/1989	107,63	109,00	100,00	28.524.980	68,9%
01/04/1989	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1989	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1989	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1989	108,99	109,00	100,00	41.328.680	99,8%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/08/1989	108,83	109,00	100,00	39.707.920	95,8%
01/09/1989	108,59	109,00	100,00	37.276.664	90,0%
01/10/1989	108,28	109,00	100,00	34.136.388	82,4%
01/11/1989	107,97	109,00	100,00	31.075.010	75,0%
01/12/1989	107,67	109,00	100,00	28.824.986	69,6%
01/01/1990	107,36	109,00	100,00	26.500.004	64,0%
01/02/1990	107,05	109,00	100,00	24.175.022	58,4%
01/03/1990	106,77	109,00	100,00	22.298.078	53,8%
01/04/1990	107,80	109,00	100,00	29.800.022	71,9%
01/05/1990	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1990	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1990	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1990	108,69	109,00	100,00	38.289.724	92,4%
01/09/1990	108,38	109,00	100,00	35.149.372	84,8%
01/10/1990	108,09	109,00	100,00	32.211.662	77,7%
01/11/1990	107,78	109,00	100,00	29.649.990	71,6%
01/12/1990	107,48	109,00	100,00	27.400.026	66,1%
01/01/1991	107,17	109,00	100,00	25.074.986	60,5%
01/02/1991	106,89	109,00	100,00	23.081.696	55,7%
01/03/1991	106,61	109,00	100,00	21.253.304	51,3%
01/04/1991	107,50	109,00	100,00	27.550.000	66,5%
01/05/1991	108,40	109,00	100,00	35.352.016	85,3%
01/06/1991	108,50	109,00	100,00	36.365.000	87,8%
01/07/1991	108,39	109,00	100,00	35.250.692	85,1%
01/08/1991	107,99	109,00	100,00	31.224.984	75,4%
01/09/1991	107,68	109,00	100,00	28.900.002	69,8%
01/10/1991	107,38	109,00	100,00	26.649.980	64,3%
01/11/1991	107,10	109,00	100,00	24.549.988	59,3%
01/12/1991	106,81	109,00	100,00	22.559.284	54,5%
01/01/1992	106,51	109,00	100,00	20.600.314	49,7%
01/02/1992	106,21	109,00	100,00	18.641.294	45,0%
01/03/1992	107,00	109,00	100,00	23.800.000	57,4%
01/04/1992	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1992	109,19	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1992	108,99	109,00	100,00	41.328.680	99,8%
01/07/1992	108,99	109,00	100,00	41.328.680	99,8%
01/08/1992	108,96	109,00	100,00	41.024.792	99,0%
01/09/1992	108,92	109,00	100,00	40.619.580	98,0%
01/10/1992	108,79	109,00	100,00	39.302.708	94,9%
01/11/1992	108,62	109,00	100,00	37.580.628	90,7%
01/12/1992	108,45	109,00	100,00	35.858.468	86,6%
01/01/1993	108,14	109,00	100,00	32.718.194	79,0%
01/02/1993	107,82	109,00	100,00	29.949.998	72,3%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/03/1993	107,72	109,00	100,00	29.200.010	70,5%
01/04/1993	107,75	109,00	100,00	29.425.000	71,0%
01/05/1993	107,78	109,00	100,00	29.649.990	71,6%
01/06/1993	107,68	109,00	100,00	28.900.002	69,8%
01/07/1993	107,44	109,00	100,00	27.100.018	65,4%
01/08/1993	107,32	109,00	100,00	26.199.998	63,2%
01/09/1993	107,05	109,00	100,00	24.175.022	58,4%
01/10/1993	106,82	109,00	100,00	22.624.598	54,6%
01/11/1993	106,59	109,00	100,00	21.122.676	51,0%
01/12/1993	106,39	109,00	100,00	19.816.696	47,8%
01/01/1994	106,10	109,00	100,00	17.922.990	43,3%
01/02/1994	106,22	109,00	100,00	18.706.608	45,2%
01/03/1994	107,10	109,00	100,00	24.549.988	59,3%
01/04/1994	109,80	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1994	109,50	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1994	109,95	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1994	109,10	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1994	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/09/1994	108,99	109,00	100,00	41.328.680	99,8%
01/10/1994	108,96	109,00	100,00	41.024.792	99,0%
01/11/1994	108,90	109,00	100,00	40.417.016	97,6%
01/12/1994	108,19	109,00	100,00	33.224.724	80,2%
01/01/1995	107,89	109,00	100,00	30.474.996	73,6%
01/02/1995	107,94	109,00	100,00	30.850.018	74,5%
01/03/1995	108,85	109,00	100,00	39.910.484	96,3%
01/04/1995	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1995	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1995	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1995	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1995	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/09/1995	108,94	109,00	100,00	40.822.224	98,5%
01/10/1995	108,62	109,00	100,00	37.580.628	90,7%
01/11/1995	108,28	109,00	100,00	34.136.388	82,4%
01/12/1995	107,99	109,00	100,00	31.224.984	75,4%
01/01/1996	107,91	109,00	100,00	30.625.028	73,9%
01/02/1996	108,46	109,00	100,00	35.959.792	86,8%
01/03/1996	108,96	109,00	100,00	41.024.792	99,0%
01/04/1996	109,14	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/1996	109,19	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1996	109,06	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1996	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1996	108,89	109,00	100,00	40.315.692	97,3%
01/09/1996	108,75	109,00	100,00	38.897.500	93,9%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/1996	108,54	109,00	100,00	36.770.208	88,8%
01/11/1996	108,31	109,00	100,00	34.440.276	83,1%
01/12/1996	107,99	109,00	100,00	31.224.984	75,4%
01/01/1997	107,50	109,00	100,00	27.550.000	66,5%
01/02/1997	107,30	109,00	100,00	26.050.022	62,9%
01/03/1997	106,80	109,00	100,00	22.494.020	54,3%
01/04/1997	106,70	109,00	100,00	21.840.980	52,7%
01/05/1997	107,30	109,00	100,00	26.050.022	62,9%
01/06/1997	107,40	109,00	100,00	26.800.012	64,7%
01/07/1997	107,25	109,00	100,00	25.675.000	62,0%
01/08/1997	106,90	109,00	100,00	23.147.010	55,9%
01/09/1997	106,80	109,00	100,00	22.494.020	54,3%
01/10/1997	106,38	109,00	100,00	19.751.382	47,7%
01/11/1997	106,03	109,00	100,00	17.465.892	42,2%
01/12/1997	105,87	109,00	100,00	16.595.314	40,1%
01/01/1998	105,73	109,00	100,00	15.868.717	38,3%
01/02/1998	105,78	109,00	100,00	16.128.194	38,9%
01/03/1998	105,68	109,00	100,00	15.609.202	37,7%
01/04/1998	105,65	109,00	100,00	15.453.508	37,3%
01/05/1998	105,75	109,00	100,00	15.972.500	38,6%
01/06/1998	105,67	109,00	100,00	15.557.290	37,6%
01/07/1998	105,50	109,00	100,00	14.675.000	35,4%
01/08/1998	105,32	109,00	100,00	13.740.798	33,2%
01/09/1998	105,00	109,00	100,00	12.080.000	29,2%
01/10/1998	104,78	109,00	100,00	11.155.995	26,9%
01/11/1998	104,62	109,00	100,00	10.484.012	25,3%
01/12/1998	104,48	109,00	100,00	9.896.014	23,9%
01/01/1999	104,19	109,00	100,00	8.678.010	20,9%
01/02/1999	104,01	109,00	100,00	7.922.009	19,1%
01/03/1999	104,26	109,00	100,00	8.972.009	21,7%
01/04/1999	107,40	109,00	100,00	26.800.012	64,7%
01/05/1999	109,20	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/1999	109,25	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/1999	109,02	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/1999	108,89	109,00	100,00	40.315.692	97,3%
01/09/1999	108,79	109,00	100,00	39.302.708	94,9%
01/10/1999	108,40	109,00	100,00	35.352.016	85,3%
01/11/1999	108,11	109,00	100,00	32.414.306	78,2%
01/12/1999	107,90	109,00	100,00	30.550.012	73,7%
01/01/2000	107,71	109,00	100,00	29.124.994	70,3%
01/02/2000	107,90	109,00	100,00	30.550.012	73,7%
01/03/2000	108,45	109,00	100,00	35.858.468	86,6%
01/04/2000	109,15	109,00	100,00	41.430.000	100,0%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/2000	109,60	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2000	109,10	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2000	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2000	108,88	109,00	100,00	40.214.372	97,1%
01/09/2000	108,80	109,00	100,00	39.404.032	95,1%
01/10/2000	108,60	109,00	100,00	37.377.984	90,2%
01/11/2000	108,30	109,00	100,00	34.339.032	82,9%
01/12/2000	107,98	109,00	100,00	31.150.026	75,2%
01/01/2001	107,99	109,00	100,00	31.224.984	75,4%
01/02/2001	107,60	109,00	100,00	28.299.988	68,3%
01/03/2001	107,06	109,00	100,00	24.249.982	58,5%
01/04/2001	107,45	109,00	100,00	27.174.978	65,6%
01/05/2001	109,80	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2001	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2001	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2001	108,94	109,00	100,00	40.822.224	98,5%
01/09/2001	108,80	109,00	100,00	39.404.032	95,1%
01/10/2001	108,50	109,00	100,00	36.365.000	87,8%
01/11/2001	108,10	109,00	100,00	32.312.984	78,0%
01/12/2001	107,85	109,00	100,00	30.174.988	72,8%
01/01/2002	107,65	109,00	100,00	28.675.012	69,2%
01/02/2002	107,81	109,00	100,00	29.874.982	72,1%
01/03/2002	108,88	109,00	100,00	40.214.372	97,1%
01/04/2002	109,20	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2002	109,45	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2002	109,15	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2002	109,03	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2002	108,94	109,00	100,00	40.822.224	98,5%
01/09/2002	108,68	109,00	100,00	38.188.404	92,2%
01/10/2002	108,42	109,00	100,00	35.554.580	85,8%
01/11/2002	107,93	109,00	100,00	30.775.002	74,3%
01/12/2002	107,69	109,00	100,00	28.975.018	69,9%
01/01/2003	107,55	109,00	100,00	27.925.022	67,4%
01/02/2003	107,46	109,00	100,00	27.249.994	65,8%
01/03/2003	107,60	109,00	100,00	28.299.988	68,3%
01/04/2003	109,70	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2003	109,70	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2003	109,02	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2003	108,99	109,00	100,00	41.328.680	99,8%
01/08/2003	108,80	109,00	100,00	39.404.032	95,1%
01/09/2003	108,63	109,00	100,00	37.681.872	91,0%
01/10/2003	108,38	109,00	100,00	35.149.372	84,8%
01/11/2003	107,96	109,00	100,00	30.999.994	74,8%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/12/2003	107,70	109,00	100,00	29.049.978	70,1%
01/01/2004	107,52	109,00	100,00	27.699.974	66,9%
01/02/2004	109,20	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/03/2004	109,50	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/04/2004	109,10	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2004	109,05	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2004	109,03	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2004	109,01	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2004	108,96	109,00	100,00	41.024.792	99,0%
01/09/2004	108,70	109,00	100,00	38.390.968	92,7%
01/10/2004	108,51	109,00	100,00	36.466.320	88,0%
01/11/2004	108,28	109,00	100,00	34.136.388	82,4%
01/12/2004	107,87	109,00	100,00	30.325.020	73,2%
01/01/2005	107,63	109,00	100,00	28.524.980	68,9%
01/02/2005	107,39	109,00	100,00	26.724.996	64,5%
01/03/2005	107,28	109,00	100,00	25.899.990	62,5%
01/04/2005	108,49	109,00	100,00	36.263.680	87,5%
01/05/2005	109,20	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2005	109,02	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2005	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2005	108,91	109,00	100,00	40.518.336	97,8%
01/09/2005	108,68	109,00	100,00	38.188.404	92,2%
01/10/2005	108,45	109,00	100,00	35.858.468	86,6%
01/11/2005	107,97	109,00	100,00	31.075.010	75,0%
01/12/2005	107,80	109,00	100,00	29.800.022	71,9%
01/01/2006	107,52	109,00	100,00	27.699.974	66,9%
01/02/2006	107,31	109,00	100,00	26.124.982	63,1%
01/03/2006	108,00	109,00	100,00	31.300.000	75,5%
01/04/2006	109,44	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2006	109,50	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2006	109,15	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2006	109,01	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2006	108,98	109,00	100,00	41.227.436	99,5%
01/09/2006	108,71	109,00	100,00	38.492.292	92,9%
01/10/2006	108,59	109,00	100,00	37.276.664	90,0%
01/11/2006	108,30	109,00	100,00	34.339.032	82,9%
01/12/2006	107,96	109,00	100,00	30.999.994	74,8%
01/01/2007	107,70	109,00	100,00	29.049.978	70,1%
01/02/2007	107,47	109,00	100,00	27.325.010	66,0%
01/03/2007	108,90	109,00	100,00	40.417.016	97,6%
01/04/2007	109,26	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2007	109,45	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2007	109,03	109,00	100,00	41.430.000	100,0%

Açude: **Tucunduba**
Código: **58**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/07/2007	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2007	108,92	109,00	100,00	40.619.580	98,0%
01/09/2007	108,75	109,00	100,00	38.897.500	93,9%
01/10/2007	108,47	109,00	100,00	36.061.112	87,0%
01/11/2007	107,99	109,00	100,00	31.224.984	75,4%
01/12/2007	107,75	109,00	100,00	29.425.000	71,0%
01/01/2008	107,46	109,00	100,00	27.249.994	65,8%
01/02/2008	107,46	109,00	100,00	27.249.994	65,8%
01/03/2008	107,53	109,00	100,00	27.774.990	67,0%
01/04/2008	110,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2008	109,50	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2008	109,10	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2008	109,00	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2008	108,76	109,00	100,00	38.998.820	94,1%
01/09/2008	108,65	109,00	100,00	37.884.516	91,4%
01/10/2008	108,50	109,00	100,00	36.365.000	87,8%
01/11/2008	108,20	109,00	100,00	33.325.970	80,4%
01/12/2008	107,90	109,00	100,00	30.550.012	73,7%
01/01/2009	107,80	109,00	100,00	29.800.022	71,9%
01/02/2009	107,80	109,00	100,00	29.800.022	71,9%
01/03/2009	108,50	109,00	100,00	36.365.000	87,8%
01/04/2009	109,50	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/05/2009	109,70	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/06/2009	109,55	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/07/2009	109,08	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/08/2009	109,01	109,00	100,00	41.430.000	100,0%
01/09/2009	108,90	109,00	100,00	40.417.016	97,6%
01/10/2009	108,73	109,00	100,00	38.694.936	93,4%
01/11/2009	108,41	109,00	100,00	35.453.336	85,6%
01/12/2009	108,08	109,00	100,00	32.110.418	77,5%
01/01/2010	107,88	109,00	100,00	30.399.980	73,4%

Açude: **Várzea da Volta**

Código: **70**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/01/1986	107,82	108,00	104,00	11.644.999	93,2%
01/02/1986	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/03/1986					
01/04/1986					
01/05/1986	108,38	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1986					
01/07/1986					
01/08/1986					
01/09/1986					
01/10/1986	107,94	108,00	104,00	12.215.012	97,7%
01/11/1986	107,76	108,00	104,00	11.360.010	90,9%
01/12/1986	107,58	108,00	104,00	10.505.009	84,0%
01/01/1987	107,34	108,00	104,00	9.364.983	74,9%
01/02/1987	107,52	108,00	104,00	10.219.984	81,8%
01/03/1987	107,71	108,00	104,00	11.122.496	89,0%
01/04/1987	108,17	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/1987	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1987	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1987	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/1987	107,86	108,00	104,00	11.835.003	94,7%
01/09/1987	107,61	108,00	104,00	10.647.503	85,2%
01/10/1987	107,35	108,00	104,00	9.412.493	75,3%
01/11/1987	106,99	108,00	104,00	7.721.994	61,8%
01/12/1987	106,73	108,00	104,00	6.994.010	56,0%
01/01/1988	106,40	108,00	104,00	6.070.005	48,6%
01/02/1988	106,52	108,00	104,00	6.405.991	51,2%
01/03/1988	106,98	108,00	104,00	7.694.010	61,6%
01/04/1988	108,21	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/1988	108,24	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1988	108,16	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1988	108,06	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/1988	108,03	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/1988	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/10/1988	107,86	108,00	104,00	11.835.003	94,7%
01/11/1988	107,61	108,00	104,00	10.647.503	85,2%
01/12/1988	107,33	108,00	104,00	9.317.509	74,5%
01/01/1989	107,23	108,00	104,00	8.842.516	70,7%
01/02/1989	107,28	108,00	104,00	9.079.994	72,6%
01/03/1989	107,70	108,00	104,00	11.074.986	88,6%
01/04/1989	108,25	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/1989	108,09	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1989	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1989	107,96	108,00	104,00	12.309.996	98,5%

Açude: Várzea da Volta

Código: 70

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/08/1989	107,92	108,00	104,00	12.119.991	97,0%
01/09/1989	107,88	108,00	104,00	11.929.987	95,4%
01/10/1989	107,81	108,00	104,00	11.597.488	92,8%
01/11/1989	107,67	108,00	104,00	10.932.491	87,5%
01/12/1989	107,21	108,00	104,00	8.747.496	70,0%
01/01/1990	108,08	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/02/1990	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/03/1990	108,03	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/04/1990	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/1990	108,06	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1990	108,07	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1990	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/1990	107,93	108,00	104,00	12.167.501	97,3%
01/09/1990	107,68	108,00	104,00	10.980.001	87,8%
01/10/1990	107,36	108,00	104,00	9.460.003	75,7%
01/11/1990					
01/12/1990					
01/01/1991					
01/02/1991					
01/03/1991					
01/04/1991					
01/05/1991					
01/06/1991					
01/07/1991					
01/08/1991					
01/09/1991					
01/10/1991					
01/11/1991					
01/12/1991					
01/01/1992					
01/02/1992					
01/03/1992	106,14	108,00	104,00	5.341.999	42,7%
01/04/1992	106,30	108,00	104,00	5.790.009	46,3%
01/05/1992	107,15	108,00	104,00	8.462.507	67,7%
01/06/1992	106,76	108,00	104,00	7.078.006	56,6%
01/07/1992	106,60	108,00	104,00	6.629.996	53,0%
01/08/1992	106,32	108,00	104,00	5.845.999	46,8%
01/09/1992	106,11	108,00	104,00	5.258.002	42,1%
01/10/1992	105,95	108,00	104,00	4.872.496	39,0%
01/11/1992	105,65	108,00	104,00	4.407.503	35,3%
01/12/1992					
01/01/1993					
01/02/1993					

Açude: **Várzea da Volta**

Código: **70**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/03/1993					
01/04/1993	104,50	108,00	104,00	2.850.000	22,8%
01/05/1993	104,48	108,00	104,00	2.828.004	22,6%
01/06/1993	104,34	108,00	104,00	2.673.996	21,4%
01/07/1993	104,14	108,00	104,00	2.453.999	19,6%
01/08/1993	103,92	108,00	104,00	2.235.999	17,9%
01/09/1993	103,68	108,00	104,00	2.044.000	16,4%
01/10/1993	103,40	108,00	104,00	1.820.001	14,6%
01/11/1993	103,13	108,00	104,00	1.603.998	12,8%
01/12/1993	102,82	108,00	104,00	1.392.000	11,1%
01/01/1994	102,51	108,00	104,00	1.206.001	9,6%
01/02/1994	103,26	108,00	104,00	1.708.002	13,7%
01/03/1994	103,64	108,00	104,00	2.012.000	16,1%
01/04/1994	106,52	108,00	104,00	6.405.991	51,2%
01/05/1994	108,03	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1994	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1994	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/1994	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/1994	107,80	108,00	104,00	11.550.014	92,4%
01/10/1994	107,59	108,00	104,00	10.552.483	84,4%
01/11/1994	107,27	108,00	104,00	9.032.484	72,3%
01/12/1994	107,03	108,00	104,00	7.892.494	63,1%
01/01/1995	106,89	108,00	104,00	7.441.999	59,5%
01/02/1995	106,90	108,00	104,00	7.470.005	59,8%
01/03/1995	107,19	108,00	104,00	8.652.512	69,2%
01/04/1995	108,31	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/1995	108,34	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1995	108,16	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1995	108,11	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/1995	108,05	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/1995	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/10/1995	107,90	108,00	104,00	12.025.007	96,2%
01/11/1995	107,50	108,00	104,00	10.125.000	81,0%
01/12/1995	107,22	108,00	104,00	8.795.006	70,4%
01/01/1996	106,93	108,00	104,00	7.554.001	60,4%
01/02/1996	107,05	108,00	104,00	7.987.515	63,9%
01/03/1996	107,44	108,00	104,00	9.840.012	78,7%
01/04/1996	107,91	108,00	104,00	12.072.517	96,6%
01/05/1996	108,34	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/1996	108,13	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1996	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/1996	108,02	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/1996	107,99	108,00	104,00	12.452.490	99,6%

Açude: Várzea da Volta

Código: 70

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/10/1996	107,63	108,00	104,00	10.742.487	85,9%
01/11/1996	107,33	108,00	104,00	9.317.509	74,5%
01/12/1996	107,07	108,00	104,00	8.082.499	64,7%
01/01/1997	106,79	108,00	104,00	7.162.003	57,3%
01/02/1997	106,59	108,00	104,00	6.601.990	52,8%
01/03/1997	106,40	108,00	104,00	6.070.005	48,6%
01/04/1997	106,56	108,00	104,00	6.517.993	52,1%
01/05/1997	107,87	108,00	104,00	11.882.513	95,1%
01/06/1997	108,03	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1997	107,90	108,00	104,00	12.025.007	96,2%
01/08/1997	107,69	108,00	104,00	11.027.512	88,2%
01/09/1997	107,44	108,00	104,00	9.840.012	78,7%
01/10/1997	107,15	108,00	104,00	8.462.507	67,7%
01/11/1997	106,87	108,00	104,00	7.386.008	59,1%
01/12/1997	106,60	108,00	104,00	6.629.996	53,0%
01/01/1998	106,34	108,00	104,00	5.901.990	47,2%
01/02/1998	106,43	108,00	104,00	6.154.001	49,2%
01/03/1998	106,34	108,00	104,00	5.901.990	47,2%
01/04/1998	106,36	108,00	104,00	5.958.002	47,7%
01/05/1998	106,33	108,00	104,00	5.874.005	47,0%
01/06/1998	106,18	108,00	104,00	5.454.001	43,6%
01/07/1998	105,98	108,00	104,00	4.919.005	39,4%
01/08/1998	105,74	108,00	104,00	4.546.997	36,4%
01/09/1998	105,50	108,00	104,00	4.175.000	33,4%
01/10/1998	105,25	108,00	104,00	3.787.500	30,3%
01/11/1998	104,94	108,00	104,00	3.334.003	26,7%
01/12/1998	104,66	108,00	104,00	3.026.004	24,2%
01/01/1999	104,43	108,00	104,00	2.773.000	22,2%
01/02/1999	104,35	108,00	104,00	2.684.998	21,5%
01/03/1999	104,38	108,00	104,00	2.717.997	21,7%
01/04/1999	105,74	108,00	104,00	4.546.997	36,4%
01/05/1999	106,40	108,00	104,00	6.070.005	48,6%
01/06/1999	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/1999	107,94	108,00	104,00	12.215.012	97,7%
01/08/1999	107,78	108,00	104,00	11.454.994	91,6%
01/09/1999	107,53	108,00	104,00	10.267.494	82,1%
01/10/1999	107,25	108,00	104,00	8.937.500	71,5%
01/11/1999	107,02	108,00	104,00	7.844.984	62,8%
01/12/1999	106,84	108,00	104,00	7.301.990	58,4%
01/01/2000	106,67	108,00	104,00	6.825.995	54,6%
01/02/2000	106,62	108,00	104,00	6.686.008	53,5%
01/03/2000	108,01	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/04/2000	108,24	108,00	104,00	12.500.000	100,0%

Açude: Várzea da Volta

Código: 70

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/05/2000	108,36	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2000	108,19	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2000	108,12	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2000	108,05	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/2000	107,65	108,00	104,00	10.837.507	86,7%
01/10/2000	107,59	108,00	104,00	10.552.483	84,4%
01/11/2000	107,32	108,00	104,00	9.269.999	74,2%
01/12/2000	107,02	108,00	104,00	7.844.984	62,8%
01/01/2001	106,80	108,00	104,00	7.190.009	57,5%
01/02/2001	106,51	108,00	104,00	6.378.006	51,0%
01/03/2001	106,68	108,00	104,00	6.854.001	54,8%
01/04/2001	107,62	108,00	104,00	10.695.013	85,6%
01/05/2001	108,25	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2001	108,09	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2001	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2001	107,87	108,00	104,00	11.882.513	95,1%
01/09/2001	107,70	108,00	104,00	11.074.986	88,6%
01/10/2001	107,40	108,00	104,00	9.650.007	77,2%
01/11/2001	107,10	108,00	104,00	8.224.993	65,8%
01/12/2001	106,85	108,00	104,00	7.329.996	58,6%
01/01/2002	106,59	108,00	104,00	6.601.990	52,8%
01/02/2002	107,10	108,00	104,00	8.224.993	65,8%
01/03/2002	107,36	108,00	104,00	9.460.003	75,7%
01/04/2002	107,76	108,00	104,00	11.360.010	90,9%
01/05/2002	108,20	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2002	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2002	108,03	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2002	107,89	108,00	104,00	11.977.497	95,8%
01/09/2002	107,72	108,00	104,00	11.170.006	89,4%
01/10/2002	107,43	108,00	104,00	9.792.501	78,3%
01/11/2002	107,12	108,00	104,00	8.320.013	66,6%
01/12/2002	106,88	108,00	104,00	7.413.993	59,3%
01/01/2003	106,61	108,00	104,00	6.658.002	53,3%
01/02/2003	106,55	108,00	104,00	6.490.009	51,9%
01/03/2003	107,79	108,00	104,00	11.502.504	92,0%
01/04/2003	108,23	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/2003	108,20	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2003	108,06	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2003	108,03	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2003	107,96	108,00	104,00	12.309.996	98,5%
01/09/2003	107,75	108,00	104,00	11.312.500	90,5%
01/10/2003	107,46	108,00	104,00	9.934.996	79,5%
01/11/2003	107,15	108,00	104,00	8.462.507	67,7%

Açude: Várzea da Volta

Código: 70

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/12/2003	106,89	108,00	104,00	7.441.999	59,5%
01/01/2004	106,68	108,00	104,00	6.854.001	54,8%
01/02/2004	106,98	108,00	104,00	7.694.010	61,6%
01/03/2004	108,26	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/04/2004	108,09	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/2004	108,07	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2004	108,08	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2004	108,06	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2004	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/2004	107,86	108,00	104,00	11.835.003	94,7%
01/10/2004	107,57	108,00	104,00	10.457.499	83,7%
01/11/2004	107,30	108,00	104,00	9.175.014	73,4%
01/12/2004	106,99	108,00	104,00	7.721.994	61,8%
01/01/2005	106,76	108,00	104,00	7.078.006	56,6%
01/02/2005	106,55	108,00	104,00	6.490.009	51,9%
01/03/2005	106,64	108,00	104,00	6.741.999	53,9%
01/04/2005	107,49	108,00	104,00	10.077.490	80,6%
01/05/2005	107,98	108,00	104,00	12.405.016	99,2%
01/06/2005	108,04	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2005	107,98	108,00	104,00	12.405.016	99,2%
01/08/2005	107,78	108,00	104,00	11.454.994	91,6%
01/09/2005	107,53	108,00	104,00	10.267.494	82,1%
01/10/2005	107,22	108,00	104,00	8.795.006	70,4%
01/11/2005	106,85	108,00	104,00	7.329.996	58,6%
01/12/2005	106,57	108,00	104,00	6.545.999	52,4%
01/01/2006	106,31	108,00	104,00	5.817.993	46,5%
01/02/2006	106,09	108,00	104,00	5.201.990	41,6%
01/03/2006	106,11	108,00	104,00	5.258.002	42,1%
01/04/2006	106,51	108,00	104,00	6.378.006	51,0%
01/05/2006	108,20	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2006	108,05	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2006	108,02	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2006	107,92	108,00	104,00	12.119.991	97,0%
01/09/2006	107,68	108,00	104,00	10.980.001	87,8%
01/10/2006	107,40	108,00	104,00	9.650.007	77,2%
01/11/2006	107,11	108,00	104,00	8.272.503	66,2%
01/12/2006	106,79	108,00	104,00	7.162.003	57,3%
01/01/2007	106,52	108,00	104,00	6.405.991	51,2%
01/02/2007	106,29	108,00	104,00	5.762.003	46,1%
01/03/2007	106,83	108,00	104,00	7.274.005	58,2%
01/04/2007	107,14	108,00	104,00	8.414.997	67,3%
01/05/2007	107,70	108,00	104,00	11.074.986	88,6%
01/06/2007	107,99	108,00	104,00	12.452.490	99,6%

Açude: **Várzea da Volta**

Código: **70**

inicio:	01/01/1986	**Fim:**	01/01/2010

data	cota (m)	Cota Sangradouro (m)	Cota Tomada (m)	Vol. (m³)	Vol. (%)
01/07/2007	107,83	108,00	104,00	11.692.509	93,5%
01/08/2007	107,60	108,00	104,00	10.599.993	84,8%
01/09/2007	107,35	108,00	104,00	9.412.493	75,3%
01/10/2007	107,08	108,00	104,00	8.130.009	65,0%
01/11/2007	106,77	108,00	104,00	7.105.991	56,8%
01/12/2007	106,47	108,00	104,00	6.266.004	50,1%
01/01/2008	106,34	108,00	104,00	5.901.990	47,2%
01/02/2008	106,41	108,00	104,00	6.098.011	48,8%
01/03/2008	106,48	108,00	104,00	6.294.010	50,4%
01/04/2008	108,56	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/2008	108,26	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2008	108,16	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2008	108,09	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2008	108,00	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/2008	107,83	108,00	104,00	11.692.509	93,5%
01/10/2008	107,57	108,00	104,00	10.457.499	83,7%
01/11/2008	107,26	108,00	104,00	8.985.010	71,9%
01/12/2008	106,94	108,00	104,00	7.582.007	60,7%
01/01/2009	106,73	108,00	104,00	6.994.010	56,0%
01/02/2009	106,96	108,00	104,00	7.637.998	61,1%
01/03/2009	107,45	108,00	104,00	9.887.486	79,1%
01/04/2009	108,34	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/05/2009	108,52	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/06/2009	108,29	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/07/2009	108,22	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/08/2009	108,17	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/09/2009	108,08	108,00	104,00	12.500.000	100,0%
01/10/2009	107,96	108,00	104,00	12.309.996	98,5%
01/11/2009	107,70	108,00	104,00	11.074.986	88,6%
01/12/2009	107,42	108,00	104,00	9.744.991	78,0%
01/01/2010	107,23	108,00	104,00	8.842.516	70,7%

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