



Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH
Governador do Estado do Ceará



PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DA BACIA DO COREAÚ

Fase 2: Planejamento

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 2: PLANEJAMENTO

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 Coreau**, 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 Coreau – CBH - Coreau, 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:

Eng^o Civil Hypérides Pereira de Macedo
M.Sc. Hidráulica e Recursos Hídricos, USP/UFC.

Coordenadora Auxiliar:

Eng^a 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

Eng^o Civil 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
- Virgílio 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 Silvío Dantas de Moraes, 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 M ^a . 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 Indústria 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 Paracuré	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 Lamedouro - 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 N° 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 2 - PLANEJAMENTO**, é dividido em dois blocos – Bloco I e Bloco II. No **BLOCO I – PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS** (Capítulos 1 a 8), se elabora projeções da oferta e da demanda hídrica na bacia e se efetua o balanço entre as duas (capítulos 1 a 3). No Capítulo 4 são propostos procedimentos para outorga pelo uso da água e no Capítulo 5, medidas não estruturais que melhorem a eficiência do sistema. O Capítulo 6 avalia o grau de saturação em açudes da bacia e, no Capítulo 7 são formuladas metas para indicadores e índices levantados na Fase 1. Finalmente, no Capítulo 8 se concebe um modelo de operação dos reservatórios da bacia.

No **BLOCO II (ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ)**, é elaborado um modelo matricial de sistematização das demandas contidas nas tarjetas, que busca a convergência para encaminhamentos claros e objetivos. Nesta matriz, considerou-se que os problemas apontados pelo CBH podem ser classificados pela sua **NATUREZA** – Administrativa, Estrutural, Institucional, Gerenciamento, Gestão, Legal e Preservação que, por sua vez, podem ainda ser subdivididas quanto às suas **TIPOLOGIAS**. O Capítulo 9 discorre, primeiramente, sobre as ações para solucionar os conflitos identificados pelos CBHs; no Capítulo 10, apresentam-se as ações para remover as principais barreiras institucionais na percepção dos CBHs, visando à gestão integrada dos recursos hídricos; o Capítulo 11 mostra as ações visando amenizar a poluição hídrica e as vulnerabilidades ambientais identificadas pelos CBHs e, finalmente, no Capítulo 12 são apresentadas ações voltadas para a melhoria da oferta de água, na visão dos CBHs.

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

Estrutura Original dos Relatórios:

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

1. Relatórios Técnicos da Fase 1 - Estudos Básicos e 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 aquíferos; 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. Elaborar 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 2 – PLANEJAMENTO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	IV
CONTEÚDO DO VOLUME	10
BLOCO I – PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS	21
1. PROJEÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA NA BACIA DO COREAÚ	24
1.1. Potencial Hidráulico na Bacia do Coreaú	24
1.1.1. Cálculo dos Potenciais Hidráulicos Localizado (ou Fixo) e Móvel	25
1.2. Disponibilidade Hídrica da Bacia do Coreaú	29
1.2.1. Projeção da Oferta Hídrica Superficial	29
1.2.2. Projeção da Oferta Hídrica Subterrânea	31
1.3. Alternativa de Oferta Hídrica	35
2. PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA NA BACIA DO COREAÚ	38
2.1. Demanda Humana	38
2.1.1. Cálculo das Projeções Populacionais	38
2.1.2. Cálculo das Demandas para Abastecimento Público de Água	41
2.2. Demanda Industrial	43
2.2.1. Cadastro Industrial	43
2.2.2. Cálculo das Demandas para Indústria	44
2.3. Demanda para Irrigação	46
3. BALANÇO OFERTA X DEMANDA	52
3.1. Disponibilidades	52
3.2. Demandas	52
3.3. Fonte dos Dados	52
3.4. Metodologia	53
3.5. Cenários	53
3.6. Balanço Hídrico – 2010 (Atual)	54
3.7. Balanço Hídrico – Horizonte 2015	54
3.8. Balanço Hídrico – Horizonte 2020	55
3.9. Balanço Hídrico – Horizonte 2030	55
4. PROPOSIÇÕES DE PROCEDIMENTOS PARA OUTORGA E LICENÇA	58
4.1. Introdução	58
4.2. Análise da Legislação de Recursos Hídricos	58
4.2.1. Legislação Federal de Recursos Hídricos	60

4.2.2. A Legislação Estadual de Recursos Hídricos	66
4.3. Proposições para Aprimoramento dos Aspectos Legais para Outorga e Licença de Obras Hídricas	70
4.3.1. Contribuições para melhoria das normas e critérios de outorga	71
4.3.2. Contribuições para melhoria das normas e critérios de licença de obras hídricas	71
4.4. Procedimentos Atuais para Expedição de Outorga e de Licença de Obras Hídricas	72
4.4.1. Procedimentos atuais para expedição de outorga	72
4.4.2. Procedimentos atuais para expedição da licença de obras hídricas	74
4.5. Procedimentos Participativos para a Implementação de Outorgas e Licenças de Obras Hídricas na Bacia do Coreau	78
4.6. Procedimentos Propostos para Expedição de Outorgas e de Licenças	79
4.6.1. Fluxograma de processos (gráfico) e fluxo passa a passo (descrição de cada passo)	79
4.6.2. Fluxo do processo de outorga passo a passo	79
4.6.3. Processo de Licença de Obras Hídricas (Proposta)	81
4.6.4. Fluxo do processo de licença de obra hídrica passo a passo	82
4.7. Acesso às Informações de Outorgas e Licenças Expedidas	83
5. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS QUE MELHOREM A EFICIÊNCIA DO SISTEMA NA BACIA DO COREAU	86
5.1. Disciplinamento do Uso e Ocupação do Solo	87
5.1.1. Áreas Urbanas	88
5.1.2. Zona Costeira	88
5.1.3. Uso Sustentado da Caatinga	89
5.1.4. Macrozoneamento	90
5.1.5. Recuperação e Controle de Áreas Críticas	90
5.1.6. Reuso de Águas	90
5.2. Proteção dos Mananciais	91
5.2.1. Enquadramento dos Recursos Hídricos	91
5.3. Sistema de Alerta de Cheias e Zoneamento de Áreas Inundáveis	91
5.3.1. Estratégia de Operação do sistema de reservatório para controle de cheias	91
5.3.2. Metodologias utilizadas para a definição do Nível Meta	92
5.3.3. Zoneamento de áreas inundáveis para diferentes níveis máximos de cheias	92
5.3.4. Otimização do sistema	92
5.3.5. Implementação de Modelo de Simulação da Hidrodinâmica Fluvial	92
5.3.6. Propagação Hidrodinâmica da Cheia e Cálculo dos níveis	100
5.4. Fortalecimento Institucional	102
5.5. Sistema de Outorga, Licença e Fiscalização	103
5.6. Tarifa de Água Bruta	104
5.7. Comitês de Bacias	105
5.8. Organização de Usuários de Água Bruta	106
5.9. Gestão da Qualidade da Água	107
5.10. Gestão Água Subterrânea	108

5.11. Gerenciamento do Risco Climático em Recursos Hídricos	109
6. AVALIAÇÃO DO GRAU DE SATURAÇÃO EM AÇUDES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ	112
6.1. Introdução	112
6.2. Classificação dos Açudes na bacia	113
6.2.1. Cobertura de Espelhos	113
6.2.2. Estimativa de volumes dos Reservatórios	126
6.2.3. Classificação dos Reservatórios quanto ao tamanho	129
6.3. Diagrama Unifilar do Sistema de reservatórios pequenos, médios e grandes	130
6.4. Avaliação do Grau de Saturação da Açudagem	133
7. FORMULAÇÃO DE METAS PARA INDICADORES E ÍNDICES	138
7.1. Introdução	138
7.2. Índice de Pobreza Hídrica - IPH	138
7.2.1. Disponibilidade	140
7.2.2. Acesso	141
7.2.3. Capacidade	142
7.2.4. Meio Ambiente	143
7.3. Indicadores e Índices Ambientais	143
7.4. Caracterização dos Índices	152
7.4.1. Cenário 01 – Proteção ao Patrimônio Ambiental	152
7.4.2. Cenário 02 – Poluição e Contaminação da Água	153
7.4.3. Cenário 03 – Inundações em Áreas Urbanas	154
7.4.4. Cenário 04 – Poluição e Contaminação do Solo	156
7.5. Situação da Bacia do Coreaú	158
7.6. Metas	164
8. CONCEPÇÃO DE UM MODELO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS	168
8.1. Fundamentos	168
8.1.1. Balanço Hídrico	169
8.1.2. Zoneamento do Reservatório	173
8.1.3. Análise de Desempenho	176
8.1.4. Simulação de Reservatórios Isolados	180
8.1.5. Operação Mensal dos Reservatórios	181
8.1.6. Simulação de Sistemas de Reservatórios	181
8.1.7. Previsão Climática Sazonal de Vazões	183
8.2. Modelo de Operação de Reservatório e Alocação de Água	185
8.3. Modelo de Operação de Longo Prazo (outorga)	186
8.4. Modelo de Operação de Curto Prazo (Alocação Negociada)	187
BLOCO II - ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ	190
INTRODUÇÃO	190
9. AÇÕES PARA MEDIAÇÃO DOS CONFLITOS IDENTIFICADOS PELO CBH	194

9.1. Análise das ações para Moderação dos Conflitos de Água	200
10. AÇÕES PARA SOLUCIONAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS INSTITUCIONAIS	202
10.1. Análise das Ações para Melhoria de Articulação e Participação na Política de Água	204
11. AÇÕES VOLTADAS PARA MINORAR AS VULNERABILIDADES AMBIENTAIS	206
11.1. Análise das Ações para Melhorar a Qualidade de Água	208
12. AÇÕES VOLTADAS PARA MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA	210
12.1. Análise das Ações para Melhoria da Oferta d'Água	212
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	214
ANEXO	219

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1. Dados dos postos pluviométricos e sua respectiva área de influência	26
Quadro 1.2. Dados de escoamento superficial na Bacia	27
Quadro 1.3. Açudes existentes na Bacia	30
Quadro 1.4. Açudes planejados para o horizonte 2020	31
Quadro 1.5. Açudes planejados para o horizonte 2030	31
Quadro 1.6. Dados de poços com, no máximo, cinco (5) anos de vida útil	33
Quadro 1.7. Dados de poços com, no máximo, dez (10) anos de vida útil	34
Quadro 1.8. Dados de poços com, no máximo, vinte (20) anos de vida útil	35
Quadro 2.1. Percentual dos municípios dentro da bacia do Coreaú	39
Quadro 2.2. Taxa média de crescimento por período	41
Quadro 2.3. População projetada para Bacia do Coreaú	41
Quadro 2.4. Valores per capita de consumo e captação para a Bacia do Coreaú – Cenário Tendencial	42
Quadro 2.5. Valores per capita de consumo e captação para a Bacia do Coreaú – Cenário Otimista	42
Quadro 2.6. Projeção da demanda humana para a Bacia do Coreaú – Cenário Tendencial	43
Quadro 2.7. Projeção da demanda humana para a Bacia do Coreaú – Cenário Otimista	43
Quadro 2.8. Quantidade de estabelecimentos industriais na Bacia do Coreaú	44
Quadro 2.9. Quantidade de pessoal ocupado por gênero de indústria por bacia	44
Quadro 2.10. Tipos de indústrias na Bacia do Coreaú	45
Quadro 2.11. Consumo médio de água por setores industriais	45
Quadro 2.12. Demanda industrial – Cenário Otimista	46
Quadro 2.13. Demanda de irrigação - Cenário Tendencial	47
Quadro 2.14. Irrigação pública - Cenário Otimista 2015	47

Quadro 2.15. Irrigação pública - Cenário Otimista 2020	48
Quadro 2.16. Irrigação pública - Cenário Otimista 2030	48
Quadro 2.17. Irrigação pública - Cenário Tendencial e Otimista	48
Quadro 2.18. Irrigação privada - Cenário Tendencial e Otimista	49
Quadro 3.1. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista – 2010	54
Quadro 3.2. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista – 2015	55
Quadro 3.3. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista - 2020	55
Quadro 3.4. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista - 2030	56
Quadro 5.1. Valores de CN para Bacias Urbanas e Suburbanas	96
Quadro 6.1. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Timonha	114
Quadro 6.2. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Tapuiú	116
Quadro 6.3. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Corrente Laranja	117
Quadro 6.4. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Poeyras	119
Quadro 6.5. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Mourão	120
Quadro 6.6. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Forquilha	120
Quadro 6.7. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Prata	121
Quadro 6.8. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Jaguarapari	122
Quadro 6.9. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Coreaú	123
Quadro 6.10. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Italolemi afluente do Coreaú.	125
Quadro 6.11. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Pesqueiro	126
Quadro 6.12. Resumo das Características dos Espelhos de Água na Bacia do Coreaú	127
Quadro 6.13. Parâmetros da Curva de Regressão Volume vs. Área do Espelho d'Água	128
Quadro 6.14. Classificação dos Reservatórios	129
Quadro 6.15. Volume total dos Reservatórios por Tipo na Região Hidrográfica do Coreaú	129
Quadro 6.16. Estimativa de volumes Armazenados nas Sub-bacias	130
Quadro 6.17 - Volume Total Acumulado em hm ³ nas doze Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú	131
Quadro 6.18. Relação entre o estoque e o armazenamento nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú	135
Quadro 7.1. Componentes necessárias ao cálculo do indicador disponibilidade.	141
Quadro 7.2. Componentes necessárias a o cálculo do indicador acesso	142
Quadro 7.3. Componentes necessárias a o cálculo do indicador capacidade	142
Quadro 7.4. Componentes necessárias a o cálculo do indicador meio ambiente	143
Quadro 7.5. Indicadores da Força Motriz avaliados para determinação dos índices	145
Quadro 7.6. Indicadores de Pressão avaliados para determinação dos índices	146
Quadro 7.7. Indicadores de Estado avaliados para determinação dos índices	147
Quadro 7.8. Indicadores de Impacto avaliados para determinação dos índices	148
Quadro 7.9. Indicadores de Resposta avaliados para determinação dos índices	149
Quadro 7.10. Proteção ao Patrimônio Ambiental	150
Quadro 7.11. Poluição e Contaminação da Água	150

Quadro 7.12. Inundações em Áreas Urbanas	151
Quadro 7.13. Poluição e Contaminação do Solo	151
Quadro 7.14. Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú	158
Quadro 7.15. Cobertura de Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto da Bacia do Coreaú	159
Quadro 7.16. Indicador de desempenho de saneamento básico da Bacia do Coreaú.	160
Quadro 7.17. Número de Estabelecimentos comerciais na Bacia do Coreaú	160
Quadro 7.18. Indicador de desempenho do Grau de Trofia da Bacia do Coreaú.	161
Quadro 7.19. Indicador de desempenho quanto ao PROGRAMA SELO MUNICÍPIO VERDE.	161
Quadro 7.20. Hierarquia do IPD dos municípios da Bacia do Coreaú.	163
Quadro 7.21. Metas	165
Quadro 9.1. Ações para Moderação dos Conflitos de Água	195
Quadro 9.2. Resumo - Ações para Moderação dos Conflitos de Água	200
Quadro 10.1. Ações para Melhoria de Articulação e Participação na Política de Água	203
Quadro 10.2. Resumo: Ações para Melhoria de Articulação e Participação na Política de Água	204
Quadro 11.1. Ações para Melhorar a Qualidade de Água	207
Quadro 11.2. Resumo: Ações para Melhorar a Qualidade de Água	208
Quadro 12.1. Ações para Melhoria da Oferta d'Água	211
Quadro 12.2. Resumo: Ações para Melhoria da Oferta d'Água	212

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Área de influência dos postos pluviométricos da SUDENE, utilizando-se Thiessen	26
Figura 1.2. Reservatórios com capacidade superior a 10 hm ³ existentes/em construção na Bacia do Coreaú	30
Figura 2.1. Ajuste da taxa de crescimento para a população urbana	40
Figura 2.2. Ajuste da taxa de crescimento para a população rural	40
Figura 4.1. Fluxograma atual para o procedimento da outorga	74
Figura 4.2. Fluxograma atual para o procedimento da licença de obras hídricas	77
Figura 4.3. Fluxograma atual para o procedimento da outorga	80
Figura 4.4. Fluxograma proposta para o procedimento da licença de obras hídricas	82
Figura 5.1. Operação do reservatório	92
Figura 5.2. Principais etapas de um Projeto do HEC - HMS	100
Figura 6.1. Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú	113
Figura 6.2. Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Timonha	114
Figura 6.3. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-Bacia do rio Timonha	115
Figura 6.4. Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Tapuiú	115

Figura 6.5. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Tapuiu.	116
Figura 6.6. Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Corrente Laranja.	117
Figura 6.7. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-Bacia do rio Corrente Laranja	117
Figura 6.8. Espelhos d'água na Sub-bacia do Lago Seco	118
Figura 6.9. Espelhos d'água na Sub-bacia do Poeiras	118
Figura 6.10. Espelhos d'água na Sub-bacia Mourão (Lagoa Jijoca com 9.7km ²)	119
Figura 6.11. Espelhos d'água na Sub-bacia Forquilha	120
Figura 6.12. Espelhos d'água na Sub-bacia Prata	121
Figura 6.13. Espelhos d'água na Sub-bacia do Jaguarapari	122
Figura 6.14. Espelhos d'água na Sub-bacia do Coreaú	123
Figura 6.15. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Coreaú	124
Figura 6.16. Espelhos d'água na Sub-bacia do Italolemi afluente do Coreaú	124
Figura 6.17. Espelhos d'água na Sub-bacia do Pesqueiro	125
Figura 6.18. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Pesqueiro	126
Figura 6.19. Diagrama Unifilar da Sub-bacia do Timonha, onde SB é o nome da Sub-bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM	130
Figura 6.20. Diagrama Unifilar da Sub-bacia do Coreaú, onde SB é o nome da Sub-bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM	132
Figura 6.21. Diagrama Unifilar da Sub-bacia do Pesqueiro, onde SB é o nome da Sub-bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM	132
Figura 6.22. Deflúvios da Sub-bacia do Coreaú na Região Hidrográfica do Coreaú	134
Figura 6.23. Nível de Saturação dos Reservatórios de cada uma das sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú	134
Figura 7.1. População Residente nos municípios da Bacia do Coreaú	159
Figura 7.2. Taxa de urbanização dos municípios que compõem a Bacia do Coreaú.	159
Figura 7.3. Distribuição dos municípios da Bacia do Coreaú de acordo com o IPD.	164
Figura 8.1. Rede representando o sistema reservatório/rio	172
Figura 8.2. Zonas do Reservatório	173
Figura 8.3 - Curva Guia	175
Figura 8.4. Interface do modelo AQUANET	183

BLOCO I – PRODUÇÃO DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS

1. PROJEÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA NA BACIA DO COREAÚ

1. PROJEÇÃO DA OFERTA DE ÁGUA NA BACIA DO COREAÚ

O estudo da oferta hídrica é elemento primordial para nortear as políticas públicas deste setor, por prover, aos tomadores de decisões, as informações sobre a viabilidade de intervenções no sistema, para horizontes de curto, médio e longo prazos.

A oferta de água em uma bacia pode ser tratada sob a ótica das potencialidades hídricas naturais e das provenientes de interferências antrópicas no sistema (barragens e poços), que disponibilizam a água para atendimento das demandas.

Para geração destas informações, pressupõe-se o conhecimento dos processos físicos que ocorrem na bacia e da dinâmica do seu ciclo hidrológico. De posse destes dados, é possível gerar informações sobre o potencial hídrico da área e sobre a sua disponibilidade atuais e, projetar cenários para o futuro.

Este capítulo aborda estes dois vieses, trazendo informações, tanto sobre o máximo potencial de água da Bacia do Coreaú, como sobre que parcela deste potencial está ou poderá estar disponível. Inicialmente serão estimados os potenciais hidráulicos fixo e móvel para o sistema e, posteriormente, as suas disponibilidades atuais e futuras..

1.1. Potencial Hidráulico na Bacia do Coreaú

O potencial hidráulico é definido como o somatório do Potencial Hidráulico Fixo e do Potencial Hidráulico Móvel. Corresponde à quantidade maximum maximorum de água que a Bacia pode prover.

O Potencial Móvel tem sido correntemente abordado nos diversos planos de recursos hídricos do Ceará – estaduais e de bacias - quando trabalhado para geração das informações de disponibilidade; o Potencial Fixo, no entanto, nunca foi abordado.

Considerando os conceitos já trabalhados nos capítulos que tratam da Evolução da Oferta e da Demanda na Ótica dos Planos de Recursos Hídricos, sabe-se que, em termos médios, o total precipitado em uma Bacia (considerada como um sistema fechado), poderá seguir quatro diferentes caminhos: evaporar, infiltrar, percolar e/ou escoar (Equação 1.1):

$$P = (E_s + E_t) + (R + I_p) \quad (1.1)$$

Onde:

- P é 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 ($E_s + E_t$) corresponde ao Potencial Hidráulico Localizado ou Fixo; já o conjunto ($R + I_p$), ao Potencial Hidráulico Móvel.

O conhecimento de como ocorrem as chuvas e de como as mesmas se dividem entre potencial localizado e potencial móvel é de grande importância para o entendimento dos processos que ocorrem na Bacia e para a compreensão do comportamento do sistema, em função das intervenções hídricas.

Para o cálculo do Potencial Hidráulico Fixo e do Potencial Móvel foi utilizada a metodologia proposta pelo GVJ (1967) e detalhada por Campos (2009), a qual consiste na análise dos processos hidrológicos que ocorrem na Bacia; adota-se a suposição de que toda a água que entra neste sistema fechado provém das precipitações que ocorrem sobre esta área.

Sendo o sistema fechado, parte da lâmina precipitada ficará nas depressões existentes na superfície do solo e/ou retidas nas folhas das plantas e logo será evaporada (E_v), retornando a atmosfera; parte escoará superficialmente, formando os rios e riachos (E_{sup}), e a restante infiltrará no solo de duas formas: ficando retida na superfície e, por capilaridade ou por meio da sucção radicular das plantas, atingirá a superfície e evaporará, voltando à atmosfera (E_t) ou percolará em profundidade, recarregando o lençol freático ou alimentando o escoamento de base (E_{sub}).

Campos (2009) sugere que o Potencial Hidráulico Fixo seja calculado pela soma entre os termos E_v e E_t , ou, dependendo da situação e dos dados disponíveis, pela diferença entre o Potencial Hidráulico da Bacia (Precipitação Média Anual x Área da Bacia) e o Potencial Hidráulico Móvel ($E_{sup} + E_{sub}$).

Para o cálculo do escoamento superficial (E_{sup}) são utilizados dados das vazões naturais das áreas que compõem a Bacia. Já o escoamento subterrâneo (E_{sub}) utiliza as estimativas geradas por estudos hidrogeológicos realizados na área.

1.1.1. Cálculo dos Potenciais Hidráulicos Localizado (ou Fixo) e Móvel

Para o cálculo dos Potenciais Hidráulicos Fixo (PHF) e Móvel (PHM) foi utilizada a metodologia proposta por Campos (2009). Desta forma, para o cálculo do PHF, calculou-se inicialmente o Potencial Hidráulico da Bacia do Coreaú, que consiste no produto entre a precipitação média anual e a área da bacia. Para a precipitação média anual, foram coletados os dados dos postos pluviométricos existentes na região. Verificou-se que, apesar de existirem postos operados pela FUNCEME, estes possuem séries de, no máximo, 35 anos. Optou-se, então, pela utilização dos dados dos postos operados pela SUDENE, por possuírem séries históricas mais longas e, portanto, serem mais representativas. Foram então selecionados, dentre estes, os postos com disponibilidade de dados.

Após verificação dos postos pluviométricos a se utilizar, foram traçadas as áreas de influência de cada um deles dentro da Bacia, utilizando-se como algoritmo de interpolação o polígono de Thiessen (**Figura 1.1**). De posse da precipitação média anual de cada um dos postos e da área de influência dos mesmos, dentro da Bacia, conforme **Quadro 1.1**, foi possível estimar a precipitação média de longo termo necessária para a determinação do Potencial Hidráulico Total da Bacia

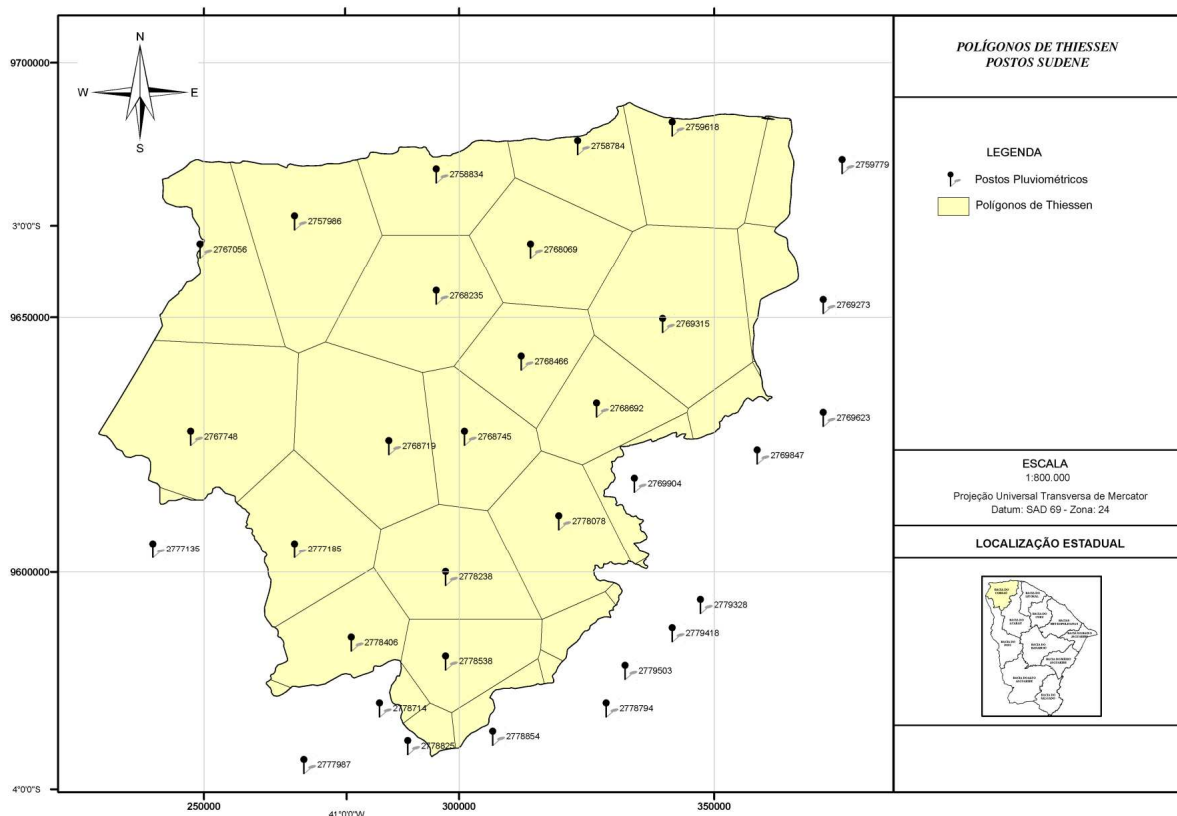


Figura 1.1. Área de influência dos postos pluviométricos da SUDENE, utilizando-se Thiessen

Quadro 1.1. Dados dos postos pluviométricos e sua respectiva área de influência

CÓDIGO	POSTO	MUNICÍPIO	A_i (km ²)	P_i (mm)
2757986	BARROQUINHA	CAMOCIM	717,86	1132,0
2758784	GURIÚ	CAMOCIM	350,93	1089,9
2758834	CAMOCIM	CAMOCIM	427,50	997,1
2759618	JJOCA	ACARAÚ	514,44	1276,8
2759779	ACARAÚ	ACARAÚ	141,07	1130,2
2767056	CHAVAL	CHAVAL	534,20	1044,2
2767748	IBUGUAÇU	GRANJA	904,81	873,9
2768069	PARAZINHO	GRANJA	528,23	1156,4
2768235	GRANJA	GRANJA	646,85	1062,6
2768466	MARTINÓPOLE	MARTINÓPOLE	398,84	1221,7
2768692	URUOCA	URUOCA	397,25	959,8
2768719	IBOAÇU	GRANJA	748,86	1167,7
2768745	PARACUÁ	URUOCA	428,53	1376,2
2769273	MARCO	MARCO	145,00	1060,8
2769315	TUCUNDUBA (AÇUDE)	SENADOR SÁ	826,41	1009,3
2769623	MUTAMBEIRAS	SANTANA DO ACARAÚ	1,29	978,4
2769847	SÃO VICENTE (AÇUDE)	SANTANA DO ACARAÚ	100,25	879,1
2769904	MERUOCA	MERUOCA	119,06	1618,0
2777135	PADRE VIEIRA	VIÇOSA DO CEARÁ	8,95	838,1
2777185	VIÇOSA DO CEARÁ	VIÇOSA DO CEARÁ	542,02	1362,9
2777987	STO ANTONIO DA PINDOBA	IBIAPINA	7,85	739,8

Continua...

Continuação...

Código	Posto	Município	A _i (km ²)	P _i (mm)
2778078	VÁRZEA DA VOLTA (AÇUDE)	MORAÚJO	534,61	1049,1
2778238	ARAQUEM	COREAÚ	536,67	983,0
2778406	TIANGUÁ	TIANGUÁ	391,46	1204,4
2778538	FRECHEIRINHA	FRECHEIRINHA	362,89	1159,3
2778714	UBAJARA	UBAJARA	43,32	1456,9
2778794	TAPERA	CARIRÉ	17,69	896,2
2778825	IBIAPINA	IBIAPINA	60,84	1634,8
2778854	MUCAMBO	MUCAMBO	79,31	1053,1
2779328	SOBRAL (AÇUDE)	SOBRAL	1,65	838,4
2779418	MOCAMBINHO	SOBRAL	7,46	891,6
2779503	AYRES DE SOUSA (AÇUDE)	SOBRAL	92,05	737,0
		$\Sigma(A_i \times P_i)/A_T$	1.107,30	

Considerando que a precipitação média é dada pela **Equação 1.2**, o total encontrado é de 1.107,3 mm:

$$P = \frac{\sum (P_i * A_i)}{\sum A_i} \quad (1.2)$$

O Potencial Hidráulico Total para a bacia do Coreauá, cuja área é de 10.633,67 km², seguindo a metodologia descrita, foi de 11,8 bilhões de m³. Como auxílio na análise deste valor, pode-se utilizar o Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe – GVJ (1967) por tratar-se de um trabalho considerado de referência para o estado do Ceará. A bacia do Jaguaribe, cuja área é cerca de sete vezes maior que a do Coreauá, e cujo regime pluviométrico apresenta valores da ordem de 700 mm, contra os 1.107,3 mm do Coreauá, apresenta um valor de Potencial Hidráulico Total de 50,4 bilhões de m³, o que demonstra uma coerência para os valores calculados..

Para o cálculo do PHM, foram utilizadas as informações de escoamento superficial, por município, constantes no PERH (1992). Foram verificados os percentuais de área de cada um dos municípios pertencentes à Bacia e, a seguir, o deflúvio médio anual correspondente a esta área (**Quadro 1.2**). O somatório do produto área x escoamento corresponde ao total escoado superficialmente na Bacia.

Para o escoamento subterrâneo, foram utilizadas as informações disponíveis no PERH (1992) sobre as reservas explotáveis (Re). Optou-se trabalhar com as Reservas Renováveis, uma vez que, segundo demonstrado no capítulo Água Subterrânea, a utilização destas reservas não compromete a sustentabilidade dos aquíferos. Segundo o PERH (1992), Re representa somente uma parcela (10 a 25%) do volume hídrico total existente.

Quadro 1.2. Dados de escoamento superficial na Bacia

Município	Área do município na Bacia (km)	Deflúvio Médio Anual na Bacia (mm)
Acaraú	112,15	159
Alcântaras	109,87	307
Barroquinha	382,09	165
Bela Cruz	639,61	167
Camocim	1127,58	175
Chaval	242,23	179
Coreauá	779,58	230
Cruz	288,09	163
Frecheirinha	181,03	230

Continua...

Continuação...

Município	Área do município na Bacia (km)	Deflúvio Médio Anual na Bacia (mm)
Granja	2710,11	191
Ibiapina	47,12	308
Jijoca de Jericoacoara	193,52	234
Marco	258,52	168
Martinópolis	300,61	174
Massapê	16,67	208
Meruoca	23,96	233
Moraújo	410,57	240
Morrinhos	23,08	160
Mucambo	54,51	234
Senador Sá	8,73	216
Sobral	422,94	123
Tianguá	122,34	257
Ubajara	527,12	323
Uruoca	121,75	206
Viçosa do Ceará	699,83	200

Fonte: INESP, 2009; PERH, 1992 (*) O município de Jijoca de Jericoacoara consta no Atlas como ainda pertencente à Cruz, tendo-se utilizado para ambos o deflúvio apresentado para este último.

O cálculo do Potencial Hidráulico Móvel resultou, para o escoamento superficial, em um total de 1,95 bilhões m³. Fazendo-se a mesma analogia com o estudo realizado pelo GVJ (1967), verifica-se que existe uma coerência entre os valores calculados para o Coreau e os contidos no GVJ (1967), para o Jaguaribe. O valor obtido (1,95 bilhões m³) é proporcionalmente maior que o do Jaguaribe (3,96 bilhões m³), isto ocorre devido ao fato de, não obstante a área da bacia do Jaguaribe ser cerca de 7 vezes maior que a do Coreau, a lâmina média escoada no Jaguaribe é 55mm, enquanto que a do Coreau, segundo o PERH (1992), é quase o quádruplo (210 mm).

Para o Potencial Hidráulico Móvel Subterrâneo, o PERH (1992) aponta um valor de 0,309 bilhões m³ para as Reservas explotáveis do Coreau. Para o Jaguaribe, segundo o GVJ, este valor corresponde a 0,1 bilhões m³. Verifica-se, portanto, que os valores do Coreau estão relativamente altos. No entanto, devido à escassez de estudos sobre as águas subterrâneas para esta Bacia, o PERH (1992) ainda é a fonte de dados mais confiáveis disponível.

Seguindo a metodologia descrita por Campos (2009) e pelo GVJ (1967), e, de posse dos dados sobre Potencial Hidráulico Total (P) e Potencial Hidráulico Móvel (PHM), é possível calcular o Potencial Hidráulico Fixo, pela diferença. Desta forma tem-se que:

$$PHF = P - PHM \Rightarrow PHF = 11,8 - (1,950 + 0,309) \Rightarrow \\ \Rightarrow PHF = 9,5.10^9 m^3 \quad (2)$$

Embora que estes valores, possivelmente, não retratem exatamente a realidade da área, conseguem dar uma idéia dos Potenciais Móvel e Fixo da Bacia. Apesar de não ser uma metodologia nova, estes cálculos constituem um avanço, tendo em vista que nenhum outro Plano de Recursos Hídricos, seja ele Estadual ou de Bacia, trabalhou estas informações.

O GVJ (1967) traz alguns valores destes potenciais também para a Tunísia e para região parisiense, apontando semelhança entre os percentuais dos Potenciais Móvel e Fixo das Bacias do Ceará e da Tunísia.

1.2. Disponibilidade Hídrica da Bacia do Coreaú

A parcela da potencialidade efetivamente aproveitada pelo homem por meio de suas intervenções representa a disponibilidade. A disponibilidade pode resultar de intervenções nas águas superficiais ou subterrâneas.

A disponibilidade superficial corresponde à capacidade de armazenamento da bacia. Para o seu cálculo, no cenário atual (2010) da Bacia do Coreaú, foram considerados os açudes existentes e os em construção (capítulo Balanço Oferta vs. Demanda na Ótica dos Planos de Recursos Hídricos). Para as projeções da oferta hídrica dos anos subsequentes - 2015, 2020 e 2030 - foram utilizados os reservatórios previstos nos documentos oficiais do Estado. Há que se considerar que, quando da construção destes novos reservatórios, devem-se avaliar os seus impactos no sistema hídrico (somatório das vazões regularizadas de todos os reservatórios). Novos reservatórios podem aumentar o rendimento do sistema, ou não, caso sejam ineficientes ou caso o sistema esteja saturado. Os modelos estocásticos podem auxiliar nesta análise, como citado neste trabalho no capítulo referente ao Impacto hidrológico cumulativo da pequena açudagem.

Para a projeção da oferta de água subterrânea é recomendável que se considerem os potenciais de renovabilidade, a integração com o meio hidro-ambiental, a capacidade de regeneração das águas servidas e a intervenção humana. Ressalta-se que são poucos os estudos existentes sobre os aquíferos no Estado do Ceará.

No que diz respeito a alternativas de oferta de água, especialmente para as comunidades difusas, onde a falta de viabilidade hídrica e/ou econômica impossibilita a adoção de outras medidas, verifica-se que esta oferta pode ser complementada por cisternas, poços com dessalinizadores, chafarizes, carros-pipa, dentre outros. É importante salientar que, para que estudos possam ser realizados neste sentido, devem existir dados e informações georreferenciadas sobre estas populações difusas e sobre os sistemas de oferta de água.

É importante lembrar que a oferta não se traduz somente no aspecto quantitativo, tão importante quanto este são as questões relacionadas à qualidade dos mananciais, que por vezes, pode inviabilizar o seu uso.

1.2.1. Projeção da Oferta Hídrica Superficial

Foram considerados nos cálculos da oferta de água da Bacia do Coreaú os reservatórios interanuais (capacidade superior a 10 hm³), operados de maneira que as falhas no fornecimento de água pudessem ocorrer em até 10% do tempo, ou seja, utilizando-se uma vazão regularizada com 90% de garantia.

Na projeção de cenários futuros deve-se verificar, primeiramente, a possibilidade de incremento da oferta, com novas obras hídricas. Este trabalho utilizou, como futuras intervenções na bacia, os reservatórios planejados no PLANERH (2005), uma vez que o mesmo consolidou as informações dos Planos anteriores. O PLANERH (2005) trabalhou, como horizontes futuros, os anos de 2010 e 2020.

No presente Plano, 2010 representa a situação atual. A infra-estrutura hídrica atual (açudes já construídos) foi atualizada segundo informações disponibilizadas pela COGERH e pela SRH.

Para a bacia do Coreaú, a oferta de água superficial atual conta com 7 (sete) reservatórios, correspondendo a uma vazão regularizada de 3,12 m³/s (**Quadro 1.3**). Os reservatórios se distribuem na área desta Bacia conforme a **Figura 1.2**.

Quadro 1.3. Açudes existentes na Bacia

RESERVATÓRIOS	Q ₉₀ (m ³ /s)	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO (hm ³)
VÁRZEA DA VOLTA	0,17	12,50
MARTINOPOLE	0,28	23,20
DIAMANTE	0,32	13,20
GANGORRA	0,41	62,50
ANGICOS	0,51	56,05
TUCUNDUBA	0,52	41,43
ITAÚNA	0,91	77,50

Fonte: COGERH, SRH, 2010.

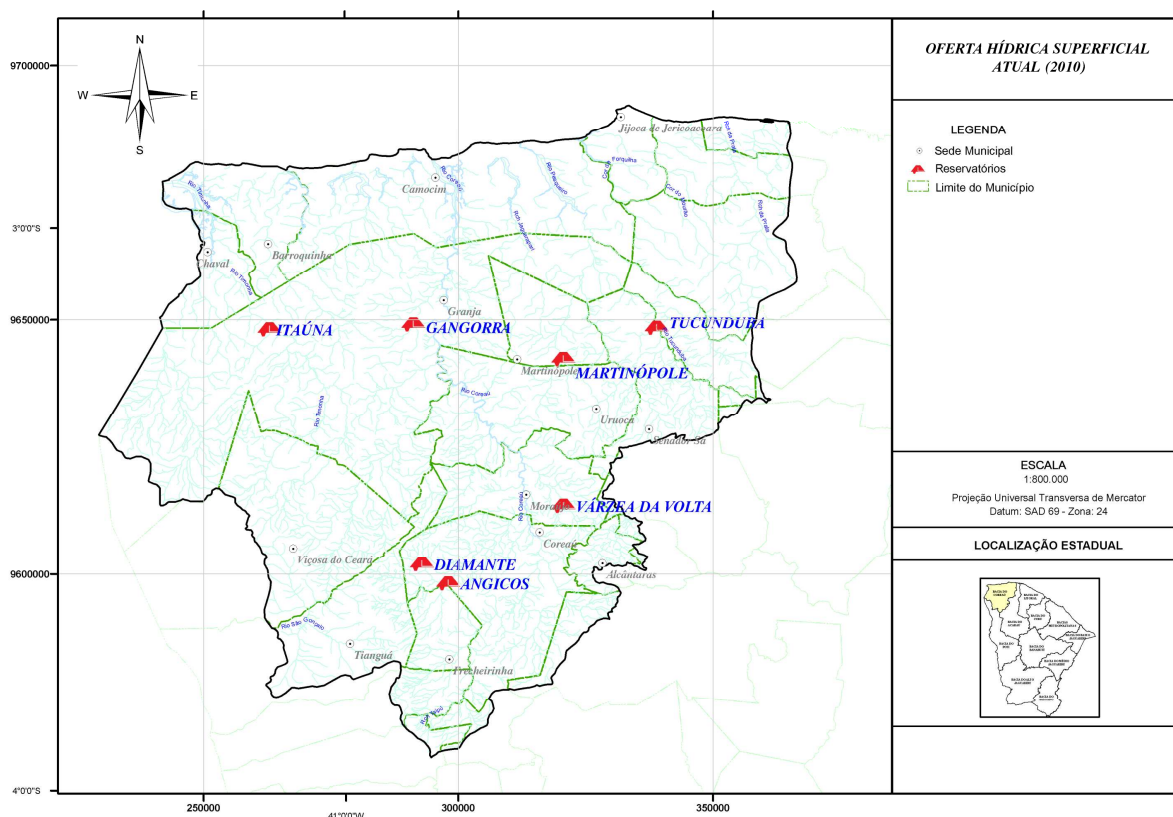


Figura 1.2. Reservatórios com capacidade superior a 10 hm³ existentes/em construção na Bacia do Coreaú

HORIZONTE 2015

Não há nenhuma interferência hídrica prevista para este horizonte. Há, no entanto, a previsão de implantação de sistemas de telesupervisão e telecontrole nos principais açudes e seções de rios da bacia do Coreaú e a intensificação manutenção da infra-estrutura hídrica.

HORIZONTE 2020

Segundo o PLANERH (2005), os açudes planejados para o horizonte 2020 têm também, como objetivo, contribuir para a diminuição das regiões com “vazios hídricos”, no entanto, é

necessário que sejam realizados estudos de viabilidade técnica e econômica, mais aprofundados, para estes reservatórios.

Para o horizonte 2020, é apontado pelo PLANERH (2005), a necessidade da construção de três reservatórios- Diamantino, Paula Pessoa e Frecheirinha - os quais incrementariam a vazão regularizada desta Bacia em 3,05 m³/s, o que equivale a um aumento de cerca de 100% na vazão, do ano 2010/2015, que é de 3,12 m³/s, passando para 6,57 m³/s (**Quadro 1.4**).

Para açudes Paula Pessoa e Frecheirinha, encontra-se em andamento a contratação de consultoria para a elaboração dos estudos básicos, viabilidade e projeto básico. Estes reservatórios têm como função regularizar o abastecimento, as enchentes e promover o desenvolvimento hidroagrícola da Região de Granja e Camocim.

Quadro 1.4. Açudes planejados para o horizonte 2020

RESERVATÓRIO	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO (hm³)	Q₉₀(m³/s)
DIAMANTINO	17,10	0,10
PAULA PESSOA	167,00	2,32
FRECHEIRINHA	85,00	0,63
TOTAL	269,10	3,05

Fonte: PLANERH, 2005

HORIZONTE 2030

Para o horizonte 2030, têm-se as informações de projeção do horizonte 2020 do PLANERH (2005), que cita a necessidade da construção de cinco reservatórios – Campanário, Canto das Pedras, Ibuguaçu, Jurema e Unha de Gato (**Quadro 1.5**). Com a construção destes reservatórios haverá um aumento na capacidade de armazenamento de água desta Bacia em 208,00 hm³, o que corresponde a um aumento na vazão regularizada, de 6,57m³/s para 13,88 m³/s.

Quadro 1.5. Açudes planejados para o horizonte 2030

RESERVATÓRIOS	CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO (hm³)	Q₉₀(m³/s)
CAMPANÁRIO	23,00	0,48
CANTO DAS PEDRAS	100,00	5,52
IBUGUAÇU	40,00	0,60
JUREMA	20,00	0,30
UNHA DE GATO	25,00	0,41
TOTAL	208,00	7,31

Fonte: PLANERH, 2005

1.2.2. Projeção da Oferta Hídrica Subterrânea

A vocação hidrogeológica é propriedade intrínseca de cada sistema aquífero e a potencialidade aquífera, também denominada de recursos exploráveis, representa os volumes que podem ser utilizados 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, 1998).

COSTA (1997) define Potencialidade Aquífera (reservas exploráveis) como sendo “reservas que estão disponíveis sem que haja comprometimento do aquífero nem do meio ambiente”.

Admite, ainda, que sem prejuízo para o aquífero, se possa explorar 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, a Potencialidade Aquífera é definida pela Equação 1.3:

$$P = Rr + (i \cdot Rp) \quad (1.3)$$

Onde:

P – Potencialidade aquífera,

Rr – Reserva renovável,

i – Percentual da reserva permanente a ser utilizado (%) (0,006) e,

Rp – Reserva permanente.

O termo “Disponibilidade Potencial do Aquífero” 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. Assim sendo, a “Disponibilidade Operacional de Poços” resulta da soma da Disponibilidade Instalada e Instalável dos Poços, permitindo ao usuário o conhecimento do número de poços passível de explorar água subterrânea, bem como do volume hídrico a ser retirado do aquífero pelos poços existentes.

Os recursos explotáveis para a Bacia do Coreaú calculados no PERH (CEARÁ, 1992) correspondem a 309 milhões de m³/ano. Destes, 299,8 milhões de m³/ano (97%) estão no domínio Poroso, representado particularmente pelo Aquífero Barreiras com 180,6 milhões de m³/ano (60,24%). O Domínio Cristalino possui 9,2 milhões de m³/ano, ou seja, 2,97% dos recursos explotáveis.

Segundo o “Pacto das Águas” (INESP, 2009), a disponibilidade efetiva instalada na Bacia do Coreaú, para um tempo de bombeamento de 8h/dia, é de 9,27 milhões de m³/ano. A projeção de oferta hídrica subterrânea é respaldada no cálculo dos recursos explotáveis (potencialidade aquífera) - 309,00 milhões de m³/ano (CEARÁ, 1992). Tal valor, na ausência de outro de caráter regional, será utilizado neste item e entende-se que, no geral, representa o volume hídrico subterrâneo capaz de ser utilizado no decorrer do ano, e resulta da oferta representada pelas reservas renováveis mais uma parcela das reservas permanentes do aquífero. Assim, para horizontes futuros, uma vez que não existem informações sobre programas de perfuração de poços, será admitida para a disponibilidade potencial efetiva, a potencialidade do aquífero.

O cenário tendencial da demanda humana para a Bacia do Coreaú em 2010 é de 552,75 l/s (1.989,90 m³/h) para a população urbana e de 171,78 l/s (618,41 m³/h) para a rural, totalizando 724,52 l/s (2.608,27 m³/h). Observa-se que, da análise dos estudos anteriores, existe a tendência natural do aumento do volume associado à exploração de água subterrânea pelos poços, ou seja, a disponibilidade efetiva, haja vista que no Plano Estadual dos Recursos Hídricos (CEARÁ, 1992) era de 1.064,6 m³/h, no Projeto “Elaboração do Diagnóstico dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba” (COGERH, 2000) era de 1.827,1 m³/h e no Projeto “Pacto das Águas” (INESP, 2009) foi de 2.116,4 m³/ano, esta última sendo um pouco inferior a demanda total apresentada no cenário tendencial humano para a Bacia do Coreaú (2.546,64 m³/h).

Ressalta-se que a potencialidade aquífera da Bacia do Coreaú encontra-se predominantemente no Domínio Poroso que detém 299,8 milhões de m³/ano (97% da potencialidade aquífera), particularmente no Sistema Hidrogeológico Barreiras que possui 180,6 milhões de m³/ano, ou seja, 60,2% do total potencialmente ofertado pelo meio hídrico subterrâneo poroso.

Para 2010, o cenário tendencial de demanda populacional urbana mostra que serão necessários 418,90 l/s (1.508,04 m³/h) para o meio urbano e de 124,75 l/s (449,1 m³/h) para o rural, totalizando 543,65 l/s (1.957,14 m³/h).

Levando-se em conta uma Potencialidade Aquífera de 309 milhões de m³/ano para a Bacia do Coreaú, é possível se pensar na contribuição efetiva da água subterrânea nos planos de gestão dos recursos hídricos, sendo indispensável ao gestor o gerenciamento da água dentro de um entendimento de uso integrado e conhecendo, em nível de água subterrânea, as melhores áreas aquíferas e não generalizando potencialidade aquífera para toda a bacia hidrográfica, comprometendo de forma explícita o conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos.

HORIZONTE 2015

Adotando-se uma “vida útil do poço” (VUP) entre 20 a 25 anos, observa-se que após cinco (5) anos existe a perda potencial de 179 poços, sendo que destes 71 possuem dados de uso e 54 são instaláveis. Adotando-se a vazão média de 2,46 m³/h (109 poços) e de 20,0 m³/h (16 poços), e um tempo de bombeamento de 8 horas/dia, tem-se uma disponibilidade operacional de poços de 1,71 milhões de m³/ano. Assim sendo, segundo o **Quadro 1.6**, no final de cinco (5) anos existe a possibilidade de 179 poços atingirem o máximo de sua vida útil e a possível perda de, no mínimo, 1,71 milhões de m³/ano. Ressalta-se a presença de poços sem dados de vazão no arquivo de poços.

Quadro 1.6. Dados de poços com, no máximo, cinco (5) anos de vida útil

Q média (m ³ /h)	Nº de poços em uso	Nº de poços instaláveis			
2,46	71	54			
Total de poços					
179					
Q >10 m ³ /h	situação	sem dados	não instalado	Desativado	em uso
30,00	em uso	4	1	1	10
120,00	em uso				
10,00	não instalado				
10,00	em uso				
12,17	desativado				
10,00	em uso				
16,00	em uso				
10,50	sem dado				
15,00	em uso				
15,00	em uso				
12,16	sem dado				
10,00	em uso				
11,00	sem dado				
13,20	sem dado				
15,23	em uso				
10,00	em uso				
Total	Média				
16 Poços	20,00				

HORIZONTE 2020

Adotando-se uma “vida útil do poço” (VUP) entre 20 a 25 anos, observa-se que após dez (10) anos existe a perda potencial de 130 poços, sendo que destes 55 possuem dados de uso e 43 são instaláveis. Adotando-se a vazão média de 3,5 m³/h (91 poços) e de 15,0 m³/h (7 poços), e um tempo de bombeamento de 8 horas/dia, tem-se uma disponibilidade operacional de poços de 1,23 milhões de m³/ano. Assim sendo, segundo o **Quadro 1.7**, no final de dez (10) anos existe a possibilidade de 130 poços atingirem o máximo de sua vida útil e a possível perda de, no mínimo, 1,23 milhões de m³/ano. Ressalta-se a presença de poços sem dados de vazão no arquivo de poços.

Quadro 1.7. Dados de poços com, no máximo, dez (10) anos de vida útil

Q media (m ³ /h)	Nº de poços em uso	Nº de poços instaláveis				
3,5	55	43				
Total de poços	Poços com 0 < Q < 10,0 m ³ /h					
130	129					

Q >10 m ³ /h	Situação	Sem dados	Não instalado	Parado	Equipado	Em uso
10,85	sem dado	1	1	1	1	3
17,50	em uso					
15,00	em uso					
14,00	equipado					
27,00	parado					
11,50	não instalado					
10,50	em uso					
Total	Média					
7 Poços	15,00					

HORIZONTE 2030

Adotando-se uma “vida útil do poço” (VUP) entre 20 a 25 anos, observa-se que após vinte (20) anos existe a perda potencial de 38 poços, sendo que destes, somente 06 possuem dados de uso e 14 são instaláveis, percebendo-se claramente a ausência de dados no cadastramento dos poços. Adotando-se a vazão média de 2,7 m³/h (18 poços) e de 37,5 m³/h (02 poços), e um tempo de bombeamento de 8 horas/dia, tem-se uma disponibilidade operacional de poços de 0,23 milhões de m³/ano. Assim sendo, segundo o **Quadro 1.8**, no final de vinte (20) anos existe a possibilidade de 38 poços atingirem o máximo de sua vida útil e a possível perda de, no mínimo, 0,23 milhões de m³/ano. Ressalta-se a presença de poços sem dados de vazão no arquivo de poços.

Quadro 1.8. Dados de poços com, no máximo, vinte (20) anos de vida útil

Q media (m³/h)	Nº de poços em uso		Nº de poços instaláveis		
2,7	6		14		
Total de poços	Poços com 0 < Q < 10,0 m³/h				
38	33				
Q >10 m³/h	Situação	Sem dados	Não instalado	Equipado	Em uso
30,00	Não instalado	1	1	-	-
45,00	Sem dado				
Total	Média				
2	37,5 m ³ /h				

1.3. Alternativa de Oferta Hídrica

Assegurar água de maneira suficiente e segura caracteriza um compromisso importante e um esforço para diminuir a pobreza, principalmente nas áreas rurais de países em desenvolvimento (Dlamini, 2003). Desta maneira, diversas são as formas de tentar prover de água estas áreas.

O Plano Plurianual (2010-2011) cita ainda a previsão, para esta Bacia, da implementação de pequenos sistemas simplificados de abastecimento d'água em comunidades rurais, fazendo-se uso de poços, dessalinizadores e chafarizes.

Luna et al. (2007) citam que o acesso a água, em especial no semi-árido nordestino, tem sua tipologia caracterizada por:

- açudes e lagoas – utilizados principalmente pelas comunidades que vivem em sua cercania e pela companhia de abastecimento as quais captam a água para tratamento e distribuição;
- olhos d'água e nascentes – apesar da proximidade de outras fontes, estas águas são consideradas pela população como de melhor qualidade, sendo, portanto bastante utilizadas,
- rede de distribuição – atende parcialmente as áreas urbanas dos municípios componentes da bacia, quanto à área rural é quase inexpressiva;
- poços – instalados nos períodos críticos, operam, no entanto, por todo o ano. Sistemas de bombeamento são implementados utilizando-se painéis solares ou energia elétrica de forma a substituir o trabalho braçal, ainda bastante utilizado;
- chafarizes – também por meio de programas governamentais sistemas simplificados de abastecimento facilitam um pouco a busca pela água, não obstante eliminem o tempo despendido em filas e no percurso;
- cisternas – obras de grande importância e abrangência em especial nas populações rurais as quais apresentam-se bastante difusa dentro do território da bacia;
- carros-pipa – utilizados nos períodos críticos para abastecimento das comunidades mais necessitadas.

Embora grande parte do Nordeste brasileiro possua limitações geológicas para a exploração das águas subterrâneas, pode-se verificar que a perfuração de poços é uma das ações de infraestrutura com maior demanda por parte população. Apesar da salinidade destas águas, a utilização de dessalinizadores e destiladores solar pode possibilitar a melhoria da qualidade e, por consequência, o uso. Da mesma forma esta tecnologia vem sendo utilizada para possibilitar a utilização da água do mar. Experiências exitosas neste sentido, utilizando dessalinizadores, ocorrem em Israel, com a produção de água para agricultura.

Outra solução bastante difundida e utilizada são as cisternas, as quais, nesta região, tanto captam água das chuvas como são utilizadas como sistema de armazenamento das águas transportadas pelos carros-pipa. Os registros sobre a utilização das cisternas e outras formas diretas de captação e armazenamento de água de chuva remontam a dois mil anos atrás, em regiões como a China e o deserto de Negev, hoje território de Israel e Jordânia (Gnadlinger, 2000), passando posteriormente por experiências pré-colombianas dos povos Astecas e Maias.

Não tão difundidas, mas também em uso, têm-se as barragens subterrâneas que já eram utilizadas nas construções que remontam à época do Império Romano, na Sardenha, e a civilizações antigas no Norte da África. Nas regiões agrícolas da Calábria e da Sicília, eram utilizadas para a irrigação de pomares e plantações de hortaliças (Tigre, 1949).

O reuso de esgoto já é praticado há muito tempo, as primeiras evidências demonstradas na utilização de efluentes para irrigação de áreas agrícolas remontam a civilização de Minoam na Grécia (ASANO & LEVINE, 1996). Em Israel, dois terços dos esgotos são reciclados, sendo as águas residuais tratadas para irrigar lavouras e jardins públicos, e também para revitalizar os rios. Outros exemplos da aplicação do reuso dizem respeito às cidades industriais de Berlim (1836), Londres (1845) e Paris (1875) (GANOULIS & PAPALOPOULOU, 1996). A partir do século XX, surgem as primeiras normas e regulamentos para prática do reuso. O estado da Califórnia foi o pioneiro neste processo, promulgando em 1918, o primeiro regulamento para prática do reuso.

Algumas ações inusitadas como a captação de água de neblina, permitindo o abastecimento de pequenas vilas podem ser encontradas no Chile e no Peru (Cereceda et al., 1992).

2. PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA NA BACIA DO COREAÚ

2. PROJEÇÃO DA DEMANDA DE ÁGUA NA BACIA DO COREAÚ

As demandas hídricas são caracterizadas em função dos múltiplos usos a que se destinam, podendo ser classificadas em consuntivas - aqueles em que efetivamente a água é consumida - abastecimento humano, animal, irrigação, indústria, etc., e em não-consuntivas - aqueles em que a água não é consumida, mas sua qualidade ou regime podem vir a ser alterados - geração de energia, navegação, lazer, etc.

No Ceará, as demandas por recursos hídricos cresceram de forma importante nas últimas décadas, notadamente as da irrigação e da indústria. Este crescimento está associado, principalmente, ao aumento populacional e ao desenvolvimento econômico,

Este capítulo trata das demandas de usos consuntivos, associadas ao abastecimento humano, à indústria e à irrigação, por serem os mais relevantes.

2.1. Demanda Humana

As projeções de demandas hídricas humanas, para diferentes horizontes, é uma tarefa complexa, pois envolve um grande número de variáveis a serem consideradas. As projeções populacionais são utilizadas como subsídio para se proceder às estimativas da demanda d'água, visando o abastecimento humano. Deste modo, para proceder ao cálculo das demandas para diferentes cenários, torna-se necessário, inicialmente, realizar um estudo das projeções populacionais.

Para este estudo foram utilizados valores de taxa de crescimento médio obtidos segundo os dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para os censos de 1970, 1980, 1991 e 2000 e para a Contagem Populacional de 2007. Os municípios alvos desse estudo foram aqueles integrantes, em sua totalidade ou em parte, da Bacia do Coreaú.

A base adotada para a estimativa e projeção da população foi a Contagem da população de 2007 do IBGE, tendo sido este, o último levantamento efetuado com mensuração da população urbana e rural dos municípios.

2.1.1. Cálculo das Projeções Populacionais

Inicialmente foram coletados os dados referentes aos censos de 1970, 1980, 1991 e 2000 e da Contagem da População de 2007. Esses dados discretizam a população segundo a situação de domicílio - rural e urbano - como já citado.

Nos municípios cujos territórios apresentam apenas uma parte do seu território pertencente à bacia do Coreaú, foi feito o desmembramento da sua população rural com base na proporção entre a área total do município e a sua área no interior da bacia. A população urbana só foi contabilizada na Bacia nos casos em que a sede municipal está localizada dentro desta. O **Quadro 2.1** mostra a área de cada município pertencente à bacia do Coreaú.

Quadro 2.1. Percentual dos municípios dentro da bacia do Coreaú

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

Fonte: INESP, 2009

As taxas de crescimento utilizadas na projeção populacional foram retiradas do relatório do “Projeto Proágua Semiárido – Elaboração do Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida – RP 02 – Projeções Demográficas” (ANA, 2004) que, por sua vez, se baseou no relatório “Estudo de Revisão dos Eixos” (MPO, 2003).

Para o horizonte de 2010 foi utilizada a Contagem Populacional de 2007, considerando a taxa média de crescimento anual da população urbana e rural estimada para o intervalo de 2007 a 2011 (MPO, 2003).

Para os horizontes de 2015 e 2020 utilizou-se a Contagem Populacional de 2007, considerando a taxa média de crescimento anual da população urbana e rural estimada para o intervalo de 2011 a 2020 (MPO, 2003), além da taxa média de crescimento anual para os anos 2010-2011 referente à taxa estimada para o intervalo de 2007 a 2011 (MPO, 2003).

O horizonte de 2030 não está contemplado no “Estudo de Revisão dos Eixos” (MPO, 2003), assim foram utilizados os dados da taxa de crescimento médio anual para os intervalos de 2004-2007, 2007-2011 e 2011-2020. Em seguida, foram selecionadas as equações que melhor se ajustaram às curvas das taxas de crescimento de modo a tornar possível a estimativa das taxas de crescimento da população urbana e rural para 2030, de acordo com as equações.

Nas **Figuras 2.1 e 2.2** pode-se observar que as equações selecionadas para as taxas de crescimento são polinômios de 2º grau, com r^2 igual a 1.

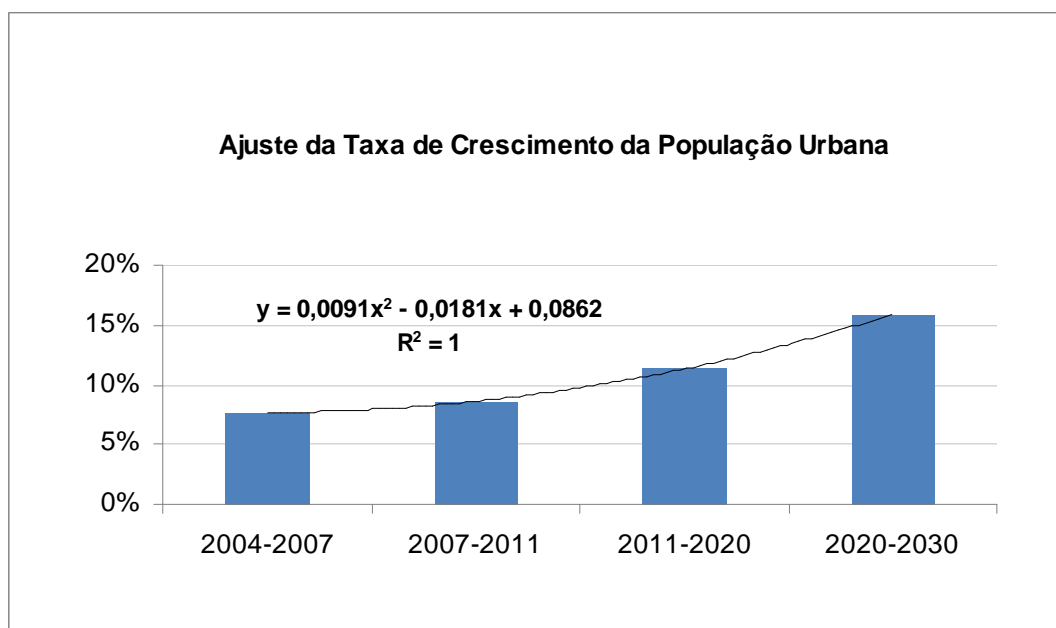


Figura 2.1. Ajuste da taxa de crescimento para a população urbana

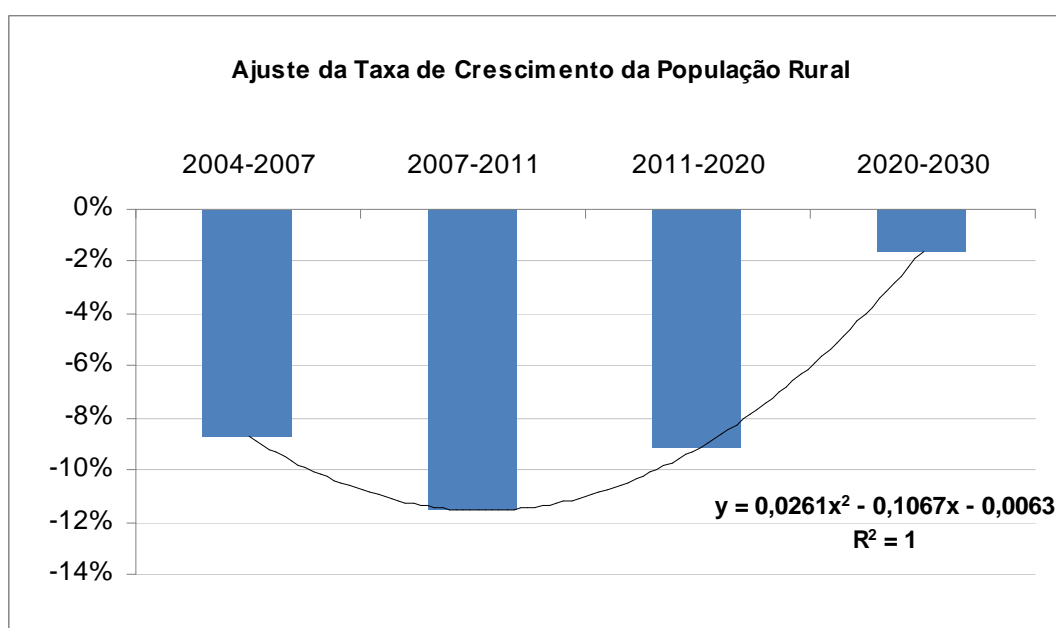


Figura 2.2. Ajuste da taxa de crescimento para a população rural

O **Quadro 2.2** apresenta a taxa média de crescimento da população urbana e rural para os municípios estudados.

Quadro 2.2. Taxa média de crescimento por período

PERÍODO	TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO POR PERÍODO	
	URBANA	RURAL
2004-2007	7,72%	-8,68%
2007-2011	8,59%	-11,56%
2011-2020	11,36%	-9,15%
2020-2030	15,86%	-1,60%

O **Quadro 2.3** apresenta a população urbana e rural projetada para os horizontes de 2010, 2015, 2020 e 2030 para a Bacia.

Quadro 2.3. População projetada para Bacia do Coreaú

ANO	URBANA	RURAL	TOTAL
2010	207.633,24	175.761,96	383.395,20
2015	212.733,90	158.834,67	371.568,57
2020	213.267,33	159.259,60	372.526,93
2030	247.091,53	184.518,17	431.609,70

Segundo dados do Cenário Demográfico Referencial do Brasil e Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento (MPO, 2003), a Dinâmica Econômica Regional brasileira influencia de forma bastante significativa as projeções populacionais.

O documento cita que, nos últimos 30 anos, o Produto Interno Bruto dos Eixos Transnordestino e São Francisco (IPEA, 2000) têm crescido a taxas mais baixas e, eventualmente, um pouco superiores às taxas médias nacionais.

Este cenário reflete em fluxos migratórios destes Eixos em direção ao Eixo Sudeste, pela incapacidade de absorção de mão de obra pelo mercado de trabalho regional. Além deste fator, o nível de fecundidade nesta área, apesar de elevados, tem diminuído ao longo do tempo. O que explica os resultados obtidos para a projeção desta população na Bacia.

2.1.2. Cálculo das Demandas para Abastecimento Público de Água

Para o cálculo da demanda humana em diferentes horizontes dividiu-se esta demanda em rural e urbana. Para a rural, utilizou-se o consumo per capita igual a 100L/hab.dia, tanto para o cenário otimista quanto para o tendencial, por ser este o valor médio adotado em estudos e planos diretores de recursos hídricos.

Para a demanda humana urbana, foram utilizados os valores recomendados pelo Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2004). Estes valores são função da faixa populacional de cada sede municipal. Ainda para a demanda humana urbana, foram propostos dois cenários: o cenário tendencial (com índice de perdas constante (40%) entre 2010 e 2030) e o cenário otimista (com índice de perdas caindo para 30% em 2030). O **Quadro 2.4** apresenta os valores de consumo e captação – Cenário Tendencial e o **Quadro 2.5**, os valores de consumo e captação – Cenário Otimista.

Quadro 2.4. Valores per capita de consumo e captação para a Bacia do Coreaú – Cenário Tendencial

FAIXAS DE POPULAÇÃO					
	0 a 5000	5.000 a 25.000	25.000 a 100.000	100.000 a 500.000	Acima de 500.000
VALOR DE DEMANDA PER CAPTA DE CONSUMO (L/hab.dia)					
	125	135	145	180	200
Ano	Perdas				
2015	40%	40%	40%	40%	40%
2025	40%	40%	40%	40%	40%
2030	40%	40%	40%	40%	40%
Ano	VALORES DE DEMANDA PER CAPTA DE CAPTAÇÃO(L/hab.dia)				
2015	208	225	242	300	333
2025	208	225	242	300	333
2030	208	225	242	300	333

Fonte: Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2004)

Quadro 2.5. Valores per capita de consumo e captação para a Bacia do Coreaú – Cenário Otimista

FAIXAS DE POPULAÇÃO					
	0 a 5000	5.000 a 25.000	25.000 a 100.000	100.000 a 500.000	Acima de 500.000
VALOR DE DEMANDA PER CAPTA DE CONSUMO (L/hab.dia)					
	125	135	145	180	200
Ano	Perdas				
2015	35%	35%	35%	35%	35%
2025	32,5%	32,5%	32,5%	32,5%	32,5%
2030	30%	30%	30%	30%	30%
Ano	VALORES DE DEMANDA PER CAPTA DE CAPTAÇÃO(L/hab.dia)				
2015	192	208	223	277	308
2025	185	200	215	267	296
2030	179	193	207	257	286

Fonte: Atlas de Obras Prioritárias para a Região Semiárida (ANA, 2004)

Para o horizonte 2010 foi utilizado o valor de demanda per capita de 2005, do Atlas de Obras Prioritárias. Para 2015, 2020 e 2030, foi utilizada a demanda de 2025, também do Atlas.

Os **Quadros 2.6 e 2.7** apresentam os resultados para o cenário tendencial e para o cenário otimista, para a demanda humana na bacia do Coreaú.

Quadro 2.6. Projeção da demanda humana para a Bacia do Coreau – Cenário Tendencial

ANO			
CENÁRIO TENDENCIAL (L/s)			
	2015	2020	2030
Urbana	582,68	629,61	729,46
Rural	164,79	151,10	148,68
TOTAL	747,48	780,71	878,14
CENÁRIO TENDENCIAL (m ³ /s)			
	2015	2020	2030
TOTAL	0,75	0,78	0,88

Quadro 2.7. Projeção da demanda humana para a Bacia do Coreau – Cenário Otimista

ANO			
CENÁRIO OTIMISTA (L/s)			
	2015	2020	2030
Urbana	537,62	559,48	624,70
Rural	164,79	151,10	148,68
TOTAL	702,42	710,58	773,38
CENÁRIO OTIMISTA (m ³ /s)			
	2015	2020	2030
TOTAL	0,70	0,71	0,77

2.2. Demanda Industrial

A ausência de prognósticos sobre as atividades industriais no estado do Ceará, aliado à dificuldade na obtenção de informações com certo grau de confiabilidade e à concentração geográfica nos investimentos atuais, fazem com que o estudo da demanda hídrica para indústria seja baseada em hipóteses.

Estas mesmas deficiências foram encontradas quando da elaboração dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000) e do PLANERH (2005).

2.2.1. Cadastro Industrial

Os dados disponíveis sobre o Cadastro Central de Empresas datam de 2006 e se referem às indústrias localizadas nas sedes municipais. De acordo com esses dados, o setor industrial integrante da Bacia do Coreau, possuía 510 estabelecimentos, sendo em sua maioria (75,88%) ligados a Indústria da Transformação (**Quadro 2.8**).

Quadro 2.8. Quantidade de estabelecimentos industriais na Bacia do Coreaú

SEGMENTO INDUSTRIAL (UNIDADES)			
EXTRATIVAS	TRANSFORMAÇÃO	PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, GÁS E ÁGUA	CONSTRUÇÃO CIVIL
28	387	4	91

Nota-se, de acordo com esses dados, que a Indústria da Transformação representa o principal segmento do setor secundário, de acordo com o número de estabelecimentos.

O número de pessoal ocupado, segundo os dados do cadastro Central de Empresas – 2006 é apresentado no **Quadro 2.9**. Verifica-se um maior número de pessoas na indústria da transformação, indicando sua maioria absoluta na Bacia em estudo.

Quadro 2.9. Quantidade de pessoal ocupado por gênero de indústria por bacia

PESSOAL OCUPADO			
EXTRATIVAS	TRANSFORMAÇÃO	PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ELETRICIDADE, GÁS E ÁGUA	CONSTRUÇÃO CIVIL
52	2036	0	293

2.2.2. Cálculo das Demandas para Indústria

Para o cálculo da demanda industrial os Planos têm adotado a hipótese de que o crescimento deste setor, por município, é equivalente às taxas de crescimento da população urbana. Isto se deve a dificuldade de dados confiáveis e de prognósticos para a indústria, os quais são função, principalmente, das políticas de governo adotadas em cada gestão.

A metodologia para projeção destas demandas, proposta pelo PERH (1992), assume a existência de uma relação direta entre o processo de urbanização e o nível da atividade industrial das cidades. Os números indicam que as políticas de industrialização do Estado estão voltadas, especialmente, para o desenvolvimento industrial da área correspondente às bacias Metropolitanas, segundo o PLANERH (2005).

O Guia Industrial do Ceará apresenta as indústrias cadastradas nos municípios componentes da Bacia do Coreaú, conforme **Quadro 2.10**.

Quadro 2.10. Tipos de indústrias na Bacia do Coreaú

Município	Tipo de indústria
Bela Cruz	fabricação de móveis de madeira
Camocim	fabricação de artefatos de cimento para uso na construção, fabricação de gelo comum, confecção, preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado
Chaval	extração de sal marinho
Cruz	serraria e vestuário
Frecheirinha	fabricação de esquadrias de metal, fabricação de estruturas metálicas, confecção
Granja	construção
Ibiapina	abate de aves
Marco	fabricação de móveis de madeira e de outros materiais
Morrinhos	confecção, moagem para fabricação de produtos de origem vegetal e beneficiamento de castanha
Tianguá	construção, fabricação de calçados, confecção, fabricação de alimentos para animais, fabricação de refrigerante, atividade de impressão, fabricação de máquinas e equipamentos
Ubajara	fabricação de móveis com predominância de madeira, Fabricação de produtos de papel, Perfuração e construção de poços de água
Uruoca	serrarias com desdobramento de madeira

Os valores de demanda geralmente utilizados para o cálculo da demanda industrial, para cada tipo de indústria, segundo o número de operários, estão descritos no **Quadro 2.11**.

Quadro 2.11. Consumo médio de água por setores industriais

Código	Gênero da Indústria Descrição	Coefficiente de demanda (m³/operario/dia)
0	Extração de Minerais	0,20
10	Transformação de Produtos Minerais Não Metálicos	0,30
11	Metalurgia	0,50
12	Mecânica	0,30
13	Material Elétrico e de Comunicação	0,20
14	Material de Transporte	0,30
15	Madeira	0,20
16	Mobiliário	0,20
17	Papel e Papelão	0,30
18	Borracha	0,02
19	Couros e Peles	2,80
20	Química	9,80
21	Produtos Farmacêuticos e Veterinários	9,80
22	Perfumaria, Sabões e Velas	2,00
23	Produtos de Materiais Plásticos	0,82
24	Têxtil	2,50
25	Vestuário, Calçados e Artefatos de Couro e Tecido	0,20
26	Produtos Alimentares	5,00
27	Bebidas	10,00
29	Editorial e Gráfica	0,30

Fonte: PERH,1992 e PGAM, 2000

Entretanto, não dispondo da quantidade de operários por indústria, utilizou-se a estimativa da demanda industrial em função da demanda humana, utilizando-se o percentual de 10%, conforme sugerido no Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000).

Desta forma, tem-se para a indústria, as seguintes projeções em um cenário otimista (**Quadro 2.12**).

Quadro 2.12. Demanda industrial – Cenário Otimista

	CENÁRIO OTIMISTA (m ³ /s)		
	2015	2020	2030
TOTAL	0,075	0,078	0,088

2.3. Demanda para Irrigação

A irrigação se desenvolveu no Nordeste semiárido como uma alternativa de produção, de forma a prover suas populações de recursos necessários ao seu desenvolvimento sócio-econômico.

No início do século XX o IOCS, hoje DNOCS, iniciou ações de aproveitamento dos reservatórios visando o desenvolvimento regional e o combate às secas no Estado do Ceará, eram os Hortos Florestais.

Nos anos 30 foi impulsionado o desenvolvimento da irrigação na região com a criação da Comissão Técnica de Reflorestamento e Postos Agrícolas do Nordeste. Esta comissão proporcionou a implantação de alguns postos de Irrigação no Estado do Ceará.

Nas décadas de 40 e 50 que se sucederam, funcionaram, em paralelo, a irrigação nas margens dos rios do Ceará, através dos Postos Agrícolas do Ministério da Agricultura, e nos açudes públicos, pelos Postos de Irrigação do DNOCS.

Já no final dos anos 60, foi iniciada a política de implantação de Perímetros Irrigados. Alguns destes encontram-se até hoje em funcionamento, outros, ainda em implantação, e outros foram desativados. Nos anos posteriores novos projetos foram desenvolvidos e implementados, refletindo as diferentes políticas adotadas ao longo do tempo.

As projeções adotadas pelo PLANERH (2005) apontavam, para os cenários de 2000 a 2010, um crescimento geométrico anual da ordem de 11%, para 2010 a 2020, de 5% e para os horizontes de 2020 a 2030, de 8%. Especialmente devido aos aspectos positivos de localização e clima do estado do Ceará, previa-se a chegada de grandes empresas, voltadas ao agronegócio.

No entanto esta previsão não se configurou. Para o ano de 2010, por exemplo, a expansão da irrigação formulada a partir da programação dos projetos de irrigação em estudo pela então Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Ceará (SEAGRI), não ocorreu. Isto se deveu, especialmente, a ausência de estudos consolidados sobre uma política de longo prazo para a agricultura irrigada.

Há que se considerar ainda que a implantação de novos perímetros depende fundamentalmente da concretização da infra-estrutura projetada e da adoção de medidas não-estruturais que otimizem o uso da água para a irrigação. Assim, qualquer modificação nesta programação afetará diretamente as projeções de irrigação, tanto pública quanto privada.

Para um cenário tendencial o Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000) cita que “a condução da política de incentivos a agricultura irrigada, atualmente em vigor, não irá mais criar projetos públicos de irrigação, e sim ofertar a infra-estrutura necessária para que empreendedores (agricultores, empresários) se estabeleçam em áreas com potencial agrícola e desenvolvam esta atividade, sem o antiquado sentimento de paternalismo do Estado”.

Verifica-se, entretanto, que esta política ainda não se configurou para esta Bacia, além disso, é difícil prever como serão conduzidas as políticas públicas neste setor.

Segundo o PLANERH (2005), a bacia do Coreaú apresentava o projeto Tucunduba 1ª. Etapa, com área de 75 ha irrigados, em funcionamento, entretanto, os dados fornecidos pela COGERH, para o ano de 2010, mostram que este projeto não está sendo utilizado.

O cenário tendencial corresponderá àquele em que, embora não existam políticas públicas para o setor, fatores que afetaram negativamente as condições para o ano de 2010, não mais ocorrerão. Haverá, portanto, a recuperação e manutenção das demandas dos perímetros vigentes à época do PLANERH, nos anos futuros (2015, 2020 e 2030) (**Quadro 2.13**).

Quadro 2.13. Demanda de irrigação - Cenário Tendencial

PROJETO	ÁREAS IRRIGADAS (ha)	DEMANDA (hm³/ano)
Tucunduba	75,0	1,35
TOTAL	75,0	1,35

As projeções de demanda para perímetros de irrigação públicos utilizam como coeficiente de demanda a taxa anual média de 18.000 m³/ha/ano (0,57 l/seg./ha), de acordo com o critério utilizado no PERH (1992).

Para o Cenário Otimista, nos horizontes 2015, 2020 e 2030, foram utilizadas as informações trabalhadas pelo PLANERH (2005)

HORIZONTE 2015

Tendo em vista que a projeção para 2010 do PLANERH (2005) não se concretizou, e que, 2015 corresponde a um horizonte de curto prazo para implementação de políticas de incentivo neste setor, optou-se por construir um cenário de expansão, buscando-se atingir o que existia no ano de 2000, segundo o Estudo de Viabilidade de Integração do Eixo da Ibiapaba (2000), conforme **Quadro 2.14**.

Quadro 2.14. Irrigação pública - Cenário Otimista 2015

PROJETO	ÁREAS IRRIGADAS (ha)	DEMANDA (hm³/ano)
Tucunduba - 1ª etapa	75,0	1,35
TOTAL	75,0	1,35

PROJEÇÃO 2020

Para os cenários 2020 e 2030, por não existirem programas de Estado relacionadas à projeção da irrigação pública de longo prazo, foram utilizadas as informações de projeção do PLANERH (2005), para os horizontes de 2010 e 2020, tendo em vista a defasagem na implantação dos estudos realizados. (**Quadro 2.15 e 2.16**)

Quadro 2.15. Irrigação pública - Cenário Otimista 2020

PROJETO	ÁREAS IRRIGADAS (ha)	DEMANDA (hm³/ano)
Frecheirinha	2.475,0	44,55
Granja	3.273,0	58,91
Tucunduba - 1 ^a etapa	75,0	1,35
Tucunduba - 2 ^a etapa	330,0	5,94
Val Paraíso	50,0	0,90
TOTAL	6.203,0	111,65

PROJEÇÃO 2030**Quadro 2.16. Irrigação pública - Cenário Otimista 2030**

PROJETO	ÁREAS IRRIGADAS (ha)	DEMANDA (hm³/ano)
Frecheirinha	2.475,0	44,55
Granja	3.273,0	58,91
Tucunduba - 1 ^a etapa	75,0	1,35
Tucunduba - 2 ^a etapa	330,0	5,94
Val Paraíso	50,0	0,90
Camocim	860,0	15,48
Parazinho	4.488,0	80,78
TOTAL	11.551,00	207,91

Desta forma tem-se como projeção dos perímetros de irrigação públicos os seguintes cenários (Quadro 2.17).

Quadro 2.17. Irrigação pública - Cenário Tendencial e Otimista

IRRIGAÇÃO PÚBLICA (m³/s) - CENÁRIO TENDENCIAL			
	2015	2020	2030
TOTAL	0,04	0,04	0,04
IRRIGAÇÃO PÚBLICA (m³/s) - CENÁRIO OTIMISTA			
	2015	2020	2030
TOTAL	0,04	3,54	6,59

Como os dados de outorga para o ano 2010, da COGERH, se mostraram mais favoráveis que os dados do PLANERH (2005) para a irrigação privada, foram adotados os valores do cadastro (COGERH, 2010). Estas dificuldades foram também encontradas na elaboração dos demais planos como descrito a seguir (COGERH, 2000):

“Por se tratar de um tipo de demanda cuja tentativa de previsão de demanda futura é de difícil avaliação, principalmente da média e pequena irrigação, procurou-se elaborar apenas um cenário alternativo para o período 2.000-2.030...”

Cabe destacar a extrema dificuldade em se fazer prognósticos futuros quanto ao desenvolvimento principalmente da irrigação difusa, levando-se em conta que esta atividade é estritamente relacionada a uma série de fatores não somente físicos, mas também sócio-econômicos.

Torna-se imprescindível, além de condições físicas adequadas a exploração da agricultura irrigada, a existência de uma adequada infraestrutura econômica, tais como: meios de transporte, instalações, benfeitorias, apoio creditício, assistência técnica e programas de apoio, além de mão-de-obra, insumos e mercado promissor

A tentativa de se avaliar a situação atual e a evolução da irrigação difusa na região para um prazo longo se constitui, sem dúvida, naquela de maior complexidade.

Assim, tendo em vista ainda a falta de dados que permitam definir, com um certo grau de precisão, as áreas passíveis de serem irrigadas pela iniciativa privada, adotou-se para o crescimento médio anual uma distribuição de forma homogênea equitativa, levando-se em consideração o potencial de solos irrigáveis para a região”.

Para o cenário tendencial, seguiu-se a mesma metodologia adotada para a irrigação pública, ou seja, a permanência de condições favoráveis para a irrigação privada.

Para o cenário otimista os dados de projeções da irrigação privada do PLANERH (2005), foram utilizados com uma defasagem temporal, ajustando-os para os horizontes 2020 e 2030. Para o horizonte 2015, projetou-se a continuidade da demanda de 2010. (**Quadro 2.18**).

Quadro 2.18. Irrigação privada - Cenário Tendencial e Otimista

IRRIGAÇÃO PRIVADA (m³/s) - CENÁRIO TENDENCIAL			
	2015	2020	2030
TOTAL	0,11	0,11	0,11

IRRIGAÇÃO PRIVADA (m³/s) - CENÁRIO OTIMISTA			
	2015	2020	2030
TOTAL	0,11	4,08	6,09

3. BALANÇO OFERTA X DEMANDA

3. BALANÇO OFERTA X DEMANDA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia e os resultados obtidos para o Balanço Hídrico na Bacia do Coreaú, para os horizontes 2010 (atual), 2015, 2020 e 2030. O estudo procura avaliar o nível de comprometimento atual e futuro das disponibilidades hídricas da bacia, em termos de águas superficiais e subterrâneas. Para tanto, são utilizadas as informações geradas nos capítulos referentes à oferta e à demanda da bacia.

Os Potenciais Hidráulicos da Bacia, Fixo e Móvel, foram abordados no capítulo que trata da projeção da oferta; conforme já mencionado, apenas o Potencial Hidráulico Móvel significa, efetivamente, disponibilidade, seja em forma de armazenamento em reservatórios superficiais (açudes), seja em forma de reservas subterrâneas exploráveis. O Potencial Hidráulico Total (somatório dos dois) funciona como balizamento da potencialidade máxima da bacia (no seu *maximum maximorum*) e permite compreender como as águas pluviais se dividem em evaporação, evapotranspiração, escoamento superficial e percolação profunda na bacia.

3.1. Disponibilidades

Para o cômputo da disponibilidade superficial, e seguindo a metodologia já apresentada em capítulos anteriores, foram utilizados os reservatórios com capacidade superior a 10 hm³. As vazões regularizadas utilizadas são as contidas nos Planos e/ou nos documentos oficiais do estado.

Para o cálculo da disponibilidade subterrânea foram considerados os valores de reserva explorável disponíveis no PERH (1992), tendo em vista que a disponibilidade efetiva instalada poderá chegar até este valor. Além disso, esta disponibilidade efetiva, que é função do número de poços e da vazão destes poços, explorados em cada período, dependerá de políticas de governo, que demandem a perfuração de novos poços, ou mesmo de eventos de secas, que induzirão a iniciativa privada, também, a realizar novas perfurações.

3.2. Demandas

Somente a demanda concentrada foi considerada nos cálculos, tendo em vista a escassez de informações sobre a demanda difusa no Estado. Este procedimento também foi utilizado quando da elaboração dos planos de recursos hídricos no Ceará.

As demandas concentradas foram classificadas em humana, industrial e demanda para irrigação, podendo esta última ser para projetos públicos de irrigação (cuja localização espacial está definida nos próprios projetos) ou para áreas privadas irrigadas, cujas informações são as contidas no PLANERH (2005).

3.3. Fonte dos Dados

As fontes utilizadas para compor este estudo foram várias, incluindo consultas verbais às Gerências de Bacias, DNOCS e leitura de documentos oficiais, sendo as principais, listadas a seguir:

- Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (1992);
- Plano Estadual de Recursos Hídricos - PLANERH (2005);
- Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000);

- Estudo de Revisão dos Eixos/Cenário Demográfico Referencial do Brasil e Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento - MPO (2003)
- Cenário Atual dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará - INESP (2009)
- Atlas de Abastecimento Humano - ANA (2009);
- Cadastro de Demanda - COGERH, janeiro de 2010;
- Guia Industrial do Ceará - FIEC (2009)

3.4. Metodologia

A metodologia utilizada para o balanço hídrico nesta Bacia foi procedido na seguinte seqüência:

- avaliação e classificação das ofertas - superficial e subterrânea;
- avaliação e classificação das demandas – humana, industrial e irrigação;
- determinação das ofertas superficiais de grande porte e das disponibilidades subterrâneas potencialmente efetivas
- determinação das demandas concentradas;
- elaboração do balanço;
- análise dos resultados.

O balanço hídrico utilizado neste estudo foi determinado para cinco horizontes temporais –

3.5. Cenários

Para cada horizonte temporal (atual, 2010, 2015, 2020 e 2030), foram considerados dois cenários - o Tendencial e o Otimista. Para o abastecimento humano, o cenário otimista corresponde àquele em que as perdas nos sistemas de distribuição são reduzidas, conforme ANA (2009), e o uso da água, pela população, é feito com parcimônia.

Para a demanda industrial, devido a falta de prognósticos, optou-se por utilizar, para o cálculo da projeção dos horizontes futuros, a metodologia sugerida pelo Estudo de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000), o qual adota um percentual fixo (usualmente igual a 10%) da demanda humana para a projeção da demanda industrial. Há que se considerar, no entanto que, ao adotar-se o cenário otimista para a demanda industrial (fruto de um percentual da humana) haveria um decréscimo na demanda de água para este uso, a despeito do crescimento deste setor na bacia, o que seria um paradoxo. Desta forma, para o cenário otimista da demanda industrial, serão utilizados valores mais conservadores, ou seja, desconsiderar-se-á os valores obtidos anteriormente para o cenário otimista e adotar-se-á, no balanço, os valores da demanda industrial idênticos aos obtidos no cenário tendencial.

Para a demanda de irrigação, o cenário tendencial foi tomado como a permanência da situação situação apresentada no PLANERH (2005), para o ano 2000. Embora haja aí um descompasso temporal, estes dados são ainda os mais confiáveis. Ademais, segundo consultas verbais à COGERH, está, na realidade, havendo um decréscimo das áreas irrigadas, nos últimos anos. Optou-se, portanto, novamente, por valores mais conservadores para esta demanda. Para o cenário otimista, novamente foram utilizadas as projeções do PLANERH (2005), também efetuando-se a defasagem temporal. Assim, para a situação atual foram utilizadas as informações consideradas atuais no PLANERH (2005); para 2015, as informações de 2005 (que não se configuraram); para 2020, a projeção de 2010 e para 2030, a projeção de 2020.

3.6. Balanço Hídrico – 2010 (Atual)

A disponibilidade foi tratada em termos de disponibilidade superficial e subterrânea. Para o cálculo da disponibilidade superficial da bacia foi utilizado o estudo de oferta hídrica referente aos reservatórios de maior porte (capacidade superior a 10 hm³), já construídos, o qual apresentou um valor de 3,12 m³/s (vazão regularizada com 90% de garantia). Para a disponibilidade subterrânea, utilizando-se informações dos poços, é apresentado um valor de reserva explotável instalada de 0,294 m³/s.

Para o cálculo das demandas, foram utilizadas informações disponíveis no cadastro de outorga de água da COGERH (2010), conforme apresentado no Capítulo Oferta vs Demanda.

As informações geradas para a oferta e demanda, bem como o balanço estão apresentadas no **Quadro 3.1**.

Quadro 3.1. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista – 2010

OFERTA - 2010 (m³/s)	
Superficial	3,120
Subterrânea	0,294
TOTAL	3,414
DEMANDA - 2010 (m³/s)	
TIPO	ATUAL
Humana	0,307
Indústria	0,003
Irrigação	0,150
TOTAL	0,450
BALANÇO HÍDRICO - 2010 (m³/s)	
	ATUAL
	2,964

3.7. Balanço Hídrico – Horizonte 2015

O horizonte 2015, por ser de curto prazo, pouco se diferencia do horizonte 2010 em termos de oferta. No que diz respeito à demanda o aumento se deve, especialmente, a perspectiva de reimplantação das áreas irrigadas anteriormente existentes.

Há que se lembrar que o termo “otimista” se refere ao desenvolvimento sócio-econômico da região. Assim, para a demanda humana haveria uma diminuição de perdas e uso com parcimônia; para a indústria, um aumento da atividade neste setor e, para a irrigação, um aumento das áreas irrigadas

Quadro 3.2. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista – 2015

OFERTA - 2015 (m³/s)		
Superficial		3,12
Subterrânea		9,79
TOTAL		12,91
DEMANDA - 2015 (m³/s)		
TIPO	TENDENCIAL	OTIMISTA
Humana	0,750	0,700
Indústria	0,075	0,075
Irrigação	0,150	0,150
TOTAL	0,975	0,925
BALANÇO HÍDRICO - 2015 (m³/s)		
	TENDENCIAL	OTIMISTA
	11,935	11,985

3.8. Balanço Hídrico – Horizonte 2020

Para o horizonte 2020 espera-se um incremento na oferta superficial, com a construção de três novos reservatórios – Diamantino, Paula Pessoa e Frecheirinha. Espera-se, também, um aumento das áreas irrigadas. Para a demanda industrial não se tem informações de implantação de indústrias com demandas significativas na região.

Quadro 3.3. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista - 2020

OFERTA - 2020 (m³/s)		
Superficial		6,17
Subterrânea		9,79
TOTAL		15,96
DEMANDA - 2020 (m³/s)		
TIPO	TENDENCIAL	OTIMISTA
Humana	0,780	0,710
Indústria	0,078	0,078
Irrigação	0,150	7,620
TOTAL	1,008	8,408
BALANÇO HÍDRICO - 2020(m³/s)		
	TENDENCIAL	OTIMISTA
	14,952	7,552

3.9. Balanço Hídrico – Horizonte 2030

O horizonte 2030 apresenta aumento de oferta hídrica superficial bastante significativo, com a previsão de construção de mais cinco reservatórios. Apresentando, também, significativo aumento da demanda de irrigação.

Quadro 3.4. Oferta e Demanda, Tendencial e Otimista - 2030

OFERTA - 2030 (m³/s)			
Superficial		13,48	
Subterrânea		9,79	
TOTAL		23,27	
DEMANDA - 2030 (m³/s)			
	TIPO	TENDENCIAL	OTIMISTA
	Humana	0,880	0,770
	Indústria	0,088	0,088
	Irrigação	0,150	12,680
	TOTAL	1,118	13,538
BALANÇO HÍDRICO - 2030(m³/s)		TENDENCIAL	OTIMISTA
		22,152	9,732

Observa-se para todos os cenários, um superávit no balanço hídrico. No entanto, convém ressaltar que este superávit somente se concretizará com a construção dos novos reservatórios e a eficaz operação dos reservatórios existentes. No caso das águas subterrâneas, há que se lembrar que a disponibilidade se refere a um potencial, que poderá ou não, ser implantado.

4. PROPOSIÇÕES DE PROCEDIMENTOS PARA OUTORGA E LICENÇA

4. PROPOSIÇÕES DE PROCEDIMENTOS PARA OUTORGA E LICENÇA

4.1. Introdução

O instrumento de gestão *outorga de direito de uso da água e controle técnico das obras e/ou serviços de interferência hídrica*, no âmbito da legislação de recursos hídricos, vem sendo implementado no Ceará a partir de 1994, e no Brasil, a partir de 1997, com a criação das políticas estadual e federal de recursos hídricos, respectivamente.

Para a construção de um modelo de gestão de águas compartilhada e descentralizada, com efetiva utilização de instrumentos de gestão como meios para a implementação de uma política pública, há que se considerar determinados aspectos relevantes que estabeleçam uma relação de confiança e credibilidade do órgão gestor com seus parceiros diretos - os usuários de água e a sociedade civil organizada,

No contexto da Política de Águas do Ceará, instituída em 1992, contabiliza-se, ao longo dos anos, avanços, recuos e visualizam-se desafios a ser vencidos. Todavia o processo está sempre em aperfeiçoamento, como se pode destacar a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Coreauá de forma co-participativa com seu CBH e com outros atores mobilizados pelo próprio comitê.

No presente Capítulo são analisadas as questões legais das legislações federal e estadual de recursos hídricos, no que se referem aos procedimentos para a expedição de outorgas e licenças de obras hídricas, bem como aqueles presentes nas regulamentações (por resoluções) do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e nos decretos e instruções normativas estaduais.

São apresentadas proposições para aperfeiçoamento dos aspectos legais para outorga e licença de obras hídricas com base nas análises procedidas e nas experiências adquiridas pelos setores envolvidos nesse processo nos níveis estadual e federal.

Os procedimentos atuais praticados pelo sistema SRH/COGERH para a expedição de outorgas e licenças de obras hídricas estão detalhados, para conhecimento geral, sendo propostas algumas melhorias no fluxo de processos e até na função de determinados setores que assumiram atribuições alheias à sua competência. Espera-se, com estas análises e sugestões, dar celeridade ao processo e transparência às decisões, melhorando o atendimento ao usuário de água.

4.2. Análise da Legislação de Recursos Hídricos

A legislação que trata de procedimentos para expedição de outorgas de direitos de usos de recursos hídricos e controle técnico de obras e/ou serviços de interferência hídrica através do licenciamento, representa normatização de processos de caráter interno do órgão outorgante e, quase sempre, em nível de regulamentação, compreendendo decretos, instruções normativas, resoluções de colegiados (Resoluções do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará – CONERH e de Câmaras Técnicas). Já a legislação que define os critérios de outorgas, é de caráter nacional e compreendem diplomas legais de ordem da constituição federal, em leis da União, dos Estados e do Distrito Federal, conforme o domínio do recurso hídrico em questão.

No aspecto de focar a legislação de recursos hídricos que trata de outorgas de direitos de usos da água, o Código de Águas editado em 1934, assegurava que “As águas públicas não podem ser derivadas para as aplicações da agricultura, da indústria e da higiene, sem a existência de

concessão administrativa, no caso de utilização pública, não se verificando esta, de autorização administrativa no caso de uso particular, que será dispensada, todavia, na hipótese de derivação insignificante”. Em seguida veio a Lei de Irrigação (Lei 6.662, de 25/06/1979) que determinava: “O uso das águas públicas para irrigação e atividades decorrentes, por pessoas físicas ou jurídicas, dependerá de prévia concessão ou autorização do Ministério do Interior e que os atuais usuários, que não disponham da concessão ou autorização de que trata este artigo, deverão obtê-las na forma a ser estabelecida em regulamento”.

A Constituição Federal de 1988 trouxe grandes avanços para os recursos hídricos do país, ao definir as águas de domínios da União e dos Estados, conferindo competência à União para instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de seu uso.

A instituição desse sistema, bem como a definição de critérios de outorgas de direitos de usos de recursos hídricos foram estabelecidos no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos criada pela Lei 9.433, de 7 de janeiro de 1997.

Na esfera estadual, tem-se a constitucional de 1989 que estabeleceu a ordem da política estadual de recursos hídricos com bastante amplitude conforme descrita abaixo: Art. 326 - A administração manterá atualizado o plano estadual de recursos hídricos e instituirá, por lei, seu sistema de gestão, congregando organismos estaduais e municipais e a sociedade civil, e assegurará recursos financeiros e mecanismos institucionais necessários para garantir:

- I- a utilização racional das águas superficiais e subterrâneas;
- II- o aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos e o rateio dos custos das respectivas obras na forma da lei;
- III- a proteção das águas contra ações que possam comprometer o seu uso atual ou futuro;
- IV- a defesa contra eventos críticos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública, e ocasionem prejuízos econômicos ou sociais.

§ 1º A gestão dos recursos hídricos deverá:

- I- propiciar o uso múltiplo das águas e reduzir seus efeitos adversos;
- II- ser descentralizada, participativa e integrada em relação aos demais recursos naturais;
- III- adotar a bacia hidrográfica como base e considerar o ciclo hidrológico, em todas as suas fases.

§ 2º As diretrizes da política de recursos hídricos serão estabelecidas por lei.

Em atendimento a esse preceito constitucional, o estado do Ceará, instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos a partir da lei 11.996, de 24 de julho de 1992, a qual contempla, no bojo dos instrumentos de gestão, a outorga de direito de uso de recursos hídricos e o controle técnico de obras e/ou serviços de interferência hídrica, como necessários a todos os usuários de água que demandem captações diretas em mananciais ofertados pelo sistema estadual de recursos hídricos, ou a partir de obras hídricas da responsabilidade do próprio usuário.

A operacionalização desses instrumentos está garantida através dos Decretos 23.067/94 e 23.068/94 que estabelecem critérios para a sua adoção pelo órgão gestor, no caso, a Secretaria dos Recursos Hídricos, além de determinar alguns procedimentos para a expedição desses instrumentos.

4.2.1. Legislação Federal de Recursos Hídricos

A legislação de recursos hídricos de âmbito Federal mais recente está circunscrita às Leis Nº 9.433, de 07 de janeiro de 1997 e 9.984, de 17 de julho de 2000 (Lei de criação da ANA) e às Resoluções do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), Nº 15, 16, 37, 65 e 76 sendo as mais diretamente relacionadas aos temas tratados, a de Nº 16, de 8 de maio de 2001 – Estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos e de Nº 37, de 26 de março de 2004 – Estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínios dos Estados, do Distrito Federal e da União.

A idéia de comentar aspectos dessa legislação vem no sentido de resgatar aqueles que estão referenciados aos procedimentos para a expedição de tais instrumentos de gestão, na busca de aprimorá-los para adoção na legislação do estado do Ceará.

4.2.1.1. A Lei Nº 9.433/97

Esta lei regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal de 1988, no que diz respeito à instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o estabelecimento de critérios de outorga. Trata da outorga como instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos e define que o regime de outorgas de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício de acesso à água.

Na perspectiva de definir critérios de outorgas de direitos de uso de recursos hídricos, a Lei das Águas como foi chamada, apresentou um conjunto de dispositivos legais passíveis de regulamentação para detalhamento de sua aplicabilidade, bem como do estabelecimento dos procedimentos para expedição de outorgas pelos respectivos órgãos gestores dos diversos sistemas hídricos, sejam estaduais, do Distrito Federal ou da União.

Nessa condição, a lei caracteriza os usos sujeitos a outorga, abrangendo todas as formas de uso da água, sejam superficiais ou subterrâneas para consumo final ou insumo de processo produtivo, ou para diluição, transporte ou disposição final de efluentes, o aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e outros usos que possam alterar o regime, a qualidade ou a quantidade da água existente em um corpo de água.

Considerando que os usos sujeitos à outorga atingiriam um dado volume por unidade de uso, a lei, igualmente, definiu os usos que independem da outorga por serem considerados de volumes insignificantes, quando caracterizados em regulamento, especialmente aqueles destinados ao suprimento das necessidades de pequenos núcleos populacionais distribuídos no meio rural, mesmo porque estes usos estariam isentos da cobrança pelo uso da água bruta, nos termos do art. 20 desta mesma lei.

Admitindo não somente a integração da outorga com os Planos de Recursos Hídricos, mas a sua inclusão como parte integrante desses planos, a lei assegura a condição de prioridade de uso àquela estabelecida nos Planos de Recursos Hídricos, que nesse caso, vincular-se-ão ao

Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Coreaú, devendo atender questões básicas, ou seja, respeitar a classe em que o corpo hídrico estiver enquadrado e preservar os usos múltiplos dos recursos hídricos.

No aspecto institucional, a lei assegura a efetivação do ato da outorga pela autoridade competente dos poderes executivos Federal, Estaduais e do Distrito Federal, destacando inclusive, que o Poder Executivo Federal poderá delegar competência aos Estados e ao Distrito Federal para conceder outorga de direito de uso de recursos hídrico de seu domínio.

Em atendimento a essa condição expressa no parágrafo 1º do art. 14 da lei em análise, é importante destacar que o estado do Ceará recebeu delegação da Agencia Nacional de Águas – ANA para outorgar águas de seu domínio para uso humano em todo o território cearense e para múltiplos usos com exceção de aquícultura nas bacias Poti-Longá, através de Resoluções com o seguinte teor:

A Resolução N° 52, de 11 de março de 2008, delega competência e define os critérios e procedimentos para a outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União no Estado do Ceará para consumo humano. Exceção aos açudes Atalho e Castanhão que receberão aporte de águas do PISF (Projeto de integração do São Francisco).

As outorgas a serem emitidas nas bacias dos Rios Poti e Longá obedecerão aos critérios e procedimentos definidos na Resolução conjunta ANA/SRH-CE/SEMARH-PI N° 547, de 05 de dezembro de 2006 e na Resolução N° 51, de 11 de março de 2008 da ANA.

Como se verifica, essas resoluções tratam de critérios de outorga e de procedimentos para sua expedição, que serão abordados mais adiante.

Visando assegurar todas as condições de isenção e zelo com o bem público, a Lei 9.433/97, assegura ao órgão outorgante a conveniência de suspender a outorga de direito de uso de recursos hídricos parcial ou totalmente, em definitivo ou em prazo determinado conforme as circunstâncias, que podem ser da responsabilidade do outorgado, quando este não cumprir os termos da outorga ou quando pela ausência de uso por três anos consecutivos; outras condições determinadas por questões ambientais como a necessidade de atender situações de calamidade, inclusive decorrentes de situações climáticas adversas, bem como de prevenir ou reverter grave degradação ambiental; e, naturalmente, a necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de outras fontes alternativas, e ainda quando houver necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo hídrico.

Finalmente, a Lei das Águas reafirma o caráter de bem público da água ao assegurar que a “outorga não implica alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso”, dado que essa característica de inalienabilidade somente se aplica aos bens de domínio público.

Para esclarecer o papel dos órgãos gestores de recursos hídricos no âmbito da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e, satisfazendo a condição de que à União cabe o estabelecimento dos critérios de outorga, a Lei 9.433/87, atribui aos Poderes Executivos dos Estados e do Distrito Federal, competência para outorgar os direitos de usos de recursos hídricos e regulamentar e fiscalizar os seus usos, além de realizar o controle técnico das obras de oferta hídrica, naturalmente, considerando as águas de seus domínios e os seus territórios, respectivamente.

4.2.1.2. A Lei Nº 9.984/2000

Essa Lei dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Na sua esfera de competência relacionada com o tema da outorga, tem-se: “outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União e fiscalizar os usos de recursos hídricos.

Para tanto essa lei apresentou aspectos importantes para o desenvolvimento das ações da ANA enquanto órgão gestor nacional de recursos hídricos no campo da outorga, que se pode enumerar:

- Definiu a categoria de outorga como sendo autorização de uso de recurso hídrico;
- Detalhou os prazos de início da implementação do empreendimento e da sua conclusão para o efetivo uso da água no universo de até 35 anos ditado pela lei nº 9.433/87, fixando ainda que os prazos das outorgas das concessionárias de serviços públicos e de geração de energia hidrelétrica vigorarão por prazos coincidentes com os contratos de concessão dos respectivos serviços;
- Criou a outorga preventiva com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para usos requeridos que se encontram em planejamento, portanto sem direito ao uso e com prazo de até três anos, ou seja, se destina a reservar a vazão passível de outorga;
- Estabeleceu as relações com a ANEEL e com as entidades gestoras de recursos hídricos estaduais para a obtenção da reserva de disponibilidade hídrica e sua posterior transformação em outorga de direito de uso de recursos hídricos para a instituição ou empresa que receber da ANEEL a concessão ou autorização de uso do potencial de geração de energia.
- Finalmente, determina a obrigatoriedade da publicização dos atos de outorga, sejam pedidos ou atos administrativos deles resultantes, por meio de publicação na imprensa oficial e em pelo menos um jornal de grande circulação da região.

4.2.1.3. As Resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

O CNRH tem a prerrogativa de estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos conferida pela Lei 9.433/97. A regulamentação da implementação da outorga e sua integração com outros instrumentos de gestão das águas vem sendo realizada através de resoluções do colegiado do conselho apoiada no trabalho das diversas câmaras técnicas a ele vinculadas.

Nesse item serão comentados os aspectos mais relevantes das resoluções que tratam de critérios e procedimentos para a outorga de direito de uso de recursos hídricos que são de adoção geral desde que possam ser enquadradas na situação regional.

Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001 – Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Nesse aspecto, está determinado que “nas outorgas de direito de uso de águas subterrâneas deverão ser considerados critérios que assegurem a gestão integrada das águas, visando evitar o comprometimento qualitativo e quantitativo dos aquíferos e dos corpos de água superficiais a eles interligados”.

Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001 – Estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos. Trata-se da regulamentação da outorga criada no âmbito da Lei 9.433/97 e complementada pela Lei 9.984/2000, onde são detalhados critérios de outorga, bem como normas e procedimentos para sua expedição.

Nessa resolução, da forma mais simples, são citados os principais detalhes do seu conteúdo, onde se destacam: os direitos e deveres do outorgado; a possibilidade de transferência do ato de outorga e a disponibilização de volume outorgado ao outorgante para atender usos especiais; as garantias e proteção do poder outorgante face às condições climáticas adversas; referenciam os usos sujeitos a outorga e os que independem dela e detalha todos os prazos adotados para outorga preventiva, para declaração de reserva de disponibilidade hídrica para o setor elétrico e para outorga de uso da água; submete a outorga aos planos de recursos hídricos e define como prioridades para a sua expedição, o interesse público e a data de protocolização, ressalvada a complexidade de análise do uso ou interferência pleiteados. No aspecto de procedimentos, são definidos os tipos de requerimentos, as informações necessárias aos pedidos de outorga, os documentos exigidos e os estudos a ser apresentados pelo requerente; estabelece as condições para a suspensão ou extinção da outorga; define as exigências para o órgão outorgante manter o cadastro de usuários e o sistema de informações de recursos hídricos; entre outros aspectos.

Resolução nº 37, de 26 de março de 2004 – Estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União. Essa resolução apresenta situações importantes que devem compor o termo de referência dos estudos e projeto do empreendimento a ser outorgado (licenciado), dentre as quais citam-se as mais relevantes:

Considera essencial o estabelecimento da **vazão de restrição** para satisfação dos usos múltiplos da água e orientação da operação do reservatório; **o plano de contingência** para assegurar a continuidade do atendimento aos usos múltiplos outorgados; **o plano de ação de emergência** para definir a atuação em situações de emergência, incluindo os mapas de inundação e de indicação do alcance das ondas de cheias e respectivos tempos de chegada, resultantes da ruptura da barragem; **a manifestação setorial** emitida pelo setor governamental competente e a **declaração de reserva de disponibilidade hídrica** quando se tratar do uso de potencial de energia hidráulica;

Inicialmente, o interessado solicita à autoridade outorgante a relação de documentos e o conteúdo dos estudos exigidos para análise do correspondente requerimento de outorga de recursos hídricos;

A autoridade outorgante definirá o conteúdo dos estudos técnicos, considerando as fases de planejamento, projeto, construção e operação do empreendimento, formulando termo de referência que considere as características hidrológicas da bacia hidrográfica, porte da barragem, a finalidade da obra e do uso do recurso hídrico;

O requerimento da outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens será formulado à autoridade outorgante e instruído com, no mínimo: identificação do requerente; localização geográfica da barragem com nome do corpo hídrico a ser barrado e bacia hidrográfica; especificação da finalidade do uso da água; estudos técnicos conforme o termo de referência, entre outros.

Como regra geral o responsável pelo empreendimento deverá apresentar as regras de operação do reservatório, implantar e manter o monitoramento do reservatório apresentando as informações obtidas na forma definida na outorga, e cuidar da segurança da barragem, mantendo um responsável técnico legalmente habilitado.

Esses dispositivos apresentados e comentados resumidamente, demonstram a necessidade de inclusão de alguns deles na legislação e procedimentos para o controle técnico das obras de interferência hídrica adotados pelo sistema SRH com vistas ao aprimoramento dos processos e maior efetividade do controle.

Resolução nº 65, de 7 de dezembro de 2006 – Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental. Evidentemente, que tudo estará de acordo com as competências dos órgãos e entidades integrantes do SINGREH e do SISNAMA.

Os procedimentos acima citados fundamentam-se nos princípios do uso múltiplo e racional dos recursos hídricos e da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos, nas prioridades estabelecidas nos planos de recursos hídricos e ambientais e nas legislações pertinentes.

Isso remete à condição em que os Órgãos e entidades referidos devem articular-se de forma continuada com vistas a compartilhar informações e compatibilizar procedimentos de análises e decisão em suas esferas de competências.

A outorga preventiva ou a declaração de reserva de disponibilidade hídrica que compreendem a manifestação prévia, requerida pelo empreendedor ou interessado, quando prevista nas normas estaduais, deve ser apresentada ao órgão ambiental licenciador para a obtenção da Licença Prévia (LP). Não havendo manifestação prévia ou ato correspondente, a outorga de direito de uso de recursos hídricos deverá ser apresentada para a obtenção de Licença de Instalação (LI)

Resolução nº 76, de 16 de outubro de 2007 – Estabelece diretrizes gerais para integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários.

Considerando a necessidade de integração e atuação articulada entre órgãos e entidades cujas competências se refiram aos recursos hídricos, à mineração e ao meio ambiente, o sistema ao estabelecer tais diretrizes, recomenda que o órgão gestor de recursos hídricos e o órgão gestor de recursos minerais, com vistas a facilitar a integração da gestão desses recursos, estabeleçam prazos e formalizem em documento próprio, para respostas às consultas efetivadas.

Especialmente com relação à outorga, o órgão gestor de recurso hídrico ao tomar conhecimento da autorização de lavra de águas minerais entre outras definidas nessa resolução, deverá informar ao órgão gestor de recursos minerais:

- as outorgas de direito de uso de recursos hídricos, e os usos cadastrados na área requerida para pesquisa e em seu entorno;
- as áreas de restrição e controle que possam ter interferência com a área requerida.

4.2.1.4. As Resoluções da Agência Nacional de Águas (ANA)

A ANA na condição de Órgão Gestor dos recursos hídricos da União tem a competência para outorgar essas águas e também para delegar as outorgas aos órgãos gestores estaduais, em atendimento ao § 1º do art. 14 da Lei Federal 9.433/97 e com base no Convênio nº 002/2004, firmado entre a ANA e o Estado do Ceará.

Considera-se de extrema importância para a implementação do instrumento da outorga no Ceará, as resoluções da ANA descritas a seguir:

- Resolução nº. 51, de 11 de março de 2008 - “Delega competência e define critérios e procedimentos para outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União para as bacias dos rios Poti e Longa, no estado do Ceará”.
- Resolução nº. 52, de 11 de março de 2008 – “Delega competência e define critérios e procedimentos para a outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União no estado do Ceará para captações para consumo humano”.

Com relação à **Resolução n.º 51/2008**, no que diz respeito a critérios de outorga, destaca-se os seguintes aspectos:

- a) Esta resolução não prevê a delegação de competência para emissão de outorga com a finalidade de aquíicultura em tanques rede em reservatórios;
- b) No caso de lançamento de efluente em corpo de água da União, o sistema SRH/COGERH deverá apreciar o pedido de outorga e encaminhar para deliberação e emissão de outorga pela ANA;
- c) Não são considerados insignificantes os usos cujas captações objetivarem a utilização da água em seus processos produtivos;
- d) A avaliação quanto à disponibilidade hídrica deverá utilizar como referencia a vazão regularizada com 100% de garantia para os açudes já construídos ou previstos.

Os procedimentos administrativos básicos, a serem seguidos pela SRH para emissão das outorgas de águas de domínio da União, ditados pela resolução citada acima estão compatíveis com aqueles constantes na resolução conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI n.º 547, de 05 de dezembro de 2006, destacando-se apenas as exigências do pedido de outorga e do preenchimento correto do formulário para efeito de autuação do processo, além da publicização do pedido e do ato dele resultante.

Com relação à **Resolução 52/2008**, quanto aos procedimentos para expedição da outorga de direito de uso da água, destacam-se, em complemento à **Resolução 51/2008**, os seguintes:

Na análise técnica dos pedidos de outorga, a SRH deverá observar o pleito quanto ao uso racional da água e o corpo de água quanto à disponibilidade hídrica para atender a demanda.

Nestas condições são considerados eficientes os usos para abastecimento público com demanda per capita máxima igual a 150 litros por dia em área urbana e 100 litros por dia em área rural, ressalvando que em área urbana de população superior a 100.000 habitantes, poderão ser aceitos sistemas eficientes com demanda per capita máxima igual a 200 litros por dia, justificados tecnicamente.

No caso da disponibilidade hídrica para as captações e derivações de água será de até 90% da vazão regularizada com 90% de permanência no tempo.

Como essa resolução trata da delegação de outorga de água de domínio da União somente para abastecimento humano, fica clara a intenção de demonstrar as condições de eficiência para esses usos.

4.2.2. A Legislação Estadual de Recursos Hídricos

A legislação de recursos hídricos do estado do Ceará que será tratada neste item diz respeito aos aspectos pertinentes a outorga e licença de obras hídricas em vigor, especialmente àqueles atinentes aos procedimentos para a expedição desses importantes instrumentos de gestão das águas, praticados no Estado e que por ventura mereçam destaque como objeto de melhoria nas relações do órgão gestor (órgão outorgante) e o usuário demandante desses instrumentos e interessado em regularizar sua situação perante o sistema de gestão de recursos hídricos.

4.2.2.1. A Lei Estadual 11.996/92

Essa lei confere todo o respaldo legal à política estadual de recursos hídricos constituindo-se no esteio do arcabouço jurídico-legal que governa os princípios, diretrizes e instrumentos de política pública e suas relações com a sociedade.

No tocante ao tema objeto de análise e discussão, a Lei Estadual expressa claramente, “Art. 4º - a implantação de qualquer empreendimento, que consuma recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, a realização de obras e/ou serviços que alterem o regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, depende de **autorização** da Secretaria dos Recursos Hídricos, na qualidade de Órgão Gestor dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, sem embargo das demais formas de licenciamento expedidas pelos Órgãos responsáveis pelo controle ambiental, previstos em lei”.

Ressaltamos a palavra autorização para demonstrar a importância e a força da SRH na condução de processos que garantam o acesso à água e o controle das interferências hídricas na bacia hidrográfica com transparência, celeridade e com democracia. Naturalmente, há todo um sistema de participação e descentralização que caminha nesse sentido, em busca de uma construção coletiva, mas que é um processo que tem avanços e recuos.

O primeiro passo em atendimento ao art. 4º citado, foi a regulamentação da outorga de direito de uso de recursos hídricos através do decreto 23.067/94 e do controle técnico das obras e serviços de interferência hídrica através do decreto 23.068/94.

4.2.2.2. A Lei Estadual de Pesca 13.497/04

Essa Lei dispõe sobre a Política Estadual de Desenvolvimento da Pesca e da Aqüicultura, cria o Sistema Estadual da Pesca e da Aqüicultura – SEPAQ e dá outras providências.

Com relação à outorga de uso de recursos hídricos para aqüicultura, a lei trata da cessão de áreas marginais de reservatórios para apoio aos empreendimentos de aqüicultura, define a área potencialmente disponível para exploração de cultivos aquícolas em espelhos de água e os percentuais para pessoa física e jurídica, bem como para entidades associativas de pescadores e alguns requisitos para a obtenção da outorga. Todavia no que tange aos procedimentos para a expedição da outorga, a lei remete para a regulamentação o que não foi feita ainda. Para

resolver em parte a questão, a SRH através de Instrução Normativa estabeleceu procedimentos mínimos para atender a demanda de usuários do setor.

4.2.2.3. Os decretos de regulamentação da outorga e da licença de obras hídricas

Esses decretos foram editados em 11 de fevereiro de 1994, o primeiro de número 23.067 que institui o sistema de outorgas para disciplinar as relações do poder outorgante, no caso a SRH, com a sociedade demandante de recurso hídrico para os múltiplos usos, através da expedição de outorga de direito de uso da água e o segundo de número 23.068 que trata do controle técnico das obras e ou serviços de interferência hídrica através da expedição de licença de obra. Ambos disciplinam atos administrativos, sendo um discricionário (outorga) e o outro vinculado (licença).

Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994

Serão abordados nesta temática, os usos sujeitos à outorga, os usos isentos de outorga e aqueles que não são passíveis de outorga perante este diploma legal a título de revisão do conhecimento e os procedimentos básicos para a obtenção da outorga. Reproduz-se a seguir um trecho do citado decreto

DA EXIGIBILIDADE DA OUTORGA

Art. 7º. Sem prejuízo da licença prévia prevista no Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994 e de outras licenças exigíveis, dependerão de prévia outorga da Secretaria dos Recursos Hídricos, os usos de águas dominiais do Estado, que envolvam:

- I - derivação ou captação de parcela de recursos hídricos existentes em um corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo;
- II - lançamento em um corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final (ou: diluição, transporte e assimilação de esgotos urbanos e industriais);
- III - qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e a qualidade da água.

DA INEXIGIBILIDADE DA OUTORGA

Art. 8º. Não se exigirá outorga de direito de uso de água na hipótese de captação direta na fonte, superficial ou subterrânea cujo consumo não exceda de 2.000 l/h (dois mil litros por hora).

DA NÃO OUTORGA

Art. 9º. Não se concederá outorga para:

- I - lançamento na água de resíduos sólidos, radiativos, metais pesados e outros resíduos tóxicos perigosos;
- II - lançamento de poluentes nas águas subterrâneas.

DO PROCESSO DE HABILITAÇÃO À OUTORGA

Art. 10. O pedido de outorga de direito de uso de recursos hídricos será processado perante a Secretaria dos Recursos Hídricos através de formulário padrão por ela fornecido e instruído com:

- I - localização e superfície do imóvel rural ou urbano onde se utilizará a água;
- II - título de propriedade ou de direito real, cessão de direitos, compromisso de compra e venda do imóvel, ou prova da posse regular ou autorização de uso da área de terra onde se dará a captação da água;
- III - destinação da água;
- IV - fonte onde se pretende obter a água, bem como a vazão máxima pretendida;
- V - tipos de captação de água, equipamentos e obras complementares;
- VI - quaisquer outras informações adicionais, consideradas imprescindíveis para aprovação dos pedidos.

Parágrafo Único - Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia previstas no Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994, será obrigatória a apresentação da mesma, aproveitando-se, sempre que possível, os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

Art. 11. A Secretaria dos Recursos Hídricos terá prazo de 60 (sessenta) dias para decidir sobre a outorga sendo-lhe facultado ouvir previamente o Comitê Estadual de Recursos Hídricos - COMIRH, na forma do art. 33, inciso IV, da Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992.

Art. 12. A contagem do citado prazo será suspensa sempre que o processo seja convertido em diligência a cargo do interessado e retomado no primeiro dia útil após o cumprimento das exigências.

Art. 13. Na hipótese de deferimento, a Secretaria dos Recursos Hídricos formalizará o título da outorga, que será passado em caráter pessoal e intransferível.

Art. 14. Da decisão denegatória da outorga caberá recurso administrativo em última instância para o Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - CONERH no prazo de 5 (cinco) dias úteis, contados da efetiva ciência.

Obs: O formulário padrão é constituído de um requerimento e um anexo para cada tipo de uso.

Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994

Abordam-se sob as diretrizes deste decreto, as obras sujeitas ao licenciamento e as isentas de licença bem como os procedimentos básicos para obtenção da licença por parte do interessado, considerando que detalhes do processo e sua tramitação são definidos em instrução normativa que será comentada mais adiante. Para melhor entendimento, são mostrados também alguns dispositivos legais importantes que asseguram o estabelecimento de uma relação coerente do órgão gestor com o interessado em proceder a interferência no sistema hídrico de sua preferência.

DA EXIGIBILIDADE DA LICENÇA

Art. 5º. Dependerá de licença prévia da Secretaria dos Recursos Hídricos a execução de qualquer obra ou serviço de oferta hídrica, nas águas dominiais do Estado, suscetíveis de alterar o regime, a quantidade ou qualidade dos recursos hídricos, notadamente as estruturas hidráulicas consistentes em açude, transposição de água bruta, barragem de regularização e poço.

DA INEXIGIBILIDADE DA LICENÇA

Art. 6º. Não será exigida licença prévia:

I - para o açude com capacidade de até 500.000m³, área da bacia hidrográfica de até 3km² e cuja altura máxima da barragem não exceda de 10 m;

II - para pequenas transposições de vazão insignificante, isto é, inferior a 2.000 l/h;

III - para barragens de derivação ou de regularização de nível d'água cuja superfície da bacia hidrográfica não exceda a 3,0 km²;

IV - para poço raso, desde que não ultrapasse a vazão de 2.000 l/h;

Art. 7º. Também não será exigida licença prévia para construção de poço medianamente profundo e profundo com vazão inferior a 2.000l/h;

Art. 8º. A inexigibilidade de licença prévia para poço raso não prevalecerá nas zonas de formação sedimentar, que venham a ser reservadas como aquíferos estratégicos, ou aquíferos diretamente alimentados por vazões regularizadas.

DO PROCESSO DE HABILITAÇÃO À LICENÇA

Art. 9º. O pedido de licença prévia será processado perante a Secretaria dos Recursos hídricos, através de formulários padrão por ela fornecido e instruído com:

I - título da propriedade, ou prova da posse regular ou autorização de uso da área de terra abrangida pela obra ou serviço a ser licenciado;

II - projeto da obra ou serviço de oferta hídrica, compreendendo:

a) Dados Gerais:

- 1) objetivo (nome do projeto, denominação do local do Boqueirão, etc).
- 2) localização (bacia, município, região, riacho, coordenadas UTM, etc).
- 3) características físicas da área (geologia regional, dimensões da bacia, relevo, solos para irrigação, benefício para população da sede e distritos, outras referências).
- 4) antecedentes (histórico, estudos anteriores, ato administrativo pioneiro, comentário, de visita etc);

b) Dados específicos:

- 1) estudos cartográficos e topográficos;
- 2) estudos hidrográficos e hidrogeológicos;
- 3) estudos geológicos e geotécnicos;
- 4) projeto básico de obra;
- 5) estudo sócio-econômico, e;
- 6) Quaisquer outras informações adicionais consideradas imprescindíveis a juízo da SRH para a aprovação da licença.

Art. 10. A Secretaria dos Recursos Hídricos, através de portaria, e segundo a classificação da obra ou serviço, definirá o nível de detalhe dos estudos e do projeto, assim como poderá exigir a apresentação da licença prévia da SEMACE e da licença do CREA, sem prejuízo de outras exigências legais.

DA LICENÇA PARA AÇUDE, TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUA BRUTA E BARRAGEM DE DERIVAÇÃO OU DE REGULARIZAÇÃO DE NÍVEL DA RESPONSABILIDADE DO PODER PÚBLICO

Art. 11. Os projetos públicos de oferta hídrica, exceção de poços, deverão conter também:

- a) locação em base cartográfica universal - Sistema de Coordenadas Cartográficas ou U.T.M. e referência de nível da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - FIBGE;
- b) decreto declaratório de desapropriação, por utilidade pública ou interesse social, e levantamento cadastral, no caso de o órgão não se achar já titulado no domínio da área;
- c) projeto de estrada pública de acesso à obra, interligada à malha viária existente;
- d) Tomada d'água ou sifão, apto a liberar água no leito do rio.

Art. 12. Sempre que a implantação ou operação de obras ou serviços públicos de oferta hídrica acarrete deslocamento involuntário da população será obrigatório figurar do projeto global dado específico de subprojeto de reassentamento dessa população com rigorosa assecuração de todos os recursos financeiros e humanos necessários a efetivação do dito reassentamento.

DA LICENÇA PARA O POÇO

Art. 13. O pedido de licença para poço deverá ser instruído com as exigências do artigo 9, incisos I e II, alínea a, 1 a 4, além dos estudos hidrogeológicos, quando se situe em zonas de formação sedimentar ou naquelas reservadas como aquíferos estratégicos.

Art. 14. O poço de responsabilidade de órgão público, situado em zonas de formação cristalina, deverá observar as exigências do artigo 12, não se lhe aplicando a regra do art. 7º.

DA FACULDADE DE CARTA CONSULTA

Art. 15. A qualquer interessado é facultado, antes de formalizar o processo de obtenção de licença prévia, endereçar carta consulta à Secretaria dos Recursos Hídricos com vistas a um exame preliminar de possíveis impedimentos ou limitações à implantação da obra ou serviço de oferta hídrica.

Art. 16. A carta consulta conterà os elementos indicados no artigo 9, inciso I e II, alínea a, 1 a 4.

4.2.2.4. A Instrução Normativa nº 03, de 28 de dezembro de 2006

Esta Instrução Normativa 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.

No âmbito deste trabalho, como informações importantes e necessárias à compreensão do modelo em construção para a expedição da outorga, apresenta-se o processamento da outorga preventiva e de direito de uso, assim como a integração com as licenças ambientais da SEMACE em complemento à Lei de Pesca nº 13.497/2004, relativos à aquicultura.

DA OUTORGA PARA AQUICULTURA

Art. 6º. A tramitação do procedimento administrativo para obtenção da outorga de uso da água e licenciamento para implantação de projetos de aquicultura dar-se-á da seguinte forma:

I - o interessado protocolizará o pedido de outorga preventiva junto à Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH ou sua vinculada, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, para análise e parecer necessários ao deferimento do pleito;

II - satisfeitas as exigências legais, será deferido o pedido de outorga preventiva ao interessado;

III - o interessado, de posse da outorga preventiva, deverá solicitar junto à Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE a obtenção da licença prévia para desenvolvimento do projeto de aquicultura;

IV - deferida a licença prévia, na forma estabelecida no inciso anterior o interessado deverá apresentar junto à Secretaria da Agricultura e Pecuária – SEAGRI (Hoje SDA) o projeto de aquicultura, acompanhado dos documentos que se fizerem necessários à análise dos aspectos técnicos;

V - com a aprovação técnica do pleito, o interessado será cadastrado junto à Secretaria da Agricultura e Pecuária – SEAGRI (Hoje SDA) como aquícultor ou entidade pesquisadora, em águas de domínio do Estado do Ceará ou pela União delegada, cabendo a esta Secretaria manter o cadastro e definir as obrigações a serem cumpridas pelo interessado; VI – com o parecer técnico e o cadastro de aquícultor, o interessado deverá retornar à Superintendência Estadual do Meio Ambiente - SEMACE, para obtenção da licença de instalação;

VII – o interessado deverá se dirigir à SRH, munido da licença de instalação da SEMACE, do cadastro de aquícultor e do parecer de aprovação do projeto, para solicitar a outorga de uso dos recursos hídricos;

VIII – com a outorga de uso dos recursos hídricos o interessado deverá junto à SEMACE obter a licença de operação.

§ 1º A ausência de qualquer dos passos contidos no caput deste artigo invalida todo procedimento para a implantação dos empreendimentos de aquicultura, sem direito a qualquer indenização por parte do Estado.

§ 2º Nos casos de regularização de empreendimentos já implantados, em que o órgão ambiental expedir as licenças de instalação e operação em um único instrumento, o interessado poderá solicitar a outorga de uso já munido destas licenças.

4.3. Proposições para Aprimoramento dos Aspectos Legais para Outorga e Licença de Obras Hídricas

A legislação de recursos hídricos do estado do Ceará é originária da Constituição Estadual de 1989 que determinou a criação da Política de Recursos Hídricos e a instituição do Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH, o que foi prontamente atendido com a Lei Estadual 11.996/92, conforme descrita em capítulos anteriores.

A aplicabilidade dessa Lei, no que se refere à outorga e licença de obras hídricas, temas tratados neste documento, somente foi possível com a regulamentação através dos decretos estaduais 23.067/94 e 23.068/94, respectivamente, os quais, nesse período de vigência, vêm requerendo a incorporação de aspectos relevantes, referentes a diretrizes e normas que visem aperfeiçoá-los na busca de melhor atender os usuários desses serviços públicos prestados pelo Estado.

4.3.1. Contribuições para melhoria das normas e critérios de outorga

Na perspectiva de incluir alguns aspectos legais para aperfeiçoamento do conjunto de normas que disciplinam o instrumento da outorga de direito de uso da água, são sugeridos os seguintes:

- Criação da taxa de emolumentos a ser paga pelo usuário demandante de outorga e/ou licença de obras hídricas, caracterizada pela prestação de serviço público de vistoria e análise técnica do respectivo pedido e expedição ou correspondência denegatória da outorga e/ou da licença trabalhadas. Essa taxa poderá incluir ainda os custos de publicação dos extratos de portaria no Diário Oficial do Estado;
- Contemplar no decreto a adoção e prática da realocação anual de vazões para a outorga, assegurando a gestão participativa e a minimização de conflitos pelo uso da água na busca do equilíbrio oferta demanda, em condições que reduzam a disponibilidade hídrica em determinados sistemas hídricos;
- Adotar a outorga preventiva em todos os usos sujeitos a outorga para melhor viabilizar a integração com a gestão ambiental, sendo esta precursora da “Licença Prévia” ambiental;
- Incluir como norma o estabelecimento das vazões insignificantes pelos CBH com participação de sua secretaria executiva, para efeito de isenção de outorga, porém dependente de cadastro junto ao setor competente. Essa vazão deve atender os usos domésticos e de pequenos núcleos urbanos no meio rural, não devendo incluir usos produtivos;
- Definir as condições para renovação de outorga (documentos necessários, prazos, renovação automática entre outros);
- Adotar um balcão único para recepção dos processos, ainda que protocolizados em instituições diferentes e convirjam para a CGERH/SRH para análise da legalidade do pedido junto a Assessoria Jurídica. Tais pedidos devem ser cotejados por uma check list feita por um técnico da área de outorga e licença;

4.3.2. Contribuições para melhoria das normas e critérios de licença de obras hídricas

1) Incluir na norma as condições para o comitê da bacia fazer a análise da necessidade da obra hídrica sob o ponto de vista social para a comunidade, considerando as alternativas para suprimimento dessas demandas;

2) A limitação da capacidade de acumulação em açudes a ser construídos em propriedades privadas poderá ter os seguintes critérios

I – a vazão regularizada com 90%(noventa por cento) de garantia, obtida mediante a metodologia do diagrama triangular ou por similar, não pode exceder uma vez e meia a demanda projetada pelo requerente.

II - Em bacias hidrográficas controladas por reservatórios públicos onde se tenha atingido o limite de saturação de açudagem, não será permitido a construção de novos açudes privados, ficando os já existentes obrigados a liberar água para a perenização do rio barrado, quando for constatada a existência de demandas insatisfeitas e que a vazão regularizada pelos reservatórios supere a demanda do proprietário que os construiu.

III - Os critérios elencados acima limitam a construção de reservatórios privados ao aproveitamento do deflúvio efetivamente produzido na propriedade ou à efetiva demanda de água do estabelecimento, sendo sempre escolhido o critério que for mais restritivo, de modo a preservar vazões remanescentes, para empreendimentos públicos ou para fins ambientais.

3) Os procedimentos e normas de licenciamento de barramentos devem considerar a compatibilização com a Resolução nº 37 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos já comentados em item anterior.

4) Revisar as características e dimensões das obras isentas de licenças, porém sujeitas ao cadastramento, verificando a possibilidade de estabelecer para barramentos a isenção até 300.000m³ de volume e altura até 6,0m, bem como isentar a construção de poços no cristalino.

5) Criar uma placa indicativa da Obra Licenciada a ser feita e instalada no local pelo interessado, como forma de dar visibilidade à implementação do Instrumento da Licença e possibilitar uma fiscalização pela sociedade da bacia, especialmente, pelo CBH-Coreaú.

4.4. Procedimentos Atuais para Expedição de Outorga e de Licença de Obras Hídricas

Este item tem uma função pedagógica de mostrar os procedimentos adotados para expedição da outorga de direito de uso da água e de licença de obras e ou serviços de interferência hídrica, conhecida como licença de obras hídricas, regulamentados pelos decretos 23.067/94 e 23.068/92, respectivamente, conforme citados, anteriormente.

Naturalmente, objetiva também oferecer condições para se proceder a uma avaliação da evolução dos procedimentos no item que trata dos procedimentos gerais com incorporação de novos aspectos técnico e protocolar de processos que visam aprimorá-los em benefício do usuário.

4.4.1. Procedimentos atuais para expedição de outorga

A expedição da outorga de direito de uso da água é feita através de portaria de autorização de uso do Senhor Secretário dos Recursos Hídricos, sendo o processo compartilhado com a COGERH que analisa o pedido e apresenta um parecer técnico para decisão da SRH através da Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos (CGERH) que via Célula de Outorga e Licença (CELIC) operacionaliza a Câmara Técnica de Outorga diante de processos mais complexos. Os fluxos dos processos de outorga estão expressos a seguir de forma resumida, o mais compreensível possível, em formato passo a passo e em fluxograma.

4.4.1.1. Fluxo - Passo a Passo

- Entrada no Protocolo Único do Estado pela SRH ou COGERH;

- **CGERH** - (Coordenadoria de Gestão dos Recursos Hídricos) envia à CELIC que cadastra o pedido e envia para a COGERH (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos);
- **COGERH** – recebe o processo e encaminha para a GEOFI (Gerência de Outorga e Fiscalização);
- **GEOFI** – através do Núcleo de Outorga faz uma triagem das informações e documentos, encaminha correspondência ao usuário, se necessário (falta de documentação e informações necessárias para elaboração do parecer), faz contato com as Gerências Regionais se necessário, acessa o banco de dados (SOL) e emite parecer técnico;
- **GESOB (Gerencia de Sobral - Bacias Acaraú e Coreaú)**
 - Orienta usuário para preencher formulário de pedido de outorga
 - Recebe e complementa informações
 - Realiza visita técnica
 - Emite parecer / relatório de visita
 - Envia processo para GEOFI/Núcleo de Outorga;
- **ANA (Agência Nacional de Águas)**
 - Recebe da CGERH os extratos do pedido e da portaria de outorga para publicar no D.O.U;
 - Recebe informações periódicas da CGERH
 - Recebe processos de pedido de outorga com parecer técnico (outorga não delegada);
- **CGERH** – recebe processos da COGERH/GEOFI, da ASJUR e da CELIC;
- **ASJUR** – analisa os aspectos jurídicos legais; encaminha processos para CGERH; despacha com o Secretário para assinatura das portarias e envia extrato de pedido de outorga e de portaria de outorga para a casa civil publicar no D.O.E;
- **Gabinete** - Secretário dos Recursos Hídricos assina as portarias de outorga, as certidões de isenção de licença ou as correspondências denegatórias;
- **Casa Civil** – publica os extratos de pedido ou de portaria de outorga no Diário Oficial do Estado;
- **CELIC** – Conclui o cadastro; gerencia o banco de dados; articula-se com o interessado; prepara portaria de outorga com extrato para publicação no D.O.E ou no D.O.U via ANA e correspondência denegatória;
- **GECOM/COGERH** – Recebe processo com outorga expedida da CELIC que estão submetidos à cobrança:
 - Faz contato com o usuário
 - Emite e assina contrato
 - Devolve processo para CELIC;
- **USUÁRIO** – recebe portaria de outorga ou correspondência denegatória da CELIC, todavia quando o usuário está sujeito à cobrança, a portaria de outorga é entregue pela GECOM/COGERH.

4.4.1.2. Fluxograma do Processo de Outorga

A **Figura 4.1** apresenta o fluxograma atual para o procedimento da outorga.

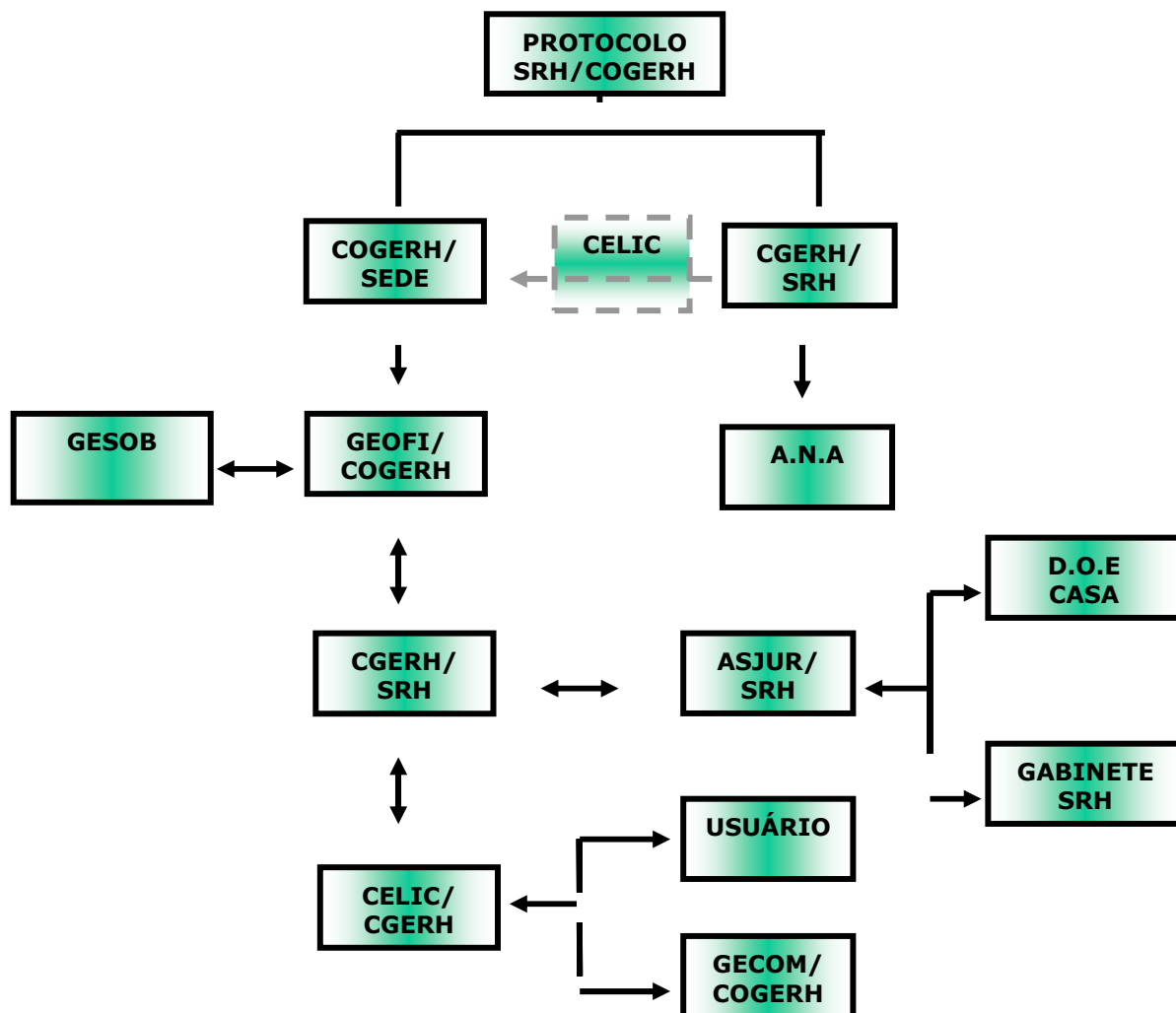


Figura 4.1. Fluxograma atual para o procedimento da outorga

4.4.2. Procedimentos atuais para expedição da licença de obras hídricas

A licença de Obras Hídricas é uma autorização expedida pela SRH (Secretaria dos Recursos Hídricos) ao interessado em executar qualquer obra ou serviço de interferência hídrica, que possam influenciar o regime hídrico de um determinado curso de água ou de um aquífero.

4.4.2.1. Antecedentes do Processo de Licenciamento

A licença prévia deve ser requerida ao Senhor Secretário dos Recursos Hídricos, utilizando-se de formulários apropriados e encaminhados à Secretaria dos Recursos Hídricos ou à COGERH, diretamente ou através das gerencias de bacias. Este processo pode envolver duas fases:

FASE 1

CARTA CONSULTA – antes de formalizar o processo de obtenção da Licença de Obra Hídrica, o interessado poderá fazer uma Consulta Prévia, à SRH com vistas a um exame preliminar de possíveis impedimentos ou limitações à implantação da obra ou serviço de oferta hídrica de seu interesse.

A análise pode ser favorável ao desenvolvimento do projeto. Neste caso a SRH enviará uma correspondência acompanhada de um **termo de referência** sugerindo a elaboração do projeto. Caso contrário, a correspondência desaconselhará o projeto.

FASE 2

LICENÇA DE OBRA HÍDRICA – este processo segue os mesmos procedimentos da FASE 1, todavia os **formulários** são encaminhados juntamente com uma cópia do projeto executivo ou básico da obra para análise, cujo resultado sendo positivo, a SRH expedirá a Licença.

Conteúdo Mínimo dos Estudos e Projetos

O projeto da obra deverá conter os dados e estudos seguintes:

- 1- Título de posse da propriedade;
- 2- Objetivos;
- 3- Localização em coordenadas geográficas, ou em UTM;
- 4- Caracterização física da área;
- 5- Antecedentes (histórico, estudos anteriores...);
- 6- Estudos básicos (topográficos, cartográficos, geotécnicos e geológicos);
- 7- Estudos sócio-econômicos;
- 8- Licenças da SEMACE (dependendo do porte da obra);
- 9- Projeto básico da obra.

Observações:

- 1- Para a FASE 1 (Carta Consulta) os elementos exigidos são os definidos de 1 a 5.
- 2- Os projetos públicos de obras de oferta hídrica, exceto poços, deverão conter também:
 - Decreto declaratório de desapropriação e cadastro fundiário;
 - Projeto de estrada de acesso à obra, interligada à malha viária existente;
 - Tomada d'água ou sifão apto a liberar água no rio;
 - Projeto de reassentamento da população atingida, quando couber.

4.4.2.2. Os procedimentos para expedição da licença de obras hídricas

Os pedidos de licença e de análise de carta consulta são feitos em formulários apropriados e protocolizados na SRH ou COGERH.

A SRH responderá ao interessado, no caso de Carta Consulta, com o envio de um termo de referência, no prazo de 60 (sessenta) dias, sendo-lhe facultado ouvir previamente o Comitê Estadual de Recursos Hídricos – COMIRH, na forma do art. 33, inciso IV, da Lei nº 11.996/92.

- A contagem do referido prazo é suspensa quando o processo é convertido em diligência a cargo do interessado
- O termo de referencia é de adoção obrigatória.

Análise de Projetos e Parecer Técnico

Para todas as demandas de licenças serão realizadas, inicialmente: a verificação do preenchimento correto do requerimento e formulário; análise da documentação apresentada, inclusive Anotação de Responsabilidade Técnica – ART; a indicação das coordenadas do local da obra, entre outros. Esta pré-análise é feita na CGERH/SRH ou na GEOFI/COGERH conforme o protocolo de entrada.

A seguir apresentam-se os passos adotados para a análise dos pedidos de licença das principais obras sujeitas ao licenciamento nos termos do decreto 23.067/92:

1. Obras de Barramento

Barragens:

- a) A equipe técnica da GEOFI analisa os estudos hidrológicos acerca dos impactos gerados na bacia hidrográfica, concernentes às interferências de montante e os efeitos cumulativos a jusante da obra pleiteada;
- b) Concluída a análise a GEOFI emite um parecer técnico enumerando as pendências se houverem e encaminha para a SRH/COGERH para apreciação e conclusão do processo;
- c) A CGERH solicita informações e/ou estudos complementares ao interessado e após recebê-las encaminha novamente para análise da GEOFI/COGERH se o caso for de complementação do projeto, caso contrário encaminha à ASJUR para análise da documentação;
- d) A CGERH de posse do processo instruído com parecer da GEOFI/COGERH submete à decisão do Senhor Secretário através da ASJUR, que devolve à CGERH para as providencias finais;
- e) Como providências finais, estão compreendidas a expedição da portaria de licença, a certidão de isenção da licença, a correspondência denegatória ou ainda a solicitação de documentos do acervo legal exigido.

Travessias de Curso D'água (Passagem Molhada)

- a) A equipe técnica da GEOFI analisa os estudos hidrológicos e hidráulicos concernentes à vazão máxima afluente, verificando a necessidade de inserção ou não de bueiros no corpo da passagem molhada, com o objetivo de acelerar o escoamento superficial da cheia máxima instantânea;
- b) Uma vez aprovada a construção da passagem molhada sob o ponto de vista hidrológico e hidráulico, procede-se a análise do projeto executivo;
- c) Os demais procedimentos estão descritos no item 1.1, letras b, c, d, e.

2. Obras de Adução

- a) A equipe técnica da GEOFI analisa a disponibilidade do manancial concernente a vazão requerida;
- b) Caso haja viabilidade nesse sentido, o técnico procede a análise do projeto executivo, observando os seguintes aspectos; justificativa sócio-econômica do empreendimento e situação fundiária do caminhamento e obras complementares da adutora;
- c) Demais procedimentos estão descritos no item 1.1, letras b, c, d, e.

3. Obras de Exploração de Águas Subterrâneas (poços)

- a) Técnicos da GEPRO analisam o projeto;
- b) Demais procedimentos estão descritos no item 1.1, letras b, c, d, e.

4.4.2.3. Expedição da Licença

Satisfeitas todas as condições técnicas e legais a CTL e/ou o setor competente da SRH recomendará a expedição da licença, que será feita na forma de portaria com extrato publicado no Diário Oficial do Estado, percorrendo todos os passos conforme mostra o fluxograma do processo.

4.4.2.4. Fluxograma do Processo de Licença

A **Figura 4.2.** apresenta o fluxograma atual para o procedimento da licença de obras hídricas.

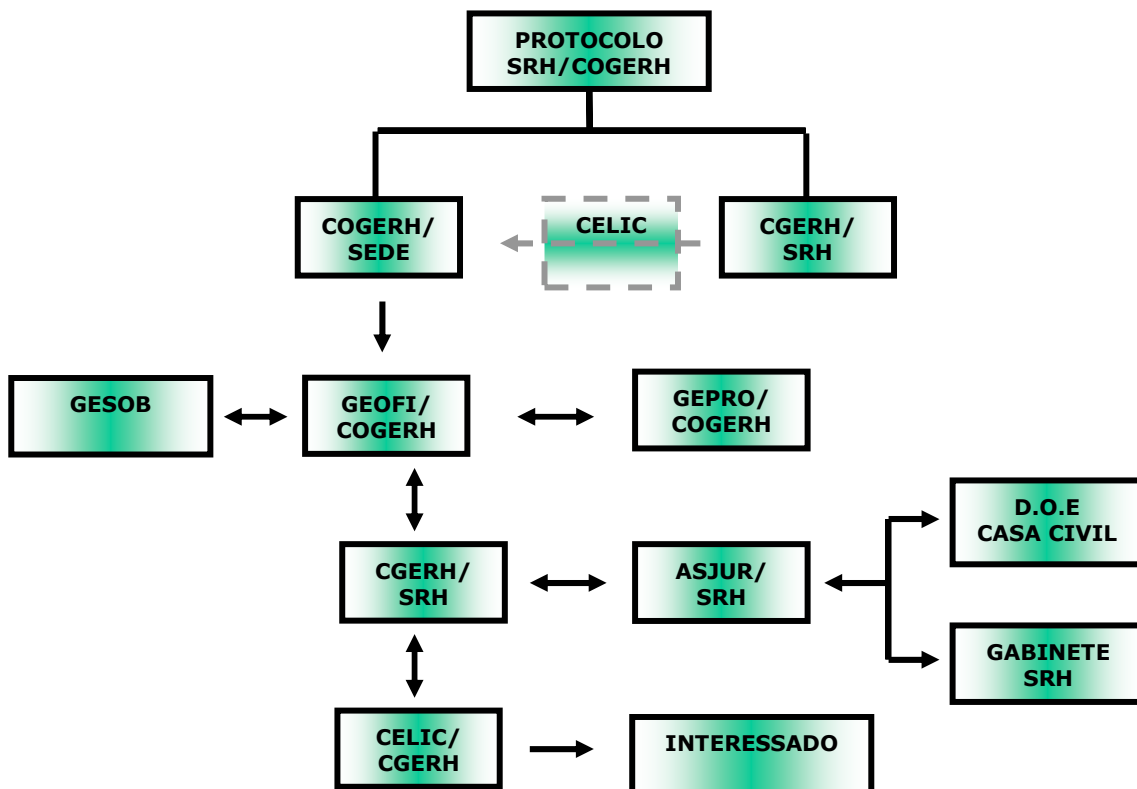


Figura 4.2. Fluxograma atual para o procedimento da licença de obras hídricas

4.5. Procedimentos Participativos para a Implementação de Outorgas e Licenças de Obras Hídricas na Bacia do Coreaú

A bacia hidrográfica do Rio Coreaú possui o Comitê de Bacia em pleno funcionamento desde 8 de junho de 2006, composto por 30 (trinta) membros e uma diretoria eleita por seus membros, formada por um presidente, um vice-presidente e um secretário geral.

Como segmento de apoio às atividades do Comitê, no que concerne ao compartilhamento das ações de implementação da outorga e licença, o CBH deve criar e operacionalizar uma Câmara Técnica Especial de Outorga e Licença que poderá se chamar COL (Câmara de Outorga e Licença) para tratar desses Instrumentos de Gestão, posto que já dispõe de uma Câmara Técnica de Meio Ambiente (CTMA) e que façam reuniões ordinárias mensais e se dediquem a assessorá-lo nestes importantes temas da gestão dos recursos hídricos em integração com a gestão ambiental.

Diante dessa estrutura de apoio operacional, destaca-se que o CBH-Coreaú deve a partir da COL mobilizar-se para desempenhar as funções que lhe são atribuídas institucionalmente, participando das deliberações e consultas coletivas na formulação e aplicação de procedimentos para a expedição de outorgas e de licenças de obras hídricas nas bacias de sua jurisdição.

É evidente que pela natureza dos instrumentos em discussão, tratam-se de interferências hídricas na bacia cuja atuação do CBH dar-se-á de forma global e coletiva no caso das alocações de águas e de forma individual, através da COL nos casos de licenças de obras hídricas. Em todos os casos, entende-se que a participação do CBH será importante para a gestão dos recursos hídricos, levando em conta, naturalmente, o seu papel político na bacia. Para tanto são consideradas as seguintes ações no processo:

- O CBH-Coreaú deve desempenhar por competência o papel fundamental de discutir, conhecer e aprovar todas as alocações globais de água para os múltiplos usos, considerando as demandas atuais e planejadas;
- Igualmente é seu dever discutir e aprovar todas as obras de interferência hídrica com os respectivos prazos de execução, bem como acompanhar os planos plurianuais e as devidas realizações por parte dos órgãos gestores;
- O CBH-Coreaú através da COL deve participar de todas as reuniões de alocação negociada de água em cada sistema hídrico da bacia e fazer a compatibilização com o planejado no Plano da Bacia, bem como acompanhar e analisar todo o processo durante o período determinado do ano e o fechamento do exercício em sintonia com sua Secretaria Executiva, distinguindo os fatores de eficiência do modelo, tanto em processos como em uso eficiente da água;
- Em função da disponibilidade hídrica do sistema e da alocação global da água no Plano de Bacia e face à complexidade de determinados pedidos de outorga, é importante e necessário que a COL dialogue com a SRH/COGERH – Gerência das Bacias do Acaraú e Coreaú no sentido de realizarem uma análise compartilhada dessas demandas mais importantes, contudo, deve-se dar a celeridade processual que o caso requer;
- Considerando relevante a participação do CBH-Coreaú na verificação de uma justificativa social para a construção de uma determinada obra hídrica na bacia, a Secretaria Executiva do CBH deve apresentar o processo completo com os pareceres técnico e jurídico (este relativo a legalidade da documentação) à COL para que esta, com seu auxílio proceda uma vistoria para avaliação de alternativas que satisfaçam as

demandas hídricas propostas no projeto e respondam se este tem uma função social para a comunidade, condição que se tornará indispensável para a expedição da licença;

4.6. Procedimentos Propostos para Expedição de Outorgas e de Licenças

A análise de todo esse sistema de outorga e licença permitiu a proposição de um novo formato de procedimentos de processos envolvendo a SRH como ente que decide e emite as portarias de outorga e licença, a COGERH como órgão de apoio técnico que emite o parecer sobre os pedidos e o Comitê da Bacia do Coreau que por intermédio da COL interage no processo deliberando sobre alocações, outorgas¹ ou construção de obras sob o ponto de vista social.

4.6.1. Fluxograma de processos (gráfico) e fluxo passa a passo (descrição de cada passo)

A arquitetura dos fluxos apresentados no desenho abaixo, é uma tentativa de espacialização dos caminhos e setores que trabalham os processos de outorga e licença, dando uma visão geral da estrutura operacional do sistema e suas relações no cumprimento das funções finalísticas da CGERH/SRH.

Complementando as informações que envolvem o desenvolvimento dessas funções, são descritas as atividades de cada setor na expedição das outorgas e licenças numa condição propositiva com vistas ao aperfeiçoamento das rotinas desses processos.

4.6.1.1. Fluxograma do Processo de Outorga (Proposta)

A **Figura 4.3.** apresenta o fluxograma atual para o procedimento da outorga.

4.6.2. Fluxo do processo de outorga passo a passo

- 1) Check List – A SRH e COGERH deverão ter um setor para fazer uma pré-análise do material a ser protocolizado como pedido de outorga ou de licença com base numa check list (modelo anexo) que deve fazer parte do processo com assinalação de todos os campos e assinatura do responsável, que identifica a condição para abertura do processo;
- 2) Setor de Protocolo (SRH ou COGERH) - O processo pode ser protocolizado na SRH ou na COGERH, todavia deve ser encaminhado para a CGERH/SRH;
- 3) CGERH - Encaminha o processo à ASJUR (1) para análise da legalidade dos documentos. É importante que o processo antes da análise técnica tenha a comprovação de que o interessado cumpriu os aspectos legais;
- 4) ASJUR (1) – Analisa os documentos nos aspectos legais e caso haja necessidade de complementação de documentos, faz contato com o interessado no sentido de sanar as pendências. Atendidas as exigências legais, o processo é remetido à CGERH;
- 5) CGERH - Remete à CELIC (1) que faz o pré-cadastramento no sistema SOL, emite o extrato de pedido de outorga para envio à ANA para publicação no D.O.U, caso se trate de outorga delegada e remete o processo para análise técnica da GEOFI/COGERH;

¹ Outorgas de significativa complexidade, o CBH-Coreau através da COL é chamado a se manifestar por meio de um parecer conjunto com a secretaria executiva.

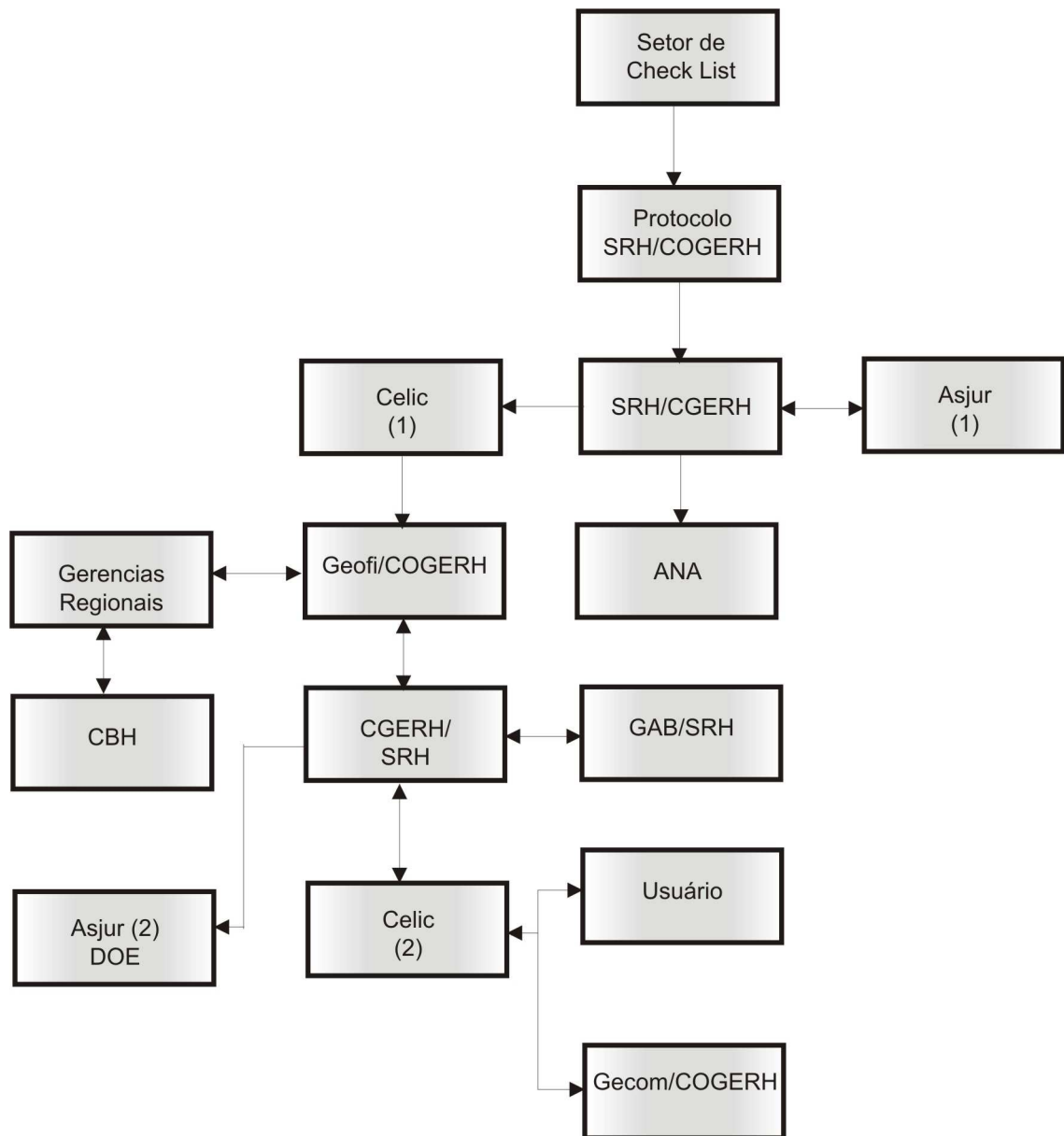


Figura 4.3. Fluxograma atual para o procedimento da outorga

- 6) GEOFI/COGERH – Procede a análise e solicita informações complementares ou vistoria de campo da Gerencia das Bacias do Acaraú e Coreaú. Caso se trate de outorga de maior complexidade a Gerência fará uma discussão com a COL do Comitê para uma avaliação conjunta;
- 7) GEOFI/COGERH - Concluído o parecer, o processo é remetido para a CGERH/SRH para os devidos encaminhamentos;
- 8) CGERH - Remete o processo à CELIC (2) para confirmação do parecer da GEOFI/COGERH por si ou com participação da CTO e realização das seguintes atividades:
 - Em se tratando de outorga da União não delegada, o processo é remetido para a ANA.
 - Concluir o cadastro do usuário no SOL;
 - Emitir a portaria de outorga ou a correspondência denegatória;
 - Emitir os extratos de portaria da outorga para publicação no D.O.E ou para envio à ANA para publicação no D.O.U;
 - Encaminha o processo à CGERH.
- 9) CGERH - Despacha com o Senhor Secretário para informações e assinaturas da portaria de outorga ou da correspondência denegatória e toma as seguintes providências:
 - Encaminha o processo à CELIC (2);
 - Encaminha os extratos de portaria à ASJUR (2) para providenciar a publicação no D.O.E.
- 10) CELIC (2) - Arquiva o processo e encaminha a outorga ou a correspondência denegatória ao usuário, se pelo correio com AR (Aviso de Recebimento). Quando a outorga for objeto de cobrança da tarifa de água bruta, a CELIC envia o processo à GECOM/COGERH para emissão de contrato de fornecimento de água bruta e entrega da outorga ao interessado. O processo é devolvido à CELIC para arquivo.

4.6.3. Processo de Licença de Obras Hídricas (Proposta)

A **Figura 4.4.** apresenta o fluxograma (proposta) para o procedimento da licença de obras hídricas

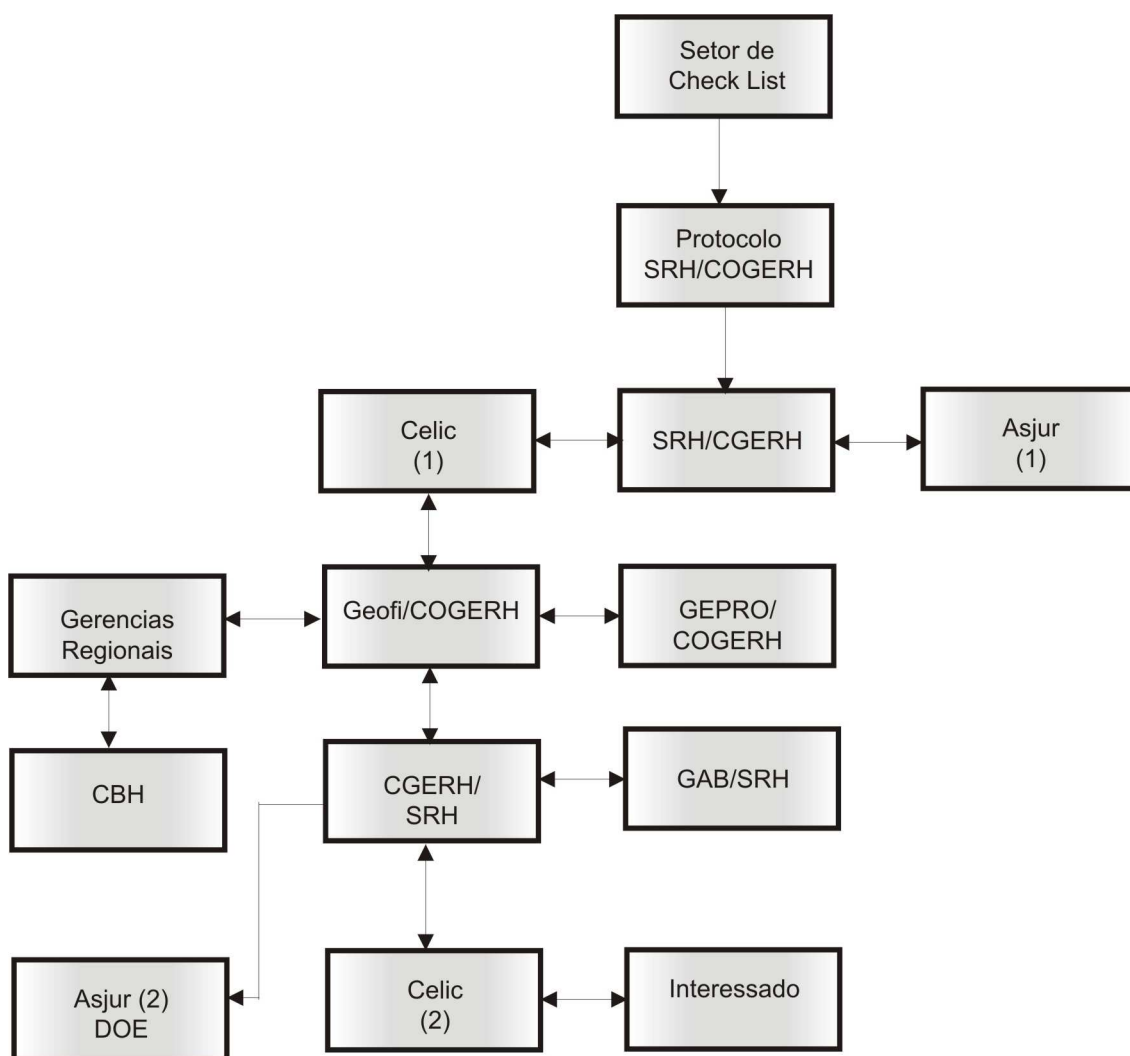


Figura 4.4. Fluxograma proposta para o procedimento da licença de obras hídricas

4.6.4. Fluxo do processo de licença de obra hídrica passo a passo

- 1) Check List – A SRH e COGERH deverão ter um setor para fazer uma pré-análise do material a ser protocolizado como pedido de licença ou de outorga com base numa check list (modelo anexo) que deve fazer parte do processo com assinalação de todos os campos e assinatura do responsável, que identifica a condição para abertura do processo;
- 2) Setor de Protocolo (SRH ou COGERH) - O processo pode ser protocolizado na SRH ou na COGERH, todavia deve ser encaminhado para a CGERH/SRH;
- 3) CGERH - O processo é encaminhado à ASJUR (1) para análise da legalidade dos documentos. É importante que o processo antes da análise técnica tenha a comprovação de que o interessado cumpriu os aspectos legais;
- 4) ASJUR (1) – Analisa os documentos nos aspectos legais e caso haja necessidade de complementação de documentos, faz contato com o interessado no sentido de sanar as pendências. Atendidas as exigências legais, o processo é remetido à CGERH;
- 5) CGERH - Remete o processo à CELIC para conhecimento, pré-cadastro no sistema SOL e encaminhamento à GEOFI/COGERH para análise e parecer;

- 6) GEOFI/COGERH – Analisa o projeto em todos os seus aspectos técnicos, bem como os relativos à situação fundiária da obra e a justificativa sócio-econômica do empreendimento, utilizando-se do apoio da GEPRO/COGERH e da Gerencia das Bacias do Acaraú e Coreaú que prestarão informações e farão estudos, inclusive visitas de campo para confirmação de determinados padrões e sobre tudo para checagem das coordenadas do local da obra.
 - Apensado o parecer técnico, a GEOFI/COGERH através da Gerencia da Bacia deve apresentar o processo completo à Câmara Técnica Especial de Outorga e Licença do CBH-Coreaú para que esta proceda à avaliação do ponto de vista social da obra e apresente um relato da situação em complemento à análise do pedido de licença;
 - Concluída a análise do pedido de licença, a GEOFI/COGERH encaminha todo o processo à CGERH/SRH para as providencias cabíveis;
- 7) CGERH - Encaminha o processo à CELIC (2) para confirmação dos pareceres e discussão na CTL, se necessário. Conclui o cadastramento no SOL, emite a portaria de licença, o certificado de isenção da licença ou a correspondência denegatória, bem como o respectivo extrato para publicação no D.O.E. Em seguida encaminha à CGERH;
- 8) CGERH - Despacha com o Senhor Secretário para informações e assinaturas dos documentos finalísticos do processo de licença. Em seguida envia o processo à CELIC (2) e os extratos para publicação no diário oficial do Estado através da ASJUR (2).
- 9) ASJUR (2) - Deve providenciar a publicação dos extratos de portarias junto à Casa Civil como forma de validar a licença;
- 10) CELIC (2) - Após alimentar o banco de dados do SOL, encaminha o documento final ao interessado.

4.7. Acesso às Informações de Outorgas e Licenças Expedidas

O CBH-Coreaú deve acessar os arquivos do SOL – Sistema de Outorga e Licença para em tempo real tomar conhecimento de todas as portarias de outorgas e de licenças expedidas, bem como aos quadros resumos de todas as outorgas acumuladas na bacia e por sistema hídrico com o objetivo de realizar os balanços hídricos necessários ao entendimento da situação de controle dos usos da água.

Com relação aos processos de licenciamento, os mesmos relatórios devem ser do conhecimento do CBH-Coreaú, que precisa ter as informações e as condições de saturação da bacia hidrográfica do Coreaú com a construção de barragens, especialmente, com a análise dos aspectos sociais realizados pelo comitê. Deve, portanto, abrir um canal com a COGERH para viabilizar esse compartilhamento de informações

**5. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS QUE
MELHOREM A EFICIÊNCIA DO SISTEMA NA BACIA DO COREAÚ**

5. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS QUE MELHOREM A EFICIÊNCIA DO SISTEMA NA BACIA DO COREAÚ

O plano de gerenciamento das águas de uma bacia hidrográfica pode ser um importante instrumento de integração de políticas públicas ambientais e de desenvolvimento, promovendo um manejo adequado, não só dos recursos hídricos, mas de todos os seus recursos ambientais, levando à sustentabilidade da região.

A Bacia do Coreaú, por suas riquezas naturais, tem, na conservação ambiental um de seus desafios, devendo ser dada ênfase neste tema, entre os tratados a seguir.

Tem-se realizado no Ceará, nas últimas décadas, uma profunda reforma na gestão da água, que contempla múltiplas dimensões do gerenciamento de recursos hídricos, tais como:

- i) Instalação de uma infraestrutura político-jurídico-institucional que administre o sistema;
- ii) Descentralização e participação pública no processo de tomada de decisão e sistema administrativo de gerenciamento de conflitos constituído das comissões de usuários, comitês de bacia e Conselhos Estaduais de recursos hídricos;
- iii) Sustentabilidade financeira e mecanismo de financiamento do sistema através da cobrança pelo uso da água;
- iv) Construção de infraestrutura física que aumente as garantias do sistema e permitam a transferência de água para o suprimento dos usos com maior valor econômico e social;
- v) Internalização da cultura de operação e manutenção do hidrosistemas como forma de garantir a produção de benefícios sociais das infraestruturas construídas;
- vi) Planejamento como instrumento de seleção das ações a serem adotadas;
- vii) Capacitação institucional (técnica e instrumental) para o gerenciamento do sistema.

A reforma da água operada no Ceará contempla, assim, mudanças políticas, na transparência e na forma de tomada de decisões; mudanças culturais, na forma de relação entre público e privado; mudanças no gerenciamento, no critério com o que se constrói, se opera e na manutenção da infraestrutura e, principalmente, mudança na visão de sustentabilidade financeira, econômica e social que os sistemas devem ter. A reforma em questão opera sobre processos sociais profundos, demandando tempo para a construção de uma nova cultura das águas, associada ao sistema de valores promovidos pela mesma.

Esta reforma da água, no Ceará, não se encontra concluída, estando em momento decisivo de sua consolidação. Uma agenda de medidas não estruturais que melhorem a eficiência do sistema deve contemplar pelo menos oito objetivos:

- Definição de medidas de proteção dos mananciais
- Articulação com os municípios para o zoneamento do uso do solo;
- Controle de Cheias e zoneamento de áreas inundáveis e suas ocupações, estabelecimento de sistemas de alerta com avaliação das perdas e ganhos.
- Consolidação e aprimoramento dos instrumentos de gerenciamento da demanda: outorga, licença, fiscalização e tarifa pelo uso da água
- Consolidação da gestão da oferta quantitativa das águas superficiais (através da operação e manutenção da infraestrutura hídrica) e introdução de mecanismos da gestão da qualidade da água, assim como, das águas subterrâneas

- Aprimoramento dos mecanismos de participação pública e gerenciamento de conflitos pelo uso da água.
- Fortalecimento institucional a fim de capacitar aos desafios desta fase da reforma em curso.
- Gerenciar o risco climático nos recursos hídricos

Estes oito objetivos ensejam pelo menos doze componentes de ação:

- Disciplinamento do Uso e Ocupação dos Solos
- Medidas de Proteção de Mananciais
- Sistema de Alerta de Cheias e Zoneamento de áreas inundáveis
- Fortalecimento Institucional
- Sistema de Outorga, Licença e Fiscalização
- Programa de Tarifa de água bruta
- Comitês de Bacias
- Organização de usuários de água Bruta
- Operação e Manutenção da infraestrutura hídrica
- Gestão da Qualidade da água
- Gestão das águas subterrâneas
- Gerenciamento do Risco Climático em Recursos Hídricos

5.1. Disciplinamento do Uso e Ocupação do Solo

O disciplinamento do uso e ocupação do solo da bacia deve ser feito considerando os condicionantes naturais do meio físico, tais como: a cobertura vegetal, a topografia, os tipos de solos, as características geológicas, o sistema de drenagem natural da águas, incluindo os reservatórios e cursos d'água e a recarga de aquíferos subterrâneos.

Algumas áreas apresentam características que recomendam a sua preservação ou uso controlado. São as chamadas “áreas frágeis”, cujas condições naturais justificam a sua proteção. Outras áreas são mais favoráveis à ocupação, podendo-se propor, para as mesmas, uma utilização mais intensa.

Na Bacia do Coreaú, foram identificadas as seguintes áreas frágeis, para as quais foram propostas medidas especiais de controle do uso / ocupação do solo:

- Áreas Urbanas
- Zona costeira
- Nascentes de rios
- Áreas marginais aos recursos hídricos, incluindo a mata ciliar
- Áreas com relevo acidentado
- Áreas com solo ou cobertura vegetal que recomendam práticas de conservação
- Unidades de Conservação
- Áreas de recarga de aquíferos
- Áreas de caatinga

5.1.1. Áreas Urbanas

Os aglomerados urbanos de uma bacia hidrográfica são áreas que merecem uma atenção especial em termos de disciplinamento do uso / ocupação do solo, devido às modificações ambientais que normalmente ocorrem na mesma, com repercussões nos recursos hídricos, em termos de qualidade e de quantidade.

De acordo com a Constituição do Brasil (art.182), a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. O instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana é o Plano Diretor, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes.

Ainda segundo a Constituição Federal (art. 30, VIII), compete aos Municípios promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Os Planos Diretores municipais constituem importante instrumento de disciplinamento do uso/ocupação das suas respectivas sedes, uma vez que devem ser elaborados visando a disciplinar o crescimento econômico e social, de forma ecologicamente equilibrada.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano é complementado por outros dispositivos, tais como a Lei de Uso e Ocupação do Solo, que define a distribuição espacial das atividades, na cidade, e a Lei de Loteamentos, que estabelece as diretrizes para os projetos de parcelamento de glebas urbanas.

O Governo do Estado, através dos órgãos competentes, deverá apoiar os municípios na preparação de suas políticas de desenvolvimento urbano, promovendo a elaboração dos documentos necessários, uma vez que as Prefeituras Municipais, de um modo geral, não contam com estrutura e pessoal para a realização dessas tarefas.

5.1.2. Zona Costeira

As zonas costeiras, por serem áreas de grande valor paisagístico, e pela importância dos seus ecossistemas, devem ter usos e ocupação controlados. Essas áreas são compostas por dunas, praias, falésias, restingas, lagoas e manguezais, ambientes que precisam ser preservados ou ter baixa ocupação.

São Reservas Ecológicas as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- Nas restingas, em faixa mínima de 300 (trezentos) metros a contar da linha de preamar máxima.
- Nos manguezais, em toda a sua extensão.
- Nas dunas, como vegetação fixadora.

As zonas costeiras, além do grande valor paisagístico, têm grande importância ambiental, por vários aspectos, destacando-se os estuários, sendo áreas onde a água doce encontra a água salgada, e constituem ecossistemas delicados, sendo usados como local de desova de peixes. Nessas áreas, há um movimento alternado das águas, do rio para o mar e vice-versa. Esses locais funcionam como áreas de amortecimento de cheias.

Os manguezais são ecossistemas costeiros com altas taxas de produtividade, graças aos fluxos externos de matéria e energia que penetram nos mesmos em função da sua localização. Outros valores dos manguezais são: variedade de habitats para inúmeras espécies, quer para alimentação, reprodução, desova, crescimento e proteção contra predadores; estabilização do litoral contra a erosão; equilíbrio da paisagem; valor econômico, social, recreacional e turístico. Desempenham importante papel como exportador de matéria orgânica para o estuário, contribuindo para a produtividade primária na zona costeira.

As restingas são acumulações arenosas litorâneas, paralelas à linha da costa, onde se encontram associações vegetais mistas características, comumente conhecidas como "vegetação de restinga", compondo ambiente a ser preservado, pelo seu valor ecológico.

As dunas são locais que, além de grande valor paisagístico, constituem boas áreas de recarga de aquíferos subterrâneos, devido à alta permeabilidade. As áreas de recarga dos aquíferos costeiros são as dunas, rios e riachos influentes e as lagoas interdunares. As águas infiltradas nas dunas têm como exutórios as lagoas interdunares, rios e riachos efluentes e o fluxo de fontes para o mar.

A zona costeira, assim como outras áreas litorâneas do Estado, vêm sofrendo um processo acelerado de ocupação, com diversas atividades contribuindo para a sua degradação: construções de edificações, principalmente casas de veraneio, hotéis, pousadas, complexos turísticos e outras; abertura de rodovias; extração de areia; retirada da vegetação; aterramento e destruição de áreas de mangues. Essas modificações têm resultado em vários problemas ambientais, com reflexos nos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, tanto em termos de quantidade como de qualidade.

Os aquíferos costeiros são representados pelo sistema Dunas/Paleodunas, Embora, de um modo geral, as águas subterrâneas tenham boa qualidade, já pode ser constatada, em alguns locais, a presença de poluentes resultantes do mau uso e ocupação da área.

Recomenda-se o Zoneamento de toda a área costeira da bacia, com a definição de usos recomendados, não recomendados e recomendados com restrições, para as diversas áreas litorâneas, em função das suas características ambientais.

5.1.3. Uso Sustentado da Caatinga

O uso sustentável da Caatinga é um importante desafio. A utilização da caatinga para o uso em carpintarias ou como estacas e moirões, produção de lenha e carvão, utilização da área para a pecuária, pastoreio e sobrepastoreio e para a produção agrícola através de coivadas deve ser regulado de forma a mitigar a degradação devido ao manejo inadequado.

A utilização da vegetação da caatinga tem sido feita, de um modo geral, de forma predatória, sem se preocupar com a renovação e/ou preservação da mesma, com sérios impactos sobre o ambiente, repercutindo na degradação do solo e dos recursos hídricos.

O desenvolvimento sustentado da caatinga é a melhor forma de garantir o seu aproveitamento sem causar problemas irreversíveis de degradação ambiental. Esta forma de desenvolvimento deverá ser buscada através de três linhas principais de controle:

- Manejo pastoril da caatinga
- Manejo da produção agrícola na caatinga
- Manejo da caatinga para a produção de madeira

5.1.4. Macrozoneamento

O macrozoneamento é um instrumento básico para o disciplinamento do uso e ocupação do solo, devendo ser usado como diretriz inicial para qualquer proposta de atividade a ser desenvolvida na bacia.

Através do macrozoneamento, são propostas as áreas onde deverão ser desenvolvidas atividades econômicas na bacia, bem como as áreas que deverão ser ocupadas com menor intensidade ou preservadas.

O macrozoneamento da bacia hidrográfica deve ser utilizado como referência preliminar para os programas mais específicos de disciplinamento do uso / ocupação do solo das diversas áreas que a integram, devendo ser observado pelo Estado e pelos Municípios.

5.1.5. Recuperação e Controle de Áreas Críticas

Áreas críticas são as que apresentam problemas ambientais, em decorrência das atividades humanas desenvolvidas na bacia, podendo estar em maior ou menor grau de criticidade.

5.1.5.1. Recuperação da Vegetação e das Áreas Degradadas

Deverá ser implementado um programa de recuperação da vegetação nas áreas de preservação permanente, bem como nas áreas degradadas.

Este programa deverá ser desenvolvido a partir da identificação e delimitação das áreas desmatadas e em processo de degradação, constantes do Diagnóstico feito para a bacia. Quando necessário, deverão ser realizados levantamentos complementares, para melhor conhecimento dos locais a serem recuperados.

5.1.5.2. Recuperação das Áreas de Preservação Permanente

As áreas de Preservação permanente devem ter programa específico de recuperação e preservação. Nestes programas deve-se desenvolver a recuperação de matas ciliares e de vegetação.

5.1.5.3. Controle da Erosão e Conservação do Solo

Ações de conservação ambiental a exemplo do PRODHAM devem ser executadas em microbacias hidrográficas principalmente nas altas bacias hidrográficas. Estas ações devem incorporar aspectos do **Manejo e Conservação de Solos** para a Bacia Hidrográfica (a proteção e o aumento da cobertura vegetal do solo; o controle do escoamento superficial da água; o aumento da infiltração da água no perfil do solo); Medidas de caráter edáfico, Medidas de caráter vegetativo.

5.1.6. Reuso de Águas

O reuso de águas é uma prática indicada para regiões semiáridas constituindo medida de controle da poluição da água e uma alternativa para o aumento da disponibilidade hídrica.

Os esgotos tratados, como ocorrem em várias partes do mundo, devem ser reaproveitados, devendo a sua utilização integrar qualquer política de gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica.

5.2. Proteção dos Mananciais

Os mananciais superficiais e subterrâneos devem ser objetos de proteção.

- **Nascentes e Olhos d'água:** As nascentes de rios são locais que devem ser protegidas, conforme tem sido disciplinado através das legislações federal e estadual.
- **Áreas Marginais aos Recursos Hídricos:** Os terrenos situados nas margens dos recursos hídricos, com sua cobertura vegetal, são áreas de grande importância. É muito importante, portanto, que se preserve a vegetação natural das margens dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Jaguaribe, que constitui a mata ciliar, e que se adotem medidas de controle da ocupação dos terrenos imediatamente adjacentes.
- **Áreas de Recarga de Aquíferos:** as áreas de recarga dos aquíferos devem ser protegidas. A mitigação de poluição dos aquíferos tem elevados custos. A preservação de condições adequadas da região de recarga ação importante para a garantia da oferta hídrica deste manancial em qualidade e quantidade.

5.2.1. Enquadramento dos Recursos Hídricos

A Resolução CONAMA nº 357/05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, definiu enquadramento como o estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo. O Enquadramento é um instrumento importante na definição do rio que “queremos” e “podemos” (financiar). Este processo é importante na definição de metas para futuros planos.

5.3. Sistema de Alerta de Cheias e Zoneamento de Áreas Inundáveis

O sistema de alerta de cheias e zoneamento de áreas inundáveis deve ser realizado seguindo a seguinte metodologia:

- Estratégia de Operação do sistema de reservatório para o controle de cheias.
- Definição do nível meta.
- Zoneamento de áreas inundáveis para diferentes níveis máximos de cheias.
- Implementação de Modelo de Simulação da Hidrodinâmica do Sistema Fluvial.
- Determinar a regra de operação do reservatório através da Otimização do sistema.
- Definição de Plano de Contingência.

5.3.1. Estratégia de Operação do sistema de reservatório para controle de cheias

A Estratégia metodológica proposta para o sistema de alerta de cheias é mostrada na **Figura 5.1** a seguir. Inicialmente deve-se se encontrado os níveis meta dos reservatórios de controle de cheia a longo prazo, em seguida ajusta-se este níveis utilizando informações climáticas. Posteriormente deve-se realizar previsão de vazões utilizando as informações do monitoramento e da previsão do tempo com vistas a se avaliar o impacto das potenciais cheias e identificar situações em que deva ser emitido o alerta a população e iniciar a atuação da defesa civil. Caso não haja reservatório de controle de cheias ou que amortecia o pico das cheias executa-se a partir do passo 3.

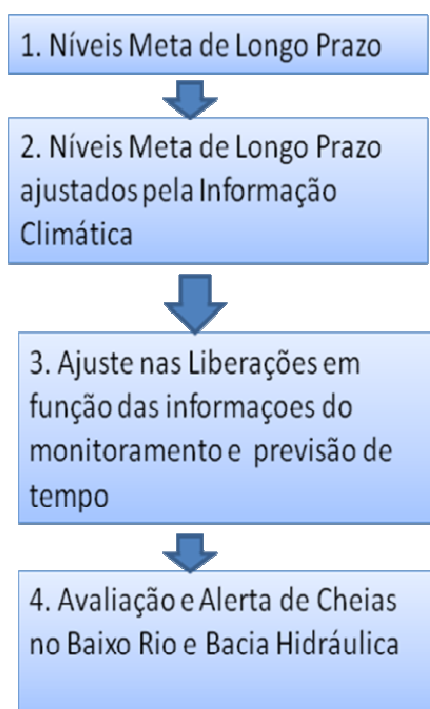


Figura 5.1. Operação do reservatório

5.3.2. Metodologias utilizadas para a definição do Nível Meta

A estimativa dos volumes de espera de cheias em caso de reservatório de controle de cheias pode ser realizado pelo método da curva volume–duração determinístico, descrito a seguir:

$$VE = \max [VA_D - DxQ_{lim}x\Delta t] \quad (5.1)$$

Onde:

VE = Volume de espera para o período analisado.

Q_{lim} = Vazão efluente Limite.

5.3.3. Zoneamento de áreas inundáveis para diferentes níveis máximos de cheias

O zoneamento dos níveis de cheias e respectivas áreas inundáveis deve ser feita preferencialmente na escala 1:25.000 ou menor. Neste zoneamento deve-se identificar quais os tipos de uso do solo com vistas a uma estimativa de danos em função da ocorrência de inundações.

5.3.4. Otimização do sistema

Com base nos resultados obtidos será realizada uma otimização do sistema, que tem com objetivo principal a determinação a regra de operação do reservatório.

5.3.5. Implementação de Modelo de Simulação da Hidrodinâmica Fluvial

5.3.5.1. Definição da Cheia afluente

A determinação da cheia afluente será realizada com base em modelo chuva-deflúvio baseado em previsão da precipitação na bacia hidrográfica.

a) Metodologia de estimativa de vazões pelo modelo chuva-deflúvio

A metodologia procura descrever as diversas hipóteses de cálculo da cheia de projeto: a escolha da chuva de projeto, o hietograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheias em cada sub-bacia e põe fim a propagação da cheia no canal. A ferramenta utiliza para a implementação desta metodologia foi o programa HEC-HMS².

As relações chuva-deflúvio para a área de drenagem da Bacia devem ser estabelecidas utilizando-se o modelo HEC-HMS, um modelo desenhado para simular o escoamento superficial em uma bacia, sendo esta representada como um sistema de componentes

²US ARMY CORPS OF ENGINEERS - HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER, 1990. HEC-HMS FLOOD HYDROGRAPH PACKAGE - USERS MANUAL, 415 p.

hidrológicos e hidráulicos. Para esta bacia foi estudada a sua resposta ao hietograma obtido da previsão de chuva para um dado período de operação das comportas.

O modelo HEC-HMS permite o uso de várias metodologias para determinação da chuva efetiva, simulação do escoamento superficial em bacia (*overland flow*) e propagação do escoamento em canais e reservatórios. No caso da bacia em estudo foi adotado o seguinte:

- Método Curva-Número (*Soil Conservation Service*) na determinação da chuva efetiva;
- Método do *Soil Conservation Service* na determinação do hidrograma unitário sintético - Escoamento Superficial na bacia (*Overland flow*);
- Método da Onda Cinemática para a propagação das cheias nos canais

b) Precipitação

O termo precipitação pode ser entendido como todas as formas de água provenientes do meio atmosférico e que atingem a superfície terrestre sob forma de neblina, granizo, neve, orvalho e chuva. A precipitação, por natureza, é um fenômeno de características variáveis, tanto no aspecto temporal como espacial.

Para cálculo do escoamento superficial para a bacia poderá ser realizado por as metodologias abaixo citadas:

- Utilização de um modelo meteorológico de meso-escala que seria responsável pela previsão de chuva;
- Utilização de radar meteorológico e postos pluviográficos com vistas à previsão.
- Definição de uma chuva pelo operador do sistema.

c) Precipitação Efetiva

O modelo HEC-HMS refere-se a interceptação superficial, armazenamento em depressões e infiltração como perdas de precipitação, ou seja, a parcela da precipitação que não contribui para gerar escoamento é considerada perda, sendo o restante, considerado precipitação efetiva.

O cálculo das perdas de precipitação podem ser usadas nos componentes do modelo HEC-HMS: hidrograma unitário e onda cinemática. No caso do hidrograma unitário, estas perdas são consideradas uniformemente distribuídas sobre a bacia (ou sub-bacia). Por outro lado, no caso da onda cinemática, estas perdas podem ser especificadas para cada plano de escoamento, sendo assumidas uniformemente distribuídas sobre estes planos.

De maneira geral, existem três metodologias utilizadas para determinação da chuva efetiva: equações de infiltração, índices e relações funcionais. Especificamente, o HEC-HMS possibilita o uso de 5 métodos:

- Taxa de perda inicial e uniforme;
- Taxa de perda exponencial;
- Curva-Número;
- Holtan;
- Função de Infiltração Green e Ampt.

Foi considerado mais adequado, diante dos dados disponíveis, o método curva número do Soil Conservation Service.

O método curva número é um procedimento desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo USDA, no qual a lâmina escoada (isto é, a altura de chuva efetiva) é uma função da altura total de chuva e um parâmetro de abstração denominado curva-número, CN. Este coeficiente varia de 1 a 100, sendo uma função das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia:

- (1) tipo de solo hidrológico;
- (2) uso do solo e tratamento;
- (3) condição da superfície subterrânea;
- (4) condição de umidade antecedente.

A equação de escoamento do SCS é dada por

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (5.2)$$

Onde:

Q = escoamento

P = precipitação

S = capacidade máxima de armazenamento do solo

I_a = perdas antes do início do escoamento.

As perdas antes do início do escoamento (I_a) incluem água retida em depressões superficiais, água interceptada pela vegetação, evaporação, e infiltração. I_a é altamente variado, mas a partir de dados de pequenas bacias I_a é aproximado pela seguinte relação empírica:

$$I_a = 0,20.S \quad (5.3)$$

Substituindo (5) em (6) elimina-se I_a , resultando em:

$$Q = \frac{(P - 0,20.S)^2}{P + 0,80.S} \quad (04)$$

Onde S está relacionado às condições de solo e cobertura através do parâmetro CN.

O CN foi tabelado para diferentes tipos de solos, os quais foram classificados pelo SCS em quatro grupos de solos hidrológicos (A, B, C e D) de acordo com sua taxa de infiltração. Estes quatro grupos são descritos a seguir:

- A - solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. solos arenosos profundos com pouco silte e argilla.

- B - solos menos permeáveis que o anterior, solos arenosos menos profundo que o do tipo a e com permeabilidade superior à média
- C - solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.
- D - solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

Desde que o método do SCS dá o excesso total para uma tormenta, o excesso incremental de precipitação para um período de tempo é calculado como a diferença entre o excesso acumulado no fim do presente período e o acumulado do período anterior.

d) Definição do CN

A partir dos mapas e estudos pedológicos e de uso do solo realizados para a bacia em foco pode se caracterizar os solos a partir no **Quadro 5.1** apresentado a seguir:

Este valor é, porém, apenas uma aproximação inicial. As medidas realizadas após a instalação da rede de monitoramento para a previsão de cheias possibilitará a calibração deste parâmetro no modelo HEC-HMS.

Os valores de CN apresentados no **Quadro 5.1** refere-se a condição de umidade do solo na condição II, a seguir será apresentado os critérios de classificação de umidade do solo:

- Condição I - Solos secos: as chuvas nos últimos 5 dias não ultrapassaram 15mm;
- Condição II - Situação média na época das cheias: as chuvas nos últimos 5 dias totalizaram entre 15 e 40 mm;
- Condição III - Solo úmido (próximo da saturação): as chuvas nos últimos 5 dias foram superiores a 40 mm e as condições meteorológicas foram desfavoráveis a altas taxas de evaporação.

As condições de umidade dos solos I e III são obtidas através da relação que estas têm com a condição II, podemos ver esta relação através das equações (5) e (6) mostradas a seguir:

$$CN(I) = \frac{4,2 \times CN(II)}{10 - 0,058 \times CN(II)} \quad (5.5)$$

$$CN(III) = \frac{23 \times CN(II)}{10 + 0,13 \times CN(II)} \quad (5.6)$$

Quadro 5.1. Valores de CN para Bacias Urbanas e Suburbanas

Uso do Solo	Condições de Superfície	Tipos de Solos			
		A	B	C	D
Zonas Cultivadas	Sem conservação do solo	72	81	88	91
	Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens	-	68	79	86	89
Terrenos baldios	Boas Condições	39	61	74	80
	Más Condições	68	79	86	89
Prado	Boas Condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas florestais	Cobertura ruim	45	66	77	83
	Cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golfe, cemitérios	Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
	Com relva de 50% a 75% da área				
Zonas comerciais e de escritório	-	49	69	79	84
Zonas industriais	-	89	92	94	95
Zonas residenciais: Lotes de m ²	% média impermeável	81	88	91	93
<500	65	77	85	90	92
1000	38	61	75	83	87
1300	30	57	72	81	86
2000	25	54	70	80	85
4000	20	51	68	79	84
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc	-	98	98	98	98
Arruamentos	Asfaltados e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
	Paralelepípedos	76	85	89	91
	Terra	72	82	87	89

Fonte: TUCCI, 1998, p.406

Os procedimentos básicos para determinação do CN serão mencionados a seguir:

- Classificar o tipo de solo existente na bacia;
- Determinar a ocupação predominante;
- Com a tabela do SCS para a Condição de Umidade II determinar o valor de CN;
- Corrigir o CN para a condição de umidade desejada;
- No caso de existirem na bacia diversos tipos de solo e ocupações, determinar o CN pela média ponderada.

e) Hidrograma Unitário – SCS

A técnica do hidrograma unitário é usada para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial de uma sub-bacia. Este método foi escolhido por ter sido idealizado para bacias de áreas entre 2,5 e 1000 km², e por ser construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas. Além disto, este modelo necessita apenas de um parâmetro: o TLAG. Este parâmetro, TLAG, é igual à distância (lag) entre o centro de massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma unitário. A vazão de pico e o tempo de pico são calculados por:

$$Q_p = 208 \cdot \frac{A}{t_p} \quad t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{LAG} \quad (5.7)$$

Onde

Q_p = vazão de pico (m^3/s) e

t_p = tempo de pico do hidrograma (h).

Uma vez determinados estes parâmetros e o intervalo de cálculo (duração do hidrograma unitário), o HEC-HMS utiliza estes para interpolar um hidrograma unitário a partir de um hidrograma unitário adimensional do SCS. A seleção do intervalo de cálculo é baseado na relação $D_t = 0,20 \cdot t_p$, não devendo exceder $0,25 \cdot t_p$. Estas relações baseiam-se nas seguintes relações empíricas:

$$t_{lag} = 0,60 \cdot T_c \quad (5.8)$$

$$1,7 \cdot t_p = \Delta t + T_c \quad (5.9)$$

Onde:

T_c = é o tempo de concentração da sub-bacia.

O HEC-HMS sugere que $D_t \leq 0,29 \cdot T_{LAG}$. Para cálculo do hidrograma de projeto por esta metodologia, é necessário de uma estimativa do tempo de concentração de cada sub-bacia.

f) Calculo do tempo de Concentração na Bacia

O tempo de concentração (T_c) corresponde ao intervalo de tempo, contado a partir do início da precipitação para que toda a bacia hidrográfica passe a contribuir na seção de estudo. A estimativa do tempo de concentração pode ser feita utilizando as fórmulas empíricas estabelecidas para diferentes regiões e bacias. A escolha da fórmula que melhor se aplica ao modelo depende principalmente da área da bacia e comprimento do percurso mais longo do escoamento. O cálculo do tempo de concentração na da bacia foi realizado utilizando o método do Califórnia Highway and Public Roads, propostas por Kirpich:

$$T_c = 57 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad (5.10)$$

Onde

L = é o comprimento do Talvegue em Km;

H = Máximo desnível ao longo do L ;

T_c = Tempo de concentração.

g) Propagação da Cheia nos Canais

As dimensões da bacia de contribuição indicaram um modelo semi-distribuído para modelar o evento extremo, sendo o escoamento superficial em cada sub-bacia modelado a partir das metodologias descritas acima para os hidrogramas, sendo nos canais utilizado um modelo de propagação da cheia. A propagação da cheia nos canais teve o objetivo de possibilitar uma composição das cheias afluentes das diversas sub-bacias obedecendo a cronologia dos escoamentos nas mesmas (não se pode compor vazões que ocorreram em tempos diferentes) e de possibilitar que a teoria dos hidrogramas unitários sintéticos pudesse ser aplicada em bacias pequenas.

As metodologias para a propagação do hidrograma das cheias pode se utilizar de modelos com formulação originariamente hidrológica (Muskingum) ou hidrodinâmicas (onda Cinemática³⁴, onda difusiva⁵, onda dinâmica⁶). O modelo Muskingum pode ser deduzido a partir do modelo da onda cinemática, reduzindo do ponto de vistas prático a três alternativas de cálculo do transiente em canais.

Todos os modelos hidrodinâmicos são compostos pelas equações da continuidade e da quantidade de movimento, distinguindo-se nos termos desta última que são considerados no cálculo. O método utilizado para a propagação da cheia nos canais da rede de drenagem foi o da onda cinemática, o qual é uma simplificação da equação de quantidade de movimento.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + g.A.\frac{\partial y}{\partial x} = g.A.S_0 - g.A.S_f \quad (5.11)$$

inércia pressão gravidade atrito

Nesta equação o primeiro termo representa a aceleração local, o segundo termo é o termo advectivo, inercial, o terceiro termo representa as forças de pressão, o quarto termo a força do campo gravitacional e o quinto termo as forças de fricção. A equação da onda cinemática considera que os termos gravitacionais e de fricção são os mais significativos, desprezando o efeito dos demais.

A equação da onda cinemática após a simplificação é descrita pelas equações 12 e 13. As equações 12 e 13 podem ser compostas e esta resolvida de forma linearizada. O HEC-HMS, utilizado como ferramenta para as simulações hidrológicas faz uso desta forma linearizada.

As equações 12 e 13 descrevem a onda cinemática, sendo a primeira de conservação da massa e a segunda a de conservação da quantidade de movimento.

$$b.\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = p \quad (5.12)$$

$$S_0 = S_f \quad (5.13)$$

Onde:

³CUNJE, J.A., 1969, "AU SUJET D'UNE METHODE DE CALCUL DE PROPAGATIONDE CRUES (METHODE MUSKINGUM)". JOURNAL OF RESEARCHES HYDRAULIQUES, N0 2.

⁴LI, RM, DARYL, B.S & STEVENS, 1975, "NONLINEAR KINEMATIC WAVE APROXIMATIONFOR WATER ROUTING". M.A. WATER RESOURCES RESEARCH, VOL.11, N02, APRIL.

⁵ PONCE, V.M., 1986, "DIFFUSION WAVE MODELING OF CATCHEMENT DYNAMICS", PONCE, V.M, JOURNAL OF HYDRAULICS ENGINEERING, VOL.112, NO8, AUG,1986.

⁶ "MODELOS MATEMÁTICOS EM HIDROLOGIA E HIDRÁULICA", RBE, VOL.3, RIO DE JANEIRO, 1986.

y = profundidade;

b = largura;

Q = vazão;

x = distância no sentido longitudinal;

$p = p(x,t)$ - precipitação.

A equação de conservação da quantidade de movimento utilizada pela onda cinemática é simplificada, nesta equação são desprezados o efeito das forças de inércia e de pressão sendo considerado apenas os efeitos das forças gravitacionais e de fricção. Esta simplificação do modelo condena-o a ser restrito a escoamentos submetidos a altas declividades e que não sofram efeitos de jusante.

5.3.5.2. Modelos Computacionais Existentes

O Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) foi desenvolvido pelo Hydrologic Engineering Center (HEC) do U. S. Army Corps of Engineers (2001), como substituição ao HEC-1, seu antecessor. Essa nova versão apresenta uma evolução para o ambiente Windows, com uma interface gráfica que permite operar as diversas funções de maneira simples e integrada. Cita-se, como outra característica importante, o armazenamento dos resultados de simulações em arquivos compatíveis com outros programas de estudos hídricos.

Os resultados da computação são vistos de maneira esquemática e global. O modelo da bacia e as tabelas sumárias dos elementos incluem a informação das vazões de pico e o período de tempo total do volume.

A modelagem hidrológica, em geral, é empregada para simular os processos de conversão chuva-vazão de sistemas de bacias hidrográficas. Ou seja, determinar a chuva excedente a partir de uma precipitação fornecida e calcular, a partir da chuva excedente, o hidrograma de escoamento superficial direto.

A modelagem hidrológica realizada pelo HEC – HMS consiste basicamente nas seguintes etapas:

- Etapa A - Separação das chuvas (Para calcular que parte da precipitação está indo gerar o escoamento direto).
- Etapa B - Cálculo do escoamento direto produzido por essa precipitação.
- Etapa C - Identificação do escoamento de base. Para adicionar o escoamento direto ao escoamento de base, se existir previamente.
- Etapa D – “Trânsito de Hidrogramas”, ou seja, corresponde ao cálculo da evolução das vazões, à medida que se propaga ao longo de um canal, ou através de um reservatório.

O programa realiza os cálculos das três primeiras fases para sub-bacia, e calcula a última fase (D) para a propagação ao longo de um canal (a evolução do hidrograma que, gerado em uma sub-bacia, circula por outra bacia distinta). Ao final, somado todos os volumes gerados e transitados ao longo da bacia, fornecendo (em tabelas e gráficos) os hidrogramas de saída dos diversos elementos hidrológicos.

a) Componentes de um projeto de HEC – HMS

A representação física da bacia e dos rios é configurada no modelo por meio dos elementos hidrológicos conectados para simular processos de escoamento. Os elementos disponíveis são: sub-bacias, trechos dos rios, junções, divergências, reservatórios, fontes e sumidouros. Os cálculos prosseguem nos elementos em sentido de jusante à montante. A composição de um projeto no HEC-HMS é realizada de maneira modular, em que conjuntos de dados podem ser independentemente manipulados, mas que respeitam uma seqüência de acionamento para a realização de computações.



Figura 5.2. Principais etapas de um Projeto do HEC - HMS

Os três componentes essenciais a um projeto de HEC – HMS está posto a seguir:

- Basin Model (Modelo de Bacia): Aqui informamos ao programa as diferentes sub-bacias e suas características, bem como todos os demais elementos hidrológicos e a conectividade entre estes.
- Meteorologic Model (Modelo Meteorológico): Dentro do modelo meteorológico introduziremos os dados de um ou mais modelo pluviométrico. Podemos utilizar precipitações reais, teóricas, chuvas de projeto.
- Control Specifications (Especificação de Controle): Indica quando começar e quando terminar de computar os cálculos, dado um pequeno intervalo de tempo.

5.3.6. Propagação Hidrodinâmica da Cheia e Cálculo dos níveis

A modelagem hidrodinâmica pode ser realizada com o modelo HEC-RAS. Este modelo foi desenvolvido pelo Hydrologic Engineers Center do Corpo de Engenheiros dos Estados Unidos. Descreve-se a seguir o equacionamento básico utilizado por este modelo.

5.3.6.1. Descrição do modelo hidrodinâmico

a) Escoamento Permanente

O escoamento permanente e variado é utilizado para a definição da condição inicial do escoamento no canal.

Por definição a energia total na superfície da água ou linha d'água (H) para um trecho é dada pela soma da elevação da superfície (cota), pressão na superfície e velocidade, podendo ser descrita da seguinte forma:

$$H = z + d \cos \theta + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (5.14)$$

Onde $\cos \theta$ é usualmente considerado unitário para canais naturais.

Considerando-se a equação da energia total na linha d'água, a equação da energia entre dois trechos pode ser descrita como:

$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_e \therefore H_1 = H_2 + h_e \quad (5.15)$$

A energia total na superfície em um perfil H1 a montante da seção é igual a energia total na superfície a jusante mais o termo de perda de energia h_e . Esta equação é usada repetidamente em etapas, em cada trecho, computando a água na superfície.

O programa HEC-RAS determina se o escoamento é uma expansão ou contração, fazendo o cálculo da diferenciação da velocidade de superfície a jusante e a montante; se este valor foi negativo significa que o escoamento é uma contração, se positivo, uma expansão. O programa aplica o coeficiente apropriado para o cálculo das perdas. É possível considerar as perdas por contração e expansão devido a redemoinhos, desvios e junções, pelo aumento do coeficiente de fricção.

Dado um trecho do canal, a declividade da linha de energia Sf em uma seção pode ser determinada com equação de Manning, dada a elevação da superfície, a descarga, o coeficiente de rugosidade n e a geometria da seção.

b) Escoamento não permanente

O equacionamento utilizado para modelar o escoamento não permanente foi o sistema de equações de Saint Venant (Mahmmod e Yevjevich, 1975⁷). Este sistema de equações é construído baseado nas seguintes hipóteses básicas:

- O fluxo é unidimensional, isto é, as profundidade e velocidade só variam na direção longitudinal do canal. Isto implica que a velocidade é constante e a superfície de água é horizontal em qualquer seção perpendicular ao eixo longitudinal do canal.
- Assumi-se que o fluxo varia gradualmente ao longo do canal de forma que pressão de hidrostática prevalece, podendo-se ser negligenciadas acelerações verticais (Comida, 1959).
- O eixo longitudinal do canal é aproximado como uma linha reta.

⁷ *Unstead Flow in Open Channels*. Mahmmod and Yvjevich, 1975.

- A declividade do fundo do canal é pequena;
- O fluido é incompressível e a densidade é constante ao longo do escoamento.

Este equacionamento possui duas equações principais a Equação da continuidade e a equação da conservação da quantidade de movimento como descrita a seguir.

Equação de continuidade

A equação de continuidade pode ser descrita como:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (5.16)$$

onde Q é a vazão em uma dada seção (L^3T^{-1}), A é a área molhada da seção (L^2), q é a vazão lateral que aporta ao canal (L^2T^{-1}).

Equação da quantidade de movimento

A Equação da conservação da quantidade de movimento pode ser escrita como:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\beta Q^2/A)}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial y}{\partial x} - S_o + S_f + S_e \right) - \beta q v_x + W_f B = 0 \quad (5.17)$$

5.3.6.2. Método numérico de Resolução do escoamento não Permanente

O Método numérico utilizado para a resolução das equações do transiente hidráulico foi o método das diferenças finitas. O HEC-RAS utiliza um esquema de discretização de diferenças finitas implícito que transforma as equações diferenciais de conservação da massa e da quantidade de movimento em um sistema de equações algébricas não lineares. O esquema de discretização numérica utiliza, denominado de esquema de Preissmann, e o seu método de resolução, método iterativo de Newton-Raphson tem vasta documentação na literatura, podendo-se citar como exemplo, Liggett and Cunge (1975) e Chen (1973), Amain and Fang (1970), Fread (1974, 1976).

5.3.6.3. Modelagem das Singularidades

O modelo HEC-RAS possibilita a incorporação de uma série de singularidades, tais como, pontes e bueiros. Sendo a modelagem realizada através do aninhamento das equações representativas destes modelos no sistema de equações que representa a propagação da cheia nos canais.

a) Interface Gráfica do HEC-RAS

O HEC-RAS possui uma interface gráfica que reduz erros na entrada de dados e possibilita no mesmo ambiente a simulação e a um sistema de análise de dados amigável.

5.4. Fortalecimento Institucional

Realizar ações de fortalecimento das instituições com o objetivo de:

- Desenvolvimento da política de recursos humanos do Sistema de Administração dos Recursos Hídricos (SARH)

- Melhoria da infraestrutura física e informacional das instituições do SARH
- Implantação e desenvolvimento do sistema de planejamento de recursos hídricos e gestão da informação
- Aprimoramento dos mecanismos de acompanhamento dos projetos.

Os Sistemas de Gerenciamento de Recursos Hídricos tiveram sua implantação na forma atual na última década. O fortalecimento e modernização deste sistema necessitam do aprimoramento de três dimensões em particular a dos recursos humanos, infraestrutura física e informacional e o desenvolvimento de um sistema de planejamento permanente.

A política de recursos humanos deverá promover a capacitação do corpo técnico incluindo o intercâmbio com instituições nacionais e internacionais. Esta capacitação deverá ser orientada por um planejamento que identifique os perfis profissionais necessários nas diversas instituições do sistema. Este planejamento deverá contemplar sistema de remuneração que premie a capacidade técnica, assim como, a capacidade gerencial. Novos talentos necessários ao sistema deverão ser selecionados, recrutados e treinados. Este processo constitui-se em uma reestruturação do quadro técnico do sistema de gerenciamento de recursos hídricos.

As condições e ferramentas de trabalho devem ser melhoras de forma a compatibilizá-las as necessidades do sistema e a viabilizar a maior produtividade do quadro técnico. Desta forma a melhoria de instalações, o desenvolvimento e aquisição de sistemas computacionais e softwares e de veículos automotores faz-se necessário.

O planejamento tem sido uma ferramenta utilizada em diversos Estados para a definição de sua política de recursos hídricos. No entanto o planejamento tem sido estanque aos serviços associados à produção dos documentos de planejamento; e os diversos níveis de planejamento não se encontram bem articulados e as informações produzidas na construção destes documentos são muitas vezes perdidas. Faz-se necessário um sistema de planejamento contínuo que defina as ações a serem realizadas, avalie estas ações e realize os ajustes necessários. Este sistema deverá definir e articular os diferentes tipos e níveis de planejamento. Enfim, este sistema deverá possibilitar a avaliação e controle das ações em cursos permitindo a construção de cenários prospectivos e a tomada de decisões sobre as ações demandas na administração das águas.

O desenvolvimento destas atividades necessitará de um sistema de acompanhamento das intervenções com características operacionais de planejamento.

5.5. Sistema de Outorga, Licença e Fiscalização

Esta classe de ações tem três objetivos a saber:

- Estabelecimento de bases técnicas e informacionais sólidas para a emissão das outorgas com vistas à expansão da aplicação deste instrumento.
- Implementação de um sistema de fiscalização (controle) dos usuários de água eficiente e eficaz.
- Aprimoramento dos métodos e instrumentos utilizados no licenciamento de obras hídricas.

O direito de uso da água definido na outorga e a sua efetividade garantida pela fiscalização são fatores decisivos da qualidade em qualquer sistema de gerenciamento de recursos hídricos. O sistema de outorga necessita ser aprimorado urgentemente. O conhecimento sobre

a oferta hídrica de longo prazo e a definição de critérios de alocação desta oferta através da outorga de longo prazo são necessários para a definição da demanda instalada no sistema; isto é, quanto será, por exemplo, de irrigação e indústria permitido instalar no sistema. A grande variabilidade climática decadal dos regimes impõe incertezas que necessitam ser incorporadas ao processo de tomada de decisão e demandam estratégias robustas para a outorga de longo prazo que ao promover o uso econômico das águas não produza perdas sociais significativas em conjunto de décadas mais secas.

Adicionalmente faz-se necessário conhecer os usuários de água e suas características. Esta base de informação permite o planejamento em geral e especificamente o da outorga, assim como, o planejamento da fiscalização. O levantamento de informações e cadastramento dos usuários reduz a assimetria de informações entre o sistema de regulação e controle e os usuários de água. Adicionalmente estas informações podem ser úteis na construção de uma estratégia para a legalização dos usuários (de uso significativo) junto ao sistema de gerenciamento através da outorga.

A alocação de água se dá em muitos lugares pela outorga e pelo processo de alocação de água negociada. Estes processos não se encontram articulados e este último não encontra amparo adequado no sistema normativo. É desejável a articulação destes dois processos entre si e com a cobrança pelo uso da água de forma a possibilitar uma alocação de água com eficiência econômica, equidade e legitimidade social.

O direito de uso da água deverá ser garantido através de um sistema de fiscalização. Sem fiscalização poderá existir retiradas ilegais que comprometerão os direitos de uso outorgado, sendo desta forma dimensão inalienável a outorga, cobrança e alocação de água em seu conjunto. A fiscalização consiste na identificação do infrator (monitoramento de ações ilícitas) e punição do mesmo. A identificação do infrator demanda ação de poder de polícia do Estado devendo o mesmo estar capacitado para esta ação; os custos desta ação do poder público podem ser reduzidos se houver mecanismos de auto regulação (ação privada). Esta classe de ação contempla a implantação e desenvolvimento de um sistema de fiscalização incorporando a dimensão pública e privada e a revisão do sistema normativo que define o sistema de fiscalização do uso da água.

O sistema de controle do Estado opera sobre a demanda como descrito anteriormente e sob a oferta através da licença de obras hídricas. A licença de obras hídricas é instrumento fundamental para uma gestão da oferta sustentável. Como exemplo pode-se citar a construção de pequenos reservatórios que tem a importante função de distribuição da água no espaço territorial permitindo diversos usos, mas que podem impor significativas perdas ao sistema de regularização plurianual. O aprimoramento dos métodos e informações utilizados no sistema de licenciamento é de importância crucial no gerenciamento da oferta hídrica. O licenciamento de obras para o aproveitamento subterrâneo será contemplado na componente gerenciamento de águas subterrâneas.

Os usuários de água e a sociedade necessitam ser informados e educados sobre o sistema de outorga, finalização e licença desta forma material educativo deve ser elaborado e distribuído.

5.6. Tarifa de Água Bruta

Esta classe de atividades tem como objetivo:

- aprimorar o programa de cobrança pelo uso da água com vistas à promoção do uso da água economicamente eficiente e que garanta a sustentabilidade financeira do sistema de gerenciamento de recursos hídricos;
- integrar a cobrança à outorga e ao processo de alocação negociada de forma a permitir um processo de alocação de água que promova eficiência econômica, equidade e legitimidade social;
- desenvolvimento de instrumentos econômicos complementares a cobrança pelo uso da água que promovam eficiência econômica e equidade social;
- redução de perdas financeiras através da macro medição dos maiores usuários de água bruta; e,
- a cobrança pelo uso da água no sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Ceará tem a dupla função de financiadora do sistema e de incentivo econômico à conservação de água. Este instrumento de gestão não se encontra intimamente associado à outorga de direito de uso. Sendo esta uma necessidade do sistema atual. Devendo-se verificar a alternativa de associar a cobrança pelo uso da água aos diferentes níveis de risco definidos pelo alocados no sistema de prioridades da outorga como forma de aumentar a eficiência econômica do sistema.

A incorporação de instrumentos econômicos complementares a cobrança, tais como, fundo operacional para anos seco e sistema de seguro para os usuários devem ter sua oportunidade analisados. Os fundos teriam a responsabilidade de equalizar os fluxos financeiros do sistema; financiando os custos de operação (ex: bombeamento) e “enforcement” mais altos nos anos secos; anos em que a receita da agencia deverá cair (“menor estoque para realizar”) mantido os preços da água constantes ou com pequenas oscilações. Outro instrumento que deve ter sua viabilidade analisado é o seguro como instrumento de transferência de risco que possibilite a redução de perdas econômicas em anos extremos.

A cobrança necessita de um sistema de apropriação de custos que permita a identificação dos mesmos em cada componente do sistema hídrico. Este sistema permitirá o desenvolvimento de um gerenciamento dos custos que produza melhor relação custo-efetividade, adicionalmente dará maior transparência a aplicação dos recursos da tarifa.

A integração entre cobrança, a outorga e a alocação negociada é importante para a construção de um mecanismo de alocação de água robusto e que produza os resultados sociais desejados. Esta integração permitira adicionalmente dar maior previsibilidade aos resultados à alocação de água negociada.

As potenciais perdas financeiras de arrecadação do sistema podem ser reduzidas por um sistema de macro medição dos volumes de água utilizados. Este sistema de macro medição contribuirá também para dar o incentivo econômico correto aos usuários de água (cada um será cobrado exatamente pelo uso efetivamente realizado e não o uso estimado).

5.7. Comitês de Bacias

Tem-se como objetivo:

- Promover o controle social do gerenciamento dos recursos hídricos através da ampliação da transparência das informações e decisões pertinentes à bacia (tais como, arrecadação pela cobrança, outorgas de usos, licenças de obras, planejamento da bacia,

decisões do comitê); permitindo o acesso das mesmas aos membros dos comitês e sociedade em geral.

- Desenvolver programa de formação dos membros do comitê para a redução de assimetrias entre os segmentos, advinda dos diferentes níveis de informação.
- Apoio ao planejamento participativo e a arbitragem de conflitos no comitê.

O sistema de gerenciamento de recursos hídricos criado pela Lei 9433-97 tem como uma de seus objetivos básicos o gerenciamento de conflitos de forma administrativo tendo o Comitê de Bacia como momento privilegiado.

O planejamento de recursos hídricos pode ser uma ferramenta para mapear, explicitar e dirimir conflitos entre os agentes sociais e econômicos em uma bacia hidrográfica. Neste sentido o aprimorar o planejamento participativo nos comitês de bacia para a elaboração dos planos de bacia e demais documentos de planejamento é instrumento a ser utilizado na construção de consenso e na arbitragem de conflitos.

O processo de participação pública pode ser comprometido caso haja grande assimetria de informação entre os agentes sociais participantes do mesmo. Faz-se necessário desta forma o desenvolvimento de programa educacional que reduza a assimetria de informação e possibilite a construção de consensos mais sólidos e com maior equidade.

A transparência e o controle social do gerenciamento de recursos hídricos são importantes e devem ser promovidos. A construção de mecanismos de disseminação da informação como portais e ferramentas que viabilizem a disponibilidade das mesmas para estes mecanismos devem ser elaboradas para viabilizar a transparência e controle social do processo.

5.8. Organização de Usuários de Água Bruta

Tem-se como objetivo:

- Fomentar a instalação de comissões gestoras de sistemas hídricos
- Desenvolvimento de métodos e ferramentas computacionais de apoio à alocação negociada de água
- Desenvolver programa de educação junto aos usuários da água com vistas à promoção do uso racional da água
- Difusão das práticas de conservação hidroambiental desenvolvidas no PRODHAM
- Desenvolver estratégias de gerenciamento do risco climático de secas de forma a promover integração social, eficiência econômica e equidade social.

As organizações de usuários de água, criadas pela primeira vez no Ceará em 1994, tem na alocação negociada de água uma de seus maiores objetivos. E juntamente com os comitês de bacia constituem as instâncias de participação em escala local e regional.

A ampliação deste espaço de decisão através da instalação de comissões gestoras de sistemas hídricos constitui ação desta componente. A ampliação destes espaços deve ser acompanhada do desenvolvimento de métodos e ferramentas computacionais de apoio à alocação negociada de água para as comissões existentes e a ser instaladas. Estas ferramentas devem dirimir conflito cognitivo identificando as alternativas de solução para a análise e decisão das comissões contribuindo desta forma para a maior transparência do processo e a construção de soluções com maior sustentabilidade social.

Programa de educação junto aos usuários da água com vistas à promoção do uso racional da água deve ser realizado como instrumento de modificação das práticas atuais que em diversas áreas apresentam grande desperdício no uso da água.

A estas práticas de conservação da água deve-se somar a difusão das práticas de conservação hidroambiental, desenvolvidas por exemplo no Base Zero na Paraíba e no PRODHAM no Ceará, como forma de promover o uso sustentável dos recursos ambientais nas micro bacias. Estas práticas reduziram os processos de erosão e seus impactos e poderão permitir uma maior disponibilidade hídrica no sistema.

O gerenciamento de recursos hídricos tem aumentado a segurança dos sistemas hídricos. No entanto períodos de escassez hídrica (meses, anos ou décadas) poderão ocorrer. Neste sentido devem-se desenvolver estratégias de gerenciamento do risco climático de secas de forma a promover integração social, eficiência econômica e equidade social. O planejamento, estratégias e instrumentos de gestão destes períodos devem ser implementadas e desenvolvidas.

5.9. Gestão da Qualidade da Água

Esta classe de ações trata da qualidade de águas superficiais as águas subterrâneas serão tratadas posteriormente. Tem-se como objetivo:

- Definir os instrumentos econômicos e de controle necessário para um gerenciamento da qualidade da água eficiente.
- Definição do marco regulatório e o sistema normativo e legal do gerenciamento da qualidade da água no Ceará, assim como, os mecanismos de integrado ao gerenciamento de quantidade.
- Definir a estratégia de implementação do sistema de gerenciamento da qualidade da água (GQA).
- Dar continuidade e efetividade aos resultados do PRODHAM avaliando a possibilidade de incorporação das estratégias de manejo hidroambiental deste programa no sistema de gerenciamento da qualidade da água

O gerenciamento de recursos hídricos superficiais no semi-árido não tem incorporado adequadamente os aspectos da qualidade da água. O crescimento das cidades, das indústrias, piscicultura e irrigação introduzem a qualidade da água como problema relevante. A incorporação da qualidade da água no gerenciamento de recursos hídricos é o objeto desta componente.

O gerenciamento da qualidade da água deverá incorporar instrumentos de incentivo econômico e participação pública em adição aos mecanismos de comando e controle. Sendo esta uma diferença importante entre a gestão da qualidade da água feita pelo setor de recursos hídricos e o setor ambiental (marcadamente comando e controle).

A estratégia de definição da política de gestão da qualidade da água no Ceará encontra uma dificuldade inicial. Os padrões e critérios definidos para os corpos de água atualmente disponíveis são marcadamente para regiões úmidas e não para o semi-árido do Brasil. A definição da política de gestão da qualidade da água deverá revisitar estes critérios e padrões de forma a adequá-los a especificidades do semi-árido.

A definição do modelo de gestão incorporando instrumentos normativos, econômicos, a participação pública deve ser realizado, assim como a implantação de sua base informacional, institucional e legal.

O processo de definição deste arcabouço deverá contemplar: a) o diagnóstico das fontes poluidoras concentradas e difusas, urbanas e rurais; b) a modelagem matemática que funcione com sistema de apoio a decisão ao sistema de monitoramento e ao planejamento do modelo de gerenciamento da qualidade da água (esta modelagem deve permitir a integração da informação disponível, a avaliação de impactos e a construção de cenários atuais e futuros); c) o projeto de rede de monitoramento; d) a proposição de arcabouço político-jurídico-institucional de gerenciamento da qualidade e a implantação de projeto piloto para teste deste modelo incluindo a estratégia de monitoramento; e) a definição do modelo sob a experiência do projeto piloto que incorpore a outorga, cobrança e fiscalização (incluindo monitoramento) da qualidade, as formas de participação pública e o sistema normativo (leis, decretos e resoluções) que amparem o modelo de gestão.

5.10. Gestão Água Subterrânea

Esta Classe de ações tem como objetivo:

- Definir os instrumentos econômicos e de controle necessário para um gerenciamento quali-quantitativo das águas subterrâneas.
- Definição do marco regulatório e o sistema normativo e legal do gerenciamento das águas subterrâneas, assim como, os mecanismos de integração ao gerenciamento das águas superficiais.
- Definir a estratégia de implementação do sistema de gerenciamento das águas subterrâneas no Ceará.

O Semi-Árido tem em seu território dois grandes domínios de ocorrência das águas subterrâneas o cristalino e sedimentar. O domínio cristalino tem sua exploração frequentemente associado ao abastecimento de pequenas comunidades. Sob o domínio sedimentar (ex: Gurguéia, Apodi, Araripe e Barreira) é que se dão os principais usos econômicos e abastecimento de populações das águas subterrâneas.

A definição de uma política de gestão quali-quantitativa das águas subterrâneas e sua integração com as das águas superficiais é o objeto desta componente. Esta política deverá contemplar a outorga e a cobrança de água subterrânea. A definição das normas (leis, decretos e resoluções) que constituirão o arcabouço jurídico desta política deverá ser formulado e implantado, da mesma forma que a infraestrutura institucional para operar o modelo de gestão.

A construção desta política utilizará um modelo matemático dos aquíferos sob um sistema de apoio à decisão como forma de avaliação das disponibilidades hídricas e dos impactos dos diferentes cenários decorrentes das alternativas de políticas analisadas. Este modelo terá como função sistematizar as informações disponíveis nos estudos dos aquíferos já realizados assim como contribuirá para o planejamento da rede de monitoramento das águas subterrâneas e na definição de novos estudos.

O sistema de gerenciamento necessita de uma rede de monitoramento das águas subterrâneas através de poços e piezômetros. Esta rede de monitoramento terá múltiplas funções entre elas à de instrumentalizar a fiscalização essencial a qualquer modelo de gestão.

5.11. Gerenciamento do Risco Climático em Recursos Hídricos

Esta classe de ação trata do Gerenciamento do Risco Climático em suas diversas escalas temporais de ocorrência de sua variabilidade (sazonal, interanual e multidecadal) e devido à mudança climática. O Gerenciamento do risco climático é estratégia transversal e tem por objetivo:

- Identificar os riscos associados ao clima no projeto, construção e operação de infraestrutura de recursos hídricos, assim como, no gerenciamento da demanda de água.
- Identificar estratégias bem sucedida de convivência com a alta variabilidade climática, estratégias estas que reduzem ou neutralizam crises sociais quando do estresse hídrico devido a eventos climáticos extremos.
- Proposição de estratégias robustas transversais as ações de gestão de recursos hídricos que dêem maior resiliência e capacidade de adaptação das sociedades as secas.

O Gerenciamento de Risco Climático é estratégia desejável para minimizar as crises sociais e os impactos nas infraestruturas de recursos hídricos devido a eventos climáticos extremos. Esta estratégia deve incorporar a criação de seguros possivelmente associados à cobrança pelo uso da água e outras medidas não estruturais e medidas estruturais. As ações devem ocorrer na escala regional, Estadual e nas bacias hidrográficas.

6. AVALIAÇÃO DO GRAU DE SATURAÇÃO EM AÇUDES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

6. AVALIAÇÃO DO GRAU DE SATURAÇÃO EM AÇUDES DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO COREAÚ

6.1. Introdução

A utilização dos recursos hídricos nesta região hidrográfica necessita de obras de regularização de vazões para prover água na quantidade e no momento adequado. Esta necessidade se dá devido à intermitência dos rios, de sua pronunciada sazonalidade intranual e significativa variabilidade interanual. A construção de obras de estocagem de água possibilita esta regularização desejável. Há, porém um limite para a regularização de vazões. Este limite se dá quando novas obras de reservação hídrica não acrescem a vazão regularizada podendo inclusive reduzi-la devido ao aumento da evaporação com a construção de reservatórios. Diz-se que uma Bacia Hidrográfica está Saturada Quando não mais ganho de regularização com a construção de novos reservatórios.

As aguadas, reservatórios muito pequenos e freqüentemente os pequenos não tem capacidade de realizar a regularização plurianual. 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. As aguadas e os pequenos reservatórios devem ter seu efeito cumulativo avaliado com vistas a identificação da contribuição dos mesmos para a saturação da bacia.

A média e a grande açudagem devem ser avaliadas para se identificar se o efeito cumulativo das mesmas já levou a saturação da bacia. A capacidade de armazenamento de reservatório no semi-árido é freqüentemente da ordem de grandeza de 1,5 a 3,0 vezes a vazão afluente anual. Esta capacidade de estocar maior que a afluência média se dá devido à variabilidade climática plurianual. Pode-se considerar que bacias hidrográficas com estoques de regularização plurianual superior a 3,0 vezes o potencial de escoamento da bacia encontram-se saturada. O potencial de escoamento para a regularização plurianual é o potencial da bacia menos o efeito da pequena açudagem.

Avalia-se a seguir o grau de saturação em açudagem da Região Hidrográfica do Coreaú. A avaliação da saturação foi realizada em cada uma das 12 sub-bacias em que foi dividida esta região hidrográfica. A **Figura 6.1** apresenta as sub-bacias destas regiões hidrográficas.

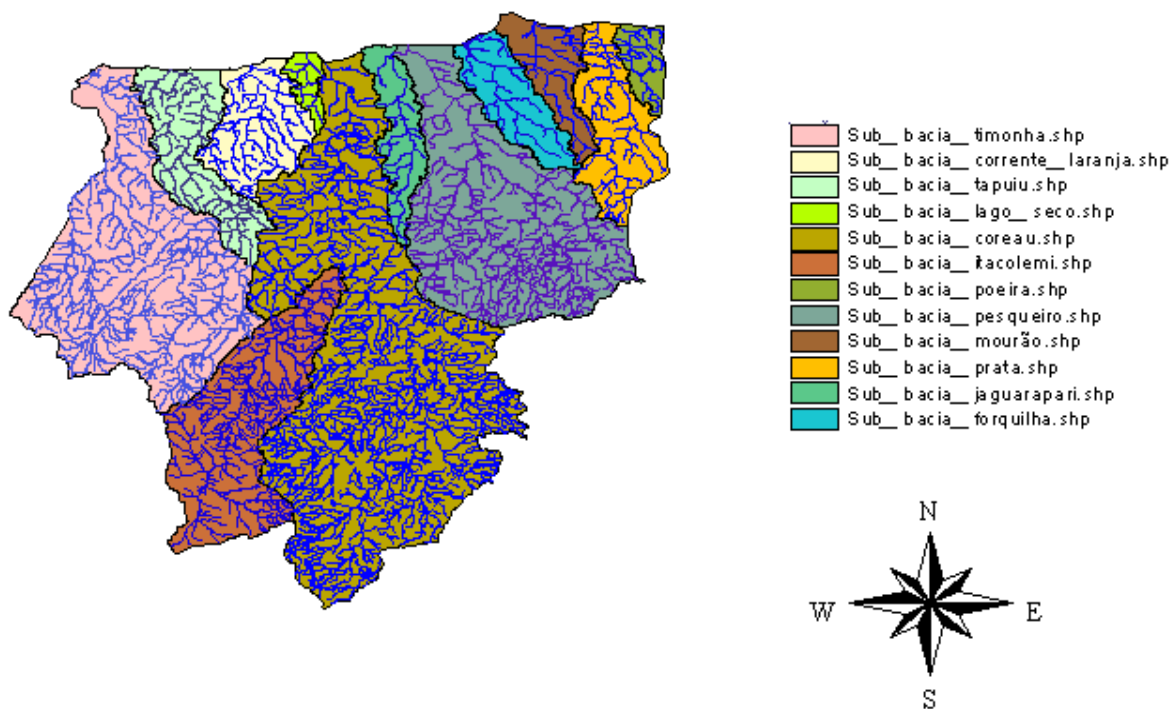


Figura 6.1. Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú

A avaliação do grau de saturação em açudes da bacia do Coreaú iniciou-se com uma análise e classificação dos espelhos de água da bacia. Nesta classificação avaliou-se as características associadas à área dos espelhos de água, a estimativa do volume de água estocado a partir da aplicação da metodologia proposta pelo PERH (1992), e em seguida realizou-se a classificação dos reservatórios segundo a capacidade de estocagem. Após esta análise é identificada a rede de reservatórios de médio e grande porte através do traçado do diagrama unifilar da bacia. Em seguida é realizada a avaliação do nível de saturação em cada uma das bacias hidrográficas.

6.2. Classificação dos Açudes na bacia

6.2.1. Cobertura de Espelhos

As **Figuras 6.2 a 6.18** mostram a rede de drenagem das sub-bacias da região hidrográfica do Coreaú. Os **Quadros 6.1 a 6.11** apresentam o histograma das áreas dos espelhos de água.

A sub-bacia do Timonha é tratada nas **Figuras 6.2 e 6.3** e **Quadro 6.1**. Observa-se na **Figura 6.2** a ocorrência de apenas um reservatório de maior porte na Bacia (Itaúna) e uma quantidade reduzida de pequenos reservatórios. Observa-se no **Quadro 6.1** que 97% dos reservatórios tem área menor que 50 hectares correspondendo a 0,1% da área da bacia hidrográfica. Os 3% restante esta associada a ocorrência do Reservatório Itaúna.

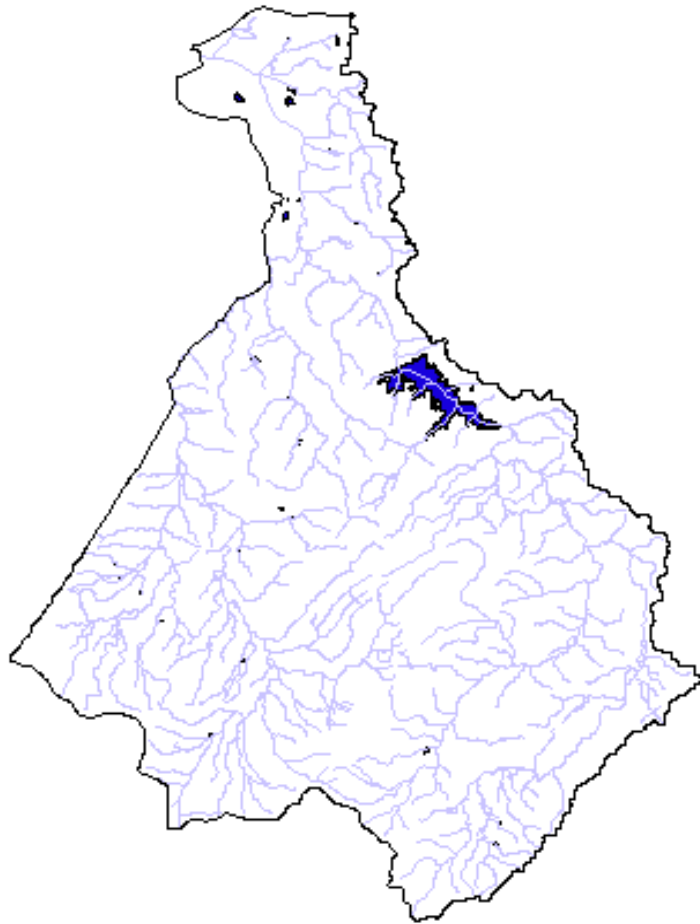


Figura 6.2. Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Timonha

Quadro 6.1. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Timonha

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	22	64.71%
20	9	91.18%
50	2	97.06%
100	0	97.06%
500	0	97.06%
1000	0	97.06%
Mais	1	100.00%

A **Figura 6.3** mostra o histograma dos espelhos d'água na sub-bacia do rio Timonhas.

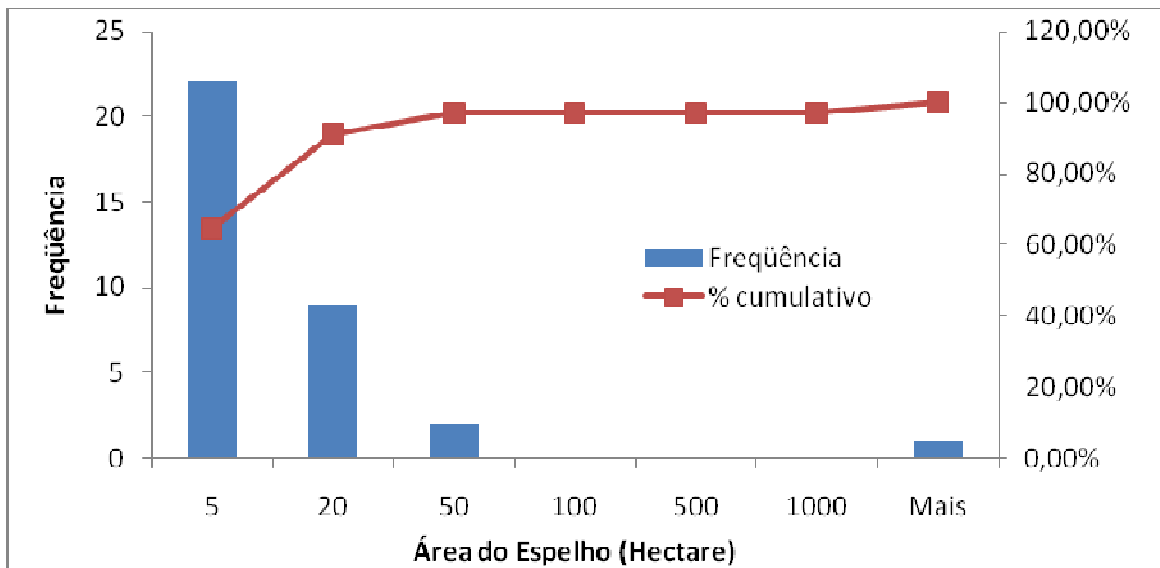


Figura 6.3. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-Bacia do rio Timonha

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia do Tapuiú são mostradas nas **Figuras 6.4 e 6.5** e **Quadro 6.2**. Observa-se na **Figura 6.4** que existência de um pequeno número de reservatórios e um significativo número de lagoas no baixo rio. O **Quadro 6.2** mostra que 87% dos espelhos de água são menores que 50 hectares correspondendo a 0,3 % da superfície da bacia hidrográfica.



Figura 6.4. Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Tapuiú

Quadro 6.2. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Tapuiu

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	10	41.67%
20	8	75.00%
50	3	87.50%
100	2	95.83%
500	1	100.00%
1000	0	100.00%
Mais	0	100.00%

A **Figura 6.5** mostra o histograma dos espelhos d'água na sub-bacia do rio Timonhas.

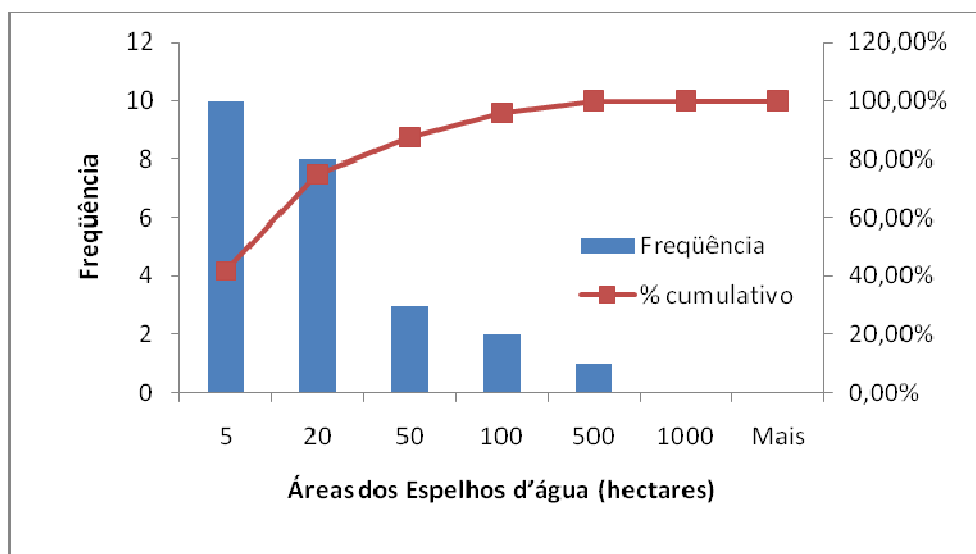


Figura 6.5. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Tapuiu.

As sub-bacias Corrente Laranja, Lago Seco, Poeiras, Forquilha e Mourão apresentam características similares por serem bacias costeiras com pequena quantidade de reservatórios à montante e a ocorrência de lagoas na baixa bacia. Entre estas lagoas encontra-se a famosa lagoa de Jijoca com 9,7 km² de espelho d'água.

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia Corrente Laranja são mostradas nas **Figuras 6.6 e 6.7** e **Quadro 6.3**.



Figura 6.6. Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Corrente Laranja.

Quadro 6.3. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Corrente Laranja

Área de Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	3	33.33%
20	3	66.67%
50	1	77.78%
100	0	77.78%
500	1	88.89%
1000	0	88.89%
Mais	1	100.00%

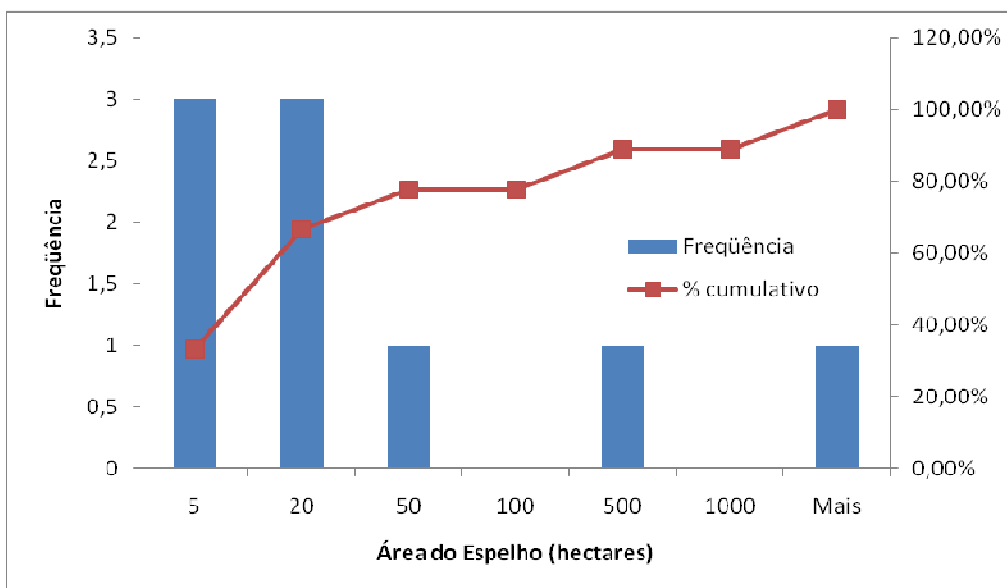


Figura 6.7. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-Bacia do rio Corrente Laranja

A **Figura 6.8** mostra os espelhos d'água da sub-bacia do Lago Seco.

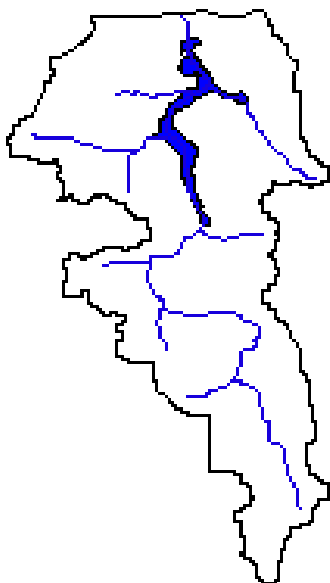


Figura 6.8. Espelhos d'água na Sub-bacia do Lago Seco

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia do Poeirás são mostradas na **Figura 6.9** e **Quadro 6.4**. Observa-se a predominância de pequenos reservatórios.

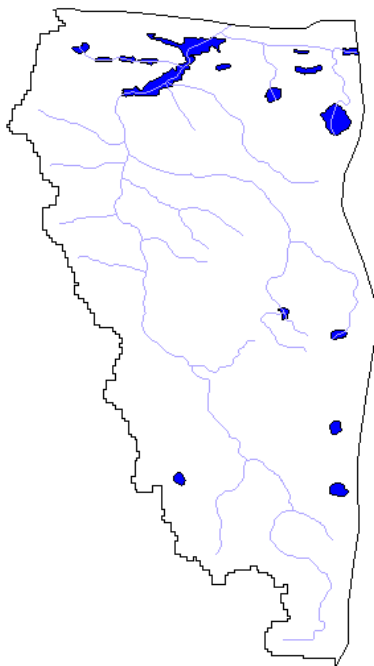


Figura 6.9. Espelhos d'água na Sub-bacia do Poeirás

Quadro 6.4. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Poeiras

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	1	6.67%
20	12	86.67%
50	0	86.67%
100	1	93.33%
500	1	100.00%
1000	0	100.00%
Mais	0	100.00%

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia do Mourão são mostradas na **Figura 6.10** e **Quadro 6.5**. Observa-se a predominância de pequenos reservatórios.

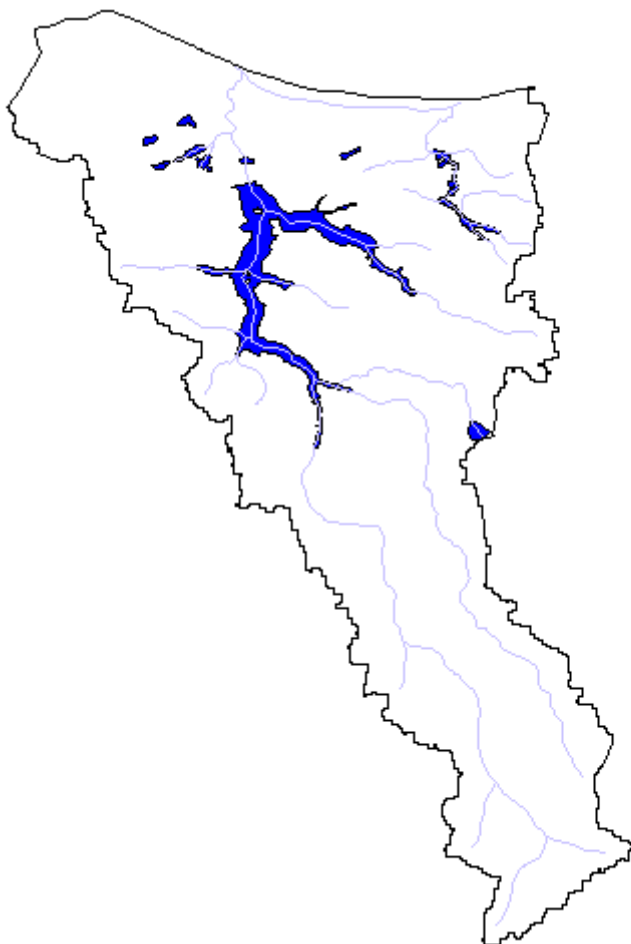


Figura 6.10. Espelhos d'água na Sub-bacia Mourão (Lagoa Jijoca com 9.7km²)

Quadro 6.5. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Mourão

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	0	0.00%
20	6	50.00%
50	5	91.67%
100	0	91.67%
500	0	91.67%
1000	1	100.00%
Mais	0	100.00%

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia Forquilha são mostradas na **Figura 6.11** e **Quadro 6.6**. Observa-se nessa sub-bacia a presença de poucos reservatórios e estes são considerados como aguadas.



Figura 6.11. Espelhos d'água na Sub-bacia Forquilha

Quadro 6.6. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Forquilha

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	3	42.86%
20	3	85.71%
50	0	85.71%
100	1	100.00%
500	0	100.00%
1000	0	100.00%
Mais	0	100.00%

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia Forquilha são mostradas na **Figura 6.12** e **Quadro 6.7**. Observa-se a predominância de reservatórios com área de espelho d'água inferior a 20 ha.



Figura 6.12. Espelhos d'água na Sub-bacia Prata

Quadro 6.7. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Prata

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	2	8.70%
20	17	82.61%
50	1	86.96%
100	1	91.30%
500	2	100.00%
1000	0	100.00%
Mais	0	100.00%

A rede hidrográfica da Sub-bacia do Jaguapari apresenta as características mostradas na **Figura 6.13** e **Quadro 6.8**.



Figura 6.13. Espelhos d'água na Sub-bacia do Jaguarapari

Quadro 6.8. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Jaguarapari

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	5	41.67%
20	4	75.00%
50	0	75.00%
100	0	75.00%
500	2	91.67%
1000	1	100.00%
Mais	0	100.00%

A sub-bacia do Coreaú possui alguns reservatórios de maior porte, tais como, Gangorra, Angicos, Trapiá, Várzea da Volta, Diamante e Pinga. A **Figura 6.14** apresenta a rede hidrográfica desta sub-bacia. Observa-se número significativo de aguadas e reservatórios de pequeno porte. 97% dos reservatórios da bacia têm área menor que 50 hectares e cobrem 0,4% da área da bacia. Os 3% de reservatórios médios e grandes tem área de espelho de 1,0% da área da bacia (**Quadro 6.9**).

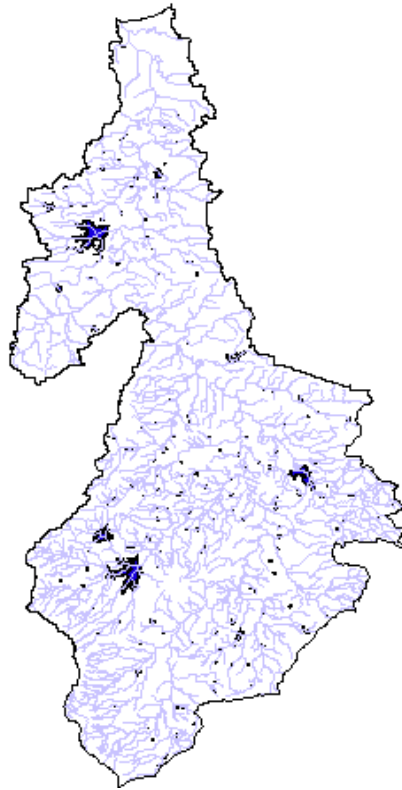


Figura 6.14. Espelhos d'água na Sub-bacia do Coreaú

Quadro 6.9. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Coreaú

Área de Espelho (hectare)	Frequência	% cumulativo
5	212	70.67%
20	75	95.67%
50	5	97.33%
100	3	98.33%
500	3	99.33%
1000	1	99.67%
Mais	1	100.00%

A **Figura 6.15** mostra o histograma da sub-bacia do Coreaú.

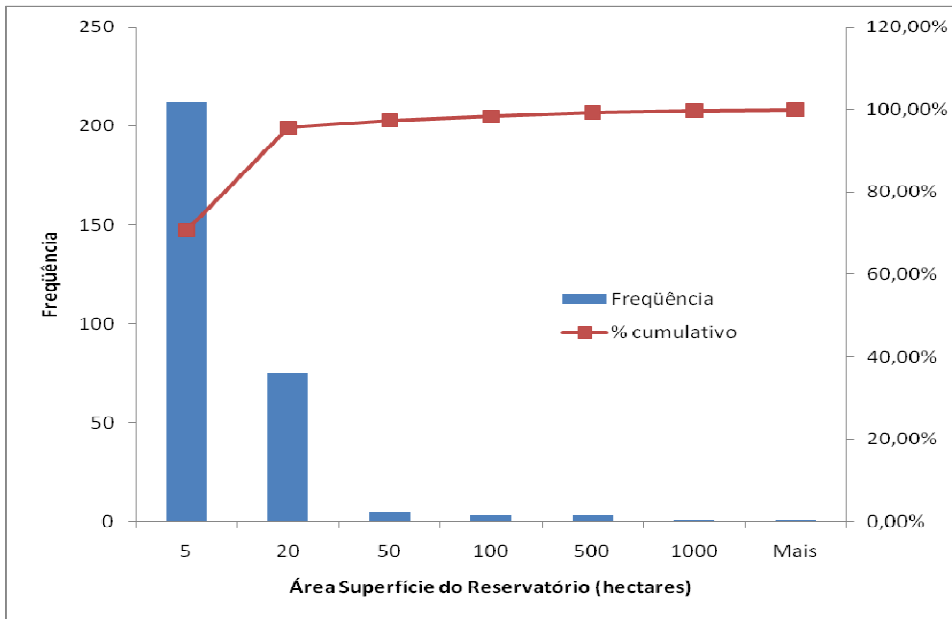


Figura 6.15. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Coreau

A sub-bacia do Itacolemi (**Figura 6.16**) contrasta com estas sub-bacias costeiras por localizar-se em região de alta bacia e assemelha-se as mesmas em sua densidade de pequenos reservatórios.

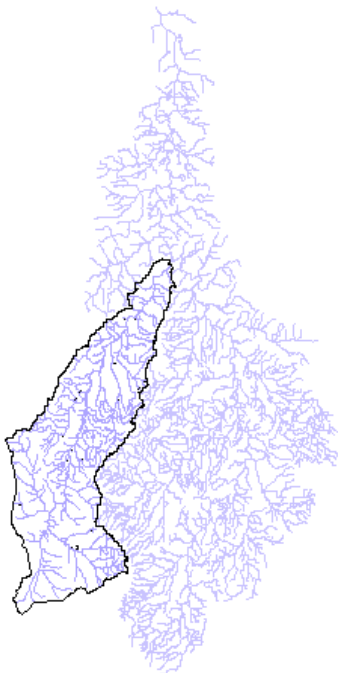


Figura 6.16. Espelhos d'água na Sub-bacia do Itacolemi afluente do Coreau

As características da rede hidrográfica da Sub-bacia do Itacolemi são mostradas na **Figura 6.16** e **Quadro 6.10**. Observa-se a predominância de pequenos reservatórios.

Quadro 6.10. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Italolemi afluente do Coreaú.

Área de Espelho (hectare)	Frequência	% cumulativo
5	35	87.50%
20	5	100.00%
50	0	100.00%
100	0	100.00%
500	0	100.00%
1000	0	100.00%
Mais	0	100.00%

A Sub-bacia do Pesqueiro é mostrada na **Figura 6.17** e o **Quadro 6.11** e **Figura 6.18** apresentam o histograma das áreas dos espelhos d'água. Observam-se alguns reservatórios de maior porte (como o Tucunduba) e a ocorrência de lagos costeiros na **Figura 6.17**. A alta bacia do Pesqueiro apresenta um grande número de reservatórios.

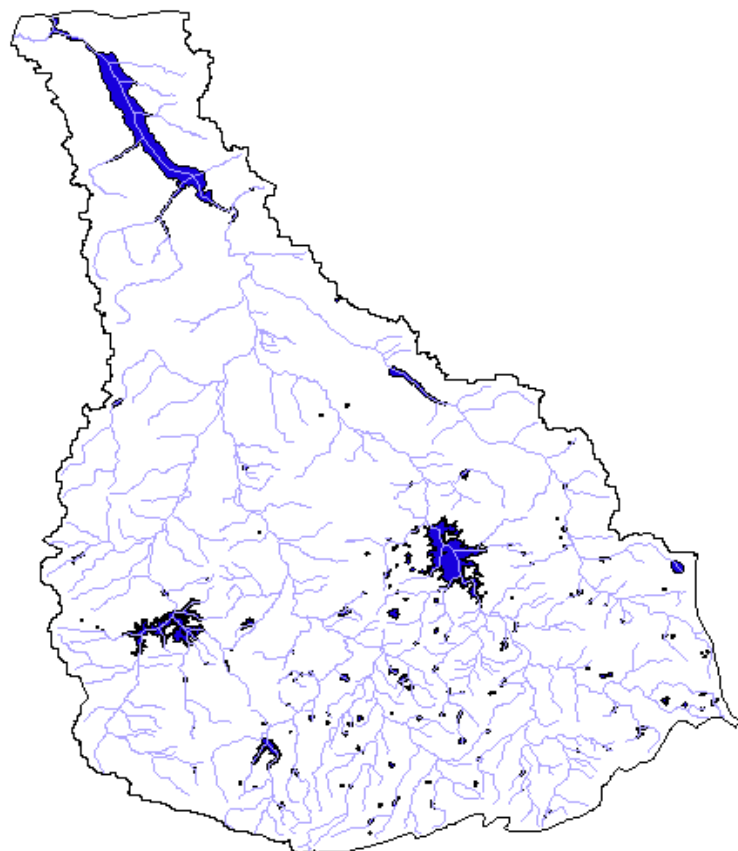


Figura 6.17. Espelhos d'água na Sub-bacia do Pesqueiro

Quadro 6.11. Áreas dos Espelhos d'água na Sub-bacia do Pesqueiro

Área do Espelho (hectares)	Frequência	% cumulativo
5	76	51.35%
20	55	88.51%
50	11	95.95%
100	1	96.62%
500	2	97.97%
1000	1	98.65%
Mais	2	100.00%

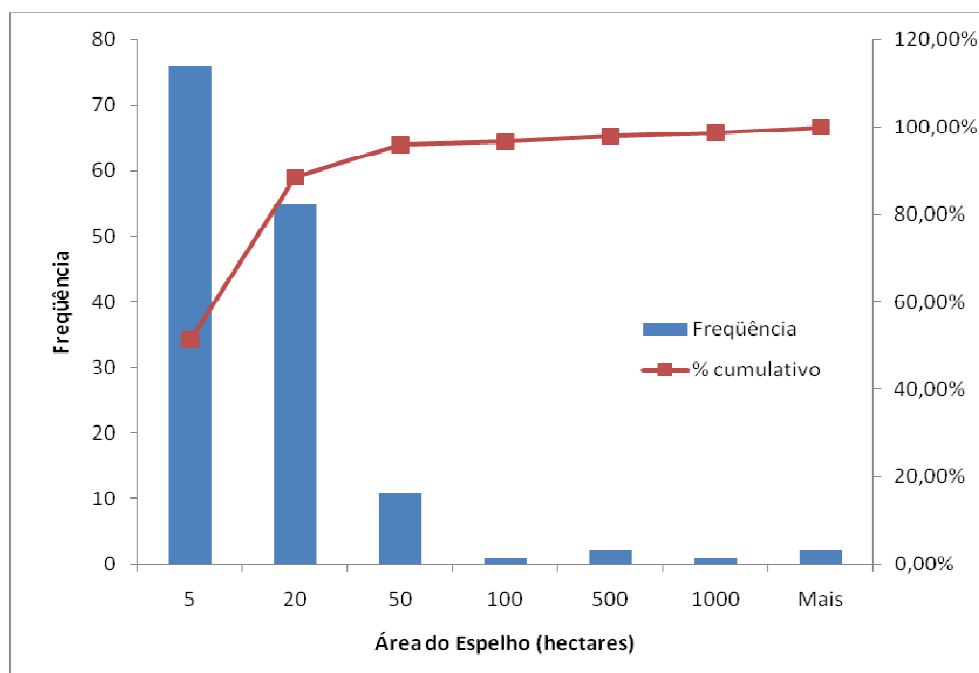


Figura 6.18. Histograma de Área dos Espelhos d'água na Sub-bacia do rio Pesqueiro

O **Quadro 6.12** resume as principais características das 12 sub-bacias da região hidrográfica do Coreaú.

6.2.2. Estimativa de volumes dos Reservatórios

Os volumes dos espelhos de água da Região Hidrográfica do Coreaú foram avaliados seguindo a base metodológica do Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1992.

O processo de estimação dos volumes dos reservatórios inicia-se com a organização da base de informações em Sistema de Informações Geográficas. Utilizou-se o Levantamento dos Espelhos de Água realizado pela FUNCEME. Esta base foi construída para a atualização das cartas 1:100.000 da SUDENE e Exército. Fez-se uma auditoria cartográfica para consistir à base de espelhos d'água na Bacia de forma a retirar redundâncias de lagos que apareciam em mais de uma carta.

Quadro 6.12. Resumo das Características dos Espelhos de Água na Bacia do Coreaú

Sub-Bacia	Área de Drenagem (km²)	Número de Espelhos	Área Total de Espelho d'água (km²)	Número de reservatórios por 100 km²	Percentual de Área	Área Total de Espelhos Menor que 50 hectares (km²)	Percentual da área total coberta por Espelhos Menores que 50 hectares
Coreaú	3377	305	46.0	9.03	1.4%	13.0	0.4%
Corrente Laranja	462	9	16.6	1.95	3.6%	0.7	0.2%
Forquilha	346	7	1.09	2.03	0.3%	0.4	0.1%
Itacolomi	1053	40	1.13	3.80	0.1%	1.1	0.1%
Jaguarapari	292	12	11.5	4.11	3.9%	0.4	0.1%
Lago Seco	85	3	2.55	3.53	3.0%	0.2	0.2%
Mourão	294	12	11.99	4.08	4.1%	2.2	0.8%
Pesqueiro	1688	148	49.94	8.77	3.0%	9.9	0.6%
Poeira	139	15	3.02	10.82	2.2%	1.2	0.8%
Prata	479	23	7.37	4.80	1.5%	2.1	0.4%
Tapuiu	525	24	4.05	4.57	0.8%	1.8	0.3%
Timonha	1874	34	18.27	1.81	1.0%	2.1	0.1%

Após este trabalho realizou-se manualmente a classificação de cada um dos reservatórios por classe de relevo e pela ordem do rio (hierarquia fluvial). As classes de relevo conforme definidas no PERH (1996):

- (i) Relevo muito suave ($i < 6\%$);
- (ii) Relevo suave ($6 < i < 9\%$);
- (iii) Relevo Moderado ($9\% < i < 13\%$);
- (iv) Relevo Forte ($i > 13\%$);
- (v) Relevo muito forte (regiões montanhosas).

A ordem fluvial foi identificada a partir de inspeção na rede hidrográfica das cartas 1:100.000.

A partir da classificação do reservatório estimam-se os parâmetros para o cálculo dos volumes. Tais parâmetros podem ser calculados de acordo com metodologia desenvolvida no PERH, que permite a determinação de volume (K) com base na área do espelho d'água (A) 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 6.13**. A equação de regressão é:

$$V = a A^b \quad (6.1)$$

onde

V = volume em m³

A = área do espelho d'água em hectares.

Cada um dos reservatórios teve seu volume manualmente estimado desta forma.

Quadro 6.13. Parâmetros da Curva de Regressão Volume vs. Área do Espelho d'Água

Classe de Relevo	Ordem do Rio	Número de Açudes	Coefficiente de Correlação	Parâmetro A	Parâmetro B
Relevo R1	Ordem 1	364	0,87	11.220,02	1,16
	Ordem 2	149	0,93	28.467,58	0,91
	Ordem 3	66	0,92	5.755,97	1,31
Relevo R2	Ordem 1	764	0,87	14.642,35	1,1
	Ordem 2	348	0,87	40.326,68	0,87
	Ordem 3	141	0,92	14.693,40	1,14
Relevo R3	Ordem 1	1385	0,82	25.082,57	0,95
	Ordem 2	469	0,71	104.676,00	0,59
	Ordem 3	174	0,82	12.270,20	1,21
Relevo R4	Ordem 1	396	0,63	79.426,47	0,54
	Ordem 2	135	0,75	15.458,55	1,10
	Ordem 3	58	0,82	58.462,62	0,76
Relevo R5	Ordem 1	179	0,87	23.943,09	1,01
	Ordem 2	65	0,52	44.496,38	0,69
	Ordem 3	15	0,98	3.651,29	1,59

Fonte: Plano Estadual dos Recursos Hídricos (Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, 1992)

6.2.3. Classificação dos Reservatórios quanto ao tamanho

Após a estimativa dos volumes os reservatórios podem ser classificados conforme o seu tamanho. Utilizou-se a classificação do PERH (1992). Os reservatórios são classificados quanto ao tamanho segundo o PERH (1992) como:

- Aguadas com capacidade menor que $0,30 \text{ hm}^3$
- Muitos Pequenos com capacidade entre $0,30 \text{ hm}^3$ e $1,00 \text{ hm}^3$
- Pequenos com capacidade entre $1,00 \text{ hm}^3$ e $3,00 \text{ hm}^3$
- Médios com capacidade entre $3,00 \text{ hm}^3$ e $50,00 \text{ hm}^3$
- Grandes maiores que $50,00 \text{ hm}^3$

O volume armazenável na bacia estimado é de 674 hm^3 . Estando a maior parte deste estoque nas sub-bacias do Pesqueiro e Coreáú. Os **Quadro 6.14, 6.15, 6.16 e 6.17** apresentam as estimativas para toda a região hidrográfica e para cada uma de suas sub-bacias.

A Região Hidrográfica do Coreáú teve seu histograma de reservatórios mostrados no **Quadro 6.14**. Observa-se neste quadro que 95% dos espelhos de água são aguadas ou reservatórios muito pequenos. O volume total destes é de aproximadamente 76 hm^3 em toda a bacia.

Quadro 6.14. Classificação dos Reservatórios

Classificação	Frequência	% cumulativo
Aguadas	511	85.45%
Muito Pequenos	58	95.15%
Pequenos	13	97.32%
Médios	11	99.16%
Grandes	5	100.00%

Quadro 6.15. Volume total dos Reservatórios por Tipo na Região Hidrográfica do Coreáú

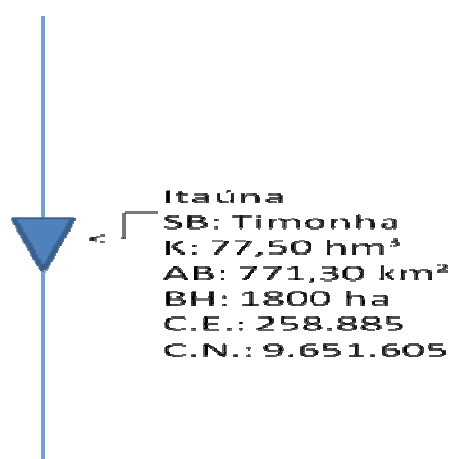
Classificação	Volume (hm^3)
Aguadas	49.7
Muito Pequenos	26.9
Pequenos	21.6
Médios	191.0
Grandes	384.4

Quadro 6.16. Estimativa de volumes Armazenados nas Sub-bacias

Sub-Bacia	Volume Total (hm ³)
Cor Laranja	58
Coreaú	229
Forquilha	2
Itacolomi	3
Jaguarapari	48
Lago Seco	8
Mourão	55
Pesqueiro	152
Poeira	7
Prata	20
Tapuiu	9
Timonha	83
Total geral	674

6.3. Diagrama Unifilar do Sistema de reservatórios pequenos, médios e grandes

Os principais reservatórios da Região hidrográfica foram representados em um diagrama unifilar. Esta representação tem por objetivo identificar as cascatas de reservatórios com vistas a futuras simulações do sistema.



A sub-bacia do Timonha tem apenas um reservatório de maior porte que é o Itaúna e tem seu diagrama unifilar apresentado na **Figura 6.19**.

A sub-bacia do Coreaú tem seis reservatórios representados em seu diagrama unifilar que é descrito na **Figura 6.20**. E a bacia do Pesqueiro tem seus três principais reservatórios apresentados no diagrama unifilar da **Figura 6.21**.

Figura 6.19. Diagrama Unifilar da Sub-bacia do Timonha, onde SB é o nome da Sub-bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM

Quadro 6.17 - Volume Total Acumulado em hm³ nas doze Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú

Classificação	Cor Laranja	COREAÚ	Forquilha	Itacolomi	Jaguarapari	Lago Seco	Mourão	Pesqueiro	Poeira	Prata	Tapuiu	Timonha
Aguadas	0.5	23.9	0.4	3.3	0.5	0.2	1.1	10.8	1.9	2.2	1.7	3.0
Muito Pequenos	0.8	5.9	1.2	-	-	-	2.0	12.2	-	1.3	2.0	1.6
Pequenos	-	5.4	-	-	5.3	-	1.0	1.2	1.1	1.5	5.0	1.0
Médios	56.2	61.1	-	-	42.3	7.9	-	4.6	3.7	15.2	-	-
Grandes	-	132.8	-	-	-	-	50.7	123.4	-	-	-	77.5

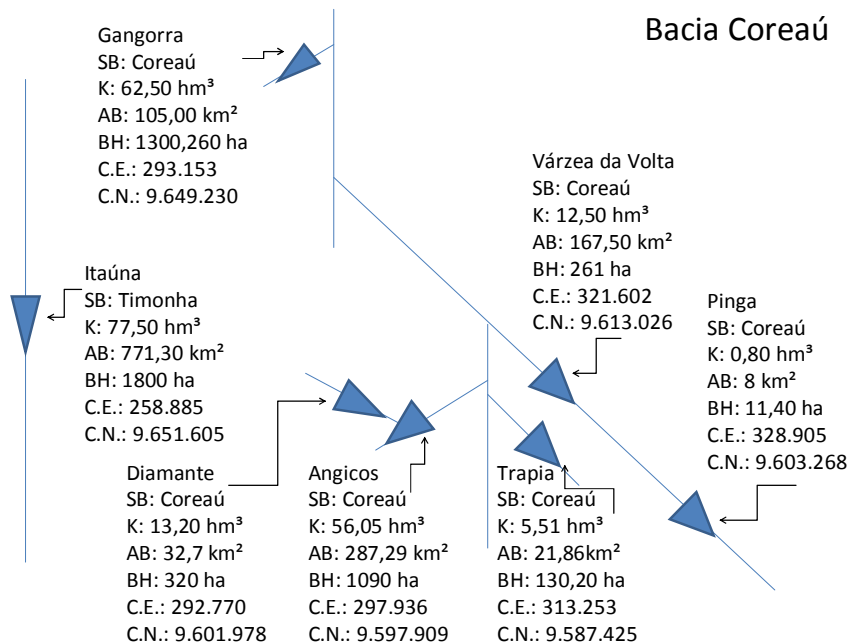


Figura 6.20. Diagrama Unifilar da Sub-bacia do Coreaú, onde SB é o nome da Sub-bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM

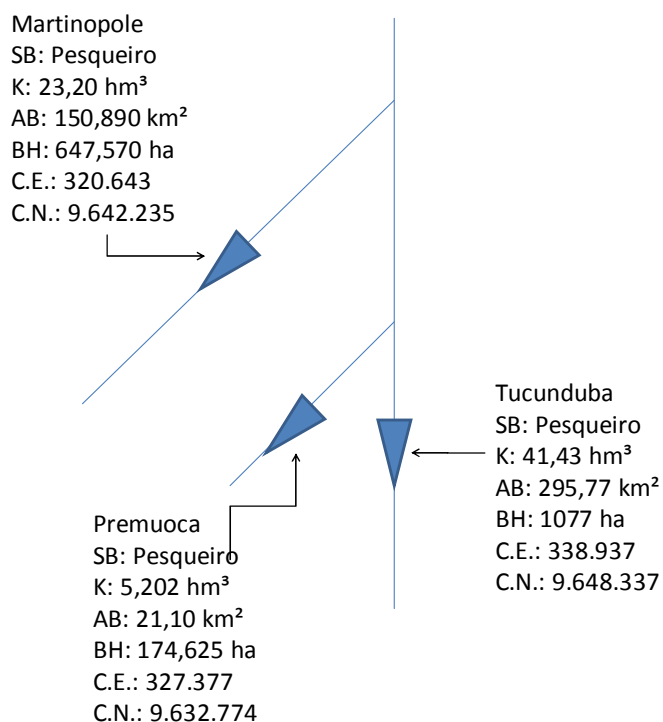


Figura 6.21. Diagrama Unifilar da Sub-bacia do Pesqueiro, onde SB é o nome da Sub-bacia, K é a capacidade do reservatório, AB é a área da bacia; BH é a área da Bacia Hidráulica em hectares, C.E e C.N são as coordenadas do eixo barrado em UTM

6.4. Avaliação do Grau de Saturação da Açudagem

O Índice do Grau de Saturação da Açudagem (IGAS) foi criado para se realizar a avaliação da saturação dos reservatórios. Optou-se pelo índice em lugar de uma simulação caso a caso do sistema de reservatório por este permitir uma comparação entre bacias hidrográficas e não estar sujeito as especificidades decorrentes da eficiência dos reservatórios individuais. A eficiência dos reservatórios individuais é relevante, no entanto a base de informação dos espelhos de água utilizada não possibilita uma estimativa confiável da eficiência individual de cada reservatório sendo porem robusta na estimativa do volume armazenado.

O IGAS foi definido como sendo a razão entre o volume armazenado na bacia e vazão afluente anual útil para a média e a grande açudagem. Esta vazão útil é a vazão potencial (isto é, o produto da lâmina média escoada pela área da bacia hidrográfica) menos o volume das aguadas e reservatórios muito pequenos, isto é:

$$IGAS = \frac{K}{Afu} \quad (6.2)$$

Onde K é o volume dos estoques de água e *Afu* é a afluência média anual.

O cálculo da afluência média anual foi realizado a partir da lâmina anual média escoada em cada município conforme o PERH (1996). Os municípios que não existiam a época do Plano tiveram o valor do deflúvio estimado através de interpolação dos deflúvios dos municípios vizinhos. Desta forma para cada bacia é possível obter o deflúvio em suas diferentes regiões e conseqüentemente o deflúvio médio. A **Figura 6.22** mostra como exemplo os deflúvios da Sub-bacia do Coreaú.

As informações sobre o total dos estoques de água somam-se as dos deflúvios para se calcular o IGAS. O **Quadro 6.18** mostra os resultados do cálculo do IGAS para as Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú.

Definiram-se cinco (5) níveis de saturação para a bacia:

- Muito baixa: $0,0 < IGAS < 0,5$
- Baixa: $0,5 \leq IGAS < 1,0$
- Normal: $1,0 \leq IGAS < 2,0$
- Alta: $2,0 \leq IGAS < 3,0$
- Muito Alta $3,0 \leq IGAS$

Estes níveis de saturação aplicados a as Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú são mostrados na **Figura 6.23**. Observa-se que a bacia do Jaguapari encontra-se com índice de saturação normal, as bacias do Corrente Laranja e Lago Seco estão com saturação baixa e as demais sub-bacias estão com nível de saturação muito baixa.

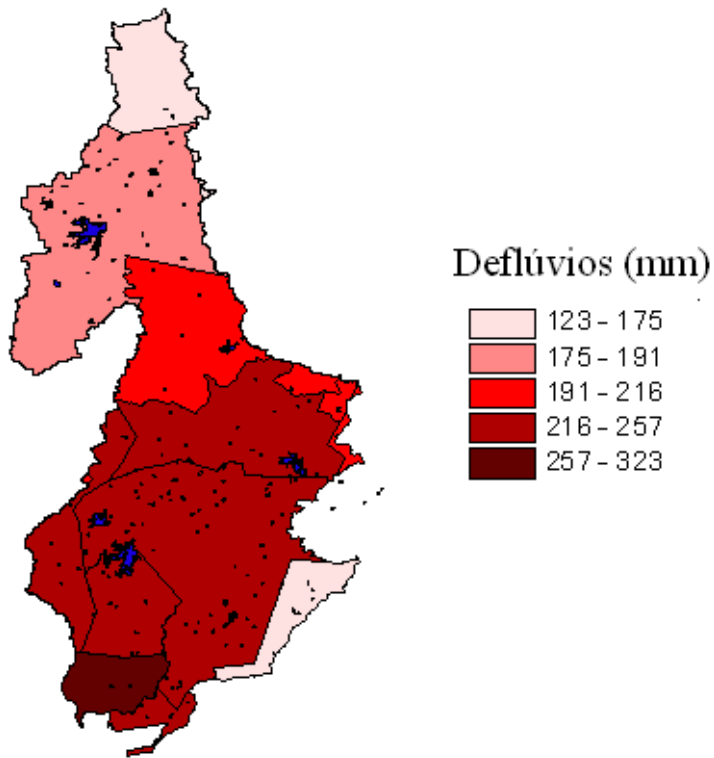


Figura 6.22. Deflúvios da Sub-bacia do Coreaú na Região Hidrográfica do Coreaú

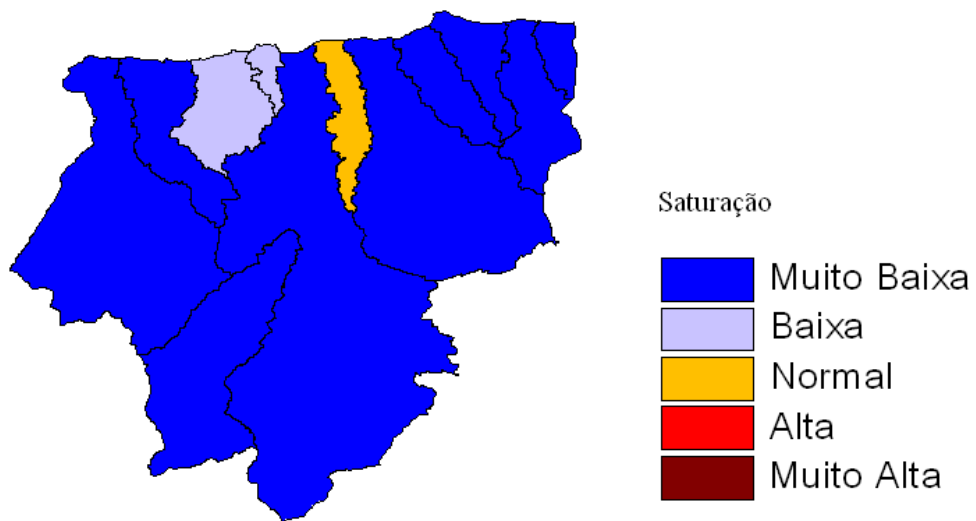


Figura 6.23. Nível de Saturação dos Reservatórios de cada uma das sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú

Quadro 6.18. Relação entre o estoque e o armazenamento nas Sub-bacias da Região Hidrográfica do Coreaú

Sub-Bacia	Volume Total dos Reservatórios (hm ³)	Área da Sub-bacia (km ²)	Lâmina Média anual (mm)	Escoamento Potencial (hm ³ /ano)	IGAS (Estoque/Escoamento)
Cor Laranja	58	462	150	69	84%
Coreaú	229	3377	200	675	34%
Forquilha	2	346	200	69	3%
Itacolomi	3	1053	250	263	1%
Jaguarapari	48	292	150	44	110%
Lago Seco	8	85	150	13	63%
Mourão	55	294	150	44	125%
Pesqueiro	152	1688	200	338	45%
Poeira	7	139	150	21	34%
Prata	20	479	150	72	28%
Tapuiu	9	525	170	89	10%
Timonha	83	1874	200	375	22%

7. FORMULAÇÃO DE METAS PARA INDICADORES E ÍNDICES

7. FORMULAÇÃO DE METAS PARA INDICADORES E ÍNDICES

7.1. Introdução

A síntese de informações constitui ponto primordial na formulação das políticas públicas, considerando conhecimentos concernentes ao setor econômico, social, educacional, incluindo também a saúde e a preservação do meio ambiente, para garantir a satisfação do contingente populacional.

A grande quantidade de dados referentes a todos esses setores e o aumento da complexidade dos problemas políticos provocam o interesse no uso de ferramentas auxiliares de análise - os indicadores e índices.

Há uma tendência natural de se pensar que “quanto mais indicadores melhor”. Assim o seria, caso houvesse disponibilidade de dados para a confecção dos indicadores, houvesse um programa governamental para a geração sistemática destes dados por partes das instituições e que os dados tivessem a mesma temporalidade.

Ocorre, porém, que nem sempre os dados básicos necessários existem, ou, quando existem, referem-se a datas diferentes, o que impossibilita, ao analista, descrever o comportamento de uma determinada característica, para determinada época.

Desta forma, mais importante que calcular um grande número de indicadores, é ter uma política de produção destes dados. De nada adianta ter um grande número de indicadores, se não se pode acompanhar anualmente (ou em outra escala de tempo) o seu desempenho. O que se pode observar é que os dados primários necessários à confecção dos indicadores não são disponibilizados sistematicamente no Estado do Ceará para um mesmo ano base ou, algumas vezes, deixam de ser disponibilizados, ou mesmo nunca foram coletados.

A principal dificuldade encontrada para a Bacia em estudo é, sem dúvida, a incompatibilidade temporal de parâmetros componentes um mesmo indicador.

Assim posto, as metas de que trata este capítulo podem se referir tanto a valores a serem atingidos para determinados indicadores daqui a 5, 10 ou 20 anos (quando da existência de dados) quanto a implementação de medidas necessários a obtenção de dados primários, também para estes mesmos horizontes temporais.

7.2. Índice de Pobreza Hídrica - IPH

A relação entre água e pobreza inclui, predominantemente, questões relacionadas à saúde e ao alimento e, principalmente, as inter-relações entre estas duas questões. Além da falta do elemento ‘água’ em si, a escassez hídrica acarreta perda de capital humano, em decorrência do tempo despendido pelas pessoas, principalmente mulheres e crianças, na busca e na captação de água para a sobrevivência de suas famílias.

O Ceará caracteriza-se pela imensa variabilidade pluviométrica, solos rasos (predominantemente cristalinos) e rios intermitentes. Isto posto, percebe-se a fragilidade e vulnerabilidade econômico-social de grande parte da sua população. Uma das principais conseqüências desta fragilidade é a grande migração para a capital (Região Metropolitana de Fortaleza), na busca de oportunidades para fugir da pobreza.

Apesar das inúmeras ações no sentido de mitigar esses efeitos, principalmente no que diz respeito ao abastecimento de água da população e à implantação de atividades econômicas menos dependentes do clima, o alcance efetivo ainda é muito limitado, visto que ainda não é observada a inversão nos fluxos populacionais e de desenvolvimento. Assim, o clima ainda continua representando uma grande ameaça (Suliano et al, 2009).

É certo, porém, que os impactos sobre as populações dependem da sua capacidade de adaptação e das ações realizadas para diminuir a dependência econômica de atividades suscetíveis ao clima. No entanto, para que ações sejam propostas, é imprescindível o conhecimento da situação atual, através da identificação e do reconhecimento dos problemas. Tendo-se estas informações em mãos, é possível analisar as resposta à implementação das políticas públicas, de forma a retro-alimentar e ajustar o sistema.

As políticas públicas devem, acima de tudo, buscar não só a convivência e adaptação das populações com o clima local, reduzindo os impactos deste e das próprias atividades desenvolvidas, mas também prover o reequilíbrio natural, visto que o clima é uma variável exógena, mas que pode ser agravado pelas atividades humanas.

O Índice de Pobreza Hídrica (IPH) associa a questão hídrica às questões econômicas, sociais e políticas locais, e permite uma avaliação das relações existentes entre a qualidade de vida e a disponibilidade física de água e a facilidade do acesso à mesma. Com ele tem-se, em mãos, um importante instrumento, capaz hierarquizar as necessidades de intervenções hídricas na bacia hidrográfica.

São quatro os indicadores utilizados na formulação e no cálculo do IPH - disponibilidade, acesso, uso e meio ambiente (Luna, 2007). Matematicamente, o IPH pode ser expresso da pela Equação 7.1:

$$IPH = \frac{\sum_{i=1}^N w_{x,i} X_i}{\sum_{i=1}^N w_{x,i}} \quad (7.1)$$

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 (Equação 7.2).

$$WPI = \frac{w_d D + w_a A + w_c C + w_e MA}{w_d + w_a + w_c + w_e} \quad (7.2)$$

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 estejam fixados e, para o cômputo do seu valor, é calculada a conforme **Equação 7.3**:

$$\text{Indicador} = \frac{V_{\text{observado}} - V_{\text{mínimo}}}{V_{\text{máximo}} - V_{\text{mínimo}}} \quad (7.3)$$

7.2.1. Disponibilidade

Este indicador é calculado com base na oferta de águas de superfície e subterrâneas, relacionadas aos requisitos ecológicos, ou seja, ajustada pelas condições e segurança da sua disponibilidade, considerando-se as variações sazonais e interanuais e as demandas de água per capita, para as demandas domésticas, de agricultura e da indústria.

A componente referente à disponibilidade superficial engloba as seguintes informações:

- Oferta de água proveniente dos reservatórios existentes,
- Oferta de água por meio dos leitos perenizados e transferências de água (adutoras, canais),
- Oferta de água proveniente cisternas.

Os dados para o cálculo desta componente para a Bacia do Coreaú, no caso dos dois primeiros itens, podem ser obtidos (atualizados) na Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH e na Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH.

Os dados referentes às cisternas no Ceará, sejam as construídas pelos programas da ASA - Articulação pelo Semi-árido e/ou da SDA - Secretaria do Desenvolvimento Agrário, não estão disponíveis, embora se saiba que a capacidade de armazenamento e a sua localização georeferenciada sejam cadastradas na fase de construtiva, Estas informações são de grande relevância para o cálculo do IPH, tendo em vista a grande quantidade da população rural no Ceará.

No caso da componente referente à disponibilidade subterrânea, a dificuldade que se apresenta é a da superposição de dados de localização de poços (tendo em vista os vários cadastros isolados realizados por diferentes órgãos) e a ausência de um banco de dados único, que reúna e consolide essas informações, além de outros dados importantes tais como vazão, horas de bombeamento, vida útil do poço, dentre outras.

No que se refere às demandas tem-se que, não existem informações sobre demandas difusas na bacia. Para as demandas humanas concentradas, são utilizadas as informações disponíveis nos planos de recursos hídricos.

Os planos também constituem a fonte de dados da demanda para a indústria e a irrigação. No caso de se tratar de água bruta, têm-se também informações sobre o volume utilizado, contidas no cadastro de outorga de água da COGERH. No caso da demanda para irrigação, (projetos públicos federais) foram encontradas divergências entre COGERH e DNOCS sobre área de plantio, o que se reflete em divergência na quantidade de água utilizada.

Para um melhor entendimento sobre as informações a serem utilizadas para o cálculo deste indicador, ou seja, os dados necessários e como obtê-los, é apresentado o **Quadro 7.1**.

Quadro 7.1. Componentes necessárias ao cálculo do indicador disponibilidade.

Oferta Superficial	Reservatórios	Dados atualizados obtidos na COGERH e SRH
	Leitos perenizados, canais e adutoras	
	Cisternas	Dados não disponíveis
Oferta Subterrânea	Poços	Dados não consolidados e desatualizados – necessidade de base única de informações
Demanda	Humana	Dados levantados para os Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000) Para a demanda difusa não existem informações
	Indústria	Dados levantados para os Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000)
	Irrigação	Dados de irrigação privada – levantados pelos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba (2000) Dados de irrigação pública -divergentes e desatualizados.

A confecção do indicador somente se configura com a utilização de suas componentes. Havendo, no entanto, situação em que haja a possibilidade de substituição ou eliminação de alguma destas componentes, por ser pouco representativa, pode-se avaliar o impacto no resultado final para o indicador.

Para o indicador disponibilidade tem-se a dificuldade das informações sobre cisternas, que se constitui uma componente bastante importante na composição do indicador, tendo em vista que a população difusa existente na Bacia é a mais afetada pela deficiência hídrica e pela pobreza. Além disso, as informações sobre irrigação, obtidas em diversos órgãos, são conflitantes, caracterizando a falta de atualização dos dados e as informações sobre demanda da população difusa inexistem.

7.2.2. Acesso

A componente acesso é definida pelo percentual da população que tem acesso à água e ao saneamento, e o tempo dispensado para a coleta de água, o qual se refletirá na quantidade de água coletada, como citado no Capítulo 13 do Relatório RT3.

A avaliação do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em uma dada localidade, em verdade, não constitui tarefa trivial. A abordagem mais usual, para tanto, é a de se recorrer a indicadores de cobertura de atendimento, as quais encontram-se disponíveis em fontes oficiais.

Desta forma, as componentes acesso à água e ao saneamento, utilizadas para o cálculo deste indicador podem ser encontradas no Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil - PNUD, onde constam os dados de 2000.

No entanto, inexistem informações sobre o acesso à água quando não há sistema de distribuição, o que caracteriza as populações localizadas nos chamados “vazios hídricos”.

Para este indicador apresenta-se, a seguir, o **Quadro 7.2**, que caracteriza a situação da obtenção de dados.

Quadro 7.2. Componentes necessárias a o cálculo do indicador acesso

% de pessoas que vivem em domicílio com água encanada	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil - 2000
% de pessoas que vivem em domicílio com banheiro e água encanada	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil - 2000
Tempo despendido para coleta de água pelas populações sem sistema de distribuição	Dados não disponíveis

7.2.3. Capacidade

A capacidade representa o gerenciamento dos recursos hídricos com base na variável humana (educação, saúde) e na capacidade financeira de gerenciar o sistema.

Desta forma é calculado utilizando-se informações sobre a economia local, sobre as doenças de veiculação hídrica e mortalidade infantil, as quais possuem uma grande correlação com as condições econômicas e com o nível de escolaridade, ou de informação destas populações.

A mortalidade infantil, indicador de saúde e de desenvolvimento, reflete as condições de vida da comunidade. Todavia, Gonçalves et al. (1989) citam que é ilusório avaliar a situação de saúde somente pelos indicadores de saúde; é preciso levar em conta todos os componentes do nível de vida: saúde, alimentação e nutrição, educação, condições de trabalho, situação em matéria de emprego, consumo e economia gerais, dentre outros.

Foi demonstrado que o binômio infecção/desnutrição é o grande responsável pela alta mortalidade, tendo como fatores favorecedores as precárias condições de saneamento básico (água tratada e esgoto), a baixa escolaridade e a desnutrição materna.

Os indicadores sócio-econômicos, Produto Interno Bruto (PIB) e Desigualdade da Distribuição de Renda (Coeficiente de Gini), aliados aos indicadores de escolaridade embasam e corroboram a performance dos indicadores de saúde.

Para o indicador capacidade é apresentada, a seguir, o **Quadro 7.3**, caracterizando a situação da obtenção de dados.

Quadro 7.3. Componentes necessárias a o cálculo do indicador capacidade

Índice de Mortalidade Infantil	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE - 2009
Doenças de veiculação hídrica	Banco de dados do Sistema Único de Saúde – DATAUS - 2009
Produto Interno Bruto (PIB)	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE - 2007
Coeficiente de Gini	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE - 2000
Escolaridade inferior a 4 anos de estudo	Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil - 2000

7.2.4. 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. Além disso, um dos grandes problemas da oferta hídrica, hoje, está relacionada a qualidade das águas.

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, tendo em vista as ações antrópicas, à coleta de lixo e à presença de esgoto a céu aberto, os quais impactam diretamente os recursos hídricos. Além destas, a componente relacionada à presença de macrófitas nos corpos hídricos, o que aponta para problemas na qualidade destas águas.

Para as informações de uso e ocupação do solo, as quais demonstram o nível de degradação, podem ser utilizadas imagens de satélite, em escala temporal adequada às outras componentes que formam o indicador.

Para o indicador meio ambiente o **Quadro 7.4**, a seguir, apresenta a caracterização da situação da obtenção de dados.

Quadro 7.4. Componentes necessárias a o cálculo do indicador meio ambiente

Áreas antropizadas	Informação inexistente
% de domicílios com coleta de lixo	Banco de dados do Sistema Único de Saúde – DATAUS - 2009
% de domicílios com esgoto a céu aberto	Banco de dados do Sistema Único de Saúde – DATAUS - 2009
Quantidade de macrófitas nos reservatórios	Atlas de Sustentabilidade – Indicadores municipais para a Área de atuação do Banco do Nordeste do Brasil – BNB - 2005

7.3. Indicadores e Índices Ambientais

Partindo do princípio que a formatação e operacionalização dos indicadores ambientais deverão ser estruturadas a partir de fontes existentes e confiáveis.

As metodologias utilizadas para a obtenção dos dados devem ser consistentes cientificamente. Dessa forma, assegurando a confiabilidade e validade dos resultados obtidos. Importância aqui atribuída aos órgãos oficiais de pesquisas econômicas, sociais e ambientais.

É interessante também salientar a questão da uniformidade dos dados, tanto no tempo como no espaço. Ou seja, os dados fornecidos por instituições oficiais ou não, devem estar em conformidade nas escalas temporal/espacial para que possamos estabelecer comparações e inferências concretas e verdadeiras a cerca da gestão dos recursos naturais, em particular aos recursos hídricos do estado do Ceará.

Dessa forma, ficou constatado que, quase na totalidade dos indicadores ambientais propostos pelos estudos ambientais mostraram a falta de disponibilização de informações a cerca das questões ambientais do estado do Ceará. Situações agravadas para os dados disponíveis para formatação dos indicadores quando apresentam falhas para com as escalas temporal/espacial. Assim, trazendo sérios prejuízos nas inferências possíveis de serem realizadas através dos estudos.

Nesse tipo de estudo, amplo e que abrange uma boa parcela do território cearense, é necessário que se tenham parcerias entre os órgãos (oficiais ou não oficiais) na divulgação e fornecimento de dados para a realização dos indicadores ambientais. Também é necessário que esses órgãos tenham o comprometimento de que essas gerações de dados se dêem de forma regular, freqüente e assídua. Nesse caso, para que as metas estabelecidas por intermédios dos indicadores não fiquem prejudicados anos à frente.

Outro aspecto importante é a participação das comunidades que moram nas proximidades dos recursos hídricos estudados na escolha dos indicadores que mais se adéquam a realidade local. Participação dos representantes e membros dos comitês de bacias hidrográficas. Para que não se tenham equívocos a respeito da situação dos recursos naturais.

A partir de experiências realizadas em outros estados foram levantados uma série de 44 (quarenta e quatro) indicadores ambientais possíveis de serem aplicados na gestão dos recursos hídricos das bacias estudadas. Sendo que quase na totalidade desses indicadores têm-se o problema na falta de dados, na falta da regularidade desses dados e na desobediência das escalas temporal/espacial dos dados.

Sendo assim é importante a participação de outros órgãos oficiais (Esferas: Federal, Estadual e Municipal) neste estudo para o comprometimento na geração e fornecimento dos dados necessários para a formatação e operacionalização dos indicadores.

Para melhor visualizar a disponibilidade dos dados de entrada dos 44 indicadores de sustentabilidade sugeridos no levantamento dos indicadores, estes foram organizados nos **Quadro 7.5 a 7.9**. São elencados, por indicador, quais as instituições responsáveis pela sua coleta. São grifados em VERDE, aqueles indicadores com disponibilidade de dados. Há que se verificar, no entanto, a questão da temporalidade dos dados de entrada de um mesmo indicador, que podem ser de datas diferentes. Em AMARELO, estão grifados aqueles indicadores que não dispõem de dados ainda, mas que podem ser coletados pela COGERH e obtidos por futuros monitoramentos (metas em 05 anos). Em VERMELHO, estão grifados aqueles indicadores que tem dados de entrada que serão coletados por outra instituição, que não a COGERH.


Tomando por base a criação de 04 (quatro) cenários de atividades e impactos possíveis na gestão dos recursos hídricos, foram estipulados alguns indicadores para diagnosticar e facilitar nas inferências nas tomadas de decisão. Os **Quadros 7.10, 7.11, 7.12 e 7.13** abaixo mostram os cenários e os indicadores, com suas respectivas unidades e fontes dos dados.


Quadro 7.5. Indicadores da Força Motriz avaliados para determinação dos índices.

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados	Situação dos Dados	
	Nome	Grandeza/Parâmetro				
Dinâmica demográfica e social	FM.01 - Crescimento populacional	Taxa geométrica de crescimento anual (TGCA)	%	IPECE/IBGE	IPECE (2009) IBEGE (2000)	
	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	Anuário Estatístico do Ceará - IPECE (2009)
		Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)				
Dinâmica econômica	FM.05 - Agropecuária	Quantidade de estabelecimentos agropecuários	nº	IDACE/ADAGRI/ IPECE	Anuário Estatístico do Ceará - IPECE (2009)	
		Efetivo de rebanhos	nº de cabeças			
		Produção agrícola em relação à água utilizada na irrigação	t/m ³ de água	IPECE/IBGE/CBH / SRH / COGERH	IPECE (2009) IBEGE (2000)	
	FM.06 - Indústria e mineração	Produção industrial em relação à água utilizada no setor			IPECE/SDU/FIEC /SEBRAE	Anuário Estatístico do Ceará - IPECE (2009)
		Quantidade de estabelecimentos industriais				
		Quantidade de estabelecimentos de mineração em geral		nº	DNPM/SEMACE/ IBAMA	Outro
		Quantidade de estabelecimentos de extração de água mineral				
FM.07 - Comércio e serviços	Quantidade de estabelecimentos de comércio			IBGE/IPECE	IPECE (2009) IBEGE (2000)	
FM.08 - Empreendimentos habitacionais	Quantidade de estabelecimentos de serviços					
	Quantidade anual de unidades habitacionais aprovadas		nº/ano	Secretaria das Cidades	Outro	
Dinâmica de ocupação do território	FM.09 - Uso e ocupação do solo	Área anual ocupada por novos empreendimentos	km ² /ano		Outro	
		Proporção de área agrícola em relação a área total	%		Anuário Estatístico do Ceará - IPECE (2009)	
		Proporção de área com cobertura vegetal nativa em relação à área total		IDACE/EMATERC	Outro	
		Proporção de área com silvicultura em relação à área total da bacia		E/AGROPOLOS/S	Outro	
		Proporção de área de pastagem em relação à área total da bacia		EMACE	Outro	
		Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia			Anuário Estatístico do Ceará - IPECE (2009)	

LEGENDA:

 Disponível

 Aquisição por intermédio da COGERH


 Aquisição por intermédio de outro órgão


Quadro 7.6. Indicadores de Pressão avaliados para determinação dos índices

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados	Situação dos Dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro			
Consumo de água	P.01 – Demanda de água	Demanda de água total	m ³ /ano	SRH/COGERH	<i>Aquisição por intermédio da COGERH</i>
		P.02 – Captações de água	Quantidade de captações superficiais em relação à área total da bacia	n ^o /km ²	
	Quantidade de captações subterrâneas em relação à área total da bacia				
	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/ DNPM	
		Proporção de volume de uso industrial de água em relação ao uso total			
		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			
	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	<i>Outro - CAGECE SEMACE</i>
		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	Municipal / SEMACE	
P.06 – Áreas contaminadas	Quantidade de áreas contaminadas	n ^o	SEMACE / IBAMA	<i>Outro - SEMACE</i>	
	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	<i>Aquisição por intermédio da COGERH</i>
		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		
	P.08 – Barramentos em corpos d'água	Extensão anual de APP desmatada	km ² /ano	SEMACE/ COGERH/ ONG's	
		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		

LEGENDA:

 Disponível

 Aquisição por intermédio da COGERH

 Aquisição por intermédio de outro órgão

Quadro 7.7. Indicadores de Estado avaliados para determinação dos índices

Tema	Nome	Indicador	Unidade de medida	Fonte de dados	Situação dos Dados	
		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	<i>Aquisição por intermédio da COGERH</i>	
		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				
		Proporção de pontos de monitoramento com OD acima 5 mg/l				
E.02 – Qualidade das águas subterrâneas	Proporção de pontos de monitoramento com IET classificado como Oligotrófico e Ultraoligotrófico	%	CPRH / COGERH			
	Proporção de cursos d'água afluentes litorâneos com classificação Bom e Ótimo					
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	<i>Aquisição por intermédio da COGERH</i>	
		Demanda total em relação ao $Q_{médio}$	%			
	E.06 – Disponibilidade de águas subterrâneas	Demanda total em relação ao Q_{7+10}	L/hab.ano		CPRH, FUNCEME	<i>Outro - SOHIDRA</i>
		Reservas exploráveis de água subterrânea em relação à população total	%			
E.07 – Cobertura de abastecimento	Proporção de água subterrânea outorgada em relação ao total de reservas exploráveis	%	CAGECE	<i>Outro - CAGECE</i>		
	Índice de cobertura de abastecimento de água	nº/ano			Vigilância sanitária	
Eventos Críticos	E.08 – Enchentes e estiagem	Proporção de volume de abastecimento suplementar de água em relação ao volume total	nº de dias/ano	CBH/Defesa Civil/SRH	<i>Outro - FUNCEME</i>	
		Número de pessoas atendidas anualmente por fontes alternativas	%			SRH/COGERH / FUNCEME
		Frequência anual de eventos de inundação ou alagamento	nº de dias/ano			
		Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco abaixo da média	%			

LEGENDA:

Disponível

Aquisição por intermédio da COGERH


Aquisição por intermédio de outro órgão


Quadro 7.8. Indicadores de Impacto avaliados para determinação dos índices

Tema	Indicador		Unidade de medida	Fonte de dados	Situação dos Dados
	Nome	Grandeza/Parâmetro			
Saúde pública e ecossistemas	I.01 – Doenças de veiculação hídrica	Incidência anual de diarreias agudas	nº de casos/1.000 hab.ano	SESA – Secretaria da Saúde / Prefeitura Municipal	<i>Outro - Prefeituras e SESA</i>
		Incidência anual de esquistossomose autóctone			
	I.02 – Danos à vida aquática	Incidência anual de leptospirose	nº de eventos/ano	Prefeitura Municipal	<i>Aquisição por intermédio da COGERH</i>
		Quantidade anual de óbitos decorrentes de doenças de veiculação hídrica			
Uso da água	I.03 – Interrupção de fornecimento	Ocorrência anual de eventos de mortandade de peixes	nº de eventos/ano	CAGECE / LABOMAR	<i>Outro - CAGECE</i>
		Ocorrência anual de eventos de proliferação abundante de algas			
	I.04 – Conflitos na exploração e uso da água	Frequência anual de eventos de interrupção do abastecimento por problemas de disponibilidade de água	hab.dias/ano	CAGECE	<i>Outro - CAGECE</i>
		Frequência anual de eventos de interrupção do abastecimento por problemas de qualidade da água			
	I.05 – Restrições à balneabilidade em praias e reservatórios	População anual submetida a cortes no fornecimento de água tratada	nº	CBHs / SRH / COGERH	<i>Aquisição por intermédio da COGERH</i>
		Quantidade de situações de conflito de extração ou uso das águas superficiais, subterrâneas e litorâneas, por tipo			
Finanças públicas	I.06 – Despesas com saúde pública devido a doenças de veiculação hídrica	Quantidade de sistemas de transposição de bacia	%	SEMACE / LABOMAR	<i>Outro - SEMACE</i>
		Proporção da quantidade transposta em relação à disponibilidade hídrica superficial, por tipo de vazão			
	I.07 – Custos de tratamento de água	Frequência anual de dias com balneabilidade classificada como Imprópria em praias monitoradas	nº de dias/ano	SESA – Secretaria da Saúde	<i>Outro - Prefeituras e SESA</i>
		Montante gasto com saúde pública em unidade monetária por ano	R\$/ano	CAGECE	<i>Outro - CAGECE</i>
		Montante gasto com tratamento de água para abastecimento público em relação ao volume total tratado	R\$/m ³		

LEGENDA:

 Disponível

 Aquisição por intermédio da COGERH


 Aquisição por intermédio de outro órgão


Quadro 7.9. Indicadores de Resposta avaliados para determinação dos índices

Tema	Nome	Indicador Grandeza/Parâmetro	Unidade de medida	Fonte de dados	Situação dos Dados
Controle de poluição	R.01 – Coleta e disposição de resíduos sólidos	Proporção de domicílios com coleta de resíduos sólidos		Prefeitura Municipal/ CBH	Outro - Prefeituras e SEMACE
		Proporção de resíduos sólidos coletados dispostos em aterro sanitário em relação ao total disposto	%		
		Proporção de aterros sanitários com IQR considerado Adequado		SEMACE	Outro - Prefeituras e SEMACE
	R. 02 – Coleta e tratamento de efluentes	Quantidade anual de resíduos sólidos industriais com destinação final autorizada	ton/ano		
		Cobertura da coleta de esgoto			
		Proporção de volume de esgoto tratado <i>in situ</i> em relação ao volume total produzido	%	CAGECE	Outro - CAGECE
		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	Outro - SEMACE
	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	Outro - Defesa Civil e Prefeituras
Monitoramento das águas	R.05 – Abrangência do monitoramento	Densidade da rede de monitoramento hidrológico	Estação/ km ²	SRH/COGERH	Aquisição por intermédio da COGERH
		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	
Controle da exploração e uso da água	R. 06 – Outorga de uso da água	Densidade da rede de monitoramento da qualidade de água subterrânea	%		Aquisição por intermédio da COGERH
		Proporção de outorgas em relação ao total estimado de explorações			
		Vazão total outorgada para captações superficiais existentes	m ³ /h		
		Vazão total outorgada para captações subterrâneas existentes		SRH / COGERH	
		Vazão total outorgada para outras interferências em cursos d'água			
R.07- Fiscalização de uso da 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}				
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	Outro - CAGECE
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	Outro - SEMACE
		Proporção de áreas com voçorocas recuperadas	%	CBH / ONG	Outro - SEMACE
	R.10 – Áreas protegidas	Unidades de conservação implantadas	nº		
		Área total de unidades de conservação, por tipo	km ² ou ha	CBH/SEMACE/IBAMA/FIEC	
Gestão Integrada de Recursos Hídricos	R. 11 – Ações na área geográfica da bacia	Reserva Legal Averbada			Aquisição por intermédio da COGERH
		Área de APP preservada.			
		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	Aquisição por intermédio da COGERH
		Municípios que atendem os Requisitos de desempenho X Classificação Selo Verde	No.	CONPAM	Outro - CONPAM / SEMACE

LEGENDA:

 Disponível

 Aquisição por intermédio da COGERH

 Aquisição por intermédio de outro órgão

Quadro 7.10. Proteção ao Patrimônio Ambiental

	FM.09 - Proporção de área agrícola em relação à área total		
	FM.09 - Proporção de área com cobertura vegetal nativa em relação à área total		
Indicador	FM.09 - Proporção de área com silvicultura em relação à área total da bacia		IDACE EMATERCE AGROPOLOS
	FM.09 - Proporção de área de pastagem em relação à área total da bacia	%	SEMACE
	FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia		IBAMA
	R.10 - Proporção de área de APP		
	R.10 - Proporção de área de reserva legal		
	R.10 - Proporção em relação às Unidades de Conservação		

Quadro 7.11. Poluição e Contaminação da Água

	FM.01 - Crescimento populacional	%	IPECE/IBGE
	FM.03 - Densidade demográfica	hab/km ²	IPECE/IBGE
	FM.06 - Quantidade de estabelecimentos industriais	n ^o	SDU/FIEC/SEBRAE
	FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia	%	IDACE EMATERCE AGROPOLOS SEMACE
Indicador	E.01 - Índice de Qualidade de Água (IQA–CETESB) - Para os principais ecossistemas aquáticos da bacia.	Categoria do IQA	CAGECE SRH
	E.01 - Índice de Estado Trófico (LAMPARELLI - 2004) - Para os principais ecossistemas aquáticos da bacia.	IET	COGERH DNOCS SEMACE Prefeituras Municipais SEMAM LABOMAR
	I.01 - Quantidade anual de óbitos decorrentes de doenças de veiculação hídrica	n ^o de casos/ 1.000 hab.ano	SESA – Secretaria da Saúde Prefeitura Municipal
	R.10 - Proporção de área de APP	%	IDACE EMATERCE AGROPOLOS SEMACE IBAMA

Quadro 7.12. Inundações em Áreas Urbanas

Indicador	FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia	%	IDACE EMATERCE AGROPOLOS SEMACE
	P.07 - Quantidade de feições erosivas lineares em relação à área total da bacia	n°/km ²	SRH COGERH
	P.07 - Área de solo exposto em relação à área total da bacia	%	FUNCEME
	P.07 - Produção média anual de sedimentos em relação à área total da bacia	m ³ / ha.ano	
	P.07 - Extensão anual de APP desmatada	km ² /ano	SEMACE ONG's
	E.08 - Frequência anual de eventos de inundação ou alagamento	n° de dias/ ano	CBH/ Defesa Civil/ SRH
	E.08 - Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco abaixo da média	%	SRH/ COGERH/ FUNCEME

Quadro 7.13. Poluição e Contaminação do Solo

Indicador	FM.01 - Crescimento populacional	%	IPECE/ IBGE
	FM.03 - Densidade demográfica	hab/ km ²	IPECE/ IBGE
	FM.05 - Quantidade de estabelecimentos agropecuários	n°	IDACE ADAGRI IPECE
	FM.06 - Quantidade de estabelecimentos industriais	n°	SDU SEBRAE
	FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia	%	IDACE EMATERCE
	FM.09 - Proporção de área agrícola em relação a área total	%	IDACE EMATERCE AGROPOLOS
	P.04 - Quantidade anual de resíduos sólidos domiciliares gerados per capita	m ³ /hab.ano	SEMACE Prefeitura Municipal
	P.04 - Quantidade de resíduos sólidos utilizados em solo agrícola	m ³ /hab.ano	SEMACE Prefeitura Municipal
	P.05 - Quantidade de efluentes utilizados em solo agrícola	m ³ /há	CAGECE
	P.06 - Quantidade de áreas contaminadas	n°	SEMACE IBAMA
	P.07 - Área de solo exposto em relação à área total da bacia	%	SRH COGERH FUNCEME
	R.01 - Proporção de domicílios com coleta de resíduos sólidos	%	Prefeitura Municipal/ CBH
	R.01 - Proporção de resíduos sólidos coletados dispostos em aterro sanitário em relação ao total disposto	%	SEMACE
	R.02 - Cobertura da coleta de esgoto	%	CAGECE

7.4. Caracterização dos Índices

7.4.1. Cenário 01 – Proteção ao Patrimônio Ambiental

FM.09 - Proporção de área agrícola (AA) em relação à área total (AT).

Relação (%) entre a área agrícola presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{AAgrícola}/\text{ATotal}$

FM.09 - Proporção de área com cobertura vegetal nativa (ACVNativa) em relação à área total (ATotal).

Relação (%) entre a área com cobertura vegetal nativa presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{ACVNativa}/\text{ATotal}$

FM.09 - Proporção de área com silvicultura (ASilvicultura) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Relação (%) entre a área de atividades de silvicultura presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{ASilvicultura}/\text{ATotal}$

FM.09 - Proporção de área de pastagem (APastagem) em relação à área total da bacia (ATotal).

Relação (%) entre a área com pastagem presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{APastagem}/\text{ATotal}$

FM.09 - Proporção de área urbanizada (AUrbana) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Relação (%) entre a área considerada como urbanizada presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{AUrbana}/\text{ATotal}$

R.10 - Proporção de área de APP (AAPPconservada).

Relação (%) entre a área considerada de preservação permanente conservada presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{AAPPconservada}/\text{ATotal}$

R.10 - Proporção de área de reserva legal (ARLegal).

Relação (%) entre a área considerada legalmente como de reserva legal na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{ARLegal}/\text{ATotal}$

R.10 - Proporção em relação às Unidades de Conservação (AUconservação).

Relação (%) entre a área considerada legalmente ocupada pelas Unidades de Conservação na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = \text{AUconservação} / \text{ATotal}$

Indicadores	Formulas
FM.09 - Proporção de área agrícola em relação à área total.	$\% = \text{AAgrícola} / \text{ATotal}$
FM.09 - Proporção de área com cobertura vegetal nativa em relação à área total.	$\% = \text{ACVNativa} / \text{ATotal}$
FM.09 - Proporção de área com silvicultura em relação à área total da bacia.	$\% = \text{ASilvicultura} / \text{ATotal}$
FM.09 - Proporção de área de pastagem em relação à área total da bacia.	$\% = \text{APastagem} / \text{ATotal}$
FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia.	$\% = \text{AUrbana} / \text{ATotal}$
R.10 - Proporção de área de APP.	$\% = \text{AAPPconservada} / \text{ATotal}$
R.10 - Proporção de área de reserva legal.	$\% = \text{ARLegal} / \text{ATotal}$
R.10 - Proporção em relação às Unidades de Conservação.	$\% = \text{AUconservação} / \text{ATotal}$

Estes indicadores podem ser obtidos a partir de mensuração de áreas, com vegetação remanescente natural e áreas recuperadas e por meio das legislações que as regulamentam, com auxílio de fotos aéreas, técnicas de sensoriamento remoto (imagens de satélites). Com a finalidade de caracterizar o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica.

É interessante ressaltar que o monitoramento destes indicadores deve ser contínuo, permitindo a avaliação dos desmatamentos e das ocupações irregulares, ou seja, avaliar a conservação do patrimônio ambiental destas bacias hidrográficas.

7.4.2. Cenário 02 – Poluição e Contaminação da Água

FM.01 - Crescimento populacional

FM.03 - Densidade demográfica

FM.06 – Quantidade de estabelecimentos industriais

Estes indicadores podem ser obtidos a partir do Anuário Estatístico do Ceará – IPECE (2009). Com a finalidade de caracterizar a pressão antrópica exercida nos recursos hídricos das bacias hidrográficas em estudo.

E.01 – Índice de Qualidade de Água – Para os principais ecossistemas aquáticos da bacia

Índice que avalia a qualidade de água dos corpos hídricos pertencentes a bacia (Muito Ruim - Ruim - Regular - Boa - Excelente). Existem vários métodos de aplicação deste índice, dentre eles: IQA CETESB, COMITESINAS (1990), ALMEIDA E SCHWARZBOLD (2003).

E.01 – Índice de Estado Trófico – Para os principais ecossistemas aquáticos da bacia.

Índice que avalia o grau de estado trófico dos corpos hídricos pertencentes a bacia (Ultraoligotrófico, Oligotrófico, Mesotrófico, Eutrófico, Supereutrófico e Hipereutrófico). Existem vários métodos de aplicação deste índice, dentre eles: (LAMPARELLI - 2004).

I.01 – Quantidade anual de óbitos (NO) decorrentes de doenças de veiculação hídrica.

Quantificar o número anual de óbitos causados por doenças de veiculação hídrica por bacia hidrográfica. Estes dados são de responsabilidades das secretarias de saúde pública de cada município presente nas bacias.

Formula: $MV_{hídrica} = NO/Ano$

R.10 - Proporção de área de APP (AAPPconservada).

Relação (%) entre a área considerada de preservação permanente conservada presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia. Pode ser obtida a partir de mensuração de áreas, com vegetação remanescente natural da área de preservação permanente. Também com auxílio de fotos aéreas, técnicas de sensoriamento remoto (imagens de satélites).

Formula: $\% = AAPP_{conservada}/ATotal$

Indicadores	Fórmulas
I.01 – Quantidade anual de óbitos decorrentes de doenças de veiculação hídrica.	$MV_{hídrica} = NO / Ano$
R.10 - Proporção de área de APP.	$\% = AAPP_{conservada} / ATotal$

7.4.3. Cenário 03 – Inundações em Áreas Urbanas

FM.09 - Proporção de área urbanizada (AUrbana) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Relação (%) entre a área considerada como urbanizada presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = AUrbana/ATotal$

P.07 - Quantidade de feições erosivas lineares (NFeições) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Relação entre o número de feições erosivas presentes na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = NFeições/ATotal$

P.07 - Área de solo exposto (ASExposto) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Relação (%) entre a área de solo exposto presentes na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = A_{\text{Exposto}}/A_{\text{Total}}$

P.07 - Produção média anual de sedimentos (PSedimentos) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Quantificar a produção média anual de sedimentos na bacia hidrográfica em relação com a área total da bacia.

Formula: $\% = P_{\text{Sedimentos}}/A_{\text{Total}}$

P.07 – Extensão anual (L) de APP desmatada (APPDesmatada).

Quantificar a extensão média anual de desmatamento da área de preservação permanente na bacia hidrográfica em relação com a área total da bacia.

Formula: $\text{Extensão} = APP_{\text{Desmatada}}/\text{Ano}$

E.08 - Frequência anual de eventos de inundação ou alagamento (EE).

Quantificar os dias durante o ano de eventos extremos (inundações e alagamentos) na área da bacia hidrográfica em relação com a área total da bacia.

Formula: $\text{Frequência} = N^{\circ} \text{ de EE}/\text{Ano}$

E.08 - Proporção de postos pluviométricos de monitoramento (PPMonit) com o total do semestre seco abaixo da média (n° de SSeco).

Relação (%) entre os postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco que são abaixo da média.

Formula: $\% = PPM_{\text{Monit}}/n^{\circ} \text{ de SemSeco}$

Indicadores	Fórmulas
FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia.	$\% = A_{\text{Urbana}} / A_{\text{Total}}$
P.07 - Quantidade de feições erosivas lineares em relação à área total da bacia.	$\% = N_{\text{Feições}} / A_{\text{Total}}$
P.07 - Área de solo exposto em relação à área total da bacia.	$\% = A_{\text{Exposto}} / A_{\text{Total}}$
P.07 - Produção média anual de sedimentos em relação à área total da bacia.	$\% = P_{\text{Sedimentos}} / A_{\text{Total}}$
P.07 – Extensão anual de APP desmatada.	$L = APP_{\text{Desmatada}} / \text{Ano}$
E.08 - Frequência anual de eventos de inundação ou alagamento.	$\text{Frequência} = N^{\circ} \text{ de EE} / \text{Ano}$
E.08 - Proporção de postos pluviométricos de monitoramento com o total do semestre seco abaixo da média.	$\% = PPM_{\text{Monit}} / n^{\circ} \text{ de SSeco}$

Estes indicadores podem avaliar quais das bacias hidrográficas em estudo possuem vulnerabilidade a enchentes e inundações.

7.4.4. Cenário 04 – Poluição e Contaminação do Solo

FM.01 - Crescimento populacional

FM.03 - Densidade demográfica

FM.05 - Quantidade de estabelecimentos agropecuários

FM.06 – Quantidade de estabelecimentos industriais

Estes indicadores podem ser obtidos a partir do Anuário Estatístico do Ceará – IPECE (2009). Com a finalidade de caracterizar a pressão antrópica exercida nos recursos hídricos das bacias hidrográficas em estudo.

FM.09 - Proporção de área urbanizada (AUrbana) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Relação (%) entre a área considerada como urbanizada presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = AUrbana / ATotal$

FM.09 - Proporção de área agrícola (AA) em relação à área total (AT).

Relação (%) entre a área agrícola presente na bacia hidrográfica com a área total da bacia.

Formula: $\% = AAgrícola / ATotal$

P.04 - Quantidade anual de resíduos sólidos domiciliares (Vresíduos) gerados per capita.

Quantificação anual da geração de resíduos sólidos nos domicílios presentes na bacia hidrográfica por habitante.

Formula: $QARS = Vresíduos / HAB.Ano$

P.04 - Quantidade de resíduos sólidos utilizados em solo agrícola (VresíduosAgro).

Quantificação anual da geração de resíduos sólidos em solo agrícola na bacia hidrográfica por habitante.

$QARA = VresíduosAgro / HAB.Ano$

P.05 - Quantidade de efluentes (QAgro) utilizados em solo agrícola.

Quantificação do volume de efluentes na pratica de reuso em solo agrícola na bacia hidrográfica por hectare.

$QEfluentes = QAgro / Ha$

P.06 - Quantidade de áreas contaminadas (Acontaminadas).

Quantificação do número de áreas constatadas com contaminação na bacia hidrográfica.

Nº = Acontaminadas

P.07 - Área de solo exposto (ASExposto) em relação à área total (ATotal) da bacia.

Quantificação do número de áreas constatadas com contaminação na bacia hidrográfica.

Formula: % = ASExposto / ATotal

R.01 - Proporção de domicílios com coleta de resíduos sólidos (DCResíduos).

Relação (%) entre o número de domicílios presentes na bacia hidrográfica que possuam coleta normalmente de resíduos sólidos com a área total da bacia.

Formula: % = DCResíduos / ATotal

R.01 - Proporção de resíduos sólidos coletados dispostos em aterro sanitário (RSASanitário) em relação ao total disposto (RSTDisposto).

Relação (%) entre a quantidade de resíduos sólidos gerados pelos municípios na bacia hidrográfica que são coletados e dispostos adequadamente em aterros sanitários com o total de resíduos sólidos gerados na bacia.

Formula: % = RSASanitário / RSTDisposto

R.02 – Cobertura da Coleta de Esgoto (CCEsgoto).

Relação (%) entre a cobertura de coleta de esgoto na bacia hidrográfica pela pelo número total de domicílios.

Formula: % = CCEsgoto / nº domicílios

Indicadores	Fórmulas
FM.09 - Proporção de área urbanizada em relação à área total da bacia.	% = AUrbana / ATotal
P.04 - Quantidade anual de resíduos sólidos domiciliares gerados per capita.	QARS = Vresíduos / Hab.Ano
P.04 - Quantidade de resíduos sólidos utilizados em solo agrícola.	QARA = VresíduosAgro / Hab.Ano
P.05 - Quantidade de efluentes utilizados em solo agrícola.	QEfluentes = QAgro / Ha
P.07 - Área de solo exposto em relação à área total da bacia.	Formula: % = ASExposto / ATotal
R.01 - Proporção de domicílios com coleta de resíduos sólidos (DCResíduos).	% = DCResíduos / ATotal
R.01 - Proporção de resíduos sólidos coletados dispostos em aterro sanitário (RSASanitário) em relação ao total disposto (RSTDisposto).	% = RSASanitário / RSTDisposto
R.02 – Cobertura da Coleta de Esgoto (CCEsgoto).	% = CCEsgoto / nº domicílios

7.5. Situação da Bacia do Coreaú

Para caracterizar os principais indicadores disponíveis e que pertencem à bacia hidrográfica do Rio Coreaú, o **Quadro 7.14**, abaixo lista os municípios que compõem a bacia.

Quadro 7.14. Municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Coreaú

Bacia do Coreaú	Área do Município Pertencente à Bacia (%)
Acaraú	13,32
Alcântaras	94,2
Barroquinha	80,21
Bela Cruz	76,16
Camocim	56,37
Chaval	28,87
Coreaú	86,9
Cruz	54,42
Frecheirinha	100
Granja	100
Ibiapina	100
Jijoca de Jericoacoara	11,91
Marco	100
Martinópolis	100
Meruoca	44,39
Moraújo	100
Morrinhos	11,82
Mucambo	100
Senador Sá	4,26
Sobral	28,62
Tianguá	100
Ubajara	100
Uruoca	5,6
Viçosa do Ceará	100

Fonte: IPECE.

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 7.1**).

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.

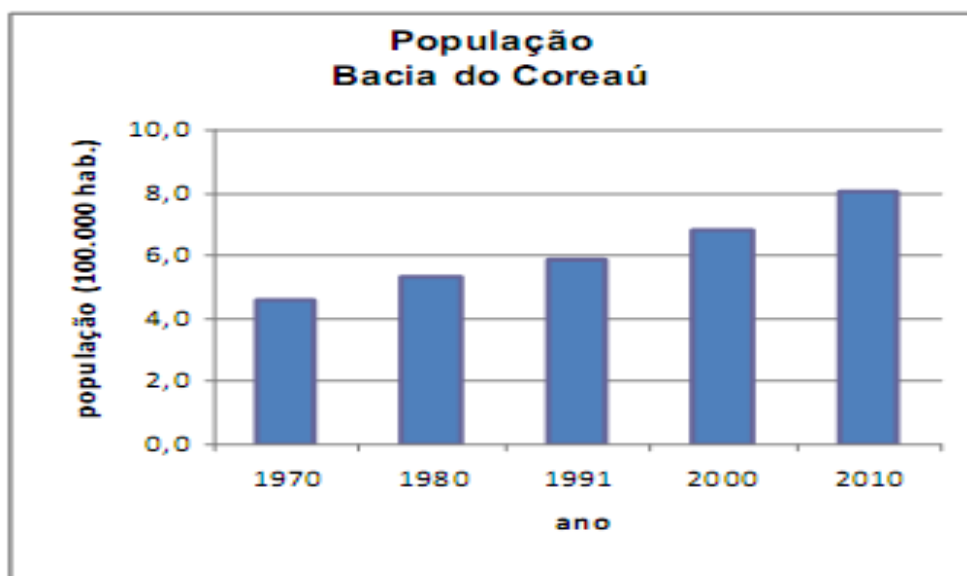


Figura 7.1. População Residente nos municípios da Bacia do Coreaú

Quanto à proporção da área urbanizada da bacia verificou-se um aumento da taxa de urbanização. A Figura 02 apresenta as taxas de urbanização na Bacia do Coreaú

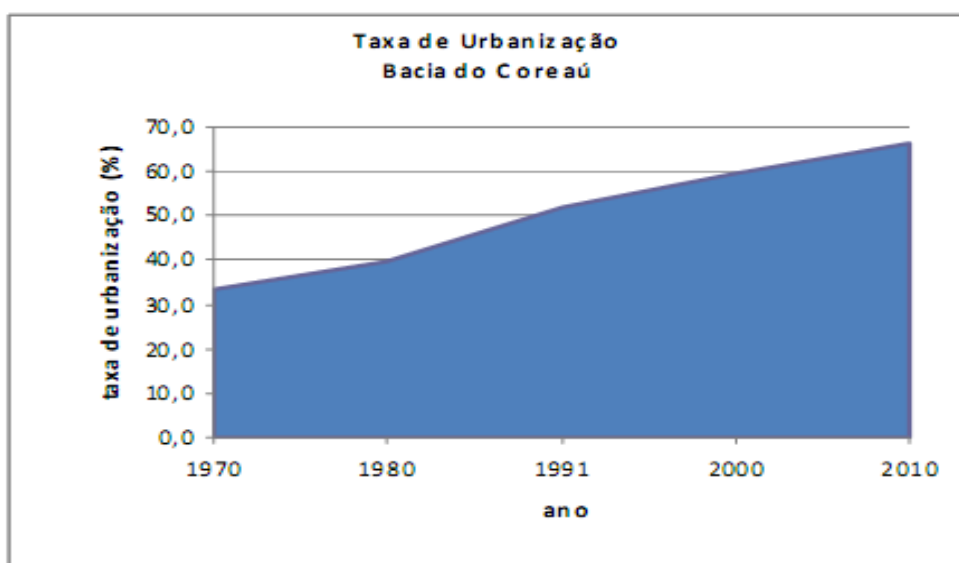


Figura 7.2. Taxa de urbanização dos municípios que compõem a Bacia do Coreaú.

Quanto ao percentual de cobertura pela rede de abastecimento de água e esgotamento sanitário da Bacia do Coreaú, o **Quadro 7.15**, abaixo, mostra a situação da área.

Quadro 7.15. Cobertura de Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto da Bacia do Coreaú

Bacia do Coreaú	Abastecimento de Água (2007)	Abastecimento de Água (2008)	Esgotamento Sanitário (2007)	Esgotamento Sanitário (2008)
% na Bacia	89,16	89,13	9,06	9,93

Fonte: Secretaria da Infra-Estrutura (SEINFRA)

Quadro 7.16. Indicador de desempenho de saneamento básico da Bacia do Coreaú.

Faixas	Situação
= 100%	Excelente
Entre 95% - 99%	Ótima
Entre 85% - 94%	Boa
Entre 70% - 84%	Aceitável
Entre 50% - 69%	Insatisfatória
< 49%	Imprópria

Como resultado do desempenho para os sistemas de saneamento básico para a Bacia do Coreaú temos: Abastecimento de Água na situação de **BOA** e Esgotamento Sanitário na situação de **IMPRÓPRIA**.

Quanto ao número de estabelecimentos comerciais na Bacia do Coreaú, o **Quadro 7.17**, abaixo, mostra a situação da área.

Quadro 7.17. Número de Estabelecimentos comerciais na Bacia do Coreaú

Coreaú	Nº de Estabelecimentos Comerciais
Acaraú	494
Alcântaras	57
Barroquinha	96
Bela Cruz	239
Camocim	684
Chaval	129
Coreaú	199
Cruz	301
Frecheirinha	119
Granja	486
Ibiapina	203
Jijoca de Jericoacoara	260
Marco	289
Martinópolis	127
Meruoca	48
Moraújo	46
Morrinhos	169
Mucambo	108
Senador Sá	62
Sobral	1.946
Tianguá	904
Ubajara	278
Uruoca	119
Viçosa do Ceará	426
Total	7.789

Fonte: SEFAZ (2008)

Essa pressão exercida pelas atividades humanas contribui de forma significativa na deterioração da qualidade da água dos ecossistemas aquáticos presentes na Bacia do Coreaú.

Como forma de mensurar esse impacto na qualidade da água, é monitorado o Índice de Estado Trófico - IET dos reservatórios da bacia pela Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH. Para os 09 reservatórios monitorados pela COGERH (Dezembro / 2008) e pertencentes à bacia (Tucunduba, Martinópole, Gangorra, Itaúna, Premuoca, Várzea da Volta, Diamante, Angicos, Trapiá III), 06 reservatórios (66,6%) estão na categoria de Mesotrófico, estágio intermediário do grau de trofia do ecossistema. Como forma de avaliar o desempenho na bacia como todo, tem-se no Quadro 7.18 o indicador com o desempenho do grau de trofia para os reservatórios pertencentes à bacia.

Quadro 7.18. Indicador de desempenho do Grau de Trofia da Bacia do Coreaú.

Faixas	Situação
= 100% dos reservatórios Oligotróficos	Excelente
> 60% dos reservatórios Oligotróficos	Ótima
> 60% dos reservatórios Mesotróficos	Boa
< 50% dos reservatórios Eutrófico	Aceitável
> 50 dos reservatórios Eutrófico	Insatisfatória
= 100% dos reservatórios Eutrófico	Imprópria

Como resultado do desempenho para o Grau de trofia da Bacia do Coreaú temos: **BOA**.

Outro aspecto interessante de analisar é a participação dos municípios pertencentes à bacia na certificação do PROGRAMA SELO MUNICÍPIO VERDE, conforme o Governo do Estado do Ceará (2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009), que serão levantados os municípios com emissão de dessa certificação por excelência na proteção do meio ambiente. Para a bacia do Coreaú temos os seguintes municípios: Acaraú, Bela Cruz, Cruz, Ibiapina, Sobral, Tianguá, Viçosa do Ceará; estabelecendo **29,2%** dos municípios pertencentes à bacia. Para avaliar a desempenho da bacia como todos, segue a Quadro 7.19 com os padrões de performance.

Quadro 7.19. Indicador de desempenho quanto ao PROGRAMA SELO MUNICÍPIO VERDE.

Faixas	Situação
= 100% dos Municípios	Excelente
> 80% dos Municípios	Ótimo
> 50% dos Municípios	Bom
> 30% até 50% dos Municípios	Aceitável
< 30 dos Municípios	Insatisfatório

Como resultado do desempenho quanto ao PROGRAMA SELO MUNICÍPIO VERDE nos municípios pertencentes à bacia do Coreaú tem: **INSATISFATÓRIO**.

Rodrigues, 2006 para obter um ÍNDICE DE PROPENSÃO A DESERTIFICAÇÃO em sua dissertação de mestrado, apresentou com o objetivo de se obter melhor diagnóstico do processo de desertificação de uma dada região recorreu-se aos documentos da Organização das Nações Unidas (ONU) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os quais sugerem, em síntese, que sejam adotados indicadores distribuídos nos seguintes grupos:

- Agropecuários;
- Econômicos;
- Sociais;
- Naturais.

A autora Rodrigues, 2006, construiu uma matriz de indicadores com informações referentes aos 184 municípios do Ceará. As etapas adotadas na elaboração dessa matriz foram:

Os dados estatísticos empregados foram de origem secundária, coletados em publicações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Fundação de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado do Ceará (FUNCEME), do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). Foram obtidas, nas fontes acima, cento e sessenta e seis variáveis originais, com as quais se criaram noventa e um indicadores que foram distribuídos nos quatro principais grupos que são expostos a seguir:

Grupo 1: Indicadores agropecuários

- a) Rendimento agrícola;
- b) Uso do solo agrícola;
- c) Rendimento da pecuária;
- d) Composição do rebanho;
- e) Mecanização;
- f) Extrativismo vegetal;
- g) Estrutura fundiária.

Grupo 2: Indicadores econômicos

- a) Renda per capita;
- b) Consumo de energia elétrica;
- c) Nível de atividade;
- d) Estrutura financeira.

Grupo 3: Indicadores sociais

- a) Acesso e nível de saúde;
- b) Densidade demográfica;
- c) Estrutura de idades;
- d) Educação;
- e) Bem-estar social;
- f) Associativismo.

Grupo 4: Indicadores naturais

- a) Susceptibilidade climática;
- b) Antropismo;
- c) Disponibilidade de água;
- d) Fertilidade do solo.

A autora utilizou dados referentes aos anos 1996 e 2004. No entanto, isso não se reflete em resultados não expressivos à realidade dos municípios. Aceita-se a análise devido ao dispêndio que os órgãos governamentais teriam se promovessem atualizações frequentes no banco de dados, por exemplo, os censos agropecuários que são realizados a cada período decenal.

As análises feitas pela autora consideram os aspectos ligados à propensão à desertificação de forma isolada, porém, na realidade, esses aspectos estão interligados. Posteriormente, apresenta-se a reunião dos aspectos discutidos em um só índice: o Índice de Propensão à Desertificação (IPD).

Após a construção dos índices parciais de propensão à desertificação para o Estado analisados pela Rodrigues, 2006, em função do plano foi calcular o Índice de Propensão à Desertificação (IPD) para a Bacia do Coreaú, que foi considerado como sendo a média ponderada dos índices parciais para os 24 municípios da bacia. O quadro 7.20 apresenta os municípios da bacia hierarquizados segundo seu respectivo IPD.

Quadro 7.20. Hierarquia do IPD dos municípios da Bacia do Coreaú.

	MUNICÍPIO	Área (ha)	Possíveis áreas susceptíveis à desertificação (ha)	IPD	Ranking
1	Sobral	11889	109	0.4486	33
2	Uruoca	69677	1546	0.4427	39
3	Jijoca de Jericoacoara	20186	nd	0.4281	49
4	Marco	25486	504	0.4252	52
5	Chaval	23823	nd	0.4089	73
6	Viçosa do Ceará	71377	nd	0.3968	86
7	Moraújo	41561	1714	0.3918	89
8	Frecheirinha	18124	nd	0.3892	92
9	Ibiapina	4941	nd	0.3858	96
10	Senador Sá	43058	1628	0.3790	104
11	Coreaú	77575	nd	0.3660	116
12	Morrinhos	1742	52	0.3633	122
13	Bela Cruz	64105	1235	0.3620	125
14	Barroquinha	81576	nd	0.3587	131
15	Camocim	112394	nd	0.3544	133
16	Mucambo	5453	nd	0.3509	137
17	Ubajara	12155	nd	0.3505	138
18	Granja	254076	nd	0.3473	145
19	Cruz	29097	nd	0.3468	146
20	Meruoca	1713	1	0.3307	160
21	Alcântaras	11256	203	0.3303	161
22	Acaraú	11227	nd	0.3176	166
23	Martinópolis	29895	413	0.3160	167
24	Tianguá	51234	nd	0.3146	169

A **Figura 7.3** traz a distribuição dos municípios de acordo com o IPD.

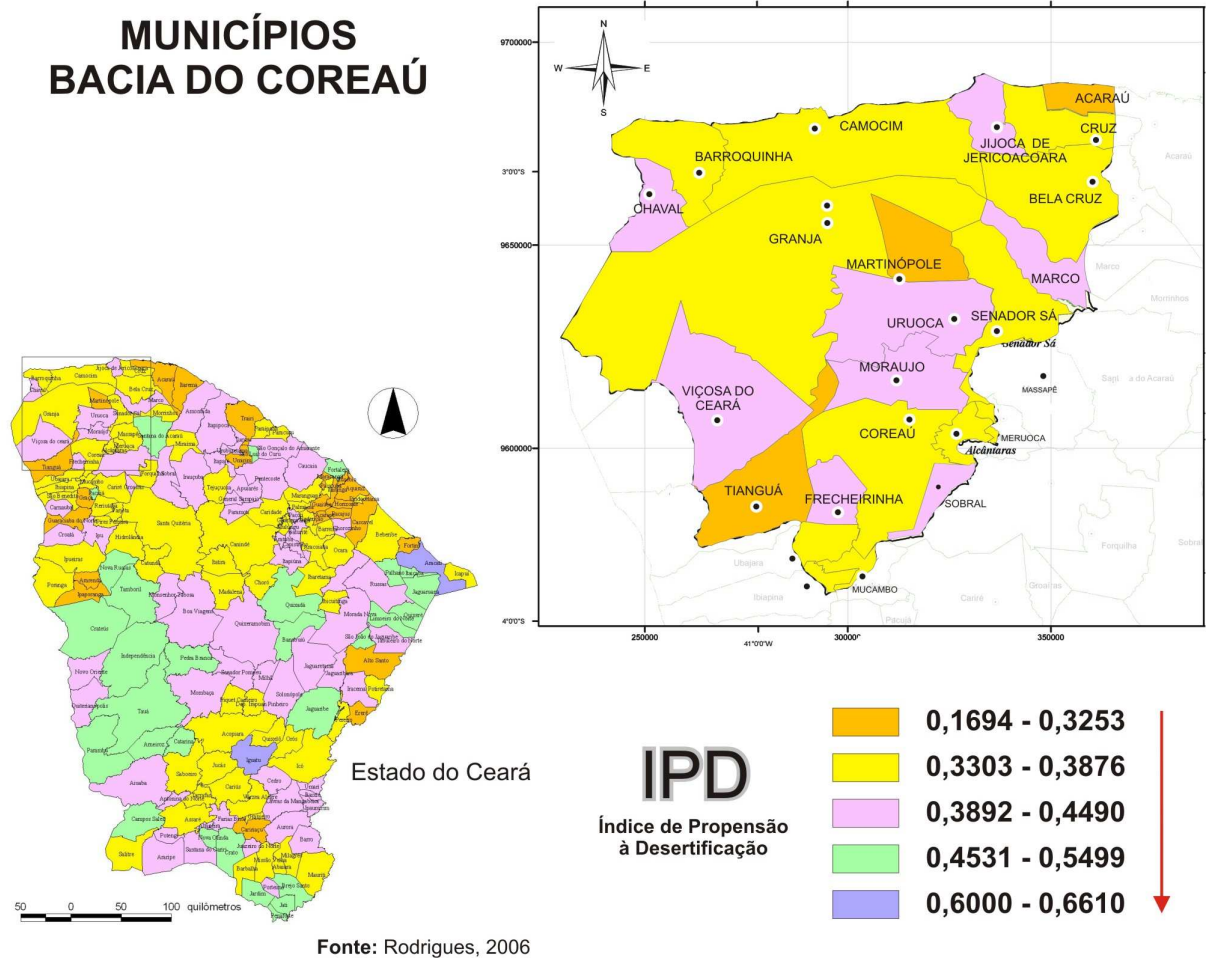


Figura 7.3. Distribuição dos municípios da Bacia do Coreaú de acordo com o IPD.

7.6. Metas

As metas dos indicadores possuem um papel central no processo de planejamento, pois representam os compromissos assumidos na implantação de programas e atividades futuros. Em geral, são quantificáveis, qualificáveis e verificáveis, para facilitar o monitoramento.

Ao determinar as metas, foram observadas as seguintes temáticas:

- Monitoramento Ambiental e Controle da poluição;
- Controle da exploração e uso da água;
- Infra-estrutura de abastecimento de água potável;
- Controle da erosão e assoreamento dos corpos hídricos;
- Viabilidade da gestão de recursos hídricos.

Quadro 7.21. Metas

Metas	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
	5 anos	10 anos	20 anos
Monitoramento Ambiental e Controle da Poluição			
Meta 01 - Plano amostral de coletas de águas para todos os ecossistemas com a finalidade de dar suporte na instituição dos índices de estado trófico e índice de qualidade de água.	Cobertura de 60% dos corpos hídricos.	Cobertura de 80% dos corpos hídricos.	Cobertura de 100% dos corpos hídricos.
Meta 02 - Estabelecer, conforme a Resolução CONAMA n° 357/05, o enquadramento de todos os recursos hídricos de abastecimento presentes nas bacias.	Enquadramento de 50% dos corpos hídricos lânticos.	Enquadramento de 70% dos corpos hídricos lânticos.	Enquadramento de 100% dos corpos hídricos lânticos e lóticos.
Meta 03 - Coletar e Tratar 100% do esgoto urbano.	Remoção de 50% da carga orgânica e ampliação da coleta para 50% esgoto.	Remoção de 75% da carga orgânica e ampliação da coleta para 75% esgoto.	Remoção de 100% da carga orgânica e ampliação da coleta para 100% esgoto.
Controle da Exploração e o Uso da Água			
Meta 04 - Montar e manter atualizado cadastro de usuários de água.	Desenvolvimento de um cadastro de usuários de água.	Manutenção do cadastro	Manutenção do cadastro
Infr-estrutura de abastecimento de água potável			
Meta 05 - Possuir infra-estrutura de abastecimento para atendimento de 100% da população urbana.	Atingir 75% de abastecimento urbano.	Atingir 100% de abastecimento urbano	Manutenção de 100% do abastecimento urbano
Controle da erosão e assoreamento dos corpos hídricos			
Meta 06 - Incentivar a criação e manutenção de viveiros e banco de sementes de espécies nativas.	Criação de um viveiro de mudas de espécies nativas para cada bacia.	Triplicar o número de viveiros para cada bacia.	Melhoramento e manutenção dos viveiros.
Meta 07 - Diagnosticar as áreas de preservação permanente (APP) e em processo de desertificação. Iniciar processo de recuperação.	Diagnosticar APPs localizando e quantificando as áreas com necessidade de recuperação. Recuperar 15 Km ² de APP.	Recuperar 20 Km ² de APP e em processo de desertificação.	Recuperar 30 Km ² de APP e em processo de desertificação.
Viabilidade da gestão de recursos hídricos			
Meta 08 - Atualização e integração das bases de dados existentes para as bacias hidrográficas em estudo.	Elaboração de banco de dados integrado.	Manutenção de banco de dados integrado	Manutenção de banco de dados integrado
Meta 09 - Estudos para a implementação da cobrança.	Consolidação do Cadastro. Determinação de tarifas e de seus impactos.	Acompanhamento da implementação.	Acompanhamento da implementação.
Meta 10 - Incentivo a programas de treinamento e capacitação; de educação ambiental; e comunicação social alusivos à gestão de recursos hídricos.	Ações regionais e locais em Educação Ambiental	Acompanhamento e melhoramento das ações.	Acompanhamento e melhoramento das ações.

8. CONCEPÇÃO DE UM MODELO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

8. CONCEPÇÃO DE UM MODELO DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

8.1. Fundamentos

Os modelos de operação de reservatórios são utilizados para diferentes funções no gerenciamento de recursos hídricos, tais como, o projeto dos reservatórios, a definição do volume de água outorgável (alocação de longo prazo), a definição do nível de racionamento a cada ano ou estação climática (alocação negociável) ou a operação em tempo real, para controle de cheias. A modelagem para cada uma destas situações incorpora especificidades e níveis de detalhamento diferentes da bacia hidrográfica e do reservatório (isolado ou do sistema de reservatórios).

Ampla bibliográfica sobre o tema é disponível; a guisa de informação, algumas serão enumeradas a seguir. Yeh (1985) e Wurbs (1993) realizaram revisão da literatura sobre os modelos de simulação e otimização de sistemas de reservatórios; Loucks et. al. (1981) apresentam em seu livro “Water Resource Systems Planning and Analyses” a elaboração conceitual e numérica da modelagem para a operação de sistemas de reservatórios; modelagem de quantidade e qualidade pode ser encontrado em Mays (1997) e Labadi et. al. (1986) e Shafer et. al. (1981) desenvolveram modelo de rede de fluxo denominado MODSIM para a alocação da água, os quais tiveram aplicações no Brasil, apresentados nos trabalhos Souza Filho e Porto (1998). Loucks desenvolveu o modelo IRIS (Iterative River System Simulation) pela International Institute for Applied Systems Analyses (IIASA) e a Cornell University. O modelo opera os reservatórios em função da estocagem e da estação do ano e opera o sistema de reservatórios de forma combinada. Wurbs et. al. (1996) desenvolveu o modelo RESSALT, que contempla a operação de sistemas de reservatórios sujeitos a processos de salinização; os modelos HEC 5 (HEC, 1982), bem como o HEC 3, são muito utilizados, tendo sido, inclusive, o modelo HEC 3 utilizado na realização do Plano Estadual de Recursos Hídricos, no estado do Ceará (PERH, 1992). Lund et. al. (1995) propuseram modelo de rede de fluxo para a alocação de água baseado em simulador desenvolvido pelo Corps Engineering no modelo HEC-PRN.

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

O Laboratório de Sistema de Suporte a Decisão da USP desenvolveu a Plataforma AQUANET, que contém simulador/otimizador de sistemas de reservatórios utilizando programação linear com algoritmo de rede de fluxo para otimizar a alocação sob sistema de prioridades.

Campos (1986) desenvolveu teoria de operação de reservatório adequado as condições hidrológicas/climáticas do Semi-Árido Brasileiro com duas estações hidrológicas (seca e úmida) bem definidas e Studart (2000) estudou a influência das condições iniciais do reservatório na simulação. A teoria para operação de reservatórios em rios intermitentes com altas variabilidades inter-anuais está contida em Campos et. al. (2005).

A Concepção de um Modelo de Operação de Reservatórios aqui apresentada parte deste referencial teórico. Apresenta-se, a seguir, as equações de Balanço Hídrico no reservatório,

como se dá o zoneamento de reservatório, as medidas de desempenho de um reservatório, como se opera um sistema de reservatório isolado e o sistema de reservatórios.

8.1.1. Balanço Hídrico

Modelos de análise de sistema reservatório/rio são desenvolvidos através de algoritmos. Os escoamentos superficiais provêm as afluições no sistema no modelo de operação de reservatório. Perdas por evaporação e outras reduzem a disponibilidade hídrica. Neste processo os reservatórios transportam água no tempo de forma a regular o escoamento superficial para o armazenamento e as liberações.

8.1.1.1. Conservação do Volume

A Equação 8.1 é denominada por equação da conservação do volume (ou da continuidade) para um reservatório, e é formulada da seguinte maneira:

$$S_{t+\Delta t} - S_t = I_{VOL} - O_{VOL} \quad (8.1)$$

Onde: S_t e $S_{t+\Delta t}$ denotam o volume armazenado no final e no começo, respectivamente, de um intervalo de tempo Δt , e I_{VOL} e O_{VOL} denotam a entrada e a saída, respectivamente, de volumes durante o período de tempo. Alternativamente, a conservação do volume pode ser expressa em termos de taxas instantâneas conforme Equação 8.2:

$$\frac{dS}{dt} = I - O \quad (8.2)$$

Onde: dS/dt denota a mudança do volume de armazenamento (S) com relação ao tempo (t), e I e O são as taxas de entrada e saída de volume em um determinado instante. Esta equação pode ser escrita para discretização do tempo (Δt) como a Equação 8.3:

$$\frac{S_{t+\Delta t} - S_t}{\Delta t} = \bar{I} - \bar{O} \quad (8.3)$$

Onde: \bar{I} e \bar{O} são as médias das taxas de entrada e saída de volume durante um intervalo de tempo Δt .

Esta expressão é aproximada pela Equação 8.4:

$$\frac{S_{t+\Delta t} - S_t}{\Delta t} = \frac{I_{t+\Delta t} - I_t}{2} - \frac{O_{t+\Delta t} - O_t}{2} \quad (8.4)$$

8.1.1.2. Evaporação e Outros Ganhos e Perdas

As retiradas, para a produção de benefícios através dos usos da água, e os escoamentos superficiais são os componentes de maior preocupação em estudos de modelagem de sistema de reservatório. A evaporação do reservatório é o outro fator importante neste processo. É

freqüente no semi-árido que, em projetos de reservatório, a quantidade de evaporação exceda as retiradas para os diversos usos.

a) Perdas e Ganhos da Água Superficial do Reservatório

Os volumes de evaporação do reservatório (E_i) para cada período de tempo (i) são computados tipicamente em um modelo multiplicando uma taxa de evaporação (e_i) pela média da área da superfície da água (A_i) durante o intervalo de tempo; área esta determinada como uma função do armazenamento (Equação 8.5).

$$E_i = A_i e_i \quad (8.5)$$

As unidades típicas são hm^3 para E_i ; milímetros para e_i ; e km^2 para A_i . A área média da superfície da água do reservatório (A_i) durante o intervalo de tempo pode ser estimada pela Equação 8.6:

$$A_i = \frac{(A_t - A_{t+\Delta t})}{2} \quad (8.6)$$

Onde: A_t e $A_{t+\Delta t}$ são as áreas no início e no final do intervalo de tempo Δt que são determinadas como uma função do volume armazenado no início e no final do intervalo.

A precipitação sob a bacia hidráulica e a evaporação são freqüentemente combinadas como uma taxa líquida. A chuva e a evaporação representam um ganho e uma perda, respectivamente, e são refletidas em um sinal positivo ou negativo dos valores da taxa líquida.

b) Outras Perdas e Ganhos do Reservatório

Perdas e ganhos de água subterrânea de um reservatório são extremamente difíceis de serem quantificadas. Perdas por infiltração e ganhos por recarga são consideradas desprezíveis e geralmente são ignoradas em estudos de análise de sistemas de reservatórios. A maioria dos reservatórios é construída em locais relativamente impermeáveis. Além do que a permeabilidade do reservatório tende a diminuir com o passar do tempo devido à sedimentação.

As considerações geotécnicas são importantes no estudo da seleção do local durante o planejamento de novos projetos de construção. Rochas fraturadas, rochas calcárias, ou materiais vulcânicos permeáveis no local do reservatório podem resultar em grandes vazamentos e, conseqüentemente, haver uma grande perda de água no reservatório.

8.1.1.3. Equação do Balanço Hídrico

A equação do balanço hídrico após se detalhar as saídas devido a evaporação (E), a retirada controlada (R), e a não controlada (S) devido ao vertimento pode ser escrita pela Equação 8.7:

$$S_{t+\Delta t} = S_t + A_t - R - E_t - S_t \quad (8.7)$$

Onde: S_t é o estoque de água no tempo t , A_t é a afluência no tempo t , E é a evaporação, R é a retirada controlada, e S é o vertimento (sangria).

8.1.1.4. Simulação do Balanço da Água no Reservatório

A equação da conservação do volume e a equação da força representam os conceitos fundamentais para os diversos modelos de análise dos diversos sistemas de reservatórios, inclusive os modelos de simulação e otimização de sistemas complexos de propósito múltiplos.

8.1.1.5. Sistemas Reservatório/Rio

Um sistema reservatório/rio inclui múltiplos reservatórios e exigências do uso da água. As bacias dos rios podem ser bastante complexas, com muitos reservatórios localizados em várias localidades. Os procedimentos de análise de sistema de reservatórios incorporam a modelagem do fluxo e o armazenamento da água pelos vários componentes do sistema. O cálculo computacional é tipicamente repetido consecutivamente através de intervalos de tempo. O armazenamento ao término de um tempo se torna o armazenamento no começo do outro intervalo. Alguns modelos de otimização calculam simultaneamente o armazenamento e o fluxo para todos os intervalos de tempo.

a) Controle de Inundação contra Operações Conservação do Armazenamento

Procedimentos de simulação variam entre o controle de inundação e as operações de conservação do armazenamento. O tempo computacional é uma consideração fundamental. Simulações de operações de controle de inundação envolvem curtos intervalos de tempo, já que os escoamentos variam rapidamente. Um evento de inundação principal com uma duração de vários dias ou semanas é tipicamente simulado com uma hora ou um dia de intervalo de tempo. A evaporação é desprezível durante um evento de inundação.

Abastecimento de água, produção hidroelétrica e outras exigências do uso da água são as maiores preocupações nas operações de conservação do armazenamento. Neste caso, as perdas por evaporação são importantes. São adotados intervalos de tempo mais longos nas operações de análise de conservação do armazenamento. Embora, intervalos de tempo diários ou semanais sejam comuns, um intervalo mensal é o mais típico para os estudos de planejamento.

b) Representação do Sistema Reservatório/Rio

A configuração de um sistema reservatório/rio é representada em um modelo como um conjunto de locais selecionados chamados de estações, nós ou pontos de controle. A **Figura 8.1** ilustra um sistema representando um conjunto de sete estações ou pontos de controle. Os reservatórios ficam situados em três das estações.

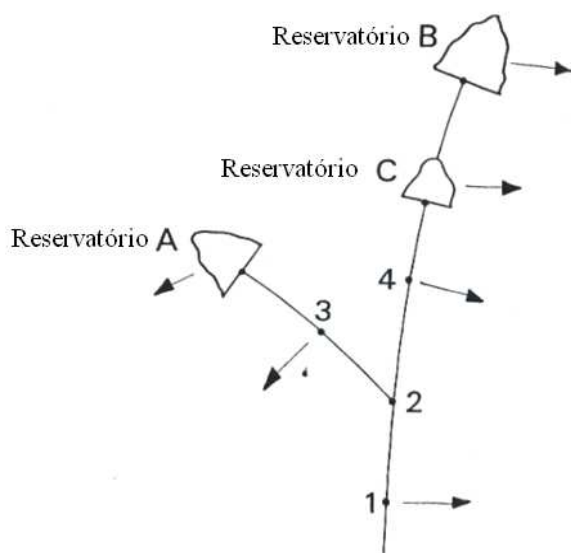


Figura 8.1. Rede representando o sistema reservatório/rio

Para a maioria dos modelos de análise de sistemas reservatório/rio, o sistema é operado por uma seqüência de escoamentos superficiais. No modelo, a água é usada de acordo com as exigências e o reservatório é operado, enquanto ocorre a seqüência do fluxo e do armazenamento da água durante cada intervalo de tempo do período de análise.

Os procedimentos de modelagem requerem uma diferenciação entre o escoamento total e o escoamento local incremental, chamado este último de vazão não controlada. Assim, segundo a **Figura 8.1**, o escoamento local incremental da estação 1 é o escoamento da estação 1 menos o escoamento na estação 2 e o escoamento local incremental na estação 2 é o escoamento na estação 2 menos os escoamentos das estações 3 e 4.

c) Operações do Sistema Reservatório/Rio

De acordo com a **Figura 8.1**, que possui três reservatórios (A, B e C) e cinco pontos de controle (1, 2, 3, 4 e 5), a operação do sistema é feita da seguinte forma:

- Opera-se o reservatório A, observando-se a vazão de saída deste, ou seja, o vertimento.
- Em seguida, soma-se o que verteu do reservatório A com a vazão não controlada da estação 3, calculando assim o escoamento total desta estação.
- Opera-se o reservatório B, observando-se a vazão de saída deste, ou seja, o vertimento.
- Em seguida, soma-se o que verteu do reservatório B com a vazão não controlada do reservatório C, calculando assim o escoamento total neste reservatório.
- Opera-se o reservatório C, com o escoamento total anteriormente calculado, observando-se então o seu vertimento.
- Em seguida, soma-se o que verteu do reservatório C com a vazão não controlada da estação 4, calculando-se o escoamento total desta estação.
- Soma-se então o fluxo total das estações 3 e 4 com a vazão não controlada da estação 2, calculando-se então o escoamento total desta estação.
- Por fim, soma-se o escoamento total da estação 2 com a vazão não controlada da estação 1, encontrando-se assim a vazão total nesta estação.

Existem diversos softwares que simulam estes procedimentos, os quais podem ser usados para diversas aplicações na análise de sistemas.

8.1.2. Zoneamento do Reservatório

8.1.2.1. Zoneamento de Reservatório

Um plano de operação ou política de liberação é um jogo de regras para se determinar a quantidade de água a ser armazenada para depois ser liberada ou retirada de um reservatório ou de um sistema de diversos reservatórios (Wurbs,1996).

Existem diversas regras de operação, mas todas indicam o volume do reservatório ou a vazão efluente que se pretende atingir em determinados períodos de tempo como o diário, decenal, semanal ou mensal (Loucks, et al., 1981). Estas regras visam atender os requerimento de vazões efluente e demanda dos sistemas para otimizar determinados objetivos (Mays e Tung, 1992).

Dentre as regras de operação de sistema de reservatório têm-se que a divisão do reservatório em área ou zonas de utilização específica é uma das técnicas bastante utilizadas mundialmente (Wurbs,1996).

Na **Figura 8.2** a seguir apresenta um modelo de repartição de zonas do reservatório onde usos predominantes do mesmo são o abastecimento humano e o controle de cheias.

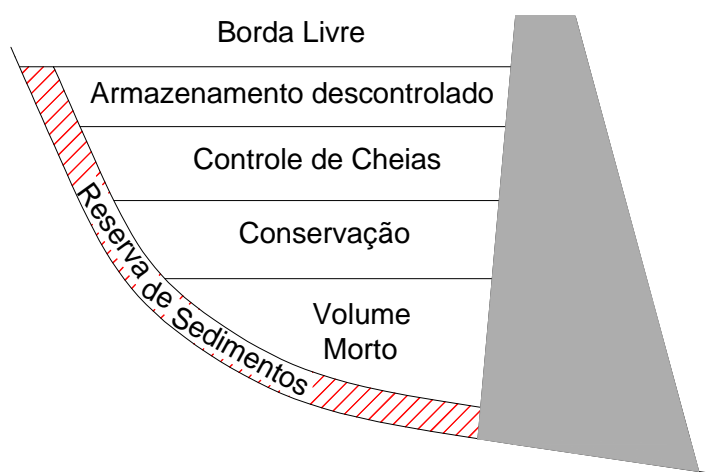


Figura 8.2. Zonas do Reservatório

A divisão da capacidade de armazenamento nas diversas partes do reservatório como ilustrado na **Figura 8.2** pode permanecer invariável ou variar com as estações do ano e outros fatores. A seguir será comentado a respeito dos objetivos e funções que zona do reservatório.

a) Reserva de Sedimentos

A parte do reservatório destinada à sedimentação é prevista devido à capacidade perdida do reservatório durante um determinado tempo (Wurbs,1996). A taxa de deposição de sedimento varia entre locais do reservatório, dependendo das vazões e das cargas do sedimento nos rios

que afluem nos reservatório. Na Figura 8.2 tem-se que o depósito de sedimentos ocorre durante todas as regiões do reservatório. Enquanto as vazões diminuem nos níveis superiores de um reservatório, os sedimentos são depositados formando-se deltas. As partículas menores movem-se mais no reservatório antes de sua decomposição. A verificação da sedimentação de um reservatório pode ser obtida através de estudos topográficos realizados periodicamente.

b) Volume Morto ou Zona Inativa

A zona destinada ao Volume morto, também denominado de área inativa ou inoperante, é o volume mínimo necessário de um reservatório para que se possa garantir a sobrevivência dos seres que no mesmo habitam.

As liberações e retiradas de água não podem ser realizadas normalmente desta zona do Reservatório, obrigando-se assim que a tomada d'água de uma Barragem se encontre, em via de regra, com a sua cota de assentamento acima na zona inativa do reservatório (Wurbs,1996).

c) Conservação do Reservatório

A parte do reservatório que o armazenamento será destinado à conservação, tais como fonte de água municipal e industrial, a irrigação, a navegação e o potencial hidroelétrico, envolve em armazenar água durante o período de chuva, ou seja, de vazões elevadas e ou quando a demanda for baixa para usos posteriores (Wurbs,1996).

A zona de conservação do reservatório normalmente é a de maior importância na construção de uma Barragem, por ser tratar de uma zona que se estima o volume a ser utilizado no abastecimento humano, animal, industrial e na irrigação.

d) Controle de Cheias

A área do reservatório destinada a controle de inundações ou cheia permanece vazia, exceto durante e imediatamente depois de um evento de inundação. O controle de cheias é realizado através do sangradouro e da tomada d'água do reservatório.(Wurbs,1996).

e) Armazenamento descontrolado

O armazenamento descontrolado do reservatório são aqueles nos quais os eventos principais de inundação excedem a capacidade do reservatório destinado ao controle de inundações. O perfil máximo da superfície da água do reservatório é estabelecido durante a fase de projeto do mesmo visando sempre à segurança. (Wurbs,1996).

A zona destinada ao armazenamento descontrolado é utilizado devido a probabilidade de ocorre eventos extremos que ainda não tenham acontecidos ou que ocorrem raramente, visa primordialmente a segurança da barragem contra tombamento ou arrombamento da mesma.

f) Borda Livre

A parte destinada a borda livre é calculada com previsão das ondas que serão formadas ao longo do lago do reservatório, sendo assegurado, assim que nunca a superfície da água do projeto exceda a cota do coroamento da Barragem.

Nas metodologias utilizadas no Brasil os cálculos da borda livre de um reservatório são feitos a partir de dois parâmetros essenciais, que são: a velocidade da onda e o “fetch” do reservatório.

8.1.2.2. Curvas Guias

O controle de cheias é realizado através do volume de espera do reservatório. Pode-se definir volume de espera com sendo o volume a ser utilizado do reservatório para o controle de cheias através da criação de curvas guias. As curvas guias servem para definir o nível ideal de armazenamento e, também fornece como se deve proceder a liberação em função do índice de armazenamento. Na Figura 8.3 apresentada a seguir observa-se um modelo de curva guia.

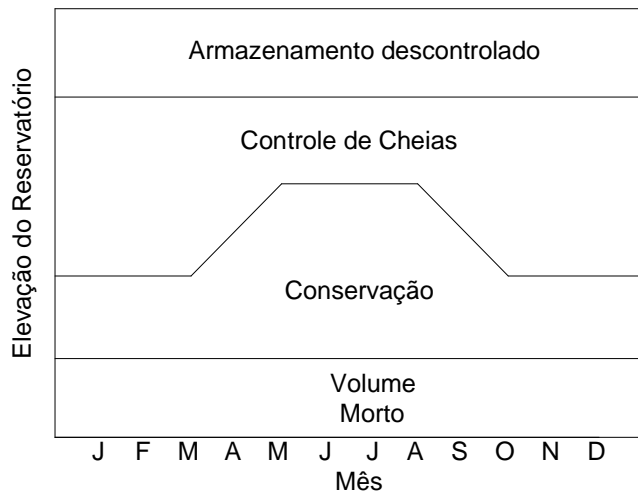


Figura 8.3 - Curva Guia

A curva guia mostrada na **Figura 8.3**, mostra que a zona de conservação do reservatório pode ter variações, estas variações ocorrerem particularmente devido a ocorrência de estações climáticas distintas.

A curva guia ilustrada na **Figura 8.3** se caracteriza por ter um período relativo a meses de agosto a dezembro onde a demanda de água é elevada, por ter um índice pluviométrico baixo, sendo assim com pouca probabilidade que se ocorra inundação. Em contrapartida no período de Janeiro a Junho onde a demanda por água não foi tão elevado, devido o alto índice pluviométrico neste período, sendo assim alta a probabilidade que se ocorra inundação.

Os planos de operação de um reservatório pode ser expresso de diversos formatos, um diagrama que mostra com ser deve proceder o controle da água de uma reservatório deve ser obtidos através de um conjunto de orientações, curvas guias e as especificações que governam o armazenamento em função da liberação do reservatório. As curvas guias se mostram bastante eficiente por serem capazes de mostrar a liberação de um reservatório em função do armazenamento, da estação do ano, e de outros fatores relacionados. (Wurbs,1996).

8.1.3. Análise de Desempenho

A Análise de desempenho pode ser realizada através de parâmetros do sistema ou através da avaliação de objetivos, metas e propósitos do sistema. Descreve-se a seguir estas duas abordagens de avaliação de desempenho para reservatórios.

8.1.3.1. Parâmetros

a) Falha Percentual

Várias definições de probabilidade de falha de um reservatório são apresentadas na literatura técnica. Provavelmente, a mais comum define a probabilidade de falha de um reservatório como a razão do tempo em que o reservatório está vazio com o tempo total de simulação, de acordo com a Equação 8.8:

$$P_e = \frac{n_e}{n} \quad (8.8)$$

onde:

n_e = o tempo no qual o reservatório está vazio

n = o tempo total da simulação.

No entanto, a definição anterior não é muito realista para muitas situações. Por exemplo, para um reservatório de água da cidade, nunca seria permitido o seu esvaziamento. Assim, seriam aplicadas restrições em liberações de água. Uma definição alternativa é descrita pela Equação 8.9:

$$P_r = \frac{n_r}{n} \quad (8.9)$$

Onde: “ n_r ” é o número de meses durante os quais as restrições são necessárias, ou seja, o número de meses durante os quais o reservatório não pode suprir a demanda determinada segundo a regra operacional adotada e “ n ” é o número de meses total da simulação.

b) Falha Volumétrica

A falha volumétrica de um reservatório pode ser definida pela relação entre o volume total necessário para suprir uma demanda determinada segundo a regra de operacional adotada e o volume que faltou para completar o volume demandado. Assim, temos a Equação 8.10:

$$P_v = \frac{nv}{n} \quad (8.10)$$

onde:

nv = volume que faltou para completar o volume demandado

n = volume demandado.

c) Duração da Falha

A duração da falha pode ser definida como o tempo, geralmente em meses, em que o reservatório não atingiu ao objetivo a ele atribuído. Para efeito de análise de resultados, é comum determinar a duração média, máxima e mínima das falhas.

d) Severidade da Falha

A severidade da falha pode ser definida como o volume que faltou para o reservatório atingir a sua meta durante um determinado período de falha. Para efeito de análise de resultados, é comum determinar a severidade média, máxima e mínima das falhas.

e) Magnitude da Falha

A magnitude da falha pode ser definida como a razão entre a severidade e a duração de cada falha. Para efeito de análise de resultados, é comum determinar a magnitude média, máxima e mínima das falhas.

8.1.3.2. Objetivos, Metas e Propósitos

a) Hierarquia de Metas de Objetivos

Projetos de reservatório são desenvolvidos e executados para se encontrar metas e objetivos. Medidas de desempenho quantitativas são formuladas dentro de uma hierarquização de metas e objetivos, que variam de expressões gerais de metas sociais às medidas de desempenho quantitativas específicas adaptadas para modelos específicos e exercícios de análise. Embora o conceito de uma hierarquia de metas e objetivos possa ser expresso de vários modos, a nomenclatura seguinte é adotada aqui:

- Metas e objetivos sociais para o desenvolvimento e administração dos recursos hídricos;
- Propósitos do projeto;
- Planejamento específico e objetivos operacionais;
- Medidas de desempenho incorporadas a exercícios de modelos.

Metas e Objetivos Sociais

Sugere-se que as metas para os sistemas de recursos hídricos devem satisfazer as necessidades sociais e podem ser aproximadas pelos objetivos fundamentais seguintes:

- Controlar ou caso contrário administrar os recursos de água doce da subdivisão geográfica ou política para prover proteção contra conseqüências prejudiciais de excessos ou deficiências em quantidade ou qualidade;
- Prover ou conservar água em quantidade e qualidade para o consumo humano ou animal, para a vida selvagem (inclusive plantas nativas), para a produção agrícola, para produção industrial (inclusive de energia), para o comércio, e para a recreação, estética e propósitos de armazenamento que sejam considerados desejáveis;
- Realizar tudo anteriormente descrito com uma despesa mínima física, econômica e de recursos humanos disponíveis.

Propósitos do Projeto

Um reservatório típico serve a um ou mais dos propósitos seguintes: controle de inundação, poder hidroelétrico, provisão de água industrial, provisão de água municipal, irrigação, navegação, recreação, enriquecimento da vida selvagem, e administração da qualidade da água. As políticas operacionais são estabelecidas dentro dos propósitos do reservatório. Modelos e métodos de análise variam significativamente, dependendo dos propósitos a serem considerados.

Planejamento e Objetivos Operacionais

A definição dos problemas, das necessidades, e das oportunidades é o principal passo no processo de planejamento para o estudo da viabilidade do projeto ou da construção ou de modificações operacionais em instalações existentes. No caso de reservatórios operacionais, o planejamento dos objetivos pode ser expresso como objetivos operacionais para gerenciar os planos operacionais. O planejamento e os objetivos operacionais são formulados dentro das metas sociais gerais previamente discutidas e associadas com os propósitos particulares do projeto. A efetividade dos planos alternativos conhecendo os objetivos do planejamento deve ser quantificada o mais próximo possível, mas também pode ser avaliada qualitativamente.

Medidas Quantitativas de Desempenho do Sistema

Medidas quantitativas de desempenho do sistema podem ser usadas em modelos e exercícios de análise são formulados da hierarquia acima mencionada de metas e objetivos. O propósito das medidas de desempenho é ter um mecanismo para comparar quantitativamente, para distribuições de armazenamento alternativas e planos operacionais, a efetividade do sistema do reservatório conhecendo os objetivos especificados. Por conseguinte, as medidas de desempenho devem ser uma função do armazenamento e dos parâmetros de liberação que definem um modelo do projeto e uma política operacional. Uma medida de desempenho poderia ser uma função objetiva bem definida incorporada a um modelo de otimização. Porém, medidas de desempenho tipicamente incluem uma gama extensiva de informação computada por modelos de simulação e/ou otimização.

b) Objetivos da Otimização

Os métodos de otimização (programação matemática) envolvem determinados valores para um conjunto de variáveis de decisão que minimizarão ou maximizarão uma função objetiva sujeita a um conjunto de obrigações. A aplicação das técnicas de programação matemática requer o desenvolvimento de uma função objetiva que consiste em uma única equação matemática que expressa o objetivo como uma função das variáveis de decisão.

Em um modelo de otimização, a função objetiva é um critério de única avaliação que pode ser expressa em um formato satisfatório na forma de um algoritmo de programação matemática. Os resultados da simulação incluem um conjunto funções relacionadas e conjuntos numéricos que descrevem o desempenho de um sistema de reservatório para um plano operacional especificado. O objetivo ou funções de critério discutidas aqui provêm um único valor de uma medida de desempenho por um conjunto de valores para as variáveis de decisão especificadas.

Exemplos de Critérios de Decisão

A função objetiva pode ser uma penalidade ou uma função de utilidade para definir regras operacionais baseada em prioridades relativas, ou pode ser uma expressão matemática de um planejamento ou objetivo operacional. Os seguintes objetivos da administração da água seguintes devem ser refletidos nas funções objetivas de vários modelos de otimização:

- Benefícios econômicos e custos;
- Disponibilidade hídrica e grau de confiança desta disponibilidade;
- Poder de geração hidroelétrica.

Decisão de Múltiplos Critérios

Embora vários objetivos diferentes sejam tipicamente de preocupação em um estudo de análise de um sistema de reservatório, o modelo de otimização pode incorporar só uma função objetiva normalmente. Podem ser combinados objetivos múltiplos em uma única função se eles puderem ser expressos em unidades proporcionais. Porém, os objetivos de diferentes preocupações não são tipicamente quantificados em unidades proporcionais. O desenvolvimento de métodos de programação de objetivo múltiplo tem sido por muitos anos, um campo principal de pesquisa em operações de pesquisa e engenharia de sistemas.

Uma aproximação é executar o modelo de otimização com um selecionado objetivo refletido na função objetiva e os outros objetivos tratados como obrigações a nível especificação fixa do usuário. Por exemplo, a política operacional de um reservatório poderia ser desenvolvida baseada nos objetivos de maximizar o abastecimento de água municipal, a energia hidroelétrica, e energia média anual. O modelo poderia ser formulado para maximizar uma função objetiva que representa a energia média, sujeita as obrigações de modo que uma provisão de água e de uma energia firme especificadas pelo usuário sejam mantidas.

Podem ser priorizados objetivos em algumas aplicações. Objetivos de alta prioridade são mais importantes que objetivos de menos prioridade. Uma estratégia de otimização de objetivo múltiplo que foi adotada em vários estudos é baseado em aperfeiçoar objetivos em ordem de prioridade.

c) Objetivos Ambientais

Preocupações ambientais são freqüentemente uma consideração primária em estudos de análise de sistemas reservatório/rio. Tanto a quantidade quanto a qualidade da água são importantes para se encontrar os objetivos ambientais. As liberações do reservatório contribuem para o encontro das exigências do fluxo para os peixes e vida selvagem, hábitat ribeirinho, influxos de água doce e estuários, e aumento de fluxo para administração da qualidade da água. Podem ser colocados limites superiores sazonais nas liberações do reservatório para prevenir impactos adversos em hábitat de vida selvagem. A migração de peixes pode ser uma consideração importante na operação do reservatório. A pesca, vida selvagem, e outros recursos ambientais são afetadas através de flutuações no nível do reservatório. Objetivos ambientais são traduzidos em demandas para fluxos e semelhantemente o armazenamento como poder hidroelétrico, provisão de água, navegação, e outras necessidades. Outras técnicas de avaliação são estabelecer o escoamento superficial e as exigências de armazenamento para satisfazer as necessidades ambientais, como também para debater as necessidades humanas por água e eletricidade.

A qualidade de água é uma preocupação primária tanto no debate das necessidades ambientais como também das necessidades de provisão de água humanas. Temperatura, concentrações de oxigênio dissolvido, e outros parâmetros de qualidade de água são de preocupação da administrando e modelagem dos sistemas reservatório/rio.

d) Avaliação Econômica

A análise econômica tem um importante papel no planejamento e administração dos recursos hídricos. Critérios de eficiência econômica são comumente incorporados no planejamento dos recursos hídricos a nível estadual e local.

A avaliação econômica consiste na estimativa e comparação dos benefícios e/ou dos custos. A função objetiva econômica pode ser ou não maximizar benefícios, pode minimizar custos, ou pode maximizar benefícios. Se um nível fixo de serviço é provido para todos planos alternativos considerados, a função objetiva econômica pode ser expressa como minimizando custos, sem precisar de estimativas de benefícios. Igualmente, em operações de uma facilidade existente, os custos podem ser fixos, e os planos alternativos são comparados baseados somente nos benefícios. Se a maioria dos benefícios e custos for fixo para todos os planos alternativos, a avaliação pode estar baseada em um componente específico dos benefícios ou custos.

As estimativas de custo são normalmente mais diretas que as estimativas de benefício. As estimativas convencionais de engenharia de construção, de substituição, de operação e manutenção são comuns em muitas aplicações.

Os métodos de estimativa de benefícios variam, dependendo do desenvolvimento dos recursos hídricos e os propósitos de sua administração. Foram desenvolvidos procedimentos para avaliar benefícios para controle de inundação, provisão de água municipal e industrial, irrigação, poder hidroelétrico, navegação, recreação, e outros propósitos de projeto.

8.1.4. Simulação de Reservatórios Isolados

8.1.4.1. Simulação Anual dos Reservatórios (Procedimento de Campos)

O balanço hídrico nos reservatórios foi realizado utilizado a metodologia do Diagrama Triangular de Regularização – DTR (Campos, 1996). O método consiste na geração de séries sintéticas de deflúvios, seguida pela operação simulada dos reservatórios, obedecendo regras pré-estabelecidas. O modelo realiza o balanço hídrico anual no reservatório dividindo o ano em duas estações: uma úmida, na qual ocorre toda a afluência e vertimento; e uma seca na qual ocorre toda a retirada por regularização e evaporação.

As séries de volumes anuais afluentes aos reservatórios foram obtidas a partir da geração de séries sintéticas Marcovianas de 1000 anos de extensão. Utilizou-se na geração a função de probabilidade gama de dois parâmetros.

A equação básica adimensional do balanço hídrico é descrita pela Equação 8.11:

$$z_{t+1} = z_t + i_t - m - f_E \left(\frac{z_{t+1}^{2/3} + z_t^{2/3}}{2} \right) - m - s_t \quad (8.11)$$

Onde: f_E (igual a $3\alpha^{1/3}E/\mu^{1/3}$) representa o fator adimensional de evaporação, z o volume acumulado adimensional (Z/μ), i o deflúvio adimensional (I/μ), m a retirada adimensional (M/μ); s a sangria adimensional (S/μ).

A operação do reservatório deve contemplar:

- A restrição da capacidade máxima de armazenamento do reservatório (K), esta capacidade é expressa como a partir da razão entre o volume máximo armazenável no reservatório e a vazão média afluyente, esta razão é denominada de fator de forma ($f_k = K/\mu$);
- A retirada do reservatório como sendo constante e igual a vazão com 90% de garantia.

8.1.5. Operação Mensal dos Reservatórios

A operação mensal do reservatório simula o reservatório com intervalo de tempo de um mês, isto é, Δt é um mês na equação do balanço hídrico:

$$S_{t+\Delta t} = S_t + A_t - R - E_t - S_t \quad (8.12)$$

A vazão afluyente pode ser a série histórica de vazões mensais ou a série pseudo-histórica obtida através de modelo chuva-vazão, ou ainda a série estocástica gerada a partir de parâmetros estatísticos da série histórica. No caso de geração de séries sintéticas estocásticas esta geração pode ser feita anualmente e o valor anual desagregado pelo método dos fragmentos.

O modelo de desagregação para as vazões afluyentes anuais foi o Método dos Fragmentos (MF). O MF possibilita gerar vazões em intervalos de tempo menores a partir de intervalos de tempo maiores. Neste trabalho foram geradas séries mensais de afluyência a partir de séries anuais, cujos valores podem ser obtidos por meio da Equação 8.13:

$$Q_{i,j} = f_j Q_i \quad (8.13)$$

Onde: $Q_{i,j}$ = vazão afluyente no mês j do ano i ; f_j = fragmento correspondente do mês j ; Q_i = vazão afluyente anual. O fragmento (f_j) estimado para cada mês corresponde ao valor percentual da vazão anual, sendo expresso pela Equação 8.14:

$$f_j = \frac{Q_{i,j}}{\sum_{j=1}^n Q_{i,j}} \quad (8.14)$$

Onde: n = número de meses ($n=12$) e $Q_{i,j}$ = vazão no mês j do ano i .

8.1.6. Simulação de Sistemas de Reservatórios

A simulação de sistemas de reservatórios pode ser realizada pelo modelo AQUANET desenvolvido pelo laboratório de Sistema de Apoio a Decisão da Escola Politécnica da USP.

Este modelo tem origem no modelo MODSIM desenvolvido pela CSU (Colorado State University). Este modelo realizada a operação dos reservatórios pela aplicação de um sistema de prioridades e custos otimizados por modelo de programação linear de rede de fluxo. A

interface do AQUANET foi desenvolvida pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões da Escola Politécnica da USP que construiu uma interface denominada de AQUANET.

O AQUANET faz parte de uma classe de modelos denominado de modelos de rede de fluxo. Os modelos de rede de fluxo na realidade misturam características dos modelos de simulação e otimização e podem incorporar as características estocásticas das vazões de entrada.

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

Cada arco é caracterizado por três parâmetros, ou seja, os limites superior ($S_{i,j}$) e inferior ($I_{i,j}$) do fluxo que passas pelo arco (ex. capacidade máxima e mínima de um canal) e um “custo” ($C_{i,j}$) por unidade de fluxo que transita pelo arco. Os custos podem ser positivos ou negativos, ou seja, podem representar uma penalidade (no caso de custo positivo), ou um prêmio (custo negativo). Este custo não significa, obrigatoriamente, um valor financeiro, podendo representar preferências estabelecidas pelo usuário. As capacidades máxima e mínima de cada arco podem ser fixas para todo o período de simulação ou podem variar ao longo do tempo. O problema de otimização toma, portanto a forma da Equação 8.15:

$$\text{Min} \sum \sum C_{ij} \times Q_{ij} \quad (8.15)$$

sujeita as condições impostas pelas Equações 8.16 e 8.17:

$$\sum Q_{ij} - \sum Q_{ki} = 0 \quad (8.16)$$

e

$$I_{ij} \leq Q_{ij} \leq S_{ij} \quad (8.17)$$

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

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

A interface gráfica do modelo AQUANET é apresentada na **Figura 8.4** a seguir.

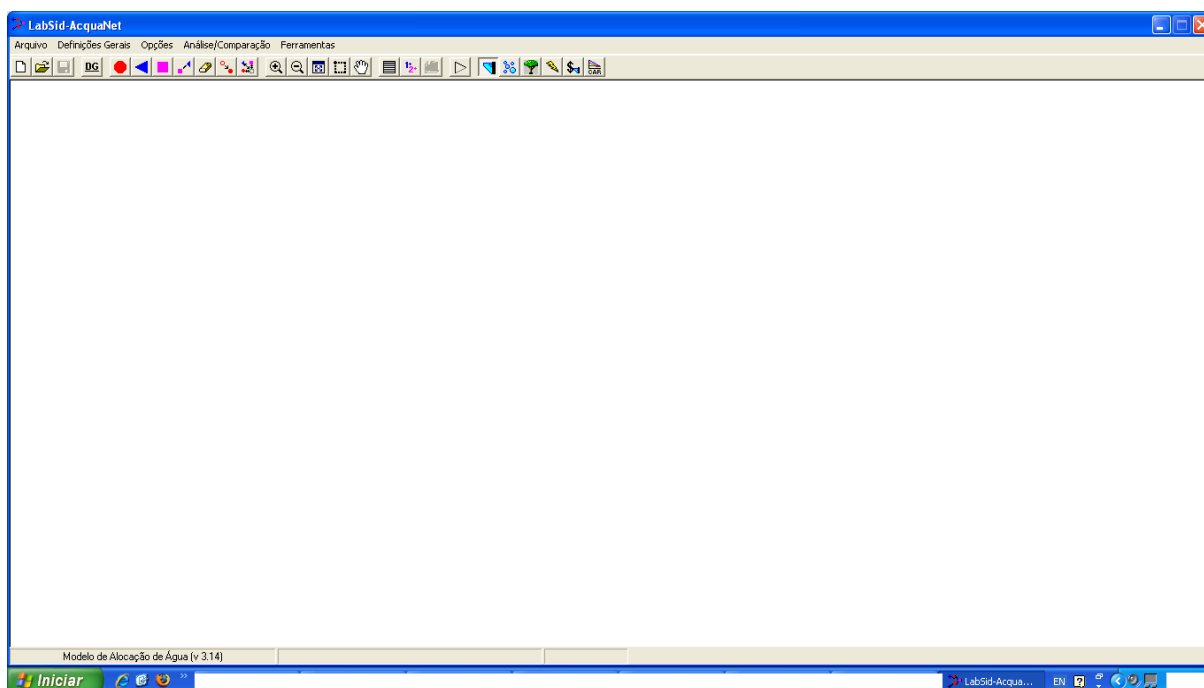


Figura 8.4. Interface do modelo AQUANET

8.1.7. Previsão Climática Sazonal de Vazões

A operação de reservatórios com horizonte sazonal a interanual pode ser aprimorada com a utilização de informação climática. A Informação climática neste contexto possibilita a avaliação de risco no processo de alocação de água. Descreve-se a seguir o clima na Bacia Hidrográfica procurando enfatizar os potenciais preditores deste clima na escala global para em seguida descrever brevemente método de previsão de vazões para a Bacia Hidrográfica.

8.1.7.1. O Clima na Bacia Hidrográfica

Alguns esforços recentes de identificação dos mecanismos e causas climáticas do regime de chuva e vazão no Nordeste do Brasil são discutidos em Uvo et al (2000), Uvo e Graham (1998), Uvo et al (1998), Marengo et al (1998), e Xavier (2001). A chuva na região é altamente variável no espaço, dentro da estação chuvosa e entre anos (Kousky, 1979). A sazonalidade da chuva regional, e conseqüentemente das vazões, é governada em grande parte pela migração norte/sul da zona de convergência Intertropical (ZCIT). Uvo et al (1998) apresentam uma descrição da conexão entre chuva e o ZCIT baseado em pesquisas passadas. Eles indicam que a principal estação chuvosa é iniciada entre fevereiro e março, quando a ZCIT sobre o Oceano Atlântico tropical alcança sua posição mais ao sul. A migração da ZCIT para o norte sinaliza o fim da estação chuvosa. O início e o fim deste processo têm datas com alta variabilidade, e este fato afeta significativamente o total de chuva sazonal. A chuva de janeiro-fevereiro é afetada por frentes frias ou por mecanismos a elas associados (Kousky, 1979). Conexões entre o Pacífico Oriental e o comportamento de ZCIT no Atlântico Tropical foram estudadas por Nobre e Shukla (1996), Saravanan e Chang (2000), e Chiang et al (2000) com duas hipóteses contrastantes. Nobre e Shukla explicam a conexão entre um ENSO maduro no inverno boreal e a parte do norte do TSM Atlântico tropical no inverno e a primavera seguinte em termos de uma "ponte atmosférica". A Circulação de Walker tem papel decisivo nesta conexão. Chiang et al (2000) oferecem apoio observacional para este

mecanismo e analisam suas variações interdecadais (estes relacionam diretamente à frequência variável de El Nino e La Nina com eventos de 21 anos em média móveis).

A variabilidade de chuva foi relacionada a variações em Temperaturas de Superfície de Mar (Markham e McLain (1977), Moura e Shukla (1981), Hastenrath(1984), Hastenrath(1990), Ward et al (1991), Ward et al (1988)).

O trabalho de Uvo et al (1998) considerando uma modelagem multivariada mais detalhada espacialmente (105 estações) e tempo (mensal e sazonal) analisa a precipitação no Nordeste e sua relação com as TSMs. Os resultados indicam que as anomalias de TSM no Atlântico equatorial Meridional são associadas com uma migração mais cedo do ZCIT e conduz a aumento de chuva em partes do Nordeste inclusive no Ceará. De acordo com estudos prévios identificam que a ZCIT em abril e maio e conseqüentemente o fim da estação chuvosa no norte do Nordeste é em grande parte determinada por um gradiente de Norte-Sul na TSM do Atlântico equatorial. A correlação com um índice de ENSO-Pacífico durante este período também é significativa. Baseado nos resultados da análise de multivariada, Uvo et al (1998) constroem índices de TSM para o Pacífico Central, o Atlântico Equatorial Norte e Sul, e a diferença entre o atlântico Norte e Sul. Observaram que o índice do "dipolo do Atlântico" equatorial é um preditor das precipitações do Nordeste com 1 a 3 meses de antecedência e confirma trabalho anterior que reconhece a utilidade de tal índice. Avaliaram que os meses de abril e maio eram os mais importantes nas variações de interanuais das precipitação de Nordeste, e que o índice de dipolo Atlântico é altamente correlacionado com estas flutuações. O ENSO tem importância menor, mas estatisticamente significativo, e é associado com precipitação em Janeiro e Fevereiro, e de abril-maio. Um contexto para estas observações é provido pela análise de Chiang et al (2000) que também enfocou a dependência das chuvas no Ceará com os índice ENSO e o gradiente de TSM entre o atlântico equatorial Norte e sul. Observa-se ainda que com aumentos no NINO3 a amplitude e média das chuvas no Ceará tendem a decrescer. A interpretação sugerida por aqueles autores é que quando há pequena convecção no Oceano Pacífico equatorial leste (La Nina), a ZCIT do Atlântico Tropical é influenciada por outros fatores, principalmente o gradiente de TSM entre o Atlântico tropical norte e sul. Como aumentos da convecção sobre o Pacífico equatorial oriental, subsidência anômala sobre o Atlântico tropical reduz a chuva no nordeste do Brasil e sua variação. A relação não linear entre a TSMs do Pacífico e a convecção e sua influência na TSM do Atlântico Tropical e a chuva no Ceará é identificada como um fator nas aparentes mudanças nas correlações entre NINO3 e suas teleconexões sobre o Atlântico.

8.1.7.2. Previsão de Vazões

Modelo de previsão de vazões para as bacias hidrográficas do Ceará foi desenvolvido por Souza Filho e Lall (2003) e Souza Filho e Lall (2005) utilizando modelagem estatística e por Block et al (2008) utilizando modelagem acoplada. A metodologia Estatística tem apresentado melhores resultados e tem seus passos descritos de forma simplificada a seguir.

1. Cálculo da distância d_i entre o valor dos vetores de preditores (temperatura da superfície do mar dos oceanos atlântico tropical e pacífico) no período que se pretende prever x^* e o valor dos preditores em sua série histórica, x_i , na forma da Equação 8.18:

$$d_i^2 = \sum_{j=1}^p \left\{ (x_j^* - x_{i,j}) \gamma_j \right\}^2 \quad (8.18)$$

Onde: x^* é um vetor $1 \times p$, x_i é um vetor $1 \times p$ de preditores durante o ano de i th usado no modelo ajustando, e γ é um vetor $p \times 1$. Para a regressão com dois preditores, $\gamma = [\beta_1 \ \beta_2]^T$, onde β_i é o i^o coeficiente da regressão da variável das vazões q padronizada e transformada e os índices climáticos dipolo do atlântico (EAD) e o El Niño na região três (NINO3).

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

2. Usando o vetor de distância d calculado no passo anterior, identifica-se o conjunto de valores mais próximos identificando a posição em um ordenamento realizado a partir do índice J dos vizinhos mais próximos. O elemento de j -ésimo deste conjunto registra o ano t associado a j -ésimo com x_i mais próximo de x^* . O núcleo da reamostragem é definido no passo 3 baseado na ordem de elementos em J .

3. Seleciona-se o número de vizinhos a serem utilizados (k) e o núcleo da reamostragem ou função de peso $K(j)$. A escolha núcleo da reamostragem segundo Lall e Sharma (1996) é feita pela Equação 8.19:

$$K(j) = \frac{1/j}{\sum_{i=1}^k 1/i} \quad (8.19)$$

ou Uniforme pela Equação 8.20:

$$K(j) = 1/k \quad (8.20)$$

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

8.2. Modelo de Operação de Reservatório e Alocação de Água

A operação de reservatórios no contexto desta bacia hidrográfica tem como principal finalidade disponibilizar água a ser alocada entre os diversos usos da bacia. Este processo de alocação ocorre no horizonte de longo prazo na outorga e no horizonte de curto prazo na alocação negociada.

A seguir analisa-se o processo de alocação na ambiência jurídico e institucional do Ceará.

O processo de alocação atual no Ceará é construído em duas fases: a primeira é a outorga e segunda é a Macro Alocação Negociada. A Outorga define a demanda instalada na bacia enquanto autorização de uso de longo tempo. No processo de Macro Alocação define-se o volume de água disponível para a alocação, isto é, o nível de racionamento necessário. Definindo inclusive a quantidade de água para cada uso e região. A outorga pode ser

revisitada após a Macro Alocação, definindo a quantidade destinada a cada usuário particular em dado ano específico.

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

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

O processo de macro alocação do Ceará descrito é um processo de alocação política. Este processo não é o único, decisões baseadas no mercado e decisões de caráter técnico podem ser as definidoras da alocação de água.

A outorga é instrumento de gerenciamento de recursos hídricos na medida em que é instrumento de alocação de água, caso contrário é apenas uma peça burocrática.

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

A outorga de uso da água é instrumento de gestão prioritário no atual modelo de gerenciamento definido pela legislação em vigor. A decisão técnica pode ser adotada em ambiente de forte regulamentação dos critérios e princípios da outorga.

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

8.3. Modelo de Operação de Longo Prazo (outorga)

O modelo de operação de reservatórios para fins de outorga deve avaliar o volume alocável na outorga e sua garantia associada.

O volume alocável de longo prazo é uma função da garantia do suprimento desejada. Maiores garantias estão associadas a volumes menores. A garantia ótima pode ser diferente para diferentes usos e diferentes usuários. O volume alocável (outorgável) de longo prazo no Ceará é noventa por cento (90%) da vazão com 90% de garantia. Esta garantia pode não garantir o ponto ótimo de utilização para os diferentes usos e usuários. Observa-se também que há diferença entre os valores de vazão obtidos calculando-se a garantia de forma anual (1-

nfa/NA), mensal (1-nfm/NM) ou a garantia volumétrica (razão entre volume ofertado e volume demandado). A Lei de águas do Ceará não especifica a qual destas garantias se refere. Lembrando que nfa é o número de anos em que houve falha de abastecimento em pelo menos um mês; NA é o número total de anos; nfm é o número de meses com falha no abastecimento e NM é o número total de meses.

A garantia esta associada a uma incerteza. A incerteza do suprimento hídrico produzida pela grande variabilidade dos deflúvios é uma realidade que necessita ser incorporada na definição do volume alocável de um reservatório. Não basta a definição da vazão regularizada de longo termo é necessário referência da vazão regularizável em séries temporais de menor duração, tais como as de trinta e sessenta anos.

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

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

- Modelo proposto pelo Prof. Nilson Campos com utilização de séries sintéticas de 1000 anos e balanço hídrico anual para reservatórios isolados.
- Modelo de balanço hídrico mensal utilizando série histórica ou pseudo-histórica (preenchida por modelo chuva-deflúvio) com balanço hídrico mensal para reservatórios isolados e sistemas de reservatórios. O Modelo AQUANET é ferramenta útil na simulação de sistemas de reservatórios.

8.4. Modelo de Operação de Curto Prazo (Alocação Negociada)

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

A Macro Alocação se utiliza desta informação para tomar uma decisão determinística com futuro conhecido de seis (6) meses (julho à dezembro). Esta visão do ponto de vista da oferta é consistente com a da demanda que tem a demanda da irrigação (maior usuário em muitas bacias) do segundo semestre.

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

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

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

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

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

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

Propõe a utilização de três classes de modelos para o apoio a alocação negociada:

Modelo de balanço hídrico mensal utilizando dois cenários de vazões (vazões zero e previsão de vazões pelo método dos vizinhos) para análise das garantias das demandas e definição da regra de operação dos reservatórios. Modelo simplificado pode ser utilizado para a simulação de reservatórios isolados.

Modelo simulador/otimizador similar que opere o sistema a partir de sistema de prioridades para os estoques e demandas, similar ao AQUANET, para a operação de sistema de reservatórios com usos múltiplos.

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

BLOCO II - ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ

BLOCO II - ARTICULAÇÃO POLÍTICA COM O COMITÊ

INTRODUÇÃO

Esse Bloco, denominado **Articulação Política com os CBHs**, aborda os quatro eixos temáticos já trabalhados com o CBH quando da realização dos Seminários anteriores ao TDR - Balanço Hídrico, Aspectos Institucionais, Interferência com o Meio Ambiente e Identificação de Conflitos.

Buscando uma convergência para encaminhamentos claros e objetivos das demandas do Comitê, nos quatro eixos, elaborou-se um modelo matricial de sistematização das tarjetas.

Neste sentido, considerou-se que os problemas apontados pelo CBH podem ser classificados pela sua **NATUREZA** – Administrativa, Estrutural, Institucional, Gerenciamento, Gestão, Legal e Preservação. Cada uma dessas classes podem ainda ser subdivididas quanto às suas **TIPOLOGIAS**, conforme abaixo discriminado:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Articulação
- Autorização
- Formalização
- Intermediação
- Reconhecimento

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

- Celebração de parceria
- Legislação
- Normalização
- Regulamentação

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

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

Apresenta-se nos Capítulos 9 a 12, o modelo matricial proposto para os quatro eixos, onde são identificados, para cada Tarjeta, a Natureza do Problema, a Tipologia da Solução e as Instituições Envolvidas.

**9. AÇÕES PARA MEDIAÇÃO DOS CONFLITOS IDENTIFICADOS
PELO CBH**

9. AÇÕES PARA MEDIAÇÃO DOS CONFLITOS IDENTIFICADOS PELO CBH

O esforço imprimido na formulação do modelo matricial não impediu que houvesse dificuldade na concepção das tipologias das soluções, pelos seguintes aspectos:

- a) A política de recursos hídricos é relativamente nova e muitas agressões aos corpos d'água precedem à legislação hídrica e à prática dos organismos da gestão da água em exercitar o instrumento da outorga. Neste caso, o melhor caminho para um fato consumado (que implica em prejuízo para a qualidade do corpo hídrico), é utilizar a força da tradição da Política Ambiental, que já se afirmou no seio da Sociedade e na instância jurídica, para que o órgão ambiental tome a iniciativa da autuação e da aplicação do seu arsenal punitivo.
- b) O plano de Gerenciamento da bacia nos aponta ainda para um conjunto de soluções mais detalhadas e as questões pontuais que seriam alcançadas pelo plano, ainda não avançaram com a tese do tipo utilizada na justiça da “Súmula Vinculante”.
- c) Finalmente, a representação do comitê não contempla ainda os grandes usuários empreendedores que são exatamente aqueles que muitas vezes geram conflitos com consumidores menores e individuais. Sendo assim, o Estado se vê isolado na função mais interventora e menos moderadora, o que seria o seu verdadeiro papel.

Neste Capítulo são descritas as possíveis soluções para moderação dos conflitos quanto ao uso da água e de gestão apontados pelo CBH. O **Quadro 9.1** aponta as ações para solução dos conflitos de água da bacia do Coreau.

Quadro 9.1. Ações para Moderação dos Conflitos de Água

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Contratação de técnicos através de concurso para entidades que atuam com recursos hídricos e meio ambiente.	Administrativo	Ampliação de Pessoal	SRH, COGERH, SEMACE e IBAMA	• Ampliar o corpo técnico
Ineficiência na fiscalização das questões ambientais.	Administrativo	Ampliação de Pessoal	SEMACE e IBAMA.	• Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Estudo de viabilização do açude Mucambo para irrigação.	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	• Estudar a viabilidade da obra hídrica
Problema de manancial para abastecimento humano com alta salinidade em Tatajuba e distrito de Guriú em Camocim	Estrutural	Estudo	COGERH e CAGECE	• Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Realização de ações de conservação do açude Mucambo (segurança de barragem, instituição que assuma essa atividade)	Estrutural	Manutenção da obra	COGERH	• Recuperação de infra-estrutura.
Estudo de viabilidade técnica para abastecimento de Camocim pelos açudes gangorra ou Itaúna	Estrutural	Projeto	SRH e COGERH	• Estudar a viabilidade da obra hídrica
Problema de abastecimento humano Ubaúna em Coreaú, mesmo sendo tratada pela CAGECE.	Estrutural	Projeto	COGERH e CAGECE	• Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Monitoramento qualitativo e quantitativo dos lagos naturais município e COGERH.	Gerenciamento	Controle da água	SEMACE e COGERH	• Ampliar o monitoramento para os açudes de pequeno porte, lagoas e poços.
Solucionar os problemas de qualidade da água quanto à salinização.	Gerenciamento	Controle da água	SEMACE e COGERH	• Realizar inventário ambiental • Realizar avaliação hidrogeológica
Criação de porcos nas margens das lagoas de estabilização do açude tucunduba.	Gerenciamento	Inspeção	SEMACE, COGERH e CGA.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Lavagem de roupas motos e carros em açudes, lagos, lagoas e rios.	Gerenciamento	Inspeção	COGERH, SEMACE, CBH e CGA.	• Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Conflito de uso quanto à liberação da água do açude Premuoca para a população a jusante.	Gerenciamento	Liberação da água	SRH, COGERH, CBH e CGA	• Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Combate à inadimplência de usuários de água para fortalecer a gestão das águas no Estado.	Gestão	Autuação	COGERH, SRH e CBH	• Implementar os instrumentos de gestão (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
Campanhas educativas nos meios de comunicação incentivando a preservação dos recursos naturais.	Gestão	Comunicação	SEMACE, SEDUC e PREFEITURA	• Implantar programa educação de ambiental.
Manutenção do sistema de esgoto sanitário de Uruoca e Flecheirinha, visando eliminar os extravasamentos.	Gestão	Concessão de uso	SRH e COGERH	• Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Estabelecer critérios operacionais de reservatórios, preservando hierarquia de uso (Cangalhas, Torta e Moréias etc.)	Gestão	Concessão de uso	SRH e COGERH	<ul style="list-style-type: none"> • Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Desentendimento entre pescadores artesanais e associações dos criadores de tilapias do Aç. Premuoca.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Regularizar a criação de peixes nos açudes.
Universalização das outorgas na bacia.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, SRH e CBH	<ul style="list-style-type: none"> • Atualizar o cadastro de usuários.
Critérios, Normatização e fiscalização na liberação de água para o carnaval nos açudes e rios da bacia do Coreaú.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Carnaval nos açudes.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Balneário do açude Trapiá III - esgotos jogados dentro do açude.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Barragens particulares para o balneário no açude angicos.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Disciplinamento do uso dos Recursos hídricos para balneabilidade.	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Realização de estudo de viabilidade para utilização das margens dos Recursos hídricos com balneários (lazer).	Gestão	Concessão de uso	COGERH, CBH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Conflito entre comunidades por água do laginho da torta e lago D`Moreiras.	Gestão	Moderação	SRH, COGERH e CBH	<ul style="list-style-type: none"> • Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Solucionar os conflitos entre os diversos usuários da água, através de processo de discussão e sensibilização.	Gestão	Moderação	SRH, COGERH, CBH e CGA	<ul style="list-style-type: none"> • Atualizar o cadastro de usuários. • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.
Solucionar os problemas dos conflitos de usos múltiplos nos açudes Várzea da volta e Tucunduba	Gestão	Moderação	SRH, COGERH e CGA	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar os instrumentos de gestão (licença para obras hídricas, outorga e licença ambiental).
Barragens particulares no lago seco – Camocim.	Gestão	Notificação por apropriação irregular da água	COGERH e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Disponibilização de técnicos para estudos e para definição de escavação de poços adequados com qualidade de água para consumo humano.	Gestão	Planejamento	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de acordo com a geologia da área.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Estudo de demandas de poços profundos na bacia e perfuração desses em áreas deficitárias de água.	Gestão	Planejamento	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de acordo com a geologia da área.
Realização de estudo hidrológico da lagoa das cangalhas, visando determinar a capacidade de suporte recarga.	Gestão	Planejamento	SRH e COGERH	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar avaliação hidrogeológica.
Estudo de alternativas para melhoria na qualidade da água dos açudes.	Gestão	Reconhecimento	COGERH e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar parcerias com laboratórios de instituições públicas; • Incentivar a criação de rede de laboratórios do Estado do Ceará acreditados pelo me INMETRO; • Desenvolver pesquisas quanto aos aspectos liminológicos e qualidade da água • Fortalecimento do Monitoramento quantitativo dos mananciais
Verificar a dinâmica das lagoas litorâneas. Que os municípios possam exercer a ação fiscalizatória.	Gestão Institucional	Reconhecimento Articulação	COGERH COGERH, SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar avaliação hidrogeológica. • Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Solucionar problemas de interpretação da legislação entre o IBAMA e SEMACE.	Institucional	Articulação	SEMACE e IBAMA.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Acionar a defesa civil visando à articulação com as instituições competentes.	Institucional	Articulação	COGERH, SEMACE e DEFESA CIVIL.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Fiscalização conjunta e com qualidade dos mananciais pelos órgãos públicos (IBAMA - SEMACE - SRH e Prefeituras).	Institucional	Articulação	COGERH e SEMACE.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Poder para o DNOCS fiscalizar seus próprios açudes.	Institucional	Articulação	COGERH e DNOCS.	<ul style="list-style-type: none"> • Acionar convênio de cooperação técnica entre SRH, COGERH, SEMACE e DNOCS. • Criar câmaras técnica-administrativa permanente na COGERH com representantes do SIGERH.
Conflito entre quilombolas e rendeiros açude Várzea da Volta pela posse de terra.	Institucional	Articulação	INCRA	<ul style="list-style-type: none"> • Aperfeiçoar as técnicas de mediação de conflitos.

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Elaboração de PGIRSU pelos municípios.	Institucional	Articulação	SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas. • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Estabelecimento de critérios para perfuração de poços com verba pública para atendimento da população difusa.	Legal	Normalização	SRH e COGERH	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar avaliação geológica/ hidrogeológica, utilizando métodos de locação de acordo com a geologia da área.
Fiscalização precária quanto à pesca predatória nos açudes da bacia.	Legal	Regulamentação	SRH, COGERH, SEMACE e SDA.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação da Lei Estadual da Pesca e Aqüicultura
Conflito entre carcinicultores x pescadores artesanais acessos a Camboas em Camocim.	Legal	Regulamentação	SRH, COGERH, SEMACE e SDA.	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Disciplinamento e fiscalização ostensiva da atividade de carcinicultura.	Legal	Regulamentação	COGERH, CGA e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Impedir a pesca com “batidas” nos açudes.	Legal	Regulamentação	COGERH e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Regular a criação de peixes nos açudes.
Desestruturação da fiscalização ambiental nos municípios.	Preservação	Capacitação	SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão ambiental integrada dos recursos hídricos.
Capacitação dos professores por parte do poder público quanto ao programa de ed. Ambiental (PEACE).	Preservação	Capacitação	SEMACE, SEDUC e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar o programa de educação ambiental.
Incentivar a agroecologia e a produção orgânica.	Preservação	Capacitação	SEMACE, SDA e EMATECE.	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Programas de educação ambiental.	Preservação	Capacitação	SEMACE, SEDUC e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Implantar o programa de educação ambiental.
Animais nos açudes.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE, COGERH e CGA.	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Fazer cumprir a legislação para o uso de agrotóxico na região da Ibiapaba.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Acionar o ministério público visando eliminar a existência de animais soltos nas zonas urbanas dos municípios.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE e IBAMA	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Disciplinar os usos de queimadas.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE e IBAMA	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Uso de agrotóxicos nas margens dos açudes.	Preservação	Promover	SEMACE,	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Apreender animais dispersos nas águas e penalizar os proprietários.	Preservação	denuncia Promover denuncia	COGERH e CGA. COGERH, SEMACE e CGA.	leitos dos rios, açudes e lagoas. • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.
Identificar indicadores ecodinâmicos para caracterização dos problemas das secas (definição das zonas semi-áridas x litorâneas).	Preservação	Zoneamento	SEMACE, IPECE e FUNCEME	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Identificação e preservação das nascentes e olhos d'água / matas ciliares/encostas.	Preservação	Zoneamento	SEMACE e IBAMA	• Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.

9.1. Análise das ações para Moderação dos Conflitos de Água

Observa-se no **Quadro 9.2** que os conflitos se remetem, principalmente, a ações de natureza de Gestão e Preservação. Considerando apenas as ações que fazem parte da missão do órgão gestor (Gestão e Gerenciamento), considera-se que a COGERH tem condições de atuar convenientemente em quase 46% dos conflitos.

Quadro 9.2. Resumo - Ações para Moderação dos Conflitos de Água

Natureza	Nº de Tarjetas	Percentual
Administração	2	3,5%
Estrutural	5	8,8%
Gerenciamento	5	8,8%
Gestão	21	36,8%
Institucional	7	12,3%
Legal	5	8,8%
Preservação	12	21,1%
Total	57	100

10. AÇÕES PARA SOLUCIONAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS INSTITUCIONAIS

10. AÇÕES PARA SOLUCIONAR AS PRINCIPAIS BARREIRAS INSTITUCIONAIS

Neste Capítulo são avaliadas e apresentadas ações para melhoria da articulação e participação nas políticas de água, visando solucionar as barreiras institucionais descritas nos Seminários pelos membros do comitê da bacia do Coreaú, conforme mostrado no **Quadro 10.1**.

Observa-se que estes problemas são os maiores entraves na solução das questões hídricas, principalmente porque esbarram em fronteiras intransponíveis, que consiste na prática nacional da falta de integração das políticas públicas. A cultura da política brasileira ainda é o voluntarismo individual sem transversalidade das ações, que se repetem, e muitas vezes se anulam. Como a solução depende de múltiplos organismos, a dificuldade é maior do que resolver, às vezes, um problema mais grave, porém sob a decisão de uma única autoridade.

A presente matriz é um esforço no sentido de procurar caminhos comuns de integrar instituições, buscando no âmbito dos instrumentos formais de administração pública.

Quadro 10.1. Ações para Melhoria de Articulação e Participação na Política de Água

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Incentivo à participação das prefeituras nos comitês (prefeitos).	Institucional	Articulação	SRH, COGERH e CBH.	• Incentivo do poder público visando à maior participação dos membros do Comitê.
Fortalecer os CONDEMAS	Institucional	Articulação	SEMACE e PREFEITURA	• Promover articulação entre o Comitê e as instituições públicas e privadas da Bacia.
Criação e instalação dos CONDEMAS pelas prefeituras municipais, bem como definir políticas, estrutura e pessoal.	Institucional	Articulação	SEMACE, PREFEITURA e CBH.	• Promover articulação entre o Comitê e as instituições públicas e privadas da Bacia.
Os governos respeitem os CBHs como entes consultivos e deliberativos , estreitando o relacionamento e fortalecendo sua participação.	Legal	Regulamentação	SRH, COGERH e CBH.	• Revisar lei da política estadual dos recursos hídricos. • Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.
Participação (assento) dos CBHs no CONERH.	Legal	Regulamentação	SRH e COGERH	• Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.
Revisão da lei estadual de Recursos Hídricos com participação.	Legal	Legislação	SRH, COGERH e CBH	• Revisar lei da política estadual dos recursos hídricos. • Revisão da composição do CONERH e do Conselho de Administração da COGERH visando à inclusão dos Comitês.
Disciplinar o uso dos setores litorâneos, ouvindo as comunidades nos processos decisórios.	Preservação	Zoneamento	SEMACE, IBAMA e PREFEITURA	• Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão.
Participação da comunidade dos municípios da bacia na implementação da Rota das Emoções	Preservação	Zoneamento	SEMACE e PREFEITURA	• Incentivar a maior participação dos cidadãos nas tomadas de decisão.

10.1. Análise das Ações para Melhoria de Articulação e Participação na Política de Água

Observa-se no **Quadro 10.2** que as demandas do CBH se referem apenas à natureza Institucional e Legal. Observa-se que as soluções para melhoria de articulação na política de água não depende só da COGERH, mas de instituições como a SEMACE e as Prefeituras.

Quadro 10.2. Resumo: Ações para Melhoria de Articulação e Participação na Política de Água

Natureza	Nº de Tarjetas	Percentual
Administração	-	-
Estrutural	-	-
Gerenciamento	-	-
Gestão	-	-
Institucional	3	37,50%
Legal	3	37,50%
Preservação	2	25,00%
Total	8	100

11. AÇÕES VOLTADAS PARA MINORAR AS VULNERABILIDADES AMBIENTAIS

11. AÇÕES VOLTADAS PARA MINORAR AS VULNERABILIDADES AMBIENTAIS

O presente Capítulo apresenta as possíveis ações para melhoria da qualidade de água e dos problemas ambientais apontados pelo CBH, conforme **Quadro 11.1**.

As propostas sugeridas têm com objetivo promover ações que possam proteger o corpo d'água ou constituam intervenções para melhoria da qualidade das fontes hídricas, sejam elas naturais ou artificiais. Tais iniciativas dependem de processos culturais, das práticas agrícolas, da eficiência do arranjo ambiental, de políticas públicas e programas voltados para preservação do meio ambiente.

Duas das ações mais importantes para conservar a qualidade da água são os programas de saneamento básico e combate a desertificação. No mais, são ações estruturais de implantação lenta e retorno demorado.

Quadro 11.1. Ações para Melhorar a Qualidade de Água

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Empreendimento às margens, ou mesmo “dentro” de açudes ou rios. Construções nas APAS.	Gestão	Reconhecimento	COGERH e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas. • Identificar trechos de rios onde a qualidade d'água possa estar mais degradada, possibilitando ações preventivas e de controle por parte dos órgãos competentes.
Reflorestamento das matas ciliares.	Gerenciamento	Proteção dos mananciais	COGERH e SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea.
Respeito a APP dos rios e açudes na instalação de lagoas de estabilização (Tanguá – Rio Quatiguaba / Açude Tucunduba).	Preservação	Autuação	SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Lixo hospitalar a céu aberto no açude Tucunduba.	Preservação	Promover denúncia	COGERH, SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Construção de lagoas de estabilização na bacia hidráulica do Açude Tucunduba	Preservação	Autuação	SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras. • Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Eliminar os lançamentos de esgotos nos Recursos Hídricos da Bacia do Coreaú.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras.
Lixo e esgoto nos açudes, lagos e lagoas.	Preservação	Promover denúncia	COGERH, SEMACE e PREFEITURA	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativas de gestão para áreas potencialmente poluidoras. • Realizar inventário ambiental dos mananciais.
Desmatamento das margens dos rios da bacia, comprometendo a qualidade da água.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação, preservação e recuperação da vegetação de várzea. • Realizar inventário ambiental dos mananciais
Desmatamento Irregular em Uruoca com retirada de estacas e em Sobral e Coreaú lenha para fabricação de cal.	Preservação	Promover denúncia	SEMACE	<ul style="list-style-type: none"> • Ordenação das atividades nas bacias e leitos dos rios, açudes e lagoas.

11.1. Análise das Ações para Melhorar a Qualidade de Água

Observa-se no **Quadro 11.2**, que as demandas do CBH para melhoria da qualidade de água se remetem, principalmente, a ações de natureza de Preservação. Considerando apenas as ações que fazem parte da missão do órgão gestor (Gestão e Gerenciamento), considera-se que a COGERH tem condições de atuar convenientemente em quase 22% das melhorias da qualidade de água.

Quadro 11.2. Resumo: Ações para Melhorar a Qualidade de Água

Natureza	Nº de Tarjetas	Percentual
Administração	-	-
Estrutural	-	-
Gerenciamento	1	11,1%
Gestão	1	11,1%
Institucional	-	-
Legal	-	-
Preservação	7	77,8%
Total	9	100

12. AÇÕES VOLTADAS PARA A MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA

12. AÇÕES VOLTADAS PARA MELHORIA DA OFERTA DE ÁGUA

Este Capítulo visa à identificação das alternativas para abastecimento de água e a possibilidade de incremento da sua oferta hídrica, seja por meio de cisternas, poços, adutoras ou novos reservatórios.

Estas ações levantadas pelo público da bacia são tão mais objetivas quanto mais integram o plano de gerenciamento de bacia. São em geral soluções estruturais, postas que beneficiam expressivas áreas do território e elevado número de pessoas, conforme **Quadro 12.1**.

O mais importante neste trabalho é compatibilizar a obra de interesse da população envolvida com os legítimos benefícios que as pessoas estão esperando desta ação estrutural. É fundamental atender os usuários na dimensão certa e de forma justa e democrática.

Quadro 12.1. Ações para Melhoria da Oferta d'Água

SISTEMATIZAÇÃO DAS TARJETAS	NATUREZA	TIPOLOGIA DAS SOLUÇÕES	INSTITUIÇÃO ENVOLVIDA	AÇÃO ESPECÍFICA
Construção do açude Diamantino em Marco	Estrutural	Complementação da obra	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Proposta de construção do reservatório Diamantino.
Construção de cisternas de placas visando atender a demanda difusa.	Estrutural	Construção	SRH, SOHIDRA e SDA	<ul style="list-style-type: none"> Celebrar convênio de cooperação técnica entre SRH, SDA e ONGs para investimento em pequenas obras hídricas.
Construção de barragens subterrâneas visando fixar as comunidades nos locais de moradia.	Estrutural	Construção	SRH, SOHIDRA e SDA	<ul style="list-style-type: none"> Celebrar convênio de cooperação técnica entre SRH, SDA e ONGs para investimento em pequenas obras hídricas.
Alcântaras tem deficiência de abastecimento de água, necessitamos de construção de cisternas.	Estrutural	Construção	SRH, SOHIDRA e SDA	<ul style="list-style-type: none"> Celebrar convênio de cooperação técnica entre SRH, SDA e ONGs para investimento em pequenas obras hídricas.
Construção de adutora do açude angicos ao Jordão (Município de Moraújo).	Estrutural	Estudo	CAGECE, SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Construção de adutora do açude Gangorra para o Lago Seco (transposição de bacias).	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica. Realizar avaliação hidrológica.
Construção do canal hidroagrícola do açude Jaburu ao rio Quatiguaba em Tianguá.	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica. Realizar avaliação hidrológica.
Construção dos açudes Boqueirão (Rio Jurema) e Paula Pessoa em Senador Sá e Martinópolis.	Estrutural	Estudo	SRH e COGERH	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica. Realizar avaliação hidrológica.
Abastecimento humano de água deficiente na comunidade de Preá	Estrutural	Estudo	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Realizar avaliação hidrológica.
Construção de açudes nas localidades de Bom Sucesso, rios porcos e babatão.	Estrutural	Estudo	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Uma barragem no rio pesqueiro para melhorar a condição da região: Córrego dos Cavalos em Marco	Estrutural	Estudo	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Construção do açude caiçara (açude Flecheirinha) em Flecheirinha para abastecimento e irrigação	Estrutural	Projeto	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a viabilidade da obra hídrica.
Recuperação e instalação de poços tubulares.	Estrutural	Recuperação e construção	SRH e SOHIDRA	<ul style="list-style-type: none"> Realizar Avaliação Geológica / hidrogeológica, utilizando métodos de locação de poços de acordo com a geologia da área.

12.1. Análise das Ações para Melhoria da Oferta d'Água

Observa-se no **Quadro 12.2**, que as demandas do CBH para melhoria da oferta d'água fazem referência, totalmente de natureza estrutural. A maioria não depende da COGERH e sim de outros órgãos estando prevista no PPA.

Quadro 12.2. Resumo: Ações para Melhoria da Oferta d'Água

Natureza	Nº de Tarjetas	Percentual
Administração	-	-
Estrutural	13	100%
Gerenciamento	-	-
Gestão	-	-
Institucional	-	-
Legal	-	-
Preservação	-	-
Total	13	100

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASANO, T.; LEVINE, A. D. Wastewater reclamation recycling and reuse: past, present, future. Water Science Technology, Britain, v.33, n. 10-11, p. 1-14, 1996.

Bras, R.L, Rodriguez-Iturbe, I. “Random Function And Hydrology”. Dover Publications. 1984.

BRASIL. Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L6662.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L9433.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/Leis/L9984.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Recursos Hídricos – CNRH. Resolução Nº 15, de 11 de janeiro de 2001. Estabelece diretrizes gerais para a gestão de águas subterrâneas. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Recursos Hídricos – CNRH. Resolução Nº 16, de 08 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Recursos Hídricos – CNRH. Resolução Nº 37, de 26 de março de 2004. Estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Recursos Hídricos – CNRH. Resolução Nº 65, de 07 de dezembro de 2006. Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional De Recursos Hídricos – CNRH. Resolução Nº 76, de 16 de outubro de 2007. Estabelece diretrizes gerais para a integração entre a gestão de recursos hídricos e a gestão de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/sitio/index.php?option=com_content&view=article&id=14. Acesso em: 08 mar. 2010.

CEARÁ. 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. Disponível em: <<http://www.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis2004/13497.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Lei nº 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. Disponível em: <<http://www.al.ce.gov.br/legislativo/legislacao5/leis92/11996.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994. Regulamenta o art. 4º da Lei Nº de 11.996 de 24 de julho de 1992, na parte referente à outorga do direito de uso dos recursos hídricos, cria o Sistema de Outorga para uso da Água e dá outras providências. Disponível em: <http://legislacaoestadual.pge.ce.gov.br/arquivos/legislacao_estadual/legislacao_antiga/1994/22858.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994. Regulamenta o controle técnico das obras de oferta hídrica e dá outras providências. Disponível em: <http://legislacaoestadual.pge.ce.gov.br/arquivos/legislacao_estadual/legislacao_antiga/1994/22859.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2010.

_____. Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH. Instrução Normativa nº 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. Disponível em: <http://www.srh.ce.gov.br/index.php/legislacao/legislacao-estadual?task=view&cd_origem=4&cd_legislacao=20>. Acesso em: 08 mar. 2010

CERECEDA, P.; SCHEMENAUER R. S.; SUIT M. An alternative water supply for chilean coastal desert villages. *International Journal of Water Resources Development*, Volume 8, Issue 1 March 1992 , pages 53 – 59.

Chiang J. C. H., Y. Kushnir e E. Zebiak, Interdecadal Changes In Eastern Pacific Zcit Variability And Its Influence On The Atlantic Zcit, *Geophysical Research Letters*, 27 (22): 3687-3690 NOV 15 2000.

COGERH, Plano De Gerenciamento Da Bacia Do Jaguaribe, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, Fortaleza. Ceará. 1999a.

COGERH, Plano De Gerenciamento Das Bacias Metropolitanas, Companhia De Gestão Dos Recursos Hídricos, Fortaleza. Ceará. 1999b.

- Dillon, W.R e Goldstein, M. Multivariate Analyses. pag 246-248. John Wiley & sons. 1984.
- FONTANE, D.G.; GATES, T.K.; MONCADA, E.; "Planning Reservoir Operations with Fuzzy Objectives"; J. of Water Resources Planning and Management, 1997.
- GANOULIS, J.; PAPALOPOULOU, J. G. A. Risk Analysis of wastewater reclamation and reuse. Water Science Technology, Britain, v. 33, n. 10-11, p. 297-302, 1996.
- GRIGG, N.S.; "Water Resources Management - Principles, Regulation and Cases". Ed. McGraw - Hill, 1996.
- HASHIMOTO, T., STEDINGER, J.R., LOUCKS, D.P. "Reliability, Resiliency, and Vulnerability Criteria for Water resources System Performance Evaluation", Water Resources Research, Vol. 18. NO. 1, pp14-20, FEB 1982.
- HEC; "HEC - 5 Simulation of Flood Control and Conservation Systems"; US Army Corps of Engineers, 1982.
- HUANG, W.C.; "Decision Support System for Reservoir Operation"; Water Resources Bulletin, Vol. 32, No 6, December, 1996.
- Hastenrath, S., Predictability Of Northeast Brazil Droughts, Nature, 307 (5951): 531-533, 1984.
- Hastenrath, S., Prediction Of Northeast Rainfall Anomalies, J. Atmos. Sci., 35, 2222-2231, 1990.
- KAPLAN, A., M. CANE, Y. KUSHNIR, A. CLEMENT, M. BLUMENTHAL, AND B. RAJAGOPALAN, Analyses Of Global Sea Surface Temperature 1856-1991, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 103, 18,567-18,589, 1998.
- Karlsson, M., Yakowitz, S., Nearest-Neighbor Methods For Nonparametric Regression: Local Adaptive Smoothing And Confidence Bands, J. AM. STATISTIC ASSOC, 23, 1300-1308, 1987.
- Kousky, V.E., Frontal Influences On Northeast Brazil, Mon. Weather Rev., 107, 1140-1153, 1979.
- Kumar, D.N., U. Lall, and M. Peterson, Multi-Site Disaggregation Of Monthly To Daily Streamflow, Water Resources Research, 36(7), 1823-1834, 2000.
- Lall, U. e A. Sharma, A Nearest Neighbor Bootstrap For Resampling Hydrologic Time Series, Water Resources Research, 32(3), 679-693, 1996.
- MAYS, L.W.; TUNG, Y - K. "Hydrossistem Engineering and Management". Ed. McGraw - Hill - Ing, 1992.
- LABADIE, J.W.; BODE, D. A.; PINEDA, A. M.; "Network Model for Decision - Support in Municipal Raw Water Supply"; Water Resources Bulletin, Vol. 22, No 6, December, 1996.
- LOUCKS, D.; STEDINGER, J.R.; HAIT, D.A; "Water Resources Systems Planning and Analysis". Prentice-Hall, Inc. 1981.

- LUND, J.R; FERREIRA, I.; "Operating Rule Optimization for Missouri River Reservoir System"; J. of Water Resources Planning and Management, Vol. 122, No4, July/August, 1996.
- MAYS, L/W. (org.); "Water Resources Handbook"; Ed. McGraw-Hill, 1996.
- PORTO, R.L; Azevedo, G.; " Sistema de Suporte a Decisão" In "Técnicas Quantitativas para o Gerenciamento de Recursos Hídricos"; Ed. da Universidade/UFRGS/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1997.
- Marengo, J. A., J. Tomasella, e C. R. Uvo, Trends In Streamflow And Rainfall In Tropical South America: Amazonia, Eastern Brazil, And Northwestern Peru, J. of Geophysical Res., 103(D2), 1775-1783, 1998.
- Markham, C. G., e D. R. McLain, Sea Surface Temperatures Related To Rain In Ceará, Northeast Brazil, Nature, 265, 320-323, 1977.
- Moura, A. D., e J. Shukla, On The Dynamics Of Droughts In Northeast Brazil: Observation, Theory And Numerical Experiments With A General Circulation Model, J. Atmos. Sci., 38, 2653-2675, 1981.
- Nobre P. e J. Shukla, Variations Of Sea Surface Temperature, Wind Stress, And Rainfall Over The Tropical Atlantic And South America, J. Climate, 9 (10), 2464-2479, 1996.
- TIGRE, C.B. Barragens subterrâneas e submersas como meio rápido e econômico de armazenamento d'água. Anais do Instituto Nordeste, 13-29, 1949.
- WURBS, R.A; "Water Management Models - A Guide to Use". Ed. Prentice - Hall Inc, 1995.
- WURBS, R.A; "Reservoir - System Simulation and Optimization Models"; J. of Water Resources Planning and Management, Vol. 119, No4, July/August, 1993.
- WURBS, R.A; Karama, A.S.; "Salinity and Water-Supply Reliability"; J. of Water Resources Planning and Management, Vol. 121, No5, September/October, 1995.
- RAJAGOPALAN, B., U. LALL, AND S. E. ZEBIAK, Categorical Climate Forecasts Through Regularization And Optimal Combination Of Multiple Gcm Ensembles. Mon. Weather Rev., 130 (7), 1792-1811, 2002.
- Saravanan R. e P. Chang, Interaction Between Tropical Atlantic Variability And El Nino-Southern Oscillation, J. Climate, 13 (13), 2177-2194, 2000.
- SOUZA FILHO, FRANCISCO DE ASSIS "Aplicação De Um Sistema De Suporte À Decisão À Alocação De Água: O SSD da COGERH-CE" XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Associação Brasileira de recursos hídricos, 1999.
- Souza Filho, F. A. and Lall, U. 2003, Multi-Scale, Multi-Site, Seasonal To Interannual Probabilistic Ensemble Streamflow Forecasts For Ceara, Brazil: Applications Of A Multivariate, Semi-Parametric Algorithm, Water Resources Research, in press.

SOUZA FILHO, FRANCISCO DE ASSIS; PORTO, RUBEM LA LAINA. "Modelo De Otimização Da Alocação Intra-Anual de Estoques de Água". XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Associação Brasileira de recursos hídricos, 1997.

SRH, Plano Estadual de Recursos Hídricos, Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará. 1991.

Uvo, C. B. e N. E. Graham, Seasonal Runoff Forecast For Northern Aouth America: A Statistical Model, Water Resources Research, 34(12), 3515-3524, 1998.

Uvo. C. B. , C. A. Repelli, S. E. Zebiak, e Y. Kushnir, The Relationship Between Tropical Pacific And Atlantic Tsm And Northeast Brazil Monthly Precipitation, J. of Climate, 11(4), 551-562, 1998.

Uvo C. B., U. Tolle, e R. Berndtsson, Forecasting Discharge In Amazonia Using Artificial Neural Networks, Int. J. Climatology, 20 (12), 1495-1507, 2000.

Wahba, G., Spline Methods For Observational Data, 169 pp., SIAM, Philadelphia, 1990.

Ward, M. N., S. Brooks, C. K. Folland, Predictability Of The Seasonal Rainfall In The Northern Nordeste Region Of Brazil, In Recent Climate Change, Ed., S. Gregory, Belhaven, London, UK, 237pp., 1988.

Ward, M. N., e C. K. Folland, Prediction Of Seasonal Rainfall In The North Nordeste Of Brazil Using Eigenvectors Of Sea-Surface Temperatures, Int. J. of Climatology, 11, 711-743, 1991.

YEH, W. W - G; "Reservoir Management and Operations Models: A State-of-the-Art Review"; Water Resources Research, Vol. 21, No 12, December, 1985.

XAVIER, T.M.B, Tempo de Chuva. Editora ABC, 2001.

ANEXO

Governo do Estado do Ceará
Secretaria dos Recursos Hídricos
Companhia de Gestão de Recursos Hídricos

Check List

Formulário (Preenchimento Completo) Anexo: _____

Coordenadas Geográficas/UTM do ponto central da intervenção no sistema hídrico.

Documento do Interessado

Identidade

Comprovante de Endereço

Comprovante CPF

Documento do Projeto

Comprovante da posse da terra (Outorga)

Comprovante de Domínio da terra (Obras Hídricas)

Cópia do Projeto da Obra Hídrica

Estudos Geotécnicos/Hidrogeológicos

Assinatura do Responsável

Nome: _____

Instituição: _____



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@ibienharia.com.br

