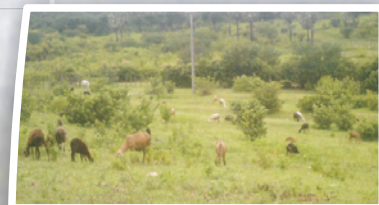




DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – FUNECE
INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE – IEPRO

**Projeto Executivo e Adequação do Relatório de
Impacto Ambiental e de Sustentabilidade
Hídrica da Barragem Fronteiras, no
Município de Crateús, no Estado do Ceará**

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
Volume I - EIA / RIMA
(Capítulos 1 a 8)



FUNECE
Fundação Universidade Estadual do Ceará



Outubro/2008



DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - DNOCS
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – FUNECE
INSTITUTO DE ESTUDOS PESQUISAS E PROJETOS DA UECE – IEPRO

PROJETO EXECUTIVO E ADEQUAÇÃO DO RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL E DE SUSTENTABILIDADE HÍDRICA DA BARRAGEM
FRONTEIRAS, NO MUNICÍPIO DE CRATEÚS, NO ESTADO DO CEARÁ

Estudo de Impacto Ambiental – EIA / RIMA

Volume I - Capítulos 1 a 8

Outubro / 2008

ÍNDICE

ÍNDICE

	Páginas
ÍNDICE	2
APRESENTAÇÃO	17
1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	20
2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	22
2.1. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS (LOCALIZAÇÃO E ACESSO)	25
2.2. DETERMINAÇÃO DO LOCAL DA BARRAGEM	26
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO	33
3.1. GENERALIDADES	34
3.2. GEOLOGIA LOCAL	34
3.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS	35
3.3.1. <i>Investigação do Barramento</i>	<i>35</i>
3.3.1.1. <i>Sondagens à Percussão</i>	<i>36</i>
3.3.1.2. <i>Sondagens Mistas</i>	<i>37</i>
3.3.1.3. <i>Ensaio de Campo</i>	<i>38</i>
3.3.2. <i>Investigação da Sela Topográfica</i>	<i>40</i>
3.3.3. <i>Estudo dos Materiais Construtivos</i>	<i>41</i>
3.3.3.1. <i>Jazidas de Solo</i>	<i>43</i>
3.3.3.2. <i>Areal</i>	<i>44</i>
3.3.3.3. <i>Pedreira</i>	<i>46</i>
3.3.3.4. <i>Comentários</i>	<i>46</i>
3.4. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS	47
3.4.1. <i>Transporte de Cota</i>	<i>47</i>
3.4.2. <i>Levantamento do Eixo Barrável e Sangradouro</i>	<i>47</i>
3.4.2.1. <i>Locação dos Eixos e Implantação de Marcos</i>	<i>48</i>
3.4.2.2. <i>Nivelamento</i>	<i>48</i>
3.4.2.3. <i>Levantamento de Seções Transversais</i>	<i>48</i>
3.4.3. <i>Levantamento do Canal de Restituição</i>	<i>49</i>
3.4.3.1. <i>Locação</i>	<i>49</i>
3.4.3.2. <i>Nivelamento e Seções Transversais</i>	<i>49</i>
3.4.4. <i>Levantamento da Bacia Hidráulica</i>	<i>49</i>
3.5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS	50
3.5.1. <i>Dados Físicos da Bacia do Açude</i>	<i>50</i>
3.5.2. <i>Chuvas Intensas na Bacia do Açude</i>	<i>51</i>
3.5.3. <i>Determinação do CN – Curve Number</i>	<i>55</i>
3.5.4. <i>Cheia de Projeto e Vazão de Saída do Vertedouro</i>	<i>55</i>
3.5.5. <i>Curva de Regularização</i>	<i>56</i>
4. PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM	58

4.1. GENERALIDADES	59
4.2. RELAÇÃO DE DESENHOS	60
4.3. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DE ESCOLHA DO EIXO BARRÁVEL.....	60
4.3.1. Alternativas Tecnológicas de Escolha do Tipo de Barragem.....	61
4.3.2. Barragem de Terra.....	63
4.3.2.1. Fundação da Barragem.....	63
4.3.2.2. Rebaixamento do Lençol Freático	63
4.3.2.3. Cortina de Injeção.....	63
4.3.2.4. Maciço da Barragem	64
4.3.2.5. Instrumentação	65
4.3.3. Barragem em CCR.....	65
4.3.3.1. Fundação da Barragem.....	65
4.3.3.2. Rebaixamento do Lençol	67
4.3.3.3. Maciço da Barragem	67
4.3.3.4. Sistema de Drenagem	70
4.3.3.5. Sistema de Vedação	71
4.3.3.6. Instrumentação	71
4.3.4. Sangradouro.....	73
4.3.5. Tomada D'água.....	74
4.4. PONTE SOBRE O SANGRADOURO	74
4.5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	75
5. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS	77
5.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS.....	78
5.1.1. População Residente	78
5.1.2. Projeção da População	80
5.1.3. Projeção da População e Comportamento da Economia.....	85
5.2. ESTUDOS DE DEMANDA.....	90
5.2.1. Projeções de Demanda para Abastecimento Humano	90
5.2.2. Demandas para Irrigação	94
5.2.2.1. Uso Atual da Água para Irrigação.....	95
5.2.2.2. Uso Projetado da Água para Irrigação.....	96
5.2.2.3. Perímetros Irrigados Projetados.....	96
5.2.2.4. Irrigação Difusa Projetada.....	97
5.2.2.5. Projeção da Demanda para Irrigação Difusa	98
5.2.2.6. Demandas para Irrigação	100
5.2.3. Consumo Animal.....	101
5.2.4. Projeções da Demanda Hídrica Industrial	103
5.2.5. Consolidação da Projeção da Demanda Hídrica Agregada	105
6. ESTABELECIMENTO DE ALTERNATIVAS DE DEMANDAS	107

6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS DEFICITS HÍDRICOS	108
6.2. AÇUDES PROPOSTOS PARA A BACIA DO POTI.....	112
6.3. ALTERNATIVAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA	114
6.3.1. Alternativa 1.....	115
6.3.2. Alternativa 2.....	117
6.3.3. Alternativa 3.....	118
6.4. ALTERNATIVAS LOCALIZADAS DE ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS	119
6.5. BALANÇO HÍDRICO DAS ALTERNATIVAS.....	119
6.5.1. Balanço Hídrico da Alternativa 1	120
6.5.2. Balanço Hídrico da Alternativa 2	121
6.5.3. Balanço Hídrico da Alternativa 3	122
6.6. SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA.....	123
6.6.1. Descrição dos Critérios Adotados	125
6.6.2. Resultados da Escolha da Alternativa.....	131
6.7. ALTERNATIVA ESCOLHIDA	140
6.8. BALANÇO HÍDRICO DA ALTERNATIVA SELECIONADA	142
6.8.1. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2005	143
6.8.2. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2010	143
6.8.3. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2020	144
6.8.4. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2030	145
7. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE.....	147
7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	148
7.2. LEGISLAÇÃO FEDERAL.....	152
7.2.1. Constituição do Brasil de 1988.....	152
7.2.2. Principais Diplomas Federais.....	157
7.2.2.1. Leis Federais.....	157
7.2.2.2. Decretos Federais	159
7.2.2.3. Medida Provisória	161
7.2.2.4. Resoluções.....	162
7.2.2.5. Portarias Federais	164
7.3. LEGISLAÇÃO ESTADUAL	165
7.3.1. Constituição do Estado do Ceará de 1989.....	165
7.3.2. Relação e Discriminação da Legislação Estadual.....	171
7.3.2.1. Leis Estaduais	171
7.3.2.2. Decretos Estaduais	172
7.4. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL	173
7.4.1. Lei Orgânica do Município de Crateús	173
8. DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....	176
8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	177

8.2. METODOLOGIA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	178
8.3. MEIO FÍSICO.....	179
8.3.1. <i>Geologia</i>	179
8.3.1.1. Recursos Minerais	185
8.3.2. <i>Geomorfologia</i>	187
8.3.2.1 Aspectos Descritivos	187
8.3.2.2 Aspectos Evolutivos	190
8.3.3. <i>Climatologia</i>	193
8.3.3.1. Temperatura	193
8.3.3.2. Pluviosidade	193
8.3.3.3. Evaporação	195
8.3.3.4. Evapotranspiração Potencial	195
8.3.3.5. Ventos	196
8.3.3.6. Umidade	196
8.3.3.7. Insolação	196
8.3.4. <i>Solos</i>	196
8.3.4.1. Potencial de Solos Irrigáveis	197
8.3.4.2. Área Potencialmente Irrigável na Sub-bacia do Rio Poti	201
8.3.5. <i>Hidrologia</i>	209
8.3.5.1. Estações Fluviométricas.....	210
8.3.5.2. Escoamento Superficial.....	210
8.3.5.3. Açudes Existentes, em Construção e/ou Programados	210
8.3.5.4. Recursos Hídricos Subterrâneos	214
8.3.6. <i>Balanço Hídrico</i>	216
8.3.6.1. Objetivo do Balanço Hídrico	216
8.3.6.2. Usos Atuais e Demandas Projetadas	217
8.3.6.3. Critérios para Determinação das Demanda Hídricas	217
8.3.6.4. Usos Atuais da Água.....	221
8.3.6.5. Usos Projetados da Água.....	224
8.3.6.6. Oferta Hídrica	227
8.3.6.7. Balanço Hídrico dos Sistemas	233
8.3.6.8. Metodologia de Cálculo do Balanço Hídrico	234
8.3.6.9. Resultados do Balanço Hídrico.....	238
8.3.6.10. Conclusões do Balanço Hídrico	243
8.3.7. <i>Qualidade da Água</i>	244
8.3.7.1. Informações Sobre a Qualidade da Água	244
8.3.7.2. Os Indicadores de Qualidade de Água	248
8.3.7.3. Análise dos Resultados e Conclusões	253
8.4. MEIO BIÓTICO.....	258

8.4.1. Objetivos dos Estudos Biológicos.....	258
8.4.2. Considerações iniciais.....	259
8.4.3. Metodologia.....	260
8.4.4. Identificação dos ecossistemas.....	260
8.4.4.1. Ambiente Aquático.....	260
8.4.4.2. Ecossistemas Terrestres.....	261
8.4.5. Biocenose.....	265
8.5. MEIO SOCIOECONÔMICO.....	269
8.5.1. Município de Crateus.....	270
8.5.1.1. Aspectos Sócios - Econômicos.....	270
8.5.1.2. Aspectos Demográficos.....	272
8.5.2 Infra – Estrutura Básica.....	279
8.5.2.1. Aspectos Sociais.....	279
8.5.2.2. Saúde.....	283
8.5.2.3. Principais Problemas.....	287
8.5.2.4. Fatores Positivos a Serem Considerados.....	288
8.5.2.5. Algumas Ações Reclamadas Pelos Representantes Comunitários.....	289
8.5.3. Estrutura Produtiva e de Serviços.....	290
8.5.3.1. Aspectos Econômicos.....	290
8.5.4. Crateús no Contexto Regional e Estadual.....	305
8.5.5. Patrimônio Histórico e Cultural.....	307
8.5.6. Componente Indígena.....	308
8.5.7. Planos e Programas Governamentais.....	309
8.5.7.1. Política de Desenvolvimento Econômico.....	309
8.5.7.2. Política de Desenvolvimento Social.....	311
8.6. ANÁLISE INTEGRADA.....	313
9. IMPACTOS AMBIENTAIS.....	314
9.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	315
9.2. MÉTODOS E RESULTADOS.....	315
9.2.1. Identificação das Ações do Empreendimento e dos Componentes do Sistema Ambiental.....	315
9.2.2. Identificação e Descrição dos Impactos Ambientais.....	318
9.2.2.1. Método Matricial.....	318
9.2.2.2. Descrição dos Impactos Ambientais.....	321
9.2.3. Análise dos Resultados da Avaliação dos Impactos Ambientais.....	365
9.2.3.1. Avaliação Matricial.....	365
10. MEDIDAS MITIGADORAS.....	377
10.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	378
10.2. PROPOSIÇÃO DAS MEDIDAS MITIGADORAS E DE CONTROLE AMBIENTAL.....	380
10.2.1. Medidas Gerais.....	380

10.2.2. Fase de Implantação.....	381
10.2.2.1. Preparação da Área.....	381
10.2.2.2. Desapropriações	382
10.2.2.3. Contratação de Construtora e Pessoal.....	384
10.2.2.4. Aquisição de Materiais e Equipamentos	384
10.2.2.5. Instalação do Canteiro de Obras	385
10.2.2.6. Limpeza da Área	387
10.2.2.7. Remoção da População	388
10.2.2.8. Escavações	389
10.2.2.9. Terraplanagem.....	390
10.2.2.10. Movimentação de Materiais	391
10.2.2.11. Construção Civil	392
10.2.2.12. Demolições	393
10.2.2.13. Desmobilização	393
11. PLANOS DE CONTROLE E MONITORAMENTO TÉCNICO E AMBIENTAL	395
11.1. PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL.....	396
11.1.1. Introdução.....	396
11.1.2. Demarcação das Áreas para o Desmatamento.....	398
11.1.3. Diagnóstico Florístico	399
11.1.4. Seleção e Coleta de Material Botânico	400
11.1.5. Definição dos Corredores de Escape da Fauna.....	402
11.1.6. Definição dos Métodos de Desmatamento	404
11.1.7. Recursos Florestais Aproveitáveis	405
11.1.8. Proteção Contra Acidentes	407
11.2. PLANO DE SALVAMENTO DA FAUNA	411
11.2.1. Introdução.....	411
11.2.2. Operação de Salvamento da Fauna.....	412
11.3.1. Introdução.....	423
11.4. PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS	432
11.5. PLANO DE CONTROLE DE EUTROFIZAÇÃO	435
11.5.1. Introdução.....	435
11.5.2. Identificação do Processo de Eutrofização.....	436
11.5.3. Medidas de Controle ao Processo de Eutrofização.....	437
11.6. PLANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	438
11.6.1. Introdução.....	438
11.6.2. Ações do Programa de Educação Ambiental.....	439
11.7. Programas de Monitoramento e Gerenciamento Ambiental	442
11.7.1. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais.....	442
11.7.1.1. Introdução	442

11.7.1.2. Parâmetros a Serem Adotados.....	443
11.7.1.3. Coleta e Tratamento de Amostras.....	444
11.7.1.4. Seqüência de Ações do Monitoramento.....	448
11.7.1.5. Execução	449
11.7.2. Monitoramento das Águas Subterrâneas e do Nível Piezométrico	449
11.7.2.1. Introdução	449
11.7.2.2. Seqüência de Ações do Monitoramento.....	451
11.7.3. Monitoramento da Qualidade dos Solos	452
11.7.3.1. Introdução	452
11.7.3.2. Parâmetros a Serem Adotados.....	453
11.7.3.3. Seqüência de Ações.....	453
11.7.3.4. Execução	454
11.7.4. Monitoramento das Condições Atmosféricas	454
11.7.4.1. Introdução	454
11.7.4.2. Diagnóstico Inicial	454
11.7.4.3. Parâmetros	455
11.7.4.4. Escopo.....	455
11.7.4.5. Execução	456
11.7.5. Gerenciamento Ambiental.....	456
11.7.5.1. Justificativa	456
11.7.5.2. Ações do Gerenciamento	457
11.7.6. Auditoria Ambiental	459
11.8. PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO.....	463
11.8.1. Considerações Iniciais	463
11.8.2. Reassentamento da População Atingida.....	464
12. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	466
13. BIBLIOGRAFIA.....	472
14. EQUIPE TÉCNICA.....	478
15. GLOSSÁRIO	484

ÍNDICE DAS FIGURAS

	Páginas
FIGURA 2.1 - LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	27
FIGURA 3.1- ESTAÇÕES - POLÍGONOS DE THIESSEN.....	53
FIGURA 3.2 - CURVAS PRECIPITAÇÃO - DURAÇÃO - FREQUÊNCIA - MÉTODO DAS ISOZONAS	54
FIGURA 5.1- BACIA DO RIO POTI - DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA DA POPULAÇÃO - 2000	79
FIGURA 8.1 - MAPA GEOLÓGICO	186
FIGURA 8.2 - MAPA GEOMORFOLÓGICO	191
FIGURA 8.3 - HIETOGRAMA TÍPICO DA BACIA DO POTI - POSTO NOVO ORIENTE.....	194
FIGURA 9.1 - REPRESENTAÇÕES GRÁFICAS DA AVALIAÇÃO GLOBAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	366
FIGURA 11.1 – CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE	416
FIGURA 11.2 - CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE MÉDIO PORTE.....	417
FIGURA 11.3 – GANCHO MODELO BUTANTÃ, TIPO CURVO PARA CAPTURA DE SERPENTES	418
FIGURA 11.4 - LAÇO DE LUTZ, PARA CAPTURA DE SERPENTES.....	419
FIGURA 11.5 - CAIXA PARA TRANSPORTE DE OFÍDIOS – MODELO BUTANTÃ.....	420
FIGURA 11.6 – SACO DE ALGODÃO PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE.....	421
FIGURA 11.7 – BOLSA DE PALHA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE.....	422

ÍNDICE DOS QUADROS

	Páginas
QUADRO 3.1 - INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA NO EIXO DA BARRAGEM FRONTEIRAS SONDAGEM PERCUSSIVA	37
QUADRO 3.2 - INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA NO EIXO DA BARRAGEM FRONTEIRAS SONDAGEM MISTA	38
QUADRO 3.3 - ENSAIOS DE CAMPO	39
QUADRO 3.4 - INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS SELA TOPOGRÁFICA DA OMBREIRA ESQUERDA	41
QUADRO 3.5 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS JAZIDAS DA BARRAGEM FRONTEIRAS.....	43
QUADRO 3.6 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO DAS OCORRÊNCIAS	44
QUADRO 3.7 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO AREAL DA BARRAGEM FRONTEIRAS.....	45
QUADRO 3.8 - ENSAIOS DE LABORATÓRIO DO AREAL	45
QUADRO 3.9 - VALORES MÉDIOS DOS ENSAIOS DA PEDREIRA	46
QUADRO 3.10 - ESTAÇÕES E COEFICIENTES DE THIESSEN	51
QUADRO 3.11 - CANAL ESCAVADO EM ROCHA	56
QUADRO 4.1 - TIPO DE BARRAGEM.....	62
QUADRO 4.2. ESTIMATIVA DO PACOTE ALUVIONAR NO EIXO DA BARRAGEM DE CCR.....	66
QUADRO 4.3 - BLOCOS QUE CONSTITUEM O SEGMENTO NÃO SUBMERSÍVEL.....	67
QUADRO 4.4 - COMPOSIÇÃO DE CCR (KG/CM ³).....	69
QUADRO 4.5 - CRONOGRAMA DE SERVIÇOS.....	76
QUADRO 5.1 - BACIA DO RIO POTI - POPULAÇÃO RESIDENTE, TOTAL, URBANA E RURAL (2000).....	78
QUADRO 5.2 - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR FAIXA ETÁRIA (%) - 2000	80
QUADRO 5.3 - BACIA DO RIO POTI - POPULAÇÃO RESIDENTE EM 2000 E PROJEÇÕES	83
QUADRO 5.4 - BACIA DO RIO POTI - POPULAÇÃO RESIDENTE TOTAL E RURAL EM 2000 E PROJEÇÕES....	83
QUADRO 5.5 - DEMANDA ATUAL E PROJEÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA HUMANA DOS MUNICÍPIOS DA SUB-BACIA DO PARNAÍBA	87
QUADRO 5.6 - DEMANDA ATUAL E PROJEÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA HUMANA DOS MUNICÍPIOS DA SUB-BACIA DO PARNAÍBA	88
QUADRO 5.7 - DEMANDA ATUAL E PROJEÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA HUMANA DOS MUNICÍPIOS DA SUB-BACIA DO PARNAÍBA	89
QUADRO 5.8 - BACIA DO RIO POTI DEMANDA HUMANA (1.000 m ³ /ANO)	93
QUADRO 5.9 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDA HUMANA POR MUNICÍPIO (1.000 m ³ /ANO)	93
QUADRO 5.10 - ÁREAS AGRÍCOLAS IRRIGADAS ATUAIS NA BACIA DO POTI.....	95
QUADRO 5.11 - ÁREAS IRRIGADAS ATUAIS E PROJETADAS PARA OS PERÍMETROS DE IRRIGAÇÃO.....	96
QUADRO 5.12 - BACIA DO RIO POTI - METAS DO PROGRAMA ESTADUAL DE IRRIGAÇÃO	99
QUADRO 5.13 - PROJEÇÃO DA ÁREA IRRIGADA DIFUSA NA BACIA DO POTI (HECTARES).....	100
QUADRO 5.14 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDAS DA AGRICULTURA IRRIGADA (1000 m ³ /ANO)	101

QUADRO 5.15 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDAS DE ÁGUA PROJETADAS PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL	103
QUADRO 5.16 - BACIA DO RIO POTI - PROJEÇÕES DAS DEMANDAS INDUSTRIAIS DE ÁGUA.....	105
QUADRO 5.17 - BACIA DO POTI - DEMANDAS DE ÁGUA	106
QUADRO 6.1 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA PARA A IRRIGAÇÃO	112
QUADRO 6.2 - BACIA DO RIO POTI - NOVOS BARRAMENTOS IDENTIFICADOS	113
QUADRO 6.3 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - NOVOS BARRAMENTOS PROPOSTOS.....	115
QUADRO 6.4 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DA ALTERNATIVA 1	116
QUADRO 6.5 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DA ALTERNATIVA 2	117
QUADRO 6.6 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DA ALTERNATIVA 3	118
QUADRO 6.7 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - DEMANDAS LOCALIZADAS A SEREM ATENDIDAS NA BACIA DO POTI.....	119
QUADRO 6.8 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - CONFIGURAÇÃO DA ALTERNATIVA 1	120
QUADRO 6.9 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - CONFIGURAÇÃO DA ALTERNATIVA 2.....	121
QUADRO 6.10 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - CONFIGURAÇÃO DA ALTERNATIVA 3.....	122
QUADRO 6.11 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - ASPECTOS E CRITÉRIOS PARA A AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	124
QUADRO 6.12 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - DISTRIBUIÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS POR BACIA PARA A ALTERNATIVA 1	132
QUADRO 6.13 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - DISTRIBUIÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS POR BACIA PARA A ALTERNATIVA 2	132
QUADRO 6.14 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - DISTRIBUIÇÃO DAS VAZÕES REGULARIZADAS POR BACIA PARA A ALTERNATIVA 3	133
QUADRO 6.15 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - NÍVEL DE DISTRIBUIÇÃO EQUITATIVA DAS VAZÕES INCREMENTAIS NAS TRÊS BACIAS	133
QUADRO 6.16 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - RESULTADO DA PONTUAÇÃO DEVIDO A COMPLEXIDADE DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE CADA ALTERNATIVA.....	134
QUADRO 6.17 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - PONTUAÇÃO PARA AS ÁREAS POTENCIAIS DE IRRIGAÇÃO NA ALTERNATIVA 1	136
QUADRO 6.18 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - PONTUAÇÃO PARA AS ÁREAS POTENCIAIS DE IRRIGAÇÃO NA ALTERNATIVA 2	136
QUADRO 6.19 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - PONTUAÇÃO PARA AS ÁREAS POTENCIAIS DE IRRIGAÇÃO NA ALTERNATIVA 3	137
QUADRO 6.20 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	138
QUADRO 6.21 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS SOCIAIS	139
QUADRO 6.22 - EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA - INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA DA ALTERNATIVA 3 ...	141
QUADRO 6.23 - BACIA DO RIO POTI - BALANÇO HÍDRICO - ALTERNATIVA 3 - HORIZONTE DE 2005.....	143
QUADRO 6.24 - BACIA DO RIO POTI - BALANÇO HÍDRICO - ALTERNATIVA 3 - HORIZONTE DE 2010.....	144
QUADRO 6.25 - BACIA DO RIO POTI - BALANÇO HÍDRICO – ALTERNATIVA 3 - HORIZONTE DE 2020	145

QUADRO 6.26 - BACIA DO RIO POTI- BALANÇO HÍDRICO – ALTERNATIVA 3 - HORIZONTE DE 2030	146
QUADRO 8.1 – EMPILHAMENTO ESTRATIGRÁFICO PROPOSTO POR ALGUNS AUTORES	180
QUADRO 8.2 - EVAPORAÇÃO MÉDIA EM TANQUE CLASSE A (MM)	195
QUADRO 8.3 - EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MENSAL (MM).....	195
QUADRO 8.4 - ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGÁVEIS NA SUB-BACIA DO RIO POTI	203
QUADRO 8.5 - UNIDADES DE MAPEAMENTO COM POTENCIALIDADE PARA A IRRIGAÇÃO NO CARRASCO DA IBIAPABA.	209
QUADRO 8.6 - BACIA DO RIO POTI - AÇUDES EXISTENTES E EM CONSTRUÇÃO.....	211
QUADRO 8.7 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDA HÍDRICA E NÍVEIS DE ATENDIMENTO POR MUNICÍPIO – 2000	212
QUADRO 8.8 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEL DE ATENDIMENTO DOS PROJETOS DE IRRIGAÇÃO PÚBLICA - 2000.....	212
QUADRO 8.9 - BACIA DO RIO POTI - AÇUDES PROGRAMADOS PELO PROURB	213
QUADRO 8.10 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDA TOTAL FUTURA PROJETADA PARA O ANO DE 2020 E VOLUMES A SEREM OFERTADOS POR MUNICÍPIO PARA AS SITUAÇÕES DE ANO NORMAL E ANO SECO.....	213
QUADRO 8.11 - MUNICÍPIO DE UBAJARA - PROJEÇÃO DA ATIVIDADE TURÍSTICA.....	221
QUADRO 8.12 -BACIA DO RIO POTI - AÇUDES DE GRANDE PORTE	222
QUADRO 8.13 - BACIA DO RIO POTI - USOS ATUAIS DOS RESERVATÓRIOS DE GRANDE PORTE	222
QUADRO 8.14 - BACIA DO RIO POTI - SITUAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS	223
QUADRO 8.15 - BACIA DO RIO POTI - ÁREAS IRRIGADAS ATUAIS.....	224
QUADRO 8.16 - BACIA DO POTI - DEMANDAS ANUAIS DOMÉSTICAS, INDUSTRIAIS E TURÍSTICAS	225
(MILHÕES DE M ³)	225
QUADRO 8.17 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDAS DE ÁGUA PARA OS PERÍMETROS ATUAIS E FUTUROS..	226
QUADRO 8.18 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDAS DE ÁGUA PARA AS ÁREAS DIFUSAS ATUAIS E FUTURAS	227
QUADRO 8.19- BACIA DO RIO POTI - OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL – AÇUDES	227
QUADRO 8.20 - BACIA DO RIO POTI - ESTUDO HIDROLÓGICO	230
QUADRO 8.21 - BACIA DO RIO POTI - VAZÕES REGULARIZADAS DOS AÇUDES ANÁLISE COMPARATIVA DO PERH E PROJETO IBIAPABA	231
QUADRO 8.22 - BACIA DO RIO POTI - SITUAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA EXPLORAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	232
QUADRO 8.23 - BACIA DO RIO POTI - DEMANDAS A SEREM ATENDIDAS PELA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA EXISTENTE	238
QUADRO 8.24 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA – HIPÓTESE A.....	239
QUADRO 8.25 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA – HIPÓTESE B	240
QUADRO 8.26 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA – HIPÓTESE C	241
QUADRO 8.27 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA PARA IRRIGAÇÃO – HIPÓTESE A	242
QUADRO 8.28 - BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA PARA IRRIGAÇÃO – HIPÓTESE B	242
QUADRO 8.29- BACIA DO RIO POTI - NÍVEIS DE GARANTIA PARA IRRIGAÇÃO – HIPÓTESE C	242

QUADRO 8.30 - BACIA DO RIO POTI - PARÂMETROS ANALISADOS PARA APURAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA	245
QUADRO 8.31 - PRINCIPAIS PARÂMETROS E LIMITES PARA CORPOS D'ÁGUA DE CLASSE 2 RESOLUÇÃO Nº 20/86 DO CONAMA.....	247
QUADRO 8.32 - PADRÕES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA /RISCO DE SALINIDADE	250
QUADRO 8.33 - RISCO DE DIMINUIÇÃO DA PERMEABILIDADE EM FUNÇÃO DA RAS	252
QUADRO 8.34 - BACIA DO RIO POTI - RISCO DE DIMINUIÇÃO DA PERMEABILIDADE EM FUNÇÃO DA RAS.....	257
QUADRO 8.35 – INVENTÁRIO PRELIMINAR DA FLORA	267
QUADRO 8.36 – INVENTÁRIO PRELIMINAR DA FAUNA	268
QUADRO 9.1 - LISTAGEM DAS AÇÕES DO EMPREENDIMENTO.....	316
QUADRO 9.2 – LISTAGEM DOS COMPONENTES DO SISTEMA AMBIENTAL DA ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL DO EMPREENDIMENTO	317
QUADRO 9.3 – ESQUEMA REPRESENTATIVO DA IDENTIFICAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL NA MATRIZ DE INTERAÇÃO “CAUSA X EFEITO”.....	318
QUADRO 9.4 - CONCEITO DOS ATRIBUTOS UTILIZADOS NA MATRIZ "CAUSA X EFEITO" E DEFINIÇÃO DOS PARÂMETROS DE VALORAÇÃO DOS ATRIBUTOS	319
QUADRO 9.5 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL DO EMPREENDIMENTO.....	322
QUADRO 9.6 – FLUXOGRAMA DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	368
QUADRO 9.7 – SÍNTESE DA AVALIAÇÃO MATRICIAL	376
QUADRO 11.1 - TEORES LIMITES DOS PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA - RESOLUÇÃO Nº 020/86 DO CONAMA	443

ÍNDICE DAS TABELAS

Páginas

TABELA 8.1: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO – 1991	272
TABELA 8.2: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ATUALIZAÇÃO DA DIVISÃO DISTRITAL E DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO – 1991/1999	273
TABELA 8.3: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - RESUMO DOS INDICADORES DEMOGRÁFICOS	277
TABELA 8.4: MUNICÍPIO DE CRATEÚS- DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA POPULAÇÃO POR GRUPOS ETÁRIOS – 1996.....	278
TABELA 8.5: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ESTABELECIMENTOS ESCOLARES POR DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA – 1999.....	280
TABELA 8.6: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - NÚMERO DE PROFESSORES POR GRAU DE FORMAÇÃO – 1999.	281
TABELA 8.7: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - EVOLUÇÃO DA MATRÍCULA POR DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA – 1991/1999	281
TABELA 8.8: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - SERVIÇOS DO SISTEMA DE SAÚDE – 1999	283
TABELA 8.9: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL – 1994/1998.....	285
TABELA 8.10: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA POR SETOR DE ATIVIDADES – 1980/1991	291
TABELA 8.11: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA DISTRIBUIÇÃO DO PERCENTUAL SEGUNDO NÍVEIS DE RENDA – 1991.....	292
TABELA 8.12: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - PRINCIPAIS PRODUTOS SEGUNDO ÁREA COLHIDA E PRODUÇÃO – 1992 / 1996.....	296
TABELA 8.13: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - PRODUÇÃO PECUÁRIA POR CATEGORIA DE REBANHO – 1991/1995.....	297
TABELA 8.14: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - PRODUÇÃO LEITEIRA SEGUNDO A QUANTIDADE DE VACAS ORDENHADAS - 1991/1995.....	297
TABELA 8.15: PRODUTOS AVÍCOLAS POR CATEGORIA DE PRODUÇÃO – 1991 / 1995	298
TABELA 8.16: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ESTABELECIMENTOS INDUSTRIAIS POR GÊNERO - 1991 / 1996	299
TABELA 8.17: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ESTABELECIMENTOS INDUSTRIAIS E PESSOAL OCUPADO - FEV/2000	300
TABELA 8.18: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS POR GÊNERO DE ATIVIDADE	302
TABELA 8.19: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ARRECADAÇÃO DO ICMS POR CATEGORIA DE ATIVIDADE - (R\$) 1,00.....	303

ÍNDICE DOS GRÁFICOS

Páginas

GRÁFICO 8.1: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DA POPULAÇÃO POR GRUPOS ETÁRIOS – 1996	278
GRÁFICO 8.2: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA POR SETOR DE ATIVIDADES – 1991	291
GRÁFICO 8.3: MUNICÍPIO DE CRATEÚS - ESTABELECIMENTOS INDUSTRIAIS E PESSOAL OCUPADO – FEV/2000	301

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Este **Estudo de Impacto Ambiental – EIA** e o respectivo **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**, referem-se à construção e operação da **Barragem Fronteiras**, que se situará na bacia hidrográfica do Alto Rio Poti dentro dos limites do município de Crateús, no extremo oeste do Estado do Ceará. O empreendimento é de responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra a Secas – DNOCS órgão vinculado ao Ministério da Integração Nacional destacando-se as suas principais finalidades o abastecimento de cerca de 40% da população urbana de Crateús, cujos níveis de atendimento serão insatisfatórios a partir de 2010, 20% da população rural do município de Crateús e para irrigação de 19.400 ha de solos nos Projetos Realejo, Graças (ampliação), Platô do Poti - Áreas 1 e 2, Novo Oriente e Poti-Sul.

Este EIA/RIMA foi realizado atendendo aos critérios técnicos ambientais mais contemporâneos possíveis, sendo consubstanciado na legislação ambiental do Brasil, do Estado do Ceará e do Município de Crateús visando atender as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência emitido pelo IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. O presente estudo visa ser um instrumento técnico legal capaz de promover a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, bem como a conservação dos recursos ambientais, com vistas a sua utilização racional.

A elaboração deste trabalho visa orientar o empreendedor na construção da obra a partir do estudo realizado em toda a área de influência do referido projeto, avaliando qualitativamente e quantitativamente todas as possíveis interações entre as várias etapas de construção e operação da Barragem Fronteiras com o Meio Ambiente.

No citado documento são esclarecidas e demonstradas, de forma simples e compreensível, as medidas mitigadoras necessárias ao estabelecimento de uma relação entre o fluxo do sistema hídrico modificado e o sistema ambiental existente, como também fornece informações a respeito dos efeitos benéficos gerados pela implantação e operação do empreendimento na região.

Enfim, o estudo em questão, apresenta uma descrição detalhada do empreendimento, caracterizando as condições atuais dos ecossistemas existentes na área de influência

direta e do entorno, analisando as interferências das ações promovidas sobre os componentes ambientais e propondo medidas mitigadoras dos impactos ambientais adversos, aplicando dessa maneira o princípio da precaução, o qual visa a durabilidade da sadia qualidade de vida das gerações humanas e a continuidade da natureza existente no planeta.

O Estudo Ambiental realizado pela equipe da ENGESOFT compreende três volumes distintos:

- **No Volume I são apresentados os Capítulos 1 a 8 do EIA/RIMA;**
- **No Volume II são apresentados os Capítulos 9 a 15 do EIA/RIMA;**
- No Volume III são apresentados os Anexos.

Esta separação objetivou a facilidade de manuseio dos Volumes nos quais são apresentados os estudos.

Com a apresentação deste EIA/RIMA, espera-se obter o licenciamento ambiental pertinente, para que o empreendimento possa ser iniciado com brevidade, uma vez que o estudo realizado contemplou integralmente ao termo de referência e, verificada a legislação ambiental, nada lhe é impeditivo.

1.IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

RAZÃO SOCIAL: DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA A SÊCA – DNOCS

C.N.P.J: 00.043.711/0001 - 43

Inscrição Estadual: ISENTA

Endereço: Av. Duque de Caxias, 1700

Bairro: Centro

CEP.: 60.035.111

Fortaleza – Ceará

Fone.: (85) 32.88.55.00 FAX (85) 32.81.10.37

Constituição: Órgão Público vinculado ao **MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL.**

Representantes Legais:

Ministro de Estado: Geddel Vieira Lima

Diretor Presidente: Elias Fernandes Neto

Atividade: Dentre os órgãos regionais, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, se constitui na mais antiga instituição federal com atuação no Nordeste. Criado sob o nome de Inspetoria de Obras Contra as Secas - IOCS através do Decreto 7.619 de 21 de outubro de 1909 editado pelo então Presidente Nilo Peçanha foi o primeiro órgão a estudar a problemática do semi-árido. O DNOCS recebeu ainda em 1919 (Decreto 13.687), o nome de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas - IFOCS antes de assumir sua denominação atual, que lhe foi conferida em 1945 (Decreto-Lei 8.846, de 28/12/1945), vindo a ser transformado em autarquia federal, através da Lei nº 4229, de 01/06/1963.

O DNOCS, conforme dispõe a sua legislação básica, tem por finalidade executar a política do Governo Federal, no que se refere a beneficiamento de áreas e obras de proteção contra as secas e inundações e projetos de irrigação.

2. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2 . IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Desde o início do Século 18, com a colonização européia nas áreas semi-áridas do interior do Estado do Ceará, as secas periódicas nesta região têm constituído um sério problema econômico e social.

O fenômeno das estiagens no Ceará ocorre na dimensão temporal, intercalando anos úmidos com anos secos, e é agravado pela irregularidade espacial das precipitações, ocasionando baixíssimas ocorrências de chuvas em grande extensão de áreas isoladas do Estado.

Os anos de seca forte acontecem com uma freqüência aproximadamente decenal, intercalando-se, ainda, nesse intervalo, anos deficientes ou secos em parte do território estadual.

As conseqüências das estiagens sobre a vida da região são bastante conhecidas. Atualmente, com as medidas postas em prática, como a rede de açudagem não há mais perdas de vidas humanas em razão da escassez de água, mas o fenômeno tem efeitos drásticos sobre as populações atingidas e sobre a economia estadual como um todo.

O órgão criado para o enfrentamento do problema é o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). O DNOCS tem estado e ainda está envolvido no planejamento, desenvolvimento e gerenciamento de projetos de recursos hídricos no Nordeste. Estes projetos incluem represas, canais, estações de bombeamento (canais de drenagem) e sistemas de distribuição, fornecendo água para irrigação e uso doméstico, controle de enchentes, energia elétrica e oportunidades para recreação e pesca.

O sistema de integração da Ibiapaba, concebido pelo PROGERIRH – Programa de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará, está localizado na região noroeste semi-árida do Estado do Ceará, no Nordeste Brasileiro. Neste sistema, estão compreendidas as Bacias dos Rios Acaraú, Coreaú e Poti, sendo que esta última se estende também ao Estado do Piauí, onde constitui uma parte da Bacia do Parnaíba, caracterizando-a com Bacia Hidrográfica Federal. O sistema de integração da Ibiapaba é o primeiro sistema complexo deste tipo a ser estudado, sendo que nele se prevê a

transferência de águas da Bacia dos Rios Poti (Longá) para as Bacias dos Rios Acaraú e Coreaú.

A Integração de Bacias Hidrográficas consiste no reforço da rede de açudagem e na transferência de água de uma bacia para outra, interligando-se reservatórios, propiciando, assim, uma distribuição dos recursos hídricos de forma mais equânime no território estadual.

Isto pressupõe a utilização de reservatórios de grande porte, construídos ou a construir, os de porte médio, além de todo um conjunto de novos reservatórios que complementam a rede existente e prevista, principalmente os localizados nos “vazios hídricos”, que é o caso da Barragem Fronteiras.

A Barragem Fronteiras, projetada para ser construída sobre o rio Poti, a cerca de 27 quilômetros a jusante da sede do município de Crateús, é uma importante obra de acumulação de água para a região noroeste do estado do Ceará.

A prioridade para a construção da obra decorreu do planejamento estratégico levado a efeito pelo Governo do Estado, por meio do estudo “Eixo de Integração da Ibiapaba” ⁽¹⁾, composto de diagnósticos e de planejamentos para o aumento da oferta de recursos hídricos na região e para o disciplinamento de seus usos.

O Relatório de Avaliação de Sustentabilidade da Barragem Fronteiras, apresentado em separado, obedece as determinações do Decreto n.º 4.024, especialmente no seu artigo terceiro, que especifica que a sustentabilidade será considerada em duas perspectivas, operacional e hídrica: *“I - operacional da infra-estrutura, caracterizada pela existência de mecanismo institucional que garanta a continuidade da operação da obra de infra-estrutura hídrica; II - hídrica, caracterizada pela demonstração de que a implantação da infra-estrutura contribui para o aumento do nível de aproveitamento hídrico da respectiva bacia hidrográfica.”*

O Relatório segue também os ditames da Resolução n.º 194, da Agência Nacional de Água - ANA, de 16 de setembro de 2002.

¹ Governo do Estado do Ceará/ENGESOF/ Montgomey Watson – Diagnóstico, Estudos Básicos e Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, Fortaleza, 2000.

O Relatório de Avaliação de Sustentabilidade da Barragem Fronteiras especifica os usos múltiplos que se fará da água do reservatório, destacando as utilizações principais e as outras que venham a contribuir para o aumento do nível de aproveitamento do reservatório.

Destaca-se, como objetivo prioritário da barragem, o abastecimento das populações residentes em sua área de influência. Como demais objetivos devem ser destacados outros usos: regularização de vazões, irrigação, piscicultura, proteção ao meio biótico, uso industrial dentre outros.

A finalidade da Barragem Fronteiras é o abastecimento de cerca de 40% da população urbana de Crateús, cujos níveis de atendimento serão insatisfatórios a partir de 2005, 20% da população rural do município de Crateús e para irrigação de 19.400ha de solos nos Projetos Realejo, Graças (ampliação), Platô do Poti- Áreas 1 e 2, Novo Oriente e Poti-Sul.

Nesse vale escolheu-se um eixo para o barramento situado a 2 km à montante da sede do distrito de Ibiapaba, possibilitando a regularização de toda a sub-bacia do rio Poti, na parte ocidental do Estado do Ceará.

Para a escolha desse local foi considerado, dentro da expectativa volumétrica do reservatório, se as águas do reservatório atingiriam a zona urbana da cidade de Crateús, além dos impactos sobre a ferrovia Ceará-Piauí (CFN) e sobre as rodovias federais BR-404 (pavimentada) e BR-226 (em terra). As águas do Rio Poti atravessam os estados do Ceará e do Piauí, sendo, por lei, consideradas águas federais. Em face dessa condição e tendo em vista a fixação do volume a ser acumulado na Barragem Fronteiras foi firmado, perante a Agência Nacional de Águas – ANA, um acordo entre os estados do Ceará e Piauí fixando a disponibilidade hídrica das águas do Rio Poti para os dois estados.

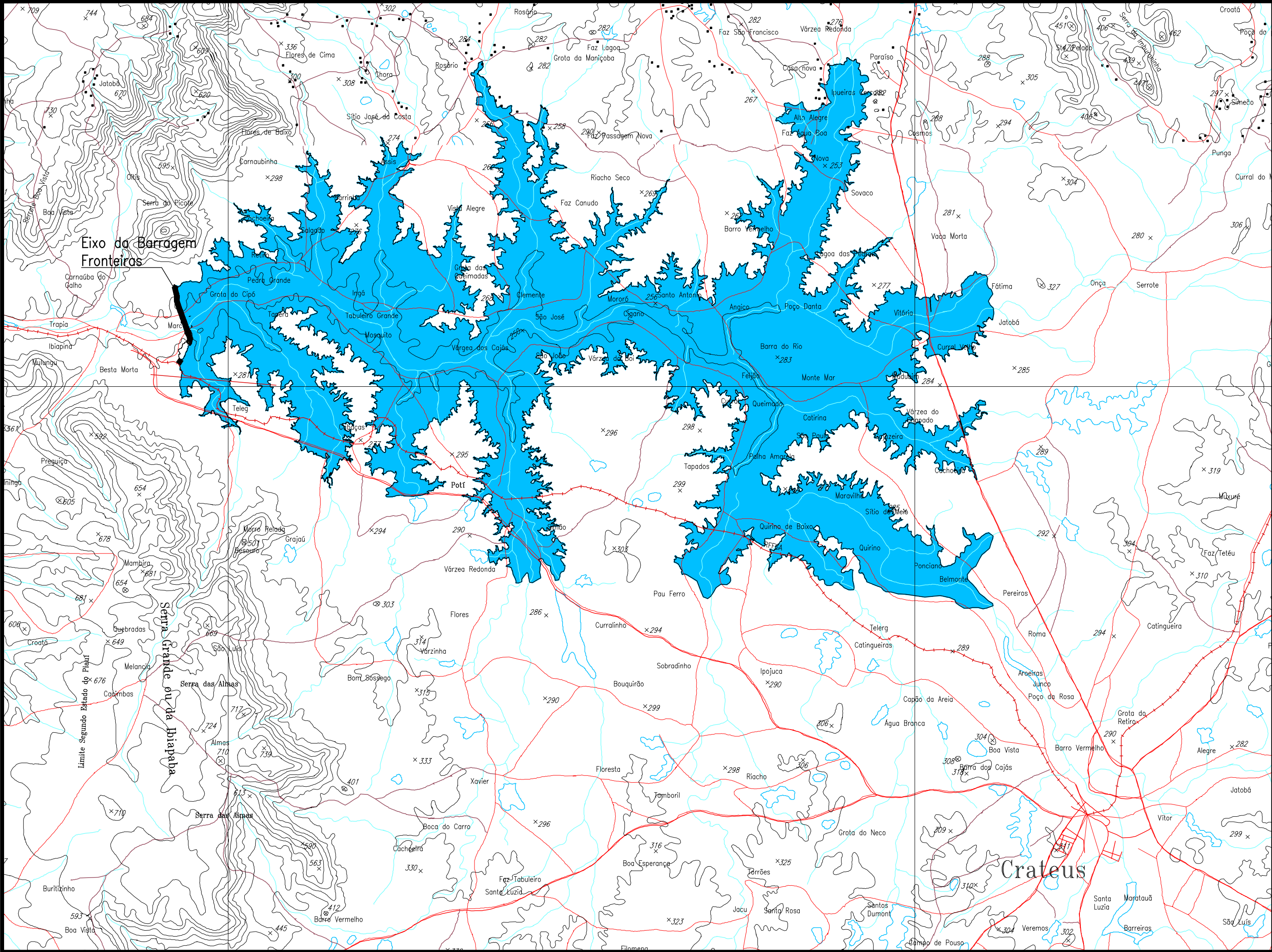
2.1. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS (LOCALIZAÇÃO E ACESSO)

O eixo selecionado para a Barragem Fronteiras situa-se na microrregião do Sertão de Crateús, na região oeste do estado do Ceará, a cerca de 27 km a oeste da cidade de Crateús e 2 km a leste do distrito de Ibiapaba. O local barrável no rio Poti tem as seguintes coordenadas N 9.441.950 e E 288.700.

O acesso ao local do eixo, a partir de Fortaleza, é feito pelas rodovias pavimentadas BR-020, até a localidade de Cruzeta e pela BR-226 até a cidade de Crateús. A partir daí, por um trecho sem pavimento, de 27 (vinte e sete) quilômetros, da mesma rodovia BR-226, atinge-se o eixo a ser barrado. A distância de Fortaleza totaliza 363 quilômetros. Na Figura 2.1. é mostrado o mapa de localização da barragem e seu posicionamento no território estadual.

2.2. DETERMINAÇÃO DO LOCAL DA BARRAGEM

Para localizar um reservatório do porte da Barragem Fronteiras, levantou-se um trecho do rio Poti e uma parte do curso do seu afluente pela margem direita, o rio Diamante, ambos situados a oeste da cidade de Crateús. Procurou-se situá-la o mais próximo do sopé da serra da Ibiapaba. Foi selecionado um estreito vale por onde o rio Poti atravessa a serra rumo ao estado do Piauí, entre as localidades de Ibiapaba e Oiticica, próximo à fronteira dos dois estados. Nesse vale selecionou-se um eixo, situado a 2 (dois) quilômetros a montante da sede do distrito de Ibiapaba. Este local controla praticamente toda a bacia do rio Poti, no território do estado do Ceará.



Fonte: Atlas do Ceará - IPLANCE.

DESENHOS DE REFERÊNCIA :

Cartas da SUDENE/ Escala 1:100000
Cartas: IPUEIRAS(SB-24-V-A-VI), TAMBORIL(SB-24-V-B-IV),
INDEPENDÊNCIA(SB-24-V-D-I), NOVO ORIENTE(SB-24-V-C-VI),
NOVO ORIENTE(SB-24-V-C-VI), VÁRZEA DO BOI(SB-24-V-D-IV),
PARAMBU(SB-24-Y-A-III), TAUÁ (SB-24-Y-B-I), CRATEÚS(SB-24-V-O-III).



FIGURA 2.1 – LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO
ESCALA – 1:100.000

Descrição da Bacia

A Bacia dos Rios Poti/Longá tem 16.901 km², congrega as bacias do rio Poti, incluindo o rio Macambira, e o conjunto de bacias dos rios Longá/Pirangi:

- ✓ a do Rio Poti, com 14.377 km², compreendendo a do Poti propriamente dita e a do seu afluente Macambira, cuja confluência só se dá no Piauí logo após a fronteira entre os Estados; a primeira delas drena uma área das mais semi-áridas do Estado, na microrregião Sertões de Crateús, e a segunda uma região de transição;
- ✓ a dos Rios Longá/Pirangi, com 2.524 km², que é formada por oito bacias independentes que se prolongam para o Estado do Piauí, e drenam a região da Serra da Ibiapaba que é a mais úmida do Ceará.

A transferência de recursos hídricos entre bacias exige a análise cuidadosa tanto da bacia exportadora como da receptora e, no presente caso do sistema de transferência da Ibiapaba, deverão ser avaliados os impactos a serem produzidos tanto no estado do Ceará como no estado do Piauí.

O programa tem como objetivo o planejamento integrado das bacias do Acaraú, Coreaú e Poti e a operação conjunta dos mananciais responsáveis pela oferta de água para a região. O processo de planejamento dessas bacias hidrográficas focalizou o desenvolvimento potencial dos seus recursos hídricos, para melhorar as condições sociais e econômicas na região. O processo de planejamento dessas bacias hidrográficas estudou e selecionou projetos futuros, e coletou informações sobre projetos existentes de abastecimento de água, regulamentação e distribuição de água, estudou alternativas para gerência física e institucional dos recursos hídricos das bacias referidas.

O processo de planejamento das bacias simulou cenários realísticos para desenvolvimento futuro, assim como formulou alternativas para o aumento da oferta hídrica.

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM FRONTEIRAS

IDENTIFICAÇÃO

Denominação:.....Barragem Fronteiras

Estado:Ceará

Município:Crateús

Coordenadas UTM:E 288.700
N 9.441.950

Sistema:Bacia Poti

Rio Barrado:Rio Poti

Proprietário:.....DNOCS

Autor do Projeto:.....Engesoft Engenharia e
Consultoria S/C Ltda.

Data do Projeto:Agosto/2008

BACIA HIDROGRÁFICA

Área:.....5.869 km²

Comprimento do talvegue principal:153 km

Tempo de concentração:27 h

CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

Área da bacia hidráulica (cota 264,0 m):.....8.103,60 ha

Volume acumulado (cota 264,0 m):488,18 hm³

Volume morto do reservatório:3,17 hm³

Volume de alerta:.....8,88 hm³

Vazão regularizada: (95%):4,0 m³/s

Vazão afluente max. de projeto (TR=1.000 anos)8.939 m³/s

Vazão max. de projeto amortecida (TR=1.000 anos)3.286 m³/s

Nível d'água máximo normal:262,70 m

Nível d' água max. maximorum (TR=1.000anos):267,40 m

BARRAGEM PRINCIPAL

Tipo:Mista de terra e CCR

MACIÇO DE TERRA

Altura máxima29,0 m

Largura do coroamento:8,0 m

Extensão pelo coroamento:.....435 m

Cota do coroamento:..... 269,50 m

Volume de escavação (fundação):.....7.175,30 m³

Volume do maciço:336.807,63 m³

Volume de enrocamento (rip-rap e rock-fill):33.655,90 m³

Volume de transições:.....7.239,70 m³

Volume de areia (filtro e transições):19.033,60 m³

Largura máxima da base:.....153,7 m

Talude de Montante:1,0 (V): 2,0 (H) entre cotas 270,0 e 267,70; 1,0 (V): 2,5 (H) entre cotas 267,70 e 258,00 e 1,0 (V): 3,0(H) abaixo da cota 258,0.

Talude de Jusante:1,0 (V): 1,5 (H) entre cotas 270,0 e 267,70; 1,0 (V): 2,0 (H) entre cotas 267,70 e 258,00 e 1,0 (V): 2,5(H) abaixo da cota 258,0.

Cortina de injeção (altura var.):9 a 18 m

MACIÇO DE CCR

Tipo:Gravidade

Altura máxima:.....36,0m

Largura do coroamento:8,0 m

Extensão pelo coroamento:.....1.027m
 Cota do coroamento:269,50 m
 Volume de escavação (fundação):119.789,82 m³
 Volume de CCR:235161,26 m³
 Volume de Concreto vibrado:.....28847,2 m³
 Largura máxima da base:.....27,0 m
 Talude de Montante:Vertical
 Talude de Jusante:1,0 (V); 0,75 (H)
 Cortina de injeção (altura var.):9 a 15 m

TOMADA DE ÁGUA

Tipo:Tubo de aço envolto em concreto
 Localização:Ombreira direita; estaca 31+10
 Número de condutos:02
 Diâmetro:2.000 mm
 Comprimento do conduto:.....23 m
 Cota da geratriz inferior a montante:245,00 m
 Cota de geratriz inferior a jusante:245,00 m
 Tipo de controle:Comporta stop-log a montante e válvula dispersora a jusante
 Número de válvulas:04
 Diâmetro das válvulas :.....900 mm

SANGRADOURO:

Tipo:Perfil Creager em CCR
 Localização:Entre estacas 18 e 28 do maciço principal
 Largura:189 m (livre)

Cota de sangria:262,70 m

Vazão máxima (Tr=1.000 anos):3.147 m³/s

Lâmina máxima Prevista (T.R=1.000anos):4,70 m

BACIA DE DISSIPÇÃO

Extensão:20 m

Largura: :200 m

Cota do fundo da bacia: :241,50 m

PONTE SOBRE O SANGRADOURO

Extensão:200 m

Largura:10 m

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO - INFORMAÇÕES BÁSICAS

3.1. GENERALIDADES

Este capítulo tem a finalidade de expor, de forma sintética, os resultados de todos os estudos básicos submetidos a análise pela projetista buscando obter, em cada caso, as informações que serviram de orientação ao desenvolvimento do Projeto capaz de atender aos anseios do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas no que tange aos objetivos esperados, ou sejam, uma obra otimizada do ponto de vista econômico e de engenharia, de forma que esse equipamento de infra-estrutura possa cumprir o papel social esperado.

3.2. GEOLOGIA LOCAL

A geologia do local da Barragem Fronteiras é caracterizada pelo complexo pré-Cambriano não diferenciado de rochas cristalinas, aflorantes ou perto da superfície nas ombreiras e no leito do rio. Os afloramentos indicam um complexo de rochas migmatizadas, caracterizadas por gnaiss (cinza), xisto (cinza escuro), e quartzito (cinza claro), com intrusões de granito (cinza de textura fina a grossa) e pegmatito (branco a cor-de-rosa com textura grossa), e xenólitos de anfibolito (preto). No local da barragem o maciço rochoso é caracterizado por uma forte foliação na direção N 70° O, paralela ao fluxo do rio, e mergulhando de 60°SO (ombreira esquerda à 90°). O maciço rochoso está cortado por vários veios de quartzo que acompanham a orientação das principais famílias de juntas tectônicas.

Na planície adjacente ao leito do Rio Poti estas rochas estão cobertas por depósitos aluvionares Quaternários, caracterizados, em ambas as margens, por depósitos de areia fina siltosa de cor marrom amarelada, formados em períodos de enchentes extraordinárias do Rio Poti. O leito do rio é caracterizado por afloramentos de rocha e depósitos aluvionares recentes. Estes depósitos estão compostos de areia clara de textura média a grossa, com seixos de cascalho arredondados com origem nas próprias rochas pré-Cambrianas.

Baseado nos ensaios de perda d'água das sondagens, conclui-se que o maciço rochoso da fundação é bastante impermeável com exceção da ocorrência de fraturas abertas nos primeiros 3,0m abaixo da superfície de rocha sã, que poderiam ser preenchidas com calda injetada.

Devido a topografia suave das encostas do reservatório e a estanqueidade da rocha, a estabilidade dos taludes e a permeabilidade do reservatório não são considerados problemáticos.

3.3 ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Os estudos geotécnicos da Barragem Fronteiras constituíram-se na realização de prospecções mecânicas de subsuperfície no local do barramento e na sela topográfica da ombreira esquerda e nos ensaios “in situ”, executados nestas prospecções. Além disso, foram realizadas investigações nas áreas de ocorrências de materiais construtivos e ensaios laboratoriais executados à partir de amostras representativas extraídas das ocorrências.

Daí, os estudos geotécnicos foram abordados nos seguintes tópicos, a saber:

- Investigação do Barramento;
- Investigação da Sela Topográfica;
- Estudos dos Materiais Construtivos.

3.3.1. Investigação do Barramento

As investigações geotécnicas realizadas no local da barragem objetivaram a identificação e compreensão das características e peculiaridades do solo de fundação e do substrato rochoso deste sítio, visando a concepção de um maciço tecnicamente adequado e seguro, além de economicamente viável.

Para concretização deste objetivo foram realizadas 20 prospecções mecânicas, sendo 10 sondagens à percussão e 10 sondagens mistas (iniciada por processo percussivo e prosseguida com sonda rotativa).

Com o intuito de avaliar a permeabilidade dos solos da fundação e obter informações qualitativas sobre a circulação de água através das fissuras do substrato rochoso, foram realizados ensaios de campo em todos os furos das sondagens mistas do eixo. No trecho em solo, consistiram de ensaios ,de metro em metro, de infiltração de carga e vazão constante e de carga variável (Lefranc) e, no trecho perfurado com sonda rotativa, de ensaios a cada 3,00m de perda d'água sob pressão (Lugeon).

Todos os furos de sondagem foram referenciados ao eixo topográfico implantado e tiveram suas coordenadas UTM registradas. Altimetricamente tiveram as cotas das bocas levantadas através de nivelamento topográfico.

A localização geral das sondagens encontra-se assinalada no **desenho n.º 03/11** do Volume III.

3.3.1.1. Sondagens à Percussão

Nas sondagens à percussão foram empregados dois processos para avanço do furo, iniciando-se com um trado concha de 4" e prosseguindo-se até alcançar o nível d'água ou tornar-se inoperante diante da consistência ou compacidade do material encontrado. À partir destas condições o furo foi revestido e passou-se então ao processo de perfuração com circulação de água, usando-se o trépano de lavagem como ferramenta de escavação e a remoção do material escavado através da água de lavagem. Ao ser encontrado material resistente ao avanço pelo processo de circulação de água o furo foi interrompido.

Para a extração das amostras foi utilizado o amostrador padrão de 2" e 1 e 3/8" de diâmetros externo e interno, respectivamente, o qual foi cravado no terreno por meio de golpes de um martelo de 65kg, com altura de queda de 75cm. Durante a cravação do amostrador foram registrados os números de golpes necessários para fazer tal ferramenta penetrar cada 15cm no terreno, até uma penetração total de 45cm. A soma dos golpes das duas últimas parcelas de 15cm, ou seja, dos 30cm finais de cravação, está apresentada sob forma de tabela e gráfico nos perfis de sondagens. Esta soma de golpes é denominada de "Standard Penetration Test (SPT)".

No **Quadro 3.1.** são relacionadas as sondagens percussivas e suas extensões

Quadro 3.1 - Investigação Geotécnica no Eixo da Barragem Fronteiras Sondagem Percussiva

N.º	Estaca	Extensão Sondada
SP-1	5 +16	3,53
SP-2	14	6,45
SP-3	26	3,22
SP-04	34	1,51
SP-05	10	3,18
SP-06	10	3,14
SP-07	12	3,06
SP-08	48	1,73
SP-09	62	1,85
SP-10	10	3,90

3.3.1.2. Sondagens Mistas

As sondagens mistas foram iniciadas a percussão e prosseguidas por meio de rotação. O processo de execução do trecho percussivo foi semelhante ao descrito no item de Sondagem Percussiva. Os trechos de sondagem rotativa foram executados com coroa NX de diamante acoplada a um barrilete duplo. A sonda utilizada foi a MARCH-850. Para cada operação do barrilete foram registradas a percentagem de recuperação e o número de peças, dados que estão indicados nos perfis de sondagens.

No Quadro 3.2, são relacionadas as sondagens mistas e suas extensões

Quadro 3.2 - Investigação Geotécnica no Eixo Da Barragem Fronteiras Sondagem Mista

N.º	Estaca	Extensão (m)	
		Percussão	Rotativa
SM-1	7+10	5,12	8,95
SM-2	20+14	3,06	11,75
SM-3	30	2,34	9,00
SM-4	39	0,30	9,00
SM-9	02	—	6,00
SM-10	16	3	9
SM-11	21+10	2,4	9
SM-12	27	1,06	8,94
SM-13	31+10	1,75	9,00
SM-14	5	1,0	9,00

A localização geral das sondagens encontra-se assinalada no **desenho n.º 03/11** bem como um perfil Geológico/Geotécnico encontra-se no **desenho 04/11** do Volume III.

3.3.1.3. Ensaios de Campo

Nas sondagens mistas, trecho em solo, SM-1, SM-2 e SM-3, foram executados ensaios de infiltração do tipo Lefranc, para a determinação do coeficiente de permeabilidade “in situ” do substrato terroso. Os ensaios de permeabilidade em solos foram executados conforme as orientações para a sua execução no campo preconizadas no Boletim N.º 04 (junho de 1996) pela ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

No trecho em rocha das sondagens SM-01 a SM-04, foram executados ensaios de perda de água sob pressão (Ensaio Lugeon), para a determinação quantitativa sobre a circulação de água através das fissuras do substrato rochoso. Os ensaios de perda d'água Lugeon foram executados conforme as orientações preconizadas no Boletim N.º

02 da ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. A localização destes ensaios são apresentados no Quadro 3.3 – Ensaio de Campo, a seguir:

Quadro 3.3 - Ensaio de Campo

N.º	Estaca	N.º de Ensaio Lefranc	N.º de Ensaio Lugeon
SM-1	7+10	3	3
SM-2	20+14	2	3
SM-3	30	2	3
SM-4	39	—	3

Perda D'água em l/min/m/atm.

Dessa campanha de sondagens realizada no boqueirão da barragem, podem ser feitas algumas análises que são alinhadas em seguida.

Na zona da calha do rio, aproximadamente entre as estacas 11 e 27 (320m de extensão), ocorre um depósito aluvionar com espessura de até 6,5 metros. Este pacote aluvionar é constituído por areia média e grossa, com cascalho, o qual, em grande extensão, chega até ao substrato rochoso. Por outro lado, na direção da ombreira direita, ele apresenta-se sobreposto a um solo de alteração de rocha, classificado como silte arenoso ou areia siltosa, micáceo, com fragmentos de rocha. No encontro com a ombreira esquerda esse sedimento encontra-se contido por uma areia fina siltosa, de coloração escura com compacidade fofa, até os 2 primeiros metros. Na sondagem SP-2 foi constatada a intercalação de uma esbelta camada de argila arenosa consistente.

Ao longo da calha do rio e na ombreira direita, o substrato rochoso é constituído predominantemente por um granito sã, muito a medianamente fraturado, de coloração cinza claro a cinza escuro, duro e com características de boa consistência. Na ombreira direita através da única sondagem mista realizada, observou-se a existência de uma rocha gnáissica com veios de pegmatitos, muito macia, xistosa, com recuperação máxima de 38% ao longo dos quase 6m sondados. Esta rocha mostra-se apropriada para

funcionar como fundação de um maciço de terra, porém parece pouco indicada para suportar eficientemente uma obra de concreto.

O nível d'água, na região da calha do rio, foi encontrado nas profundidades limites de 0,50m (estaca 14) e 2,20m (estaca 7 +10), em períodos da quadra invernal.

Os ensaios de penetração SPT indicaram compacidades de fofa a medianamente compacta para o pacote arenoso da fundação, sendo a região fofa restrita, em média, aos dois primeiros metros de profundidades. Não foram encontrados materiais argilosos/siltosos com consistência preocupante em nenhum furo da campanha de sondagem.

Com base nos ensaios de infiltração realizados nos furos de sondagem no aluvião da calha do rio, pode-se considerar, de forma genérica, que o depósito aluvionar possui uma permeabilidade entre 2×10^{-4} e 1×10^{-5} . No solo residual, argilo-arenoso micáceo com pedregulhos, situado na ombreira direita, a permeabilidade medida foi de 1,5 a $4,0 \times 10^{-7}$.

As perdas d'água, observadas através do ensaio Lugeon, indicaram, valores pouco preocupantes (4 a 5 Lugeons), porém estes valores justificam tratamento por meio de injeções. No contato do aluvião com a ombreira direita, obteve-se uma perda muito elevada nos três primeiros metros do substrato rochoso, mas a seguir a perda foi nula em dois estágios sucessivos. Pelo estado de alteração da rocha e sua característica de muito foliada, foi recomendado uma intensificação maior no tratamento da fundação rochosa na ombreira esquerda.

3.3.2. Investigação da Sela Topográfica

Os estudos geotécnicos realizados no local de uma sela topográfica, situada na ombreira esquerda e muito favorável a possível localização de um canal de sangria da barragem, tiveram a finalidade de fazer a identificação e caracterização do subsolo, inclusive, avaliando a capacidade do material rochoso de resistir aos processos erosivos provocados pelas descargas previstas nos estudos hidrológicos.

As investigações geotécnicas consistiram em quatro sondagens mistas, cujos elementos de identificação encontram-se no Quadro 3.4 a seguir e cujas localizações são apresentadas no **desenho n.º 05/11** do Volume III.

Quadro 3.4 - Investigação Geotécnica da Barragem Fronteiras Sela Topográfica da Ombreira Esquerda

SONDAGEM N.º	ESTACA	COTA (m)	TRECHO	
			PERCUSSÃO	ROTATIVA
SM-5	-4	258,19	3,61	5,39
SM-6	-7	260,17	4,00	5,00
SM-7	-10	269,68	7,50	1,50
SM-8	-7 (50 m jusante)	255,93	2,00	7,00

Todos os furos de sondagem foram referenciados ao eixo topográfico implantado e tiveram suas coordenadas UTM registradas. Altimetricamente tiveram as cotas das bocas levantadas através de nivelamento topográfico.

As sondagens mistas foram iniciadas a percussão e prosseguidas por rotativa. O processo de execução destas sondagens obedeceu ao mesmo processo descrito anteriormente, nos subitens 3.3.1.1 e 3.3.1.2 para sondagens a percussão e rotativa, respectivamente.

3.3.3. Estudo dos Materiais Construtivos

Os estudos das ocorrências de materiais para a utilização na construção da barragem foram iniciados por um simples reconhecimento de toda a área em volta do eixo do barramento, de modo que fossem selecionadas as ocorrências potencialmente aproveitáveis, levando-se em conta a qualidade do material e os volumes disponíveis.

Como fonte de materiais para construção da barragem foram identificadas 7 jazidas de solos, 2 pedreiras, um areal.

A jazida n.º 01, situada a jusante do eixo, na ombreira esquerda, a cerca de 3,0km, consta de uma área de solo areno argiloso, com pedregulhos, e de um cascalho silto arenoso, com uma espessura total média de 1,20 m.

A jazida n.º 03 é praticamente uma continuação da jazida nº01, com uma distância de cerca de 4,0 km para o eixo, situando-se próximo da área urbana de Ibiapaba. A profundidade média dos solos é um pouco menor com cerca de 1,0 m.

A jazida J-05 situa-se na ombreira esquerda a cerca de 0,3 km a jusante do eixo, em um morrote pequeno que limita bastante a área de exploração. O solo foi classificado como silte arenoso com pequena fração argilosa, de cor roxa a vermelha, com uma espessura média de 0,80 m.

A jazida J-02, também situada na ombreira esquerda a jusante do eixo, afastada 3,3 km, é constituída basicamente por um cascalho silto argiloso, com uma espessura média de 1,0 m, abrangendo uma expressiva área de ocorrência.

Pela ombreira direita, a montante do eixo, foi delimitada uma jazida, em pequena área denominada de J-04, a cerca de 0,6 km afastada da barragem, constituída de solo silto argiloso roxo, com espessura na ordem de 0,80 m. Mais afastada do eixo (cerca de 2,0 km), mas na mesma região, foi limitada uma área, também pequena, onde estabeleceu-se a jazida J-06 em ocorrência semelhante a da jazida J-04, com espessura típica de 0,80 m.

Para fonte de material areno siltoso, visando o uso no traço do CCR, foi localizada e estudada uma jazida no lado direito da BR-226, após a zona urbana de Ibiapaba, denominada jazida J-07.

Como pedreira identificou-se um afloramento granítico a cerca de 1,8 km a montante do eixo, na ombreira direita, em região situada entre as jazidas J-04 e J-06, denominado de pedreira P-01. Na ombreira esquerda selecionou-se a ocorrência de blocos de gnaiss, numa meia encosta distante cerca de 1,5 km para a região do eixo na calha do rio, onde indicou-se uma alternativa de fonte de obtenção de material pétreo dito pedreira P-02.

Para agregado miúdo dos concretos e elemento de drenagem e filtragem do maciço de terra indicou-se os amplos bancos de areia média e grossa situados no leito do rio Poti.

A localização de todas as ocorrências investigadas encontra-se detalhada no **desenho n.º 05/11** do Volume II.

3.3.3.1. Jazidas de Solo

As jazidas de solo foram estudadas através de sondagens a pá e picareta, executadas de forma a representar a área a ser explorada.

As principais características das jazidas são apresentadas no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Principais Características das Jazidas da Barragem Fronteiras

Elementos Principais	Jazida J-1	Jazida J-2	Jazida J-3	Jazida J-4	Jazida J-5	Jazida J-6	Jazida J-7
Proprietário	Lorival Santos	Fco. Portela	outros	Diassis Trocanto	Eva Sales	Manoel Rodrigues	Desconhecido
Área Estudada (m²)	510.000	210.000	350.000	60.000	50.000	62.500	20.000
Número de Poços	18	7	7	5	5	5	5
Espessura Média de Expurgo (m)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Espessura Média Utilizável (m)	1,20	1,00	1,00	1,00	0,80	0,80	0,88
Volume de Expurgo	61.200	21.000	35.000	6.000	3.200	6.250	2.000
Volume Utilizável (m³)	612.000	210.000	350.000	60.000	32.000	50.000	17.600
Distância ao Eixo (m)	3.000	3.300	4.000	600	300	2.000	4.500

Em furos representativos das jazidas foram coletadas amostras, as quais foram enviadas ao laboratório e submetidas a campanha de ensaios geotécnicos, a saber:

- Granulometria por Peneiramento (DNER-ME 80-64);
- Limite de Liquidez (DNER-ME 44-71);
- Limite de Plasticidade (DNER-ME 82-63);
- Compactação – Proctor Normal (DNER-ME 48-64);

Os resultados dos ensaios geotécnicos realizados nas amostra das ocorrências são apresentados resumidamente no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 - Ensaios de Laboratório das Ocorrências

Ensaio		Jazida J-01	Jazida J-02	Jazida J-03	Jazida J-04	Jazida J-05	Jazida J-06	Jazida J-07
Granulometria (% que passa)	1"	86	80	100	98	92	98	100
	3/8"	78	74	100	95	88	98	100
	N.º 4	69	67	98	94	81	96	100
	N.º 10	58	54	93	83	72	86	98
	N.º 40	47	36	59	51	48	51	81
	N.º 200	31	24	23	28	27	29	32
LL		35	35	36	32	34	32	24
IP		13	12	13	10	11	9	9
USC		SC	SC	SC	SC	SC	SC	SM
Peso Específico Aparente Máximo (g/cm³)		1.845	1.875	1.860	1.875	1.852	1.850	1.840
Umidade Ótima (%)		13,6	13,0	13,4	12,5	12,8	11,2	12,2

Examinando essa tabela, verifica-se que as amostras ensaiadas permitiram classificar esses materiais como SC da classificação unificada USC.

Os solos SC (areias argilosas) são excelentes para construção da barragem

3.3.3.2. Areal

O areal foi identificado no leito do rio Poti e estudado para a execução do filtro vertical, dreno horizontal, transições, rip-rap, concreto vibrado e CCR.

As principais características dessa ocorrência são apresentadas no Quadro 3.7.

Quadro 3.7 - Principais Características do Areal da Barragem Fronteiras

Elementos Principais	Areal A-01
Proprietário	—
Área Estudada (m ²)	100.000
Número de Poços	5
Espessura Média Utilizável (m)	3,0
Volume Utilizável (m ³)	300.000
Distância ao Eixo (m)	1.000

Foram coletadas amostras na área do rio selecionada como areal A-1 para a realização do seguinte ensaio de laboratório:

- Granulometria por Peneiramento (DNER-ME 51-64).

Os resultados dos ensaios geotécnicos realizados nas amostras das ocorrências são apresentados resumidamente no Quadro 3.8.

Quadro 3.8 - Ensaios de Laboratório do Areal

Ensaio		Areal A-01
Granulometria (% que passa)	1"	100
	3/4"	98
	N.º 4	97
	N.º 10	89
	N.º 40	30
	N.º 200	2
D _{máx} (mm)		9,5
Módulo de Finura		4,20
USC		SP
Permeabilidade (cm/s)		6,9x10 ⁻³

3.3.3.3. Pedreira

As pedreiras foram identificadas e estudadas para a execução do CCR e concretos associados, das transições, rip-rap, enrocamento de pé e proteção de jusante. As pedreiras foram denominadas de P-01 e P-02.

Inicialmente delimitou-se uma área de afloramentos de uma rocha granítica, situada a cerca de 1,8 km a montante do eixo, próxima a margem direita do rio Poti, chamada de Pedreira n.º 01.

Posteriormente foram identificados blocos de rocha gnaissica na ombreira esquerda, afastada 1,5 km para a calha do rio no eixo, denominada Pedreira n.º02

Selecionada a área da pedreira P-01 como fonte apropriada de obtenção de material pétreo, coletaram-se amostras para a realização do ensaio de desgaste por Abrasão “Los Angeles” (DNER-ME 65-64). No Quadro 3.9. é apresentado o valor médio do ensaio.

Quadro 3.9 - Valores Médios dos Ensaio da Pedreira

Abrasão Los Angeles (%)
37

3.3.3.4. Comentários

- a) Os exames dos ensaios de caracterização realizados (granulometria e limites de Atterberg) nas ocorrências de materiais terrosos, jazidas J-01 a J-06, permitiram enquadrar os materiais estudados nos grupos SC (areia argilosa com baixa plasticidade) da “Classificação Unificada USC”.

O enquadramento dos solos na “Classificação Unificada USC” possibilita estimar suas características no que concerne a sua utilização na construção de barragens de terra. Segundo Sherard², os solos dos tipos SC apresentam as seguintes características:

Solo SC

- Alta resistência à erosão;

² Sherard, J. L. et ali – Earth Rock Dams, John Wiley and Sons, Inc., 1963

- Alta a média resistência ao cisalhamento;
- Praticamente Impermeável;
- Excelente trabalhabilidade.

Portanto, os solos são apropriados para a execução de uma barragem de terra.

- b) O areal do Rio Poti mostra-se apropriado para o uso como agregado miúdo dos concretos idealizados para o trecho em CCR além, de se adequarem bem como elementos drenantes ou filtrantes na barragem de terra.
- c) A pedreira P-01, constituída de um gnaiss são e de baixo desgaste Los Angeles mostra-se adequado para o emprego diretamente na barragem de terra e para agregados graúdos dos concretos.

3.4. ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Com apoio de cartas topográficas planialtimétricas rastrentes da área e com as observações de campo, escolheu-se um eixo com deflexões tanto na ombreira direita como na ombreira esquerda, de forma a melhor se ajustar ao relevo topográfico do local. Nesse eixo foram nivelados todos os pontos notáveis do terreno e pontos a cada 20 m, a partir de cotas transportadas de uma referência de nível do IBGE.

3.4.1. Transporte de Cota

Tomou-se como base a RN n.º 1862 S do IBGE, situada junto à porta principal da agência do Banco do Brasil de Crateús, com cota 286,2648 m.

O transporte de cota foi realizado por meio de topografia convencional, através de poligonais de nivelamento e contra-nivelamento, tendo sido utilizado para esse trabalho um nível WILD N-1.

3.4.2. Levantamento do Eixo Barrável e Sangradouro

O eixo da barragem Fronteiras foi locado em um boqueirão com características topográficas favoráveis. Já o sangradouro, foi inicialmente definido e estudado em uma sela topográfica situada na ombreira esquerda.

Com a elaboração de um plano de sondagens e a execução do mesmo, foi observado que nesta região do sangradouro, a rocha encontrava-se relativamente profunda e seu estado de intemperismo é muito elevado, não sendo recomendado para abrigar um dispositivo de sangria.

Os levantamentos topográficos do eixo da barragem e sangradouro, foram executados através de processos convencionais constando dos seguintes serviços: locação, implantação de marcos para futura relocação, nivelamento e levantamento de seções transversais.

3.4.2.1. Locação dos Eixos e Implantação de Marcos

Utilizando-se um Teodolito WILD T-1, locou-se o eixo da barragem e sangradouro, o qual foi materializado a cada 20 metros por pontos estaqueados e numerados, sendo também indicados através de estacas inteiras ou fracionadas todos os pontos notáveis tais como: talvegues, estradas, afloramentos rochosos, rede elétrica, elevações, mudanças bruscas de inclinação do terreno entre outros.

A estaca 00 está localizada na ombreira esquerda, de onde se partiu buscando uma melhor locação seguindo o divisor de águas. Na estaca 54+7,04 se fez necessária uma deflexão de $18^{\circ}22'12''$, à direita, e em seguida na estaca 60 o eixo apresenta outra deflexão de 14° , à esquerda.

Na ombreira esquerda o eixo seguiu em um estaqueamento negativo, sendo que a 40 m (estaca -2) sofreu uma inflexão para direita de $33^{\circ}47'$.

3.4.2.2. Nivelamento

O levantamento altimétrico da barragem Fronteiras foi realizado utilizando-se um nível WILD N-1, onde foram niveladas todas as estacas do eixo materializado.

3.4.2.3. Levantamento de Seções Transversais

Foram levantadas seções transversais ao eixo da barragem e sangradouro a cada 20 metros, com utilização de nível e mira. As seções abrangeram uma faixa de domínio com largura de 150 metros à montante e à jusante, e se constituíram de pontos cotados a cada 20 metros, considerando também os pontos de destaque do relevo topográfico.

3.4.3. Levantamento do Canal de Restituição

A concepção inicial de um canal de restituição da Barragem Fronteiras através da ombreira esquerda foi investigada através de um levantamento plani-altimétrico realizado por meio de processos topográficos convencionais, constando de: locação, nivelamento e levantamento de seções transversais.

3.4.3.1. Locação

Locou-se o canal de restituição utilizando-se um Teodolito WILD T-1, o qual foi estaqueado e numerado a cada 50 metros, sendo também indicados, através de estacas inteiras ou fracionadas, todos os pontos notáveis do relevo.

A partir da estaca -7 do eixo da barragem/sangradouro, foi locada a poligonal do canal de restituição acompanhando o talvegue à jusante que poderia conduzir o caudal de sangria até o rio Poti.

3.4.3.2. Nivelamento e Seções Transversais

Utilizando-se um nível WILD N-1, realizou-se o levantamento altimétrico da poligonal do canal de restituição, através de seccionamento a cada 50 metros, com 100 metros de largura para cada lado, com pontos cotados a cada 20 metros. A partir desse levantamento foi elaborada uma planta baixa com curvas de nível do terreno natural a cada metro.

3.4.4. Levantamento da Bacia Hidráulica

Para a execução dos serviços de levantamento da bacia hidráulica, a Empresa projetista firmou contrato com a empresa CADIC Brasil Aerolevantamentos LTDA., tendo como objetivo a execução de um mapeamento planialtimétrico digital, a partir de um aerolevantamento fotogramétrico na escala 1:15.000, por meio de restituição estereofotogramétrica com curvas de nível de 2,0 em 2,0 metros. A partir desta base cartográfica foi possível verificar as interferências com a Infra-estrutura existente na área da bacia e obter uma curva cota x área x volume da barragem. O **Desenho 01/11** do Volume III apresenta a bacia hidráulica, na Escala 1:50.000 e a curva cota x altura x volume.

3.5. ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Os estudos hidrológicos da Barragem buscaram a estimativa da cheia afluyente ao açude para o dimensionamento do sangradouro. Considerou-se que a cheia de 1.000 anos de período de recorrência (TR) seria a mais indicada para a segurança admissível.

Como há ausência de dados fluviográficos na região, optou-se por utilizar modelos sintéticos chuva x vazão, transpondo-se para a chuva o período de recorrência de 1.000 anos.

Pela larga utilização e bons resultados que têm sido obtidos na hidrologia na região semi-árida, foi utilizado o modelo do SCS (Soil Conservation Service dos EUA).

Para laminação das cheias no reservatório, utilizou-se o método de Puls. O programa computacional utilizado para o cálculo das cheias foi o HEC-1 (Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers). A seguir serão descritos os resultados passo a passo.

3.5.1. Dados Físicos da Bacia do Açude

A Barragem Fronteiras localiza-se a jusante dos açudes Carnaubal, Flor do Campo, Realejo, Barra Velha, Jaburu II e Sucesso, e controla uma bacia de 5.869 km² à jusante desses açudes. Os principais dados físicos da bacia são:

- Área: 5.869 km²
- Cota do leito do rio no barramento (Cl): 238,00 m
- Cota Máxima no ponto mais à montante da bacia (Cm): 870,00 m
- Comprimento do talvegue principal: 153 km
- Tempo de Concentração (Tc) : 27 h
- $T_c (h) = 0,39 \times (L^2 / S)^{0,38}$
- Sendo $S = C_m - C_l$

3.5.2. Chuvas Intensas na Bacia do Açude

Para elaborar o estudo de chuvas intensas do açude Fronteiras utilizou-se um conjunto de postos da bacia do açude e que possuem bom período de dados.

A precipitação na bacia hidrográfica foi estimada pela ponderação da chuva em cada estação pelos coeficientes dos polígonos de Thiessen. As estações utilizadas e os coeficientes de Thiessen estão apresentados no Quadro 3.10.

Quadro 3.10 - Estações e Coeficientes de Thiessen

Estação	Código da SUDENE	Coeficiente de Thiessen
Sucesso	2798896	0,2354
Ibiapaba	3708115	0,1022
Novo Oriente	3708964	0,2051
Independência	3709736	0,2803
Coutinho	3718666	0,1769

Na Figura 3.1, pode-se visualizar as estações, os polígonos de Thiessen e os açudes de montante. Extraíram-se dos dados diários da estação os valores máximos anuais de 1 dia, 2 dias e 3 dias de chuva. Esses valores foram submetidos a uma análise estatística, aplicando-se diversas distribuições e verificando-se a que melhor se adaptasse aos dados observados.

Por esse ajuste obteve-se a chuva de 1 dia de duração e 1000 anos de TR, após aplicar-se os polígonos de Thiessen. Como o tempo de concentração da bacia do açude é maior que 24 horas, foi determinada a relação intensidade x duração x frequência para as primeiras 24 horas de chuva e em seguida para o segundo dia de chuva. O processo de determinação é descrito a seguir, baseado na metodologia do Prof. Torga Torrico (Práticas Hidrológicas). Utilizou-se, para o Fronteiras, chuva com 48 h de duração.

A chuva em uma estação pluviométrica é pontual, e possui influência em uma área estimada em 25 km². Para a transformação de chuva pontual em chuva para toda a bacia utilizou-se a seguinte equação:

$$P_a / P_o = [1 - W \log(A/A_0)] = 0,61$$

onde:

W – coeficiente regional para zonas áridas e semi-áridas = 0,15

A – Área da bacia total = 10.230 km²

A₀ – Área base para a chuva pontual = 25 km²

Para a transformação da chuva de 1 dia (221 mm) em chuva de 24 horas (P_{24h}), multiplica-se a chuva de 1 dia por 1,10 . Multiplica-se a chuva de 24h (243 mm) pelo redutor de área 0,61, obtendo-se P_{24h,A} = 148 mm.

A chuva de 1h de duração é determinada a partir da relação entre P_{24h} e P_{1h}. Essa relação é dada pela metodologia em função do tempo de concentração e da Isozona a que pertence a estação fluviométrica. A Isozonas que é relativa ao posto em questão é a E.

Da mesma forma e usando o mesmo mapa e tabela das Isozonas determina-se a relação entre a chuva de 24h de duração e a chuva de 6 minutos de duração.

No papel logaritmo plota-se os três valores (P_{24h}, P_{1h} e P_{6min}) e une-se os mesmos formando o gráfico da Figura 3.2.

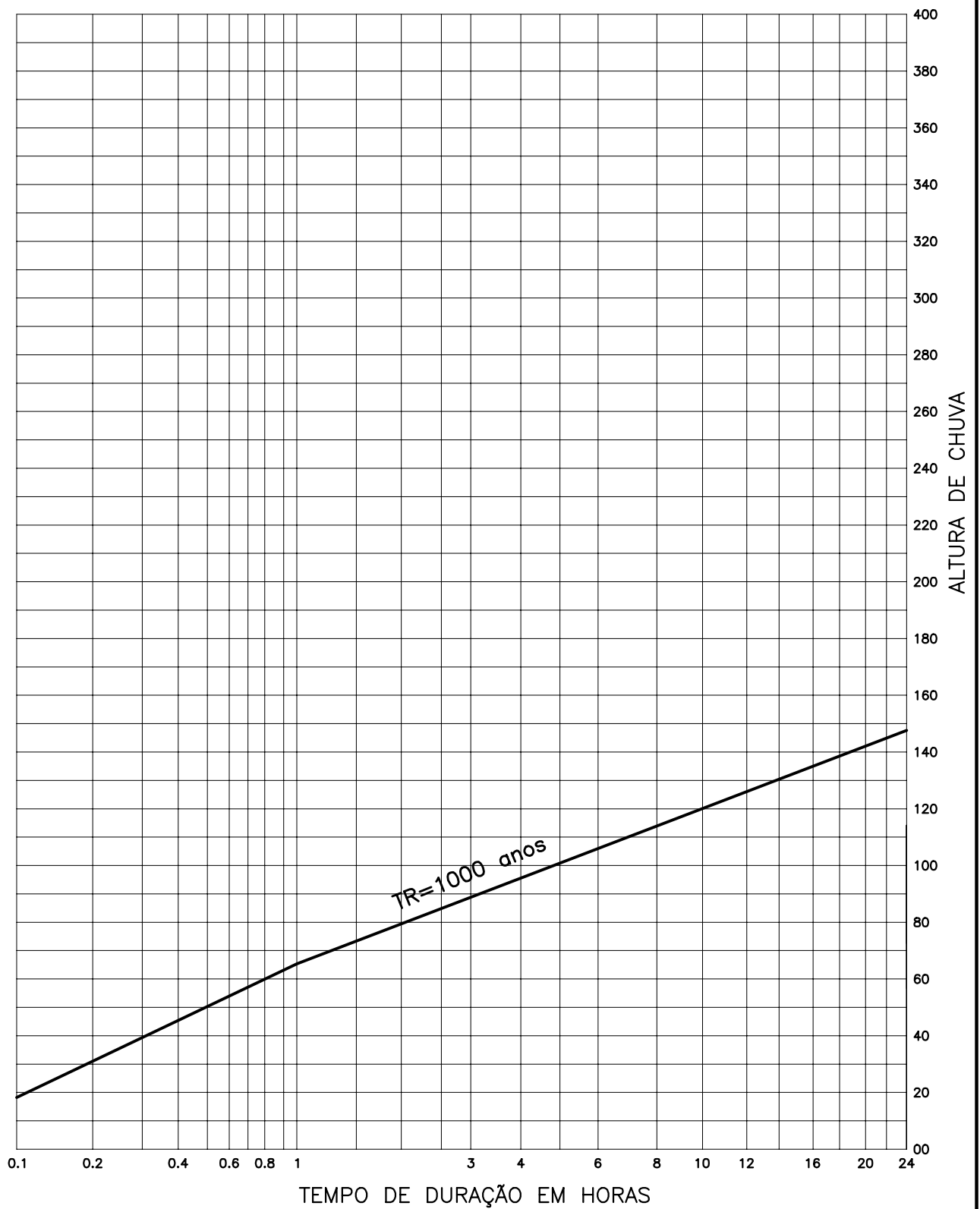
Para outras durações de chuva pode-se retirar do gráfico o valor da precipitação. Para a chuva de 48 horas calculou-se apenas o seu valor sem traçar o gráfico.

Obteve-se P_{24h,2d} = 301 mm. Multiplicado pelo fator de 0,61 para a redução de área, obtêm-se P_{24h,A} = 184 mm.

No modelo HEC-1 entra-se com as chuvas na seguinte seqüência: 5 min, 15 min, 1h, 2h, 3h, 6h, 12h, 24h e 48h.



Figura 3.1 - Açude Fronteiras com as localizações das Estações Pluviométricas e Respective Polígonos Thiessen



BACIA DA BARRAGEM FRONTEIRAS

FIGURA 3.2 – CURVAS PRECIPITAÇÃO–DURAÇÃO–FREQUÊNCIA
METODO DAS ISOZONAS

3.5.3. Determinação do CN – Curve Number

O valor de CN representa as condições de uso do solo e do tipo do solo da bacia hidrográfica em estudo. Para estimativa do valor de CN, utilizou-se o Mapa de Uso do Solo elaborado na fase de Diagnóstico pela Empresa a partir das imagens do satélite Landsat, além do mapa de tipo de solo do Plano Estadual dos Recursos Hídricos (SRH-1991) que classificou os solos segundo o SCS em solos do tipo A, B, C e D.

A metodologia para estimativa do CN constou do cruzamento, no SIG ArcView, dos mapas de tipo de solo e uso do solo, produzindo-se um mapa de CN para a bacia do Fronteiras e cada sub-bacia dos açudes de montante. Ponderando-se os valores de CN com as áreas em que ocorrem, obteve-se o CN médio para cada sub-bacia hidrográfica. Os valores de CN encontrados foram:

Bacia do Açude	CN
Fronteiras	84
Realejo	72
Barra Velha	88
Jaburu II	86
Carnaubal	78
Sucesso	89
Flor do Campo	82

3.5.4. Cheia de Projeto e Vazão de Saída do Vertedouro

A cheia de projeto para o período de retorno de 1.000 anos foi estimada para a Barragem Fronteiras da seguinte forma:

Simulou-se a cheia nos açudes de montante e a laminação das mesmas;

Simulou-se a cheia afluyente aos açudes Carnaubal e Fronteiras;

Somou-se os hidrogramas efluente do açude Flor do Campo e afluyente ao açude Carnaubal e laminou-se o hidrograma resultante para obter-se o hidrograma efluente do Carnaubal.

Somou-se os hidrogramas efluentes dos açudes Carnaubal, Barra Velha, Sucesso, Jaburu II e Realejo e afluente ao açude Fronteiras e laminou-se o hidrograma resultante para obter-se o hidrograma afluente ao Fronteiras.

Repetiu-se o procedimento para diversos tipos e dimensões de sangradouro para permitir uma escolha otimizada.

Vale salientar que a soma dos hidrogramas é um processo simplificado. Na realidade, há uma atenuação do hidrograma efluente dos açudes de montante no trecho de rio entre os reservatórios, mas, dado o nível do estudo e como da forma como foi feito o estudo está à favor da segurança.

O resultado da metodologia é apresentado no Quadro a seguir.

Vazão Máxima Afluente (TR-1.000 Anos) = 8939 m³/s

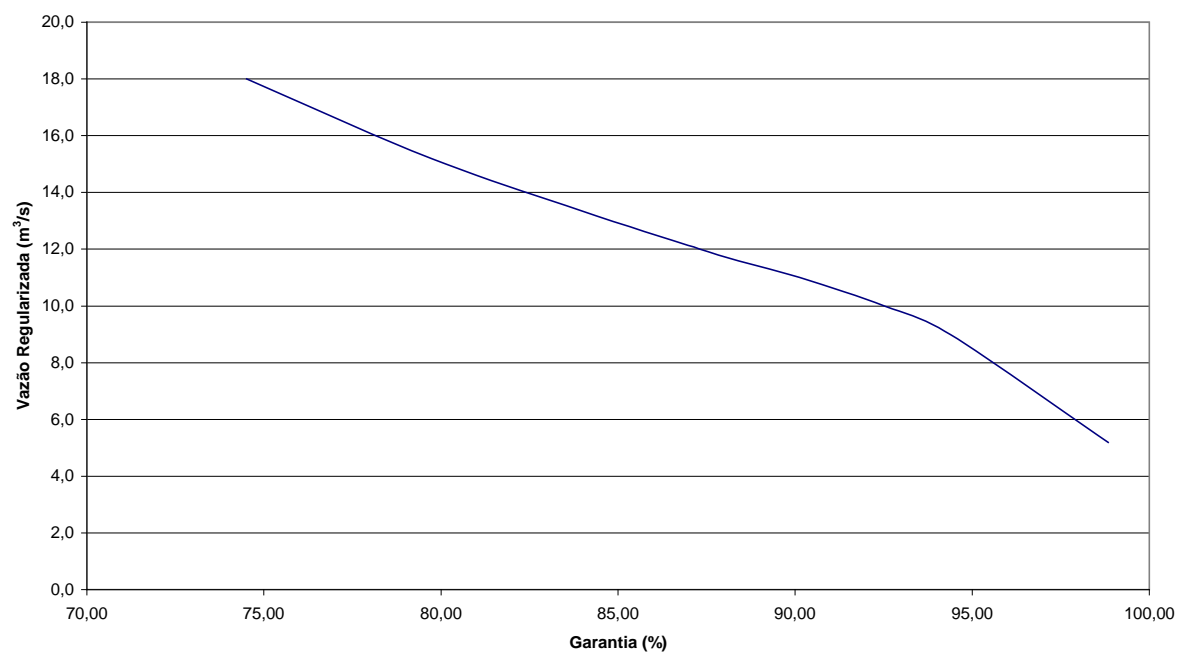
Quadro 3.11 - Canal Escavado em Rocha

Largura do Sangradouro (m)	Vazão Efluente Máxima (m³/s)	Lâmina Máxima de Sangria (m)
200	2553	3,96
250	3039	3,78
300	3474	3,65
350	3864	3,53
VERTEDOURO TIPO CREAGER		
200	3286	3,71
250	3844	3,53
300	4335	3,37
350	4766	3,23

3.5.5. Curva de Regularização

Em complementação aos estudos hidrológicos, apresenta-se a seguir a curva de regularização para a Barragem Fronteiras.

Curva de Regularização do Açude Fronteiras



4.PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM

4 . PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM

4.1. GENERALIDADES

Neste capítulo é apresentado o memorial descritivo da Barragem Fronteiras, que será construída visando o barramento do Rio Poti, no ponto de coordenadas E 288.700 e N 9.441.950, no distrito de Ibiapaba, no município de Crateús, no Estado do Ceará.

O desenvolvimento deste item é feito abordando os seguintes tópicos:

- Relação de Desenhos
- Escolha do Eixo Barrável
- Escolha do Tipo de Barragem
- Barragem de Terra
 - Fundação da Barragem
 - Rebaixamento do Lençol Freático
 - Geometria da Trincheira de Vedação
 - Cortina de Injeção
 - Maciço da Barragem
 - Instrumentação
- Barragem de CCR
 - Fundação da Barragem
 - Rebaixamento do Lençol
 - Maciço da Barragem
 - Sistema de Drenagem
 - Cortina de Injeção
 - Sistema de Vedação
 - Instrumentação

- Sangradouro e Bacia de Dissipação
- Tomada D' água.
- Ponte sobre o trecho submersível

4.2. RELAÇÃO DE DESENHOS

Os desenhos estão apresentados no Volume III, porém para facilitar a descrição deste capítulo, eles são aqui relacionados.

RELAÇÃO DE DESENHOS DO PROJETO BÁSICO DA BARRAGEM FRONTEIRAS

DESCRIÇÃO	NÚMERO
BACIA HIDRÁULICA E CURVA COTA X ÁREA X VOLUME	01/11
ARRANJO GERAL DAS OBRAS	02/11
LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS	03/11
PERFIL GEOLÓGICO GEOTÉCNICO	04/11
LOCALIZAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS	05/11
ESCAVAÇÃO DA FUNDAÇÃO – PLANTA BAIXA E SEÇÃO TIPO	06/11
PERFIL LONGITUDINAL PELO EIXO DA BARRAGEM	07/11
BARRAGEM DE TERRA - SEÇÃO TIPO E DETALHES	08/11
BARRAGEM DE CCR - SEÇÃO TIPO E DETALHES	09/11
SEÇÃO TIPO SANGRADOURO E BLOCO DE PROTEÇÃO	10/11
TOMADA D'ÁGUA – PERFIL LONGITUDINAL E DETALHES	11/11

4.3. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS DE ESCOLHA DO EIXO BARRÁVEL

Para localizar um reservatório dentro das proporções necessárias ao atendimento dos objetivos do empreendimento, foi estudado um trecho do rio Poti em conjunto com o seu afluente pela margem direita, rio Diamante, na região compreendida entre a cidade de Cratêus e a passagem do rio pela Serra da Ibiapaba, próximo da divisa dos estados do Ceará e Piauí.

Foi selecionado um vale estreito onde o rio Poti corta a serra, na direção ocidental, entre as localidades de Ibiapaba e Oiticica.

Neste vale escolheu um eixo para situar o barramento, distante cerca de 2,0 Km a montante da sede do distrito de Ibiapaba, de forma a possibilitar a regularização de toda a sub-bacia do rio Poti, na parte ocidental do Estado do Ceará.

Considerou-se na seleção do local do barramento a possibilidade das águas do reservatório atingirem a zona urbana da cidade de Crateús, a ferrovia de ligação interestadual e as rodovias federais BR-404 e BR-226.

No sítio escolhido para o barramento lançou-se um eixo topográfico de forma a desenvolver-se na região mais estreita do rio e ao longo dos divisores d'água das ombreiras, para obtenção de um maciço de menor volume de construção.

Na ombreira esquerda deparou-se com uma sela topográfica com relevo muito favorável para a localização de um dispositivo de sangria.

4.3.1. Alternativas Tecnológicas de Escolha do Tipo de Barragem

Diante da ocorrência de materiais terrosos com volume suficiente dentro de um afastamento de 3,5 Km para o eixo da barragem, idealizou-se inicialmente uma barragem com maciço em terra buscando-se uma maior economia.

No entanto, com o desenvolvimento das sondagens mecânicas, dentro dos estudos geotécnicos realizados no local, verificou-se que:

- a) As condições do substrato rochoso no local da sela topográfica, idealizada como sangradouro, não são apropriadas para tal finalidade. A rocha gnaissica apresenta-se relativamente profunda, muito macia, altamente intemperizada e muito fraturada.
- b) A ombreira esquerda até o início da zona aluvionar apresenta um substrato rochoso semelhante ao do sangradouro, não sendo adequado para a fundação segura de uma obra de concreto.

- c) Na calha do rio Poti o topo rochoso encontra-se a uma profundidade máxima de 6,50m, constitui-se de um granito são, pouco permeável, resistente e adequado para fundação de qualquer tipo de obra.
- d) Na ombreira direita a rocha granítica aproxima-se da superfície do terreno, inclusive com alguns afloramentos, e permanece com mesmo grau de sanidade do apresentado na calha do rio.

Estas constatações associadas com a inviabilidade de deslocamento do canal do sangradouro para outros locais das ombreiras, no que diz respeito aos volumes necessários de escavação, conduziram a uma nova idealização para o barramento. Esta análise sob os aspectos técnicos e econômicos levou a concepção de um maciço misto de terra e de gravidade de concreto.

Entre o limite da ombreira esquerda e a estaca 10 projetou-se um maciço de terra homogênea e a partir desta estaca até o limite da ombreira direita indicou-se um maciço em CCR. No trecho da barragem de gravidade, em CCR, compreendido entre as estacas 18 e 28 projetou-se uma seção submersível, sangradouro, dotada de uma bacia de dissipação a jusante.

No Quadro 4.1 a seguir é apresentada uma síntese dos trechos e o tipo de barragem escolhido.

Quadro 4.1 – Tipo de Barragem

TIPO DE SEÇÃO	TRECHO	EXTENSÃO (m)
Terra Homogênea	-(12+14,16) a 10	435,14
CCR Insubmersível	10 a 18	160,00
	28 a 70+7,46	846,46
CCR Submersível	18 a 28	200,00

No **desenho n.º 02/11** do Volume III é apresentado o arranjo geral das obras onde observa-se os tipos de barragens adotados.

4.3.2. Barragem de Terra

A barragem de terra desenvolve-se na ombreira esquerda, da estaca $-(12+14,16)$ na parte alta da ombreira até a estaca 10, já na zona aluvionar do rio. A extensão, portanto é de 435,14m, sendo que entre as estacas 9 e 10 o maciço funciona como uma abraço à seção de concreto.

4.3.2.1. Fundação da Barragem

Em toda a extensão do maciço será escavada uma trincheira de vedação, do tipo “cut-off”, até atingir o substrato rochoso alcançando, portanto, sua profundidade máxima no trecho aluvionar limítrofe com a seção de concreto, onde a camada aluvionar apresenta uma profundidade de 6,0m. O “cut-off” será escavado com talude 1:1 (H:V) e terá 8,0m de base sobre o substrato.

Na região compreendida entre as estacas 7 e 13 o solo aluvionar superficial deverá ser removido até uma profundidade de 1,5m, para assentamento do maciço na região do abraço com a seção em gravidade, tendo em vista os baixos valores de SPT observados nessa região.

No restante da barragem de terra o maciço será assente diretamente no solo de cobertura, após a remoção superficial do material de expurgo e blocos soltos.

4.3.2.2. Rebaixamento do Lençol Freático

Para a escavação da trincheira de vedação do maciço de terra ao longo de toda a ombreira não será necessário rebaixamento, pois a escavação se dará sem presença do lençol d'água, no entanto, no trecho aluvionar entre estacas 7 e 9, será necessário o rebaixamento do lençol freático que na época da estação chuvosa foi encontrado a menos de 1,0m da superfície do terreno.

4.3.2.3. Cortina de Injeção

No eixo da trincheira de vedação será executada uma cortina de impermeabilização, composta de uma única linha de furos, estendendo-se entre as estacas 1 e 8+16, com profundidade de 9,0m entre as estacas 1 e 4+12 e a partir desta estaca com profundidade de 18m.

4.3.2.4 Maciço da Barragem

O maciço é de terra homogênea, com seção trapezoidal com 8,0m de largura e coroamento na cota 269,50m. A inclinação do talude de montante é de 2,0: 1,0 (H:V) do coroamento até a cota 267,70, de 2,5 :1,0 (H:V) até a cota 258,00 e partir desta é de 3,0 :1,0 (H:V) até o terreno natural. O talude de jusante tem inclinação de 1,5 : 1,0 (H:V) do coroamento até a cota 267,70, de 2,0 : 1,0 (H:V) entre as cotas 267,70 e 258,00 e 2,5 :1,0 (H:V) abaixo da cota 258,00.

No talude de jusante foi projetada uma berma, com largura de 2,0m, na cota 258,00, e um rock-fill na cota 246,00m.

O Rock-fill tem seção trapezoidal, com 4,0m de largura e coroamento em cota fixa em toda região onde o terreno tenha cota inferior a 246,00m, após a remoção de uma camada de 1,50m de solo de baixa resistência. Os taludes tem inclinação de 1:1 (H:V) para o lado montante e 1,5:1 (H:V) para o lado jusante, sendo sua base aprofundada até o substrato rochoso. Mesmo na zona do abraço da barragem de terra, onde o substrato rochoso encontra-se mais profundo, este aprofundamento do rock-fill deve ser obedecido pela razão de que são esperadas algumas turbulências nessa região, e conseqüentemente alguns processos erosivos, originados pelo fluxo do sangradouro.

Na ombreira o “rock-fill” será uma camada de 1 m de espessura e com altura fixa de 1,0m acima da fundação, acompanhando a inclinação do talude de terra. A seção tipo da barragem de terra é apresentada no **desenho nº 08/11** do Volume III.

O paramento de montante da barragem de terra será protegido contra ação das ondas por um “rip-rap” constituído por uma camada de enrocamento, com D médio \cong 0,60m, numa espessura de 0,90m e sobreposto a uma camada de transição, executada com brita, numa espessura de 0,30m.

A drenagem do maciço será feita por um filtro do tipo chaminé com largura de 1,0m e topo na cota 267,40m, e por um filtro horizontal que encobre toda a extensão de jusante, a partir do filtro chaminé, indo até o “rock-fill”.

Entre as estacas 9 e 10, onde a barragem de terra abraça a de CCR, o filtro chaminé fica em contato direto com o maciço de concreto, obedecendo as inclinações deste maciço.

Para a transição do filtro chaminé entre a posição vertical e a inclinada indicou-se uma extensão de 40 metros, ou seja, entre estacas 7 e 9.

4.3.2.5. Instrumentação

Concentrou-se a instrumentação da barragem de terra na sua região que transcorre entre o início da zona aluvionar e o contato com a obra de CCR.

Foram projetados marcos de superfície para medir algum possível deslocamento do maciço em duas seções (estaca 7 e 8+10), sendo posicionado um no coroamento da barragem, um na berna de jusante e outro no topo do “rock-fill”.

Piezômetros do tipo Casa Grande foram indicados para serem instalados no contato do solo de fundação com o substrato rochoso, em duas seções distintas (estaca 6 e 8+10). Em cada seção foram previstos 2 piezômetros, um instalado a partir do eixo do maciço e outro no ponto médio da banquetta de jusante.

4.3.3. Barragem em CCR

Barragem em CCR pode ser dividida em dois tipos distintos por suas funções. O primeiro dito trecho insubmersível tem como única função o barramento das águas do reservatório, transcorrendo nas estacas 9 até 18 e 28 até 70+7,46. O segundo tipo consiste em um trecho submersível que tem como objetivo funcionar como extravasor das águas excedentes (Sangradouro), transcorrendo entre as estacas 18 e 28. No trecho entre estacas 9 e 10 a seção em CCR será abraçada pelo maciço de terra desde o nível do coroamento. As seções tipo e detalhes são apresentadas no **desenho 09/11** do Volume III.

4.3.3.1. Fundação da Barragem

Em toda a extensão do maciço de CCR, em seu trecho submersível e nos trechos insubmersíveis, a fundação será feita sobre o substrato são da rocha granítica.

Com base nas sondagens mecânicas inferiu-se a cota do substrato rochoso e a conseqüente espessura do aluvião a ser escavado, no trecho limitado pelas campanhas de sondagem. No Quadro 4.2 são apresentados estes parâmetros ao longo do eixo da

barragem na região limitada pelas campanhas de sondagem, com o objetivo de uma estimativa das escavações necessárias.

Quadro 4.2. Estimativa do Pacote Aluvionar no Eixo da Barragem de CCR

ESTACA	COTA DO TERRENO	COTA DO TOPO ROCHOSO	ESPESSURA DO ALUVIÃO
9	242,9	236,6	6,3
10	242,1	235,8	6,3
11	240,8	235,3	5,5
12	240,6	235,0	5,5
13	242,4	234,8	7,6
14	240,9	234,8	6,5
15	242,5	234,3	8,2
16	242,0	234,0	8,0
17	241,7	233,9	7,8
18	240,9	233,9	7,0
19	241,9	234,1	7,8
20	242,6	234,2	8,4
21	240,9	234,2	6,8
22	239,7	235,3	4,4
23	242,1	236,6	5,4
24	243,3	237,4	5,9
25	243,0	238,5	4,5
26	243,0	239,8	3,2
27	241,8	240,1	1,8
28	243,0	240,7	2,3
29	243,6	241,2	2,4
30	244,0	241,7	2,3
31	245,2	242,2	3,0
32	245,9	243,2	2,7
33	246,7	244,3	2,4
34	247,2	245,7	1,5
35	248,3	246,9	1,4
36	249,1	248,2	0,9
37	250,0	249,4	0,6
38	250,9	250,7	0,2
39	252,7	252,4	0,3

ESTACA	COTA DO TERRENO	COTA DO TOPO ROCHOSO	ESPESSURA DO ALUVIÃO
40	253,4	252,9	0,5

A planta da escavação da fundação dos maciços é apresentada no **desenho nº 06/11** do Volume III.

4.3.3.2. Rebaixamento do Lençol

Para a escavação do material sobrejacente a fundação rochosa da barragem de concreto será necessário o bombeamento do lençol freático, de forma a rebaixá-lo o suficiente para que o tratamento da fundação seja realizado sem a presença d'água. Isto se faz necessário na zona aluvionar do rio, isto é, aproximadamente entre estacas 9 e 27 (extensão de 360m), onde o nível do lençol foi observado, durante as sondagens, variando de 0,60 à 2,20m abaixo do terreno natural.

4.3.3.3. Maciço da Barragem

Será considerado neste item a descrição apenas do segmento não submersível da barragem de CCR sendo o trecho submersível tratado no item 4.5- Sangradouro.

No trecho não submersível a barragem de concreto será constituída de uma série de blocos limitados por juntas de dilatação. No Quadro 4.3 são apresentadas as larguras e estacas limítrofes desses blocos.

Quadro 4.3 – Blocos que Constituem o Segmento não Submersível

ESTACA	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LARGURA (m)
01	9	10	20
02	10	11	20
03	11	12	20
04	12	13	20
05	13	14	20
06	14	15	20
07	15	16	20
08	16	17	20

ESTACA	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	LARGURA (m)
09	17	17 + 10	10
10	17 + 10	28	10
21	28	28 + 10	10
22	28 + 10	29	10
23	29	30	20
24	30	31	20
25	31	32	20
26	32	33	20
27 A 63	33	70	20
64	70	70 + 7,45	7,45

A seção tipo da barragem de CCR apresenta um coroamento na cota 269,50m e uma largura de 8,0m. O talude de montante é vertical e o de jusante desce vertical até a cota 258,83m quando passa a desenvolver-se com uma inclinação de 0,75:1 (H:V). Nos blocos 1 a 4, ou seja, entre estacas 9 e 13 o talude de jusante tem uma inclinação de 1:10 (H:V) para propiciar uma melhor compactação do solo do “abraço”, no contato com o maciço de concreto. Com uma compactação eficiente estará assegurada a estanqueidade dessa interface. O bloco nº 01, na sua face transversal ao eixo, também será construído com inclinação 1:10 (H:V), pelas mesmas razões.

Os blocos que limitam a zona insubmersível da submersível (sangradouro), nº 10 e 21, apresentam uma seção tipo ligeiramente diferente, pois o talude de jusante, com inclinação 0,75:1 (H:V), parte da cota 264,37, prosseguindo até o nível 245,00 onde desenvolve-se plano.

Os taludes de jusante foram idealizados com degraus de 0,45m na horizontal com 0,60m na vertical.

O coroamento será executado em CCR semelhante as camadas imediatamente subjacentes, com caimento de 2% para montante. Ele terá em ambos os lados guarda-corpos do tipo barreira “New Jersey”, com dreno na base de montante em PVC com \square 4”, a cada 10 metro. Esse tipo de guarda corpo deverá ser interrompido na ponte sobre a zona submersível.

O maciço deverá ser construído com dois tipos de CCR, sendo um de maior teor de cimento dito CCR1 (com 90kg de cimento por m³) e outro mais pobre, dito CCR2, com 70 kg de cimento/m³.

O CCR1 será usado abaixo da cota 258,00m, numa faixa de 5m de largura contada a partir da face de montante, prosseguindo até a fundação rochosa. Também será executado em CCR1 toda a largura da barragem abaixo da cota 246,00.

O restante do maciço de concreto será executado com o CCR2, inclusive os degraus de jusante.

No Quadro 4.4 são apresentadas as composições inicialmente indicadas para esses dois tipos de CCR.

Quadro 4.4 – Composição de Ccr (Kg/Cm³)

MATERIAIS	CCR1	CCR2
Cimento	90	70
Água	132	132
Areia Siltosa	152	154
Areia de Rio	644	653
Areia Artificial	219	222
Brita 25mm	711	712
Brita 50mm	473	474

A areia siltosa para as misturas dos traços de CCR poderão ser obtidas nas partes aluvionares junto a calha do rio, caso elas confirmem a ausência de solos argilosos. A areia de rio deverá ser extraída dos bancos do rio Poti e os agregados pétreos do beneficiamento da rocha da pedreira P-01.

Foi indicada a utilização de uma argamassa de berço, com espessura de 1,0 cm, entre as camadas de CCR, em toda a largura da seção da barragem, independente do tipo de CCR, com a finalidade de promover a ligação efetiva entre as camadas.

Para assegurar uma zona impermeável a montante será construída uma faixa de concreto convencional vibrado, a partir de face de montante, em toda a altura da barragem. Esta zona de concreto vibrado deverá ter uma largura de 0,50m entre o coroamento e a cota 254,00, uma largura de 0,75m entre cotas 254,00 e 244,00 e uma largura de 1,00m abaixo da cota 244,00m.

Transversalmente ao maciço de concreto serão abertas juntas de contração, ao longo de toda seção, formando blocos com espaçamento típico de 20 metros. Estas juntas deverão ter suas localizações finais definidas a partir do mapeamento geológico – geotécnico da fundação após as escavações.

4.3.3.4. Sistema de Drenagem

Foi prevista uma linha de drenos, formados com diâmetro de 15,0 cm na região do concreto convencional da face de montante, nas juntas de contração.

Eles têm a finalidade de captar qualquer fluxo que passe pela primeira linha de vedação das juntas.

Uma segunda linha de proteção do maciço de concreto foi prevista através de furos de 7,5cm com espaçamento a cada 4 m, ao longo do eixo longitudinal e situados a cerca de 7,0m da face de montante.

Para assegurar a captação de fluxos pela fundação rochosa também foram indicados drenos verticais, com diâmetro de 7,5cm, espaçados a cada 4 metros e distantes do paramento de montante de 7,5m.

Todos os fluxos coletados por estes drenos serão conduzidos para uma galeria de drenagem a ser construída entre as estacas 9+10 e 37, com uma largura de 2,50 m e altura de 3,00m, com sua face de montante distando 5,0m para o paramento de montante da barragem. A galeria foi idealizada com o piso na cota 246,00 entre as estacas 9+10 e 17+8,75, na cota 248,00 entre estacas 17+8,75 e 33+18,75 e a partir desta estaca última com inclinação variável até a estaca 37, onde atinge a cota 250,00. Para conduzir o fluxo recebido por esta galeria de drenagem previu-se quatro galerias de acesso ao talude de jusante, nas estacas 13+18,75, 17+8,75, 28+11,25 e 33+18,75.

No trecho entre as estacas 37 e 44+16 os drenos serão captados por uma caixa de brita, de 0,60 x 0,60 m, que conduzirá por gravidade os fluxos para a galeria de drenagem na estaca 37.

O trecho da galeria com cota de fundo menor tem por objetivo reduzir uma possível subpressão na zona de maior altura do maciço, e o nível do segundo trecho da galeria foi limitado pela presença da tomada d'água.

O perfil longitudinal da barragem, com a localização da galeria de drenagem e apresentado no **desenho nº 07/11** do Volume III.

4.3.3.5. Sistema de Vedação

O sistema de vedação das juntas de contração constitui-se de duas linhas de juntas de vedação em PVC, do tipo Fungenband O-35, situadas a 0,30 e 0,9m da face de montante, respectivamente, engastadas 0,60m na rocha de fundação e prolongando-se até a camada de revestimento do coroamento. Na região de localização das juntas o concreto convencional de face se estenderá até 1,10m da face de montante.

Para impermeabilização da rocha de fundação será executada uma cortina de injeção, através da galeria de drenagem, com uma inclinação de 20° para montante, em toda a extensão da barragem. Previu-se, preliminarmente, uma profundidade abaixo do substrato rochoso, de 15,0 m para o trecho compreendido entre estacas 9 e 37. No trecho da barragem onde a drenagem passa a ser efetuada através de caixa de brita entre estacas 37 e 44+16 as injeções serão executadas após o tratamento da superfície da fundação e terão uma profundidade estimada de 9,0m.

4.3.3.6. Instrumentação

A instrumentação indicada para o maciço de concreto da Barragem Fronteiras foi concebida tendo como filosofia os seguintes aspectos:

- os objetivos para o programa de instrumentação;
- a estimativa de tais objetivos serem obteníveis;
- a variedade mínima para atingir os objetivos;

- arranjo mínimo dos instrumentos escolhidos para prover a necessidade dos dados;
- a escolha dos tipos de instrumentos mais simples, confiáveis e robustos.

A instrumentação da estrutura de concreto tem como objetivo:

- obter informações durante a construção de modo a completar ou modificar o projeto;
- verificar as hipóteses e segurança do projeto durante a construção e a operação;
- obter informações de situações peculiares para uso em projeto futuros no estado.

Para verificação das temperaturas alcançadas no interior da massa de CCR e no seu contato com o exterior, foram indicados, em quatro seções, duas linhas de termômetros, distribuídas ao longo da altura da barragem. Seus cabos serão posicionados dentro de dutos que transcorrem pelo talude de jusante até um quadro de registros dentro das galerias de acesso. O número de termômetros indicado é de 24 unidades.

Para o acompanhamento e registros das subpressões no contato com a fundação rochosa foram indicados piezômetros abertos, tipo Casagrande modificado, em cinco seções da galeria de drenagem. Em cada seção escolhida serão instalados dois piezômetros, um a montante e outro a jusante da linha de drenagem da fundação. O número total de piezômetros projetados é de 8 unidades.

Medidores triortogonais de juntas foram indicados para serem instalados nas juntas entre os blocos, dentro da galeria de drenagem, com a finalidade de medir deslocamentos em 3 planos diferentes, com auxílio de um sistema de apoios fixados convenientemente na estrutura. Foram indicados 14 unidades.

Marcos de superfície, implantados através de pinos incrustados na posição central do revestimento do coroamento, serão responsáveis pelos registros de deslocamentos verticais que porventura ocorram ao longo da barragem de concreto. Como referência serão instalados dois “bench-marcks” nas ombreiras. O número total de marcos projetados é de 10 unidades.

4.3.4. Sangradouro

A sangria do volume excedente do lago será feita através da seção de CCR submersível situada entre as estacas 18 e 28. No entanto, pela presença de onze pilares com 1,0 m de largura, cada, a largura útil de vertimento na ogiva é de 189,00 m.

A seção do maciço neste trecho apresenta um coroamento na cota 262,70, numa ogiva em formato de um perfil creager, seguida para jusante de um talude com inclinação de 0,75:1,0 (H:V). O talude será executado em degraus para dissipação da energia do caudal de sangria.

A partir da cota 241,50 m será executada uma bacia de dissipação, com 20m de extensão, que restituirá o fluxo ao leito do rio original.

O maciço de concreto deste segmento submersível segue as mesmas concepções do trecho insubmersível, com juntas de contração a cada 20m. mesmo sistema de drenagem e de vedação, porém com o núcleo formado unicamente por CCR1.

Quanto a vedação das juntas de contração, será executada por duas juntas de PVC no paramento de montante e prosseguida a junta de vedação mais externa pela crista do sangradouro, talude de jusante e bacia de dissipação.

Os drenos serão tamponados antes de atingir a superfície de escoamento.

Nesta seção a faixa de concreto convencional de face será estendida à ogiva do sangradouro e todo o talude de jusante, além de revestir numa espessura de 1,2m a bacia de dissipação.

Os blocos nºs 10 e 21, não submersíveis, funcionarão como contenções laterais ao fluxo do sangradouro e bacia de dissipação, tendo, portanto, uma seção tipo distinta das demais, inclusive com uma largura de somente 10 metros cada.

A seção tipo do sangradouro e seu muro lateral de proteção é apresentado no **desenho nº 10/11** do Volume III.

4.3.5. Tomada D'água

A tomada d'água da Barragem Fronteiras foi localizada na estaca 31+10, disposta ortogonalmente em relação ao eixo do maciço. A tomada d'água é composta por duas tubulações em paralelo com 2000mm de diâmetro cada. Na extremidade de jusante de cada uma das tubulações foram previstas duas derivações de 1.000mm.

Para cada conduto foram previstos equipamentos de controle. Na entrada, em sua parte mais a montante, foram projetadas grades e a jusante destas foram localizadas as comportas do tipo stop-log. Cada comporta será acionada por uma haste oca, revestida com aço carbono, que também servirá de conduto de aeração.

A jusante de cada derivação de 1000mm previu-se uma válvula dispersora (Howell-Bunger) de 900mm de diâmetro, perfazendo um total de quatro unidades.

Os condutos de tomada d'água, interno ao maciço da barragem, serão envolvidos por uma zona de concreto vibrado resfriado, com substituição de parte da água por gelo, formando uma seção retangular de 10,00m de largura por 4,0m de altura, sendo a distância entre os condutos de 3,00m.

As comportas serão acionadas a partir de uma casa de comando situada no coroamento da barragem. No bloco em que está situada a tomada d'água, entre as estacas 31 e 32, o paramento de montante do maciço avançará 1,50m no sentido do reservatório, com mais uma sacada de 0,50m.

A tomada d'água é detalhada no desenho **nº 11/11 do Volume III**.

4.4. PONTE SOBRE O SANGRADOURO

Para permitir o tráfego contínuo sobre o coroamento da barragem, projetou-se uma ponte de concreto sobre o sangradouro, com 200m de extensão e largura total de 10m. A referida ponte é sustentada por onze pilares que se apóiam diretamente na ogiva do sangradouro, formando 10 vãos de 16,0m e dois extremos de 14,50m.

Cada pilar tem largura de 1 metro, portanto, a largura livre do vertedouro na ogiva é de 189 metros lineares.

4.5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O cronograma de construção das obras da barragem foi elaborado com o objetivo de orientar a firma executante quanto a seqüência de execução de cada serviço e seus períodos adequados. A concepção do cronograma baseou-se na observação da região quanto à intensidade de chuva nos diversos períodos do ano. O cronograma deverá ser observado em suas etapas de trabalho, a fim de que, em seu conjunto, as obras tenham um bom desenvolvimento.

O cronograma consta basicamente de duas etapas bem características, quais sejam, períodos de estiagem e períodos de chuva. Programou-se o início da execução das obras para o começo de um período seco e o término 24 meses após.

Buscou-se dentro dos limites de tempo e do clima, encaixar as obras de terraplenagem escavações de fundações e trabalho na zona da calha do rio no período seco do ano, e para o período chuvoso, trabalhos tais como escavação em rocha e concretagem do maciço de CCR.

No Quadro 4.5, apresentado a seguir, é mostrado o cronograma de construção com os diversos serviços e seus respectivos tempos de execução.

QUADRO 4.5 -CRONOGRAMA DE SERVIÇOS

SERVIÇOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. Instalação do Canteiro de Obras	■																							
2. Mobilização dos Equipamentos	■																							
3. Limpeza do Local da Barragem e Empréstimos		■																						
4. Escavação da Trincheira de Vedação da Barragem de Terra			■																					
5. Escavação da Fundação da Barragem de CCR			■	■																				
6. Injeções de Impermeabilização no Maciço de Terra				■																				
7. Tratamento das Fundações da Barragem de CCR no Leito do Rio				■	■																			
8. Exploração das Jazidas				■	■	■							■	■	■	■	■	■	■					
9. Execução do Maciço de Terra				■	■	■							■	■	■	■	■	■	■					
10. Execução do Maciço de CCR no Leito do Rio					■	■	■	■																
11. Execução da Tomada D'água									■	■														
12. Execução do Maciço de CCR nas Ombreiras											■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
13. Injeção de Impermeabilização no Maciço de CCR																	■	■	■					
14. Instalação dos Equipamentos Hidromecânicas																				■	■	■	■	■
15. Acabamento das Obras																								■

5. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS

5. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS

5.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

5.1.1. População Residente

Os dados divulgados pelo IBGE, relativos ao Censo Demográfico de 2000, mostram que a bacia do rio Poti apresenta população de 329.103 habitantes, equivalente a 4,4% da população estadual. Em termos de domicílio, a população de 168.359 (51,2%) reside na área rural e 160.744 (48,8%) habitantes residem nas áreas urbanas. Em termos absolutos, percebe-se liderança do município de Crateús.

Quadro 5.1 - Bacia do Rio Poti - População Residente, Total, Urbana e Rural (2000)

Municípios	População Urbana	População Rural	População Total
Ararendá	4.075	5.933	10.008
Carnaubal	6.925	8.305	15.230
Crateús	47.549	23.349	70.898
Croatá	7.298	8.766	16.064
Guaraciaba do Norte	14.826	20.211	35.037
Ibiapina	8.231	13.926	22.157
Independência	10.265	14.997	25.262
Ipaporanga	3.203	8.044	11.247
Novo Oriente	12.709	13.410	26.119
Poranga	7.135	4.602	11.737
Quiterianópolis	5.068	13.287	18.355
São Benedito	20.970	18.924	39.894
Ubajara	12.490	14.605	27.095
Total da Bacia	160.744	168.359	329.103
Ceará	5.315.318	2.115.343	7.430.661

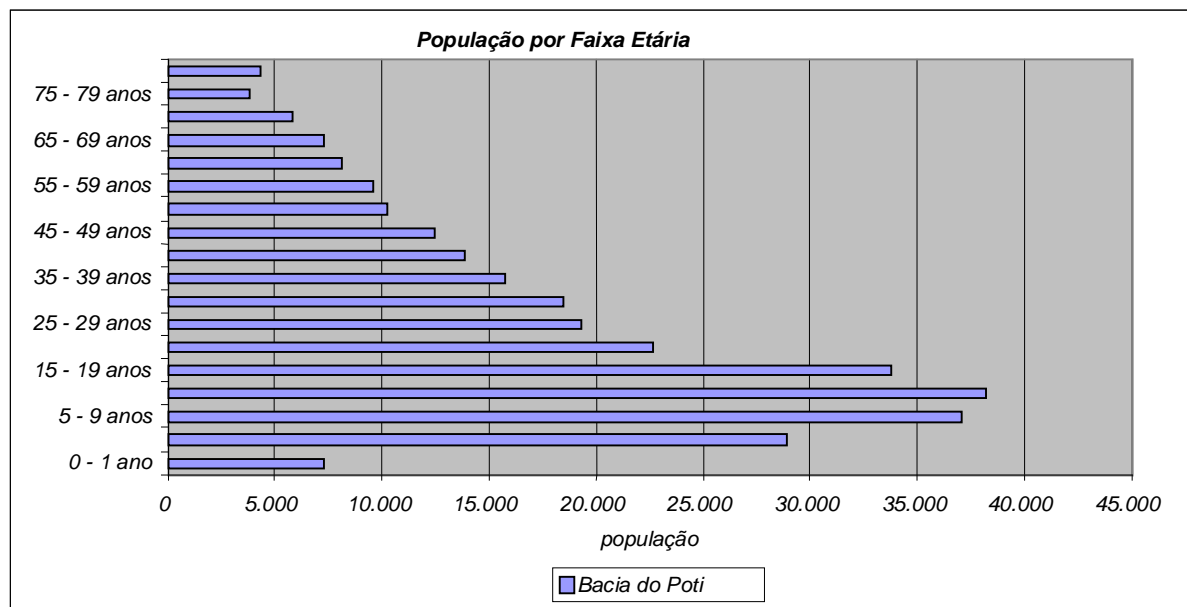
Fonte: IBGE – Censo Demográfico de 2000

Um outro aspecto a observar é a taxa de urbanização dos municípios. Percebe-se que ela é mais elevada para os municípios que apresentam maior densidade demográfica e/ou dispõem de uma dinâmica econômica própria que os caracterizam como municípios polarizadores de outros em suas proximidades. O município mais dinâmico e com maior poder polarizador é Crateús.

Um outro aspecto relevante sobre a população dos municípios é a sua distribuição por idade. O gráfico abaixo representa a distribuição etária da bacia do rio Poti.

É bastante expressiva a participação dos jovens (faixa de idade até 19 anos), que responde por 48,8% da população total da bacia.

Figura 5.1- Bacia do Rio Poti - Distribuição Etária da População - 2000



Os municípios com uma maior proporção de população mais jovem são Croatá, Ibiapina, Poranga e São Benedito.

De uma forma mais específica, pode-se perceber a proporção da população em idade ativa. De acordo com o que é estabelecido no Brasil, ela abrange aqueles com 10 anos ou mais. Neste caso, a bacia do Poti apresenta 75,4% da população com 10 anos ou mais, ou seja, em idade ativa.

Quadro 5.2 - Distribuição da População por Faixa Etária (%) - 2000

Discriminação	Faixas Etárias				
	0-9 anos	10-14 anos	15-19 anos	20 anos e mais	Total
Bacia do Poti	24,6	12,8	11,4	51,2	100,0

Fonte dos dados originais: IBGE – Censo Demográfico de 2000.

5.1.2. Projeção da População

As estimativas populacionais devem ser elaboradas a partir de vários métodos e modelos que incorporem em suas análises as tendências de crescimento vegetativo e demais variáveis explicativas baseadas numa série de fatores físicos e sócio-econômicos. Os métodos demográficos mais modernos baseiam-se na utilização do método dos componentes. Estes métodos se caracterizam em dividir a população por faixas etárias e por sexo e, então, realizam-se as projeções assumindo hipóteses específicas quanto a mortalidade, a fertilidade e a migração para cada grupo específico.

Para o presente estudo, a escolha do modelo de projeção populacional baseou-se nos levantamentos censitários mais recentes (1980, 1991, 1996 e 2000), procurando-se encontrar o ajustamento estatístico da curva observada e obtida com base nos dados censitários.

Assim, foram considerados cinco modelos estatísticos, a saber: (a) Modelo Linear; (b) Modelo Potência; (c) Modelo Exponencial; (d) Modelo Logarítmico e (e) Modelo Polinomial.

a) Modelo Linear

O método de projeção baseado neste modelo é expresso por uma equação linear simples, ou seja:

$$P_n = a + b.x_n$$

Onde:

P_n = população da localidade no n-ésimo ano;

X_n = número de anos entre T_n e T_0 ($x = T_n - T_0$);

a e b = parâmetros a serem estimados.

b) Modelo Potência

Conforme este modelo, a determinação da taxa de crescimento populacional é expressa por uma função potência, isto é:

$$P_n = a.x_n^b \quad (a > 0)$$

c) Modelo Exponencial

Este modelo considera uma função exponencial para a determinação do modelo de projeção populacional.

$$P_n = ae^{bx} \quad (a > 0; P_n > 0)$$

d) Modelo Logarítmico

Conforme este modelo, a projeção populacional é feita ajustando-se uma função logarítmica, ou seja:

$$P_n = a + b.Ln(x_n)$$

e) Modelo Polinomial

$$P_n = a.x^2 + b.x + c$$

A escolha do método para a projeção da população baseou-se no modelo estatístico que melhor expressou a tendência histórica do crescimento populacional, considerando os valores populacionais censitários relativos aos anos de 1.980, 1.991 e 1.996, obtidos junto à Fundação IBGE. A decisão quanto ao método a ser utilizado baseou-se no valor do coeficiente R^2 associado a cada regressão, conforme modelos indicados anteriormente.

Constatou-se, porém, que, apesar das projeções apresentarem valores bastante satisfatórios, os resultados em alguns municípios foram questionáveis, ocorrendo variavelmente uma acentuada superestimativa e, por outras, uma subestimativa. Assim, dada a necessidade de realizar os estudos de projeção, foram adotadas, após observadas as possíveis alternativas, a seguinte estratégia, conforme procedimento a seguir:

- Estimativa do crescimento populacional pelo uso do Método logístico de Verhulst³, o qual se baseia na hipótese de que o comportamento futuro da população se dá através de uma curva com as seguintes características: inicialmente, ocorre um crescimento acelerado, seguido por outro retardado e, finalmente, uma população que tende a se estabilizar até o limite de sua saturação. A expressão matemática que caracteriza a equação logística é dada a seguir:

$$P = \frac{P_s}{1 + e^{a-b.T}}$$

Onde: P = população num determinado ano;

P_s = população de saturação;

e = base dos logaritmos neperianos;

a, b = parâmetros da curva;

T = intervalo de tempo do ano determinado e T_0 .

- Sendo constatada a inaplicabilidade da curva logística para aqueles municípios que não se ajustaram aos métodos anteriores, fez-se uma análise comparativa entre a taxa média geométrica do município no último período intercensitário (1991-1996) com aquela obtida pelo município vizinho. Tendo sido observado uma semelhança entre os dois valores, adotou-se para o município em questão as taxas de crescimento do município vizinho que tenha apresentado o melhor ajustamento dos métodos descritos anteriormente.

³ DACACH, N.G., Sistemas Urbanos de Águas, cap. 4 – Previsão das Populações; 1975.

Quadro 5.3 - Bacia do rio Poti - População Residente em 2000 e Projeções

Discriminação	2000	2005	2010	2020	2030
Ararendá	10.008	11.451	11.083	12.230	13.392
Carnaubal	15.230	17.395	18.538	20.977	23.453
Crateús	70.898	73.435	85.438	94.345	103.521
Croatá	16.064	18.413	19.333	21.874	24.450
Guaraciaba do Norte	35.037	36.902	38.228	43.249	48.332
Ibiapina	22.157	23.942	24.519	27.737	30.991
Independência	25.262	26.287	26.413	29.150	31.934
Ipaporanga	11.247	12.307	11.154	12.304	13.462
Novo Oriente	26.119	28.553	29.258	32.292	35.384
Poranga	11.737	12.783	13.740	15.168	16.629
Quiterianópolis	18.355	19.790	17.428	19.222	21.023
São Benedito	39.894	44.883	48.484	54.866	61.356
Ubajara	27.095	30.666	32.527	36.804	41.145
Total	329.103	356.807	376.143	420.218	465.072

Quadro 5.4 - Bacia do rio Poti - População Residente Total e Rural em 2000 e Projeções

Discriminação	2000	2005	2010	2020	2030
Ararendá	10.008	11.451	11.083	12.230	13.392
Rural	5.933	7.538	5.639	6.214	6.780
Urbana	4.075	3.913	5.444	6.016	6.612
Carnaubal	15.230	17.395	18.538	20.977	23.453
Rural	8.305	8.505	7.062	7.978	8.879
Urbana	6.925	8.890	11.476	12.999	14.574
Crateús	70.898	73.435	85.438	94.345	103.521
Rural	23.349	26.017	19.461	21.446	23.399
Urbana	47.549	47.418	65.977	72.899	80.122
Croatá	16.064	18.413	19.333	21.874	24.450
Rural	8.766	9.634	7.999	9.036	10.057
Urbana	7.298	8.779	11.334	12.838	14.393
Guaraciaba do Norte	35.037	36.902	38.228	43.249	48.332

Discriminação	2000	2005	2010	2020	2030
Rural	20.211	20.432	16.964	19.164	21.329
Urbana	14.826	16.470	21.264	24.085	27.003
Ibiapina	22.157	23.942	24.519	27.737	30.991
Rural	13.926	13.873	11.518	13.012	14.482
Urbana	8.231	10.069	13.001	14.725	16.509
Independência	25.262	26.287	26.413	29.150	31.934
Rural	14.997	15.795	11.815	13.020	14.205
Urbana	10.265	10.492	14.598	16.130	17.729
Ipaporanga	11.247	12.307	11.154	12.304	13.462
Rural	8.044	9.280	6.942	7.650	8.346
Urbana	3.203	3.027	4.212	4.654	5.116
Novo Oriente	26.119	28.553	29.258	32.292	35.384
Rural	13.410	16.275	12.174	13.416	14.637
Urbana	12.709	12.278	17.084	18.876	20.747
Poranga	11.737	12.783	13.740	15.168	16.629
Rural	4.602	6.289	4.704	5.184	5.656
Urbana	7.135	6.494	9.036	9.984	10.973
Quiterianópolis	18.355	19.790	17.428	19.222	21.023
Rural	13.287	15.710	11.751	12.950	14.129
Urbana	5.068	4.080	5.677	6.272	6.894
São Benedito	39.894	44.883	48.484	54.866	61.356
Rural	18.924	20.535	17.050	19.261	21.437
Urbana	20.970	24.348	31.434	35.605	39.919
Ubajara	27.095	30.666	32.527	36.804	41.145
Rural	14.605	15.332	12.730	14.381	16.006
Urbana	12.490	15.334	19.797	22.423	25.139
Total	329.103	356.807	376.143	420.218	465.072
Rural	168.359	185.215	145.809	162.712	179.342
Urbana	160.744	171.592	230.334	257.506	285.730

5.1.3. Projeção da População e Comportamento da Economia

Para refinar as projeções da população utilizou-se o pressuposto de que, no ambiente sócio-econômico da região, há uma relação direta entre o ritmo de crescimento populacional e as perspectivas de elevação progressiva do nível de atividade produtiva com o conseqüente aumento da oportunidade de trabalho. Do ponto de vista do quadro sócio-econômico cearense, a mobilidade da mão-de-obra aumenta na medida em que são desenvolvidas atividades econômicas. Há uma correlação direta entre crescimento da população e evolução do PIB nos espaços geográficos onde existem vazios demográficos decorrentes da falta de oportunidade de emprego.

Com a política de promoção e de gerenciamento dos recursos hídricos, os programas de irrigação associados a essa política e o prolongamento desses programas agrícolas em programas industriais não somente contribuirá para o aumento do valor agregado e do número de postos de trabalho, mas também atuará para reter a emigração e quiçá estimular a imigração.

Considerou-se, então, na metodologia desenvolvida, que a estimativa da população a partir da influência do desempenho das atividades produtivas consiste em conjugar (a) as estimativas da População Ocupada com (b) os coeficientes representativos da *razão* População Ocupada/População Total ao longo do tempo.

Os pressupostos são os seguintes:

- a) aumento da produtividade é, por definição, aumento mais que proporcional do produto por trabalhador;
- b) se esse aumento da produtividade estiver alavancando o crescimento da economia como um todo, é lícito admitir o crescimento das atividades produtivas, do emprego e, pelo menos no médio prazo, da razão População Ocupada/População Total. Quanto ao emprego, particularmente, a experiência histórica ensina que o avanço da produtividade, e da tecnologia que a promove, pode destruí-lo no curto prazo, mas recriá-lo mais que compensatoriamente no médio e no longo prazos;

- c) aumento também relativo do produto, conjugadamente com o aumento da razão População Ocupada/População Total, - significa necessariamente elevação da renda per capita;
- d) as observações confirmam que quando a Produtividade da População Ocupada cresce simultaneamente com o crescimento de sua posição relativa dentro da População Total, então o PIB per capita cresce; e cresce mais que o índice daquela Produtividade.

Os resultados das projeções populacionais obtidos através das metodologias supracitadas, com base nos três cenários possíveis referentes ao desempenho prospectivo do PIB estudados, são destacados nos Quadros 5.3 e 5.4. Nos quadros 5.5, 5.6 e 5.7 são retratadas as demandas hídricas atuais e futuras dessa população, considerando diferentes hipóteses de crescimento populacional.

Quadro 5.5 - Demanda atual e projeção da demanda hídrica humana dos Municípios da Sub-bacia do Parnaíba

Municípios	Demanda 1996 m3/ano	Demanda líquida (m3/ano)				
		Anos				
		2000	2005	2010	2020	2030
Sub-bacia	11.351.102	15.890.733	19.782.565	23.917.459	33.744.325	45.369.577
Ararendá (Município)	354.517	514.157	633.878	702.595	976.685	1.296.629
Ararendá (Sede)	83.948	123.113	151.781	241.852	336.650	448.597
Santo Antônio (Distrito)	35.854	52.581	64.825	103.294	143.782	191.594
Outras pop. Urbanas	0	0	0	0	0	0
População rural	234.715	338.462	417.273	357.449	496.253	656.438
Carnaubal (Município)	531.837	767.908	966.076	1.182.628	1.694.126	2.305.461
Carnaubal (Sede)	243.202	392.421	493.691	732.116	1.049.818	1.432.632
Outras pop. urbanas	0	0	0	0	0	0
Populacao rural	288.635	375.486	472.385	450.512	644.308	872.830
Crateús (Município)	2.607.881	3.297.176	4.064.925	5.416.079	7.534.513	10.023.292
Crateús (Sede)	1.661.115	1.928.575	2.377.645	3.788.610	5.273.634	7.027.284
Ibiapaba (Distrito)	54.995	80.652	99.432	158.437	220.540	293.877
Montenebo (Distrito)	33.531	49.174	60.624	96.601	134.465	179.180
Outras pop. urbanas	48.164	70.634	87.081	138.758	193.146	257.374
Populacao rural	810.077	1.168.141	1.440.143	1.233.673	1.712.727	2.265.578
Croatá (Município)	548.454	812.855	1.022.623	1.233.325	1.766.597	2.403.507
Croatá (Sede)	115.502	202.064	254.210	376.979	540.569	737.687
Betânia (Distrito)	46.048	80.559	101.348	150.294	215.514	294.100
Outras pop. urbanas	59.988	104.945	132.027	195.789	280.752	383.128
Populacao rural	326.916	425.287	535.037	510.263	729.762	988.592
G. do Norte (Município)	1.131.185	1.629.090	2.049.498	2.438.716	3.492.904	4.751.153
G. do Norte (Sede)	285.948	461.394	580.463	860.793	1.234.335	1.684.433
Várzea dos Espinhos (Dist.)	35.750	62.542	78.682	116.681	167.315	228.326
Morrinhos Novos (Distrito)	42.234	73.886	92.953	137.845	197.662	269.740
Mucambo (Distrito)	38.455	67.274	84.635	125.509	179.973	245.600
Outras pop. urbanas	35.438	61.996	77.995	115.663	165.855	226.333
Populacao rural	693.361	901.997	1.134.769	1.082.225	1.547.763	2.096.721
Ibiapina (Município)	743.986	1.056.973	1.329.739	1.564.147	2.240.129	3.046.510
Ibiapina (Sede)	245.984	396.910	499.338	740.490	1.061.827	1.449.020
Outras pop. urbanas	27.220	47.620	59.908	88.841	127.393	173.847
Populacao rural	470.782	612.443	770.492	734.816	1.050.909	1.423.644
Independência (Município)	837.141	1.180.271	1.455.097	1.674.409	2.327.990	3.091.991
Independência (Sede)	310.497	419.989	517.784	825.053	1.148.449	1.530.345
Outras pop. urbanas	34.848	51.107	63.007	100.397	139.750	186.221
Populacao rural	491.796	709.175	874.306	748.959	1.039.792	1.375.426
Ipaporanga (Município)	381.633	552.593	681.264	707.065	982.605	1.303.401
Ipaporanga (Sede)	85.092	124.792	153.849	245.148	341.239	454.712
Outras pop. urbanas	7.594	11.137	13.730	21.878	30.453	40.579
Populacao rural	288.947	416.665	513.685	440.039	610.913	808.110
Novo Oriente (Município)	914.308	1.282.016	1.580.534	1.854.707	2.578.877	3.425.998
Novo Oriente (Sede)	407.567	551.290	679.658	1.082.988	1.507.487	2.008.775
Outras pop. urbanas	0	0	0	0	0	0
Populacao rural	506.740	730.726	900.875	771.719	1.071.389	1.417.223
Poranga (Município)	394.636	573.947	707.591	871.012	1.211.333	1.610.107
Poranga (Sede)	163.493	239.769	295.599	471.016	655.641	873.662
Outras pop. urbanas	35.334	51.819	63.885	101.795	141.696	188.815
Populacao rural	195.810	282.360	348.107	298.200	413.996	547.629
Quiterianópolis (Município)	614.060	888.545	1.095.443	1.104.776	1.535.093	2.035.485
Quiterianópolis (Sede)	108.186	158.659	195.603	311.680	433.849	578.118
Outras pop. urbanas	16.713	24.511	30.218	48.151	67.024	89.312
Populacao rural	489.160	705.375	869.621	744.946	1.034.220	1.368.055
São Benedito (Município)	1.356.871	1.981.420	2.492.751	3.093.002	4.431.099	6.031.380
São Benedito (Sede)	587.121	947.355	1.191.833	1.767.421	2.534.396	3.458.557
Inhuçu (Distrito)	52.810	92.388	116.230	172.362	247.159	337.285
Outras pop. urbanas	20.077	35.123	44.187	65.527	93.963	128.226
Populacao rural	696.863	906.553	1.140.501	1.087.692	1.555.581	2.107.311
Ubajara (Município)	934.591	1.353.784	1.703.146	2.074.998	2.972.373	4.044.663
Ubajara (Sede)	352.190	568.280	714.932	1.060.204	1.520.280	2.074.647
Araticum (Distrito)	39.980	69.943	87.993	130.488	187.114	255.345
Outras pop. urbanas	22.123	38.702	48.690	72.204	103.537	141.292
Populacao rural	520.298	676.859	851.531	812.102	1.161.442	1.573.379
Resumo	11.351.102	15.890.733	19.782.565	23.917.459	33.744.325	45.369.577
Pop. Urbana > 1000 hab.	5.029.503	7.143.611	8.893.109	13.695.863	19.331.701	26.053.516
Outras pop. Urbanas	307.498	497.593	620.729	949.002	1.343.569	1.815.126
População rural	6.014.101	8.249.530	10.268.727	9.272.594	13.069.054	17.500.935

Quadro 5.6 - Demanda atual e projeção da demanda hídrica humana dos Municípios da Sub-bacia do Parnaíba

Hipótese "B"

Municípios	Demanda 1996 m3/ano	Demanda líquida (m3/ano)				
		Anos				
		2000	2005	2010	2020	2030
Sub-bacia	11.351.102	15.530.908	19.537.219	23.336.526	32.187.248	42.387.595
Ararendá (Município)	354.517	514.453	627.320	686.906	931.630	1.209.326
Ararendá (Sede)	83.948	122.835	149.782	237.495	328.547	434.673
Santo Antônio (Distrito)	35.854	52.462	63.971	101.433	140.321	185.647
Outras pop. Urbanas	0	0	0	0	0	0
População rural	234.715	339.157	413.566	347.978	462.762	589.006
Carnaubal (Município)	531.837	731.442	952.410	1.150.211	1.607.245	2.138.692
Carnaubal (Sede)	243.202	372.560	485.113	714.401	1.013.120	1.367.296
Outras pop. urbanas	0	0	0	0	0	0
Populacao rural	288.635	358.882	467.297	435.809	594.126	771.396
Crateús (Município)	2.607.881	3.294.751	4.017.576	5.308.051	7.278.789	9.549.758
Crateús (Sede)	1.661.115	1.924.206	2.346.343	3.720.364	5.146.690	6.809.152
Ibiapaba (Distrito)	54.995	80.469	98.123	155.583	215.231	284.755
Montenebo (Distrito)	33.531	49.063	59.826	94.861	131.229	173.618
Outras pop. urbanas	48.164	70.474	85.935	136.258	188.497	249.385
Populacao rural	810.077	1.170.538	1.427.350	1.200.984	1.597.142	2.032.850
Croatá (Município)	548.454	774.433	1.008.388	1.199.177	1.673.514	2.224.092
Croatá (Sede)	115.502	191.838	249.793	367.858	521.673	704.045
Betânia (Distrito)	46.048	76.482	99.587	146.657	207.980	280.688
Outras pop. urbanas	59.988	99.634	129.733	191.052	270.938	365.655
Populacao rural	326.916	406.480	529.274	493.610	672.924	873.705
G. do Norte (Município)	1.131.185	1.552.403	2.021.381	2.370.575	3.304.360	4.386.431
G. do Norte (Sede)	285.948	438.042	570.377	839.965	1.191.187	1.607.614
Várzea dos Espinhos (Dist.)	35.750	59.377	77.315	113.858	161.466	217.914
Morrinhos Novos (Distrito)	42.234	70.147	91.338	134.509	190.753	257.438
Mucambo (Distrito)	38.455	63.869	83.164	122.472	173.682	234.400
Outras pop. urbanas	35.438	58.859	76.640	112.864	160.057	216.011
Populacao rural	693.361	862.110	1.122.546	1.046.906	1.427.215	1.853.054
Ibiapina (Município)	743.986	1.007.392	1.311.723	1.520.099	2.116.708	2.807.053
Ibiapina (Sede)	245.984	376.822	490.662	722.573	1.024.709	1.382.937
Outras pop. urbanas	27.220	45.209	58.867	86.691	122.940	165.919
Populacao rural	470.782	585.360	762.193	710.834	969.059	1.258.198
Independência (Município)	837.141	1.180.659	1.439.685	1.637.893	2.226.810	2.897.419
Independência (Sede)	310.497	419.038	510.968	810.191	1.120.805	1.482.842
Outras pop. urbanas	34.848	50.991	62.177	98.588	136.386	180.440
Populacao rural	491.796	710.630	866.540	729.114	969.620	1.234.137
Ipaporanga (Município)	381.633	553.140	674.495	690.595	932.430	1.205.015
Ipaporanga (Sede)	85.092	124.509	151.824	240.732	333.025	440.597
Outras pop. urbanas	7.594	11.111	13.549	21.483	29.720	39.320
Populacao rural	288.947	417.520	509.122	428.380	569.685	725.098
Novo Oriente (Município)	914.308	1.282.267	1.563.583	1.814.750	2.470.286	3.218.062
Novo Oriente (Sede)	407.567	550.041	670.711	1.063.480	1.471.200	1.946.421
Outras pop. urbanas	0	0	0	0	0	0
Populacao rural	506.740	732.225	892.873	751.271	999.085	1.271.641
Poranga (Município)	394.636	573.866	699.766	852.792	1.164.201	1.520.872
Poranga (Sede)	163.493	239.226	291.707	462.532	639.859	846.543
Outras pop. urbanas	35.334	51.701	63.043	99.962	138.285	182.954
Populacao rural	195.810	282.939	345.015	290.299	386.057	491.375
Quiterianópolis (Município)	614.060	889.578	1.084.745	1.078.556	1.453.241	1.874.236
Quiterianópolis (Sede)	108.186	158.300	193.028	306.066	423.406	560.173
Outras pop. urbanas	16.713	24.455	29.820	47.283	65.411	86.540
Populacao rural	489.160	706.822	861.897	725.207	964.424	1.227.524
São Benedito (Município)	1.356.871	1.886.931	2.456.971	3.008.984	4.209.423	5.607.525
São Benedito (Sede)	587.121	899.409	1.171.125	1.724.657	2.445.802	3.300.830
Inhuçu (Distrito)	52.810	87.712	114.210	168.192	238.519	321.903
Outras pop. urbanas	20.077	33.346	43.419	63.942	90.678	122.378
Populacao rural	696.863	866.464	1.128.216	1.052.194	1.434.424	1.862.414
Ubajara (Município)	934.591	1.289.593	1.679.177	2.017.938	2.818.610	3.749.113
Ubajara (Sede)	352.190	539.519	702.510	1.034.551	1.467.136	1.980.033
Araticum (Distrito)	39.980	66.403	86.464	127.331	180.573	243.700
Outras pop. urbanas	22.123	36.743	47.844	70.457	99.918	134.849
Populacao rural	520.298	646.927	842.359	785.598	1.070.982	1.390.532
Resumo	11.351.102	15.530.908	19.537.219	23.336.526	32.187.248	42.387.595
Pop. Urbana > 1000 hab.	5.029.503	6.962.330	8.757.941	13.409.762	18.766.914	25.063.216
Outras pop. Urbanas	307.498	482.523	611.029	928.581	1.302.830	1.743.450
População rural	6.014.101	8.086.055	10.168.250	8.998.183	12.117.504	15.580.929

Quadro 5.7 - Demanda atual e projeção da demanda hídrica humana dos Municípios da Sub-bacia do Parnaíba

Hipótese "C"

Municípios	Demanda 1996 m3/ano	Demanda líquida (m3/ano)				
		Anos				
		2000	2005	2010	2020	2030
Sub-bacia	11.351.102	15.900.750	20.095.659	24.675.454	35.832.407	49.498.149
Ararendá (Município)	354.517	515.959	644.512	733.132	1.064.404	1.476.911
Ararendá (Sede)	83.948	121.419	151.673	236.561	317.388	401.812
Santo Antônio (Distrito)	35.854	51.858	64.779	101.034	135.555	171.612
Outras pop. Urbanas	0	0	0	0	0	0
População rural	234.715	342.682	428.060	395.538	611.461	903.488
Carnaubal (Município)	531.837	768.185	983.112	1.223.810	1.807.680	2.529.877
Carnaubal (Sede)	243.202	384.937	492.638	721.524	1.003.089	1.306.634
Outras pop. urbanas	0	0	0	0	0	0
Populacao rural	288.635	383.248	490.474	502.286	804.591	1.223.243
Cratêus (Município)	2.607.881	3.282.442	4.100.289	5.456.035	7.599.020	10.066.861
Cratêus (Sede)	1.661.115	1.902.035	2.375.954	3.705.727	4.971.885	6.294.383
Ibiapaba (Distrito)	54.995	79.542	99.361	154.971	207.921	263.227
Montenebo (Distrito)	33.531	48.498	60.581	94.487	126.772	160.492
Outras pop. urbanas	48.164	69.662	87.019	135.722	182.095	230.531
Populacao rural	810.077	1.182.706	1.477.374	1.365.128	2.110.347	3.118.227
Croatá (Município)	548.454	814.254	1.042.070	1.281.505	1.901.987	2.675.955
Croatá (Sede)	115.502	198.211	253.668	371.525	516.508	672.808
Betânia (Distrito)	46.048	79.022	101.132	148.119	205.921	268.235
Outras pop. urbanas	59.988	102.943	131.746	192.957	268.255	349.432
Populacao rural	326.916	434.078	555.525	568.904	911.303	1.385.480
G. do Norte (Município)	1.131.185	1.633.868	2.090.999	2.543.463	3.791.358	5.359.466
G. do Norte (Sede)	285.948	452.594	579.225	848.340	1.179.393	1.536.289
Várzea dos Espinhos (Dist.)	35.750	61.349	78.514	114.993	159.868	208.245
Morrinhos Novos (Distrito)	42.234	72.477	92.755	135.850	188.864	246.016
Mucambo (Distrito)	38.455	65.991	84.454	123.693	171.963	224.000
Outras pop. urbanas	35.438	60.814	77.829	113.989	158.472	206.428
Populacao rural	693.361	920.643	1.178.221	1.206.597	1.932.798	2.938.487
Ibiapina (Município)	743.986	1.061.155	1.358.049	1.636.596	2.448.629	3.475.329
Ibiapina (Sede)	245.984	389.340	498.273	729.778	1.014.564	1.321.581
Outras pop. urbanas	27.220	46.711	59.781	87.556	121.723	158.557
Populacao rural	470.782	625.103	799.995	819.262	1.312.342	1.995.191
Independência (Município)	837.141	1.182.630	1.477.288	1.733.969	2.495.676	3.430.605
Independência (Sede)	310.497	414.210	517.416	807.003	1.082.737	1.370.740
Outras pop. urbanas	34.848	50.403	62.962	98.201	131.753	166.799
Populacao rural	491.796	718.017	896.910	828.765	1.281.186	1.893.066
Ipaporanga (Município)	381.633	555.917	694.425	748.112	1.103.165	1.555.877
Ipaporanga (Sede)	85.092	123.074	153.740	239.785	321.714	407.289
Outras pop. urbanas	7.594	10.983	13.720	21.399	28.710	36.347
Populacao rural	288.947	421.860	526.965	486.928	752.741	1.112.242
Novo Oriente (Município)	914.308	1.283.540	1.603.340	1.913.245	2.741.350	3.749.866
Novo Oriente (Sede)	407.567	543.704	679.175	1.059.296	1.421.232	1.799.272
Outras pop. urbanas	0	0	0	0	0	0
Populacao rural	506.740	739.837	924.165	853.950	1.320.119	1.950.594
Poranga (Município)	394.636	573.455	716.335	890.255	1.261.822	1.705.397
Poranga (Sede)	163.493	236.469	295.389	460.712	618.126	782.545
Outras pop. urbanas	35.334	51.105	63.839	99.569	133.589	169.123
Populacao rural	195.810	285.880	357.107	329.975	510.107	753.730
Quiterianópolis (Município)	614.060	894.819	1.117.764	1.176.282	1.746.535	2.480.744
Quiterianópolis (Sede)	108.186	156.476	195.464	304.861	409.025	517.824
Outras pop. urbanas	16.713	24.174	30.197	47.097	63.189	79.997
Populacao rural	489.160	714.170	892.104	824.324	1.274.320	1.882.922
São Benedito (Município)	1.356.871	1.979.659	2.533.539	3.188.992	4.690.085	6.532.281
São Benedito (Sede)	587.121	929.287	1.189.292	1.741.853	2.421.587	3.154.382
Inhuçu (Distrito)	52.810	90.626	115.982	169.869	236.158	307.621
Outras pop. urbanas	20.077	34.453	44.093	64.579	89.780	116.949
Populacao rural	696.863	925.293	1.184.172	1.212.691	1.942.560	2.953.329
Ubajara (Município)	934.591	1.354.865	1.733.936	2.150.057	3.180.696	4.458.979
Ubajara (Sede)	352.190	557.441	713.407	1.044.866	1.452.611	1.892.185
Araticum (Distrito)	39.980	68.609	87.805	128.601	178.785	232.887
Outras pop. urbanas	22.123	37.964	48.586	71.160	98.929	128.866
Populacao rural	520.298	690.850	884.137	905.430	1.450.372	2.205.041
Resumo	11.351.102	15.900.750	20.095.659	24.675.454	35.832.407	49.498.149
Pop. Urbana > 1000 hab.	5.029.503	7.027.169	8.880.677	13.443.450	18.341.665	23.540.081
Outras pop. Urbanas	307.498	489.214	619.771	932.228	1.276.496	1.643.029
População rural	6.014.101	8.384.367	10.595.210	10.299.777	16.214.246	24.315.039

5.2. ESTUDOS DE DEMANDA

Este item apresenta a descrição das demandas hídricas atuais e projetadas para a bacia do rio Poti, englobando a demanda hídrica humana, demanda para irrigação, consumo animal e demanda industrial. Ao final é feita uma análise da projeção da demanda hídrica agregada.

5.2.1. Projeções de Demanda para Abastecimento Humano

Com o propósito de obter a projeção da demanda d'água para os anos de 2005, 2010, 2020 e 2030, foram utilizadas as projeções populacionais apresentadas nos quadros já referidos e os coeficientes de dotação “per capita”. Assim, a demanda de água é calculada multiplicando-se o consumo per capita proposto pela população projetada de cada ano do horizonte de análise do projeto.

Com respeito aos padrões futuros de demanda per capita, sabe-se que existe uma grande variação entre os grandes centros urbanos e os menores, fato comprovado pela correlação positiva entre as taxas “per capita” e o tamanho das cidades. Foram, então, consideradas taxas progressivas de consumo “per capita” mais representativas para as populações estudadas.

Sabe-se ainda que, segundo dados publicados pela COGERH (1999), os consumos per capita municipais, na região da bacia do rio Poti, variam bastante, podendo-se encontrar valores de 55 l/hab./dia em Croatá a 282 l/hab./dia em Crateús. Essa variabilidade pode ser notada ainda pelos seguintes exemplos: Carnaubal, 200 l/hab./dia; Independência, 166l/hab./dia e Ubajara, 121 l/hab./dia.

No estado do Ceará os valores de consumo per capita variam, em geral, de 100 a 150 l/hab/dia. Para a região do estudo adotou-se uma média de consumo doméstico per capita diário atual de 130 litros. Cumpre ressaltar que o baixo valor de consumo per capita médio encontrado para a região tem como principal causa a escassez de água a que está sendo submetida a população local e que, com o futuro desenvolvimento sócio-econômico, vislumbra-se um aumento progressivo dos valores de consumo per capita.

Porém, a extrapolação de um cenário de longo prazo não pode ser realizada de uma forma simplista, o que significa que deve-se buscar analisar o conjunto de fatores que possam influenciar o crescimento da demanda no futuro.

Tendo em vista a dificuldade de obtenção de um maior número de variáveis nas projeções de demanda, busca-se, geralmente, nos estudos empíricos, indicar quais as principais variáveis indicadoras do consumo. Levando-se em conta essa pressuposição, trataremos, basicamente, da procura atual e da evolução do consumo, tomando por base as seguintes variáveis:

- taxa de crescimento da população;
- consumo “per capita”;
- coeficiente de elasticidade-renda da procura;
- taxa de crescimento da renda “per capita”.

O método consiste, em última análise, em projetar o consumo “per capita” baseando-se a extrapolação do crescimento da renda “per capita” e da população, ponderando-se os seus efeitos sobre o crescimento de consumo com o coeficiente de elasticidade-renda. Uma vez conhecida a taxa de crescimento da renda per capita $\Delta y/y$, a taxa de crescimento da população $\Delta n/n$ e o coeficiente elasticidade-renda (e), pode-se determinar a taxa de crescimento do consumo per capita $\Delta c/c$, por meio da seguinte fórmula:

$$\Delta c/c = \Delta y/y \cdot e + \Delta n/n.$$

Para a apropriação das variáveis referidas foram utilizados os dados da taxa de crescimento da renda per capita e taxa de crescimento da população oriundos do estudo de planejamento da região da Ibiapaba. Para o coeficiente elasticidade-renda, foram utilizados os parâmetros da função de demanda sugerida para o Nordeste Semi-árido, com base no estudo desenvolvido pela PBLM Consultores (1997) para o Banco do Nordeste do Brasil abaixo discriminada:

$$\ln Q = 0,49071 - 0,55021 \ln P + 0,210571 \ln Y + 0,0803 \text{ No. de Cômodos} + 0,01789 \text{ Tempo}$$

$$\text{Residência} + 0,2691 \text{ Dumesg}, \text{ onde:}$$

Q = demanda de água mensal por família, m³/família/mês;

P = preço da água, R\$/m³ ;

Y = Renda familiar mensal, R\$/família/mês:

No. de cômodos = número de cômodos existentes na residência (quartos, salas, banheiros, etc.);

Tempo de Residência = Tempo desde que a família passou a residir no domicílio, expresso em anos;

Dumesg = Variável “dummy” que equivale a “1” se o domicílio estiver conectado a um sistema público de esgoto e a “0”, em caso contrário.

Assim, admitindo-se que a taxa de crescimento do consumo per capita varia em função da renda per capita e do coeficiente elasticidade-renda, foram estimados os seguintes valores médios do consumo per capita futuro, em litros por habitante e por dia: 2005 – 144; 2010 – 163; 2020 – 209 e 2030 – 266.

Entretanto, para efeito de cálculo da demanda real em toda a bacia, admitiu-se uma evolução dos consumos per capita para os cenários de 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030 em 130, 150, 170, 210 e 250 l/hab./dia, respectivamente.

Alternativamente ainda foram considerados como consumo humano médio per capita os seguintes valores: para a população rural do ano 2000 até 2010 – 120 l/hab./dia e entre 2010 e 2030 – 150 l/hab./dia; para a população urbana do ano 2000 até 2010 – 150 l/hab./dia e entre 2010 e 2030 – 200 l/hab./dia.

Assim, a aplicação dos coeficientes de demanda específicos, a cada ano da projeção, forneceu as demandas humanas para os horizontes de 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030.

Para fins de refinamento da metodologia adotada foi levado em conta o trabalho desenvolvido pela CAGECE, referente a demanda de água para os anos 2000, 2010 e 2020. Os parâmetros utilizados para cálculo das demandas das cidades, distritos e localidades com população superior a 250 habitantes foram os seguintes:

- Sedes Municipais: taxas de crescimento populacional conforme IBGE/IPLANCE; nos casos de taxas negativas ou menores que 2,0% a.a. adotou-se 2,0% como

taxa de crescimento populacional e taxa de consumo “per capita” – 150 l / hab./dia;

- Sedes de Distritos: taxas de crescimento populacional conforme o critério para sedes municipais e taxa de consumo “per capita” – 120 l/hab./dia;
- Localidades com População ≥ 250 hab, abastecidas ou não com Carro Pipa: taxas de crescimento populacional, o mesmo critério utilizado anteriormente e taxa de consumo “per capita” – 100 l / hab.dia.

O resumo dos resultados das projeções de demanda humana, de acordo com as três hipóteses de crescimento da população e da economia são apresentados no Quadro 5.8.

Quadro 5.8 - Bacia do Rio Poti Demanda Humana (1.000 m³/ano)

Discriminação	2000	2005	2010	2020	2030
Consumo Humano					
Hipótese A	16.431,7	17.728,8	19.467,3	29.025,8	32.795,5
Hipótese B	16.054,3	17.503,6	19.003,1	27.769,4	30.793,9
Hipótese C	16.412,2	17.976,6	19.954,9	30.265,6	34.735,5

Apenas para efeito de ilustração, o Quadro 5.9 detalha as demandas humanas da Hipótese A, ao nível municipal.

Quadro 5.9 - Bacia do Rio Poti - Demanda Humana por Município (1.000 m³/ano)

Municípios	2000	2005	2010	2020	2030
Ararendá	515,2	550,4	556,9	812,0	906,0
Carnaubal	799,4	871,6	964,0	1.460,0	1.669,8
Crateús	3.534,9	3.776,9	4.561,2	6.767,9	7.565,5
Croatá	839,8	915,6	998,2	1.508,7	1.725,1
Guaraciaba do Norte	1.671,6	1.822,5	1.960,8	2.958,1	3.381,6
Ibiapina	1.078,3	1.175,6	1.250,5	1.883,2	2.152,5
Independência	1.198,2	1.280,2	1.345,3	1.969,6	2.198,5
Ipaporanga	541,5	578,5	546,2	790,4	881,1

Municípios	2000	2005	2010	2020	2030
Novo Oriente	1.310,6	1.400,4	1.500,3	2.201,0	2.457,4
Poranga	597,1	638,0	715,9	1.055,1	1.178,6
Quiterianópolis	862,5	921,5	843,3	1.215,8	1.354,8
São Benedito	2.077,0	2.264,7	2.537,2	3.849,7	4.403,6
Ubajara	1.405,9	1.532,8	1.687,6	2.554,3	2.921,1
Total	16.432,0	17.728,7	19.467,4	29.025,8	32.795,6

5.2.2. Demandas para Irrigação

O estudo de demanda para irrigação para a bacia do rio Poti mereceu uma abordagem especial, uma vez que a agricultura irrigada é a atividade econômica que tem maior potencial para a promoção do desenvolvimento da região. Além disso, foi destaque, durante as audiências públicas, a preocupação dos agricultores da região com os recursos destinados pelo governo para o desenvolvimento da agricultura irrigada.

Optou-se por dividir as áreas irrigadas em perímetros de irrigação e em irrigação difusa. Assim, entenda-se por "perímetros de irrigação" as grandes áreas irrigadas, implantadas pelo poder público e operadas com a participação dos usuários. A "irrigação difusa" engloba as áreas situadas fora dos "perímetros de irrigação" e implantadas e operadas por particulares.

Com relação às áreas futuras de irrigação, identificou-se como "perímetros de irrigação" as áreas que estão projetadas como ampliação dos perímetros já existentes ou que já passaram por algum tipo de estudo por parte dos órgãos oficiais para a implantação de um novo perímetro.

A projeção da "irrigação difusa" futura baseou-se no cálculo do que se denominou "área potencial irrigável líquida", ou seja, são as áreas identificadas como irrigáveis pelo mapeamento dos solos da região extraído-se as áreas irrigáveis existentes e os perímetros de irrigação existentes e projetados.

Para se obter os resultados de áreas atualmente irrigadas e projetadas, sejam elas perímetros ou difusas, e por fim, os valores de demandas atuais e projetados para

irrigação, realizou-se um intenso trabalho de geração de informações, cujos produtos estão organizados nos itens apresentados a seguir.

5.2.2.1. Uso Atual da Água para Irrigação

Neste item são apresentados os usos atuais da água para as áreas irrigadas existentes na bacia do rio Poti. As áreas dos perímetros irrigados foram obtidas a partir de informações fornecidas pelo DNOCS e pela SDA – Secretaria de Desenvolvimento Agrário.

Os valores para as áreas de irrigação difusa foram obtidos da classificação do uso do solo a partir da utilização de imagens de satélite TM/LANDSAT. Dois tipos de classe foram identificados: áreas agrícolas e prováveis áreas irrigadas. Uma viagem de campo foi realizada para confirmação dos resultados obtidos.

O Quadro 5.10 apresenta sinteticamente a situação atual do uso da água para irrigação na bacia do rio Poti.

Quadro 5.10 - Áreas Agrícolas Irrigadas Atuais na bacia do Poti.

BACIA	Perímetros Irrigados			Irrigação Difusa	
	Denominação	Município	Áreas (ha)	Município	Áreas (ha)
POTI	Graça 1ª Etapa	Crateús	82	Independência	57
	Jaburu I	Tianguá	75	Tianguá	700
	Jaburu II	Crateús	95		
	Realejo	Crateús	400		
	Sub-total		652	Sub-total	757
Total para a bacia do Poti			1.409 ha		

Na bacia do Poti são explorados 1.409 hectares sob irrigação, sendo o perímetro Realejo o mais importante da bacia, com 400 hectares. Em termos de área irrigada difusa, está em fase de implantação nesta bacia uma área de 500 hectares estritamente privada (Fazenda Ultralight), cujo manancial será o açude Jaburu I.

5.2.2.2. Uso Projetado da Água para Irrigação

Para a projeção futura de áreas irrigadas fez-se um estudo preliminar para a identificação do potencial de solos irrigáveis. Este estudo baseou-se em uma extensa revisão de solos potencialmente irrigáveis identificados em estudos anteriores e que apresentassem informações em nível de detalhes compatível com o exigido por este estudo.

Sinteticamente, pode-se afirmar que a demanda projetada para irrigação baseou-se nas seguintes informações: áreas dos perímetros de irrigação implantadas e futuras; áreas atuais da irrigação difusa; e manchas de solos potencialmente irrigáveis na região.

A seguir é apresentado em sequência o raciocínio do cômputo das futuras demandas para irrigação da bacia do rio Poti.

5.2.2.3. Perímetros Irrigados Projetados

Para a projeção do crescimento das áreas irrigadas nos chamados “perímetros de irrigação” foi realizada pesquisa junto à SDA, SRH, DNOCS e COGERH, para identificação de todos os projetos programados para a região.

O Quadro 5.11 apresenta a área irrigável atual e programada, e a localização dos perímetros de irrigação na bacia do Poti.

Quadro 5.11 - Áreas irrigadas atuais e projetadas para os perímetros de Irrigação

Bacia	Perímetro Irrigado	Município	Áreas Irrigadas (ha)			
			Atual	Futuras Implementações		TOTAL
				2005	2010	
	Subtotal		4.471	8.043	4.750	17.264
POTI	Graça - 1ª etapa	Crateús	82			82
	Graça - 2ª etapa	Crateús			373	373
	Vale Vambira	Viçosa do Ceará		374		374
	Vale Pitanga	Ubajara		381		381
	Vale Jaburu	Ubajara		526		526

Bacia	Perímetro Irrigado	Município	Áreas Irrigadas (ha)			
			Atual	Futuras Implementações		TOTAL
				2005	2010	
	Subtotal		4.471	8.043	4.750	17.264
	Vale Pejuaba	Ibiapina		483		483
	Vale Arabê	São Benedito		362		362
	Vale Inhuçu	Carnaubal			766	766
	Vale Piau	Croatá			872	872
	Novo Oriente	Novo Oriente			990	990
	Ipaporanga	Ipaporanga			540	540
	Boa Esperança	Ipaporanga			1.170	1.170
	Jaburu I	Tianguá	75	25		100
	Jaburu II	Crateús	95			95
	Realejo	Crateús	400			400
	Plato do Poti - Area 1	Crateús		2.800		2.800
	Plato do Poti - Area 2	Crateús		600		600
	Poti I - Avoredo	Crateús			173	173
	Poti II - Canto	Crateús			144	144
	Poti III - Quirino	Crateús			117	117
	Subtotal		652	5.551	5.145	11.348

Verifica-se que a bacia do Poti tem grandes potenciais de expansão de áreas irrigadas por meio da implantação de perímetros de irrigação.

As áreas irrigadas para os vales localizados no Carrasco da Ibiapaba foram estimadas como sendo 24% da área total das unidades mapeadas como potencialmente irrigáveis.

5.2.2.4. Irrigação Difusa Projetada

A projeção de futuras áreas para irrigação difusa teve como premissa a identificação das manchas de solos potencialmente irrigáveis. Uma vez feito este levantamento, realizou-se

o geo-referenciamento dos perímetros de irrigação atuais e projetados, e das áreas atuais de irrigação difusa.

Uma análise em conjunto destas informações foi feita a fim de se avaliar quanto das manchas de solos potencialmente irrigáveis seriam destinadas às projeções de futuras áreas de irrigação difusa, que foi denominada de "área potencial irrigável líquida".

5.2.2.5. Projeção da Demanda para Irrigação Difusa

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 2000-2030.

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.

Nas zonas semi-áridas do Nordeste, a integração de fatores físico-climáticos e sócio-econômicos e sua influência significativa no desenvolvimento da agricultura irrigada se faz sentir com muito mais freqüência que em outras regiões do país. Vale salientar, ainda, que mesmo numa região que apresente condições físicas de clima, relevo e solo adequados a irrigação, pode não atender aos outros requisitos necessários para permitir a ampliação da área irrigada em bases economicamente viáveis e assim não apresentar, a curto prazo, condições de explotabilidade. Torna-se imprescindível, além de condições físicas adequadas a exploração da agricultura irrigada, a existência de uma adequada infra-estrutura 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.

Diante desta problemática, e dentro do escopo previsto para o programa de integração de bacias, procurou-se trabalhar com um cenário alternativo que conduza a resultados que, evidentemente, poderão servir de base para um melhor planejamento dos recursos hídricos na região das bacias do Acaraú, Coreaú e Poti.

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

Segundo o PEI, a área com irrigação difusa a ser implantada nas três bacias abrangeria dois tipos de irrigação:

- **Pequena irrigação**, constituída por pequenas áreas e terrenos que margeiam os rios perenes ou perenizados, em geral em solos aluvionais, sendo irrigados com captações superficiais ao fio de água ou em poços rasos. O PEI identificou para este tipo de irrigação como meta total cerca de 3.140 ha;
- **Média irrigação**, representada por áreas de até 100 ha, a serem desenvolvidas a partir da realização de obras de açudagem difusa e/ou por captações realizadas ao longo de rios perenizados. Segundo o PEI a meta inicial era de se irrigar com este tipo de irrigação cerca de 1.234 ha;

No Quadro 5.12 apresentam-se as metas previstas pelo PEI, por tipo de irrigação difusa e por bacia.

Quadro 5.12 - Bacia do Rio Poti - Metas do Programa Estadual de Irrigação

(hectares)Bacia	PEQUENA IRRIGAÇÃO	MÉDIA IRRIGAÇÃO	TOTAL
Poti	314	300	614

FONTE: SRH, Programa Estadual de Irrigação, 1986.

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 eqüitativa, levando-se em consideração o potencial de solos irrigáveis para a região. Vale salientar que, para a bacia do Poti foi considerado somente 50% do potencial de solos irrigáveis, cerca de 30.000 ha, uma vez que, considerou-se uma visão extremamente otimista a implantação dos 59.561 ha potenciais para a irrigação difusa no horizonte de 30 anos.

Para o cálculo da demanda projetada utilizou-se a evolução da área para irrigação difusa com base nos valores do Quadro 5.13, a seguir apresentado.

Quadro 5.13 - Projeção da Área Irrigada Difusa na Bacia do Poti (hectares)

Bacia	Anos					
	Atual	2.005	2.010	2.020	2.030	TOTAL
Poti	757	4.000	6.000	8.000	11.902	30.659

Tal projeção para o horizonte de 2030 de 30.659 ha para a irrigação difusa representa um substancial crescimento da agricultura moderna na região. Tal estimativa apresenta-se compatível com o potencial de solos irrigáveis para a região, porém de ordem elevada em relação à situação atual dos recursos hídricos. Num cenário de longo prazo, pode-se prever a construção de novas obras, destacando-se os açudes públicos Fronteiras, Lontras e Inhuçu, a operação de açudes existentes e a implementação dos programas de interligação de bacias, como solução para a superação da restrição ao desenvolvimento da irrigação na bacia.

5.2.2.6. Demandas para Irrigação

Para o cálculo da demanda projetada dos perímetros de irrigação utilizou-se 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 Plano Estadual dos Recursos Hídricos. Para o cálculo da demanda hídrica com irrigação difusa, considerou-se a metodologia adotada no "Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe", o qual utilizou um programa computacional para o cômputo do volume de água requerido para diversas culturas, de acordo com o estágio de desenvolvimento, o ciclo vegetativo e a climatologia micro-regional variável do estado do Ceará.

No presente estudo fez-se uma simulação do referido programa, considerando-se para efeito de cálculo da demanda média as culturas identificadas como de vocações econômicas no estudo realizado pelo Banco do Nordeste em 1997. Foram escolhidos ainda para cada bacia três municípios que apresentam manchas de solos com áreas potenciais para irrigação difusa e um planejamento agrícola bem distribuído com culturas perenes e culturas temporárias com duas safras anuais. As simulações levaram a uma demanda média de 14 mil m³/ha/ano, o que corresponde a uma vazão específica de 0,44 l/s/ha.

A aplicação do coeficiente de demanda específico, a cada área irrigada programada, forneceu as demandas para os horizontes de 2.005, 2.010, 2020 e 2030, apresentados no Quadro 5.14, para as demandas para os perímetros de irrigação e irrigação difusa, respectivamente.

Quadro 5.14 - Bacia do Rio Poti - Demandas da Agricultura Irrigada (1000 m³/ano)

Projetos de Irrigação	28.962,0	103.860,0	189.468,0	189.468,0	205.164,0
Irrigação Difusa	12.292,0	305.564,0	626.836,0	976.108,0	1.380.008,0
Agricultura Irrigada	41.254,0	409.424,0	816.304,0	1.165.576,0	1.585.172,0

5.2.3. Consumo Animal

Para fins de mensuração da demanda hídrica animal utilizou-se a unidade denominada BEDA (bovino equivalente para demanda de água), conforme definição apresentada no PLIRHINE e aplicada no PERH-CE. Esta unidade agrega a projeção de todas as espécies animais: bovinos, eqüídeos, ovinos, caprinos e suínos.

A unidade BEDA é calculada a partir da seguinte equação:

$$BEDA_{ij} = BOV_{ij} + \frac{1}{5}OV / CAP_{ij} + EQUI_{ij} + \frac{1}{4}SUI_{ij}$$

Onde: i = município;

j = ano de projeção;

BOV = bovinos e bufalinos;

OV/CAP = ovinos e/ou caprinos;

$EQUI$ = eqüídeos (eqüínos, asininos e muares);

SUI = suínos.

Foram usados como base de cálculo os efetivos pecuários registrados nos últimos censos agropecuários do IBGE e seus correspondentes valores em termos da unidade BEDA.

Para a projeção do plantel pecuário até o final de horizonte do estudo (2030) buscou-se inicialmente verificar a possibilidade de utilizar regressões. Entretanto, os valores dos coeficientes de regressão (R^2) associados a cada série foram inexpressivos, razão pela qual decidiu-se não utilizar esse método para as projeções. As séries históricas extraídas da publicação anual do IBGE “Produção da Pecuária Municipal”, para o período 1977/95, apresentam elevadas margens de variações nas taxas obtidas para os municípios, tornando difícil o emprego de regressões por não apresentarem confiabilidade. Em decorrência dessa limitação, procurou-se então comparar o resultado da taxa geométrica média anual de crescimento obtida com os dados disponíveis para cada um dos municípios, ou seja, 2% ao ano. Dessa forma, a taxa média anual de 2% atribuída para o conjunto dos municípios da região foi a solução encontrada para a projeção dos rebanhos, pois evita erros de subestimação e/ou superestimação nos valores das demandas da pecuária.

Para o cálculo de demanda futura de água dos rebanhos aplicou-se para cada ano de projeção o mesmo coeficiente selecionado pelo PLIRHINE e PERH-CE, o que corresponde a um consumo médio de 50 l por dia por cada unidade BEDA.

O cálculo das demandas futuras de água para os rebanhos BEDA é obtida a partir da seguinte equação:

$$DPEC_{ij} = BEDA_{ij} \times CD$$

Onde: $DPEC$ = demanda do rebanho BEDA;

$BEDA$ = bovinos equivalentes para a demanda de água;

CD = coeficiente de demanda;

i = município;

j = ano de projeção.

O Quadro 5.15 apresenta os valores projetados de demanda de água para os rebanhos BEDA nos anos de 2.000, 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030.

Quadro 5.15 - Bacia do Rio Poti - Demandas de Água Projetadas para Dessedentação Animal

Municípios	2000	2005	2010	2020	2030
Ararendá	177,4	195,9	216,2	263,6	321,3
Carnaubal	121,4	134,1	148,0	180,5	220,0
Crateús	1.458,3	1.610,0	1.777,6	2.166,9	2.641,4
Croatá	128,0	141,3	156,0	190,1	231,8
Guaraciaba do Norte	118,1	130,4	143,9	175,5	213,9
Ibiapina	94,2	104,0	114,9	140,0	170,7
Independência	1.244,6	1.374,2	1.517,2	1.849,5	2.254,5
Ipaporanga	276,3	305,1	336,8	410,6	500,5
Novo Oriente	679,1	749,8	827,9	1.009,2	1.230,1
Poranga	262,7	290,1	320,2	390,4	475,9
Quiterianópolis	608,6	671,9	741,8	904,3	1.102,3
São Benedito	158,2	174,6	192,8	235,0	286,5
Ubajara	185,7	205,1	226,4	276,0	336,4
Total	5.512,6	6.086,5	6.719,7	8.191,6	9.985,3

5.2.4. Projeções da Demanda Hídrica Industrial

Dentro do panorama industrial, a região da bacia do Poti apresenta hoje baixo nível de industrialização e o potencial de crescimento não é dos mais expressivos, com exceção para os municípios de Crateús e Independência.

Para fins de mensuração da tendência da demanda hídrica industrial, verificou-se inicialmente a possibilidade de utilizar a metodologia utilizada no PERH-CE e Plano de Gerenciamento do Jaguaribe, os quais se baseiam em atribuir uma demanda unitária por empregado na indústria, de acordo com o ramo de atividade.

Entretanto, o levantamento feito junto à Secretaria de Desenvolvimento Econômico – SDE para a determinação da projeção da demanda industrial, a partir de informações

sobre as indústrias atualmente existentes e os planos de atração de novas unidades para os próximos anos, apresenta imprecisões quanto à dinâmica do crescimento industrial.

Procurou-se, então, para a determinação da projeção da demanda industrial, uma outra alternativa de cálculo que permitisse captar a dinâmica do crescimento da atividade industrial na região da bacia do rio Poti. Tomou-se como hipótese de crescimento do setor industrial as mesmas taxas de crescimento da população urbana por município. A hipótese já assumida no PERH-CE foi que existe uma correspondência direta entre o processo de urbanização e o nível da atividade industrial nas cidades.

Por outro lado, de acordo com estudos da COGERH (1999), o consumo per capita diário atual para a região é de aproximadamente 170 l/hab., dado que agrega os consumos doméstico e industrial combinados. Desta forma, pode-se inferir que o consumo de água em atividades industriais gira em torno de 30% do consumo per capita diário. Assim, para determinação do cenário atual (ano 2000) e para os anos futuros (2005 a 2030), pensou-se inicialmente em atribuir como taxa de consumo de água adotada para a atividade industrial 30% da taxa de consumo doméstico.

Tendo por base estudos realizados pela FIEC – Federação das Indústrias do Estado do Ceará, referentes ao parque industrial do Estado no ano de 1999, foi aplicada a equação abaixo especificada:

$$DAI_{in} = PO_{in} . Cd_i$$

Onde:

DAI_{in} = demanda de água na indústria i no ano n ;

PO_i = número de pessoal ocupado na indústria i no ano n ;

Cd_i = coeficiente de demanda relacionado ao gênero da indústria i ;

i = tipologia (gênero) da indústria num determinado município.

O estudo da FIEC menciona ainda que os dados da pesquisa desenvolvida por eles não é capaz de caracterizar totalmente o parque industrial da região na medida em que: *“Os municípios que não foram colocados em foco nesta pesquisa, não tem indústrias cadastradas no Guia Industrial do Ceará, o que não significa dizer que o município não*

possua unidades fabris”. (...) “Em muitos casos se verificou que as empresas não informaram o número de funcionários envolvidos na sua produção, o que inviabilizou a verificação do somatório total de funcionários em cada município.”.

Assim, diante da falta de uma melhor precisão nos dados que permitissem estimar a demanda atual e futura, admitiu-se o percentual de 10% da taxa de consumo doméstico.

A síntese da projeção da demanda industrial para a região das bacias do rio Poti encontra-se discriminada a seguir:

Quadro 5.16 - Bacia do Rio Poti - Projeções das Demandas Industriais de Água

Cenários	2000	2005	2010	2020	2030
Hipótese A	4.929,5	5.318,6	5.840,2	8.707,7	9.838,6
Hipótese B	4.816,3	5.251,1	5.700,9	8.330,8	9.238,2
Hipótese C	4.923,6	5.393,0	5.986,5	9.079,7	10.420,7

5.2.5. Consolidação da Projeção da Demanda Hídrica Agregada

A consolidação dos valores da demanda agregada para os anos de 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030 foi obtida a partir da agregação das demandas estimadas anteriormente.

No início da série, ano 2000, no que se refere a participação dos vários tipos de consumo, pode-se verificar que os perímetros de irrigação são os maiores absorvedores de água na região, demandando 48% da demanda total. O consumo humano participa com 29%, e a indústria e o consumo animal participam igualmente com 9% do total, restando cerca de 5% para a irrigação difusa.

Para o final do horizonte de análise (ano 2030), o nível de importância dos tipos de consumo apresenta um quadro bastante diferente, com destaque para a irrigação difusa que passa de 5% (ano 2.000) para 76% (ano 2.030).

Quadro 5.17 - Bacia do Poti - Demandas de Água

Discriminação	2000	2005	2010	2020	2030
Consumo Humano					
Hipótese A	16.431,7	17.728,8	19.467,3	29.025,8	32.795,5
Hipótese B	16.054,3	17.503,6	19.003,1	27.769,4	30.793,9
Hipótese C	16.412,2	17.976,6	19.954,9	30.265,6	34.735,5
Agricultura Irrigada	41.254,0	409.424,0	816.304,0	1.165.576,0	1.585.172,0
Projetos de Irrigação	28.962,0	103.860,0	189.468,0	189.468,0	205.164,0
Irrigação Difusa	12.292,0	305.564,0	626.836,0	976.108,0	1.380.008,0
Indústria					
Hipótese A	4.929,5	5.318,6	5.840,2	8.707,7	9.838,6
Hipótese B	4.816,3	5.251,1	5.700,9	8.330,8	9.238,2
Hipótese C	4.923,6	5.393,0	5.986,5	9.079,7	10.420,7
Consumo Animal	5.512,6	6.086,4	6.719,9	8.191,5	9.985,4
Totais					
Hipótese A	68.127,8	438.557,8	848.331,4	1.211.501,0	1.637.791,5
Hipótese B	67.637,2	438.265,1	847.727,9	1.209.867,7	1.635.189,5
Hipótese C	68.102,4	438.880,0	848.965,3	1.213.112,8	1.640.313,6

6. ESTABELECIMENTO DE ALTERNATIVAS DE DEMANDAS

6. ESTABELECIMENTO DE ALTERNATIVAS DE DEMANDAS

As alternativas para o atendimento às demandas na bacia do rio Poti, foram, para efeito de melhor discussão das mesmas, separadas em dois tipos: i) alternativas com transposições interbacias e o atendimento às maiores demandas; ii) alternativas localizadas de atendimento às demandas compostas de soluções singulares de suprimento hídrico. Geralmente essas alternativas estão bem definidas por um barramento e sistema de adução, ou somente de um sistema de adução quando o barramento já é existente.

O objetivo deste capítulo é deixar bem estabelecidas as alternativas estudadas, para que possam ser compreendidas as análises realizadas para a escolha do melhor conjunto de alternativas de atendimento às demandas da bacia. Tais análises levaram em consideração os aspectos técnico, ambiental, econômico, social e institucional.

6.1. IDENTIFICAÇÃO DOS DEFICITS HÍDRICOS

No Capítulo do Balanço Hídrico, foram comparadas as disponibilidades atuais com as demandas para os horizontes de 2000 (atual), 2005, 2010, 2020 e 2030. Do balanço resultaram mapas e tabelas identificando as regiões com falha no atendimento às demandas, ou que não possuem sistema implantado para suprimento das mesmas.

O balanço hídrico foi realizado, a nível mensal, para dois sistemas na bacia do Poti), com 8 reservatórios pertencentes à rede de grande açudagem, incluso aqui o açude Colinas em Quiterianópolis. A situação hidrológica foi simulada de acordo com a infra-estrutura atual, para o atendimento às demandas dos anos 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030, para três hipóteses de crescimento econômico A, B e C.

Os resultados do balanço hídrico são analisados aqui em termos do nível de garantia mensal, ou seja, é calculado em função do número de meses em que houve falha no atendimento de determinada demanda em relação ao número total de meses do período de 1912-1997.

Constatou-se nos estudos que as três hipóteses A, B e C de projeções populacionais não diferem entre si o bastante para refletir diferenças significativas nos resultados do balanço hídrico. Os resultados para as três hipóteses de crescimento são bastante

semelhantes. Sendo assim, decidiu-se por apresentar os resultados do balanço hídrico referentes à hipótese de crescimento C, a qual é a selecionada para o desenvolvimento dos estudos de alternativas.

Os resultados do balanço hídrico são apresentados em função dos níveis de atendimento para cada demanda para 6 classes distintas, quais sejam:

- ✓ **0%:** representa o nível de atendimento das demandas que não possuem como fonte hídrica de água bruta qualquer reservatório da rede de grande açudagem, ou seja, aqueles com capacidade acima de 10 hm³. Encontram-se aqui aquelas demandas que estão em situação mais crítica de déficit hídrico, cujas alternativas de solução devem basear-se no investimento em novas infra-estruturas;
- ✓ **0 – 30%:** nível de atendimento bastante crítico, representando as demandas cujas fontes hídricas da grande açudagem são capazes de atendê-la satisfatoriamente em menos de 30% do tempo. As alternativas de solução para o déficit hídrico devem pautar-se na ampliação da infra-estrutura existente ou na implantação de novas obras;
- ✓ **30 – 50%:** nível de atendimento crítico, representando as demandas cujas fontes hídricas da grande açudagem são capazes de atendê-la satisfatoriamente somente entre 30 e 50% do tempo. As alternativas de solução para o déficit hídrico devem pautar-se na ampliação da infra-estrutura existente ou na implantação de novas obras;
- ✓ **50 – 75%:** nível de atendimento deficiente, representando as demandas cujas fontes hídricas da grande açudagem são capazes de atendê-la satisfatoriamente somente entre 50 e 75% do tempo. As alternativas de solução para o déficit hídrico devem pautar-se também na ampliação da infra-estrutura existente ou na implantação de novas obras;
- ✓ **75 – 90%:** nível de atendimento insatisfatório, representando as demandas cujas fontes hídricas da grande açudagem são capazes de atendê-la satisfatoriamente entre 75 e 90% do tempo. As alternativas de solução para o déficit hídrico devem

pautar-se também na ampliação da infra-estrutura existente ou na implantação de novas obras. Para aquelas demandas cujos níveis de atendimento ficam entre 85 e 90%, há a possibilidade de medidas não-estruturais, como por exemplo, uma melhor operação do reservatório, propiciarem maiores garantias no atendimento às demandas;

- ✓ **90 – 100%:** nível de atendimento satisfatório, representando as demandas cujas fontes hídricas da grande açudagem são capazes de atendê-las satisfatoriamente entre 90 e 100% do tempo. Tais demandas não necessitam de novas obras de infra-estrutura hídrica, pois se encontram em situação bastante confortável.

Esclarece-se que o motivo de se ter considerado o limite mínimo de 90% como satisfatório para o atendimento às demandas humana, industrial, de turismo e animal, deve-se às particularidades do modelo utilizado para as simulações (HEC-3) e da série de vazões simuladas. Como o HEC-3 não permite o estabelecimento de prioridades no atendimento aos diferentes tipos de demandas, teve-se que trabalhar com o atendimento simultâneo das demandas municipais e de irrigação. No entanto, sabe-se que as primeiras são prioritárias e, comparando-se seus valores de consumo com os da demanda de irrigação, constata-se que aqueles são imensamente inferiores, sendo, portanto, as falhas nas demandas municipais, facilmente atendidas quando priorizadas em relação às demandas de irrigação. Além disso, levando-se em consideração também a série de vazões afluentes aos reservatórios para o período de 1912-1997, percebe-se que a maioria dos reservatórios não atendem suas demandas satisfatoriamente nos anos 1943 a 1945 e 1954 a 1956. Estes dois períodos representam uma seqüência de anos muito secos, em que somente reservatórios que não têm sua oferta explorada em toda a potencialidade, conseguem ultrapassar sem maiores problemas. Os seis anos de seca ocorridos nestes dois períodos representam uma falha em torno de 7%, na pior das hipóteses, dentro do universo estudado, o que dá um nível de atendimento em torno de 93%. Períodos críticos como estes, exigem soluções de gestão e não de aumento da infra-estrutura. Sendo assim, consideraram-se as demandas municipais que apresentaram nível de atendimento acima de 90% como demandas sem problemas de déficits hídricos.

Dentre os municípios abastecidos pela rede de grande açudagem, os que apresentam níveis de atendimento abaixo do desejável para estas demandas são:

- ✓ Quiterianópolis: atendida pelo açude Colinas, os níveis de atendimento já são deficientes em 2005, em torno de 66%, chegando a 54% em 2030. Este município situa-se no extremo sul da bacia do Poti, não possuindo outra fonte segura alternativa ao açude Colinas;
- ✓ Distrito de Sucesso e parte da região rural do município de Tamboril: esta região localiza-se na porção norte-nordeste da bacia do Poti, próxima ao divisor de águas com a bacia do Acaraú. Tem como fonte hídrica o reservatório Sucesso, localizado no distrito de mesmo nome, com capacidade de 10 hm³. Já em 2005, o nível de atendimento é em torno de 93% caindo a 87% em 2030;
- ✓ 40 % da porção rural do município de Crateús: esta região localiza-se na porção norte-noroeste da bacia do rio Poti, próxima a divisa com a bacia do Acaraú e do exutório do rio Poti no Estado do Ceará. As principais fontes hídricas desta região são os efluentes dos açudes Sucesso e Carnaubal. Os níveis de atendimento já são insatisfatórios a partir de 2005, em torno de 83%, chegando a 77% em 2030;
- ✓ 20% da porção rural do município de Crateús: nesta região a principal fonte hídrica é o açude Realejo. A região, atualmente, já se encontra com problemas sérios de déficits hídricos, principalmente com relação ao suprimento do Projeto Realejo. Os níveis de atendimento para as demandas difusas ficam abaixo de 90%;

Além das demandas analisadas anteriormente, alguns municípios encontram-se em crítica situação de deficit, pois não são atendidos pela rede de grandes açudes. São eles: Ararendá, Croatá e Ipaporanga. Estas demandas são as que se encontram em situação crítica de abastecimento atual e, portanto, precisam de solução imediata. Acrescenta-se ainda que o município de Poranga,, que, apesar de não ser suprido pela rede de grande açudagem, apresenta-se como uma região não deficitária devido às ótimas condições locais de exploração da água subterrânea.

Com relação ao atendimento das demandas de irrigação, dentre as áreas implantadas e que apresentam déficits tem-se o Perímetro de Irrigação Realejo, que é abastecido pelo

açude de mesmo nome, já apresentando atualmente elevados deficits. O nível de atendimento no ano 2000 é de 79%.

Os resultados do balanço hídrico para as áreas de irrigação existentes supridas pela infra-estrutura atual estão apresentados sinteticamente no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 - Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia para a Irrigação

Açude	Demanda	Garantia (%)				
		2000	2005	2010	2020	2030
Carnaubal	Projeto Graça	97	97	97	97	97
Jaburu II	Área Privada	98	98	98	98	97
	Projeto Jaburu II	98	97	97	97	97
Realejo	Projeto Realejo	79	77	77	77	76
Jaburu I	Projeto Jaburu I	100	99	99	98	97
	Projeto Valparaíso	100	99	99	98	97
	Área Privada	100	100	100	100	100

6.2. AÇUDES PROPOSTOS PARA A BACIA DO POTI

As alternativas de atendimento às demandas tiveram uma definição baseada na identificação das potencialidades e futuras disponibilidades na própria bacia ou por meio de transposição de vazões de outras bacias hidrográficas. Dessa forma, foram identificados inicialmente quais possíveis novos reservatórios poderiam ser construídos e quais suas capacidades de regularização.

As possibilidades de novos barramentos, identificadas em estudos e projetos, em cartas 1:100.000 e/ou 1:25.000, foram revisados a nível de reconhecimento. O Quadro 6.2 apresenta os boqueirões estudados e suas principais características.

Quadro 6.2 - Bacia do Rio Poti - Novos Barramentos Identificados

Nome do Açude	Rio Barrado	Capacidade (1.000 m³)
Alto Poti	Poti	20.000
Arabê	Riacho Arabê	7.400
Fronteiras	Poti	490.000
Inhuçu	Inhuçu	325.000
Lontras	Inhuçu	142.000
Pejuaba	Riacho Pejuaba	7.000

O açude Alto Poti é apresentado como a única alternativa viável para solucionar os problemas de deficits hídricos diagnosticados no município de Quiterianópolis. A sede municipal é abastecida atualmente pelo reservatório Colinas, cuja capacidade é de 3,26 hm³, o qual vem apresentando sérios problemas de qualidade da água, pois está situado dentro do perímetro urbano. Como o município de Quiterianópolis está situado no extremo sul da bacia do Poti, a proposição de uma alternativa que fizesse parte do eixo de integração torna-se inviável, pois as distâncias são muito grandes. Sendo assim, propõe-se para o município de Quiterianópolis a construção do açude Alto Poti. Este já teve seu boqueirão estudado pelo PROURB, constituindo-se numa obra tecnicamente viável.

Os açudes propostos Arabê e Pejuaba têm seus boqueirões localizados nos riachos de mesmo nome, respectivamente, ambos nascendo da Serra da Ibiapaba fluindo rumo ao Estado do Piauí. O objetivo principal destes açudes é a perenização desses riachos para viabilizar a exploração da agricultura irrigada. Estes boqueirões já foram estudados anteriormente pela consultora SIRAC - Serviços Integrados de Assessoria e Consultoria Ltda, no trabalho intitulado “Plano de Aproveitamento Hidroagrícola do Carrasco da Ibiapaba” (1984). Neste estudo, os açudes propostos foram analisados a nível de viabilidade, tendo sido propostas as dimensões 7,40 e 7,00 hm³, para os açudes Arabê e Pejuaba, respectivamente.

As barragens Fronteiras, Inhuçu e Lontras são as obras de acumulação estratégicas do eixo de integração da Ibiapaba. A primeira tem boqueirão localizado no rio Poti, próximo

a divisa com o Estado do Piauí, e drena toda a bacia formada por aquele rio localizada na microrregião dos Sertões de Crateús. É um açude de grande porte, podendo acumular 490 milhões de metros cúbicos.

Tem a finalidade de atender demandas urbanas e de irrigação, podendo suas águas serem destinadas às bacias do Poti e/ou Acaraú, dependendo da alternativa do eixo de integração considerada. Como o rio Poti pertence à bacia do Parnaíba e sendo esta uma bacia federal, a construção da Barragem Fronteiras terá que ser negociada com o estado do Piauí através da Resolução Conjunta ANA/SRH-CE e SEMAR-PI N° 547 de 05/12/2006 ficou estabelecido que a capacidade máxima de acumulação do Açude Fronteiras será de 490 hm³.

O sistema formado pelos açudes Inhuçu e Lontras, cujos boqueirões localizam-se no rio Inhuçu, é outra obra de acumulação estratégica na região, que permitirá a transposição de águas da bacia do Poti para a bacia do Acaraú. O primeiro terá capacidade de 325 milhões de metros cúbicos, enquanto o segundo terá 142 milhões de metros cúbicos. Além de suprir as demandas deficitárias dos municípios localizados próximos ao divisor de águas entre as bacias do Poti e Acaraú e as áreas de irrigação potenciais na bacia do Acaraú, terá como importante benefício a geração de energia elétrica na região, através de hidrelétrica que aproveitará o desnível no percurso da transposição entre a Serra da Ibiapaba e a bacia do Acaraú.

6.3. ALTERNATIVAS DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA

Uma vez analisados os novos barramentos possíveis para a bacia do Poti, procedeu-se a composição das alternativas, selecionando-se os reservatórios e as opções de transporte da água regularizada pelos mesmos para os centros de demanda deficitários a serem contemplados pelo Eixo de Integração da Ibiapaba.

São os seguintes os reservatórios selecionados para a composição das alternativas do Eixo de Integração da Ibiapaba:

Quadro 6.3 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Novos Barramentos Propostos

Açude Planejado	Bacia Hidrográfica	Capacidade (hm³)
Fronteiras	Poti	490
Inhuçu	Poti	325
Lontras	Poti	142
Paula Pessoa	Coreaú	167
Frecheirinha	Coreaú	85
Taquara	Acaraú	278

O açude Taquara foi considerado neste estudo como reservatório estratégico para o incremento da disponibilidade para irrigação no médio e baixo Acaraú, por isso foi tratado como reservatório a ser implantado qualquer que seja a alternativa para o Eixo de Integração. As alternativas de transferência hídrica e de atendimento às demandas humanas, animal, industrial e de irrigação foram então determinadas a partir das condições topográficas, da localização dos açudes Fronteiras, Lontras, Inhuçu, Paula Pessoa e Frecheirinha, das demandas projetadas e da existência de uma fonte hídrica estratégica pouco utilizada, o açude Jaburu I.

Os estudos envolvendo os reservatórios e as opções de transporte de suas respectivas águas regularizadas resultou na composição de três alternativas para o Eixo de Integração da Ibiapaba. Estas alternativas são descritas a seguir, apresentado-se as obras de infra-estrutura que compõem cada uma e respectivas demandas atendidas.

6.3.1. Alternativa 1

A Alternativa 1 é composta das estruturas hídricas relacionadas no Quadro 6.4, a seguir apresentado .

Quadro 6.4 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Infra-Estrutura Hídrica da Alternativa 1

Obra	Dimensão	Uso
Açude Fronteiras	490 hm ³	Abastecimento, Irrigação
Açude Inhuçu	325 hm ³	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Lontras	142 hm ³	Abastecimento, irrigação, energia.
Açude Paula Pessoa	167 hm ³	Irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm ³	Abastecimento e irrigação
Canal Norte	213 km	Abastecimento, irrigação, transposição de vazões.
Tunel e hidrelétrica	18 km; 6 MW	Energia e transposição de vazões
Açude Taquara	279 hm ³	Irrigação

Nesta Alternativa 1, planejou-se um canal, chamado de Canal Norte, com captação no Açude Fronteiras e seguindo em direção às demandas na própria bacia do Poti e também nas bacias do Acaraú e Coreaú. No seu primeiro terço, abastece-se as demandas urbanas e rurais dos municípios de Ipaporanga e Ararendá, parte da demanda potencial de irrigação da mancha Ipaporanga/Ararendá (10.537 ha) e dos Projetos de Irrigação Ipaporanga e Boa Esperança (1.710 ha). Ao cruzar o divisor das bacias do Poti e Acaraú, há o encontro com o túnel e hidrelétrica que captam as águas derivadas dos açudes Lontras e Inhuçu. Nesse local, libera-se o excedente de água para a bacia do Acaraú, que, após abastecer o município de Ipueiras, entrará no Açude Paulo Sarasate, ajudando no incremento da área irrigada na parte média e baixa da bacia.

A partir do túnel, o Canal Norte segue margeando a encosta da Serra da Ibiapaba alimentando as demandas urbanas e rurais de Ipu, Pires Ferreira, Reriutaba, Graça, Pacujá e Mucambo, além das manchas de solos com demanda potencial de irrigação denominadas Ipueiras/Ipu (283 ha) e Graça (1.671 ha). Ao chegar ao seu final, o Canal Norte libera a vazão remanescente em direção ao Açude Frecheirinha, indo aumentar a área irrigada do Projeto Frecheirinha (3.800 ha) e reforçar o abastecimento urbano e rural do município de Frecheirinha.

O açude Paula Pessoa é previsto para irrigação das manchas existentes no Baixo Coreaú, especialmente a mancha de Granja.

6.3.2. Alternativa 2

Nessa alternativa, o Canal Norte termina no encontro com o túnel e hidrelétrica, sendo liberada uma vazão para atendimento ao município de Ipueiras e às áreas potenciais de irrigação do baixo e médio Acaraú. As demandas das sedes municipais e sedes de distritos com mais de 1.000 habitantes de Graça, Pacujá e Mucambo são atendidas por uma adutora proveniente do açude Jaburu I, que desce a serra com água tratada. Há, ainda, a inclusão do Canal Poti Sul e da adutora de Nova Russas. O Canal Poti Sul irá abastecer parte da demanda rural de Crateús, como também, principalmente, irá aumentar a irrigação na porção sudoeste da bacia do Poti, revitalizando inclusive o Projeto Realejo (400 ha). A adutora de Nova Russas irá suprir a demanda urbana e rural deste município, pois o açude Farias de Souza não será suficiente para garantir um adequado abastecimento em 2.030. As demais demandas e disponibilidades permanecem iguais à Alternativa 1. A Alternativa 2 é apresentada no Quadro 6.5.

Quadro 6.5 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Infra-Estrutura Hídrica da Alternativa 2

Obra	Dimensão	Uso
Açude Fronteiras	490 hm ³	Abastecimento e irrigação
Açude Inhuçu	325 hm ³	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Lontras	142	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Paula Pessoa	167 hm ³	Irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm ³	Abastecimento, irrigação
Canal Poti Norte	99,8 km	Abastecimento, irrigação, transposição de vazões.
Túnel e hidrelétrica	18 km, 6 MW	Energia, transposição de vazões
Adutora do Açude Jaburu I	38,1 km	Abastecimento, transposição de vazões
Canal Poti Sul	27,0 km	Abastecimento, irrigação
Adutora Nova Russas	26,3 km	Abastecimento
Açude Taquara	279 hm ³	Irrigação

6.3.3. Alternativa 3

Na Alternativa 3, foram definidos três sistemas hídricos como parte do Eixo da Ibiapaba. O Sistema Sul, composto do Açude Fronteiras e Canal Poti Sul, cuja finalidade é o abastecimento rural e a irrigação das terras localizadas na região sudoeste da bacia do Poti; o Sistema Centro, composto pelos açudes Inhuçu e Lontras, o túnel e a hidrelétrica, liberando a vazão efluente da turbina para a bacia do Acaraú, que após abastecer o município de Ipueiras, deriva água, através de uma adutora, para o abastecimento de Ararendá, Ipaporanga e Nova Russas; e o Sistema Norte, composto pela adutora do açude Jaburu I para atendimento das sedes municipais de Mucambo, Pacujá e Graça, pelo açude Paula Pessoa destinado à irrigação do Baixo Coreaú e pelo açude Frecheirinha, destinado à irrigação do Projeto Frecheirinha e ao abastecimento do município de mesmo nome.

Futuramente, com a destinação do açude Paulo Sarasate para a irrigação das terras do baixo e médio Acaraú e a necessidade de expansão dos sistemas que abastecem Ipu e Pires Ferreira, deverá ser estudada a alternativa complementar a esta de interligar o Sistema Norte (açude Jaburu I) e Centro, permitindo o atendimento dessas demandas. O Quadro 6.6 detalha as características dessas obras.

Quadro 6.6 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Infra-Estrutura Hídrica da Alternativa 3

Obra	Dimensão	Uso
Açude Fronteiras	490 hm ³	Abastecimento e irrigação
Açude Inhuçu	325 hm ³	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Lontras	142	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Paula Pessoa	167 hm ³	Irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm ³	Abastecimento, irrigação
Túnel e hidrelétrica	18 km, 6 MW	Energia, transposição de vazões
Adutora Ararendá / Ipaporanga / N.Russas	93,1 km	Abastecimento
Adutora do Açude Jaburu I	38,1 km	Abastecimento, transposição de vazões
Canal Poti Sul	27,0 km	Abastecimento, irrigação
Açude Taquara	279 hm ³	Irrigação

6.4. ALTERNATIVAS LOCALIZADAS DE ATENDIMENTO ÀS DEMANDAS

Foram consideradas como demandas localizadas ou fora do Eixo de Integração da Ibiapaba as demandas do Quadro 6.7.

Quadro 6.7 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Demandas Localizadas a Serem Atendidas na Bacia do Poti

Identificação da Demanda	Demanda (l/s)	Alternativa de atendimento	Dimensão
Quiterianópolis	86	Açude Alto Poti	20,0 hm ³
Solos do Vale do Arabê	207	AÇUDE ARABÊ	7,4 hm ³
Solos do Vale do Pejuaba	276	Açude Pejuaba	7,0 hm ³

As demandas das manchas de solos dos vales do Arabê e Pejuaba são relativas às demandas potenciais, uma vez que não foi realizada simulação hidrológica para os respectivos açudes responsáveis pelo suprimento hídrico pela ausência de informações mais detalhadas. Por não estarem inseridos no Eixo de Integração da Ibiapaba não foi elaborado estudo aprofundado nestes reservatórios, sendo as informações apresentadas aqui baseadas no estudo desenvolvido pela CEPA/SIRAC "Plano de Valorização Hidroagrícola em Vales do Carrasco da Ibiapaba".

6.5. BALANÇO HÍDRICO DAS ALTERNATIVAS

As alternativas 1, 2 e 3 estabelecidas no capítulo anterior foram simuladas para o horizonte 2030 para o pré-dimensionamento dos sistemas. Para a simulação, foi utilizado o programa HEC-3. O balanço do sistema planejado, na realidade, foi sendo elaborado em conjunto com o anteprojeto das obras de cada alternativa, visto que os fatores topográficos e geotécnicos condicionaram as dimensões de algumas obras. Foi, pois, um processo iterativo, no qual o balanço hídrico alimentou o detalhamento das alternativas e este alimentou o balanço hídrico.

O balanço hídrico foi elaborado a nível mensal, considerando-se as perdas em trânsito de acordo com o trecho de rio simulado. Cada alternativa foi dimensionada a partir das demandas e disponibilidades determinadas para cada obra associada. Buscou-se atender

as demandas dos municípios em sua totalidade, urbanas e difusas, através das alternativas do Eixo de Integração. No entanto, algumas demandas, devido a fatores de distância, de desníveis topográficos e de dimensões das próprias demandas, tornam-se inviáveis terem soluções em conjunto com o Eixo de Integração. Nestes casos, as soluções propostas são localizadas, podendo ou não envolver novas infra-estruturas de pequeno porte e medidas de gestão. Os resultados de balanço hídrico apresentados neste capítulo referem-se àquelas demandas passíveis de serem atendidas pelas alternativas do Eixo de Integração.

Para aquelas demandas dos municípios passíveis de serem atendidas pelas alternativas do Eixo de Integração, os deficits foram atendidos em sua totalidade, variando somente a área que poderá ser irrigada, pois a disponibilidade de terras de boa qualidade para a irrigação é certamente maior que a capacidade do sistema em irrigá-las.

O resultado final do balanço dos sistemas simulados é mostrado para cada alternativa a seguir, apresentado segundo duas formas de avaliação: *Garantia Mensal e Garantia das Vazões Médias Fornecidas*.

6.5.1. Balanço Hídrico da Alternativa 1

O sistema resultante na Alternativa 1 tem a seguinte configuração do Quadro 6.8.

Quadro 6.8 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Configuração da Alternativa 1

Infra-estrutura planejada				
Açudagem / Bacia	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia (km ²)	Vazão Regularizada (m ³ /s)	Garantia (%)
Açude Fronteiras / POTI	490,0	5.866,22	4,0	95
Açude Inhuçu / POTI	325,0	911,50	2,6	94
Açude Lontras / POTI	142,0	515,45	1,4	95
Açude Paula Pessoa / COREAÚ	167,0	982,65	1,7	95
Açude Frecheirinha / COREAÚ	85,0	195,81	0,5	95
Açude Taquara / ACARAÚ	278,8	558,8	2,9	90
Adução / Bacia	Extensão (km)	Fonte Hídrica		
Túnel do Açude Lontras / POTI / ACARAÚ	18,0	Açudes Inhuçu e Lontras		
Canal Norte / POTI/ACARAÚ/COREAÚ	212,7	Açude Fronteiras		
Geração	Energia (MW)	Fonte Hídrica		
Hidrelétrica	6	Açudes Inhuçu e Lontras		

6.5.2. Balanço Hídrico da Alternativa 2

O sistema resultante na Alternativa 2 tem a seguinte configuração do Quadro 6.9.

Quadro 6.9 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Configuração da Alternativa 2

Infra-estrutura planejada				
Açudagem / Bacia	Capacidade (hm ³)	Área da Bacia (km ²)	Vazão Regulariza da (m ³ /s)	Garantia (%)
Açude Fronteiras / POTI	490,0	5.866,22	4,0	95
Açude Inhuçu / POTI	325,0	911,50	2,6	94
Açude Lontras / POTI	142,0	515,45	1,4	95
Açude Paula Pessoa / COREAÚ	167,0	982,65	1,7	95
Açude Frecheirinha / COREAÚ	85,0	195,81	0,5	95
Açude Taquara / ACARAÚ	278,8	558,8	2,9	90
Adução / Bacia	Extensão (km)	Fonte Hídrica		
Túnel do Açude Lontras / POTI / ACARAÚ	18,0	Açudes Inhuçu e Lontras		
Canal Norte / POTI/ACARAÚ/COREAÚ	99,8	Açude Fronteiras		
Adutora Aç.Jaburu I / POTI / ACARAÚ	38,1	Açude Jaburu I		
Canal Poti Sul / POTI	27,0	Açude Fronteiras		
Adutora Nova Russas / ACARAÚ	26,3	Açudes Inhuçu e Lontras		
Geração	Energia (MW)	Fonte Hídrica		
Hidrelétrica / ACARAÚ	6	Açudes Inhuçu e Lontras		

Note-se que a principal diferença entre as alternativas 1 e 2 refere-se à extensão e, conseqüentemente, às demandas atendidas pelo Canal Norte, o qual transporta água do açude Fronteiras até a bacia do Acaraú. Uma vez que o Canal Norte se estenderá somente do açude Fronteiras até a chegada do túnel, as demandas dos municípios de Graça, Mucambo e Pacujá terão que ser atendidas por outra fonte. Sendo assim, propõe-se o atendimento das sedes e distritos com mais de 1.000 habitantes destes três municípios a partir do açude Jaburu I. Neste caso, a adutora que abastecerá as sedes municipais de Graça, Mucambo e Pacujá será de água tratada, pois será uma ramificação da adutora da Ibiapaba.

A outra principal alteração da Alternativa 2 em relação a 1 é a inclusão do Canal Poti Sul, transportando água do açude Fronteiras em direção ao sul da bacia do Poti. O objetivo desta adução é aumentar a oferta hídrica da região para a viabilização da implantação e ampliação de importantes projetos de irrigação previstos pela SEAGRI - Secretaria de Agricultura Irrigada do Estado, dentre os quais estão: a ampliação do Projeto Graça, a implantação do Projeto Platô do Poti e a recuperação do Projeto Realejo. Na Alternativa 2, o Canal Poti Sul se estende do açude Fronteiras até o açude Realejo, compreendendo uma extensão de 27 km.

6.5.3. Balanço Hídrico da Alternativa 3

O sistema resultante na Alternativa 3 tem a seguinte configuração do Quadro 6.10.

Quadro 6.10 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Configuração da Alternativa 3

Infra-estrutura planejada				
Açudagem / Bacia	Capacidade (hm³)	Área da Bacia (km²)	Vazão Regularizada (m³/s)	Garantia (%)
Açude Fronteiras / POTI	490,0	5.866,22	4,0	95
Açude Inhuçu / POTI	325,0	911,50	2,6	94
Açude Lontras / POTI	142,0	515,45	1,4	95
Açude Paula Pessoa / COREAÚ	167,0	982,65	1,7	95
Açude Frecheirinha / COREAÚ	85,0	195,81	0,5	95
Açude Taquara / ACARAÚ	278,8	558,8	2,9	90
Adução / Bacia	Extensão (km)		Fonte Hídrica	
Túnel do Açude Lontras / POTI / ACARAÚ	18,0	Açudes Inhuçu e Lontras		
Adutora Aç.Jaburu I / POTI / ACARAÚ	38,1	Açude Jaburu I		
Canal Poti Sul / POTI	107,7	Açude Fronteiras		
Adutora Ararendá / Ipaporanga / Nova Russas / POTI / ACARAÚ	26,3	Açudes Inhuçu e Lontras		
Geração	Energia (MW)	Fonte Hídrica		
Hidrelétrica / ACARAÚ	6	Açudes Inhuçu e Lontras		

A principal diferença entre as Alternativas 2 e 3 é que não existe mais a transposição do açude Fronteiras para a bacia do Acaraú, ou seja, não existe na Alternativa 3 o Canal Norte. Nesta última, a disponibilidade hídrica do açude Fronteiras se concentrará no abastecimento das demandas difusas e, principalmente, da irrigação ao longo do Canal Poti Sul. Este canal corta uma região de solos “podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico”, com alto potencial para a irrigação, localizado nos municípios de Crateús e Novo Oriente, denominada “Mancha de Solos Poti Sul”. A adutora de Novas Russas da Alternativa 2 passa a se denominar nesta alternativa de Adutora Ararendá/Ipaporanga/Nova Russas, pois irá abastecer tais municípios.

6.6. SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA

Este capítulo aborda a metodologia empregada para a escolha da alternativa mais viável, levando-se em consideração os aspectos técnicos, ambientais, econômico-financeiros, sociais e institucionais. A metodologia escolhida baseia-se na avaliação através de uma matriz ponderada de critérios.

Um sistema de hierarquização foi desenvolvido na avaliação das alternativas, no qual foram analisados os aspectos técnico, ambiental, econômico-financeiro, social e institucional. Para cada aspecto considerado, foram avaliados os critérios considerados mais importantes em análise deste tipo. A cada critério foram atribuídas notas, variando de 0 (zero), para as características desfavoráveis, a 5 (cinco) para as características favoráveis.

No Quadro 6.11 é apresentada a matriz de decisão, na qual são listados os critérios avaliados em cada aspecto.

Quadro 6.11 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Aspectos e Critérios para a Avaliação das Alternativas

Aspecto	Critério
1. Técnico	1.1. Volume incremental proporcionado pela alternativa
	1.2. Nível e distribuição equitativa das vazões incrementais nas três alternativas
	1.3. Complexidade da operação e manutenção
	1.4. Capacidade de pronto atendimento
	1.5. Irrigação de áreas potenciais que já têm estudos
2. Ambiental	2.1. Impactos sobre área de preservação
	2.2. Proliferação de doenças de veiculação hídrica
	2.3. Incremento de poluição hídrica
	2.4. Possibilidade de salinização dos reservatórios
	2.5. Efeitos sobre a fauna e a flora
	2.6. Impactos hidromorfológicos
3. Econômico-financeiro	3.1. Valor presente líquido
	3.2. Investimento inicial
	3.3. Risco de falha na geração dos benefícios da irrigação
4. Social	4.1. Necessidade de reassentamento da população
	4.2. Aproveitamento dos recursos edáficos locais
	4.3. Submersão de solos agricultáveis
	4.4. Crise atual de abastecimento
	4.5. Número de pessoas beneficiadas
	4.6. Nível de desapropriação
5. Institucional	5.1. Políticas específicas de governo
	5.2. Organização local

6.6.1. Descrição dos Critérios Adotados

a) Critérios para o Aspecto Técnico

Volume Incremental Proporcionado por Cada Alternativa - O incremento das vazões regularizadas pelos açudes planejados para cada alternativa do eixo de integração é avaliado neste critério. Aquela alternativa cujos reservatórios planejados, juntos, proporcionarem o maior incremento total de vazão regularizada para o conjunto das três bacias terá nota máxima, ou seja, 5 (cinco). A alternativa que proporcionar o menor incremento de vazão regularizada para o conjunto das três bacias terá nota mínima, ou seja, 0 (zero). A alternativa de vazão incremental ao sistema intermediário terá sua nota calculada por interpolação entre os valores máximo e mínimo.

Nível de Distribuição Equitativa das Vazões Incrementais nas Três Bacias - A finalidade deste critério é avaliar o nível de distribuição da vazão incremental entre as 3 (três) bacias hidrográficas alcançado pelas infra-estruturas propostas, barragens e sistemas de adução, de forma que quanto mais equitativa for a distribuição, melhor é para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos da região. Avaliou-se este critério de acordo com a seguinte metodologia:

i) calcula-se para cada bacia hidrográfica a vazão regularizada média incremental devido às infra-estruturas planejadas de cada alternativa, ou seja, quanto de vazão regularizada cada alternativa está adicionando a cada bacia, informação esta obtida da simulação do HEC-3 para cada alternativa.

ii) calcula-se a vazão regularizada média incremental total devido às infra-estruturas planejadas para cada alternativa.

iii) calcula-se o desvio padrão da vazão regularizada média incremental de cada

bacia em relação a vazão regularizada média incremental total de cada

alternativa.

iv) atribui-se a pontuação de forma que a alternativa que fornecer a distribuição mais equitativa entre as 3 (três) bacias, ou seja, menor desvio padrão, terá a pontuação máxima (5), e a de pior distribuição, maior desvio padrão, terá pontuação mínima (0). A

nota da alternativa de distribuição intermediária será calculada por interpolação entre os valores máximos e mínimos.

Complexidade da Operação e Manutenção - O nível de complexidade na operação e manutenção das infra-estruturas de cada alternativa dependerá muito do tipo e porte das instalações. A análise deste critério é importante, pois quanto mais complexo o sistema, maiores serão os problemas relacionados à operacionalidade e manutenção das instalações, requerendo pessoal mais especializado e dificultando reposição de peças. A avaliação deste critério se deu de acordo com o tipo e quantidade das instalações em cada alternativa, adotando-se a seguinte metodologia:

i) a pontuação de acordo com o tipo de infra-estrutura se deu de forma que, quanto mais complexa a operação e manutenção maior a pontuação:

Tipo de Instalação	Pontuação Unitária
Adutora	1,50/100km
Barragem	1/un
Canal	3,00/100km
Estação de Bombeamento	3/un
Hidrelétrica	5/un
Túnel	1,00/100km

ii) calcula-se a pontuação total de cada alternativa pelo somatório da composição

da pontuação unitária e pelo número de instalações;

iii) a alternativa que obtiver pontuação máxima terá nota 0 (zero) enquanto que a

alternativa que obtiver pontuação mínima terá nota 5 (cinco). A alternativa de pontuação intermediária terá sua nota calculada por interpolação entre os valores

máximos e mínimos.

Capacidade de Pronto Atendimento - O objetivo da análise deste critério é levar em consideração o cronograma de implantação de cada obra e respectiva capacidade de

atendimento imediato. Este fator é importante, uma vez que as demandas, especialmente as humanas que estão em crise atual de abastecimento, necessitam que as soluções propostas tenham efeito imediato, amenizando o mais rápido possível os problemas de déficits hídricos já existentes. Dessa forma, analisou-se as alternativas sob o ponto de vista da captação dos sistemas de adução. Aquelas que propõem soluções para as demandas em crise atual captando a partir de fontes hídricas já existentes têm melhor pontuação, pois a água já está disponível e mais imediato será a viabilização do abastecimento de fato. No entanto as alternativas que envolvem a construção de açudes de grande porte necessitam de mais tempo para os projetos, construção, acumulação de água até a efetiva operação, e, portanto, terão pontuação menor.

Para uma quantificação deste critério analisou-se os seguintes elementos:

- i) listou-se os municípios que estão em situação mais crítica de oferta hídrica atualmente, de acordo com o balanço hídrico para o ano 2.000 elaborado na Fase III deste projeto;
- ii) listou-se as possíveis fontes hídricas, existentes ou planejadas, consideradas nas 3 (três) alternativas para o abastecimento dos municípios identificados no item i);
- iii) listou-se os possíveis sistemas de adução, existentes ou não, considerados nas (três) alternativas para o abastecimento dos municípios identificados no item i);
- iv) a cada reservatório e sistema de adução atribuiu-se notas, baseando-se na complexidade de construção. A complexidade da construção foi avaliada de acordo com o orçamento do anteprojeto das barragens, canais e adutoras;
- v) para cada município listado no item i) tem-se uma combinação de fonte hídrica sistema de adução para cada alternativa. A nota da combinação do sistema é dada pela média das notas atribuídas no item iv) para cada município em cada alternativa;
- vi) a nota final de cada alternativa é dada pela média das notas da combinação do sistema, calculadas no item anterior.

Irrigação de Áreas Potenciais que já Têm Algum Tipo de Estudo - Dentre as áreas potenciais para o desenvolvimento da agricultura irrigada há a diferenciação entre a

irrigação difusa e os perímetros ou projetos de irrigação. Estes são áreas, geralmente, que já têm algum tipo de estudo ou que estão contempladas no planejamento para implantação futura pela SDA - Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado. A irrigação difusa trata das áreas privadas e manchas de solos potenciais identificadas nas bacias, podendo estas também já terem sido estudadas anteriormente. O critério surge do fato de que áreas irrigadas que já têm algum tipo de estudo, ou viabilidade, ou executivo, ou preliminar, têm maior probabilidade de sua viabilização, uma vez que alguma etapa inicial do processo já foram vencidas. Além disso, as áreas foram estudadas exatamente porque têm maior prioridade devido o interesse do Governo. A metodologia proposta para avaliação deste critério é a seguinte:

- i) a pontuação para as áreas a serem irrigadas em cada alternativa de acordo com o nível de estudo das mesmas seguiu a tabela abaixo:

Classe	Classificação das áreas potenciais de irrigação	Pontuação Unitária
1	em estudo pela SDA	5
2	com algum tipo de estudo (viabilidade ou executivo)	3
3	sem nenhum tipo de estudo	0

ii) em cada alternativa faz-se a classificação das áreas a serem irrigadas de acordo com a tabela anterior; a nota final de cada alternativa será uma média ponderada das notas individuais das áreas a serem irrigadas em função da quantidade de hectares. Deseja-se com este critério priorizar as áreas que já têm algum tipo de estudo anterior, além de considerar os interesses do órgão do Estado responsável por esta atividade.

b) Critérios Para o Aspecto Ambiental

Os critérios ambientais – impactos sobre área de preservação ambiental, proliferação de doenças de veiculação hídrica, incremento de poluição hídrica, possibilidade de salinização dos reservatórios, efeitos sobre a fauna e a flora, impactos hidromorfológicos - sua pontuação e pesos levaram à seguinte avaliação das três alternativas: a alternativa 3 foi a que apresentou melhor nível de pontuação, atingindo 18 pontos, em contrapartida, as alternativas 1 e 2 obtiveram, respectivamente, 15 e 13 pontos.

c) Critérios Para o Aspecto Econômico-Financeiro

Para a análise econômico-financeira dentro da matriz de decisão foram selecionados 3 critérios, que representam a rentabilidade do projeto, o custo do investimento inicial e os riscos envolvidos na consideração dos benefícios relativos à irrigação.

Valor Presente Líquido (VPL) - Utilizou-se o VPL calculado para uma taxa interna de retorno de 12% a.a., apresentado no capítulo 7 (quadro 7.15), para avaliar a rentabilidade possível de ser proporcionada por cada alternativa. A alternativa que apresenta maior VPL terá a maior nota (cinco), enquanto que àquela que apresentar menor VPL será atribuída a nota mínima (zero). A alternativa de VPL intermediário terá sua nota calculada por interpolação entre os valores máximos e mínimos.

Investimento Inicial - O custo do investimento inicial para a implantação das infra-estruturas propostas por cada alternativa é avaliado de forma que, aquela alternativa que apresentar o maior investimento inicial terá nota mínima (zero), enquanto que aquela que apresentar menor investimento inicial será atribuída a nota máxima (cinco). A alternativa de investimento inicial intermediário terá sua nota calculada por interpolação entre os valores máximos e mínimos.

Risco de Falha na Geração dos Benefícios da Irrigação - Este critério avalia o risco envolvido nos benefícios gerados pela irrigação. Isto porque, no estudo econômico das alternativas, leva-se em consideração os benefícios advindos da implantação das novas áreas irrigadas por cada alternativa, no entanto, existe sempre um fator de risco para a implantação totalidade das áreas propostas. Para se valorar o risco de falha na geração dos benefícios da irrigação, baseou-se na distribuição do total de áreas novas a serem irrigadas por cada alternativa nos níveis de estudo a que já foram submetidas. Sendo assim, as áreas irrigadas que já têm algum tipo de estudo, ou viabilidade, ou executivo, ou preliminar, têm maior probabilidade de sua viabilização, uma vez que se tem documentado estudos sobre a área e algumas etapas iniciais de projeto já foram vencidas. Além disso, aquelas áreas que estão em estudo pela SEAGRI têm maior prioridade devido o interesse deste órgão. A metodologia proposta para avaliação deste critério é a seguinte:

por alternativa calcula-se o total de hectares para cada classe de nível de estudo, de acordo com o quadro abaixo:

Classe	Classificação das áreas potenciais de irrigação
1	em estudo pela SEAGRI
2	com algum tipo de estudo (viabilidade ou executivo)
3	sem nenhum tipo de estudo

ii) calcula-se o valor percentual de hectares para cada classe do quadro anterior por alternativa;

iii) a alternativa que tiver o maior percentual de novas áreas de irrigação nas classes 1 e 2 será atribuída nota máxima (cinco). A alternativa que tiver o maior percentual de novas áreas de irrigação na classe 3 terá a nota mínima (zero). A alternativa de classificação intermediária terá sua nota calculada por interpolação entre os valores máximos e mínimos.

d) Critérios Para o Aspecto Social

Os critérios considerados na avaliação dos impactos sociais – necessidade de reassentamento da população, aproveitamento dos recursos edáficos locais, submersão de solos agricultáveis, crise atual no abastecimento, número de pessoas beneficiadas, nível de desapropriação – levaram à seguinte escala de notas: a Alternativa 3 atingiu 21 pontos; a Alternativa 1 chegou a 20 pontos; enquanto a Alternativa 2 totalizou 19 pontos.

e) Critérios Para o Aspecto Institucional

Políticas Específicas do Governo - Este critério está envolvido com os objetivos gerais da política do governo estadual para com o desenvolvimento da região. Foi realizada, aqui, uma análise mais subjetiva de acordo com opiniões colhidas junto à Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH com relação às prioridades nas políticas públicas para a região. As alternativas foram analisadas segundo as seguintes diretrizes: a alternativa mais interessante do ponto de vista da política do governo é aquela que atende em menor espaço de tempo as áreas críticas atuais de abastecimento, proporcionando

concomitantemente o desenvolvimento econômico da região, seja através da agricultura irrigada ou da indústria e turismo, e que produza a melhor rentabilidade econômica do projeto. As três alternativas foram avaliadas segundo essas diretrizes.

Organização Local - A organização local é analisada segundo o nível de interferência que as reivindicações das comunidades durante as reuniões nas três bacias produziram sobre as obras propostas nas alternativas planejadas. Sendo assim, listou-se as principais reivindicações das comunidades locais e verificou-se se estava contemplada ou não em cada alternativa. Aquela alternativa que contemplar o maior número de reivindicações tem a nota máxima (cinco), enquanto que aquela que contemplar o menor número de reivindicações tem a nota mínima (zero). A alternativa que contemplar um número intermediário de reivindicações terá sua nota calculada por interpolação entre os valores máximos e mínimos.

6.6.2. Resultados da Escolha da Alternativa

a) Resultados para o Aspecto Técnico

Volume Incremental Proporcionado por Cada Alternativa - Todas as alternativas propostas, 1, 2 e 3, apresentam o mesmo volume incremental ao sistema como um todo. Isto porque, as novas obras de reservação, quais sejam, Frecheirinha, Fronteiras, Inhuçu, Lontras, Paula Pessoa e Taquara, aparecem igualmente nas três alternativas, proporcionando um volume incremental de 539,3 hm³/ano. Sendo assim, a nota para cada uma das alternativas na matriz de decisão foi 5.

Nível de Distribuição Equitativa das Vazões Incrementais nas Três Bacias - A vazão média regularizada incremental por cada alternativa em cada bacia hidrográfica foi obtida a partir das simulações no HEC-3, sendo apresentadas nos Quadros 6.12 a 6.14.

Quadro 6.12 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Distribuição das Vazões Regularizadas por Bacia para a Alternativa 1

Infra-estrutura Hídrica Planejada		Vazão Regularizada Média Incremental (m³/s)		
Fonte Hídrica	Sistema de Adução	Acaraú	Coreaú	Poti
Aç. Fronteiras	Canal Norte	1,1	---	2,9
Sistema Inhuçu/Lontras	Túnel/Canal Norte	2,5	1,3	0,2
Aç. Taquara	---	1,9	---	---
Aç. Frecheirinha	---	---	0,5	---
Aç. Paula Pessoa	---	---	1,7	---
Total		5,5	3,5	3,1

Quadro 6.13 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Distribuição das Vazões Regularizadas por bacia para a Alternativa 2

Infra-estrutura Hídrica Planejada		Vazão Regularizada Média Incremental (m³/s)		
Fonte Hídrica	Sistema de Adução	Acaraú	Coreaú	Poti
Aç. Fronteiras	Canal Norte	0,5	---	3,5
Sistema Inhuçu/Lontras	Túnel/Canal Norte	3,8	---	0,2
Ac. Taquara	---	1,9	---	---
Ac. Frecheirinha	---	---	0,5	---
Ac. Paula Pessoa	---	---	1,7	---
Ac. Jaburu I	Adutora Jaburu I	0,2	---	---
Total		6,4	2,2	3,7

Quadro 6.14 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Distribuição das Vazões Regularizadas por Bacia para a Alternativa 3

Infra-estrutura Hídrica Planejada		Vazão Regularizada Média Incremental (m³/s)		
Fonte Hídrica	Sistema de Adução	Acaraú	Coreaú	Poti
Aç. Fronteiras	Canal Norte	---	---	4,0
Sistema Inhuçu/Lontras	Túnel/Canal Norte	3,8	---	0,2
Aç. Taquara	---	1,9	---	---
Aç. Frecheirinha	---	---	0,5	---
Aç. Paula Pessoa	---	---	1,7	---
Aç. Jaburu I	Adutora Jaburu I	0,2	---	---
Total		5,9	2,2	4,2

Uma vez conhecida a distribuição das vazões regularizadas médias por bacia, calculou-se o Desvio Padrão e respectiva pontuação para cada alternativa. Os resultados são apresentados no Quadro 6.15.

Quadro 6.15 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Nível de Distribuição Equitativa das Vazões Incrementais nas Três Bacias

Alternativas	Acaraú	Coreaú	Poti	Desvio Padrão	Notas
1	7,3	3,5	6,3	1,97	5
2	6,8	2,2	8,3	3,18	1,1
3	5,9	2,2	9,2	3,50	0

Complexidade da Operação e Manutenção - Foram determinadas as notas para cada alternativa em função da complexidade de operação e manutenção das infra-estruturas propostas. Foi aplicada a pontuação unitária sobre a quantidade e tipo de obra de cada alternativa, sendo que quanto maior a pontuação, maior a complexidade de operação e manutenção. O Quadro 6.16 apresenta o cálculo da pontuação de cada alternativa.

Quadro 6.16 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Resultado da Pontuação devido a Complexidade de Operação e Manutenção das Obras de Cada Alternativa

Itens	Tipos e Número de Infra-estrutura						Pontuação
	Barragens	ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO	Hidrelétrica	Adutora	Canal	Túnel	
Pontuação unitária	1	5	6	1,5	3,0	1,0	---
Alternativa 1	6	1	1	0	2,127	0,18	23,561
Alternativa 2	6	2	1	0,644	1,268	0,18	26,950
Alternativa 3	6	3	1	1,412	1,077	0,18	32,529

Conclui-se, de acordo com o Quadro 6.16, que a Alternativa 3 é a mais complexa em termos de operação, o que é justificado, principalmente, pelo maior número de estações de bombeamento. À Alternativa 3 é atribuída, portanto, nota 0 (zero), enquanto que a Alternativa 1, devido ter obtido a menor pontuação, atribui-se a nota máxima 5, e por fim, a Alternativa 2 obteve nota igual a 3,11.

Capacidade de Pronto Atendimento - A análise deste critério leva em consideração a rapidez com que a infra-estrutura planejada é capaz de atender os municípios que já enfrentam atualmente crises em seu abastecimento. Para isto, foi avaliada a complexidade da construção de obras de armazenamento e adução, tendo sido atribuído as seguintes notas:

Para Reservatórios:

Obra	Nota
Açude Jaburu I	5
Açude Paula Pessoa	5
Açude Fronteiras	3
Açude Inhuçu	1
Açude Lontras	1
Açude Frecheirinha	0

Para Adutoras e Canais:

Obra	Nota
Canal Norte – Alternativa 1	0
Canal Norte – Alternativa 2	1
Túnel	1
Canal Poti Sul – Alternativa 2	3
Canal Sul - Alternativa 3	2
Adutora do Açude Jaburu I	5
Adutora Ararendá / Ipaporanga / Ipueiras / Nova Russas	4
Adutora de Nova Russas	4

Conclui-se pela avaliação deste critério que a Alternativa 3 é a que apresenta as melhores condições para o atendimento imediato dos municípios que apresentam deficits hídricos atuais, tendo sido atribuído a nota 5. A alternativa 1 foi a que apresentou a situação mais desfavorável para atendimento dos municípios atualmente em crise, atribuindo-se neste caso a nota 0. Já a Alternativa 2 obteve nota igual a 4,31.

Irrigação de Áreas Potenciais que já Têm Algum Tipo de Estudo - O cálculo da nota deste critério foi feita de forma a atribuir-se às áreas irrigadas pontuação de acordo com os níveis de estudos já desenvolvidos para cada área potencial. As notas foram ainda ponderadas de acordo com a quantidade de hectares a serem irrigados. Os Quadros 6.17 a 6.19 apresentam o cálculo da pontuação.

Quadro 6.17 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Pontuação para as áreas potenciais de Irrigação na Alternativa 1

Área de Irrigação	Área Irrigada(ha)	Pontuação Unitária	Pontuação Ponderada
Mancha de Solos Ararenda/Ipaporanga	10.537	0	0,00
Mancha de Solos Baixo Acaraú Margem Esquerda	3.770	0	0,00
Mancha de Solos Frecheirinha	3.800	3	0,40
Mancha de Solos Graça	1.671	0	0,00
Mancha de Solos Granja	1.750	3	0,18
Mancha de Solos Ipueiras/Ipu	283	0	0,00
Proj. Baixo Acarau – 2ª etapa	4.760	5	0,84
Proj. Ipaporanga/Boa Esperança	1.710	0	0,00
Proj. Medio Acarau	200	3	0,02
Total	28.481	---	1,44

Quadro 6.18 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Pontuação para as áreas potenciais de Irrigação na Alternativa 2

Área de Irrigação	Área Irrigada(ha)	Pontuação Unitária	Pontuação Ponderada
Mancha de Solos Ararendá/Ipaporanga	10.537	0	0,00
Mancha de Solos Frecheirinha	1.140	3	0,12
Mancha de Solos Granja	1.750	3	0,19
Mancha de Solos Margem Esquerda	3.770	0	0,00
Proj. Baixo Acarau- 2a. etapa	4.760	5	0,85
Proj. Ipaporanga/Boa Esperança	1.710	0	0,00
Proj. Graça – Ampliação	373	3	0,04
Proj. Medio Acarau	200	3	0,00
Proj. Platô do Poti- Área 1	2.800	3	0,25
Proj. Platô do Poti - Área 2	600	3	0,06
Proj. Realejo	400	5	0,07
Total	28.040	---	1,65

Quadro 6.19 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Pontuação para as Áreas Potenciais de Irrigação na Alternativa 3

Área de Irrigação	Area Irrigada (ha)	Pontuação Unitária	Pontuação Ponderada
Aluviões do Médio Acaraú	1.858	0	0,00
Mancha Baixo Acaraú Margem Esquerda	4126	0	0,00
Mancha de Solos Frecheirinha	1140	3	0,10
Mancha de Solos Granja	1750	3	0,16
Mancha de Solos Poti Sul	14257	0	0,00
Proj. Baixo Acaraú - 2a. etapa	4760	5	0,72
Proj. Graça – Ampliação	373	3	0,03
Proj. Medio Acaraú	200	3	0,02
Proj. Novo Oriente	990	0	0,00
Proj. Platô do Poti - Área 1	2800	3	0,25
Proj. Platô do Poti - Área 2	600	3	0,05
Proj. Realejo	400	5	0,06
Total	33254	---	1,39

Conclui-se que a alternativa que mais favorece às áreas potenciais de irrigação com algum tipo de estudo anterior é a Alternativa 2 (nota = 5), sendo seguida pela alternativa 1 (nota = 1) e pela alternativa 3 (nota = 0).

b) Resultados para o Aspecto Ambiental

Todos os critérios relativos à análise do aspecto ambiental para compor a matriz de decisão estão avaliados no Quadro 6.20, com o resultado final para a avaliação ambiental, com as notas para todos os critérios.

Quadro 6.20 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais

Fatores	Pesos	Pontuação Específica					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
Impactos negativos sobre áreas de preservação	5	5	0,25	4	0,20	4	0,20
Proliferação de doenças de veiculação hídrica	5	0	0,00	3	0,15	5	0,25
Incremento da poluição hídrica	3	5	0,15	0	0,00	0	0,00
Possibilidade de salinização dos reservatórios	3	5	0,15	0	0,00	0	0,00
Efeitos negativos sobre a flora e fauna	2	0	0,00	3	0,06	5	0,10
Impactos hidromorfológicos	2	0	0,00	3	0,06	4	0,08
Peso aspecto ambiental	20	15	3,00	13	2,60	18	3,60

c) Resultados para o Aspecto Econômico-Financeiro

Valor Presente Líquido (VPL) - Na análise econômica, foram apurados os valores presentes líquidos das três alternativas e em função desses valores atribuíram-se as seguintes notas:

Alternativa	VPL (R\$)	Notas
1	- 271.712.000	0
2	- 140.364.100	1
3	5.940.600	5

Investimento Inicial - De acordo com o investimento inicial, em cada alternativa, foram atribuídas as seguintes notas:

Alternativa	VPL (R\$)	Notas
1	673.912.801	0
2	561.032.698	2
3	407.757.227	5

Risco de Falha na Geração dos Benefícios de Irrigação - As notas para o risco de falha na geração dos benefícios de irrigação foram atribuídas de acordo com os critérios estabelecidos e os resultados são:

Discriminação	Área Irrigada (ha)		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Em estudo pela SDA	4.760	5.160	5.160
Com algum tipo de estudo	5.760	6.863	6.863
Sem estudos	17.971	16.017	21.231
Total	28.481	28.040	33.254
Nota	2	5	0

d) Resultados para o Aspecto Social

Os critérios e a avaliação final relativos à análise do aspecto social para compor a matriz de decisão estão listados no Quadro 6.21.

Quadro 6.21 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Matriz de avaliação dos impactos sociais

Fatores	Pesos	Pontuação Específica					
		Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
		Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa
Necessidade de reassentamento da população	2	4	0,08	4	0,08	4	0,08
Aproveitamento dos recursos edáficos locais	2	0	0,00	3	0,06	5	0,10
Submersão de solos agricultáveis	2	3	0,06	3	0,06	3	0,06
Crise atual no abastecimento	4	5	0,20	3	0,12	3	0,12
Número de pessoas beneficiadas	3	5	0,15	3	0,09	3	0,09
Nível de desapropriação	2	3	0,06	3	0,06	3	0,06
Peso aspecto social	15	20	3,00	19	2,85	21	3,15

e) Resultados para o Aspecto Institucional

Políticas Específicas do Governo - Seguindo-se a orientação das diretrizes enumeradas anteriormente, a pontuação das alternativas do eixo de integração ficou assim estabelecida:

Alternativa	Nota
1	0
2	3
3	5

Organização Local - Realizou-se uma listagem das principais reivindicações das comunidades locais discutidas nas reuniões envolvendo as três bacias e verificou-se em quais alternativas estavam contempladas. As reivindicações consideradas no estudo como importantes e a pontuação de cada alternativa são:

f) Reivindicações

NA BACIA DO POTI

- ✓ Reabilitação do Projeto de Irrigação Realejo
- ✓ Construção do açude Fronteiras

Em termos de notas, quanto às reivindicações, a Alternativa 1 recebeu a nota 3, a Alternativa 2 recebeu 5 e a Alternativa 3 recebeu 5.

6.7. ALTERNATIVA ESCOLHIDA

Pela apuração das avaliações, a mais viável é a Alternativa 3, tendo como aspectos especialmente favoráveis o econômico-financeiro e o ambiental. Uma vez escolhida a alternativa mais viável, encaminhou-se o processo de hierarquização das obras contempladas na Alternativa 3, tendo sido levado em consideração alguns dos mesmos parâmetros já considerados na escolha da melhor alternativa e outros mais específicos. Além das obras da Alternativa 3, foram inclusos na hierarquização das obras de reserva todos os açudes identificados por esse projeto como passíveis de serem construídos para atendimento futuro de demandas localizadas, aquelas que não se

encaixam no eixo de integração. Foram então hierarquizados os açudes: Alto Poti, Arabê, Carmina, Ibuguaçu, Jurema, Pedregulho, Pejuaba e Poço Comprido, para o atendimento de demandas localizadas; e Frecheirinha, Fronteiras, Inhuçu, Lontras, Paula Pessoa e Taquara, para o Eixo de Integração da Ibiapaba.

Outros açudes estudados como o Cajueirinho, Inhanduba, Jatobá e Litoral, foram descartados devido a questões de inviabilidade técnica ou ambiental, não constando portanto da hierarquização.

Uma vez selecionada a alternativa e hierarquizada suas obras, procedeu-se neste estudo à elaboração do balanço hídrico da Alternativa 3 para os horizontes de projeto 2005, 2010, 2020 e 2030, a fim de se estabelecer um cronograma de implantação das obras que compõem a mesma. As obras que compõem a Alternativa 3 estão no quadro a seguir apresentado.

Quadro 6.22 - Eixo de Integração da Ibiapaba - Infra-estrutura Hídrica da Alternativa 3

Obra	Dimensão	Uso
Açude Fronteiras	490 hm ³	Abastecimento e irrigação
Açude Inhuçu	325 hm ³	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Lontras	142	Abastecimento, irrigação, energia
Açude Paula Pessoa	167 hm ³	Irrigação
Açude Frecheirinha	85 hm ³	Abastecimento, irrigação
Túnel e hidrelétrica	18 km, 6 MW	Energia, transposição de vazões
Adutora Ararendá / Ipaporanga / Nova Russas	93,1 km	Abastecimento
Adutora do Açude Jaburu I	38,1 km	Abastecimento, transposição de vazões
Canal Poti Sul	27,0 km	Abastecimento, irrigação
Açude Taquara	279 hm ³	Irrigação

Para a elaboração do balanço hídrico e, conseqüentemente, o cronograma de implantação destas obras seguiu-se as seguintes prioridades:

1^a Prioridade: abastecimento das demandas municipais que se apresentam deficitárias em cada horizonte de projeto. As demandas municipais abrangem as urbanas e difusas, sendo que nas urbanas estão inclusas as domésticas, industriais e de turismo, e nas demandas difusas incluem-se a população rural e o consumo animal;

2^a Prioridade: abastecimento das áreas irrigadas atuais deficitárias e das potenciais nas 3 bacias, abrangendo tanto a irrigação dos perímetros de irrigação como a difusa. A definição da implantação de uma obra ou outra nos horizontes de projeto seguiu as prioridades estabelecidas acima e a hierarquização das obras feita no capítulo 8 (ver Quadro 8.19). No entanto, o balanço foi realizado através de um processo iterativo, no qual previa-se a implantação de uma obra em determinado horizonte e se realizava a simulação para verificação dos níveis de atendimento.

6.8. BALANÇO HÍDRICO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

O balanço hídrico foi executado para os 23 (vinte e três) grandes reservatórios existentes das bacias do Acaraú, Coreaú e Poti, acrescentando-se os 6 (seis) reservatórios propostos. Foi elaborado a nível mensal, considerando-se as perdas em trânsito de acordo com cada trecho de rio simulado.

Para a simulação integrada dos reservatórios dos sistemas das três bacias utilizou-se o modelo HEC-3 8 , o qual já foi executado nas etapas anteriores deste projeto. O modelo opera considerando as demandas hídricas em cada ponto de controle no sistema em uma seqüência, iniciando no ponto mais a montante e percorrendo cada rio do sistema em direção ao exutório. As demandas hídricas em cada ponto de controle correspondem às retiradas para o abastecimento das demandas humanas, industriais, de turismo, animais e de irrigação, em m^3/s , que o programa tentará atender em cada período de simulação. Para aqueles pontos de controle representativos de demandas que captam água no leito do rio em distâncias consideráveis dos mananciais, operou-se o sistema com os valores destas demandas acrescidos de 5% para levar em consideração as perdas em trânsito. O resultado final do balanço hídrico da Alternativa 3 é apresentado em termos do nível de atendimento às demandas, o qual representa a *Garantia Mensal*.

6.8.1. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2005

As demandas municipais e de irrigação deficitárias, para cada horizonte de projeto, já identificadas entraram na simulação do balanço hídrico segundo as prioridades citadas anteriormente, a fim de atender de forma satisfatória as projeções estabelecidas. Acrescentou-se ainda no balanço hídrico as demandas de irrigação potenciais planejadas para o ano 2005.

O Quadro 6.23 apresenta o nível de atendimento das demandas deficitárias e da irrigação potencial nas três bacias em 2005 para os cenários **com** e **sem** a infraestrutura planejada para a Alternativa 3.

Quadro 6.23 - Bacia do Rio Poti - Balanço Hídrico - Alternativa 3 - Horizonte de 2005

Demanda	Nível de atendimento em 2005		Obras planejadas
	Sem as obras	Com as obras	
Abastecimento			
Ararendá	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Croatá	0	100	Açude Inhuçu
Ipaporanga	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Irrigação			
Projeto Realejo	77	81	Com melhoria de gestão

6.8.2. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2010

Seguindo a mesma metodologia, realizou-se a simulação do balanço hídrico para o horizonte de projeto 2010. O Quadro 6.24 apresenta o nível de atendimento das demandas deficitárias e da irrigação potencial nas três bacias em 2010 para os cenários **com** e **sem** a infra-estrutura planejada para a Alternativa 3.

Quadro 6.24 - Bacia do Rio Poti - Balanço Hídrico - Alternativa 3 - Horizonte de 2010

Demanda	Nível de atendimento em 2010		Obras planejadas
	Sem as obras	Com as obras	
Abastecimento			
Ararendá	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Croatá	0	100	Açude Inhuçu
Ipaporanga	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Irrigação			
Projeto Realejo	77	100	Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Graça	---	100	Açude Fronteiras e Canal Poti Sul – Etapa I
Pojeto Platô Poti 1	---	100	Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Platô Poti 2	---	100	Canal Poti Sul – Etapa I
Mancha Poti Sul 1	---	100	Canal Poti Sul – Etapa I

6.8.3. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2020

Seguindo a mesma metodologia, realizou-se a simulação do balanço hídrico para o horizonte de projeto 2020. O Quadro 6.25 apresenta o nível de atendimento das demandas deficitárias e da irrigação potencial nas três bacias em 2020 para os cenários **com** e **sem** a infra-estrutura planejada para a Alternativa 3.

Quadro 6.25 - Bacia do Rio Poti - Balanço Hídrico – Alternativa 3 - Horizonte de 2020

Demanda	Nível de atendimento em 2020		Obras planejadas
	Sem as obras	Com as obras	
Abastecimento			
Ararendá	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Croatá	0	100	Açude Inhuçu
Ipaporanga	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Irrigação			
Projeto Realejo	77	100	Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Graça	---	100	Açude Fronteiras e Canal Poti Sul – Etapa I
Pojeto Platô Poti 1	---	100	Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Platô Poti 2	---	100	Canal Poti Sul – Etapa I
Mancha Poti Sul 1	---	100	Canal Poti Sul – Etapa I

6.8.4. Balanço Hídrico para o Horizonte de Projeto 2030

Seguindo a mesma metodologia realizou-se a simulação do balanço hídrico para o horizonte de projeto 2030. O Quadro 6.26 apresenta o nível de atendimento das demandas deficitárias e da irrigação potencial nas três bacias em 2030 para os cenários **com** e **sem** a infra-estrutura planejada para a Alternativa 3. Nota-se que não há acréscimo de áreas irrigadas entre os cenários 2020 e 2030, isto porque considerou-se que toda a infra-estrutura proposta seja implantada até 2020. Sendo assim, para o horizonte 2030 apenas foram verificados os níveis de atendimento para as mesmas demandas do cenário 2020 sem acréscimo de infra-estrutura.

Quadro 6.26 - Bacia do Rio Poti- Balanço Hídrico – Alternativa 3 - Horizonte de 2030

Demanda	Nível de atendimento em 2030		Obras planejadas
	Sem as obras	Com as obras	
Abastecimento			
Ararendá	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Croatá	0	100	Açude Inhuçu
Ipaporanga	0	97	Sistema Inhuçu / Lontras
Irrigação			
Projeto Realejo	77	97	Aç. Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Graça	---	95	Açude Fronteiras e Canal Poti Sul – Etapa I
Pojeto Platô Poti 1	---	95	Aç.Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Platô Poti 2	---	95	Aç.Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa I
Projeto Novo Oriente	---	95	Aç.Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa II
Mancha Poti Sul 1	---	95	Aç.Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa I
Mancha Poti Sul 2	---	95	Aç.Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa II
Mancha Poti Sul 3	---	95	Aç.Fronteiras Canal Poti Sul – Etapa II

7. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

7. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

7.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O marco da Legislação Ambiental no Brasil aconteceu com a promulgação da Constituição Federal de 1988, que instaurou na Carta Magna do país a obrigatoriedade do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental para obras com significativo impacto ambiental. A partir desta data, ocorreu a incorporação da variável ambiental nos projetos de porte, tornando-se um país ultra avançado neste setor.

Em consonância com os preceitos já fixados a nível federal, a Constituição Estadual incorporou ao seu novo texto inovações inteiramente compatíveis com as preocupações ambientais de todo o povo cearense.

No âmbito municipal, as leis orgânicas dos municípios corroboram plenamente em seus capítulos relativos a preservação ambiental aquelas dos âmbitos superiores sendo de fundamental importância disciplinar nas questões de desmatamento, do respeito à fauna e flora, nas questões de educação e conscientização ambiental, exploração dos recursos minerais, controle de utilização de bacias e etc.

“Art 184 – O município se articulará com a União e o Estado, de forma a garantir a conservação da natureza em harmonia com as condições de habitabilidade da população”

A Lei N° 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis N°s 7804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto N° 99.247/90 dispõe sobre a **Política Nacional do Meio Ambiente**, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente.

Baseada nas premissas preconizadas pela **Política Nacional do Meio Ambiente**, a Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu artigo 2° pela Resolução CONAMA N° 011, de 18/03/86), exige a elaboração, para o tipo de empreendimento ora em análise, de um **Estudo de Impacto Ambiental** (EIA) e

respectivo **Relatório de Impacto no Meio Ambiente** (RIMA). Tal estudo deverá ser submetido à aprovação do órgão estadual competente.

Destacam-se entre os dispositivos legais a nível federal, pertinentes a projetos hidráulicos e ao meio ambiente, os seguintes:

- Constituição Federal;
- Decreto Nº 24.643, de 10 de julho de 1934 - Institui o Código das Águas;
- Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pela Lei Nº 7.803, de 18 de julho de 1989) - Institui o Código Florestal;
- Resolução CONAMA Nº 009/87, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas.

Quanto às políticas ambientais, a nível do Estado do Ceará, o sistema de controle ambiental é integrado pela **Superintendência Estadual de Meio Ambiente** (SEMACE) e pelo **Conselho Estadual de Meio Ambiente** (COEMA), ambos criados através da Lei Nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a Política Estadual de Meio Ambiente. O COEMA é um colegiado independente, embora vinculado diretamente ao Governador do Estado, onde tem assento diversos segmentos da sociedade civil, enquanto que a SEMACE encontra-se vinculada a Secretaria da Ouvidoria Geral e do Meio Ambiente.

Com relação a gestão dos recursos hídricos, a Lei Nº 11.996, de 24 de julho de 1992, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos no Estado - SIGERH. A referida lei estabelece como diretriz fundamental prioridade máxima ao aumento de oferta d'água e em qualquer circunstância, para o abastecimento das populações humanas.

No contexto deste trabalho é importante citar o que dispõe o artigo 24 da referida lei:

“Art.24 - O Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH congregará instituições estaduais, federais e municipais intervenientes no Planejamento, Administração e Regulamentação dos Recursos Hídricos (Sistema de Gestão),

responsáveis pelas obras e serviços de Oferta, Utilização e Preservação dos Recursos Hídricos (Sistemas Afins) e serviços de Planejamento e Coordenação Geral, Incentivos Econômicos e Fiscais, Ciência e Tecnologia, Defesa Civil e Meio Ambiente (Sistemas Correlatos), bem como aqueles representativos dos usuários de águas e da sociedade civil assim organizado:

- Conselho de Recursos Hídricos do Ceará - CONERH;
- Comitê Estadual de Recursos Hídricos - COMIRH;
- Secretaria dos Recursos Hídricos - Órgão Gestor;
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FUNORH;
- Comitê de Bacias Hidrográficas - CBHs;
- Comitê das Bacias da Região Metropolitana de Fortaleza - CBRMF;
- Instituições Estaduais, Federais e Municipais responsáveis por funções hídricas, compreendendo:

a) Sistema de Gestão:

- Secretaria dos Recursos Hídricos - Órgão Gestor.

b) Sistemas Afins:

- SOHIDRA, EMCEPE, CEDAP(1), SEARA(2), CAGECE, COELCE, SEDURB(1), SEMACE, Prefeituras Municipais e Instituições Federais.

– A sociedade civil, as instituições Estaduais e Federais envolvidas com recursos hídricos, assim como as entidades congregadoras de interesses municipais participarão do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará.

– As Prefeituras Municipais, as Instituições Federais e Estaduais envolvidas com Recursos Hídricos e a Sociedade Civil, inclusive Associações de usuários, participarão do SIGERH nos Comitês de Bacias Hidrográficas e no Comitê das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza.

É importante salientar que a Lei Nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977, dispõe sobre a preservação da qualidade dos recursos hídricos existentes no Estado.

Como as terras a serem inundadas pela futura bacia hidráulica da Barragem Fronteiras pertencem a terceiros, está em fase de elaboração um plano de desapropriações/indenizações. Assim sendo, estão sendo executados levantamentos cadastrais dos imóveis rurais na área diretamente afetada pelo projeto. As desapropriações serão efetivadas através de Decreto Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, o DNOCS, a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que serão atingidos em parte (menor que dois terços da propriedade), ou na sua totalidade pela área de inundação máxima e pela faixa de proteção do reservatório.

Ressalta-se, a necessidade de implementação de um programa de gerenciamento do reservatório, visto que poderão surgir situações conflitantes com o desenvolvimento dos seus usos múltiplos. O referido programa deverá contemplar a proteção dos recursos naturais (água, solo, flora e fauna); controle da poluição (de origem agrícola, urbana, recreativa e etc.); reflorestamento em terrenos próprios ou de terceiros, disciplinamento do uso das águas do reservatório (a montante e a jusante); uso dos solos em terrenos próprios ou de terceiros, com influência sobre o reservatório; manutenção do reservatório e de suas infra-estruturas.

Os governos municipais dos municípios afetados pelo empreendimento devem adequar sua lei orgânica às diretrizes propostas pelo programa de gerenciamento do reservatório e pela Política Estadual de Recursos Hídricos.

A participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos deve ser estimulada, devendo se dar, preferencialmente, através de informações e consultas, sem que o poder público decline de seu dever de decidir entre alternativas. Tendo em vista a preservação dos recursos hídricos, devem ser desenvolvidos programas de educação e conscientização ambiental da população periférica ao reservatório, através de mensagens difundidas na programação das estações de rádio e na rede de ensino, fazendo com que os habitantes da região passem a atuar como fiscais.

Nas diversas fases do empreendimento far-se-ão necessários licenciamentos e outorgas de órgãos a nível federal, estadual e municipal, destacando-se: Anuência Prévia da

Prefeitura Municipal, Licenciamento Ambiental (Licenças Prévia, de Instalação e de Operação) da SEMACE; Outorga do Uso da Água, e Autorização de Desmatamento da SEMACE, entre outras.

Os capítulos da lei maior, pertinente ao meio ambiente, que rege cada esfera do poder serão transcritos, entretanto, os demais instrumentos legais como leis, decretos, resoluções e outras normas, tanto referentes ao meio ambiente como em particular as que envolvam direta e indiretamente projetos de barragens, serão citados e discriminados.

7.2. LEGISLAÇÃO FEDERAL

7.2.1. Constituição do Brasil de 1988

A Constituição Federal de 1988 consagrou, em normas expressas, as diretrizes fundamentais de proteção ao meio ambiente. Através do Art. 23 estabelece a competência comum da União, dos Estados e dos Municípios para: Proteção do acervo histórico e cultural, bem como os monumentos e paisagens naturais e dos sítios arqueológicos; a proteção ao meio ambiente e combate à poluição em quaisquer de suas formas; e, preservação das florestas, da fauna e da flora.

“Art. 23 É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

I - Zelar pela guarda da Constituição, das leis e das instituições democráticas e conservar o patrimônio público;

II - Cuidar da saúde e assistência pública, da proteção e garantia das pessoas portadoras de deficiência;

III - Proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico, e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV - Impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico e cultural;

V - Proporcionar os meios de acesso à cultura, a educação e à ciência;

VI - Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - Preservar as florestas, a fauna e a flora;

VIII - Fomentar a produção agropecuária e organizar o abastecimento alimentar;

IX - Promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

X - Combate as causas da pobreza e os fatores de marginalização social dos setores desfavorecidos;

XI - Registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios;

XII - Estabelecer e implantar política de educação para segurança do trânsito.

Parágrafo Único. Lei complementar fixará normas para a cooperação entre a União e os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, tendo em vista o equilíbrio do desenvolvimento e do bem-estar em âmbito nacional.

O Art. 24 fixou a competência concorrente da União, dos Estados e dos Municípios para legislar sobre: Floresta, pesca, fauna, conservação da natureza, proteção ao patrimônio histórico, artístico, turístico, cultural e paisagístico; e, responsabilidade por danos ao meio ambiente e a bens de valor artístico, estético,

histórico e paisagístico.

"Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

I - Direito tributário, financeiro, penitenciário, econômico e urbanístico;

II - Orçamento;

III - Juntas comerciais;

IV - Custas de serviços forenses;

V - Produção de consumo;

VI - Florestas, caça, pesca, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle de poluição;

VII - Proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico;

VIII - Responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico;

IX - Educação, cultura, ensino e desporto;

X - Criação, funcionamento e processo do juizado de pequenas causas;

XI - Procedimento em matéria processual;

XII - Previdência social, proteção e defesa da saúde;

XIII - Assistência jurídica e defensoria pública;

XIV - Proteção e integração social das pessoas portadoras de deficiência;

XV - Proteção à infância e a juventude;

XVI - Organização, garantias, direitos e deveres das polícias civis.

– **1º.** No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a esclarecer normas gerais.

– **2º.** A competência da União para legislar sobre normas gerais exclui a competência complementar dos Estados.

– **3º.** Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender as suas peculiaridades.

– **4º.** A superveniência da lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, no que lhe for contrário.

No Capítulo do Meio Ambiente, VI, o Art. 225 expressa que “todos têm direito ao ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, atribuindo ao Poder Público a responsabilidade da aplicação das eficácias medidas no cumprimento do preceito protecionista a Constituição assegurou-lhes as prerrogativas: Criação de espaços territoriais que devem ficar a salvo de qualquer utilização ou supressão a não ser que a lei expressamente o autoriza; exigir, na forma da lei, precedentemente à instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo do impacto ambiental ao qual se dará publicidade; obrigar aos que exploram recursos minerais, recuperar o meio ambiente degradado de acordo com as soluções técnicas exigidas pelo órgão público competente, na forma da lei; e, impor sanções penais e administrativas aos que desenvolvem atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, sejam pessoas físicas ou jurídicas, sem prejuízo da obrigação de recuperação dos danos causados.

“Art. 225 Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações.

– **1º.** Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - Preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - Definir em todas as unidades da federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitida somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - Exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - Controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem riscos para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - Promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - Proteger a fauna e a flora, vedada, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

– **2º.** Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

– **3º.** As condutas e atividades consideradas lesivas ao ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

– **4º.** A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Matogrossense e a Zona Costeira são patrimônios nacionais, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

– **5º.** São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.

– **6º.** As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem que não poderão ser instaladas.

7.2.2. Principais Diplomas Federais

7.2.2.1. Leis Federais

- LEI Nº 3.824, DE 23 DE NOVEMBRO DE 1960 - Dispõe sobre a execução de desmatamento zoneado da área da bacia hidráulica de reservatórios e dá outras providências.
- LEI Nº 3.924, DE 26 DE JULHO DE 1961 – Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.
- LEI Nº 4.771, DE 15 DE SETEMBRO DE 1965 - Institui o novo Código Florestal.
- LEI Nº 4.089, DE 13 DE JULHO DE 1967 - Dispõe sobre erosão.
- LEI Nº 4.717, DE 29 DE JUNHO DE 1968 - Regula a ação popular.
- LEI Nº 5.197, DE 03 DE JANEIRO DE 1967 - Dispõe sobre proteção à fauna silvestre e dá outras providências.
- LEI Nº 6.513, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1977 - Dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de locais de Interesse Turístico; sobre o inventário com finalidades turísticas dos bens de valor cultural e natural; acrescenta o inciso ao artigo 2º da Lei nº 4.132, de 10 de setembro de 1962; altera a redação e acrescenta dispositivo à Lei nº 4.771, de 29 de junho de 1965; e dá outras providências.
- LEI Nº 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979 – Dispõe sobre o uso e parcelamento do solo.
- LEI Nº 6.803, DE 02 DE JULHO DE 1980 –Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poço, e dá outras providências.
- LEI Nº 6.902, DE 27 DE ABRIL DE 1981 - Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências (alterada pela Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989).

–LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências (alterada pela Lei Nº 7.804, de 18 de julho de 1989).

–LEI Nº 7.347, DE 24 DE JULHO DE 1985 - Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (vetado) e dá outras providências.

–LEI Nº 7.754, DE 14 DE ABRIL DE 1989 – Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios e dá outras providências.

– LEI Nº 7.803, DE 16 DE JULHO DE 1989 - Altera a redação da Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as leis Nºs 6.535, de 15 de junho de 1978 e 7.511, de julho de 1986.

–LEI Nº 7.804, DE 18 DE JULHO DE 1989 - Altera a Lei Nº 6.803, de 02 de junho de 1980; a Lei Nº 6.902, de 21 de abril de 1981; a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981; a Lei Nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989; e dá outras providências.

–LEI Nº 8.028, DE 12 DE ABRIL DE 1990 - Altera a Lei Nº 6.938, de 21 de agosto de 1981.

–LEI Nº 9.059, DE 13 DE JUNHO DE 1995 - Introduz alterações no Decreto Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, que dispõe sobre proteção e estímulo à pesca.

–LEI Nº 9.314, DE 14 DE NOVEMBRO DE 1996 – Atualiza o Decreto-Lei Nº 227, de 28 DE FEVEREIRO DE 1967, que dá nova redação ao Decreto- Lei Nº 1.985 (Código de Minas), de 29 de janeiro de 1940.

Art. 3º

– 1º Não estão sujeitos aos preceitos deste Código os trabalhos de movimentação de terras e de desmonte de materiais in natura que se fizerem necessários a abertura de vias de transporte, obras gerais de terraplanagem e de edificações desde que não haja

comercialização das terras e dos materiais resultantes dos referidos trabalhos e ficando o seu aproveitamento restrito à utilização na própria obra.

– LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, e altera o artigo 10 da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, de 28 de dezembro de 1989.

– LEI Nº 9.605, DE 13 DE FEVEREIRO DE 1998 - Lei de Crimes Ambientais, estabelece normas e critérios para punir criminalmente as condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

– LEI Nº 9.960, DE 28 DE JANEIRO DE 2.000 – Dispõe sobre os custos das licenças e análises ambientais.

– LEI Nº 9.966, DE 28 DE ABRIL DE 2.000 –Dispõe sobre a preservação, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

– LEI Nº 9.985, DE 18 DE JUNHO DE 2000 – Lei do SNUCN, regulamenta o art. 225, § 1º; incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza e dá outras providências.

– LEI Nº 10.165, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2.000 – Altera a Lei nº 6.938/81, institui a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TCFA.

7.2.2.2. Decretos Federais

– DECRETO LEI Nº 25, DE 30 DE NOVEMBRO DE 1937 – Organiza a proteção ao patrimônio histórico e artístico nacional.

– DECRETO LEI Nº 3.365, DE 21 DE JUNHO DE 1941 – Dispõe sobre desapropriação por utilidade pública.

– DECRETO Nº 23.793, DE 23 DE JANEIRO DE 1934 - Aprova o Código Florestal.

– DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934 - Institui o Código de Águas.

- DECRETO N° 28.481, DE 07 DE DEZEMBRO DE 1940 - Dispõe sobre a poluição das águas.
- DECRETO N° 50.877, DE 29 DE JUNHO DE 1961 - Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País, e dá outras providências.
- DECRETO N° 84.426, DE 24 DE JANEIRO DE 1980 - Dispõe sobre a erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo.
- DECRETO N° 86.176, DE 06 DE JULHO DE 1981 - Regulamenta a Lei n° 6.513, de 20 de dezembro de 1977, que dispõe sobre a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico e dá outras providências.
- DECRETO N° 88.351, DE 01 DE JUNHO DE 1983 - Regular a Lei n° 6.938, de 31 de agosto de 1981 e a Lei de n° 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências.
- DECRETO N° 89.336, DE 31 DE JANEIRO DE 1984 - Dispõe sobre as Reservas Ecológicas e Áreas de Relevante Interesse Ecológico, e dá outras providências.
- DECRETO N° 89.532, DE 06 DE ABRIL DE 1984 - Acrescenta incisos ao Art.37, do Decreto n° 88.351, de 10 de junho de 1983, que regulamenta a Política Nacional do Meio Ambiente.
- DECRETO N° 92.302, DE 16 DE JANEIRO DE 1986 - Regulamenta o Fundo para Reconstituição de Bens Lesados de que trata a Lei n° 7.347, de 24 de julho de 1985, e dá outras providências.
- DECRETO N° 97.628, DE 10 DE ABRIL DE 1989 - Regulamenta o artigo 21 da Lei n° 4.771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal, e dá outras providências.
- DECRETO N° 97.632, DE 10 DE ABRIL DE 1989 - Dispõe sobre a regulamentação do art. 2°, inciso VIII da lei N° 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências.

- DECRETO Nº 97.635, DE 10 DE ABRIL DE 1989 - Regula o art. 27 do Código Florestal e dispõe sobre a prevenção e combate a incêndio, e dá outras providências.

- DECRETO Nº 99.193, DE 27 DE MARÇO DE 1990 - Dispõe sobre as atividades relacionadas ao zoneamento ecológico - econômico, e dá outras providências.

-DECRETO Nº 99.274, DE 06 DE JUNHO DE 1990 - Regulamenta a Lei Nº 6.902, de 27 de abril de 1981 e a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.

-DECRETO Nº 1.523, DE 13 DE JUNHO DE 1995 - Altera os artigos 50 e 60, 100 e 110 do Decreto Nº 99.274, de 06 de junho de 1990, que regulamenta as Leis Nº 6.912, de 27 de abril de 1981 e 6.938, de 31 de agosto de 1980, e dá outras providências.

-DECRETO Nº 1.542, DE 27 DE JUNHO DE 1995 - Altera o artigo 5º do Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, que regulamenta as Leis nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e 6.938 de 31 de agosto de 1981.

-DECRETO Nº 2.120, DE 13 DE JANEIRO DE 1997 - Dá nova redação aos artigos 5º, 6º, 10º e 11º do Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, que regulamenta as Leis nº s 6.902, de 27 de abril de 1981, e 6.938, de 31 de agosto de 1981.

-DECRETO Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002 – Regulamenta a Lei Nº 9.985 de 18 de Julho de 2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

7.2.2.3. Medida Provisória

-MEDIDA PROVISÓRIA Nº 2.166-67, DE 24 DE AGOSTO DE 2001 altera os artigos 1º, 4º, 14º, 16º e 44º, e acresce dispositivos à Lei Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o Art. 10º da Lei Nº 9.393, de 19 de Dezembro de 1996, que dispõe sobre o impacto sobre a propriedade territorial rural – ITR, e dá outras providências.

7.2.2.4. Resoluções

- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 008, DE 05 DE JUNHO DE 1984 – Estabelece normas para usos de Recursos Ambientais existentes em Reservas Ecológicas Particulares e em Áreas de Relevante Interesse Ecológico.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 004, DE 18 DE SETEMBRO DE 1985 - Estabelece definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 001, DE 23 DE JANEIRO DE 1986 – Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 001-A, DE 23 DE JANEIRO DE 1986 – Estabelece que o transporte de produtos perigosos deverá ser efetuado mediante medidas essenciais complementares às estabelecidas pelo Decreto nº 88.821, de 6 de outubro de 1983.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 006, DE 24 DE JANEIRO DE 1986 - Aprova os modelos de publicações em periódicos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova modelos para publicação de licenças.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 011, DE 18 DE MARÇO DE 1986 - Altera e acrescenta incisos na Resolução 001/86 que institui RIMA.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 013, DE 18 DE MARÇO DE 1986 - Cria a Comissão Especial para reformular a Portaria GM/MINTER nº 13, que dispõe sobre a classificação das águas interiores no Território Nacional.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 020, DE 18 DE JUNHO DE 1986 - Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.
- RESOLUÇÃO/CONAMA N° 009, DE 3 DE DEZEMBRO DE 1987 – Estabelece normas para realização de audiência pública para informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do RIMA.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 010, DE 03 DE DEZEMBRO DE 1987 – Dispõe sobre a implantação de Estações Ecológicas pela entidade ou empresa responsável por empreendimentos que causem danos às florestas e a outros ecossistemas.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 002, DE 13 DE JUNHO DE 1988 – Estabelece as atividades que podem ser desenvolvidas nas Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE).

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 010, DE 14 DE DEZEMBRO DE 1988 – Dispõe sobre Áreas de Proteção Ambiental e Zoneamento Ecológico/Econômico.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 001, DE 08 DE MARÇO DE 1990 – Estabelece padrões, critérios e diretrizes a serem observados na emissão de ruídos.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 003, DE 28 DE JUNHO DE 1990 – Estabelece padrões de qualidade do ar.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 008, DE 06 DE DEZEMBRO DE 1990 - Estabelece limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão).

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 013, DE JUNHO DE 1990 - Estabelece normas de uso dos entornos de Unidades de Conservação.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 002, 18 DE ABRIL DE 1996 - Determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente Estação Ecológica, a ser exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas, em montante de recursos não inferior a 0,5 % (meio por cento) dos custos totais do empreendimento. Revoga a Resolução CONAMA n.º 10/87, que exigia como medida compensatória a implantação de estação ecológica.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 020, DE 24 DE OUTUBRO DE 1996 – Define os itens de ação indesejável, referente à emissão de ruídos e poluentes atmosféricos.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 237, 18 DE DEZEMBRO DE 1997 - Determina a revisão dos procedimentos e critérios utilizados ao licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, visando o

desenvolvimento sustentável e a melhoria contínua, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 281, DE 12 DE JULHO DE 2.001 – Dispõe sobre os estabelecimentos de modelos simplificados de publicação dos pedidos de licenciamento, sua renovação e concessão pelos órgãos competentes.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 302, DE 20 DE MARÇO DE 2002 – Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

-RESOLUÇÃO/CONAMA N° 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002 – Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

7.2.2.5. Portarias Federais

-PORTARIA GM N° 013, DE 15 DE JANEIRO DE 1976 - Dispõe sobre a classificação dos cursos d'água interiores.

-PORTARIA MINTER N° 231, DE 27 DE ABRIL DE 1976 - Trata dos padrões de qualidade do ar.

-PORTARIA N° 536, DE 07 DE DEZEMBRO DE 1976 - Regula a qualidade das águas destinadas a balneabilidade.

-PORTARIA INTERMINISTERIAL N° 917, DE 06 DE JUNHO DE 1982 - Dispõe sobre mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo.

- PORTARIA IBAMA N° 94, DE 26 DE JANEIRO DE 1990 - Dispõe sobre o Serviço de Defesa Ambiental na estrutura das Superintendências Estaduais e no Distrito Federal.

- PORTARIA N° 37-N, DE 03 DE ABRIL DE 1992 – Reconhece lista de espécies da flora ameaçada de extinção.

7.3. LEGISLAÇÃO ESTADUAL

7.3.1. Constituição do Estado do Ceará de 1989

CAPÍTULO II

DOS BENS

“Art. 23 As praias são bens públicos de uso comum, inalienáveis e destinadas perenemente à utilidade geral dos seus habitantes, cabendo ao Estado e a seus Municípios Costeiros compartilharem das responsabilidades de promover a sua defesa e impedir, na forma da lei estadual, toda obra humana na qual as possam desnaturar, prejudicando as suas finalidades essenciais, na expressão de seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural, incluindo, nas áreas de praias:

I - Recursos naturais, renováveis ou não renováveis;

II - Recifes, parcéis e bancos de algas;

III - Restingas e dunas;

IV - Florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas;

V - Sítios ecológicos de relevância cultura e demais unidades de preservação permanente;

VI - Promontórios, costões e grutas marinhas;

VII - Sistemas fluviais, estuários e lagunas, baías e enseadas;

VIII - Monumentos que integram o patrimônio natural, paleontológico, espeleológico, étnico, cultural e paisagístico.

Parágrafo Único – Entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas marinhas, fluviais e lacustres, acrescidas da faixa de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inibe a vegetação natural ou outro ecossistema, ficando garantida uma faixa livre, com largura mínima de trinta e três metros, entre a linha de maré mais local e o primeiro logradouro público ou

imóvel particular decorrente de loteamento aprovado pelo Poder Executivo Municipal e Registrado no Registro de Imóveis do respectivo município, nos termos da lei.

“Art. 24 Incumbe ao Estado e aos Municípios costeiros manter, cada uma em sua esfera organizacional, órgão especializado, sintonizado com as diretrizes federais, provendo a elaboração de plano, a ser convertido em lei, e velar por sua execução.

§ 1º. O plano definirá as diretrizes de gerenciamento costeiro e defesa do meio ambiente, compreendendo:

I - Urbanização;

II - Ocupação, uso do solo, do subsolo e das águas;

III - Restingas e dunas;

IV - Atividades produtivas;

V - Habitações e saneamento básico;

VI - Turismo, recreação e lazer.

§ 2º. Os processos concernentes aos incisos precedentes devem transmitir pelos órgãos estaduais e municipais indicados, sem prejuízo da audiência obrigatória dos órgãos públicos federais que compartilham das responsabilidades da área costeira.

§ 3º. Qualquer infração determinará imediata medida de embargo, com lavratura dos autos correspondentes, para aplicação das sanções legais cabíveis nas esferas administrativas, civil e penal.

CAPÍTULO VIII

DO MEIO AMBIENTE

"Art. 259. O meio ambiente equilibrado e uma sadia qualidade de vida são direitos inalienáveis do povo, impondo-se ao Estado e a comunidade o dever de preservá-los e defendê-los.

Parágrafo Único. Para assegurar a efetividade desses direitos, cabe ao Poder Público, nos termos da lei estadual:

I - Manter um órgão próprio destinado ao estudo, controle e planejamento da utilização do meio ambiente;

II - Manter o Conselho Estadual do Meio Ambiente - COEMA;

III - Delimitar, em todo o território do Estado, zonas específicas para desapropriação, segundo critérios de preservação ambiental e organizados de acordo com um plano geral de proteção ao meio ambiente;

IV - Estabelecer, dentro do planejamento geral de proteção ao meio ambiente, áreas especialmente protegidas, criando através de lei, parques, reservas, estações ecológicas e outras unidades de conservação, implantando-os e mantendo-os com os serviços públicos indispensáveis às suas finalidades;

VI - Conservar os ecossistemas existentes nos seus limites territoriais, caracterizados pelo estágio de equilíbrio atingindo entre as condições físico-naturais e os seres vivos, com o fim de evitar a ruptura desse equilíbrio;

VII - Adotar nas ações de planejamento uma visão integrada dos elementos que compõem a base física do espaço;

VIII - Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e promover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas concomitantemente com a União e os Municípios, de forma a garantir a conservação da natureza, em consonância com as condições de habilidade humana;

IX - Preservar a diversidade e integridade do patrimônio genético do Estado e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético, no âmbito estadual e municipal;

X - Controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida e o meio ambiente;

XI - Proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade, fiscalizando a extração, captura, produção, transporte, comercialização e consumo de seus espécimes e subprodutos;

XII - Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

XIII - Fomentar o florestamento e o reflorestamento nas áreas críticas em processo de degradação ambiental, bem como em todo o território estadual;

XIV - Controlar, pelos órgãos estaduais e municipais, os defensivos agrícolas, o que se fará apenas mediante receitas agronômicas;

XV - Definir as áreas destinadas a reservas florestais, criando condições de manutenção, fiscalização, reflorestamento e investimento em pesquisas, sobretudo na Chapada do Araripe;

XX - Proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

XXI - Registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direito de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seu território, autorizadas pela União, ouvidos os municípios.

Art. 260. O processo de planejamento para o meio ambiente deverá ocorrer de forma articulada entre Estado, Municípios e entidades afins, em nível federal e regional.

Parágrafo Único. O sistema estadual de meio ambiente orientar-se-á para a recuperação, preservação da qualidade ambiental, visando o desenvolvimento socioeconômico, dentro de parâmetros a serem definidos em lei ordinária que assegurem a dignidade humana e proteção à natureza.

Art. 261. Os resíduos líquidos, sólidos, gasosos ou em qualquer estado de agregação de matéria, provenientes de atividades industriais, comerciais, agropecuárias, domésticas, públicas, recreativas e outras, exercidas no Estado do Ceará, só poderão ser despejados em águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas existentes no Estado, ou lançadas à atmosfera ou ao solo, se não causarem ou tenderem a causar poluição.

Art. 263. O Estado e os Municípios deverão promover educação Ambiental em todos os níveis de ensino, com vistas à conscientização pública da preservação do meio ambiente.

Art. 264. Para licitação, aprovação ou execução de qualquer obra de atividade pública ou privada potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, e/ou que comporte risco para a vida e qualidade de vida, é obrigatória, nos termos da lei estadual, a realização de estudo prévio de impacto ambiental, com a publicação do respectivo relatório conclusivo do estudo no Diário Oficial do Estado.

§ 1º. A lei estabelecerá os tipos de obras ou atividades que podem ser potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente e/ou que comportem risco à vida e à qualidade de vida, e disporá sobre o Conselho Estadual do Meio Ambiente, órgão subordinado diretamente ao Governador do Estado, em que é garantida a participação da comunidade através das entidades representativas de classe de profissionais de nível superior das áreas de engenharia, arquitetura, agronomia, biologia, medicina e direito.

§ 2º. Só será licenciada, aprovada ou executada a obra ou atividade, cujo relatório conclusivo de estudo prévio de que trata o *caput* deste artigo, apreciado pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente, for favorável à licitação, aprovação ou execução.

Art. 265. A política de desenvolvimento urbano, executada pelos Poderes Públicos Estadual e Municipal, adotará, na forma da lei estadual, as seguintes providências:

II - Desapropriação de áreas definidas em lei estadual, assegurando o valor real de indenização;

III - Garantia, juntamente com o Governo Federal, de recursos destinados à recomposição de fauna e da flora em áreas de preservação ecológica;

IV - Proibição da pesca em açudes públicos, rios e lagoas, no período de procriação da espécie;

V - Proibição a indústrias, comércios, hospitais e residências de despejarem, nos mangues, lagos e rios do Estado, resíduos químicos e orgânicos não tratados;

VI - Proibição de caça de aves silvestres no período de procriação, e, a qualquer tempo, do abate indiscriminado;

VII - Proibição do uso indiscriminado de agrotóxicos de qualquer espécie nas lavouras, salvo produtos liberados por órgãos competentes;

VIII - Articulação com órgãos federais e municipais para criação, a curto, médio e longo prazos, de mecanismos para resgatar as espécies em extinção da fauna e da flora;

IX - Fiscalização, juntamente com a União e Municípios, objetivando a efetiva proteção da fauna e da flora;

X - Instalação em cada Município, de órgão auxiliar dos órgãos federais e estaduais, na preservação da ecologia e do meio ambiente;

XI - Proibição de desmatamentos indiscriminados, bem como de queimadas criminosas e derrubadas de árvores para madeira ou lenha, punindo-se o infrator, na forma da lei.

Art. 266. O zoneamento ecológico-econômico do Estado deverá permitir:

I - Áreas de preservação permanente;

II - Localização de áreas ideais para a instalação de parques, florestas, estações ecológicas, jardins botânicos e hortos florestais ou quaisquer unidades de preservação estaduais ou municipais;

III - Localização de áreas com problemas de erosão, que deverão receber especial atenção dos governos estadual e municipal;

IV - Localização de áreas ideais para o reflorestamento.

Art. 267. As condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, sujeitarão a sanções administrativas na forma da lei.

Art. 268. A irrigação deverá ser desenvolvida em harmonia com a política de recursos hídricos e com os programas de conservação do solo e da água.

Art. 270. O Estado estabelecerá um plano plurianual de saneamento, com a participação dos Municípios, determinando diretrizes e programas, atendidas as particularidades das bacias hidrográficas e os respectivos recursos hídricos.

Art. 271. Cabe ao Estado e aos Municípios promover programas que assegurem, progressivamente, os benefícios do saneamento à população urbana e rural.

7.3.2. Relação e Discriminação da Legislação Estadual

7.3.2.1. Leis Estaduais

- LEI Nº 10.148, DE 02 DE DEZEMBRO DE 1977 - Dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no Estado, e dá outras providências.
- 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 e dá outras providências.
- LEI Nº 12.148, DE 29 DE JULHO DE 1993 - Dispõe sobre a realização de Auditorias Ambientais e dá outras providências.
- LEI Nº 12.227, DE 06 DE DEZEMBRO DE 1993 - Determina a publicação no Diário Oficial do Estado do Ceará a relação mensal das concessões de licença ambiental, e dá outras providências.
- LEI Nº 12.367, DE 18 DE NOVEMBRO DE 1994 - Regulamenta o Art. 215, Parágrafo 1º Item (g) e o Art. 263 da Constituição Estadual que institui as atividades de Educação Ambiental, e dá outras providências.
- LEI Nº 12.488, DE 13 DE SETEMBRO DE 1995 - Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará e dá outras providências.
- LEI Nº 12.521, DE 15 DE DEZEMBRO DE 1995 - Define as áreas de interesse especial do Estado do Ceará para efeito do exame e anuência prévia de projetos de parcelamento do solo para fins urbanos na forma do art. 13, inciso I da Lei Federal nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979 e dá outras providências.
- LEI Nº 12.522, DE 15 DE DEZEMBRO DE 1995 - Define como áreas especialmente protegidas as nascentes e olhos d'água e a vegetação natural no seu entorno e dá outras providências.

- LEI Nº 12.524, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1995 - Considera o impacto sócio-ambiental relevante em projetos de construção de barragens o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado com a obra.
- LEI Nº 12.532, DE 21 DE DEZEMBRO DE 1995 - Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.
- LEI Nº 12.685, DE 09 DE MAIO DE 1997 - Altera dispositivo da Lei Nº 12.148 de 29 de julho de 1993, que dispõe sobre auditorias ambientais no Estado do Ceará.

7.3.2.2.Decretos Estaduais

- DECRETO Nº 14.535, DE 02 DE JULHO DE 1981 - Dispõe sobre a preservação e o controle dos Recursos Hídricos regulamentando a Lei Nº 10.148, de 02 de dezembro de 1987.
- DECRETO Nº 20.764, DE 08 DE JUNHO DE 1990 - Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar no território cearense, para fins de prevenção e controle da poluição atmosférica de veículos automotores do ciclo Diesel.
- DECRETO Nº 23.038, DE 1º DE FEVEREIRO DE 1994 - Aprova o Regime Interno do Comitê Estadual dos Recursos Hídricos - CONERH.
- DECRETO Nº 23.067, DE 11 DE FEVEREIRO DE 1994 - Regulamenta o artigo 4º da Lei nº 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 o uso da água e dá outras providências.
- DECRETO Nº 23.068, DE 11 DE FEVEREIRO DE 1994 - Regulamenta o controle técnico das obras de oferta hídrica e dá outras providências.
- DECRETO Nº 23.705, DE 08 DE JULHO DE 1995 Regulamenta a Lei Nº 12.228, de 09.12.93, que dispõe sobre o uso, a produção, o consumo e o armazenamento de agrotóxicos, seus componentes e afins bem como sobre a fiscalização do uso, de consumo, do comércio, do armazenamento e do transporte interno destes produtos e dá outras providências.

- DECRETO Nº 23.713, DE 20 DE JUNHO DE 1995 - Dispõe sobre a institucionalização da Comissão de Integração Social dos Açudes - COMISA.
- DECRETO Nº 23.876, DE 04 DE OUTUBRO DE 1995 - Cria o Comitê de Desenvolvimento Florestal do Ceará e dá outras providências.
- DECRETO Nº 24.207, DE 30 DE AGOSTO DE 1996 - Regulamenta as Leis Nºs 12.494 de 04 de Outubro de 1995 e 12.533 de 21 de dezembro de 1995, que dispõe sobre a fiscalização e controle de emissão de poluentes atmosféricos por veículos automotores no Estado do Ceará.
- DECRETO Nº 24.220, DE 12 DE SETEMBRO DE 1996 - Dispõe sobre reconhecimento das Reservas Ecológicas Particulares por Destinação de seu proprietário e dá outras providências.
- DECRETO Nº 24.221, DE 12 DE SETEMBRO DE 1996 - Regulamenta a Lei nº 12.488, de 13 de Setembro de 1995, que dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará.

7.4. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

7.4.1. Lei Orgânica do Município de Crateús

A Assembléia Municipal Constituinte adota e promulga a primeira Lei Orgânica do Município de Crateús, em 5 de abril de 1990 que contempla no Título VI, da Ordem Social em seu Capítulo V a Legislação Municipal do Meio Ambiente.

Capítulo V

DO MEIO AMBIENTE

Art. 182. O município deverá atuar no sentido de assegurar a todos os cidadãos o direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem como de uso comum do povo e essencial à qualidade da vida.

Art. 183. Compete ao Município, através de seus órgãos administrativos e com participação e colaboração da comunidade por suas entidades representativas:

I – proteger, preservar e recuperar o meio ambiente nas suas mais variadas formas;

II – preservar a fauna e a flora;

III – proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV – registrar, acompanhar e fiscalizar concessões de recursos hídricos e minerais em seu território;

V – promover a ecologia como ciência e divulgá-la nos meios de comunicação, adotar educação ambiental em todos os níveis de ensino, com vistas à conscientização pública para preservação do meio ambiente;

VI – executar, com a colaboração da União, do Estado e de outros órgãos e instituições, programas de recuperação dos solos de reflorestamento e de aproveitamento agrícola;

VII – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que causem risco para a vida e ao ambiente;

VIII – definir espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei municipal, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem a preservação ambiental;

IX – evitar as queimadas desenfreadas no meio rural;

X – preservar suas águas e seu racional aproveitamento.

Art. 184. Para licitação de qualquer obra ou atividade pública ou privada, potencialmente causadora de riscos à saúde e do bem-estar da população, bem como aos recursos naturais, é obrigatória a realização de estudo de impacto ambiental e de audiências públicas, competindo a comunidade requerer o plebiscito, conforme estabelecido em lei.

Art. 185. O poder Público Municipal deverá dar adequado tratamento e destino final aos resíduos sólidos e aos afluentes dos esgotos de origem doméstica exigindo o mesmo procedimento aos responsáveis pela produção de resíduos sólidos afluentes industriais e hospitalares.

Parágrafo único. A definição do sistema de tratamento e da localização do destino final dos resíduos sólidos e líquidos dependerão de aprovação de autoridade sanitária municipal.

Art. 186. Fica instituída a “Semana do Meio Ambiente”, que será comemorada na semana em que é festejado o Dia da Arvore.

Parágrafo único. Fica assegurada a distribuição de mudas, por parte da Prefeitura Municipal.

Art. 187. Lei Complementar criará o Código de Defesa do Meio Ambiente, que estabelecerá critérios e áreas destinadas à preservação do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, bem como as penalidades decorrentes da votação do referido código.

Parágrafo único. Será assegurada a participação de entidades científicas, sindicais e populares na elaboração do Código de Defesa do Meio Ambiente.

Art. 188. O rio Poti e suas margens são consideradas zonas de preservação ecológica e sua utilização far-se-à na forma da lei dentro das condições que assegurem a conservação do meio ambiente e o perfeito equilíbrio ecológico.

Art. 189. O Município implantará um Jardim Zoológico, como fonte de estudos e símbolo ecológico.

8. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

8. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

8.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para a avaliação de impactos ambientais tem-se como elemento norteador a resolução 001/86 – CONAMA. Ela estabelece em suas diretrizes gerais para estudos de impactos ambientais a necessidade de fixar uma área de influência. O artigo 5º item III da resolução mencionada diz: *“Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”*.

O critério de bacia hidrográfica é teoricamente apropriado para os estudos de impactos ambientais, por ela constituir um sistema natural bem delimitado no espaço, no qual os processos físicos, biológicos e antrópicos e as interações entre os mesmos podem ser melhor compreendidos.

No entanto, verifica-se na prática que a delimitação de área de influência é uma tarefa extremamente complexa.

Os estudos de impactos ambientais devem conter vários níveis de informações, que variam desde as propriedades diretamente afetadas até o nível regional, que pode ultrapassar os limites da bacia hidrográfica. Além disso, os dados estatísticos geralmente só estão disponíveis por Município.

Em princípio o critério de bacia hidrográfica adotado pelo CONAMA parece mais adequado aos meios físico e biológico.

As áreas de influência de um projeto contêm as áreas de incidência dos impactos, abrangendo os distintos contornos para as diversas variáveis enfocadas. Nesse sentido, a delimitação da área de estudo deve levar em conta, dentre outros, os seguintes fatores:

- Características geográficas do local previsto para o empreendimento;
- Natureza, características e porte do projeto;
- Legislação territorial e ambiental aplicável à região e à atividade;

- Outros projetos de grande porte previstos para a mesma área.

Quando da construção de um reservatório é usual sua divisão em áreas de influência diretas e indiretas. O grau de complexidade dessa separação torna-se maior sempre que se trata de um barramento com finalidades múltiplas.

8.2. METODOLOGIA DO DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para composição do diagnóstico dos fatores abióticos (geologia, geomorfologia, clima, pedologia e recursos hídricos) foram tomados dados de referências bibliográficas, basicamente dos projetos regionais de pesquisa. A partir destas referências foram realizadas campanhas de conhecimento regional e em seguida executados mapeamentos, perfis e caminhamentos, para levantamento de novos dados, diretamente em campo, por uma equipe multidisciplinar composta de profissionais especializados da Engesoft.

Considera-se no diagnóstico ambiental, três áreas de influência: a área de influência direta, compreendendo aquela que abrange a bacia hidráulica da Barragem Fronteiras; a área de influência indireta, a bacia hidrográfica do Alto Rio Poti controlada pelo empreendimento, bem como o trecho situado a jusante do referido barramento que será influenciado com a regularização da vazão; e a área de influência funcional, refletindo-se as áreas de influência direta e indireta conjuntamente.

O diagnóstico ambiental da área da bacia hidráulica é apresentado em escala de detalhe, tendo como base um mapa planialtimétrico escala de 1:20.000 com curvas de nível a cada 5,0 m, restituído a partir de fotos existentes na escala 1:70.000, o que possibilitou, a partir de levantamentos “in loco” definir o comportamento dos componentes abióticos, bióticos e antrópicos locais, a compartimentação em ecossistemas e por fim a definição de áreas de tensão ecológica, o grau de fragilidade ambiental e de zonas passíveis de ocupação pelo empreendimento.

Para a área de influência indireta é apresentada uma caracterização regional dos componentes abióticos e antrópicos. No que concerne aos componentes abióticos torna-se importante o conhecimento do contexto regional para melhor definição do diagnóstico dos componentes locais. Já com relação ao meio antrópico, será levantada a caracterização socioeconômica do município de Crateús para se conhecer quais as

ofertas de infra-estrutura física e social e qual o perfil atual da população. Estes dados além de oferecer suporte ao empreendimento com relação a mão de obra e apoio logístico, poderão ser utilizados como parâmetros para o prognóstico da viabilidade econômica, social e ambiental do projeto.

Para o diagnóstico do meio biótico utilizou-se como área de pesquisa a área de influência direta e entorno mais próximo. Para levantamento dos componentes bióticos, compartimentação dos ecossistemas e biocenose local, foram realizadas expedições para coleta de amostras da flora e investigações sobre a fauna, destacando-se a coleta de informações junto a moradores locais sobre o comportamento da fauna e os nomes populares dos vegetais e animais encontrados na área. Todo o levantamento realizado na área de influência direta foi checado junto a bibliografia especializada, destacando-se que as dúvidas a respeito da flora foram encaminhadas para herbário.

O diagnóstico do meio antrópico contempla uma caracterização detalhada do município de Crateús, ressaltando os aspectos urbanísticos da cidade, tendo como principal fonte de dados os estudos básicos realizados para outros empreendimentos no município. Ainda no contexto da área de influência indireta, foi aplicada uma pesquisa amostral onde foram feitas entrevistas com os moradores e levantadas informações junto a representantes de vários seguimentos da comunidade.

Relativamente à área de influência direta, será apresentado detalhamento das características socioeconômicas do município de Crateús.

8.3. MEIO FÍSICO

8.3.1. Geologia

Diversos trabalhos de cunho geológico que englobam total ou parcialmente e/ou que se limitam com a área do empreendimento têm sido realizados através dos anos. Coube, porém, a Moraes et alii (op. cit.), apresentar, pela primeira vez, uma coluna estratigráfica da área, reconhecendo uma série de unidades geológicas individualizadas.

Estes autores, através de estudos fotogeológicos, principalmente, reconheceram no Pré-Cambriano indiviso zonas de predominância de gnaisses, migmatitos, granitos etc., delimitando-as em mapa e empilhando-as na coluna estratigráfica. Posteriormente,

outros trabalhos foram realizados, surgindo vários critérios de empilhamento estratigráfico para as rochas que ocorrem na área, como ilustra o Quadro 8.1.

Quadro 8.1 – Empilhamento Estratigráfico Proposto por Alguns Autores

BRASIL/SUDENE, 1971 FOLHA JAGUARIBE- SB.24		SANTOS, E. dos et alii, 1972		NUNES, A.de B.et alii, 1973 FOLHAS: JAGUARIBE/TERESINA- SB.23 e 24		BRASIL/DNPM, 1974 FOLHA JAGUARIBE-SB.24	
QUATERNÁRIO	Aluviões	Aluviões		Aluviões, cascalhos, areias e argilas		Aluviões e areias	
SILURIANO-DEVONIANO INF	Formação Serra Grande: arenitos e conglomerados	Formação Serra Grande: arenitos médios a grosseiros com leitos conglomeráticos, passando a arenitos finos no topo		Formação Serra Grande: arenito branco, grosseiro, conglomerático, leito de congl. oligomítico e seixos de quartzo na base; siltitos e folhelhos no topo; estratificação cruzada		Formação Serra Grande: conglomerados e arenitos conglomeráticos com intercalações de folhelhos e siltitos.	
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO	Calcários metamórfitos Micaxistos Gnaisses Migmatitos Anatexitos Granitos	PRE-CAMBRIANO "A" 690 a 900 m.a. GRUPO CEARÁ	Filitos, sericita-clorita-xisto, biotita-gnaisses, biotita-almandina-xisto incluindo quartzitos, leptinitos e calcário.	PRÉ-CAMBRIANO GRUPO SALGUEIRO	Micaxistos, quartzitos micáceos e leitos de calcário cristalino	PRE-CAMBRIANO "A" GRUPO CEARÁ	Filitos, sericita-xistos, xistos com duas micas, biotita-xisto-granatífero, biotita-gnaisses incluindo quartzito, leptinitos e calcários cristalinos.
		PRE-CAMBRIANO INDIVISO	Embasamento migmatítico-granítico dominantes.	GRUPO CEARÁ	Gnaisses migmatizados; biotita-gnaisses; leitos de quartzitos e veios de quartzo leitoso; lentes de anfíbolitos e mármore. Granitos de anatexia.	PRE-CAMBRIANO INDIVISO	Migmatitos e granitos Granitos

O Projeto Crateús, que constou de um mapeamento geológico sistemático foi realizado pela CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais na região centro-ocidental do

estado do Ceará e com pequena porção na parte centro-oriental do estado do Piauí, constitui-se no estudo mais recente da região. Esse Projeto faz a seguinte análise em relação aos trabalhos anteriores: “Sem querer entrar na análise geral da sistemática adotada nos trabalhos do quadro citado, é necessário chamar atenção para as divergências que se observam entre os empilhamentos propostos para as rochas do Pré-Cambriano. Observa-se que, tipologias constituídas de filitos, xistos, quartzitos etc., são, geralmente, agrupadas na unidade Pré-Cambriana “A”, mais superior, correspondente, para uns, ao grupo Ceará e, para outros, ao grupo Salgueiro. Também, observa-se que há uma certa tendência de ordenar as rochas que ocorrem abaixo do Pré-Cambriano “A”, como gnaisses, migmatitos diversos e migmatitos/granitos etc., nas unidades denominadas de Pré-Cambriano “B”, “C” e/ou Pré-Cambriano Indiviso. Em síntese, qualquer que tenha sido a sistemática adotada nos trabalhos do Quadro 8.1, nota-se, claramente, que as rochas do Pré-Cambriano obedecem a certa ordenação nas colunas estratigráficas apresentadas naquele quadro, atribuindo às mesmas, uma idéia de empilhamento cronoestratigráfico.

A verdade é que, as divergências e critérios mencionados anteriormente dificultam cada vez mais para uma melhor compreensão da estratigrafia das rochas do Pré-Cambriano, principalmente quando se tenta tratar o problema em termos mais regionais. Isto tem chamado a atenção de muitos estudiosos. Assim é que Braun (s.d.) analisa o problema e fala da necessidade de se aplicar uma sistemática mais adequada e mais racional. Braun (op. cit.) comenta que, nos cinturões altamente metamórficos, pode-se afirmar, que nada mais resta das relações originais, podendo-se, apenas, obter alguns dados isolados, indicadores da idade ou das condições termodinâmicas originais que só se prestam a inferências evolutivas de ordem regional. Nesses casos, é absolutamente irracional teimar-se no uso da sistemática cronoestratigráfica. Dever-se-á, portanto, adotar uma sistemática baseada em outras ordens de afinidade para agrupar os elementos geológicos, pois não mais sobrexistem as características de empilhamento que suportam aquela sistemática. Ao se iniciarem os “mapeamentos geológicos básicos”, em escala 1:250.000, abrangendo vastas áreas, começaram a aparecer toda sorte de dificuldades na tentativa de correlação ou cartografiação daquelas unidades, muitas por não apresentarem características estratigráficas e muitas por não estarem corretamente definidas. Braun (op. cit.) comenta que “aplicando-se conceitos mais adequados à problemática de certas áreas, por uma adaptação dos princípios estratigráficos,

conseguiu-se uma divisão muito mais racional e altamente objetiva”, como consta no Código de Nomenclatura Estratigráfica.

A “sistemática estratigráfica” mencionada em Braun (op. cit.) coaduna-se com a adotada por Campos et alii (op. cit.) e Braga et alii (op. cit.), nos relatórios finais dos Projetos Rio Jaguaribe e Fortaleza, respectivamente, que se localizam além do limite leste da área deste empreendimento. As semelhanças das unidades litoestratigráficas e estruturais entre as rochas do Pré-Cambriano da região de Crateús com relação às dos Projetos Rio Jaguaribe e Fortaleza - pois o primeiro nada mais é do que a continuação, em parte, para oeste, dos outros dois -, fizeram com que se seguisse a sistemática adotada naqueles trabalhos, cujos critérios estratigráficos são condizentes com o mencionado em Braun (op. cit.). Na área mapeada, aproximadamente 2/3 das rochas pertencem ao Pré-Cambriano e o 1/3 restante é representado por rochas sedimentares da bacia do Parnaíba que constituem a formação Serra Grande, do Paleozóico, e as coberturas eluvio-coluviais e as aluviões, do Cenozóico.

Dentro da sistemática adotada para as rochas do Pré-Cambriano - ou seja: delimitação de unidades litoestratigráficas que, por sua vez, subordinam divisões puramente litológicas representadas por conjuntos unitários ou por conjuntos compostos; e que, estas rochas não estão condicionadas a um empilhamento cronoestratigráfico que represente uma ordenação confirmada no tempo, foram reconhecidos e delimitados o complexo Tamboril-Santa Quitéria, o complexo Caicó, o grupo Ceará, as rochas plutônicas granulares e os diques ácidos e os intermediários. O complexo Tamboril-Santa Quitéria ocorre no quadrante nordeste da área, em proporções restritas, e é constituído por rochas de elevado grau de zircão com predominância de materiais neossomáticos e rochas granitóides (monzonito, quartzo-monzonito, granodiorito, granito), de textura, via de regra, grossa. As rochas desse complexo distribuem-se mais amplamente para leste da área, onde, morfologicamente, se destacam. O complexo Caicó é amplamente distribuído e constitui, aproximadamente, 90% das rochas dos terrenos do Pré-Cambriano aflorantes na área do estudo. Litologicamente, é constituído por gnaisses e migmatitos em geral, zonas de predominância de migmatitos porfiroblásticos, lentes de quartzitos e de calcários cristalinos. Nos migmatitos, ao contrário do que ocorre no complexo Tamboril-Santa Quitéria, na relação paleossoma/neossoma, ora predomina o

primeiro, ora se equivalem, ora predomina o segundo. Neste último caso, as rochas são mais homogêneas, ou seja, mais granitizadas.

As rochas plutônicas granulares, representadas por pequenos corpos, correspondem àquelas de caracteres texturais comuns às rochas ígneas formadas em profundidade. Por outro lado, as rochas do grupo Ceará constituem uma sequência puramente ectinítica que se inicia por um quartzito basal seguindo-se uma associação de xistos e filitos com leitos de calcários cristalinos. Finalmente, os diques ácidos a hiperácidos, englobando granitos filoneanos, riolitos, veios quartzosos e pegmatóides e os diques intermediários constituídos de dioritos, predominantemente. Em marcante discordância angular sobre as rochas do Pré-Cambriano e ocupando, aproximadamente, 25% do total da área, na sua porção mais ocidental, estão os sedimentos siluro-devonianos da formação Serra Grande, a qual se dispõe em estreita e contínua faixa de direção N-S. Compõe-se de arenitos finos e grossos com leitos de conglomerados, predominantemente, que formam as escarpas da margem oriental da bacia sedimentar Piauí-Maranhão.

O restante da área de influência é ocupada por rochas do Cenozóico constituindo os sedimentos eluvio-coluviais e as aluviões. Nesses termos, o esquema estratigráfico proposto para a área é o seguinte:

QUATERNÁRIO

Aluviões (Qa): cascalhos, areias, siltes, argilas.

TERCIÁRIO – QUATERNÁRIO

Coberturas elúvio-coluviais indiferenciadas (TQc): sedimentos areno-silto-argilosos, inconsolidados.

SILURO-DEVONIANO

Formação Serra Grande (SDsg): Arenitos finos grossos, conglomerados, incluindo níveis caulínicos e sílticos, localmente.

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO ESTRATIGRAFICAMENTE

(unidades litoestratigráficas)

Diques ácidos e hiperácidos (pCda): granitos finos filonianos, riolitos, veios de quartzo e pegmatóides; diques intermediários (pCdi): dioritos;

Grupo Ceará (pCce): quartzitos basais, xistos diversos e filitos com leitos de calcários cristalinos;

Complexo Caicó (pCc): gnaisses e migmatitos de estruturas diversas incluindo lentes de quartzitos (q) e de calcários cristalinos (ca) e zonas de predominância de migmatitos porfiroblásticos (migp);

Complexo Tamboril-Santa Quitéria (pCtsq): migmatitos de estruturas diversas incluindo zonas de predominância de granitóides (g);

Rochas plutônicas granulares - granitóides, granito e granodioritos finos a grossos (pCgr); gabróides dioritos (pCd), gabros (pCgb) e serpentinitos (pCub).

Os termos: grupo Ceará, complexo Caicó e complexo Tamboril-Santa Quitéria, já consagrados, foram usados, aqui, por apresentarem similaridades litológicas e estruturais com rochas daqueles complexos, delimitadas em outras áreas. Campos et alii (op. cit.) e Braga et alii (op. cit.) usaram os referidos termos nas áreas a leste da do Projeto Crateús. Por outro lado e, a título de correlação, observa-se que as rochas do grupo Ceará correspondem litologicamente àquelas do Pré-Cambriano “A,” e as dos complexos Caicó e Tamboril-Santa Quitéria, àquelas do Pré- Cambriano “B,” definidos por Costa et alii (op.cit.) e Oliveira et alii (op. cit.), nas áreas dos projetos Jaibaras e Cococi, respectivamente.

Embora se tenha ordenado as rochas do Pré-Cambriano da maneira como se convencionou nos mapas geológicos do Projeto Crateús, supõe-se, pelas evidências de campo, que as rochas de diques seriam as mais jovens, pertencendo a uma fase posterior à das demais rochas do Pré-Cambriano. Seguem-se, na ordem, as rochas do grupo Ceará, logo em seguida, as do complexo Caicó e, finalmente, aquelas do complexo Tamboril-Santa Quitéria. As plutônicas granulares não obedeceriam a este esquema, pois o seu relacionamento com as demais rochas não mostrou clareza nos estudos de campo, se bem que os serpentinitos da área de Novo Oriente constituam exceção, pois cremos que estas rochas foram intrudidas em uma zona de fraqueza, concomitantemente

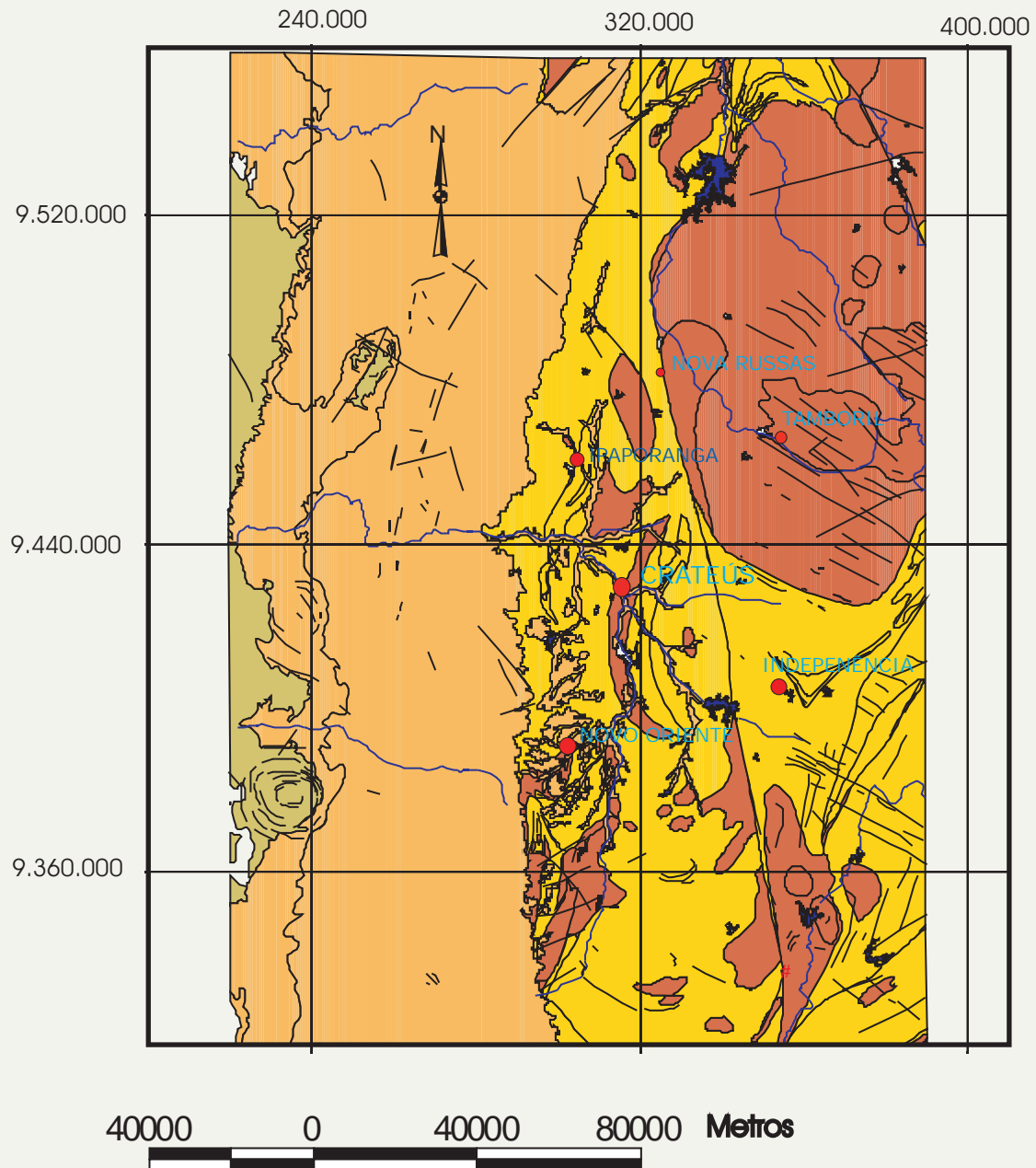
à deposição das rochas do grupo Ceará. O mapa geológico esta representado na Figura 8.1.

8.3.1.1. Recursos Minerais

Na área de influência indireta observa-se uma fase de quase total estagnação no que concerne ao aproveitamento racional dos recursos minerais conhecidos. Esta quase total inércia mineradora parece ser provocada pelo rudimentar método de extração e beneficiamento; pela falta generalizada de mentalidade mineira e, principalmente, pela falta de um auxílio financeiro bem orientado.

Em toda região, a atividade mineira restringe-se, atualmente, apenas à exploração do calcário cristalino.

Inúmeras ocorrências de calcário cristalino acham-se distribuídas por toda a área, não tendo sido identificada nenhuma nos limites da bacia hidráulica, atestando uma boa potencialidade da região nessa substância mineral. Em alguns locais da região, o calcário vem sendo extraído, de maneira intermitente e rudimentar, para o uso exclusivo na fabricação da cal. Entretanto, levando-se em consideração a expansão e desenvolvimento atual do setor agrícola, esse calcário poderia ser usado como corretivo de solos. Para essa finalidade, é necessário que o pó resultante de sua moagem satisfaça as especificações mínimas contidas nos itens “b” e “c” do Art. 19 do Decreto no 75.583, de 19.04.75* os quais determinam: os pós calcários para uso como corretivos devem passar 100% em peneiras no 10 *Tyler* (abertura de 2 mm) e 50% em uma peneira no 50 *Tyler* (abertura de 0,3 mm). Além disso, a soma dos teores de CaO e MgO deverá ser 38%, no mínimo. Esse Decreto regulamenta a Lei no 6.138, de 08.11.74, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes à agricultura.



LITOLOGIA

Fm. Cabeça - Arenito.

Grupo Serra Grande - Arenito, conglomerado suportado por matriz, folhelho, siltico arenoso

Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria - Granitos, migmatitos e paraderivados

Complexo Ceará - Unidade Canindé - Paragaisses, ortognaisses e metacalcário.

CONVENÇÕES



Sede municipal

Lineamentos estruturais



Açudes, Barragens



Rede de Drenagem

Figura 8.1 - Mapa Geológico

Seguindo as análises químicas quantitativas realizadas no âmbito do Projeto Crateús (op.cit.), observa-se que grande parte dos calcários pode ser utilizada na agricultura como corretivos de solos ácidos. O Programa Nacional de Calcário Agrícola - PROCAL, visa, principalmente, o incentivo à implantação de empresas industriais para produção de calcários agrícolas e o consumo desta mesma matéria-prima pelos produtores rurais.

A estes serão fornecidos créditos especiais criados pelo Programa, através de seu agente financeiro na região, o Banco do Nordeste do Brasil e Banco do Brasil.

8.3.2. Geomorfologia

8.3.2.1 Aspectos Descritivos

Os processos de esculturação do relevo, que culminaram com o atual modelado da área do estudo, evoluíram, principalmente, em função das variações litológicas e estruturais, face aos diferentes ciclos geomorfológicos. O relevo está compartimentado em três unidades morfológicas, assim distribuídas: chapada da Ibiapaba, depressão periférica de Crateús e áreas serranas. As duas primeiras estendem-se por quase toda área, enquanto que a última é de caráter mais restrito.

A primeira unidade - Chapada da Ibiapaba - é uma superfície que ocupa cerca de 30% da área total, e coincide com um nível de aplainamento desenvolvido nos arenitos da Formação Serra Grande com altitudes variando de 650 a 900m. Corresponde à superfície Sul-americana (King, 1956) ou superfície Pliocênica (Barbosa et alii, *in* Projeto RADAM, 1975).

O seu bordo oriental apresenta um relevo de *cuesta* que é o atual limite da bacia sedimentar do Piauí-Maranhão. A frente desta *cuesta* está voltada para leste, é contínua, em sua maior parte, e exibe um aspecto festonado decorrente da ação de processos erosivos de natureza regressiva. Os principais agentes responsáveis por esse festonamento são os rios obsequentes ou anaclinais. Nas proximidades do distrito de Ibiapaba, a continuidade da frente de *cuesta* é quebrada por uma profunda garganta aberta pelo rio Poti, que se superimpõe aos arenitos da Formação Serra Grande. Ai, o desnível entre o topo da escarpa e o leito do rio, é em torno de 300 metros. No pé da escarpa, sobre os sedimentos areníticos, a umidade é elevada, e por conseqüência disso,

desenvolveu-se uma vegetação densa e de maior porte em relação à caatinga rala e ressequida das áreas vizinhas.

A *cornija* é formada por nível arenítico mais resistente, preservado e posto em evidência por erosão diferencial. A superfície do reverso é coincidente com a do aplainamento pliocênico, exibindo, pois, uma inclinação para oeste ligeiramente inferior à de uma superfície coincidente com o mergulho dos leitos areníticos da Formação Serra Grande. O relevo, de um modo geral, é aplainado, com leves ondulações de onde se destacam pequenos montes de termitas. A monotonia topográfica é quebrada pela presença de patamares interiores escalonados em vários níveis e de áreas isoladas submetidas a intensos processos de dissecação; essas áreas caracterizam-se por um relevo acidentado e por apresentarem as melhores exposições de rochas. Exemplos de tais zonas são encontrados nas localidades denominadas Cacimba Nova, Deserto, sítio Velho, Caldeirão e Estreito, todas na Folha Novo Oriente, sítio Araras e serra de São José das Lontras, na Folha de Ipueiras. Nas áreas aplainadas é notória a escassez de afloramentos em face de uma espessa cobertura areno-quartzosa de cores esbranquiçada e creme amarelada. Na porção centro-sul da Folha Novo Oriente, a cerca de 5 km a leste da frente da escarpa, observa-se que algumas partes elevadas do embasamento estão recobertas por uma delgada camada de arenito correlacionável ao da Formação Serra Grande: são pequenos morros alongados segundo N-S, com dimensões máximas de 3 km por 1 km; exibem uma superfície cimeira aplainada com altitudes em torno de 750 metros, equivalentes, portanto, às da chapada da Ibiapaba, nas proximidades. Estes resíduos constituem prova incontestável do recuo, para oeste, da borda oriental da bacia do Piauí-Maranhão, simultânea e/ou posteriormente aos eventos que culminaram com o atual modelado da área.

A segunda unidade, como a primeira, é uma superfície de aplainamento denominada de Depressão Periférica de Crateús por Barbosa (op. cit.), ou superfície Sertaneja (Ab' Saber, 1969). Ocupa cerca de 60% da área total e se caracteriza por apresentar um relevo aplainado a suavemente ondulado com altitudes médias em torno de 300 metros. As altitudes aumentam gradativamente de norte para sul, e de maneira quase abrupta, numa estreita faixa a oeste, alongada segundo N-S, que serve de substrato aos arenitos da formação Serra Grande. Dessa superfície arrasada destacam-se pequenos morros e serrotes isolados de formas arredondadas, ou alongadas, a maioria dos quais

preservados por oferecer maior resistência aos processos erosivos. Representam, portanto, vestígios de uma superfície cimeira atualmente rebaixada ao nível da Depressão Periférica. Exemplos desses resíduos são os serrotes do Cedro (620m), da Imburaninha, do Segredo (430m), do Mocambo (530m); os morros Agudo, (480m), Pelado, do Cardoso (546m), dos Alecrins (460m), do Santo Antônio (530m) e a Serra Verde, entre outras. Algumas outras feições morfológicas de destaque topográfico, estão relacionadas a eventos de natureza tectônica e se apresentam em forma de cristas alongadas. Como exemplo, podem ser citadas as cristas quartzíticas e anfibolíticas bastante silicificadas, situadas entre as falhas de Tauá e Segredo, aproximadamente paralelas aos planos de ruptura. Ao longo de algumas linhas de fraqueza, observam-se preenchimentos ácidos em formas de diques nas proximidades dos sítios Morada Nova, Pastos Bons e Palestina.

Provavelmente durante o Cenozóico, as partes mais arrasadas dessa depressão foram entulhadas por sedimentos detríticos que atualmente constituem as chamadas coberturas eluvio-coluviais. Estas coberturas apresentam-se em manchas isoladas e bordas ligeiramente escarpadas, visíveis nas fotos aéreas. No campo, caracterizam-se por um solo areno-siltoso de cores creme amarelada e avermelhada, drenagem rarefeita e uma espessura máxima em torno de 20 metros, observada próximo à cidade de Novo Oriente. Recobrem cerca de 10% da superfície de aplainamento acima referida, e estão concentradas principalmente numa área compreendida entre as coordenadas geográficas de 40°40' a 40°50' de longitude oeste e 5°10' a 5°45' de latitude sul. A origem dessas coberturas está relacionada a uma retomada deposicional que sustou o avanço dos processos erosivos, em consequência de variações climáticas, provavelmente, a partir do retrabalhamento de sedimentos da Formação Serra Grande e da alteração de rochas cristalinas *in situ*.

A terceira unidade corresponde às áreas serranas com altitudes superiores a 400 metros, e se caracteriza por apresentar um relevo acidentado com vales apertados e um escoamento torrencial ao longo das encostas dos morros. Representa cerca de 10% da área do Projeto e estende-se sobre a metade sul da Folha de Novo Oriente e por uma estreita faixa contínua que bordeja a frente da *cuesta*. Constitui o embasamento dos sedimentos paleozóicos da bacia sedimentar do Piauí-Maranhão. Em alguns locais, o desnível entre o topo dessa superfície irregular e o da Depressão Periférica atinge até 300

metros. A posição de destaque desta unidade está relacionada tanto às características litológicas das rochas que a compõem, como a fatores de natureza estrutural. Entre o povoado denominado Palestina e o serrote das Matinhas, tem-se um exemplo de relevo relacionado a eventos tectônicos que corresponde a uma escarpa abrupta formada pela falha de empurrão de Novo Oriente. Ai, observase um paredão vertical esculpido nas rochas quartzíticas do grupo Ceará, postas em contato com os migmatitos do complexo Caicó.

Estão incluídas, na área de domínio desta unidade, as serras da Joaninha, do Purgatório, das Palmeiras e da Cotia; os serrotes do Manoel Vidal, das Matinhas, e todas as serras que bordejam a Chapada da Ibiapaba. Litologicamente são formadas por migmatitos, rochas plutônicas granulares ácidas e quartzitos. A serra da Joaninha é o divisor de águas das bacias hidrográficas do Jaguaribe e Poti. O mapa geomorfológico está representado na Figura 8.2

8.3.2.2 Aspectos Evolutivos

Barbosa et alii (op. cit.), baseados em trabalhos de Ab' Saber (1956) e Almeida (1969), defenderam a hipótese de que os processos erosivos que modelaram o atual relevo da área do Projeto, iniciaram-se com a destruição progressiva dos sedimentos siluro-devonianos da bacia do Parnaíba. Posteriormente, tais processos foram intensificados e acelerados pela reativação Wealdeniana. A primeira fase dessa reativação foi no final do Jurássico – início do Cretáceo, e as evidências de sua interferência na evolução do relevo são manifestas por certas feições regionais, algumas das quais não observadas na área do Projeto.

Entre estas feições destacam-se: alinhamento quase retilíneo e escarpas abruptas da *cuesta* a Ibiapaba; alinhamento de grandes falhas que atingem tanto os terrenos do embasamento Pré- Cambriano como os sedimentos paleozóicos; mudança brusca de direção no extremo norte da *cuesta*, de S-N para E-O, com basculamento de norte para sul; vulcanismo trapeciano de natureza toleítica, representado na folha de Ipú (ao norte da área do Projeto) por raros diques de diabásio cortando a formação Serra Grande.

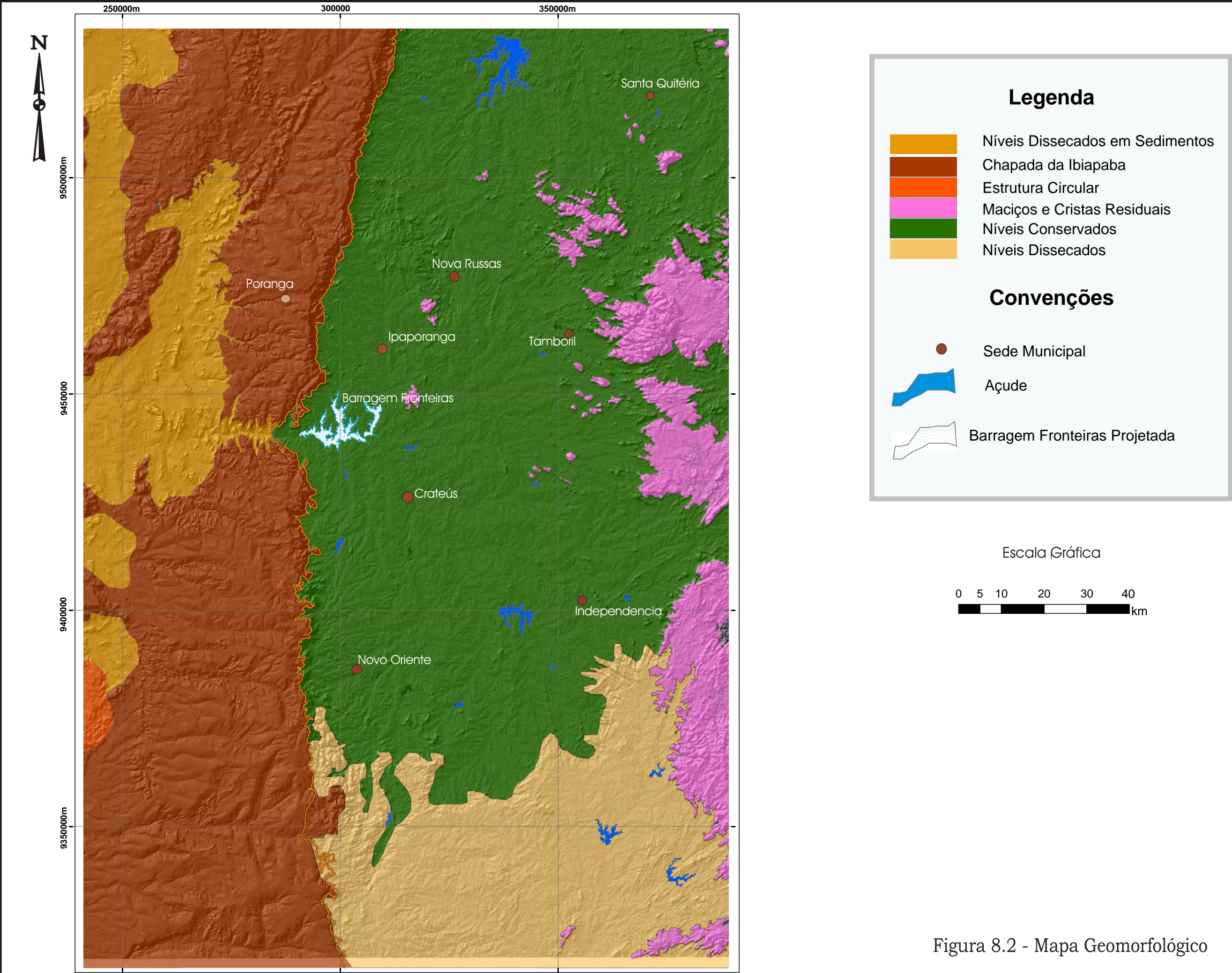


Figura 8.2 - Mapa Geomorfológico

Essa fase de instabilidade tectônica foi que gerou uma superfície com desnivelamentos topográficos acentuados, sobre a qual incidiu uma intensa fase de dissecação que continuou até o Mioceno. A compartimentação topográfica da área em três unidades morfológicas foi estabelecida neste intervalo de tempo. O nível mais antigo corresponde a superfície tabular da chapada da Ibiapaba, cuja dissecação iniciou-se no final do Cretáceo. Corresponde a uma superfície de erosão bem aplainada, atualmente, em fase final de dissecação. As áreas serranas, com altitudes variando de 400 a 750 metros, correspondem a um nível, entre a antiga superfície sul-americana de King e a Depressão Periférica de Crateús. Essa superfície irregular, individualizada neste trabalho como uma unidade de relevo, nada mais é do que uma área testemunho, preservada pelas suas características litológicas mais resistentes aos processos intempéricos. O nível da atual superfície pediplanada que bordeja a bacia paleozóica do Parnaíba, foi estabelecido a partir da antiga Superfície Sul-americana, submetida à ação dos agentes morfogenéticos. A extensão regional dessa superfície, bem como o seu aplainamento generalizado, sugerem uma calma tectônica durante e posterior ao ciclo erosivo responsável pelo seu modelado. Mabesoone & Campanha (1974), afirmam que o início desse ciclo geomorfológico remonta ao Pleistoceno Inferior, e propõem a denominação de Superfície Sertaneja para essa unidade morfológica. Barbosa et alii (op. cit.), propõem a denominação de Depressão Periférica de Crateús, e levantam a hipótese de que esse nível pode não corresponder a um estágio de erosão propriamente dito, mas sim a uma esculturação para formas mais estabilizadas finais desse ciclo erosivo. Ainda segundo Barbosa et alii (op.cit.), a atual depressão foi esboçada no Terciário e teve sua configuração no Pleistoceno com uma maior abertura no Holoceno.

Segundo o mapa geomorfológico modificado do Projeto RADAM o relevo da área de influência indireta exibe formas erosivas e estruturais, submetidas a diferentes tipos de dissecação. A superfície de aplainamento correspondente a chapada da Ibiapaba constitui um exemplo de forma estrutural de relevo. Sobre esta superfície, em áreas restritas, atuaram processos de dissecação em cristas com controle estrutural nas localidades de Cacimba Nova, Deserto, Velho, Letreiro, todas na folha de Novo Oriente. A sudoeste da cidade de Poranga observa-se dissecação em ravinas e vales encaixados. As formas erosivas de relevo são representadas em maior escala pelas superfícies pediplanadas, pelas áreas de exumação de cristas estruturais, nas proximidades de Nova Russas, e pelos relevos residuais formados pelas serras Verdes e da Imburaninha; pelos

serrotes do Cedro, do Moleque e do Segredo, e pelos morros Agudo, dos Cardoso, do Alecrim, entre outros. Sobre a superfície pediplanada do cristalino merecem destaque: o tipo de dissecação em cristas, responsável pelo atual modelado da serra da Cotia e Matinhas; dissecação em colinas, na porção extremo sul da área; dissecação em ravinas e vales encaixados nas serras da Joaninha, do Purgatório, das Palmeiras, entre outras.

8.3.3. Climatologia

Pode-se distinguir o clima predominante na bacia em dois tipos: o primeiro verifica-se microclimas mais amenos, devido a ocorrência de altitudes mais elevadas, e o segundo caracterizado pelo clima mais árido correspondendo às zonas do sertão que não têm grandes altitudes.

Com exceção dos microclimas bem definidos das áreas altas da Serra da Ibiapaba, o clima predominante é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e, acima de tudo, com um regime pluvial irregular. Esta última particularidade, que também se observa nas zonas de microclima, constitui, realmente, a característica climática básica.

8.3.3.1. Temperatura

Na bacia do rio Poti, a temperatura situa-se entre a média máxima de 32 graus e média mínima de 20 graus. Todavia, existem diferenças bem marcantes, principalmente quando se trata de microrregiões caracterizadas com localidades de altitude mais elevada, como é o caso dos municípios de Tianguá e São Benedito.

8.3.3.2. Pluviosidade

Um outro aspecto que caracteriza os municípios em questão é a pluviosidade. A média normal é de 1.058 mm por ano. Por município, verifica-se que, na bacia do Poti, Quiterianópolis, Independência e Croatá são os de menor nível de precipitação média, o que os caracteriza como municípios mais secos. Finalmente, um aspecto que não pode ser esquecido é que o nível médio de precipitação pluviométrica está fortemente associado à proximidade do litoral ou à localização em áreas de maior altitude. Observa-se que a serra da Ibiapaba, por se posicionar frontalmente ao deslocamento das massas úmidas, provoca chuvas orográficas, possuindo índices que variam de 800 a mais de

1.000mm. No entanto, uma região de maior aridez, com índice inferior a 800mm, abrange parcela significativa da bacia do rio Poti.

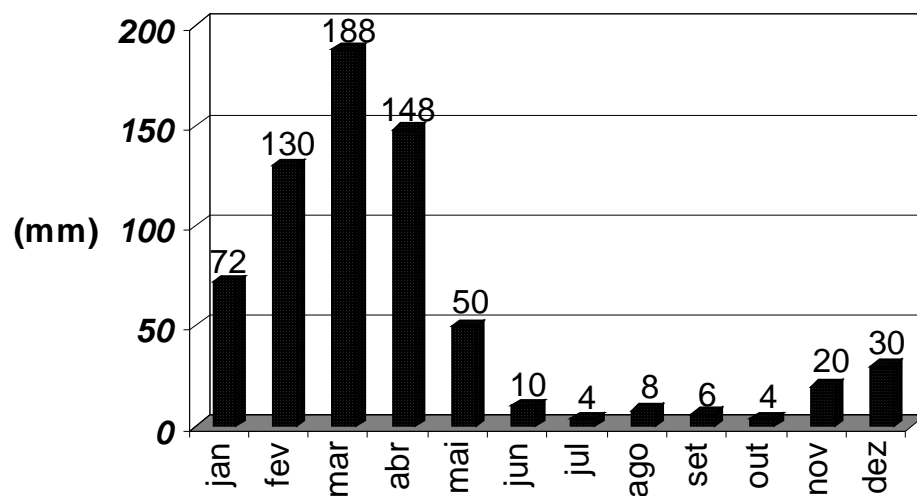
A nível anual, a chuva distribui-se de forma irregular, sendo comum variações interanuais significativas, alternando-se anos próximos e acima da média com períodos de seca. A situação se agrava pelo fato de que, freqüentemente, os anos deficientes não ocorrem individualmente e, sim, em períodos contínuos que podem se prolongar por bem mais de um ano.

Intra-anualmente, a chuva distribui-se de forma irregular, havendo uma concentração de aproximadamente 90 % do total precipitado no primeiro semestre do ano, sendo que cerca de 65 % do total anual precipitado concentra-se no trimestre março-abril-maio, sendo março o mês mais chuvoso, com aproximadamente 25 % do total anual precipitado. Na região da serra da Ibiapaba, o trimestre chuvoso desloca-se para os meses de fevereiro-março-abril.

Para melhor demonstrar a distribuição irregular intra-anual da chuva na região, apresenta-se o hietograma de chuva média anual do posto pluviométrico de Novo Oriente, na bacia do rio Poti.

A bacia do Poti possui 30 estações pluviométricas, distribuídas nos 16.901km² da bacia, resultando em uma densidade de 1 posto a cada 0,0018 km².

Figura 8.3 - Hietograma Típico da Bacia do Poti - Posto Novo Oriente



O hietograma apresentado refere-se às médias mensais, representando o comportamento em geral observado, especialmente, para os anos normais e úmidos. Quando da ocorrência de anos secos, pode ocorrer uma distribuição ainda mais irregular, com maior concentração das chuvas nos meses de março a maio. Sendo assim, não é raro que alguns anos reconhecidamente deficientes apresentem índices anuais próximos do médio. Conclui-se, portanto, que os anos podem ser considerados deficientes (secos), seja em função da quantidade de chuvas, seja em função da sua distribuição ao longo dos meses.

8.3.3.3. Evaporação

A região da bacia do rio Poti conta com 1 estação climatológica, no município de Crateús. Esta estação coleta dados de evaporação em Tanque Classe A, cujos valores médios de evaporação estão na quadro a seguir apresentado.

Quadro 8.2 - Evaporação Média em Tanque Classe A (mm)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Crateús	250	147	112	97	134	188	275	327	358	395	372	334	2.989

Fonte: Plano Estadual dos Recursos Hídricos - Bloco 2 (SRH,1991).

A estação climatológica Crateús, localizada na região mais semi-árida do Estado do Ceará, exatamente na região central da bacia do rio Poti. A evaporação anual chega a 2.989 mm, sendo o período de julho a dezembro o de maiores índices.

8.3.3.4. Evapotranspiração Potencial

Os dados de evapotranspiração potencial para a bacia do rio Poti estão apresentados no quadro abaixo apresentado, de acordo com as informações da estação de Crateús.

Quadro 8.3 - Evapotranspiração Potencial Mensal (mm)

Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Crateús	199	151	130	118	121	132	148	171	184	203	201	203	1961

Fonte: George Hargreaves, *Potencial Evapotranspiration and Irrigation Requirements for Northeast Brazil*, 1974.

8.3.3.5. Ventos

Os ventos apresentam velocidades maiores no segundo semestre, quando a velocidade média predominante é de 3 m/s a 4 m/s, enquanto que no primeiro semestre, principalmente antes do início dos períodos chuvosos abundantes, reduzem-se bastante.

Na estação climatológica Crateús, a velocidade média predominante é de 3,5 m/s no segundo semestre, e de 2 m/s no primeiro semestre.

8.3.3.6. Umidade

A umidade relativa do ar, bem como a maior parte dos parâmetros climáticos, está intimamente relacionada com a pluviosidade. No período de chuvas, concentrado no 1º semestre do ano, a umidade quase sempre supera 80%, sendo que no período de estiagem, cujo período crítico ocorre nos meses de setembro a novembro, a umidade reduz-se sensivelmente, atingindo a faixa de 50%. Nas regiões mais litorâneas, tal diminuição é bem menor, situando-se, geralmente, entre 60% e 65%. A estação climatológica de Crateús apresenta valores médios de umidade flutuando entre 80% e 45% para os dois períodos.

8.3.3.7. Insolação

Uma das principais características do clima regional diz respeito aos elevados índices de insolação e a pequena variabilidade ao longo do ano e mesmo em termos espaciais na região. Na bacia do Poti a insolação média é de 2.613 horas/ano.

8.3.4 Solos

Os solos observados na área de influência indireta estão mais relacionados à litologia e ao relevo do que propriamente às diferenças climáticas mais acentuadas. Estão enquadrados em quatro tipos diferentes: solos areno-quartzosos, litossolos, solos lateríticos e solos azonais ou em formação (eluvio-coluviais). Na região da chapada da Ibiapaba, são areno-quartzosos, de coloração clara, resultantes da decomposição e transporte das rochas areníticas.

Os solos provenientes da alteração das rochas que compõem o embasamento cristalino, na sua maior parte gnaisses, migmatitos e granitóides, apresentam tonalidades claras e são basicamente arenosos e/ou areno-argilosos, classificados como litossolos.

Adaptados ao clima quente e úmido, aparecem nas superfícies mais elevadas os solos zonais de características lateríticas. Nestas regiões os solos são ainda pouco espessos, mas formam uma capa relativamente contínua, só interrompida por projeções de “elevações graníticas”, com solos bem desenvolvidos e de caráter relativamente argiloso.

Nas regiões de superfícies baixas, correspondentes aos vales dos grandes rios e nas áreas das coberturas eluvio-coluviais, os solos são do tipoazonal, arenosos e/ ou argilosos.

8.3.4.1. Potencial de Solos Irrigáveis

A identificação das áreas potencialmente irrigáveis é de essencial importância no estudo de demandas que ora se realiza, uma vez que é a parcela mais significativa da demanda hídrica, e a agricultura irrigada é a atividade econômica que encontra maior respaldo junto às reivindicações das comunidades da região.

O estudo de potencial de solos irrigáveis aqui apresentado pesquisou os trabalhos mais importantes já realizados na região. São eles:

- CODEVASF/GEOTÉCNICA/TECNOSOLO. (1987) Hierarquização de Áreas para Irrigação Privada na Região Nordeste, PRONI - Programa Nacional de Irrigação;
- DNOCS/TECNOSAN. (1988) Estudo para Aproveitamento Hidro-agrícola da Bacia do Rio Poti a Nível de Viabilidade no Estado do Ceará
- SIRAC/CEPA. Plano de Valorização Hidroagrícola em Vales do Carrasco da Ibiapaba.
- CEARÁ/SRH. (1988) Programa Estadual de Irrigação, PROINE - Programa de Irrigação do Nordeste;
- CEARÁ/Secretaria da Agricultura. (1988) Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará.

- SCET/SIRAC. (1975) Programa de Desenvolvimento das Áreas Integradas do Nordeste: Fase II - Diagnóstico e Potencialidades - Serra da Ibiapaba. Secretaria de Planejamento da Presidência da República/IPEA.

As informações encontradas nos trabalhos relacionados acima satisfazem plenamente o escopo deste estudo. As bases cartográficas utilizadas no mapeamento dos solos potencialmente irrigáveis se enquadram em estudos a nível de viabilidade, sendo a maior parte originada de levantamento semi-detalhado, variando no intervalo de escalas 1:500.000 a 1:100.000.

O estudo de potencial de solos irrigáveis na bacia do Poti levou em consideração suas duas sub-bacias componentes as quais possuem características fisiográficas bem distintas, a sub-bacia do Rio Poti, propriamente dita, e a sub-bacia do rio Longá.

Nos sertões da sub-bacia do rio Poti encontram-se solos potencialmente irrigáveis nas Aluviões, nos Bruno Não-Cálcicos, nos Latossolos e nos Podzólicos. Na Chapada da Ibiapaba, os solos potencialmente irrigáveis são representados pelos Latossolos, Podzólicos e Areias Quartzosas Latossólicas.

O estudo mais importante encontrado relacionado a esta bacia foi o elaborado pela TECNOSAN/DNOCS (1988) "Estudo para Aproveitamento Hidro-agrícola da Bacia do Rio Poti a Nível de Viabilidade no Estado do Ceará", o qual a partir do Mapeamento Exploratório - Reconhecimento de Solos para o Estado do Ceará elaborado pela SUDENE/EMBRAPA, de fotografias aéreas nas escalas 1:70.000 e 1:25.000, elaborou um mapa de classes de solos na escala 1:500.000, de acordo com as normas do Centro de Pesquisa Pedológica da EMBRAPA. A seguir é apresentada a legenda de identificação dos solos de acordo com este estudo.

Legenda de Identificação dos solos

LATOSSOLO VERMELHO AMARELO

LVd1 Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura argilosa e média fase floresta subperenifólia relevo plano e suave ondulado.

LVd20 Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura média fase cerrado/caatinga relevo e suave ondulado + areias Quartzosas Distrófico fase cerrado/caatinga relevo plano e suave ondulado.

LVd24 Latosol Vermelho Amarelo Distrófico textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO

PE3 Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado + Latossolo Vermelho Escuro Eutrófico Podzólico textura argilosa e média fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

PE4 Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e ondulado + solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado substrato gnaiss e granito + Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico raso textura argilosa cascalhenta fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e ondulado.

PE6 Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo fonte ondulado e montanhoso + solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato arenito gnaiss e granito + afloramento de rocha.

PE15 Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico Raso textura argilosa cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado + Solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaiss e granito + Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

PE16 Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico Raso textura argilosa e média cascalhenta fase caatinga Hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + Solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga Hiperxerófila relevo plano e suave ondulado substrato gnaiss e granito + Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico textura argilosa cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + Bruno não

Cálcico textura médio cascalhente fase caatinga hiperxerófila relevo plano suave ondulado.

BRUNO NÃO CÁLCICO

NC1 Bruno Não Cálcico textura argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + Planosol Solódico textura arenosa/média e argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + Solonetz Solorizado textura arenoso/média e argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano.

NC2 Bruno Não Cálcico textura argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaiss e granito + Solonetz Solodizado textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

SOLOS LITÓLICOS

R31 Solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato arenito + areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado.

R45 Solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss e granito + Bruno Não Cálcico textura argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso + afloramentos de rocha.

R46 Solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnaiss granito e Quartozito + Bruno Não Cálcico textura argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte ondulado + Planosol Solódico textura arenoso/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

SOLOS ARENO- QUARTZOSOS PROFUNDOS (NÃO HIDROMÓRFICOS)

AQd15 Areias Quartzosas Distróficas fase cerrado/caatinga relevo plano e suave ondulado + solos Litólicos fase pedregosa e rochosa cerrado/caatinga relevo ondulado substrato arenito.

AQd19 Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

AQd20 Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado + Latosol Vermelho Amarelo textura arenosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

AQd21 Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado + solos Litólicos fase pedregosa e rochoso caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato arenito.

AQd24 Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado + Solos Litólicos fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato arenito.

AQd25 Areias Quartzosas Distróficas fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado + Planosol Sólodico textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

O Quadro 8.4 apresenta sinteticamente as áreas potencialmente irrigáveis para a sub-bacia do rio Poti. Conclui-se que, excluindo-se a áreas prevista para implantação de novos perímetros de irrigação, há a disponibilidades de 45.377 ha para a irrigação difusa.

Vale ressaltar que para o cálculo as Superfícies Agrícolas úteis de cada mancha foram utilizados dois fatores de rendimento de 60%, cada, sobre a área total da mancha de solo.

8.3.4.2. Área Potencialmente Irrigável na Sub-bacia do Rio Poti

O projeto Platô do Poti consta na previsão de projetos em estudo da SDA que poderão vir a serem implantados após a recuperação dos já existentes. Os projetos Novo Oriente, Ipaporanga e Boa Esperança são apresentados pelo estudo da TECNOSAN como áreas potenciais irrigáveis e fazem parte de uma das linhas de ação da grande irrigação proposta pelo Programa Estadual de Irrigação. Os projetos Jaburu II, já implantado, e

Poti I, II e III também estão incluídos nas linhas de ação para a grande irrigação no Programa Estadual de Irrigação.

Sub-bacia do Rio Longá

A sub-bacia do rio Longá apresenta duas regiões fisiográficas com características diferenciadas, são elas: a Zona Úmida da Ibiapaba e o Carrasco da Ibiapaba. A primeira zona está localizada no topo da chapada, ao longo das nascentes dos rios que cortam a região e caracteriza-se pela maior pluviosidade média anual do Estado, girando em torno de 1.500 mm. Os solos dominantes na região são o Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Estes são indicados para o uso da irrigação, tendo como principal restrição ao uso da agricultura a baixa fertilidade. Outro solo que aparece em consideráveis manchas na zona úmida é o Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico, sendo a principal restrição ao seu uso agrícola a topografia acidentada.

A região do Carrasco da Ibiapaba caracteriza-se por uma pluviometria média anual de 800mm, com regime muito irregular e com má distribuição das precipitações ao longo dos meses. Os solos dominantes são associações de Areias Quartozosas Distróficas. Estes apresentam-se muito profundos, planos e suave ondulados, drenagem excessiva e textura arenosa. Devido a estas características e à baixa fertilidade não são indicados para a irrigação.

O estudo executado pela SCET/SIRAC elaborou um mapa de potencialidades de utilização agrícola para a serra da Ibiapaba, na escala 1:500.000. As classes em que foi dividida a região são as seguintes:

I. Zona com moderadas restrições de solos – 3s

- Caracterização

Esta classe de aptidão compreende uma associação em que predominam os solos Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. São de relevo plano e suave ondulado cuja cobertura vegetal é a floresta subperenifolia. Solos profundos a muito profundos, muito porosos e muito friáveis, bem drenados a fortemente drenados, têm horizontes A com espessura variável e são resistentes à erosão. Possuem baixa fertilidade natural.

Quadro 8.4

Áreas Potencialmente Irrigáveis na Sub-bacia do rio Poti

Mancha de Solo	Área da Mancha (ha)	Superfície Agrícola Útil da Mancha (ha)	Perímetros de Irrigação Implantados			Perímetros em estudo		Irrigação Difusa		Área Potencial Irrigável Líquida (ha)
			Projeto	Área Implantada	Área de Ampliação	Projeto	Área (ha)	Área Atual	Área Projetada	
PE3	143.956	51.824	Realejo	400	-	Platô do Poti	3.400	-	-	44.869
						Novo Oriente	990			
						Ipaporanga	540			
						Boa Esperança	1.170			
LVd24	1.411	508	-	-	-	-	-	-	-	508
Aluviões do Poti e Riacho do Meio	-	-	Jaburu II	95		Poti I - Arvoredo	173	57	243	-
						Poti II - Canto	144			
						Poti III - Quirino	117			
Total	145.367	52.332	-	577	373	-	6.534	57	243	45.377

- Localização e Pluviometria

Estes solos situam-se nos municípios de Guaraciaba do Norte, São Benedito, Ibiapina, Ubajara e Tianguá em faixas de precipitação pluviométrica que varia entre 1.200 e 1.400 mm.

- Vocação

A classe 3s tem na fertilidade a principal restrição ao seu uso em agricultura. Apresentam seus solos boas condições físicas e relevo propício à mecanização, podendo serem aproveitados intensamente, inclusive com irrigação. Podem ser utilizados com cultura de ciclo curto, fruticultura, cana-de-açúcar, culturas forrageiras, além de outros tipos de exploração.

II. Zonas com restrições moderada de topografia – 3t

- Caracterização

A classe 3t é constituída de associações de solos tendo os Podzólico Vermelho Equivalente Eutrófico como principais componentes. A fertilidade natural é média a alta, são profundos, bem ou moderadamente drenados, moderadamente, ácidos a neutros, de textura arenosa ou média no horizonte a sobre argilosa ou média. O relevo apresenta-se suave ondulado a ondulado. A vegetação predominante é a floresta subcaducifólia.

- Localização e Pluviometria

Estes solos situam-se nos municípios de Viçosa do Ceará e Graça, sob pluviometria compreendida entre 1.200 e 1.500 mm anuais.

- Vocação

A principal restrição à utilização agrícola destes solos reside na topografia que dificulta os trabalhos de mecanização. Apresentam, todavia, boa potencialidade. Os solos desta classe podem ser utilizados em fruticultura, cana-de-açúcar, culturas forrageiras, além de outros tipos de exploração. Nas áreas mais favoráveis pode-se preconizar culturas de ciclo curto.

Os trabalhos de conservação, face à erosão, são indispensáveis, qualquer que seja a sua utilização, através de práticas simples ou mais complexas, conforme o relevo.

III. Zonas com fortes restrições de solos – 4s

- Caracterização

Esta classe de aptidão agrícola é constituída de associações em que predominam as Areias Quartzosas Distróficas. São solos muito profundos, planos e suave ondulados, de drenagem excessiva e textura arenosa. A fertilidade é baixa ou muito baixa e são de acidez variando entre forte e moderada. O tipo de vegetação encontrado é a transição floresta/caatinga.

- Localização e Pluviometria

Ocupam toda parte oeste da região, o Carrasco da Ibiapaba, em grande zona homogênea sob uma precipitação que varia de 700 – 1.000 mm anuais.

- Vocação

As maiores restrições apresentadas por esta categoria se situam na textura arenosa que ocasiona pequena capacidade de reter água e nutrientes e na baixa fertilidade natural. O relevo favorece a mecanização. Estes solos podem ser explorados com culturas de ciclo curto e pastagens. O cajueiro oferece boas perspectivas de desenvolvimento neste zona.

IV. Zonas com fortes restrições de topografia – 4t

- Caracterização

A classe 4t é constituída de associações em que os Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico aparecem como principais componentes. Na classe 3t foi feita a sua descrição, ressaltando-se algumas diferenças.

O relevo é forte ondulado a montanhoso, com algumas áreas menos acidentadas e de profundidade maior, que aquelas.

- Localização e Pluviometria

Situam-se nos municípios de Viçosa do Ceará e Tinaguá, com pluviometria superior a 1.000mm anuais.

- Vocação

A grande limitação ao uso destes solos é o relevo fortemente ondulado que impede a mecanização e os expõe ao desgaste erosivo.

Podem ser explorados com pastagens, cana-de-açúcar, agave e fruticultura, que aí encontram boas condições climáticas. As áreas de maior declividade devem ser conservada com sua vegetação natural ou reflorestadas.

V. Zonas com fortes restrições de solos e topografia-4st

- Caracterização

São solos pertencentes a associações em que os solos Litólicos Eutróficos figuram como primeiro componente juntamente com o Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico raso, plano e suave. As características destes últimos são semelhantes às já apresentadas para outras, classes constituídas dos referidos solos.

As associações que apresentam os solos Litólicos Eutróficos como principais componentes apresentam relevo plano e suave ondulado. São rasos a muito rasos, pedregosos e cascalhentos, susceptíveis à erosão e de drenagem moderada. A textura é variável e a fertilidade natural alta. Nos solos desta classe de aptidão a vegetação encontrada é a caatinga, hipo e hiperxerófila.

- Localização e Pluviometria

A categoria 4st é encontrada nos municípios Ibiapina e Ubajara, na porção que fica na bacia do Acaraú, Viçosa do Ceará e Tianguá, na porção que fica na bacia do Coreaú, e Graça. A pluviometria média anual varia de 1.000 a 1.200 mm.

- Vocação

As maiores limitações apresentada por estes solos são a pequena profundidade, a presença de cascalho e pedregosidade e susceptibilidade à erosão. Nas áreas de relevo

mais favorável são indicadas culturas de ciclo curto e pastagens. Onde é mais acidentado, devem ser destinados à conservação da flora e da fauna. Com na classe precedente, sempre os trabalhos de proteção à erosão devem ser preconizados no seu uso.

VI. Zonas inaptas em razão dos solos e da topografia – 5st

- Caracterização

Esta classe de aptidão é constituída de associações onde os primeiros componentes são os solos Litólicos Eutróficos e Distróficos. Localiza-se na porção norte do município de Viçosa do Ceará, com pluviometria anual em torno de 1.200 mm.

As grandes restrições desta classe são o relevo bastante acidentado, os solos rasos e cascalhentos. Acrescente-se ainda a limitação pela fertilidade natural, inferior à apresentada na classe 4st.

Face às suas limitações bastante severas, estes solos são destinados à conservação do meio ecológico, podendo serem explorados ocasionalmente com pastagens extensivas.

Portanto, de acordo com o estudo realizado pela SCET/SIRAC, constatou-se que as classe 3s - zonas com moderadas restrições de solos e 3t - zonas com restrições moderadas de topografia são as mais aptas para o uso da agricultura irrigada na sub-bacia do rio Longá. No entanto, devido estas zonas localizarem-se bem no topo da chapada, a implantação de atividades agrícola tem nas questões ambientais seu principal fator limitante.

As classes 3s e 3t ocupam uma área total de 94.317 ha, sendo que, destes, 33.133 ha estão localizados nas bacias do Acaraú e Coreaú, as quais foram identificadas como Mancha de Graça e Mancha de Tianguá, respectivamente. Inseridos na sub-bacia do rio Longá estão 61.184 ha, totalizando uma Superfície Agrícola Útil (SAU) de 14.184 ha ao longo do topo da chapada, abrangendo os municípios de Tianguá, Ubajara, Ibiapina, São Benedito, Carnaubal, Guaraciaba do Norte e Croatá.

As principais áreas que têm potencial para uso agrícola na região do Carrasco estão localizadas em estreitas faixas ao longo dos vales dos principais riachos da região, áreas

estas identificadas no Plano de Valorização Hidroagrícola em Vales do Carrasco da Ibiapaba, elaborado pela SIRAC/CEPA, no qual são identificados os seguintes vales: Rio Piau, Rio Inhuçu, Rio Arabê, Rio Pejuaba, Riacho Olho d'Água, Rio Jaburu, Riacho Vambira, Rio Pirangi e Riacho Pitanga.

O Levantamento Pedológico realizado a nível de Reconhecimento foi executado nos nove vales citados anteriormente na Zona do Carrasco, perfazendo um total de 28.424 hectares. Dentre os solos identificados, predominam os Latossolos Vermelhos Amarelos e Areias Quartzosas, que abrangem 64% da área levantada. Aproximadamente 25% dos solos levantados não são utilizáveis para a agricultura, quais sejam Litólicos, Concrecionários e Afloramentos de Rocha, sendo apropriados para reflorestamento, pastagem em regime extensivo e reserva biológica.

O diagnóstico elaborado pela SIRAC/CEPA para os vales do Carrasco da Ibiapaba faz algumas considerações conclusivas com relação à potencialidade dos solos estudados. O potencial de solos dos vales do Pirangi e Olho d'Água é provavelmente inferior aos solos dos outros vales devido à significativa ocorrência de solos rasos, abundante pedregosidade e concreções lateríticas. Caracterizam-se, portanto, por serem os vales de menor potencial para uso da agricultura, com exceção dos locais bem próximos às calhas dos rios e riachos.

Os outros sete vales do Carrasco da Ibiapaba apresentam características pedológicas similares, com a predominância de Latossolos e Areias Quartzosas. Estes são solos que apresentam baixa fertilidade, baixo poder de retenção de água e alta velocidade de infiltração. Não têm limitações intrínsecas em relação ao tipo de cultura a implantar, desde que seja efetuada correção e adubação adequadas. Quando do uso da irrigação, é aconselhável a implantação de sistemas do tipo aspersão, micro-aspersão e gotejamento.

O Quadro 8.5 apresenta as manchas de solos potencialmente irrigáveis nos vales do Carrasco da Ibiapaba por unidade de mapeamento, de acordo com o levantamento pedológico elaborado pela SIRAC/CEPA.

Quadro 8.5 - Unidades de Mapeamento com Potencialidade para a Irrigação no Carrasco da Ibiapaba.

Vales do Carrasco	Unidades de Mapeamento - Área (ha)					
	LVd	LAd	Ae	AQd	TOTAL POR VALE (HA)	SAU (ha)
Pirangi	1.100	-	16	1.011	2.127	-
Vambira	1.560	-	-	-	1.560	374
Pitanga	1.113	-	-	473	1.586	381
Jaburu	1.798	56	-	337	2.191	526
Olho d'Água	-	14	-	177	191	-
Pejuaba	789	-	-	1.225	2.014	483
Arabê	1.508	-	-	-	1.508	362
Inhuçu	2.646	-	89	456	3.191	766
Piau	1.866	-	56	1.712	3.634	872
Total (ha)	12.380	70	161	5.391	18.002	3.764

8.3.5 Hidrologia

A rede hidrográfica da bacia do rio Poti, propriamente dita, é formada pelo rio homônimo e pelo seu afluente Macambira, cuja confluência só se dá no Piauí logo após a fronteira com o estado do Ceará. O rio Poti nasce na Serra dos Cariris Novos, em cotas próximas de 800 m, na divisa dos estados do Piauí e Ceará, desenvolvendo-se por uma extensão de 192,5 km no território cearense, drenando uma área das mais áridas do Estado, na microrregião dos Sertões de Crateús. Seus principais afluentes são: pela margem direita, o riacho do Meio, que decorre da junção dos riachos Independência e Jucá, o riacho do Mato e o rio Jatobá. O rio Macambira drena toda uma região de transição, situada no planalto da Ibiapaba, o que lhe confere a rara condição, no estado, de curso perene.

A bacia dos rios Longá/Pirangi é formada por oito bacias independentes, cujas nascentes situam-se na face leste da Serra da Ibiapaba, região de alto índice pluviométrico, prolongando-se para o estado do Piauí. Estas bacias têm características físicas semelhantes: são de pequeno porte, de formato preferencialmente retangular e longilíneo, com o rio principal desenvolvendo-se no sentido leste-oeste com elevadas declividades.

8.3.5.1. Estações Fluviométricas

Segundo o “Inventário das Estações Fluviométricas – DNAEE, 1987”, a região da bacia do rio Poti conta com 2 estações, mas de acordo com o Plano Estadual dos Recursos Hídricos - Bloco 2, somente 1 delas estava em funcionamento.

ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZÁVEIS NA BACIA DO POTI.

Bacia	Nome da Estação	Curso d'água	Área Controlada (km ²)	Data de Instalação
Poti	Croata	Macambira	1.050,00	02/62

(*) Estação de Sobral reinstalada.

Para a bacia do Poti, o estudo do escoamento superficial se torna bastante problemático para as bacias independentes que compõem a do Longá/Pirangi, uma vez que não se tem nenhuma estação fluviométrica nestas bacias e as mesmas estão situadas numa região muito particular do Estado, com parcela de microclima úmido e geologia sedimentar.

A CPRM – Companhia de Pesquisa dos Recursos Minerais, residência de Fortaleza, que opera as estações fluviométricas no Estado, conta com dados atualizados para a estação Croatá, na bacia do Poti. A CPRM também está operando uma nova estação na bacia do Poti, denominada Saudoso, no entanto esta só tem dados para um período de 2 (dois) anos.

8.3.5.2. Escoamento Superficial

O coeficiente de escoamento superficial na região varia entre 10% e 20%.

O escoamento superficial medido na estação fluviométrica de Croatá fica em torno de 16%.

8.3.5.3. Açudes Existentes, em Construção e/ou Programados

No Quadro 8.6, a seguir apresentado, estão reunidas as principais características dos açudes com capacidade acima de 8 milhões de m³ existentes ou em construção na bacia do Poti. A vazão regularizável para uma garantia mensal de 90% (Q_r 90%), para cada açude existente, está apresentada na terceira coluna desta tabela, tendo sido obtidas do

estudo realizado pelo Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PERH, com exceção dos açudes em construção cujos valores foram obtidos diretamente de seus projetos.

Quadro 8.6 - Bacia do Rio Poti - Açudes Existentes e em Construção

BACIA	AÇUDE	MUNICÍPIO	Q ₉₀ (m ³ /s)	VOLUME (1.000 m ³)
Poti	Jaburu I	Ubajara	4,78	210.000,00
Poti	Jaburu II	Independência	0,65	127.695,00
Poti	Carnaubal	Crateús	0,70	87.690,25
Poti	Realejo	Crateús	0,30	31.551,12
Poti	Barra Velha	Independência	0,50	99.500,00
Poti	Flor do Campo	Novo Oriente	0,38	111.300,00
Poti	Sucesso	Tamboril	—	10.000,00

* As Fontes de dados referentes a vazão regularizada são o PERH e os próprios projetos das barragens

A vazão regularizável representa a disponibilidade hídrica atual ofertada pelo sistema de perenização da grande açudagem para a bacia em estudo. No entanto, sob a ótica de um balanço hídrico distribuído, esta disponibilidade atual não se mostra suficiente para o atendimento da demanda humana, industrial e para irrigação atuais, a nível municipal, conforme estudos apresentados no PERH. Este analisou a situação de superávit e déficit hídrico a nível municipal para o ano 2000, o que pode ser considerado como caracterização da situação atual. Foram identificados os municípios que apresentavam déficits ou superávits em duas situações distintas: quando da ocorrência de um ano chuvoso normal, ou seja, a ocorrência de uma pluviometria média, e uma situação em que ocorresse um ano seco, supondo que este se caracteriza pelo escoamento total anual menor do que 5% do valor médio.

De acordo com o PERH, os municípios que apresentavam os níveis mais críticos de atendimento a demanda urbana, ou seja, sem qualquer tipo de atendimento, são: Ararendá, Croatá, Ipaporanga e Quiterianópolis. Por outro lado, Poranga pode ser identificado com 100% de atendimento da demanda urbana, tanto para um ano normal quanto para um ano seco, o que caracteriza superávit hídrico.

No quadro seguinte está apresentada uma síntese do nível de atendimento da demanda por município, como também a demanda total anual para o ano 2.000, segundo o PERH.

Quadro 8.7 - Bacia do Rio Poti - Demanda Hídrica e Níveis de Atendimento por Município - 2000

Município	Nível de Atendimento para um ano Normal (%)	Nível de Atendimento para um ano Seco (%)	Demanda Total Atual (hm³/ano)
Ararendá	0.0	0.0	2.740
Crateús	11.0	11.0	61.152
Croatá	0.0	0.0	1.608
Guaraciaba do Norte	6.0	1.8	8.575
Ibiapina	45.8	45.8	8.632
Independência	60.5	57.3	7.636
Ipaporanga	0.0	0.0	5.480
Novo Oriente	8.9	9.7	13.247
Poranga	100.0	100.0	1.079
Quiterianópolis	0.0	0.0	1.474
São Benedito	15.0	4.5	6.325
Tianguá	3.5	1.0	10.634
Ubajara	32.5	12.0	14.381
Total			142.963

Fonte: PERH (1992).

Com relação às demandas dos projetos de irrigação públicos, o PERH identificou os níveis de atendimento dos grandes projetos de irrigação, tendo como horizonte ano 2000. Os resultados da simulação do PERH estão apresentados no quadro seguinte.

Quadro 8.8 - Bacia do Rio Poti - Nível de Atendimento dos Projetos de Irrigação Pública - 2000

Projeto de Irrigação	Nível de Atendimento (%)
Graça	99.1
Riacho do Meio/Poti	77.6

Verifica-se pelos resultados do PERH, que o percentual do volume requerido pelos projetos de irrigação é bem atendido pela disponibilidade hídrica existente.

Para suprir os problemas relacionados a déficits hídricos na bacia do Poti, a expansão da oferta hídrica superficial está sendo prevista pelo PROURB – Programa de Desenvolvimento Urbano do Ceará, cujos açudes programados para a bacia estão relacionados no quadro seguinte:

Quadro 8.9 - Bacia do Rio Poti - Açudes Programados pelo PROURB

Açude	Município
Alto Poti	Quiterianópolis
Diamante	Ipaporanga
Canindezinho	Croatá

Com respeito as demandas futuras para a bacia do Poti, de acordo com o PERH, foi realizada uma projeção da demanda total a ser requerida para o ano de 2020 e uma estimativa do volume que seria necessário anualmente para atender o crescimento da demanda. Os resultados da análise do PERH para estas projeções estão apresentados na tabela abaixo, com a estimativa dos volumes a serem disponibilizados tanto para a situação de ano normal como para o ano seco.

Quadro 8.10 - Bacia do Rio Poti - Demanda Total Futura Projetada para o Ano de 2020 e Volumes a Serem Ofertados por Município para as Situações de Ano Normal e Ano Seco.

Município	Projeção da Demanda para o ano de 2020(hm³)	Disponibilidade Futura Requerida na Ocorrência de Ano Normal (hm³/ano)	Disponibilidade Futura Requerida na Ocorrência de Ano Seco (hm³/ano)
Ararendá	2.897	1.283	2.400
Crateús	64.324	2.650	44.500
Croatá	3.142	0.000	0.000
Guaraciaba do Norte	9.799	1.900	6.050
Ibiapina	10.477	2.500	6.100

Município	Projeção da Demanda para o ano de 2020(hm³)	Disponibilidade Futura Requerida na Ocorrência de Ano Normal (hm³/ano)	Disponibilidade Futura Requerida na Ocorrência de Ano Seco (hm³/ano)
Independência	9.219	0.350	1.050
Ipaporanga	5.793	2.567	4.800
Novo Oriente	13.550	7.300	11.450
Poranga	1.428	0.000	0.000
Quiterianópolis	1.802	0.000	0.000
São Benedito	7.698	0.750	3.100
Tianguá	12.334	1.600	1.650
Ubajara	15.484	0.250	0.250

Fonte: PERH (1992).

Os municípios que mais precisam de aumento na disponibilidade hídrica superficial, tanto para um ano normal como para um ano seco, são Crateús, e Novo Oriente.

8.3.5.4. Recursos Hídricos Subterrâneos

A bacia do Poti conta com um cadastro de 595 poços distribuídos em seus 12 municípios, sendo que Crateús e Independência são os que mais possuem poços perfurados, 239 e 114 poços, respectivamente.

Considerando-se a grande extensão aflorante das rochas cristalinas, a maioria dos poços são perfurados inevitavelmente nestas rochas. A fraca vocação hidrogeológica influenciada pela deficiente circulação da água ao longo das fraturas e aliada à falta de critérios de locação de poços tem acarretado inúmeros insucessos.

O Domínio Sedimentar inclui todos os sedimentos consolidados e os não-consolidados, englobando as rochas de origem detrítica e química. As unidades hidrogeológicas que compõem este domínio são: Aluviões, Coberturas Coluviais e Serra Grande. A característica comum às unidades hidrogeológicas é a de configurarem aquíferos de natureza porosa. Esta característica varia em função da granulometria, uniformidade, arredondamento e arranjo de grãos, o que confere uma maior ou menor vocação hidrogeológica para os aquíferos captados.

Desta forma, dentro de um contexto local, pode-se verificar que as Aluviões são considerados aquíferos de maior vocação hidrogeológica do que as demais unidades. A Formação Serra Grande, em decorrência dos processos de intensa litificação e subsequente silicificação parcial dos sedimentos, teve sua porosidade primária reduzida, diminuindo sua vocação hidrogeológica.

Os poços localizados em aluvião são os que têm melhores vazões.

A bacia do Poti possui cerca de 57% de sua área sobre a formação Complexo Cristalino, caracterizando uma extensa área nesta bacia de fraca vocação hidrogeológica. Esta formação é a que predomina nos Sertões de Crateús, a região mais árida do Estado do Ceará.

A unidade Serra Grande, a qual abrange cerca de 36% da bacia do Poti, tem sua área de afloramento na denominada região da Ibiapaba, constituindo-se no principal recurso de água subterrânea da região, muito embora o aquífero tenha uma fraca a média vocação hidrogeológica.

A unidade hidrogeológica aluviões representa uma pequena porção da área total da bacia do Poti, cerca de 3%, localizada, mais precisamente, nos vales dos rios mais importantes, representando uma reserva explorável de $5,5 \times 10^6$ m³/ano para esta bacia.

O uso das águas subterrâneas no Estado do Ceará, e, por conseguinte na região de estudo, é destinado majoritariamente para o atendimento da demanda humana. No caso do abastecimento público, cerca de 60% das localidades atendidas pela CAGECE e 71% das atendidas pela FSESP têm como manancial a água subterrânea.

Em geral, esta preferência pelo aproveitamento das águas subterrâneas para o abastecimento público é motivada pelo elevado nível de potabilidade em comparação com as águas superficiais, dispensando tratamento químico convencional, além da relativa facilidade em perfurar a menores distâncias das comunidades, minimizando os custos de adução. Com relação a qualidade química das águas subterrâneas, os aquíferos sedimentares apresentam bom nível de potabilidade para consumo humano, no entanto, as águas do cristalino revelam maior salinidade.

8.3.6. Balanço Hídrico

Este capítulo apresenta os Estudos de Balanço Hídrico para a bacia do Poti, elaborados na Fase III do Projeto do Eixo de Integração da Ibiapaba⁽⁴⁾. A disponibilidade hídrica considerada nos estudos refere-se àquela ofertada pela infra-estrutura hídrica atual, ou seja, a disponibilizada pelos açudes existentes com capacidade superior a 10 milhões de metros cúbicos. Por outro lado, as demandas consideradas no balanço são aquelas apresentadas no Capítulo 5 – Projeção das Demandas. Foram elaboradas simulações do balanço hídrico para as projeções de demanda considerando-se três hipóteses de crescimento da economia regional, para os horizontes 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030.

Utilizou-se para as simulações do sistema de reservatórios o programa computacional HEC3⁽⁵⁾, que permite a operação do sistema de forma integrada. Além da simulação do sistema, também foi realizado estudo de capacidade de regularização de cada reservatório dentro da configuração atual da infra-estrutura hídrica da bacia do rio Poti, no estado do Ceará.

Em complementação aos estudos de oferta hídrica superficial, foi elaborado um diagnóstico completo com relação às reservas e disponibilidades hídricas subterrâneas na região. Foram abordados aspectos quantitativos, como características físicas e parâmetros hidrodinâmicos dos sistemas hidrogeológicos, como também aspectos qualitativos.

As águas superficiais também foram estudadas do ponto de vista qualitativo, tendo sido realizadas campanhas de campo para o levantamento das condições sanitárias atuais dos principais açudes.

8.3.6.1. Objetivo do Balanço Hídrico

O objetivo principal dos estudos de balanço hídrico é identificar as áreas críticas na bacia do Poti, nas quais se verificam déficits hídricos nos horizontes de projeto (2005, 2010, 2020 e 2030), para cada uma das hipóteses A, B e C de crescimento econômico regional. As informações de déficits hídricos para os horizontes estudados é de

⁴ Governo do Estado do Ceará/Consortio ENGESOFT/Montgomery Watson. Diagnóstico, Estudos Básicos e Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba, 2000, Fortaleza.

⁵ HEC-3 - Hydrologic Engineering Center (1974), U.S. Army Corps of Engineers. Davis, California.

fundamental importância para orientar as alternativas de suprimento de água para solucionar os déficits das áreas críticas.

8.3.6.2. Usos Atuais e Demandas Projetadas

O Capítulo 5 apresenta de forma detalhada os estudos elaborados para as projeções das demandas hídricas consideradas. Este capítulo apresenta uma síntese dos estudos de demanda, destacando os usos atuais e os resultados das projeções de demanda para os horizontes 2005, 2010, 2020 e 2030, para as hipóteses de crescimento econômico A, B e C.

As demandas hídricas consideradas como representativas das condições atuais e futuras para a bacia do Poti são: abastecimento humano, uso industrial, irrigação, consumo animal e turismo.

8.3.6.3. Critérios para Determinação das Demanda Hídricas

São descritos sucintamente, a seguir, os critérios utilizados para o cálculo das demandas hídricas neste projeto.

Demandas Humanas e Industriais

Com o propósito de obter a projeção da demanda d'água para os anos de 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030, foram utilizadas as projeções populacionais, conforme a metodologia descrita anteriormente, para as hipóteses de crescimento econômico A, B e C, e os coeficientes de dotação “per capita”. Assim, a demanda de água é calculada multiplicando-se o consumo per capita proposto pela população projetada de cada ano do horizonte de análise do estudo.

Com respeito aos padrões futuros de consumo per capita, sabe-se que existe uma grande variação entre os grandes centros urbanos e os menores, fato comprovado pela correlação positiva entre as taxas “per capita” e o tamanho das cidades. Entretanto, considerou-se taxas progressivas de consumo “per capita” média, a qual se acredita vir a ser as dotações futuras médias mais representativas para as populações estudadas.

Sabe-se ainda que, segundo dados publicados pela COGERH (1999), as demandas per capita municipais na região da bacia do Poti, variam bastante, podendo-se encontrar valores de 55 l/hab./dia em Croatá a 282 l/hab./dia em Crateús. Essa variabilidade

pode ser notada ainda pelos seguintes exemplos: Carnaubal, 200 l/hab./dia; Independência, 166l/hab./dia e Ubajara, 121 l/hab./dia.

No Estado do Ceará, os valores de consumo per capita variam, em geral, de 100 a 150 l/hab./dia. Para a região em estudo adotou-se uma média de consumo doméstico per capita diário atual de 130 l. Cumpre ressaltar que o baixo valor de consumo per capita médio encontrado para a região tem como principal causa a escassez de água disponível a que está sendo submetida a população local e que, com os futuros cenários de desenvolvimento sócio-econômico, vislumbra-se um aumento progressivo dos valores de consumo per capita.

Diante dos fatos analisados no relatório de estudo de demandas, decidiu-se por considerar neste projeto os seguintes valores médios per capita para a demanda hídrica humana: para a população rural do ano 2.000 até 2.010 – 120 l/hab./dia e entre 2.010 e 2.030 – 150 l/hab./dia; para a população urbana do ano 2.000 até 2.010 – 150 l/hab./dia e entre 2.010 e 2.030 – 200 l/hab./dia.

Assim, a aplicação dos coeficientes de demanda específicos, a cada ano da projeção, forneceu as demandas humanas para os horizontes de 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030.

Dentro do panorama industrial, a região da bacia do Poti tem Crateús como principal pólo vocacionado para implementar empreendimentos industriais. O levantamento feito junto à Secretaria de Desenvolvimento Econômico – SDE para a determinação da projeção da demanda industrial, a partir de informações sobre as indústrias atualmente existentes e os planos de radicação das indústrias para os próximos anos, demonstra uma imprecisão quanto à dinâmica industrial futura na região. Em linhas gerais, verificou-se ausência de qualquer estudo prognóstico quanto ao desenvolvimento futuro até o final de horizonte do período de projeção (até 2030) da atividade industrial na região.

De outra parte, os estudos realizados pela FIEC – Federação das Indústrias do Estado do Ceará, referentes ao parque industrial do Estado para o ano de 1999, concluíram que os municípios da bacia do Poti não tinham número suficiente de indústrias cadastradas que permitisse a estimativa da demanda hídrica do setor na região com base na metodologia utilizada no PERH-CE e Plano de Gerenciamento do Jaguaribe. Para outras regiões do

estado, de acordo com o estudo da FIEC, a demanda d'água pelas indústrias variava de 5 a 20 % do consumo doméstico.

Assim, diante da falta de uma melhor precisão nos dados que permitissem estimar a demanda atual e futura, admitiu-se como taxa de consumo de água para a atividade industrial o percentual de 10% da taxa de consumo doméstico.

Em anexo a este capítulo, apresentam-se as demandas humanas e industriais agregadas para os horizontes de 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030, para a bacia do Poti, as quais foram utilizadas no balanço hídrico da região, considerando-se as hipóteses A, B e C.

Demandas de Irrigação

Para fins de mensuração da demanda hídrica para irrigação optou-se neste trabalho por dividir, para fins de melhor esclarecimento, as áreas irrigadas em: perímetros de irrigação e irrigação difusa. Entenda-se por "perímetros de irrigação" as grandes áreas irrigadas, implantadas e operadas pelo poder público em parceria com agricultores e empreendedores privados. A "Irrigação Difusa" representa todas as demais áreas irrigadas que não pertencem àquelas implantadas pelo poder público, e que são estritamente particulares.

Para o cálculo da demanda dos perímetros de irrigação utilizou-se 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. Para o cálculo da demanda hídrica com irrigação difusa, considerou-se a metodologia adotada no "Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe"⁽⁶⁾, o qual utilizou um programa computacional para o cômputo do volume de água requerido para diversas culturas, de acordo com o estágio de desenvolvimento, o ciclo vegetativo e a climatologia micro-regional variável do estado do Ceará.

Foi realizada uma simulação do referido programa, considerando-se para efeito de cálculo da demanda média as culturas identificadas como de vocações econômicas para a região no estudo realizado pelo Banco do Nordeste do Brasil – BNB, em 1997. Foram escolhidos ainda para cada bacia três municípios que apresentam manchas de solos com áreas potenciais para irrigação difusa e um planejamento agrícola bem distribuído com culturas perenes e culturas temporárias com duas safras anuais. As simulações levaram

⁶ Governo do Estado/ SRH / COGERH / ENGESOFT. Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe, Fortaleza, 2000.

a uma demanda média de 14 mil m³/ha/ano, o que corresponde a uma vazão específica de 0,44 l/s/ha.

Demanda Animal

Para fins de mensuração da demanda hídrica animal utilizou-se a unidade denominada BEDA (bovino eqüivalente para demanda de água), conforme definição apresentada no PLIRHINE e aplicada no PERH-CE. Esta unidade agrega a projeção dos bovinos, eqüídeos, ovinos, caprinos e suínos, transformando os efetivos em equivalentes bovinos.

A taxa média anual de 2% atribuída para o conjunto dos municípios da região foi a solução encontrada para a projeção dos rebanhos, pois evita erros de subestimação e superestimação nos valores das demandas da pecuária, uma vez que as séries históricas extraídas da publicação anual do IBGE “Produção da Pecuária Municipal” no período 1977/1995 apresentam elevadas margens de variações nas taxas obtidas pelos municípios, tornando difícil o emprego de regressões.

Para o cálculo de demanda futura de água dos rebanhos aplicou-se para cada ano de projeção o mesmo coeficiente selecionado pelo PLIRHINE e PERH-CE, o que corresponde a um consumo médio de 50 l/cab./dia por cada unidade BEDA. Em anexo, são apresentados os valores projetados de demanda de água para os rebanhos nos anos de 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030.

Demandas de Turismo

No município de Ubajara, as projeções populacionais foram aumentadas do percentual da população flutuante turística em função da população total do município. O Quadro 8.11., apresentado a seguir, mostra o nível de turismo e as percentagens usadas para o incremento da população flutuante sobre a população do município, que foram consideradas no cálculo da demanda hídrica doméstica no estudo de balanço hídrico.

Quadro 8.11 - Município de Ubajara - Projeção da Atividade Turística

Discriminação	Ano			
	2005	2010	2020	2030
Hipótese B				
População Município	30.670	32.521	36.772	41.086
Turismo (pessoas/ano)	220	300	575	1.160
Hipótese C				
População Município	31.670	34.650	41.496	48.866
Turismo (pessoas/ano)	370	700	3.310	8.470

8.3.6.4. Usos Atuais da Água

A bacia do rio Poti dispõe atualmente de sete reservatórios de grande porte, com capacidades iguais ou superiores a 10 milhões de metros cúbicos.

Como a oferta hídrica devido a água subterrânea se restringe ao atendimento de demandas localizadas, não será tratada neste momento do trabalho. São avaliados aqui apenas os principais usos das águas dos grandes reservatórios da região.

O Quadro 8.12 apresenta os sete reservatórios que fazem parte da rede de grande açudagem. A função primordial desses reservatórios é o abastecimento humano e industrial localizados nos centros urbanos. A irrigação aparece como segundo uso mais importante, seguida pelo abastecimento animal e a atividade de pesca, entre outros. A pesca existente é incipiente, de subsistência, não assumindo feições de piscicultura, atividade esta que poderia ser melhor explorada gerando maiores benefícios para a população local. Quanto ao controle de cheias, nenhum reservatório foi projetado com este fim específico.

Quadro 8.12 -Bacia do Rio Poti - Açudes de Grande Porte

Bacia	Açude	Município	Capacidade (hm ³)
Poti	Jaburu I	Ubajara	210,00
	Jaburu II	Independência	127,70
	Flor do Campo	Novo Oriente	111,30
	Barra Velha	Independência	99,50
	Carnaubal	Crateús	87,69
	Realejo	Crateús	31,55
	Sucesso	Tamboril	10,00

No Quadro 8.13, apresenta-se a distribuição dos principais usos, quais sejam, abastecimento doméstico/industrial e irrigação, para os reservatórios com capacidade superior a 10 hm³ da rede de açudagem, com suas respectivas demandas atuais.

Como os usos para abastecimento doméstico/industrial e para irrigação são os que merecem maior atenção no estudo do balanço hídrico, os mesmos são discutidos com maior profundidade nos itens a seguir.

Quadro 8.13 - Bacia do rio Poti - Usos Atuais dos Reservatórios de Grande Porte

Reservatório	Abastecimento Humano e Industrial		Agricultura Irrigada	
	Sedes e distritos	Demanda Anual (mil m ³)	Perímetros	Demanda Anual (mil m ³)
Barra Velha	Independência	310	---	---
Carnaubal	Crateús	1.660	Graça 1ª etapa	1.480
Flor do Campo	Novo Oriente	410	---	---
Jaburu I	Carnaubal, Guaraciaba, Ibiapina, São Benedito, Inhuçu, Tianguá, Caruataí, Ubajara, Viçosa, Quatiguaba.	3.390	Jaburu I 75 ha Valparaíso 50 ha e Áreas privadas 700 ha	12.050
Jaburu II	---	---	Jaburu II 95 ha áreas privadas 57 ha	2.510
Realejo	---	---	Realejo 400 ha	7.200
Sucesso	Sucesso	90	---	---
Total		5.860	---	23.240

Uso Atual da Água para Abastecimento Doméstico e Industrial

A área em estudo neste projeto abrange um total de 13 municípios na bacia do Poti. De acordo com o censo do IBGE de 2000, a bacia do Poti possuía uma população urbana de 160.744 e rural de 168.359 habitantes.

A água subterrânea aparece como principal fonte de abastecimento em apenas três sedes municipais, na bacia do Poti: Ararendá, Croatá e Poranga. As sedes municipais que não são abastecidas pela rede da grande açudagem ou pela água subterrânea têm como principal manancial hídrico açudes de médio e pequeno porte que não são fontes seguras de abastecimento durante os períodos críticos de seca. Encontram-se nesta situação duas sedes municipais, na bacia do Poti: Ipaporanga e Quiterianópolis.

O Quadro 8.14 apresenta a situação atual da população dos municípios da região que é atendida por sistema de abastecimento d'água. Observa-se que quatro municípios da região não têm sistema público de abastecimento d'água.

Quadro 8.14 - Bacia do Rio Poti - Situação do Abastecimento de Água nos Municípios

Bacia	Municípios	População Abastecida (%)
POTI	Ararendá	-
	Carnaubal	49,88
	Crateús	65,91
	Croatá	18,64
	Guaraciaba do Norte	25,18
	Ibiapina	36,20
	Independência	31,81
	Ipaporanga	-
	Novo Oriente	-
	Poranga	-
	Quiterianópolis	18,17
	São Benedito	41,69
	Ubajara	37,79

Uso Atual da Água para Irrigação

A bacia do Poti dispõe de 1.409 ha irrigados, sendo o perímetro irrigado Realejo o mais importante já implantado, com 400 ha, enquanto que, em termos de irrigação difusa (privada), está em fase de implantação uma área de 500 ha (Fazenda Ultralight), que será abastecida pelo açude Jaburu I.

O Quadro 8.15 apresenta os valores de áreas irrigadas atuais, tanto para os perímetros quanto para a irrigação difusa, para a bacia do Poti.

Quadro 8.15 - Bacia do Rio Poti - Áreas Irrigadas Atuais

BACIA	Perímetro Irrigado	Município	Áreas Irrigadas (ha)	Irrigação Difusa / Município	Áreas Irrigadas (ha)
POTI	Graça 1ª Etapa	Crateús	82	Independência	57
	Jaburu I	Tianguá	75	Tianguá	700
	Jaburu II	Crateús	95		
	Realejo	Crateús	400		
	Sub-total		652	Sub-total	757
Total para a bacia do Poti			1.409 ha		

8.3.6.5. Usos Projetados da Água

Demandas para Abastecimento Doméstico, Industrial e Turístico

O estudo de balanço hídrico foi realizado para três diferentes cenários de desenvolvimento econômico, denominados Hipóteses de Crescimento “A”, “B” e “C”. A Hipótese de Crescimento “A” representa a situação futura de máximo desempenho econômico, para a qual o PIB apresenta um crescimento de 8,49% ao ano em 2.030. A hipótese “B” representa a situação de mínimo desempenho econômico, taxa de crescimento do PIB de 3,76% a.a. em 2.030, enquanto que a hipótese “C” é a situação de desempenho econômico intermediário, com uma taxa de crescimento do PIB de 6,13% a.a. em 2.030.

De acordo com o Quadro 8.16 nota-se que a bacia do Poti apresenta demandas futuras com valores iguais a 36,367 milhões de m³, para o cenário “C” no ano de 2030.

Quadro 8.16 - Bacia do Poti - Demandas Anuais Domésticas, Industriais e Turísticas
(milhões de m³)

Cenários	2000	2005	2010	2020	2030
	demandas anuais em mil metros cúbicos				
Hipótese A	16.875	18.207	20.116	30.015	33.916
Hipótese B	16.494	17.987	19.655	28.772	31.956
Hipótese C	16.857	18.475	20.630	31.446	36.367

Com relação a demanda industrial para os anos futuros, a bacia do Poti conta com somente 4 (quatro) municípios com projeções com alguma significação: Crateús, Ibiapina, São Benedito e Ubajara.

A demanda para o turismo na região ainda é incipiente, destacando-se somente o município de Ubajara. Neste, as projeções populacionais foram aumentadas do percentual da população flutuante turística em função da população total do município para a estimativa da demanda turística futura agregada a demanda doméstica.

Uso Projetado da Água para Irrigação

Com relação as demandas para irrigação, não foram acrescentadas, para a simulação dos cenários futuros do balanço hídrico, novas áreas de irrigação, já que, inicialmente, pretende-se identificar os déficits hídricos somente no abastecimento doméstico e industrial, que são prioritários. Uma vez identificados esses déficits para o ano de 2030, as áreas agrícolas irrigadas projetadas serão consideradas.

Apesar de não terem sido inclusas na fase atual do estudo, são apresentadas, respectivamente, nos Quadros 8.17 e 8.18 as áreas potenciais dos perímetros e de irrigação difusa, que podem vir a serem atendidas no planejamento das alternativas.

Quadro 8.17 - Bacia do Rio Poti - Demandas de Água para os Perímetros Atuais e Futuros

Perímetros	Municípios	Área irrigada				Demanda de Água			
		Atual	2005	2010	Total	Atual	2005	2010	Total
Graça 1ª etapa	Crateús	82			82	1.476			1.476
Graça 2ª etapa	Crateús			373	373			6.714	6.714
Vale Vambira	Viçosa		374		374		6.732		6.732
Vale Pitanga	Ubajara		381		381		6.858		6.858
Vale Jaburu	Ubajara		526		526		9.468		9.468
Vale Pejuaba	Ibiapina		483		483		8.694		8.694
Vale Arabê	São Benedito		362		362		6.516		6.516
Vale Inhuçu	Carnaubal			766	766			13.788	13.788
Vale Piau	Croatá			872	872			15.696	15.696
Novo Oriente	Novo oriente			990	990			17.820	17.820
Ipaporanga	Ipaporanga			540	540			9.720	9.720
Boa Esperança	Ipaporanga			1.170	1.170			21.060	21.060
Jaburu I	Tianguá	75	25		100	1.350	450		1.800
Jaburu II	Crateús	95			95	1.710			1.710
Realejo	Crateús	400			400	7.200			7.200
Platô do Poti 1	Crateús		2800		2.800		50.400		50.400
Platô do Poti 2	Crateús		600		600		10.800		10.800
Poti I Arvoredo	Crateús			173	173			3.114	3.114
Poti II Canto	Crateús			144	144			2.592	2.592
Poti III Quirino	Crateús			117	117			2.106	2.106
Total	Bacia	652	5.551	5.145	11.348	11.736	99.692	92.610	204.264

Quadro 8.18 - Bacia do Rio Poti - Demandas de Água para as Áreas Difusas Atuais e Futuras

Áreas Irrigadas (hectares)						Demanda (1.000 m³/ano)					
Atual	2005	2010	2020	2030	Total	Atual	2005	2010	2020	2030	Total
757	4.000	6.000	8.000	11.902	30659	10.598	56.000	84.000	112000	166.628	429.226

8.3.6.6. Oferta Hídrica

Água Superficial

O estudo de oferta hídrica superficial abrange os principais reservatórios da bacia do Poti, ou seja, os de maior porte e interanuais, permitindo a transferência de parte do volume armazenado em determinado ano, para anos subseqüentes, satisfazendo às diversas demandas. Tais reservatórios considerados no estudo de oferta hídrica superficial são listados no Quadro 8.19.

Quadro 8.19- Bacia do Rio Poti - Oferta Hídrica Superficial – Açudes

BACIA	AÇUDE	MUNICÍPIO	Capacidade (1.000 m³)
Poti	Jaburu I	Ubajara	210.000
	Jaburu II	Independência	127.700
	Flor do Campo	Novo Oriente	111.300
	Barra Velha	Independência	99.500
	Carnaubal	Crateús	87.690
	Realejo	Crateús	31.550
	Sucesso	Tamboril	10.000

a) Metodologia de Operação dos Reservatórios

Na determinação do comportamento dos reservatórios utiliza-se a metodologia da operação simulada. A operação simulada consiste em atribuir regras de retirada de água do reservatório e estudar qual teria sido o comportamento desse reservatório, em uma determinada série de vazões afluentes, caso essa regra de operação houvesse sido obedecida.

O balanço hidráulico da reserva consiste em igualar as entradas e saídas do reservatório como segue:

$$\text{VARIAÇÃO DO VOLUME DA RESERVA} = \text{ENTRADAS} - \text{RETIRADAS}$$

Em termos de equação diferencial, esse balanço pode ser representado por

$$\frac{dV}{dt} = E - S \quad (I)$$

sendo dV/dt a variação de volume com o tempo, E o resultado de todas as entradas no sistema e S o resultado de todas as saídas. As entradas de água no sistema são compostas pelos deflúvios e as precipitações diretas sobre o lago, enquanto as retiradas são compostas pelas evaporações e pelas retiradas programadas para fins utilitários e pelas sangrias. Existem vários procedimentos disponíveis para a solução dessa equação. O item seguinte apresenta o desenvolvimento e a solução da equação do balanço hídrico na maneira utilizada no presente trabalho.

b) Equação do Balanço Hídrico do Reservatório

A equação do balanço hídrico de um reservatório tem a forma:

$$V_{i+1} = V_i + (P_i - E_i) \times \frac{1}{2} (A_{i+1} + A_i) + I_i - R_i - S_i \quad (II)$$

onde:

V_{i+1} e V_i = representam os volumes de água estocados no reservatório no início dos meses $i+1$ e i respectivamente;

P_i = precipitação média sobre o espelho de água do açude durante o mês i ;

E_i = lâmina média evaporada da superfície do lago durante o mês i ;

A_{i+1} e A_i = representam as áreas do lago do reservatório no início dos meses $i+1$ e i respectivamente;

I_i = volumes afluentes ao reservatório durante o mês i ;

R_i = retirada do reservatório durante o mês i;

S_i = volume sangrado do reservatório durante o mês i.

O processo de cálculo consiste em atribuir um valor para a retirada e avaliar o comportamento do reservatório durante o período de simulação. O desempenho do reservatório é avaliado através de dois indicadores:

a frequência de falhas mensais estimada pela relação:

$$f_M = \frac{n_M}{N_M} \times 100 \quad (\text{III})$$

sendo f_M a frequência de falhas mensais em porcentagem, n_M o número de meses nos quais o reservatório deixou de atender à demanda; N_M o número total de meses simulados;

a frequência de falhas anuais, estimada pela relação:

$$f_A = \frac{n_A}{N_A} \times 100 \quad (\text{IV})$$

sendo f_A a frequência de falhas anuais; n_A o número de anos em que o reservatório deixou de atender a demanda em pelo menos um mês; e N_A o número total de anos simulados.

Para solucionar o balanço hídrico no presente trabalho utilizou-se o programa computacional SIMRES, desenvolvido na Universidade Federal do Ceará em linguagem FORTRAN 4.0.e DELPHI 4.0. O Programa resolve a equação do balanço hídrico por um processo de integração em que a unidade de tempo é dividida em N partes e as retiradas em lâmina (evaporação e precipitação) e em volume (deflúvios - regularização) são divididas por N e retiradas alternadamente. Quando N é muito grande, o processo reproduz a simultaneidade das retiradas que ocorrem na prática.

c) Resultados Obtidos para os Reservatórios

Os resultados das simulações efetuadas com os reservatórios isoladamente está apresentado no Quadro 8.20.

Quadro 8.20 - Bacia do Rio Poti - Estudo Hidrológico

Fatores	Barra Velha	Carnaubal	Colina	Flor do Campo	Jaburu I	Jaburu II	Realejo	Sucesso
Deflúvio Médio (hm ³ /ano)	96,14	199,04	41,92	79,51	156,53	103,12	24,31	31,85
Coefficiente Variação Deflúvios (CV)	1,21	1,34	1,21	1,22	0,71	1,21	1,21	1,21
Capacidade do Reservatório (hm ³)	99,50	87,69	3,26	111,30	210,00	127,70	31,55	10,00
V90 (hm ³ /ano)	18,818	19,688	0,711	20,706	117,613	19,984	6,067	1,990
Q90 (m ³ /s)	0,60	0,62	0,02	0,66	3,73	0,63	0,19	0,06
Média Retiradas (hm ³ /ano)	17,09	17,90	0,65	18,81	109,56	18,21	5,51	1,81
Seca Hidrológica Máxima (mês)	52	42	47	49	23	51	50	43
Período Simulado	1912-1988	1912-1988	1912-1988	1912-1988	1912-1997	1912-1988	1912-1988	1912-1988
Média Sangria (hm ³ /ano)	61,14	164,19	40,30	43,62	37,52	57,95	13,60	27,55
Média Evaporação (hm ³ /ano)	18,30	17,40	0,99	17,09	10,62	27,24	5,24	2,54
Rendimento Hidrológico (%)	17,78	8,99	1,55	23,66	69,99	17,66	22,67	5,68

Uma vez realizado o estudo hidrológico de todos os açudes de interesse, elaborou-se um quadro resumo com o intuito de se realizar uma análise comparativa entre os resultados de vazão regularizada obtidos neste projeto e os do PERH. Tais resultados estão apresentados no Quadro 8.21.

Quadro 8.21 - Bacia do Rio Poti - Vazões regularizadas dos Açudes Análise Comparativa do PERH e Projeto Ibiapaba

Bacia Hidrográfica	Açude	Capacidade (hm³)	Deflúvio médio afluente (hm³/ano)		Q90(m³/s)	
			Proj. Ibiapaba	P.E.R.H.	Proj. Ibiapaba	P.E.R.H.
POTI	Barra Velha	99.50	96.14	-	0.60	(*) 0.50*
	Carnaubal	87.69	199.04	174.85	0.62	0.70
	Colinas (*)	3.26	41.92	-	0.02	-
	Flor do Campo	111.30	79.51	-	0.66	(*) 0.38*
	Jaburu I	210.00	156.53	167.14	3.73	4.28
	Jaburu II	127.70	103.12	64.24	0.63	0.65
	Realejo	31.55	24.31	20.61	0.19	0.30
	Sucesso	10.00	31.85	-	0.06	-

Nota: (*) Descargas regularizadas para 90% de garantia constantes nos projetos executivos das respectivas barragens.

Água Subterrânea

Na área do projeto existem dois sistemas hidrogeológicos importantes, caracterizados em função da porosidade e da condutividade hidráulica. São eles: sedimentar clástico e fraturado (cristalino). O primeiro possui características hidrogeológicas associadas a formação primária da rocha, ou seja, detendo características primárias, enquanto o segundo (fraturado) depende de fatores tectônicos dúcteis e/ou rúpteis, predominando o ruptil gerando fraturas e/ou falhas responsáveis pelo armazenamento e pela zona de circulação das águas subterrâneas. O Quadro 8.22 resume as principais informações sobre a água subterrânea na região.

Quadro 8.22 - Bacia do Rio Poti - Situação e Características da Exploração de Água Subterrânea

Discriminação	Características
Poços existentes	
Cristalino	850
Sedimentos	<u>428</u>
Total	1278
Poços em uso	
Público	367
Privado	<u>396</u>
Total	763
Profundidade Média (m)	
Cristalino	60
Sedimentos	70
Vazão média (m ³ /h)	
Cristalino	1.7
Sedimentos	3.5
STD – variação(mg/l)	
Cristalino	200 – 1500
Sedimentos	100 – 967
% dos municípios com STD mais do que 1000 mg/l	
Cristalino	550
Sedimentos	

Vários parâmetros influenciam no cálculo de reservas das águas subterrâneas, tais como pluviometria, tipos de aquíferos, características dimensionais e hidrodinâmicas do meio e qualidade da água.

A Bacia do Poti, apesar de ser a maior em termos de área, é predominantemente representada por rochas cristalinas e, conseqüentemente, apresenta a menor vocação hidrogeológica em termos regionais, possuindo as menores reservas de águas subterrâneas.

Embora exista água subterrânea na área do projeto, o rendimento dos poços existentes é baixo e a qualidade da água em muitos locais é ruim. Em diversos locais, a água subterrânea é atualmente utilizada somente por ser a única fonte disponível. Com a

disponibilidade de fontes hídricas superficiais, é provável que as comunidades passem a utilizá-la, deixando as fontes subterrâneas apenas como alternativas para períodos de secas mais severas. Tal fato pode ser confirmado pela análise de países que possuem condições de água subterrânea similares a da região em estudo; as comunidades geralmente optam por receber água de fontes superficiais caso essas estejam disponíveis.

Na primeira fase do estudo, apenas a oferta hídrica superficial foi utilizada para atender as demandas dos municípios. Os déficits hídricos, atuais e futuros, para os diversos tipos de uso, com exceção das demandas futuras de irrigação, foram identificados, a fim de que na fase seguinte, os projetos das alternativas de oferta hídrica superficial sejam desenvolvidos para satisfazer os déficits hídricos. Caso a oferta de água superficial dos projetos de alternativas não sejam suficientes para atender todos os déficits hídricos, a água subterrânea será considerada como uma fonte suplementar de abastecimento, e incorporada ao planejamento das alternativas.

8.3.6.7. Balanço Hídrico dos Sistemas

Neste item discorre-se sobre a metodologia adotada e os principais resultados encontrados para a simulação do balanço hídrico para a bacia do Poti.

Oferta Hídrica Superficial

Os reservatórios considerados no estudo de balanço hídrico foram os que fazem parte da rede de grande açudagem da região, ou seja, aqueles com capacidades iguais ou superiores a 10 milhões de metros cúbicos de água. Tal critério foi utilizado pois, segundo o PERH-CE (1991), somente fontes hídricas a partir deste porte são capazes de oferecer suprimento regular de água nos períodos mais críticos de seca.

A bacia do rio Poti possui atualmente 7 reservatórios que podem ser inseridos nesta categoria, tendo um volume total armazenável de 677,74 milhões metros cúbicos. No entanto, para a simulação do sistema acrescentou-se ainda o açude Colinas, que embora de menor porte, com capacidade de 3,26 milhões de metros cúbicos, abastece precariamente a sede do município de Quiterianópolis.

Na bacia do Poti destaca-se o açude Jaburu I, com capacidade de 210 hm³, e principal fonte de abastecimento d'água das sedes municipais e principais distritos localizados na

Serra da Ibiapaba. A distribuição da água é realizada através de uma adutora que percorre a serra no sentido norte-sul.

Demandas Consideradas na Realização do Balanço Hídrico

a) Demandas Urbanas e Animal

As demandas urbanas, ou seja, humanas, industriais e de turismo agregadas, utilizadas no balanço hídrico, foram as das sedes municipais e dos distritos com mais de 1.000 habitantes. Foram utilizados os dados de demanda para os cenários de 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030, para as três hipóteses “A”, “B” e “C” de crescimento econômico. Simulou-se, portanto, 15 (quinze) diferentes situações para cada sistema de reservatórios.

Na bacia do rio Poti, os seguintes municípios não são abastecidos pela rede de açudes de grande porte: Ararendá, Craotá, Ipaporanga, Poranga, Quiterianópolis.

b) Demandas para Irrigação

O cálculo da demanda foi estimado de acordo com necessidades hídricas médias unitárias de 18.000 m³/ha/ano para os perímetros irrigados e 14.000 m³/ha/ano para as áreas de irrigação difusa (privadas).

8.3.6.8. Metodologia de Cálculo do Balanço Hídrico

Diretrizes para a Definição das Regras Operacionais

Os estudos de operação dos reservatórios foram elaborados para a bacia do rio Poti, levando-se em consideração os sete reservatórios de grande porte já existentes. As infra-estruturas de recursos hídricos existentes são usadas para suprir as demandas para cada cenário idealizado no planejamento regional, para os anos 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030, sendo identificados os casos de déficits hídricos para cada cenário e ano futuro. A metodologia empregada adotou as seguintes premissas para estabelecimento das regras operacionais:

- Para o ano 2000:

1. Se o município tem um reservatório, este é operado para atender somente às demandas doméstica e industrial do mesmo, excluindo-se, portanto, as demandas rurais. As demandas para áreas irrigadas existentes são abastecidas pelas suas respectivas fontes hídricas. Quaisquer déficits hídricos são identificados para esta situação.
2. Se o município não tem um reservatório, seu déficit hídrico é considerado igual as demandas doméstica e industrial do mesmo, embora estas possam ser servidas por poços.
3. A água subterrânea não é considerada como uma opção para suprir as demandas futuras.

- Para os anos 2005-2030:

Os totais das demandas doméstica, industrial e rural projetadas e a demanda de irrigação existente são usados para determinar os déficits no balanço hídrico.

As futuras demandas de irrigação serão tratadas mais adiante com a introdução de novos reservatórios para atender os déficits hídricos das demandas doméstica e industrial e serão abastecidas as novas áreas de irrigação.

Definição da Vazão Mínima Ecológica

A vazão mínima ecológica tem como finalidade essencial: a diluição dos efluentes lançados pelas populações ribeirinhas no rio. Esta finalidade se torna uma condição bastante complexa pois há poucos estudos sobre a capacidade de autodepuração dos rios do semi-árido cearense. Em recente trabalho realizado por Souza Filho et. all (1999)⁷ para a bacia do rio Jaguaribe, concluiu-se que os corpos d'água analisados, no caso os rios Jaguaribe e Salgado, não podem ser utilizados como receptores de esgotos

⁷ Souza Filho, F. A. de; Mota, F. S. B.; Lima, H. V. C. (1999) *Simulações das Capacidades de Autodepuração dos Cursos d'Água da Bacia do Rio Jaguaribe, no Estado do Ceará, Quando Sujeitos à Transposição do Rio São Francisco*. Trabalho a ser apresentado no XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, nov/1999.

domésticos, uma vez que, por exemplo, chegou-se a valores de 5m³/s de vazão mínima para o rio Jaguaribe para a diluição dos esgotos tratados com 50% de eficiência.

Baseando-se no estudo citado acima e levando-se em consideração os problemas relativos à escassez hídrica típicos da região, é mais adequado que, ao invés de se considerar uma vazão mínima para diluição de esgotos provenientes das comunidades ribeirinhas, que se recomende a instalação de estações de tratamento de esgotos (ETE) nestas comunidades, de forma que o efluente da ETE obedeça às condições estabelecidas na Resolução nº20/86, CONAMA, garantido a permanência do corpo d'água receptor na classe em que foi enquadrado.

Modelo Matemático Utilizado para o Balanço Hídrico dos Sistemas

Para a simulação integrada dos reservatórios do sistema da bacia, decidiu-se pela utilização do modelo HEC-3⁸, que foi desenvolvido para simulação de sistemas conservativos. O HEC-3 fundamenta-se no conceito de zoneamento de reservas para operar o sistema, o qual consiste em dividir o volume de cada reservatório em zonas. A primeira zona representa o volume morto, em seguida tem-se 3 (três) zonas intermediárias, e por fim tem-se a última que é a região de controle de cheias. Ao operar o sistema, o modelo trabalha de forma a tentar manter todos os reservatórios dentro da mesma zona de volume.

A formulação matemática do modelo baseia-se no princípio da continuidade, que pode ser expresso pela equação:

$$S_i = S_{i-1} + I_i - Q_i - E_i ,$$

onde: $S_i \Rightarrow$ é o volume armazenado no reservatório ao final do período corrente i ;

$S_{i-1} \Rightarrow$ é o volume armazenado no reservatório ao final do período anterior $i-1$;

$I_i \Rightarrow$ volume afluente ao reservatório durante o período i ;

$Q_i \Rightarrow$ volume liberado pelo reservatório durante o período i ; e

⁸ HEC-3 - Hydrologic Engineering Center (1974), U.S. Army Corps of Engineers. Davis, California.

$E_i \Rightarrow$ volume da evaporação líquida durante o período i .

Este equacionamento básico é apropriado para o cálculo de armazenamento quando a extensão do período i é longa o bastante comparada com o tempo de residência no reservatório.

O modelo opera considerando as demandas hídricas em cada ponto de controle no sistema em uma seqüência, iniciando no ponto mais a montante e percorrendo cada rio do sistema em direção ao exutório. As demandas hídricas em cada ponto de controle correspondem às retiradas para o abastecimento das demandas humanas, industriais, de turismo, animais e de irrigação, m^3/s , que o programa tentará atender em cada período de simulação. Para aqueles pontos de controle representativos de demandas que captam água no leito do rio, em distâncias consideráveis dos mananciais, operou-se o sistema com os valores destas demandas acrescidos de 5% para levar em consideração as perdas em trânsito.

Distribuição das demandas hídricas nos pontos de controle

A infra-estrutura atual da grande açudagem na bacia do Poti possui dois sistemas: um no rio Poti, composta por 7 (sete) reservatórios, incluso aqui o açude Colinas, e o do rio Jaburu, formada unicamente pelo açude Jaburu I.

Além dos municípios apresentados no Quadro 8.23, a seguir exposto, existem aqueles que não possuem oferta superficial oriunda da rede da grande açudagem, e, portanto, não foram incluídas como demandas a serem atendidas pelo sistema quando da simulação. Estes municípios apresentam-se como demandas não atendidas nos anos de 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030, e deverão ser contemplados pela construção de novas obras hídricas. São eles: Ararendá, Croatá, Ipaporanga, Poranga e 50% da região rural de Ipueiras.

Quadro 8.23 - Bacia do Rio Poti - Demandas a Serem Atendidas pela Infra-Estrutura Hídrica Existente

Reservatório	Municípios		Áreas Irrigadas
	Sedes / Distritos	Difusas	
	2000 – 2030	2005 - 2030	2000 - 2030
Flor do Campo	Novo Oriente	Novo Oriente	---
Carnaubal	Crateús	Crateús – 40% da demanda	Perímetro Graça 1ª etapa
Jaburu II	---	Independência – 50% da demanda	Perímetro Jaburu II
Barra Velha	Independência	Independência – 50% da demanda	---
Realejo	---	Crateús – 20% da demanda	PERÍMETRO REALEJO
Sucesso	Distrito de Sucesso (Tamboril)	Crateús – 40% da demanda Tamboril – 30% da demanda	---
Jaburu I	Carnaubal Guaraciaba Ibiapina São Benedito e Inhuçu Tanguá e Curuatai Ubajara Viçosa e Quatiguaba	Guaraciaba Ibiapina São Benedito Tanguá – 80% da demanda Ubajara – 90% da demanda Viçosa – 65% da demanda	Perímetro Jaburu I Irrigação privada 700 ha

8.3.6.9. Resultados do Balanço Hídrico

O balanço hídrico foi realizado, a nível mensal, para dois sistemas de reservatórios na bacia do Poti. Para a simulação do balanço hídrico foi utilizada a série de vazões afluentes aos reservatórios para o período de 1912 a 1997. A situação hidrológica foi simulada de acordo com a infra-estrutura atual, para o atendimento às demandas dos anos de 2.005, 2.010, 2.020 e 2.030, para as hipóteses de crescimento econômico A, B e C.

Os resultados do balanço hídrico são analisados aqui em termos do nível de garantia mensal, ou seja, é calculado em função do número de meses em que houve falha no atendimento de determinada demanda em relação ao número de meses total do período de 1912-1997. Ou seja, o nível de garantia mensal é dado pela seguinte equação:

$$G_M = \left(1 - \frac{n_M}{N_M} \right) \times 100$$

sendo G_M a garantia mensal em porcentagem, n_M o número de meses em que determinada demanda deixou de ser atendida; N_M o número total de meses simulados, neste caso, 1032 meses.

Os quadros 8.24, 8.25 e 8.26 apresentam os resultados do balanço hídrico para as demandas domésticas, industriais, de turismo e animal dos municípios para os anos 2.000, 2005, 2010, 2020 e 2030, para as hipóteses de crescimento econômico A, B e C, respectivamente.

Os resultados do balanço hídrico para as áreas irrigadas atuais estão apresentadas nos quadros 8.27, 8.28 e 8.29, para os anos 2000, 2005, 2010, 2020 e 2030, para as hipóteses de crescimento econômico A, B e C, respectivamente.

Percebe-se que as três hipóteses A, B e C de projeções populacionais não diferem entre si o bastante para refletir diferenças significativas nos resultados do balanço hídrico. Os resultados para as três hipóteses de crescimento são bastante semelhantes.

Quadro 8.24 - Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia - Hipótese A

Reservatório	Demanda	Garantia (%)			
		2005	2010	2020	2030
Flor do Campo	Novo Oriente	97	97	97	97
Carnaubal	Crateús Sede	97	97	97	97
	Crateús – 40% da demanda difusa	100	100	99	99
Jaburu II	Independência 50% da demanda difusa	100	100	99	99
Barra Velha	Independência Sede	98	98	97	97
	Independência 50% da demanda difusa	98	98	97	97
Realejo	Crateús 20% da demanda difusa	91	91	90	90
Sucesso	Crateús 40% da demanda difusa	83	83	80	77
	Sucesso	93	93	90	87
	Tamboril 30% da demanda difusa	93	93	90	87
Jaburu I	Carnaubal	100	100	100	100
	Guaraciaba	100	100	100	100
	Ibiapina	100	100	100	100
	São Benedito	100	100	100	100
	Tianguá Sede	100	100	100	100
	Caruataí	100	100	100	100
	Tianguá 80% da demanda difusa	100	100	100	100
	Ubajara Sede	100	100	100	100
	Ubajara 90% da demanda difusa	100	100	100	100
	Viçosa Sede	100	100	100	100
	Quatigaba	100	100	100	100
	Viçosa 65% da demanda difusa	100	100	100	100
Colina	Quiteranópolis	66	66	60	56

Quadro 8.25 - Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia – Hipótese B

Reservatório	Demanda	Garantia (%)			
		2005	2010	2020	2030
Flor do Campo	Novo Oriente	97	97	97	97
Carnaubal	Crateús Sede	97	97	97	97
	Crateús – 40% da demanda difusa	100	100	99	99
Jaburu II	Independência 50% da demanda difusa	100	100	99	99
Barra Velha	Independência Sede	98	98	97	97
	Independência 50% da demanda difusa	98	98	97	97
Realejo	Crateús 20% da demanda difusa	91	91	90	90
Sucesso	Crateús 40% da demanda difusa	83	83	80	78
	Sucesso	93	93	91	88
	Tamboril 30% da demanda difusa	93	93	91	88
Jaburu I	Carnaubal	100	100	100	100
	Guaraciaba	100	100	100	100
	Ibiapina	100	100	100	100
	São Benedito	100	100	100	100
	Tianguá Sede	100	100	100	100
	Caruataí	100	100	100	100
	Tianguá 80% da demanda difusa	100	100	100	100
	Ubajara Sede	100	100	100	100
	Ubajara 90% da demanda difusa	100	100	100	100
	Viçosa Sede	100	100	100	100
	Quatigaba	100	100	100	100
	Viçosa 65% da demanda difusa	100	100	100	100
Colina	Quiteranópolis	66	66	60	56

Quadro 8.26 - Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia – Hipótese C

Reservatório	Demanda	Garantia (%)			
		2005	2010	2020	2030
Flor do Campo	Novo Oriente	97	97	97	97
Carnaubal	Crateús Sede	97	97	97	97
	Crateús – 40% da demanda difusa	100	100	99	99
Jaburu II	Independência 50% da demanda difusa	100	100	99	99
Barra Velha	Independência Sede	98	98	97	97
	Independência 50% da demanda difusa	98	98	97	97
Realejo	Crateús 20% da demanda difusa	91	91	90	90
Sucesso	Crateús 40% da demanda difusa	83	83	80	77
	Sucesso	93	93	90	87
	Tamboril 30% da demanda difusa	93	93	90	87
Jaburu I	Carnaubal	100	100	100	100
	Guaraciaba	100	100	100	100
	Ibiapina	100	100	100	100
	São Benedito	100	100	100	100
	Tianguá Sede	100	100	100	100
	Caruataí	100	100	100	100
	Tianguá 80% da demanda difusa	100	100	100	100
	Ubajara Sede	100	100	100	100
	Ubajara 90% da demanda difusa	100	100	100	100
	Viçosa Sede	100	100	100	100
	Quatigaba	100	100	100	100
	Viçosa 65% da demanda difusa	100	100	100	100
Colina	Quiteranópolis	66	66	59	54

Quadro 8.27 - Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia para Irrigação – Hipótese A

Reservatório	Demanda	Garantia (%)			
		2005	2010	2020	2030
Carnaubal	Projeto Graça	97	97	97	97
Jaburu II	Área Privada	98	98	98	98
	Projeto Jaburu II	97	97	97	97
Realejo	Projeto Realejo	77	77	77	76
Jaburu I	Projeto Jaburu I	99	99	98	98
	Projeto Valparaíso	99	99	98	98
	Área Privada	100	100	100	100

Quadro 8.28 - Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia para irrigação – Hipótese B

Reservatório	Demanda	Garantia (%)			
		2005	2010	2020	2030
Carnaubal	Projeto Graça	97	97	97	97
Jaburu II	Área Privada	98	98	98	98
	Projeto Jaburu II	97	97	97	97
Realejo	Projeto Realejo	77	77	77	76
Jaburu I	Projeto Jaburu I	99	99	99	98
	Projeto Valparaíso	99	99	99	98
	Área Privada	100	100	100	100

Quadro 8.29- Bacia do Rio Poti - Níveis de Garantia para irrigação – Hipótese C

Reservatório	Demanda	Garantia (%)			
		2005	2010	2020	2030
Carnaubal	Projeto Graça	97	97	97	97
Jaburu II	Área Privada	98	98	98	97
	Projeto Jaburu II	97	97	97	97
Realejo	Projeto Realejo	77	77	77	76
Jaburu I	Projeto Jaburu I	99	99	98	97
	Projeto Valparaíso	99	99	98	97
	Área Privada	100	100	100	100

8.3.6.10. Conclusões do Balanço Hídrico

Com os resultados apresentados pelas diferentes hipóteses de crescimento A, B e C, chega-se a conclusão de que as três hipóteses de projeções populacionais não diferem entre si o bastante para refletir diferenças significativas nos resultados do balanço hídrico. Os resultados para as três hipóteses de crescimento são semelhantes.

Com relação às demandas domésticas, industriais, de turismo e animais, observa-se que, dentre os municípios abastecidos pela rede de grande açudagem, os que apresentam níveis de atendimento abaixo do desejável para estas demandas são:

Quiterianópolis: atendida pelo açude Colinas, os níveis de atendimento já são baixos em 2005, em torno de 66% da demanda, chegando a 54% em 2030. Este município, situa-se no extremo sul da bacia do Poti, não possuindo outra fonte segura alternativa ao açude Colinas;

Distrito de Sucesso e parte da região rural do município de Tamboril: esta região localiza-se na porção norte-nordeste da bacia do Poti, próxima ao divisor de águas com a bacia do Acaraú. Tem como fonte hídrica o reservatório Sucesso, localizado no distrito de mesmo nome, com capacidade de 10 hm³. Já em 2005, o nível de atendimento é em torno de 93% decaindo a 87% em 2030;

40 % da porção rural do município de Crateús: esta região localiza-se na porção norte-noroeste da bacia do rio Poti, próxima a divisa com a bacia do Acaraú e do exutório do rio Poti no Estado do Ceará. As principais fontes hídricas desta região são os efluentes dos açudes Sucesso e Carnaubal. Os níveis de atendimento já são baixos a partir de 2005, em torno de 83%, chegando a 77% em 2030;

20% da porção rural do município de Crateús: nesta região a principal fonte hídrica é o açude Realejo. A região, atualmente, já se encontra com problemas sérios de déficits hídricos, principalmente com relação ao suprimento do Projeto Realejo. Os níveis de atendimento para as demandas difusas giram em torno de 90%;

Além das demandas analisadas anteriormente, encontram-se deficitárias e em situação bem mais crítica do que aquelas, as demandas que não são abastecidas pela rede de grande açudagem. São elas: Ararendá, Croatá, Ipaporanga, Poranga. Estas demandas

são as que se encontram em situação crítica de abastecimento atual e, portanto, precisam de solução imediata.

Com relação às demandas de irrigação, dentre as áreas implantadas e que apresentam déficits tem-se o Perímetro de Irrigação Realejo que é abastecido pelo açude de mesmo nome, apresentando elevados déficits já nos dias atuais. O nível de atendimento no ano 2000 é de somente 79%.

Diante das análises feitas dos resultados do balanço hídrico para os anos 2005 a 2030, tem-se os subsídios para o desenvolvimento de estudos de alternativas para o suprimento dos déficits hídricos constatados.

8.3.7. Qualidade da Água

8.3.7.1. Informações Sobre a Qualidade da Água

A análise da qualidade das águas na bacia foi realizada de duas formas: a primeira tratou da coleta de dados junto aos órgãos e instituições que trabalham com a questão no Estado, enquanto que, na segunda, foram feitas coletas em campo em conjunto com a COGERH para a realização de mais análises e complementação dos trabalhos.

Foi realizado um trabalho de pesquisa de informações junto aos órgãos governamentais estaduais (SEMACE, CAGECE e COGERH). Este último foi o órgão que possuía informações de qualidade da água superficial mais atualizadas, tendo sido a última campanha de campo para amostragem realizada em junho de 1999. Os dados mais recentes da SEMACE datavam de 1995, enquanto que a CAGECE informou-nos que poderia disponibilizar somente informações de qualidade das águas tratadas nas estações de tratamento de água de sua competência. Sendo assim, optou-se por agregar ao trabalho as informações disponibilizadas pela COGERH.

Vale ressaltar que as campanhas de análise da qualidade da água realizadas pela COGERH na região da Ibiapaba, até então, abrangeram somente a bacia do Acaraú, deixando de fora as bacias do Coreaú e Poti. A preocupação maior com a bacia do Acaraú deve-se ao fato de esta ser a mais desenvolvida economicamente na região e, conseqüentemente, apresentar as maiores fontes poluidoras, como os maiores centros

urbanos e industrializados, e a maior atividade agrícola nos médio e baixo vales do Acaraú.

A Campanha de Qualidade de Água da COGERH – 1998/1999 abrangeu as análises de cloreto, condutividade elétrica, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura, realizadas para a bacia do Acaraú em seus principais corpos d'água. Estas análises oferecem uma boa caracterização das condições de qualidade das águas, principalmente àquelas relacionadas aos usos pertinentes a este trabalho.

Em complementação às informações disponibilizadas pela COGERH, realizou-se campanha de campo nos meses de setembro e outubro de 1999 nos principais corpos d'água das bacias do Acaraú, Coreaú e Poti. Estas novas análises serviram para complementar a análise na bacia do Acaraú e, principalmente, para avaliar as condições físico-químicas e bacteriológicas dos principais mananciais das bacias do Coreaú e Poti.

O Quadro 8.30 apresenta uma síntese de todos os parâmetros de qualidade da água analisados por seção neste trabalho, nas bacias do Acaraú, Coreaú e Poti.

Quadro 8.30 - Bacia do Rio Poti - Parâmetros Analisados para Apuração da Qualidade da Água

Parâmetros	Rio				
	Boi Morto	Nova Veneza	Jaburu	Poti	Riacho do Meio
Turbidez	X	X	X	X	X
Temperatura(°C)	X	X	X	X	X
PH	X	X	X	X	X
OD	X	X	X	X	X
Cloretos					
Cond. Elétrica	X	X	X	X	X
Sólidos Totais	X	X	X	X	X
Sódio	X	X	X	X	X
Dureza Total	X	X	X	X	X
Magnésio	X	X	X	X	X
Amônia	X	X	X	X	X
Nitrito	X	X	X	X	X

Parâmetros	Rio				
	Boi Morto	Nova Veneza	Jaburu	Poti	Riacho do Meio
Nitrato	X	X	X	X	X
Fósforo Total	X	X	X	X	X
DBO	X	X	X	X	X
Coliformes totais	X	X	X	X	X
Coliformes fecais	X	X	X	X	X

A análise de qualidade das águas superficiais não deve estar dissociada da sua finalidade, desta forma os parâmetros a serem analisados devem atender os limites desejáveis, de acordo com o uso a que se destinam. Sendo assim, as características físico-químicas e biológicas da água podem ser analisadas de forma a atenderem os padrões de potabilidade, os de balneabilidade, os de uso para irrigação, para as indústrias, ou ainda para atender a classe que lhe foi atribuída, no enquadramento dos corpos d'água, de acordo com a Resolução N° 20/86 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

A Resolução N° 20/86 do CONAMA determina que, enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas de Classe 2, a qual define os seguintes usos para a água:

- Abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- Proteção das comunidades aquáticas;
- Recreação de contato primário;
- Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- E criação natural e/ou intensiva de espécies (aquicultura) destinadas à alimentação humana.

Os corpos d'água nas bacias do Acaraú, Coreaú e Poti ainda não sofreram processo de enquadramento de suas águas, porém é sabido que os mesmos destinam-se

prioritariamente ao abastecimento humano e industrial nos centros urbanos, à agricultura irrigada e, indiscutivelmente, à manutenção da vida aquática. Conclui-se, portanto, que a forma mais adequada para avaliar a qualidade das águas superficiais da região é verificar se as mesmas satisfazem aos limites dos parâmetros de qualidade estabelecidos para a Classe 2.

No Quadro 8.31, são apresentados os principais parâmetros com seus respectivos limites desejáveis para que o corpo d'água se mantenha na Classe 2, de acordo com a Resolução N° 20/86 do CONAMA.

**Quadro 8.31 - Principais Parâmetros e Limites para Corpos D'água de Classe 2
Resolução N° 20/86 do CONAMA.**

Parâmetros	LIMITES P/ CLASSE 2	Parâmetros Analisados pelo Projeto Ibiapaba
Óleos e graxas	Virtualmente ausente	Não
Cor (mg Pt/l)	75	Não
Turbidez (UNT)	100	Sim
PH	6,0 a 9,0	Sim
OD (mg O ₂ /l)	≥ 5,0	Sim
Cloretos (mg Cl ⁻ /l)	250	Sim
Sólidos Totais Dissolvidos – STD (mg/l)	500	Sim
Amônia (mg N/l)	0,02	Sim
Nitrito (mg NO ₂ ⁻ /l)	1,0	Sim
Nitrato (mg N/l)	10	Sim
Fósforo Total (mg P/l)	0,025	Sim
DBO ₅ (mg/l)	≤ 5,0	Sim
Coliformes Totais (NMP/100 ml)	5.000	Sim
Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	1.000	Sim

A Resolução N° 20/86 do CONAMA determina para a Classe 2 uma lista extensa dos limites máximos para uma série de substâncias químicas, cujas análises muito específicas, são realizadas somente em casos especiais que a justifiquem.

Parâmetros adicionais foram medidos com o objetivo de caracterizar outras condições físico-químicas da água para uso humano, industrial e irrigação. São eles: sódio, cálcio, magnésio, condutividade elétrica e dureza total. Os três primeiros possibilitam o cálculo do RAS – Relação de Adsorção de Sódio, importante para avaliar o risco de diminuição da permeabilidade do solo. Já a condutividade elétrica permite avaliar o risco de salinização. E a dureza total é uma característica importante para os usos domésticos e industriais por conferir à água características incrustantes.

8.3.7.2. Os Indicadores de Qualidade de Água

Faz-se uma breve descrição a seguir sobre o significado ambiental e os efeitos de deterioração da qualidade da água de cada um dos parâmetros analisados.

Indicadores Físico-químicos

a) Turbidez

A turbidez da água é causada pela presença de partículas em suspensão e coloidais, tais como argila, silte, limo, matéria orgânica, plâncton, organismos microscópicos, entre outros. Essas partículas podem ter origem na erosão, lixiviação do solo, bem como em despejos industriais e domésticos. A turbidez excessiva é prejudicial:

- ao aspecto estético da água, tanto para o consumo humano como para certos usos industriais;
- aos processos de tratamento da água como a desinfecção;
- à vida aquática sob vários aspectos como: diminuição da penetração da luminosidade, prejudicando a fotossíntese; morte de organismos aquáticos por asfixia, uma vez que as partículas podem se depositar em seus órgãos respiratórios; e soterramento de matéria orgânica, a qual é substrato da fauna.

b) Temperatura

A temperatura é uma importante característica física da água, posto que além de influenciar outras propriedades como o oxigênio dissolvido, é fator determinante na manutenção da vida aquática. Fontes poluidoras como águas de resfriamento e despejos

industriais podem variar bruscamente a temperatura da água, levando a valores fora da faixa de variação a que o ecossistema está adaptado.

c) OD

A água naturalmente contém oxigênio dissolvido, cujo grau de saturação dependerá da altitude e temperatura, sendo fator indispensável à sobrevivência dos organismos aquáticos aeróbios. Uma depleção da concentração de oxigênio dissolvido é oriunda da decomposição aeróbia da matéria orgânica por microrganismos decompositores. Níveis muito baixos de oxigênio dissolvido são prejudiciais a vida aquática aeróbia, podendo provocar até extinção de organismos aquáticos.

d) pH

O pH indica se uma água é ácida, neutra ou alcalina, aceitando-se como natural uma variação de 6 a 9, uma vez que o pH da água depende de sua origem e características naturais. Artificialmente, o valor pode ser alterado por fontes poluidoras como esgotos domésticos e industriais, a oxidação da matéria orgânica e poluentes atmosféricos. Os prejuízos de grandes alterações no pH recaem diretamente sobre a flora e a fauna aquáticas, no uso para irrigação e na corrosão ou incrustação de tubulações, entre outros.

e) Cloretos

Os cloretos na água têm como fonte natural a dissolução de minerais ou a intrusão de águas do mar, enquanto que artificialmente pode ser proveniente de esgotos domésticos e industriais, depósitos minerais, entre outros. Elevadas concentrações de cloretos prejudicam o abastecimento humano devido ao sabor salgado indesejável e a agricultura irrigada, salinizando solos e afetando o desenvolvimento das plantas. Os cloretos são um dos parâmetros mais importantes para conferir a qualidade das águas no Estado, uma vez que sua presença em elevadas concentrações é um fato comum devido às características de determinados tipos de solos e à elevada taxa de evaporação na região, levando ao aumento da concentração destes tipos de sais nos reservatórios.

f) Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica representa o grau de mineralização da solução aquosa, estando associada portanto a salinidade da água. É um parâmetro muito importante de ser analisado para o uso da água na agricultura, pois alta salinidade pode causar salinização dos solos, danos fisiológicos às plantas e animais, além de aumentar os problemas de corrosão nas instalações. Os padrões de condutividade elétrica para se avaliar os riscos de salinidade foram estabelecidos pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos e estão apresentados no Quadro 8.32, tendo sido adotados neste trabalho para análise dos resultados.

Quadro 8.32 - Padrões de condutividade elétrica /Risco de salinidade

Condutividade Elétrica ($\mu\text{mho/cm}$, a 25°C)	Risco de Salinidade	Classificação
Até 250	Baixo	C1
250 – 750	Médio	C2
750 – 2.250	Alto	C3
Acima de 2.250	Muito Alto	C4

Fonte: Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos.

g) Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os sólidos totais dissolvidos estão diretamente relacionados com a medida de condutividade elétrica, posto que boa parte das substâncias que estão dissolvidas em meio aquoso conduzem corrente elétrica. Os STD, que representam sais minerais e matéria orgânica dissolvidos, são importantes para se avaliar o grau de pureza da água, sendo que quanto mais pura a água, menor sua condutividade elétrica e menor o teor de sólidos dissolvidos. Os sólidos totais dissolvidos são estimados a partir da condutividade elétrica a 25°C de acordo com a formulação abaixo:

$$\text{STD} = \text{CE} \times 0,64 \times 1.000 \quad (5.1)$$

sendo que: STD em mg/l;

CE em mS/cm.

h) Compostos Nitrogenados – Amônia, Nitritos e Nitratos

O nitrogênio pode apresentar-se na água sob três formas: o amoniacal, nitritos e nitratos. Sua origem provém de esgotos domésticos, industriais ou da drenagem de áreas fertilizadas por compostos nitrogenados. Funciona no meio como nutriente, sendo muito importante seu monitoramento em lagos naturais e artificiais. Sua presença em elevadas concentrações em lagos e reservatórios, juntamente com o fósforo, pode fomentar a proliferação de algas e plantas aquáticas, desencadeando o processo de **eutrofização**. O processo de eutrofização provoca danos ao abastecimento público, recreação, navegação, podendo, por fim, provocar a morte do lago. A presença maior de amônia, nitrito ou nitrato dá um indicativo da “idade” da carga poluidora. A forma amoniacal indica poluição recente, enquanto que nitratos indicam uma poluição mais antiga.

i) Fósforo Total

O fósforo funciona como nutriente para proliferação de organismos aquáticos da mesma forma que o nitrogênio. A presença de ambos, em determinadas concentrações, no mesmo ambiente pode desencadear o processo de eutrofização. A principal fonte de fósforo é o esgoto doméstico, uma vez que o advento de detergentes sintéticos a base de polifosfatos aumentou em cerca de 3 a 4 vezes as concentrações desse nutriente nos esgotos domésticos. Uma outra fonte poluente possível são áreas fertilizadas por compostos a base de fósforo.

j) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Por definição, demanda bioquímica de oxigênio é a quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica passível de ser decomposta aerobicamente pelas bactérias decompositoras presentes na água. Indiretamente, determina a quantidade de matéria orgânica na água. A principal fonte poluidora de matéria orgânica da água são os esgotos domésticos. A determinação da DBO₅ é feita em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, durante 5 dias, à temperatura de 20°C. Altos teores de DBO podem levar ao consumo total do oxigênio dissolvido na água, caracterizando o surgimento de ambientes anaeróbios.

k) Relação de Adsorção de Sódio (RAS)

As concentrações de sódio, cálcio e magnésio determinadas em laboratório e apresentadas no Anexo G são utilizadas para o cálculo da Relação de Adsorção de Sódio – RAS. Águas com alto teor de sódio podem alterar a estrutura dos solos, resultando numa diminuição de sua permeabilidade, com reflexos sobre a drenagem e influenciando na salinidade dos mesmos. A qualidade da água com relação ao sódio é avaliada através da RAS, expressa pela equação:

$$RAS = \frac{C_{Na}}{\sqrt{\frac{C_{Ca} + C_{Mg}}{2}}},$$

onde C_{Na} , C_{Ca} e C_{Mg} indicam as concentrações de sódio, cálcio e magnésio em mg/l.

O Quadro 8.33 indica os risco de diminuição da permeabilidade do solo em função da RAS.

Quadro 8.33 - Risco de Diminuição da Permeabilidade em Função da RAS

Relação de Adsorção de Sódio (RAS)	Risco de Diminuição de Permeabilidade	Classificação
$RAS < 18,87 - 4,44 \log CE$	Baixo Perigo de Sódio	S1
$18,87 - 4,44 \log CE < RAS < 31,31 - 6,66 \log CE$	Médio Perigo de Sódio	S2
$31,31 - 6,66 \log CE < RAS < 43,75 - 8,87 \log CE$	Alto Perigo de Sódio	S3
$RAS > 43,75 - 8,87 \log CE$	Muito Alto Perigo de Sódio	S4

A RAS e a Condutividade Elétrica, a qual fornece a classificação da água quanto ao risco de salinização, são os dois parâmetros essenciais para a caracterização das águas para fins de irrigação.

l) Dureza Total

A Dureza Total é um parâmetro a ser considerado quando do uso da água para fins domésticos e industriais. A dureza é causada pela presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos de cálcio e magnésio, ou por outros íons metálicos bivalentes em

menor intensidade. Uma água de elevada dureza provoca problemas de ordem econômica, impedindo a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo, e produzindo incrustações em tubulações e caldeiras. O valor máximo recomendado para a dureza total, de acordo com os padrões de potabilidade, é de 500 mg CaCO₃/l.

Indicadores Bacteriológicos

Coliformes Totais e Fecais

Os organismos do grupo coliforme têm se mostrado, até o momento, como os melhores indicadores da possível presença de seres patogênicos. A presença de coliformes na água por si só não representa um perigo à saúde, porém indica que a mesma recebeu matéria fecal e, portanto, pode conter microrganismos patogênicos. Este indicador pode ser expresso em termos de coliforme total e fecal, sendo que este último representa poluição por esgotos sanitários. A determinação da presença de coliformes é realizada estatisticamente pelo cálculo do Número Mais Provável (NMP) de bactérias do grupo coliforme em 100ml de amostra.

8.3.7.3. Análise dos Resultados e Conclusões

Os resultados das análises de qualidade de água para as bacias do Acaraú, Coreaú e Poti, tanto os da campanha da COGERH, para o período de setembro de 1998 a junho de 1999, como os da campanha realizada pelo Consórcio MontgomeryWatson/Engesoft e COGERH em setembro/outubro de 1999, estão apresentados no Anexo G deste volume. Relata-se aqui uma avaliação dos principais resultados com respectivas conclusões para cada parâmetro medido.

Análise dos Indicadores Físico-químicos

a) Turbidez

Para as amostras coletadas em seções de rio, a turbidez apresentou valores acima dos recomendados para a Classe 2, ou seja máximo de 100 UNT, somente para aquelas localizadas no baixo Acaraú para o período de abril/99, o que é justificado pelo aporte de grande quantidade de sedimentos carregados pelo rio para sua foz durante o período chuvoso. As seções de Santana do Acaraú, Morrinhos, Marco, Bela Cruz e Cruz foram as

que apresentaram turbidez acima de 100 NTU, cujos valores aumentaram progressivamente a medida que se aproxima da foz, atingindo um valor máximo de 402 UNT na seção de Cruz.

Para o caso de amostras coletadas nos reservatórios, a turbidez varia muito de acordo com a profundidade da amostra, seguindo a tendência, na maioria dos açudes, de quanto maior a profundidade maior a turbidez. De um modo geral, os açudes apresentaram valores de turbidez satisfatórios. Apenas os açudes Forquilha e Jaburu II apresentaram turbidez elevada, acima de 100 NTU, somente nas regiões das amostras mais profundas do reservatório.

b) Temperatura

A temperatura da água não sofreu grandes variações nas seções ao longo do período de amostragem. Isto se deve a baixa amplitude térmica a que são submetidas durante o ano. No caso dos açudes, a amostragem feita ao longo da profundidade revelou que também não há uma estratificação térmica propriamente dita nos açudes da região. A diferença máxima de temperatura que ocorreu foi de 3,6°C no açude Edson Queiroz, para uma variação de profundidade de 14,50m. No caso, por exemplo, do aç. Jaburu I, não há variação de temperatura ao longo da profundidade.

c) OD

Para as amostras coletadas em seções de rio, todos os valores encontrados para OD apresentaram-se bastante satisfatórios, ou seja, $OD \geq 5\text{mg/l}$. No caso das seções amostradas nos reservatórios, observa-se que o oxigênio dissolvido varia significativamente com a profundidade. Nos açudes Edson Queiroz, Forquilha, Arrebato, Angicos, Paulo Sarasate, Várzea da Volta e Carnaubal, os níveis de OD variam sensivelmente com a profundidade, alcançando, em alguns casos, valores próximos a zero nas regiões mais profundas. No entanto, nas regiões onde predomina a vida aquática aeróbia, os níveis de OD são satisfatórios. O aç. Jaburu II foi o único que apresentou níveis de OD abaixo do desejável ao longo de toda a profundidade. Por outro lado, os açudes Ayres de Souza, Tucunduba e Jaburu I são os únicos que apresentam concentrações de OD acima de 5mg/l em todas as profundidades.

d) pH

Todas as medições de pH apresentaram valores dentro da faixa esperada para a Classe 2, com exceção às seções de Bela Cruz e Cruz, em outubro/98, as quais apresentaram valores um pouco acima de 9. No entanto, pode-se concluir que a região não apresenta problemas ambientais devido a variação de pH. Com relação aos reservatórios, destaca-se a característica básica das águas do aç. Jaburu II. Suas amostras apresentaram pH em torno de 9,14.

e) Cloretos

As análises de cloretos apresentaram resultados bastante satisfatórios, com valores bem inferiores ao máximo recomendado (250 mg/l), em todas as seções.

f) Condutividade Elétrica

Os valores de condutividade elétrica para as bacias do Acaraú, Coreaú e Poti, mais especificamente nos reservatórios, apresentaram-se bastante satisfatórios. Todos os reservatórios analisados classificaram-se em baixo ou moderado risco de salinidade. Os açudes Edson Queiroz, Carnaubal, Arrebite, Jaburu II, Várzea da Volta e Forquilha são os que classificam-se como moderado risco de salinidade, sendo os demais de baixo risco. Os açudes Carnaubal e Edson Queiroz são os que apresentaram em todas as análises os maiores valores de condutividade elétrica da região. Este fato pode ser explicado pelos tipos de solos dominantes da área onde estão localizados estes reservatórios. O aç. Carnaubal está localizado em região com predominância de solos PL6 – Planosol Solódico associado a Solonetz Solodizado + Solos Litólicos Eutróficos, enquanto que a região do rio Groaíras (aç. Edson Queiroz) ocorre em predominância solo NC15 - Bruno Não Cálculo associado a Planosol solódico + Solonetz solodizado. Tais solos favorecem a presença de sais na água quando postos em contato com a mesma. O aç. Jaburu II situa-se também em região com predominância de solo PL6, enquanto que os açudes Arrebite e Forquilha em solo NC15.

g) Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Com relação aos sólidos totais dissolvidos, observa-se que todas as seções atenderam ao limite máximo da Classe 2, 500 mg/l, o que significa uma excelente qualidade das águas

superficiais nas bacias do Acaraú, Coreaú e Poti. A bacia do rio Groaíras, representada pelas seções açude Edson Queiroz e Groaíras, foi a região que apresentou os maiores valores, consequência esta da maior condutividade elétrica encontrada. Mesmo assim, o STD para esta porção da bacia apresenta valores médios em torno de 270 mg/l, bem abaixo do limite da Classe 2.

h) Compostos Nitrogenados – Amônia, Nitritos e Nitratos

Em todas as seções analisadas nas três bacias atendeu-se satisfatoriamente aos limites de nitritos e nitratos para a Classe 2. No entanto, com relação aos níveis de amônia, todas as seções ficaram bem acima de 0,02 mg NH_3 /l. Os elevados níveis de amônia indicam poluição recente de compostos nitrogenados, oriunda, provavelmente, da prática muito difundida entre os agricultores cearenses de utilizar a uréia, rica em amônia, como fertilizante do solo. A lixiviação das áreas agrícolas a montante dos principais reservatórios provoca o acúmulo deste composto nos mesmos.

i) Fósforo Total

Os níveis de fósforo total encontrados, em todas as seções analisadas das bacias do Acaraú, Coreaú e Poti, foram bem acima do limite recomendado para a Classe 2, 0,025 mg P/l. Os elevados níveis de fósforo em conjunto com os resultados encontrados para o nitrogênio amoniacal representam um problema ambiental iminente aos reservatórios analisados, uma vez que pode desencadear o processo de eutrofização nos mesmos. Foram analisados os açudes: Edson Queiroz, Ayres de Souza, Paulo Sarasate, Forquilha e Arrebato, na bacia do Acaraú; Angicos, Tucunduba e Várzea da Volta, na bacia do Coreaú; e Jaburu I, Carnaubal e Jaburu II, na bacia do Poti. Provavelmente, os elevados níveis de fósforo encontrados devem-se a poluição por fertilização de produtos fosfatados de áreas agrícolas próximas a estes açudes.

j) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Os açudes analisados quanto a DBO₅ nas bacias do Acaraú e Coreaú satisfizeram os limites recomendados para corpo d'água da Classe 2. Por outro lado, as seções analisadas na bacia do Poti, de um modo geral, não apresentaram resultados satisfatórios para DBO₅. Os açudes Carnaubal, no rio Poti, e Jaburu II, no Riacho do

Meio, apresentaram valores de DBO_5 6 e 13 $\text{mg O}_2/\text{l}$, respectivamente. Já para as seções em cima da Serra da Ibiapaba, somente a seção de Boi Morto satisfaz o limite da Classe 2. A seção Nova Veneza, a montante do açude Jaburu I, encontra-se em situação bastante crítica, provavelmente ocasionada por contaminação por esgotos domésticos lançados no rio. O aç. Jaburu I apresentou DBO_5 igual a 4 $\text{mg O}_2/\text{l}$, o que satisfaz o limite de 5 $\text{mg O}_2/\text{l}$. No entanto, atenção especial deve ser dada ao aç. Jaburu I e seus afluentes, pois este é o manancial mais importante em cima da serra. Caso ocorra problemas ambientais no aç. Jaburu I, as consequências nos municípios da região será incalculável. Um monitoramento mais intenso nos corpos d'água em cima da Serra da Ibiapaba deverá ser implementado.

k) Relação de Adsorção de Sódio (RAS)

Utilizou-se as análises de concentração de sódio, cálcio e magnésio para o cálculo do RAS e conseqüente classificação das águas quanto ao risco de diminuição de permeabilidade. Os resultados estão apresentados no Quadro 8.34.

Quadro 8.34 - Bacia do Rio Poti - Risco de Diminuição da Permeabilidade em Função da RAS

Bacia Hidrográfica	Açudes	RAS	Classificação	Risco de Diminuição de Permeabilidade
Poti	Aç. Jaburu I	13,25	S2	Médio Perigo de Sódio
	Aç. Carnaubal	16,00	S3	Alto Perigo de Sódio
	Aç. Jaburu II	13,26	S2	Médio Perigo de Sódio

Nota: Análises realizadas em setembro de 1999

Conclui-se que o açude Carnaubal, na bacia do Poti, apresenta risco de diminuição de permeabilidade do solo quando da utilização de suas águas para irrigação.

l) Dureza Total

As análises de dureza total apresentaram resultados bastante satisfatórios, com valores bem inferiores ao máximo recomendado (500 $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$), em todas as seções.

Análise dos Indicadores Bacteriológicos

Coliformes Totais e Fecais

Pode-se concluir, diante dos resultados obtidos, que as águas superficiais na bacia do Poti apresentam ótimas condições bacteriológicas, com exceção do açude Jaburu I. Os resultados obtidos para o açude Jaburu I para coliformes fecais (NMP = 1986 em 100 ml) é preocupante e serve de alerta para que seja realizada uma investigação mais detalhada sobre as possíveis fontes de contaminação por esgotos domésticos deste açude. Todos os demais apresentaram valores bastante satisfatórios, tanto para coliformes totais como para os fecais.

8.4. MEIO BIÓTICO

8.4.1. Objetivos dos Estudos Biológicos

O estudo bio-ecológico da região tem como objetivo apresentar a fauna e a flora que ocorre em toda a extensão da área de influência direta do empreendimento e em seu entorno mais próximo. Como também diagnosticar o comportamento biótico da área do Projeto da Barragem Fronteiras Crateús-CE.

A caracterização do meio biológico da área de influência do empreendimento foi feita através de levantamento do potencial florístico e faunístico da área da pesquisa de campo, bem como a partir de estudos bibliográficos de trabalhos realizados na região.

Para melhor diagnóstico da bióta, compartimentou-se a área em ecossistema, uma vez que o comportamento da fauna e flora contida é perfeitamente diferenciada. Assim o zoneamento biológico da área em estudo apresenta os seguintes ecossistemas:

- Caatinga Arbustiva Densa;
- Zona de mata ciliares.

Dentre estas, a mais extensa e que merece destaque é a região da Caatinga. Caatinga Arbustiva Densa é um tipo de vegetação condicionada por alguns fatores físicos, tais como: clima semi-árido (seco), distribuição irregular da precipitação e um alto índice de evapotranspiração. Além destes, os fatores de ordem antrópica também interferem na

fisionomia da cobertura vegetal da área, tais como o uso inadequado do solo, utilização do desmatamento irracional e manejo vegetal deficiente.

Objetivando a realização do Diagnóstico da flora e fauna para determinação dos prováveis impactos potenciais da área, foram delineados os seguintes objetivos:

- Caracterizar os ecossistemas da área de influência;
- Efetuar levantamento das diversas espécies da fauna e da flora;
- Levantar observações acerca do potencial de impacto decorrente da implantação da barragem na área.

8.4.2. Considerações iniciais

O projeto ambiciona atingir o objetivo de contribuir para o desenvolvimento do Nordeste semi-árido, introduzindo ou aprimorando atividades produtivas que possam concorrer para fixar o homem no campo e para o seu bem estar. A construção da barragem do açude Fronteiras visa principalmente o abastecimento de água para as populações do município de Crateús e para irrigação deste município.

A escassez generalizada de água de superfície permanente ou sazonal, algumas vezes acompanhada de escassez de água subterrânea ou de suas ocorrências com má qualidade, foram sempre, desde os primórdios da história, um fator impeditivo para o desenvolvimento das civilizações nas regiões semi-áridas e áridas.

Atendendo a estratégias envolvendo soluções convencionais devidamente testadas e comprovadas na prática, vem sendo feito açudes em grandes proporções, beneficiando cidades e conseqüentemente sua população. A construção de açudes vem constituindo uma das soluções que o sertanejo vem opondo ao flagelo das secas.

Numa região submetida regularmente ao flagelo de secas dramáticas, o açude, reservatório de água à vista, constitui uma reserva palpável e por isso adquiriu um valor simbólico, a margem de sua efetiva e concreta importância. Sem dúvida, não é exagero afirmar que certas regiões ou grande parte do Ceará, seriam inviáveis sem os açudes.

8.4.3. Metodologia

Para o estudo da fauna e flora adotou-se metodologia observando os aspectos relativos à ecologia, caracterização dos principais ecossistemas, levantamentos florístico e faunístico, tipos de uso da flora e fauna local, identificação de espécies endêmicas, raras e em vias de extinção.

Procedeu-se entrevistas e pesquisas bibliográficas com o intuito de determinar o nome vulgar e científico das espécies. As características estruturais e morfofisiológicas foram utilizadas para comparar com a bibliografia pertinente ou por outras consultas especialistas, ambas atitudes com o objetivo da identificação taxonômica. As atividades mencionadas proporcionam o estabelecimento de uma classificação a nível genérico e/ou o específico para configuração das tabelas de fauna e flora constante neste estudo de impacto ambiental.

8.4.4. Identificação dos ecossistemas

8.4.4.1. Ambiente Aquático

Aspectos biológicos dos corpos de água

O meio aquático é habitado por um grande número de formas vivas, vegetais e animais. Nestas encontram-se microorganismos, entre os quais acham-se os tipicamente aquáticos ou os que são introduzidos na água a partir de uma contribuição externa.

Nas margens do rio Poti observa-se pequena quantidade de mata ciliar onde encontram-se espécies adaptadas a áreas mais úmidas. Evidencia-se o avanço crescente do desmatamento da vegetação semi-árida. Tal processo acarreta a erosão dos solos principalmente no período chuvoso. Observou-se que os cursos d'água transbordam acima do seu leito normal após as fortes chuvas, levando os sedimentos superficiais dos solos para o centro da bacia hidrográfica.

Dentro da área de estudo, o rio mantém uma comunidade própria, com seus nichos locais. Dentre as espécies de peixes observadas no rio, pode-se destacar as espécimes de água doce, dentre as quais inclui-se:

Hoplias malabaricus (traira)

Astyanax sp. (piaba)

Symbranchus murmorathus (muçum)

Leporinus sp. (piauí)

Trachycoastes sp. (piranha)

Prochilodus sp. (moré)

8.4.4.2. Ecossistemas Terrestres

Caatinga

A vegetação desenvolvida na área é a caatinga, característica de todo o Nordeste semi-árido, bastante diversificada quando ao porte, densidade e vitalidade, em função das variações topográficas, climáticas e pedológicas. Sua característica básica é a adaptação à insuficiência de água.

A caatinga é uma formação xerófila, decídua com grande quantidade de plantas espinhosas, ricas em cactáceas e bromeliáceas. Apresentam como característica, formas comuns de resistência à carência de água a exemplo da redução da superfície foliar, transformação das folhas em espinho, cutícula cerosa nas folhas, órgãos subterrâneos de reserva, sendo que a principal especialização é a caducidade foliar na época da estiagem. Expressam-se como uma mistura complexa de formações diferenciadas em sua composição, densidade e porte de suas plantas.

O inventário florístico demonstra, tais como: *Condyllocarpus* sp. (cipó-pau); *Melloa* sp. (cipó-boi); *Banisteria* sp. (cipó-branco); *Tocayena* sp. (jenipapo-bravo); *Zizyphus joazeiro* (juazeiro); *Astronium urundeuva* (aroeira); *Mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá); *Mimosa acutistipula* (jurema preta); *Piptadenia stipulaceae* (jurema branca); *Caesalpinia pyramidalis* (catingueira); *Bauhinia forticata* (mororó); *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro); *Auxemma onocalyx* (pau-branco); *Tabebuia avellanedae* (Pau d'arco-roxo); *Spondias lutea* (cajá); *Copernicia prunifera* (carnaúba); *Bursera leptophloeos* (umburana-de-espinho); *Piptadenia* sp. (angico); *Melanoxylon baraúna* (baraúna); *Croton sincorensis*

(marmeleiro branco); *Cróton hemiargyreus* (marmeleiro preto); *Cereus jamacaru* (mandacaru); *Cereus gounellei* (xique-xique); *Pilosocereus* sp. (facheiro); *Panicum pappofarum* (capim-mimoso); *Ipomoea pes-caprae* (salsa de praia); *Andropogon bicornis* (capim-vassoura); *Desmodium barbatum* (amor-de-campo); *Mimosa sensitiva* (malícia) e outros.

Na ornitofauna destacam-se as espécies seguintes: *Zonotrichia capensis* (tico-tico); *Crotophaga ani* (anu preto); *Reinarda squammata* (andorinha); *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi); *Volaitina jacarina* (tziu); *Milvago chimachima* (carrapateiro); *Melanotrochilus fuscus* (beija-flor-preto-e-branco); *Turdus leucomelas* (sabiá branco); *Arundinicola leucocephala* (viuvinha); *Tyto Alba* (rasga-mortalha); *Nothura maculosa* (nambu-espanta-cavalo); *Heterospizias meridionalis* (gavião vermelho); *Rostrhamus sociabilis* (gavião-caramujeiro); *Buteo magnirostris* (gavião-ripino); *Columbina diminuta* (rolinha-cabocla); *Columbina picui* (rolinha branca); *Leptatila verreauxi* (juriti); *Zenaida auriculata* (avoante); *Columbina talpacoti* (rolinha); *Chordeiles pusillus* (bacurauzinho); *Piaya cayana* (alma-de-gato); *Polyborus plancus* (carcará); *Aratinga cactorum* (periquito); *Speotyto cunicularia* (coruja-do-campo); *Chrysolampis mosquitus* (beija-flor-pequeno); *Anthrarothonax nigricollis* (beija-flor preto); *Picummus gottifer* (picapauzinho ponteadado); *Piculus chrysochloros* (pica-pau verde); *Cyanocorax cyanopogon* (cancão); *Paroaria dominicana* (galo-de-campina) e *Forpus xanphoptegigius* (papacu).

Os principais mamíferos são: *Callithrix* sp. (sagüi); *Callithrix jacahus* (soim); *Felis* sp. (gato-do-mato); *Cardocyon thous* (raposa); *Eupharactus sexcinctus* (peba); *Didelphis aurita* (cassaco); *Didelphis* sp. (gambá).

O ambiente de mata da área oferece grande quantidade de recursos para a vida animal, répteis, e dentre estes, incluem-se: *Tupinambis teguixim* (teju); *Iguana iguana* (camaleão); *Oxybelis* sp. (cobra-cipó); *Cleria* sp. (cobra-preta); *Philodryas olfersi* (cobra-verde); *Bothrops erythromelas* (jararaca); *Tropidurus torquatus* (calango), *Phrynosops tuberculatus* (cágado), *Micrurus ibiboca* (coral verdadeira) e *Crotalus terrificus* (cascavel).

Na área em estudo foram identificadas unidades, incluindo as subformações que se sobressaem pela presença ou ausência de palmeiras:

a) Caatinga caducifolia arbustiva hiperxerofila fechada.

Corresponde às formações compostas de árvores de porte variável própria de áreas residuais apresentando um estrato lenhoso, denso, constituído por arvores caducifolias, microfoliadas, providas de espinhos. Apresentam como fator marcante a dominância de algumas espécies, embora sua composição florística seja heterogênea.

Entre os elementos arbóreos dominantes destacam-se principalmente o angico (*Piptadenia sp.*) e cumaru (*Amburana cearensis*), ocorrendo outras espécies como a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), aroeira (*Astronium urundeuva*), pereiro (*Aspidosperma pirifolium*) entre outras. No que se refere às cactáceas, notando-se ainda a presença do facheiro (*Pilocereus sp.*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), xiquexique (*Cereus gonellei*), e palma (*Opuntia sp.*). As Bromeliáceas, tem na macambira (*Bromélia laciniosa*), a mais evidente das espécies.

É marcante a ocorrência de inúmeros indivíduos de *Mimosa acustipula* (jurema preta) como invasora de terreno desmatado.

Nessa unidade encontram-se ainda área com a presença de palmeiras, no caso ocorre a *Copernicia prunifera* (carnaúba).

b) Caatinga caducifolia arbustiva hiperxerofila aberta;

Corresponde as formações compostas por arvoretas finas, de copas pequenas (como juremas e marmeleiros) intercaladas por vezes com vegetação mais densa ou áreas utilizadas com agricultura de subsistência e pecuária. Ocorre de forma mais intensa nas superfícies submetidas a longos períodos de estiagem. Entre as espécies arbóreas predominam o cajá (*Spondias tuberosa*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), angico (*Piptadenia sp.*) e pau-branco (*Auxemna onocalyx*).

No entanto, o aspecto que mais chama atenção nessas áreas, refere-se a grande diversidade e densidade das Cactáceas.

Destaca-se na paisagem com suas formas peculiares o mandacaru (*Cereus jamacaru*), o facheiro (*Pilocereus sp.*), xiquexique (*Cereus gounellei*), palma (*Opuntia sp.*) e outras.

Visando uma melhor caracterização da flora local, inclui-se breve descrição de algumas espécies encontradas na área.

Copernicia prunifera (carnaúba): pertence à família das Palmáceas, é categoria de planta extrativa por excelência da região nordestina. O tronco é bastante utilizado na construção civil, pois fornece estipes, vigas, ripas e caibros. É utilizada também como lenha e em obras hidráulicas. As folhas fornecem cera e servem para a fabricação de chapéus, esteiras, bolsas e outros, sendo também utilizada para cobrir casas. Todos os indivíduos pertencentes à família das Palmáceas têm muita utilidade, sendo que alguns todas as partes são aproveitáveis. Muito utilizada na indústria e na medicina.

Zizyphus joazeiro (juazeiro): árvore de porte mediano, de tronco reto ou tortuoso, armado de fortes espinhos com ramos flexuosos. Folhas alternadas, coriáceas e verdes luzentes. Flores pequenas reunidas em inflorescência cimosa. É uma planta onde sua folhagem está sempre verde, sendo boa como árvore de sombra. A madeira é bastante utilizada na construção civil, marcenaria e carpintaria. A casca é medicinal; as folhas são forrageiras, o fruto é comestível e muito apreciado pelo homem e pelos animais.

Pithecolobium dunosum (jurema branca): seu caule é usado como lenha e estaca para cercas. Árvore pequena.

Mimosa acustipula (jurema preta): ocorre por toda a região. Seu extrato é arbustivo. Seu caule é utilizado para lenha, cerca e carvão.

Mimosa caesalpiniaefolia (sabiá): é boa forrageira, além de ser utilizada para estacas de cercas. Árvore de até sete metros de altura, com caule pouco espinhoso e casca grossa e pardacenta. Folhas bipinadas, flores brancas. Indispensável a qualquer trabalho de reflorestamento.

Croton sp. (marmeleiro): são arbustos que em certas épocas do ano produzem frutos consumidos por boa parte da fauna local. Possui propriedades medicinais, sendo utilizada como anti-hemorragico.

Cobretum leprosum (mofumbo): arbusto largamente disperso em toda a região sertaneja, de caule e ramos tortuosos, flores pequenas, folhas um pouco áspera. É utilizada para lenha. Suas folhas são usadas como calmante e sudoríferas.

8.4.5. Biocenose

A análise biocenótica da área de influência direta do empreendimento, por compreender uma abordagem inter e intra-específica do conjunto de inter-relação que envolvem as comunidades da fauna e de flora da área estudada, proporciona uma visão global das interações existentes entre os mais diversos níveis tróficos, ou sejam, os produtores, consumidores e decompositores.

Apesar da presença marcante de fatores extremamente condicionantes, evidencia-se que tanto a fauna como a flora encontram-se plenamente adaptadas as condições na área estudada.

A fauna terrestre se apresenta pouco diversificada, pois a composição florística não beneficia de forma relevante a mesma.

O fator condicionante da fauna relacionada ao ecossistema de Caatinga é, basicamente, as condições climáticas adversas à sobrevivência das espécies. Regionalmente pode-se citar a ocorrência de dois grupos faunísticos: os transitórios (que visitam a caatinga no período chuvoso) e as resistentes (que conseguem sobreviver na caatinga durante todo o ano).

Para diagnóstico da fauna utilizou-se, em campo, a observação direta (olho nu e com binóculo) ou indireta (vestígios de toca, pegadas, ninhos, sons e dejetos) além de entrevista com moradores da região.

Com relação a ORNITOFAUNA ou AVEFAUNA, é o grupo mais diversificado da fauna que ocorre na região em estudo, destacando-se a presença dos seguintes grupos: FALCONIFORMES (gavião, carcará); CUCULÍDEOS (anu); FRINGILÍDEOS (campina e golinha); ICTERÍDEOS (corrupião; graúna); TIRANÍDEOS (bem-te-vi); FORMICORÍDEOS (choro); CORVÍDEOS (cancão), entre outros.

A avifauna é muito complexa, podendo receber espécies de outros ambientes, e incluem, dentre outras possíveis:

Egretta alba (garça branca);

Egretta thula (garça branca pequena);

Tigrisoma lineatum (socó);

Butorides striatus (socozinho);

Dendrocygna viduata (marreca viuvinha);

Dendrocygna autumnalis (marreca cabocla);

Syrigma sibilatrix (Maria-faceira).

O grupo de insetos é de grande valor para a sobrevivência de outras formas animais. A capacidade de voar, o porte pequeno, o esqueleto externo, a metamorfose, a adaptabilidade aos mais diversos habitat e o potencial reprodutivo são algumas das vantagens que permitem aos insetos alcançarem um número de espécies superior ao de outros animais tomados em conjunto.

A entomofauna está representada pelos insetos dos quais destacam-se as ordens: Fasmídeos, Mantídeos, Hemípteros, Ortópteros, Coleópteros e Heminópteros. Alguns artrópodes também são encontrados, como os aracnídeos, diplópodes e miriápodes.

Quadro 8.35 – Inventário Preliminar da Flora

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Ecossistemas				Status Regional
			C A A	A L	M V C	C A	
Anacardiaceae	Anacardium occidentale	Cajueiro				X	Arbóreo
	Astronium fraxinifolium	Gonçalo Alves			X		Arbóreo
	Mangifera indica	Mangueira				X	Arbóreo
	Spondias lútea	Cajá	X		X	X	Arbóreo
	Spondias cypherea	Cajarana				X	Arbóreo
	Astronium urundeava	Aroeira	X		X		Arbóreo
Anonaceae	Annona squamosa	Ata				X	Arbóreo
	Codylocarpus sp	Cipó Pau	X		X		Arbustivo
Apocynaceae	Aspidosperma pyriforme	Pereiro	X		X		Arbóreo
	Rauwolfia ternifolia	Arrebenta-boi	X				Arbustivo
	Plumeria sucuuba	Janaúba	X		X		Arbóreo
	Aspidosperma ulei	Pitiá	X		X		Arbóreo
	Peschiens affinis	Grão de boi			X		Trepadeira

Ecossistemas: CAA – Caatinga; AL – Ambiente

Lacustre/Fluvial; MCV – Mata de Várzea-Ciliar e CA – Campos Antropóficos.

Quadro 8.36 – Inventário Preliminar da Fauna

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Alimentação Principal	Ecossistemas				Status Regional
				CAA	AL	MCV	CA	
Cervidae	Mazana americana	Veado mateiro	Folhas, sementes			X		
Mammalia								
Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Tatu	Pequenos animais	X		X		Raro
	Euphractus sexcinctus	Peba	Pequenos animais	X		X		Não raro
Didelphidae	Didelphis aurila	Cassaco preto	Pequenos animais	X		X		Frequente
	Didelphis sp.	Gambá	Pequenos animais	X		X		Frequente
	Didelphis quica	Cuica	Pequenos animais	X		X		Não raro
Felidae	Felis sp.	Gato do mato	Aves, pequenos mamíferos	X		X		Não raro
Noctilionaceae	Noctilio leporinus	Morcego	Peixes		X			Não raro
Phyllostomidae	Phyllostoma lineatum	Morcego	Sangue		X			Frequente
Procyonidae	Procyon cancrivorus	Guaxinim	Pequenos mamíferos, Aves	X		X		Raro
	Nasua sp.	Quati	Pequenos animais	X		X		Raro
Vespertilionidae	Omolossus obscurus	Morcego	Frutas	X		X		Frequente
Aves								
Anatidae	Dendrocygna viduata	Marreca viuvinha	Vermes, insetos, arroz	X	X	X		Frequente
	Dendrocygna aulimnialis	Marreca cabocla	Vermes, insetos, arroz	X	X	X		Frequente
Ardeidae	Egretta alba	Garça branca	Peixes, insetos, moluscos	X	X	X		Frequente
	Egretta thula	Garça branca peq.	Peixes, insetos, anfíbios	X	X	X		Frequente
	Tigrisoma lineatum	Socó	Répteis, peixes, insetos		X			Frequente
	Butorides striatus	Socozinho	Insetos, moluscos		X			Frequente
	Syrigma sibilatrix	Maria-faceira	Insetos, moluscos		X			Frequente

Ecossistemas: CAA – Caatinga; AL – Ambiente

Lacustre/Fluvial; MCV – Mata de Várzea-Ciliar e CA – Campos Antropóficos.

8.5. MEIO SOCIOECONÔMICO

A área da bacia hidrográfica do rio Poti controlada pela Barragem Fronteiras abrange os municípios de Ararendá, Ipaporanga, Crateús, Independência, Novo Oriente, Quiterianópolis e pequena porção dos municípios de Tamboril, Nova Russas e Ipueiras localizados na porção oriental e inseridos na região administrativa R-13 do Estado do Ceará. No entanto o lago que será formado preenchendo a bacia hidráulica da Barragem Fronteiras ocupará apenas parte da área do município de Crateús e que realmente se constitui no meio antrópico que será influenciado com a construção do referido empreendimento.

No levantamento das informações foram utilizados tanto dados secundários, existentes nas diversas instituições que atuam no Município, como outros obtidos diretamente da comunidade local. Alguns, principalmente relativos a questões específicas, traduzem uma realidade recente, enquanto outros - destaque para as informações censitárias de ordem geral estão um pouco mais distanciadas da atualidade.

Às informações obtidas se somaram os planos, programas e projetos propostos pelos diversos níveis de governo e pela iniciativa privada.

Como em toda a região sertaneja nordestina ocorreu um processo de urbanização, fenômeno universal que se intensificou neste último século modificando o perfil de distribuição da população verificada a partir da tendência de acelerada urbanização e o declínio, em termos absolutos, da população rural. Durante a fase de reconhecimento de campo foi constatada uma insipiente atividade do setor agropecuário em toda a região onde pode-se observar inclusive algumas pequenas propriedades abandonadas em decorrência da falta de opções de trabalho.

Assim as principais concentrações da população que serão impactadas em decorrência da construção, bem como da operação do empreendimento, se encontram próximo ao lago que será formado, mais precisamente as populações urbanas localizadas nas pequenas localidades sedes dos distritos de Assis, Ibiapaba, Poti e a sede do município de Crateús, cuja mão de obra deverá ser absorvida na fase de implantação do empreendimento.

8.5.1. Município de Crateus

O Diagnóstico se inicia com a questão econômica, onde após a apresentação dos aspectos locacionais, populacionais e um breve histórico da economia do município, a análise dos aspectos econômicos se centra nas perspectivas das atuais atividades produtivas e nas potencialidades de novas atividades, em processo de desencadeamento ou de revitalização.

Neste contexto, além da base formada pelos equipamentos e infra-estrutura disponível, são também tratadas questões como o desenvolvimento econômico da região no planejamento governamental, que inclui os importantes projetos públicos de irrigação, implantados ou em fase de conclusão no Município que, dispondo do aporte de água necessário poderá proporcionar mudanças significativas no cenário da economia rural.

Segue-se a abordagem da questão social, considerações sobre as carências diversas da população e a expansão dos serviços de saneamento básico, que nos bairros já beneficiados ocasionou um diferencial positivo na taxa de mortalidade infantil.

Aqui, é traçado um perfil de distribuição da população por situação de domicílio, com suas recentes transformações, verificadas a partir da tendência de acelerada urbanização e o declínio em termos absolutos da população rural.

É dado destaque aos momentos de participação da sociedade civil na elaboração do PDDU, com a apresentação da visão desta, obtida nos eventos ocorridos com o Grupo de Acompanhamento e Participação Popular, e, também, nos diversos contatos e entrevistas

Na visão municipal busca-se caracterizar os aspectos naturais, os usos produtivos no espaço regional a estruturação territorial e as ações antrópicas sobre o meio natural. São destacados, também, os principais projetos previstos, com efeitos impactantes sobre o Município.

8.5.1.1. Aspectos Sócios - Econômicos

Localização e Principais Aspetos Fisiográficos

Situado na região centro-oeste do Estado do Ceará, o município de Crateus tem seus aspectos físicos fortemente marcados pela semi-aridez. Cerca de 70,0% do território

municipal encontra-se assente sobre o embasamento cristalino. Apenas parte da área englobada pelos distritos de Tucuns, Oiticica, Ibiapaba e Monte Nebo, na região da Chapada da Ibiapaba, encontra-se posicionada no domínio sedimentar (Formação Serra Grande). As áreas Aluviais de maior expressão estão associadas ao rio Poti.

O regime climático predominante na região caracteriza-se por apresentar uma pluviometria média anual de 697 mm, cuja repartição das chuvas dentro do ano legal apresenta-se concentrada no primeiro semestre. Vale ressaltar que, além de baixa e mal distribuída no ano médio, a precipitação também está mal distribuída ao longo do tempo provocando a ocorrência de estiagens prolongadas. A temperatura média anual oscila entre 23,9 e 29,0 °C, com o período setembro/dezembro apresentando as mais altas temperaturas do ano. A insolação média anual é da ordem de 2613 horas, o que corresponde, em tese, a aproximadamente 60,0% dos dias do ano com luz solar direta. Os ventos que sopram na região atingem uma velocidade média anual de 2,8 m/s, com direção predominante Sudeste. O Município tem condições climáticas influenciadas pela altitude, com índices pluviométricos mais altos (850 a 1.000 mm) na região da Chapada da Ibiapaba.

Os recursos hídricos superficiais apresentam caráter intermitente, estando todo o território municipal englobado pela bacia do rio Poti, afluente de 1ª ordem do rio Parnaíba, onde se destacam os riachos Jatobá, do Meio, dos Patos e dos Cavalos. Merece, ainda, destaque a ocorrência de 31 lagoas distribuídas no território municipal, perfazendo um volume armazenado de $2,4 \times 10^6$ m³, e as nascentes da Chapada da Ibiapaba, nos distritos de Tucuns, Oiticica, Ibiapaba e Monte Nebo.

Em termos dos recursos hídricos subterrâneos, o aquífero cristalino apresenta-se dominante no território municipal, apresentando baixo potencial hidrogeológico e qualidade da água de má a passável, em virtude dos elevados teores de sais. Ocorrem, ainda, com alguma representatividade o aquífero Serra Grande, associado a área da Chapada da Ibiapaba, o qual apresenta potencial hidrogeológico elevado e água de boa qualidade, sendo sua exploração dificultada pela profundidade do nível estático. O aquífero Aluvial, por sua vez, encontra-se associado às várzeas dos principais cursos d'água da região, apresentando potencial hidrogeológico elevado e água de boa qualidade, sendo intensivamente explorado pela população ribeirinha.

Merece ressalva o fato do aquífero Aluvial apresentar vulnerabilidade natural elevada, devido possuir valores ótimos de porosidade e permeabilidade, além de ter nível estático pouco profundo, favorecendo qualquer migração e chegada de um elemento poluente. A Formação Serra Grande, por ter nível estático muito profundo, apresenta vulnerabilidade moderada, enquanto que o aquífero cristalino apresenta baixa vulnerabilidade à poluição.

8.5.1.2. Aspectos Demográficos

Estruturação do Espaço

De acordo com os critérios adotados pelo IBGE, é chamada urbana a população recenseada nas sedes municipais e distritais, independentemente do seu tamanho ou de suas funções. A população rural, por sua vez, é a recenseada fora desses limites.

O município de Crateús até 1996 era composto por oito distritos: o distrito sede - Crateús e os distritos de Ibiapaba, Irapuá, Monte Nebo, Oiticica, Poti, Santo Antônio e Tucuns. A Lei nº 075/96, criou mais cinco distritos: Curral Velho, Santana, Realejo, Lagoa das Pedras e Assis. Todos desmembrados dos antigos distritos.

Os distritos de Curral Velho e Assis foram desmembrados do distrito de Poti, Realejo resultou da divisão do distrito de Tucuns, tendo parte de sua divisa demarcada pelo Riacho Boqueirão e Riacho da Pendência e os distritos de Lagoa das Pedras e Santana tiveram sua origem no distrito de Monte Nebo.

Tabela 8.1: Município de Crateús - Distribuição da População – 1991

DISTRITOS	POPULAÇÃO		
	RURAL	URBANA	TOTAL
Crateús	5.567	36.474	42.041
Ibiapaba	2.040	1.518	3.558
Irapuá	1.388	27	1.415
Monte Nebo	7.895	747	8.642
Oiticica	280	120	400
Poti	2.911	338	3.249
Santo Antônio	2.219	252	2.471
Tucuns	4.407	469	4.876
TOTAL	26.707	39.945	66.652

FONTE: IBGE 1994/PMC - 2000

As populações dos novos distritos estão incluídas nas dos distritos originais.

Tabela 8.2: Município de Crateús - Atualização da Divisão Distrital e Distribuição da População – 1991/1999

DISTRITOS	POPULAÇÃO			
	1991		1999	
	RURAL	URBANA	TOTAL	TOTAL
Crateús - Sede	5.567	36.474	42.041	39.394*
Ibiapaba	2.040	1.518	3.558	3.280
Irapuá	1.388	27	1.415	2.845
Monte Nebo	7.895	747	8.642	3.610
Oiticica	280	120	400	-**
Poti	2.911	338	3.249	2.646
Santo Antônio	2.219	252	2.471	3.049
Tucuns	4.407	469	4.876	2.544
Curral Velho	-	-	-	3.182
Santana	-	-	-	-**
Realejo	-	-	-	3.555
Lagoas das Pedras	-	-	-	3.071
Assis	-	-	-	-**
TOTAL	26.707	39.945	66.652	

FONTE: IBGE – 1994/SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE – CRATEÚS 2000

* POPULAÇÃO ESTIMADA PELO IPLANCE PARA A ZONA URBANA DA SEDE MUNICIPAL PARA 1996

** OS DADOS RELATIVOS A ESTES DISTRITOS AINDA NÃO FORAM DESTACADOS DOS DISTRITOS DE ORIGEM.

Dinâmica da População

Em 1996, segundo os dados da Contagem de População do IBGE, o município de Crateús tinha uma população de 65 229 habitantes, tendo apresentado uma taxa negativa de crescimento (0,44), caracterizando perda absoluta de população no período 1991/96, expressando, no período enfocado, sinais de estagnação populacional.

Por outro lado, as estimativas populacionais realizadas pelo IPLANCE, revelam um crescimento lento de 0,12% no mesmo período.

Em 1970 existiam no município 62 011 habitantes; 65 865 em 1980; 66 652 em 1991. Analisando-se o processo evolutivo da população total do Município nas duas últimas décadas, verifica-se que não houve alteração na taxa de crescimento no período 1991/1996 em relação a 1980/1991, nos quais foram registradas taxas de 0,12 e 0,11% a.a., respectivamente. Considerando que a população projetada pelo IPLANCE para o ano 2000 é de 67.414, deduz-se que no decorrer de oito anos o aumento será de apenas 762 pessoas. Tabela 8.2.

Por outro lado, deve-se ressaltar que este comportamento não foi homogêneo, considerando que a taxa de crescimento da população urbana cresceu significativamente. Estes indicadores demográficos remetem o Município a uma situação que exige bastante cautela nas ações de planejamento, considerando que será necessário um tratamento diferenciado para o meio urbano e para o rural, no que diz respeito a equipamentos sociais, econômicos, de prestação de serviços, e de produção e distribuição de bens, que atendam as distintas demandas da comunidade urbana e rural.

Um fator que influiu decisivamente na diminuição da população rural do município foi, sem dúvida, o processo migratório. Além da migração direta para centros urbanos mais adiantados como Fortaleza e São Paulo, boa parte da população jovem do meio rural se muda para a sede municipal, causando ocupações desordenadas e aumentando a pressão por atendimento em serviços públicos.

Outro fator responsável por este comportamento da dinâmica e do crescimento populacional, foi a queda da fecundidade das mulheres, em consequência desse processo de urbanização e do avanço tecnológico, o que resultou uma considerável melhoria nos meios de comunicação e contribuiu para a formação de novos valores em relação ao tamanho da família.

Como demonstram os dados na Tabela 8.2, em 1970, 43,91% da população residia na área urbana; em 1991, este indicador de urbanização saltava para 59,93%; em 1996, conforme dado projetado pelo IPLANCE se eleva para 65,53% e estima-se que esteja por volta de 70,31%, no ano 2000.

Mesmo esse fenômeno de urbanização crescente da população do Município não foi capaz de gerar uma taxa de crescimento total também elevada.

O esvaziamento do campo, com uma redução absoluta da população rural somada ao crescimento da população urbana acabou por proporcionar a estagnação da população total do município, sem indicações de mudanças significativas neste quadro para os próximos anos.

Em 1970 a população rural do Município era de 34.781 habitantes e em 1991 caiu para 26.707. Estimativa do IPLANCE previu esta queda se acentuando, conforme dados contidos na tabela 8.2. Em termos de taxas de crescimento da população rural do Município, verifica-se uma taxa negativa de (-2,07%) no período 80/91, enquanto a população urbana crescia a uma taxa de 1,96%.

A população urbana apresenta sua maior concentração na sede do município, que detém 91,31% da população urbana do Município, enquanto a população dos distritos se mantém predominantemente na área rural, inclusive os distritos de Ibiapaba e Oiticica que ostentam os maiores percentuais de população urbana em relação ao total, concentram apenas 42,66 e 30% respectivamente de suas populações na área urbana como se pode visualizar na Tabela 8.1.

Esse quadro está associado ao deslocamento contínuo de desempregados rurais e de contingentes populacionais de pequenas comunidades (que não têm conseguido viabilizar sua inserção produtiva e, tampouco, atendimento de suas necessidades sociais básicas) que deixam seus lugares de origem, em direção à sede do município em busca de melhores condições de vida e promissoras oportunidades de emprego. Se considerarmos a explicação de alguns participantes dos Seminários realizados pelo PDDU, deduz-se que as famílias buscam a área urbana quando necessitam de melhores níveis de escolaridade e outros serviços básicos – educação, saúde, saneamento básico, energia elétrica, entre outros. Chegando à sede municipal não encontram atendimento satisfatório às suas expectativas, uma vez que a oferta desses serviços ainda não é universalizada, experimentando a exclusão social e gerando a expansão desordenada desses núcleos causada pelo processo de urbanização não planejada. O resultado é a queda ainda maior no padrão de vida, intensificado com a favelização, pobreza e criminalidade.

De relevante importância para o planejamento local é avaliar o perfil etário da população, pois a partir dele pode-se estabelecer prioridades nos setores públicos e privados que correspondam as verdadeiras demandas da Sociedade, como um todo.

Neste sentido, os dados do IBGE extraídos do Censo/91 e da Contagem Geral da População, no ano de 1996 e dados projetados pelo IPLANCE (1994), no que se refere a população total do município de Crateús, permitem estabelecer um quadro com a seguinte configuração.

A população jovem do município (0-14 anos) vem perdendo participação relativa, pois em 1991 era de 40,01% e em 1996 caiu para 36,2%. Por outro lado, a população idosa (60 anos e mais) se manteve, conferindo ao município um elevado percentual de pessoas idosas, (9,1%) que, via de regra, já se encontram fora do mercado de trabalho, ou ocupadas em atividades informais e até mesmo sem remuneração, como é o caso das atividades e afazeres domésticos em suas próprias residências. Esta situação pode ser decorrente do novo padrão de comportamento reprodutivo da mulher que vem provocando alterações no perfil demográfico do Município, repercutindo sobre a pirâmide etária da população.

Estes dois segmentos (crianças/adolescentes e idosos), formam 45,4%. Isto exige da sociedade e sobretudo dos poderes públicos um esforço especial, considerando que na agenda social, as crianças e os idosos demandam bens e serviços específicos, equipamentos escolares, creches, hospitais, áreas de recreação; já para os adolescentes e jovens, a necessidade maior é de treinamentos visando a preparação para o mercado de trabalho. Cerca de 39,3% da população pertence à faixa mais produtiva, enquanto força de trabalho, com idades que variam no intervalo de 15 a 39 anos de idade; completando o quadro populacional do Município, tem-se que 15,3% da população total estão na faixa de idade entre 40 e 59 anos.

TABELA 8.3
Município de Crateús
Resumo dos Indicadores Demográficos

DISCRIMINAÇÃO		1970	1980	1991	ESTIMATIVA					TAXA DE CRESCIMENTO	
					1996	1997	1998	1999	2000	80/91	91/96
1	População Total	62.011	65.865	66.652	67.061	67.146	67.234	67.323	67.414	0,11	0,12
	População Urbana	27.230	32.247	39.945	43.945	44.786	45.642	46.512	47.397	1,96	1,93
	População Rural	34.781	33.618	26.707	23.116	22.360	21.592	20.811	20.017	(2,07)	(2,78)
2	Dens. Demográfica Município de Crateús Estado do Ceará	22,15	23,52	23,81	24,21	24,24	24,27	24,30	24,34		
		Hab/Km ²			47,18	47,98	48,80	49,49	50,48		
3	Taxa de Urbanização										
	Município de Crateús	43,91%	48,96%	59,93%	65,53%	66,70%	67,89%	69,09%	70,31%		
	Estado do Ceará		53,10%	65,40%	-	-	-	-	-		
	Nordeste	-	50,40%	60,60%	-	-	-	-	-		
4	Participação da Pop. do Município na Pop. do Estado										
		1,42%	1,25%	1,05%							

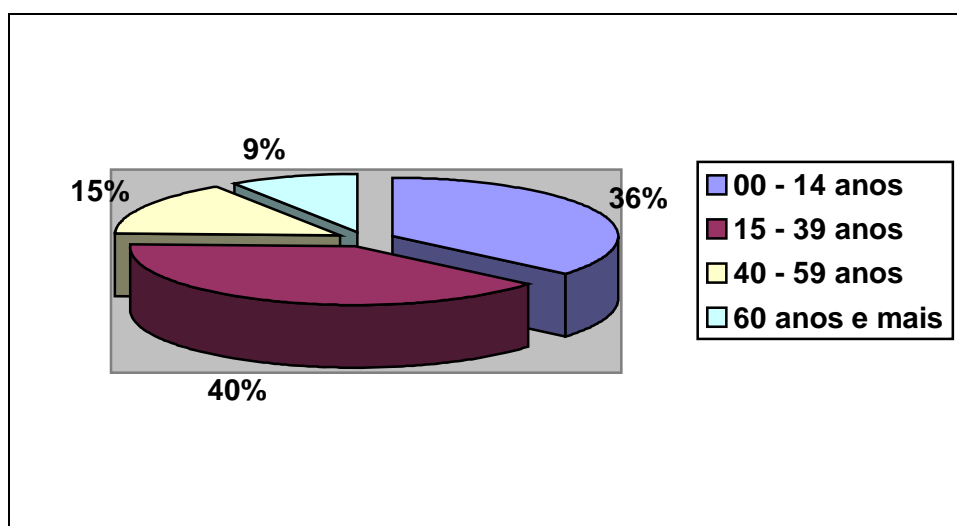
FONTE: IBGE/IPLANCE-1994

Tabela 8.4: Município de Crateús- Distribuição Percentual da População por Grupos Etários – 1996

GRUPOS	1991		1996	
	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%
ETÁRIOS				
00 — 14 anos	26.669	40,0	24.289	36,2
15 — 39 anos	26.130	39,2	26.374	39,3
40 — 59 anos	7.760	11,7	10.237	15,3
60 anos e mais	6.093	9,1	6.161	9,1

FONTE: IBGE/IPLANCE – CENSO DEMOGRÁFICO – 1991/CONTAGEM DE POPULAÇÃO - 1996

Gráfico 8.1: Município de Crateús - Distribuição Percentual da População por Grupos Etários – 1996



FONTE: IBGE/IPLANCE – CONTAGEM DE POPULAÇÃO, IBGE - 1996

No que se refere à distribuição masculina e feminina no município de Crateús, os dados demonstram que esta se apresenta equilibrada, participando as mulheres com 51,8% da população total.

Em síntese, o quadro demográfico atual mesmo apresentando os percentuais acima expostos e sua evolução total evidenciando processo de estagnação e esvaziamento progressivo do campo, mesmo assim para um futuro próximo, tendo em vista os esforços

em educação e saúde empreendidos pela municipalidade reúne condições, potencialmente, favoráveis para dar suporte ao desenvolvimento do município de Crateús, desde que algumas das condições atuais sejam adequadamente aproveitadas, no sentido de potencializar os benefícios advindos dos investimentos feitos em áreas que promovam o desenvolvimento humano. O percentual de população representado pela faixa mais produtiva da população em patamar aceitável e o esforço de qualificação que se executa hoje no Município devem contribuir para o aproveitamento em nível elevado da população local nos setores produtivos que começam a ser dinamizados.

8.5.2 Infra – Estrutura Básica

8.5.2.1. Aspectos Sociais

Educação

A oferta de serviços básicos e do ensino secundário do setor educacional no município de Crateús é garantida pela Rede Estadual, Municipal e Particular de Ensino, realizando a cobertura dos níveis de Educação Infantil, Fundamental e Ensino Médio, além de garantir programas especiais de educação de jovens e adultos.

Neste aspecto, deve-se salientar que especial atenção vem sendo dada à formação profissionalizante de jovens e adolescentes visando prepará-los para o mercado de trabalho local e regional, visto que Crateús polariza e interliga-se com vários municípios da Região Administrativa 13, a exemplo de Ipaporanga, Nova Russas, Novo Oriente, Ararendá, Poranga, Tamboril, Ipueiras, Independência e Monsenhor Tabosa.

Através dos dados contidos na tabela 8.5 observa-se que em 1999 existia no município 154 estabelecimentos. Sendo 23 (15%) localizados na zona urbana e 131 (85%) na zona rural que atendem uma clientela de crianças e adolescentes de 5 a 18 anos em idade escolar, para estes níveis de ensino.

No que se refere a distribuição por dependência administrativa, dados da Secretaria de Educação, Cultura e Desportos do município de Crateús indicam a existência de um maior número de estabelecimentos pertencentes à esfera municipal (131 unidades escolares), correspondendo a 85% do total; 13 unidades estaduais correspondendo a

8,5% dos estabelecimentos. Indicam também a existência de 10 unidades particulares correspondendo a 6,5% do total. Não se observou registro de unidades federais.

Tabela 8.5: Município de Crateús - Estabelecimentos Escolares por Dependência Administrativa – 1999

DEPENDÊNCIA	ESTABELECIMENTOS
Estadual	13
Municipal	131
Particular	10
TOTAL	154

Fonte: Secretaria Municipal de Educação

Em termos de matrículas, em 1999, foram efetivadas 24.346, sendo 2.297 na Pré-escola, 18.792 no Ensino Fundamental e 3.257 no Ensino Médio, conforme pode-se observar nos dados da Tabela 8.7.

Com a municipalização do Ensino Fundamental, observa-se uma elevação no número de matrículas nos estabelecimentos pertencentes à Rede Municipal de Ensino que contava com 6.350 alunos, em 1991, passando para 10.276 em 1999 apresentando um acréscimo de 61,8%.

Os dados da Tabela 8.6, comparados com a Tabela 8.7, permitem estabelecer para o ano de 1999 a seguinte relação: existe em Crateús 84,5 professores para cada grupo de 1000 alunos. Estes indicadores colocam o Município, em termos de serviços de educação, em uma situação bastante confortável.

No que se refere ao nível de qualificação dos professores, que em 1999 estavam atuando em sala de aula, 34,2% ainda apresentavam escolaridade inadequada para a função, com apenas o primeiro grau.

Do final de 1999, até o início do ano letivo de 2000 novas turmas de qualificação de professores foram concluídas.

Tabela 8.6: Município de Crateús - Número de Professores por Grau de Formação – 1999

DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	PROFESSORES POR GRAU DE FORMAÇÃO			
	FUNDAMENTAL (1º Grau)	MÉDIO (2º Grau)	SUPERIOR (3º Grau)	TOTAL
Estadual	-	227	53	280
Municipal	143	238	37	418
Particular	18	96	57	171
TOTAL	161	561	147	869

FONTE: SETOR DE PLANEJAMENTO - CREDE.

Tabela 8.7: Município de Crateús - Evolução da Matrícula por Dependência Administrativa - 1991/1999

ANO	MATRÍCULA INICIAL											
	EDUCAÇÃO INFANTIL				ENSINO FUNDAMENTAL				ENSINO MÉDIO			
	EST.	MUN.	PART.	TOTAL	EST.	MUN.	PART.	TOTAL	EST.	MUN.	PART.	TOTAL
1991	552	2.366	365	3.283	6.205	6.350	1.485	14.040	880	-	375	1.255
1992	649	2.589	438	3.676	5.962	6.576	1.469	14.007	1.018	-	373	1.391
1993	480	2.529	533	3.542	5.991	6.757	1.485	14.233	1.067	-	432	1.499
1994	634	2.061	547	3.242	5.966	6.588	1.536	14.090	1.276	-	438	1.714
1995	678	1.559	487	2.724	6.210	8.231	1.574	16.015	1.276	-	557	1.833
1996	784	1.441	278	2.503	7.930	8.691	1.017	17.638	1.664	-	184	1.848
1997	605	1.732	616	2.953	6.947	8.752	1.357	17.056	1.853	-	461	2.314
1998	64	1.925	676	2.665	6.373	9.845	1.275	17.493	2.036	-	345	2.381
1999	-	1.723	574	2.297	7.178	10.276	1.258	18.792	2.976	-	281	3.257

FONTE: SEDOC/CPPE/CENTRAL DE DADOS

Procurando desenvolver um sistema de ensino de qualidade, a Secretaria Municipal de Educação tem desenvolvido vários programas, destacando-se dentre estes os seguintes: Livro Didático, Biblioteca e Videoteca Volante e Merenda Escolar.

Cultura

No que se refere à cultura pode ser destacada a importância histórica de manifestações populares, principalmente ligadas as comemorações tradicionais da Igreja Católica e iniciativas de grupos locais no sentido de desenvolver atividades como teatro, música, literatura e artes plásticas.

São iniciativas que, geralmente, ficam restritas a grupos específicos mais interessados, como estudantes, professores e alguns intelectuais, mas que, vez por outra, conseguem atingir um público mais abrangente.

Podem ser destacados como grupos em atuação o Grupo de Teatro Rosa Morais e o Grupo de Teatro Espírita de Crateús.

Outro destaque é o jornal Gazeta do Centro-Oeste, de circulação regional e editoração moderna e de boa qualidade gráfica.

Além das festas religiosas, a administração atual elaborou para o ano 2000 um calendário de eventos, cujo destaque fica com o carnaval, mas que se estende por todo o ano e procura dotar Crateús de atrativos turísticos de importância para a economia local.

O município conta com sete bibliotecas, sendo que a maioria instalada em escolas mas destacando-se, pelas condições de funcionamento, a Biblioteca Municipal Norberto Ferreira Filho. Dispõe de Teatro Municipal, recentemente construído e vários outros auditórios, nos quais podem ser realizadas pequenas encenações, além de seminários e palestras de interesse público.

Entre as festas populares mais importantes estão as comemorações do dia do Senhor do Bonfim (1º de janeiro), e a festa de São José do município (6 de julho).

Diversos outros festejos ligados à Igreja são realizados nos distritos, e atraem também pessoas da sede municipal e até de outros municípios vizinhos.

Para este ano 2000, além do carnaval e do Festival de Teatro Amador já realizados, estão previstos outros eventos como Festival Municipal de Quadrilhas (junho), Feira de Negócios da Região de Crateús (agosto), Carnacrat (setembro) e Festival de Música “Canta Crateús”(setembro), entre outros, que manterão Crateús como atrativo para

visitantes regionais e um nível de animação local que contribuirá, com certeza, para o fortalecimento comercial da cidade e oferta de lazer para a população local.

8.5.2.2. Saúde

A infra-estrutura básica para atendimento à demanda de saúde no Município de Crateús é constituída por 50 unidades, sendo 27 pertencentes à rede pública e 9 são unidades particulares, sobretudo clínicas. Dos 27 estabelecimentos públicos 21 são unidades de Saúde da Rede Municipal.

A disponibilidade de equipamentos de Saúde para internação no Município é de 296 leitos segundo informações da Secretaria Municipal de Saúde, o que proporciona uma relação de 4,39 leitos para cada grupo de 1000 habitantes, revelando um quadro satisfatório quando comparado aos padrões da Organização Mundial de Saúde – OMS, que estabelece como referencial mínimo a razão de 4 leitos para cada grupo de 1000 habitantes.

Tabela 8.8: Município de Crateús - Serviços do Sistema de Saúde – 1999

UNIDADES DE SAÚDE	QUANT.	DIST.	LEITOS/ CONSUL	NATUREZA DO ATENDIMENTO	LOCAL.
Hospital Gentil Berreira	01		54	Pública/Estadual	Sede
Hospital Geral	01		192	Privado/conv. SUS	Sede
Hospital Regional	01		29	Filantropico/conv. SUS	Sede
CESA – Centro Especializado em Saúde Ambulatorial	01			Municipal	Sede
Casa da Gestante	01			Municipal	Sede
Clínica de Fisioterapia	04	03 01		Privado/conv. SUS Municipal	Sede
Clínica de Fonoaudiologia	02			Privada/conv. SUS	Sede
Laboratório de Patologia Clínica	05	03 01 01		Privada/conv. SUS Estadual Municipal	Sede
Clínica Médica	07			Privada	Sede
Clínica de Psicologia	02	01 01		Privada Privada/conv. SUS	Sede
PROGRAMA SAÚDE DA FAMÍLIA	16			Municipal	Z. Rural
Programa Saúde da Família	05			Municipal	Sede
Consultórios Odontológicos			06 03 04	Privado Privado/conv. SUS PSF	Sede Sede Z. Rural

UNIDADES DE SAÚDE	QUANT.	DIST.	LEITOS/ CONSUL	NATUREZA DO ATENDIMENTO	LOCAL.
Centro Espec. Odontologia	01		02 06	CAIC Municipal	Sede
Clínica Oftalmológica de Crateús	01			Privado conv. Privados/PMC	Sede
Oftalmoclínica Crateuense	01			Privado conv. Privados	Sede
Centro Regional Oftalmológico de Crateús	01		07	Privado conv. SUS/PMC conv. Privados	Sede
TOTAL	50		296		

FONTE: SECRETARIA DE SAÚDE MUNICIPAL / 2000

Pode-se observar nos dados da Tabela 8.8 que das 50 unidades de saúde disponíveis, 3 são hospitais, sendo 1 Geral, 1 Regional e 1 Especializado; 1 Centro Especializado em Saúde Ambulatorial, 1 Casa da Gestante, 5 Clínicas, 21 unidades do Programa Saúde da Família, 1 Centro Especializado em Odontologia, 6 Consultórios Odontológicos e 1 Laboratório de Análise Clínica. O município de Crateús conta com uma diversificada estrutura de Saúde. As unidades hospitalares dispõem de Centros Cirúrgicos, Radiológicos e Incubadoras.

Conforme dados da Secretaria Municipal de Saúde, são realizados 250 atendimentos/dia em caráter de urgência e 27.000 atendimentos clínicos/mês, que atendem pacientes oriundos do próprio município e de municípios vizinhos como: Ipaporanga, Independência, Novo Oriente, Nova Russas, Ararendá, Catunda, Poranga.

A composição do quadro de pessoal que atua nas unidades de saúde do Município é constituído por 417 profissionais de acordo com a Secretaria Municipal de Saúde, distribuídos por categoria, da seguinte forma: Médicos (26) em várias especialidades, Fonoaudiólogos (03), Odontólogos (18), Enfermeiros (20), Veterinários (03), Bioquímicos (04), Terapeuta Ocupacional (02), Psicólogos (02), Assistente Social (04), Fiscais Sanitários (08), Inspetores Epidemiológicos (19), Pedagogos (04), Advogado (01), outras categorias como agentes de saúde e pessoal administrativo (151) e demais profissionais de nível médio (148).

A Secretaria Municipal de Saúde do município de Crateús, como principal gestor da Política de Saúde Pública, desenvolve programas específicos orientados para o

desenvolvimento do Plano de Saúde Infantil, Pré-natal, Controle a Doenças Sexualmente Transmissíveis, Imunização e Aleitamento Materno.

Nas comunidades, os postos de saúde atendem as necessidades de rotina tais como: consultas médicas, odontológicas, curativas, vacinas, aplicações de injeções e nebulizadores, sendo os casos mais complexos encaminhados para a sede do Município, onde são feitos os atendimentos cirúrgicos e clínicas médicas em várias especialidades.

Atendendo recomendações do Ministério da Saúde foi criado o Conselho Municipal de Saúde em Crateús com a incumbência de fiscalizar e acompanhar as ações de saúde desenvolvidas no Município em forma de convênio com o Governo Federal, Estadual e ONGs (Organizações Não Governamentais).

A Secretaria de Saúde acompanha sistematicamente as taxas de mortalidade infantil e geral e as taxas de natalidade no Município.

No ano de 1998, os indicadores da Mortalidade Infantil contidos na Tabela 8.9, apresentaram, no Município o seguinte desempenho:

Tabela 8.9: Município de Crateús - Taxa de Mortalidade Infantil – 1994/1998

ANO	MUNICÍPIO	ESTADO
1994	78	39,64
1995	49	
1996	33	
1997	38,87	
1998	33	

FONTE: SEBRAE/CRATEÚS – FEV. 2000

Em 1997, em parceria com a Fundação Kellogg, instituição canadense, a Prefeitura local criou o PROJETO MUNICÍPIO SAUDÁVEL, projeto de referência para um novo modelo de Saúde para o Estado do Ceará. Esse projeto tem como objetivo assegurar uma maior qualidade de vida à população crateuense centrado nos anseios da comunidade.

O município foi contemplado com o Prêmio Saúde Brasil do Ministério da Saúde como resultado do processo de implantação da estratégia de saúde da família.

PARTICIPAÇÃO POPULAR - A VISÃO DA COMUNIDADE

O ambiente de participação popular e os mecanismos já existentes para isso é bastante rico.

Há um clima de parceria entre a população organizada e o poder público local que favorece a discussão dos problemas municipais e o encaminhamento de propostas de solução para todas as carências.

A capacidade mobilizadora da Administração local, através, principalmente, de sua Assessoria de Comunicação é visível e oferece uma base de apoio considerável à equipe da consultoria neste aspecto.

Esta Consultoria, entretanto, de acordo com a “Proposta Técnica” propôs e instalou uma estrutura de participação popular, através da criação do Grupo de Acompanhamento e Participação Popular – GAPP, composto de representantes de entidades populares e grupos organizados, instituições públicas e governamentais prestadoras de serviço no Município e membros da administração municipal e do poder legislativo.

Este grupo, além de reunir a representação mais legítima da população local que participará ao longo do processo de elaboração do PDDU, nos seminários, oficinas e fóruns, também terá a incumbência de acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos de consultoria nos intervalos destes eventos públicos, de modo a informar as suas bases de representação sobre o andamento permanente dos serviços de campo e de escritório.

Os primeiros resultados práticos desta participação são as observações e propostas emanadas do 1º Seminário e da Oficina de Caracterização Geral do Município que muito contribuíram para uma compreensão mais exata da realidade municipal, pelos membros da equipe técnica da consultoria.

Como resultado da oficina acima referida e já devidamente incorporadas aos diversos aspectos tratados neste relatório é apresentado a seguir a síntese das observações e expectativas da comunidade local.

8.5.2.3. Principais Problemas

- **Sócio-econômico**

- 01 – Desestruturação das cadeias produtivas, particularmente da zona rural;
- 02 – Baixo nível educacional e tecnológico da população local – desqualificação da mão de obra;
- 03 – Baixo poder aquisitivo;
- 04 – Desemprego;
- 05 – Escassez de água para agricultura irrigada e para intensificação do setor industrial;
- 06 – Más condições viárias para acesso aos distritos;
- 07 – Crédito burocratizado (difícil) e caro;
- 08 – Problemas de violência, marginalização e consumo de drogas por parcela da juventude;
- 09 – Falta de ensino de 2º Grau nos distritos;
- 10 – Prática de culturas de subsistência no campo e cultivo de produtos de baixo valor de mercado (produtos tradicionais: milho, feijão, mandioca);
- 11 – Cadeia Pública sem condições de habitabilidade.

- **Urbanos e ambientais**

- 01 – Poluição do Rio Poti;
- 02 – Ocupação das margens do Rio Poti e das Estradas;
- 03 – Poluição Sonora na zona central e nos bairros pelo uso indiscriminado de carros de som;
- 04 – Destino final do lixo é inadequado e sem tratamento;

05 – Matadouro Público em local inadequado e sem as mínimas condições técnicas para o abate – poluição do solo e mau cheiro;

06 – Esgoto do PROURB do bairro de Altamira provocando alagamento a céu aberto.

07 – Carência nos setores de segurança, lazer e transporte coletivo;

08 – Desorganização da zona central (comércio) – conflito entre feira livre, comércio ambulante, trânsito e comércio formal;

09 – Sistema Viário com problemas de continuidade e dificuldade de ligação entre bairros próximos sem passar pelo centro;

10 – Ponte para ilha é muito estreita;

11 – Conflito entre o pátio de manobra da RFFSA e a principal via de penetração na cidade;

12 – Problemas críticos de drenagem;

13 – Desorganização do setor de moto-táxi (número excessivo de motos e falta de normas para trafegar e ocupar os espaços públicos na zona central;

14 – Falta sistema de esgoto no centro e outros bairros da cidade;

15 – Pequeno número de Praças Públicas;

16 – Ocupação de calçadas com mercadorias de lojas e do leito das ruas pelos vendedores ambulantes na zona central.

8.5.2.4. Fatores Positivos a Serem Considerados

01 – Administração Municipal aberta ao diálogo e à parceria;

02 – Considerável avanço nos setores de saúde e de educação nos últimos anos;

03 – Existência de bairros com sistemas de esgoto;

- 04 – Existência do Programa “Município Saudável”, mas com poucos resultados, visíveis.
- 05 – Existência de algumas indústrias de instalação recente;
- 06 - Existência de programas da Prefeitura voltados para o social e para a capacitação;
- 07 – Muitos órgãos de fomento estão localizados no município;
- 08 – O município tem potenciais turísticos naturais – Turismo Rural.

8.5.2.5. Algumas Ações Reclamadas Pelos Representantes Comunitários

- 01 – Aumentar a qualificação dos profissionais de educação e organizar o ensino regionalizado do 3º grau e pólos de 2º grau por grupos de distritos;
- 02 – Praticar a educação Sanitária e de Trânsito nas escolas, abrangendo também as famílias;
- 03 – Melhorar o atendimento nos hospitais;
- 04 – Programa voltado para a revitalização da Pecuária e da cultura do algodão, de fortalecimento das feiras de exposição e a criação do balcão do comércio do município;
- 05 – Efetuar a melhoria das estradas para os distritos;
- 06 – Completar a ligação asfáltica da estrada para Castelo, no Piauí;
- 07 – Construção do Aterro Sanitário;
- 08 – Elaborar nova lei de uso e ocupação do solo, do código de obras e de proteção ambiental;
- 09 – Melhorar a malha viária da cidade;
- 10 - Efetuar o alargamento da ponte para ilha;

- 11 – Reorganizar o setor moto-taxista;
- 12 – Construir novo Matadouro em local adequado e moderno;
- 13 – Reorganizar a zona comercial;
- 14 – Construir novas praças, quadras polivalentes para as crianças carentes, efetuar o aumento de arborização para a cidade e ações de lazer nos bairros;
- 15 – Completar o atendimento de esgoto da cidade;
- 16 – Aumentar os cursos de capacitação profissionalizante para jovens e adultos;
- 17 – Criar o sistema de transporte coletivo da cidade;
- 18 – Implantar o Parque Ecológico do Açude do Governo.

8.5.3. Estrutura Produtiva e de Serviços

8.5.3.1. Aspectos Econômicos

População Economicamente Ativa

A população economicamente ativa (PEA) do município de Crateús em 1991 era de 21 999 e correspondia a 33% da população total.

Analisando-se esses indicadores por setor de atividade, o município de Crateús registrava um percentual de 42,43% de sua (PEA) ocupado no setor primário em 1991 e verifica-se que este setor caracteristicamente ligado às atividades rurais vem sofrendo uma retração considerável. A perda de 11,97% do setor nesta década foi repassada como incremento para o setor secundário onde se desenvolvem atividades tipicamente urbanas, o que indica um nítido reflexo de retração que vem se verificando nas atividades produtivas do setor primário do Município. Este fenômeno está intrinsecamente relacionado ao fator climático, baixo nível de tecnologia utilizada nas explorações agropecuárias, escassez de crédito de custeio e de investimento, o que resulta numa produtividade cada vez mais baixa. Isto tem dirigido o interesse dos investidores rurais para as atividades pecuárias, relativamente mais rentáveis e menos absorvedora de mão-de-obra.

Em contrapartida os setores secundário e terciário, tipicamente ligados às atividades urbanas, tiveram suas participações aumentadas, passando respectivamente de 11 e 34% em 1980 para 12,57 e 45% em 1991.

Uma maneira de medir e avaliar o grau de aproveitamento do potencial de trabalho de uma população é determinar as taxas específicas de atividades, que consiste na participação da população economicamente ativa, na população total de cada faixa etária.

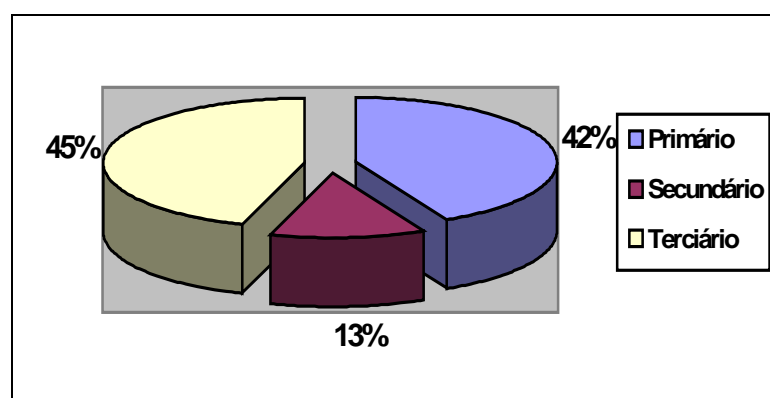
Analisando-se a estrutura de participação da mão de obra do Município, percebe-se que em geral, as pessoas de 10 anos e mais da zona rural ingressam mais cedo nas atividades produtivas que as pessoas da área urbana.

Tabela 8.10: Município de Crateús - Distribuição da População Economicamente Ativa por Setor de Atividades – 1980/1991

SETOR DE ATIVIDADE	POPULAÇÃO ECONOMICAMENTE ATIVA			
	1980		1991	
	ABSOLUTO	%	ABSOLUTO	%
Primário	10.027	54,40	9.336	42,43
Secundário	2.166	11,75	2.768	12,57
Terciário	6.238	33,85	9.895	45,00
TOTAL	18.431	100,00	21.999	100,00

FONTE: IBGE/IPLANCE - 1994

Gráfico 8.2: Município de Crateús - Distribuição da População Economicamente Ativa por Setor de Atividades – 1991



FONTE: IBGE/IPLANCE – 1994

Renda

A grande maioria da população do município de Crateús, cerca de 68,94% vive no patamar que atinge até 1 salário mínimo, segundo os dados do IBGE/Crateús. O percentual da população com rendimento superior a 2 salários mínimos, mas que não ultrapassam 5 salários mínimos em 1991 era de apenas 10%, representando em termos absolutos, apenas 6.635 pessoas conforme pode-se observar nos dados apresentados na Tabela 8.10.

Estes dados revelam uma situação bastante preocupante, num quadro marcado pelo desemprego, subemprego e por ocupação de grandes contingentes populacionais em atividades informais, o IDT/SINE em seu estudo “A Evolução do Mercado de Trabalho no Município de Crateús – 1989/98” apresenta um quadro evolutivo das atividades informais com empregos precários tanto nos níveis de remuneração como também nos seus vínculos.

Tabela 8.11: Município de Crateús - População Economicamente Ativa Distribuição do Percentual Segundo Níveis de Renda – 1991

NÍVEIS DE RENDA	TOTAL	%
Até ¼ Sm	3.314	4,97
+ ¼ a ½	19.385	29,08
+ ½ a ¾	15.809	23,72
+ ¾ a 1	7.443	11,17
+ 1 a 1 e ¼	4.254	6,39
+ 1 e ¼ a 1 ½	3.115	4,67
+ 1 ½ a 2	3.386	5,09
+ 2 a 3	4.018	6,02
+ 3 a 5	2.617	3,93
+ 5 a 10	2.221	3,33
+ 10 a 15	410	0,61
+ 15 a 20	175	0,26
S/ rendimento	505	0,76
TOTAL	66.652	100,0

Fonte: IBGE/Crateús (fev.2000)

Setores Produtivos

- **setor agrícola**

Dentre as atividades agrícolas desenvolvidas pelo município de Crateús destacam-se a produção de feijão, milho e mandioca. Segundo dados do IPLANCE, em 1992 foram colhidos, em termos de área, 8.600 hectares de feijão que proporcionaram uma produção de 1.013 toneladas, representando 0,98% do total do Estado. Através da Tabela 8.11, pode-se observar que em 1993 houve uma diminuição da área colhida. No período 1994/96 há um aumento significativo desta área, porém verificam-se quedas de produtividade.

O segundo produto agrícola de maior expressão é o milho, que no período 92/93 reduziu também sua área colhida. A partir desse período manteve-se sempre em crescimento. Diferente do feijão, o milho vem crescendo em produção e área colhida com uma produção em 1995 de 13.200 toneladas representando 2,81% em relação ao Estado.

A partir de 1998 passou a desempenhar um papel de relevância para a modernização da agricultura tradicional do Estado, com a sua utilização em escala comercial resultando no aumento da produtividade e competitividade dessa cultura. Segundo dados da Mensagem Governamental – 2000, a produtividade no Estado cresceu 293%.

Esse desempenho se deve à importância do milho como tradicional alimento utilizado em larga escala na culinária e como matéria-prima para a indústria, principalmente de rações balanceadas que consomem boa parte da produção. O milho guarda ainda como característica, ser um produto que atende ao mercado interno e externo, daí ser produzido tanto por pequenos como por grandes produtores, atendendo desde o consumo doméstico até a demanda de exportação.

A mandioca constituiu-se no período 1992/96 como terceiro produto agrícola mais cultivado no município.

O setor agrícola que teve no passado, como sua principal atividade, a cultura do algodão, praticamente erradicada pela praga do bicudo, não tem sido capaz de manter os mesmos índices de participação na economia do município, apesar dos programas de investimento orientados pelo Governo Estadual no sentido de recuperá-la.

Embora seja flagrante a estagnação da agricultura praticada nos moldes tradicionais, deve-se salientar que essa participação no setor varia muito em função do ano ter sido de inverno normal ou irregular, considerando que a agricultura irrigada como é o caso dos projetos de irrigação que neutraliza os efeitos da seca, ainda é praticada de forma muito pontual.

Finalmente, o desempenho do setor agrícola pode ser avaliado através da população economicamente ativa. Neste aspecto, a tabela 8.10 indica que, segundo dados do IBGE, no período 1980/91, a população economicamente ativa do setor primário apresentou queda, passando de 10 027 em 1980 para 9 336 em 1991, expressando um decréscimo percentual de 11,57%, enquanto a PEA do Município elevou-se em 16,2%, revelando assim a fragilidade do setor agrícola.

- **pecuária**

O município de Crateús, no que se refere à pecuária, apresentou no período 1991/95, tendência declinante semelhante à verificada para o Estado do Ceará, com redução no seu rebanho bovino, suíno, ovino e caprino.

O rebanho bovino do Município foi mais comprometido em comparação ao do Estado no período 91/93, quando expressou uma queda de 27,9% correspondendo, em termos absolutos, à supressão de 18.140 cabeças. No período 1993/95 constatou-se uma recuperação, aumentando seu efetivo num percentual de 16,6%. Dados do IPLANCE indicam que o efetivo de bovinos em 1999 é de 63 mil cabeças. Considerando os dados apresentados pelo SEBRAE/Crateús (fevereiro/00), em 1999 foram introduzidas cerca de 900 matrizes leiteiras no Município visando a recuperação do rebanho assim como a melhoria do seu padrão genético

Os distritos de Santo Antônio e Irapuá concentram os maiores rebanhos e maior número de vacas ordenhadas.

Analisando os dados apresentados pelo IPLANCE no período 1991/95, no que se refere à quantidade de vacas ordenhadas e produção de leite, observa-se que houve uma sensível redução do número de vacas ordenhadas (26,6%) entre 1991 e 1993 e na produção de leite (42,7%) neste período, esboçando níveis de recuperação no período 1994/95

conforme dados da tabela 8.14. Verifica-se também na relação (litro por cabeça) que no período 1991/93 manteve baixa produtividade e que no período 1994/95, apresentou sensível melhora neste aspecto. Somam-se a isto as condições climáticas da região e a política do preço pago ao produtor altamente desestimulante, levando-se em conta a relação custo-benefício, que inibe o avanço tecnológico e a melhoria genética do rebanho.

Esse decréscimo da produtividade decorre muitas vezes da ordenha de vacas sem nenhuma aptidão leiteira.

Isto não significa que a pecuária leiteira não tenha importância na região, ela complementa as atividades da pecuária. Existe no Município unidades de transformação dos produtos agropecuários, entre elas encontra-se em fase de implantação uma unidade de beneficiamento de leite com capacidade para 10 000 litros/dia, de acordo com informações do SEBRAE.

TABELA 8.12
Município de Crateús
Principais Produtos Segundo Área Colhida e Produção - 1992 / 1996

PRODUTOS	1992			1993			1994			1995			1996		
	Área Colhida (ha)	Produção (T)	(%) em relação ao estado	Área Colhida (ha)	Produção (T)	(%) em relação ao estado	Área Colhida (há)	Produção (T)	(%) em relação ao estado	Área Colhida (ha)	Produção (T)	(%) em relação ao estado	Área Colhida (ha)	Produção (T)	(%) em relação ao estado
Castanha de Caju	65	8	0,02	65	7	0,03	65	10	0,01	65	10	0,01	65	10	0,01
Mamona (baja)	200	21	1,13	-	-	-	80	76	2,13	100	95	2,98	120	114	3,54
Feijão	8.600	1.013	0,98	4.900	510	1,26	16.000	7.200	2,46	14.650	3.342	1,60	17.982	6.703	2,64
Mandioca	2.000	6.000	0,62	400	1.200	0,28	200	1.600	0,22	300	2.400	0,24	350	2.975	0,27
Milho	7.800	491	0,30	3.000	135	0,34	15.500	11.625	2,39	16.500	13.200	2,81	17.000	11.900	2,16

FONTE: IPLANCE

Tabela 8.13: Município de Crateús - Produção Pecuária por Categoria de Rebanho – 1991/1995

	ANO	BOVINOS	SUÍNOS	Eqüinos	Asininos	MUARES	OVINOS	CAPRINOS
E S T A D O	1991	2.624.901	1.403.137	230.740	190.670	121.237	1.494.689	1.144.566
	1992	2.601.795	1.424.620	230.740	189.342	121.028	1.494.601	1.161.373
	1993	2.097.531	1.194.727	220.869	181.421	118.002	1.274.477	1.034.792
	1994	2.085.560	1.201.078	222.700	185.463	120.298	1.333.385	1.080.452
	1995	2.266,278	1.210.731	223.984	189.524	121.629	1.368.841	1.116.173
M U N I C Í P I O	1991	65.140	24.920	1.785	2.310	1.570	26.765	21.800
	1992	63.520	24.545	1.750	2.265	1.545	26.230	21.255
	1993	47.000	13.370	1.697	2.175	1.500	22.550	18.300
	1994	51.206	18.111	1.843	2.431	1.575	25.761	20.130
	1995	54.790	19.256	1.944	2.552	1.666	27.564	21.035

FONTE: IBGE/IPLANCE – 1995

Tabela 8.14: Município de Crateús - Produção Leiteira Segundo a Quantidade de Vacas Ordenhadas - 1991/1995

ANO	VACAS ORDENHADAS (quant.)	% EM RELAÇÃO AO ESTADO	LEITE PRODUZIDO (quant./1.000 l)	% EM RELAÇÃO AO ESTADO
1991	14.725	3,11	9.424	3,15
1992	14.450	3,07	8.670	2,85
1993	10.810	2,71	5.405	2,22
1994	11.831	2,86	8.968	3,35
1995	12.656	2,94	9.619	3,29

FONTE: IPLANCE – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CEARÁ – 1994/1997

O rebanho suíno, no período 92/93, foi reduzido de 16,1 e 45%, respectivamente no efetivo do Estado e do Município, e esboçou níveis de tímida recuperação no período 1994/95.

Os rebanhos ovino e caprino também apresentaram declínios semelhantes ao Estado do Ceará. O rebanho ovino do município apresentou maior redução (15,8%) e o Estado 14,7% no período 1991/93; em termos absolutos a supressão de 4.215 e 220.204 cabeças respectivamente. Este rebanho vem se recuperando expressivamente, conforme dados do SEBRAE/Crateús que revela, em 1999, um efetivo de aproximadamente 24.000 cabeças no Município.

Quanto ao rebanho caprino, no período 1991/93 acompanhou a mesma tendência apresentando reduções no seu efetivo de 16,1% passando a recuperar-se a partir de 1994. Contava com um efetivo em 1999 de 24.000 cabeças, conforme dados do SEBRAE/Crateús (fev. 2000).

Os equinos, asininos e muares perfazem juntos 6.152 cabeças, efetivo que pode ser considerado como relativamente expressivo. Fato que encontra explicação também na prática da atividade agrícola que exige o emprego desses animais.

A avicultura constitui-se numa atividade de relativa expressão no município, embora no período 1991/93 tenha apresentado sensível redução (37,3%) no seu efetivo, correspondendo, em termos absolutos, a 30.400 cabeças. A partir de 1994 vem apresentando recuperação conforme dados contidos na tabela 8.15.

Tabela 8.15: Produtos Avícolas por Categoria de Produção – 1991 / 1995

ANO	GALINHA (Cabeças)	% EM RELAÇÃO AO ESTADO	GALOS / FRANGOS E PINTOS (Cabeças)	% EM RELAÇÃO AO ESTADO	OVOS (1.000 dz)	% EM RELAÇÃO AO ESTADO
1991	81.500	0,88	57.160	0,37	408	0,32
1992	79.870	0,90	56.080	0,36	399	0,31
1993	51.100	0,61	33.650	0,27	204	0,17
1994	66.430	0,84	42.062	0,36	399	0,36
1995	71.744	1,00	45.847	0,38	502	0,49

FONTE: IBGE/IPLANCE - 1995

Este desempenho reflete-se num maior volume de produção de aves nos sítios existentes no Município, com estímulo do consumo deste produto, que ocorreu logo após a implantação do Plano Real.

- **Setor Industrial**

A estrutura do setor industrial no Município de Crateús de acordo com os dados apresentados pelo SEBRAE* está montada de forma mais ou menos equilibrada pela participação dos diversos ramos de produção.

Contando em 1991 com 40 estabelecimentos, os ramos de indústria mais destacados foram vestuário e calçados e produtos alimentares com um percentual de participação de 10 e 8 unidades, respectivamente.

O setor, nos quatro anos mais recentes tem apresentado sinais de recuperação tanto que em 1996 elevou o número de estabelecimentos para 83. Em Fevereiro/2000 de acordo com o SEBRAE*, o Município contava com 197 unidades industriais apresentando no período 1996/2000 um incremento de cerca de 136,1% unidades industriais que empregavam cerca de 1427 pessoas, sendo que 98,5% são constituídas por micro e pequenas empresas. Verifica-se que existe uma pequena participação da indústria de transformação ceramista, principalmente na confecção de telhas e tijolos. São quatro unidades empregando 100 pessoas. Esta atividade tem um peso importante na construção civil do Município. Sua produção fica comprometida, entretanto, com a escassez da água.

Tabela 8.16: Município de Crateús - Estabelecimentos Industriais por Gênero - 1991 / 1996

GÊNERO	ANOS	
	1991	1996(*)
Construção Civil	2	2
Editorial e Gráfica	2	6
Extração Mineral	1	1
Madeira	2	2
Material de Transporte	1	0
Metalúrgica	4	8
Mineração não Metálicos	3	9
Mobiliário	3	13
Perfumaria, Sabões e Velas	2	5

GÊNERO	ANOS	
	1991	1996(*)
Produtos Alimentares	8	18
Têxtil, Vestuário e Calçados	10	12
Diversos	1	5
TOTAL	40	83

FONTE: SIC – SECRETARIA DE IND. E COMÉRCIO DO CEARÁ, CADASTRO IND. DO CEARÁ, ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CEARÁ. IPLANCE, 1994, COLETA DIRETA

* Extraído da Pesquisa do SEBRAE.

A diversificação do setor industrial do município de Crateús pode ser percebida através da Tabela 8.17 pelo número de empresas distribuídas nos ramos de confecções e produtos alimentares. Quanto a este último verifica-se um elevado número de unidades informais.

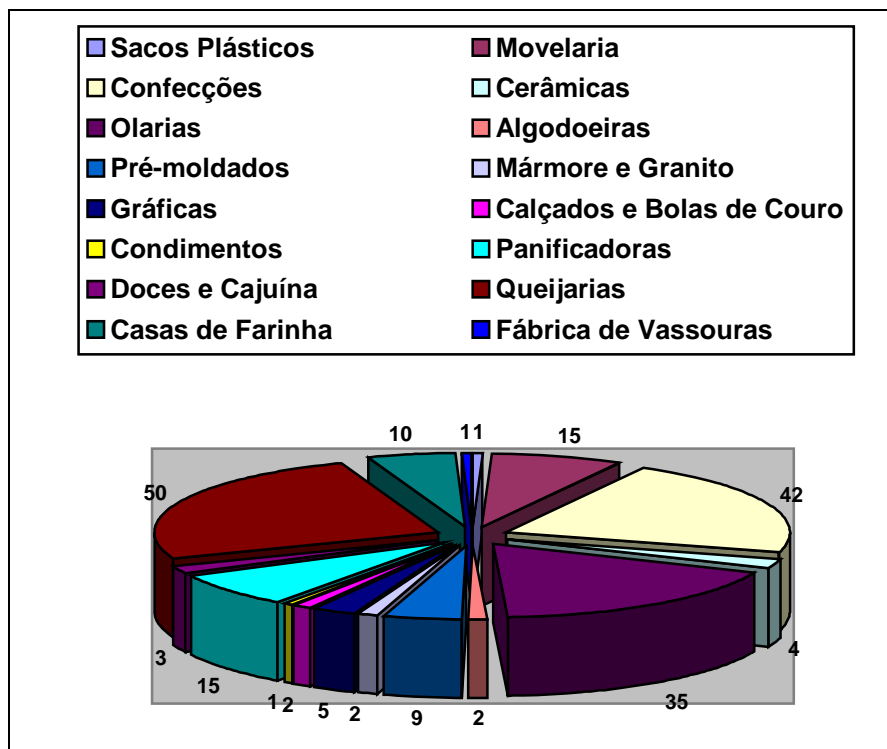
Quando se analisa o setor pela participação na arrecadação do ICMS, observa-se pouca representatividade, não acompanhando a evolução do número de estabelecimentos.

Tabela 8.17: Município de Crateús - Estabelecimentos Industriais e Pessoal Ocupado - Fev/2000

RAMOS DE ATIVIDADES	ESTABELECIMENTOS	PESSOAL OCUPADO
Sacos Plásticos	1	5
Movelaria	15	45
Confecções	42	430
Cerâmicas	4	100
Olarias	35	105
Algodoeiras	2	40
Pré-moldados	9	50
Mármore e Granito	2	20
Gráficas	5	22
Calçados e Bolas de Couro	2	408
Condimentos	1	5
Panificadoras	15	75
Doces e Cajuína	3	20
Queijarias	50	50
Casas de Farinha	10	50
Fábrica de Vassouras	1	2
TOTAL	197	1.427

FONTE: SEBRAE – FEV/2000

Gráfico 8.3: Município de Crateús - Estabelecimentos Industriais e Pessoal Ocupado – Fev/2000



FONTE: SEBRAE – FEV/2000

Com o objetivo de impulsionar o setor industrial na Região, o Governo Municipal, com patrocínio do Estado, está implantando um mini-distrito industrial localizado nas proximidades da BR-226, zona oeste da cidade, situação que facilitará o escoamento da produção. Para tanto os agentes dos setores produtivos reivindicam a pavimentação desta estrada.

Finalmente, o setor industrial do Município, que atualmente apresenta tendência de crescimento pode ser apontado como outro caminho a ser utilizado na geração de emprego. Caberá aos órgãos de fomento à industrialização a nível estadual e municipal orientar ações que estimulem à implantação de empresas em novos ramos do setor, assim como reservar recursos para a expansão e modernização das empresas já existentes.

• Setor Comércio e Serviços

As atividades de comércio no Município de Crateús desempenham papel estratégico na economia do Município visto que, Crateús polariza e se interliga com vários municípios da Microrregião dos Sertões Cearenses, a exemplo de Novo Oriente, Ipaporanga, Poranga, Ararendá, Nova Russas, Catunda, Ipueira, Independência, Monsenhor Tabosa e Tamboril representando um mercado de aproximadamente 240.000 pessoas.

De acordo com informações do IPLANCE e Secretaria Estadual de Indústria e Comércio referente ao período 1993/95, o Município contava com 1178 e 1105 estabelecimentos comerciais, respectivamente, apresentando um decréscimo de 4,7% no mesmo período.

Tabela 8.18: Município de Crateús - Estabelecimentos Comerciais por Gênero de Atividade

GÊNEROS	ESTABELECIMENTOS	
	1993	1995
Animais vivos e Produtos Alimentares	169	640
Bebidas	35	39
Têxtil e Produtos de Trançaria	13	0
Química Farmacêutica e Veterinária	35	32
Vestuário, Artefatos de Tecidos e de Viagem	93	90
Calçados	22	18
Equipamentos Eletro-Eletr. e Comunicação	8	19
Madeira e Mobiliário	24	11
Mecânica	11	7
Materiais de Construção	21	26
Transporte e Acessórios	48	45
Livrarias	7	9
Artefatos de Dec., Adornos e Util. Domésticas	2	13
Borracha, Plásticos e Derivados	4	5
Fumo	2	0
Couro	1	0
Metais	4	2
Diversos	97	18
Atividades Especiais	582	0
TOTAL	1.178	1.105

FONTE: IPLANCE – ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO CEARÁ – 1994

SIC – SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO DO ESTADO DO CEARÁ – IPLANCE, 1994, SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO DO ESTADO DO CEARÁ – SEPLAN, CADASTRO DE CONTRIBUINTE DO ICMS 1995.

As atividades comerciais são bastante diversificadas e os subsetores que mais se destacaram conforme pode-se verificar na Tabela 8.18, foram: artigos de decoração e utilidades domésticas com 550 %; produtos alimentares, que obteve um incremento de 380 % e equipamentos eletro-eletrônicos e comunicação, com 225 %.

No que se refere aos dados de arrecadação do ICMS apresentados na Tabela 8.19 fica demonstrado o peso do comércio na economia do Município, visto que, em 1994 o ICMS arrecadado no setor, correspondeu a 57,2%; em 1995 correspondeu a 67,6% e em 1996 a 82,3%, do total arrecadado.

Quanto ao setor serviços, em 1995 as atividades de alimentação, reparação e manutenção, contavam com a maior parte do número de estabelecimentos. Este setor está apoiado, principalmente, na prestação de serviços de alimentação que detém cerca de 61% do total de estabelecimentos.

Tabela 8.19: Município de Crateús - Arrecadação do ICMS por Categoria de Atividade - (R\$) 1,00

DISCRIMINAÇÃO	1994	1995	1996
Comércio	333.813,32	801.155,47	1.015.813,45
Indústria	69.386,82	137.116,35	66.066,19
Agricultura	1.344,27	627,02	1.511,46
Pecuária	3.514,08	8.759,17	10.558,81
Avicultura	-	67,20	-
Outros Produtos Primários	6.289,17	13.918,79	18.754,33
Piscicultura	-	-	33,02
Transportes	8.091,97	16.757,76	20.861,50
Venda de Comb., Gás e Lub.	4,77	-	-
Minerais	11,45	-	17,85
Outros	161.541,55	207.027,43	99.644,77
TOTAL	583.997,40	1.185.429,19	1.233.261,38

FONTE: SECRETARIA DA FAZENDA - LISTAGEM DO ICMS ARRECADADO PELOS MUNICÍPIOS, 1997

O município de Crateús, neste contexto, apresenta-se como um núcleo de comercialização e de prestação de serviços de abrangência microrregional. Sua função

comercial é histórica, estando relacionada à posição geográfica como ponto de passagem para comercialização de gado. Atualmente, mantêm esta condição de entroncamento de circulação viária, interligando-se inclusive com a capital do Piauí através da BR 226 com trecho não pavimentado. Para sua sede convergem as rodovias regionais BR 403, BR 404 e a CE -187 além da Linha Norte - RFFSA. Estas vias transpõem interligando direta ou indiretamente vários municípios de médio e grande porte, sobretudo aqueles que formam a Região Administrativa – 13 na Região de Inhamus.

Documento elaborado pelo SEBRAE/CRATEÚS, destaca que, desde a implantação do Plano de Estabilização Econômica, os setores produtivos da sociedade crateuense estão aprendendo a conviver com esta nova realidade econômica. De nada adianta querer espelhar-se em outros parâmetros para desenvolver as atividades econômicas no Município e para isso muitos comerciantes estão procurando dinamizar seus negócios. As atitudes mais visíveis que têm caracterizado as mudanças efetuadas pelos lojistas são a ampliação e melhoramento dos estabelecimentos e a diversificação dos produtos, no sentido de poder oferecer qualquer tipo de produto, do mais simples ao mais sofisticado.

Deve-se ressaltar ainda a participação dos segmentos produtivos ligados à economia informal: produção de doces, derivados de leite, extração de areia, pedras e outros. Estas atividades absorvem parte da população não inserida no mercado formal de trabalho, atenuando o desemprego, problema considerado crítico pelo IDT/Crateús, através do estudo "A Evolução do Mercado de Trabalho no Município de Crateús"- 1989-98, que revela crescimento nas taxas de desemprego aberto.

O município de Crateús conta com 4 agências bancárias localizadas na sede do município: Banco do Brasil, Caixa Econômica, Banco do Nordeste e Bradesco.

Finalmente, é importante destacar o município de Crateús como núcleo regional para aquisição de bens e serviços essenciais à população. Pelo que foi exposto, conclui-se que há circulação de capital e uma positiva concentração de unidades bancárias no Município, o que demonstra sua condição de influência microrregional.

8.5.4. Crateús no Contexto Regional e Estadual

Crateús integra a Região Administrativa 13 – Estado do Ceará – 1996, juntamente com os municípios de Ararendá, Catunda, Independência, Ipaporanga, Ipueiras, Monsenhor Tabosa, Nova Russas, Novo Oriente, Poranga e Tamboril, na Mesorregião dos Sertões Cearenses, mais especificamente na localização de latitude 5° 10'42" e longitude 40° 40' 39".

Ocupa uma área de 2.799,60 km² e possui além da sede Crateús, 12 (doze) distritos: Ibiapaba, Monte Nebo, Tucuns, Irapuá, Oiticica, Poti, Santo Antonio, Curral Velho, Santana, Realejo, Lagoa das Pedras e Assis.

O Município está localizado estrategicamente no limite estadual com o Estado do Piauí, guardando, ainda, uma relação de equidistância entre o norte e o sul do Estado, por onde se conecta através de malha rodoviária formada pelas rodovias BR 403/187, BR 404 e BR 226, além da linha Norte da RFFSA. Estas vias transpõem, interligando direta e indiretamente, vários municípios de médio e grande porte, rumando nas quatro direções.

Crateús é também, um dos poucos pontos de cruzamento da Serra da Ibiapaba, através da garganta formada no local de transposição do Rio Poti e por onde também se desenvolvem a linha ferroviária e a BR 226, esta sem pavimentação, até Castelo, no Piauí.

A caracterização como entroncamento rodo-ferroviário e a localização geográfica, tornaram Crateús importante polo regional de distribuição de bens e serviços, desde seu estágio inicial de urbanização, revelando que a cidade sempre teve uma tendência marcadamente comercial.

A relação do Município com os demais na região é expressada, principalmente, na distribuição de bens de consumo através dos 1125 estabelecimentos de comércio varejista diversificado e 19 atacadistas¹. Apenas o município de Nova Russas com 620 estabelecimentos comerciais quebra a relação de dependência com Crateús, chegando a concorrer em alguns segmentos.

A oferta incipiente de bens alimentícios nos Municípios das regiões vizinhas, notadamente a Região 15 – Inhamuns, economicamente inferior, amplia a abrangência

do comércio de Crateús, alcançando os municípios de Quiterianópolis e Tauá. Santa Quitéria, localizado na Região 7, também se abastece, parcialmente, em Crateús².

No comércio de Crateús, predomina a distribuição de gêneros alimentícios, seguido de vestuário, artefatos de tecidos, calçados e materiais de construção em geral e peças e acessórios para veículos, sendo a principal fonte de abastecimento, a capital Fortaleza, seguido de Juazeiro do Norte e dos estados do sul. A cidade de Teresina, apesar da distância de apenas 250 km, contra os 345 km para Fortaleza, não comparece no abastecimento do mercado distribuidor de Crateús².

O município apresenta também potencialidades no desenvolvimento de atividades primárias e secundárias, especialmente a agricultura irrigada e as indústrias de transformação, aproveitando o potencial hídrico existente e a mão de obra capacitada, através dos cursos profissionalizantes existentes no município, ministrados pelo SEBRAE, SESI e SESC. O destino desses produtos é, além do comércio local, os municípios vizinhos e a capital, Fortaleza.

É marcante, também, a influência da base social de Crateús no suprimento de equipamentos e serviços inexistentes nos demais municípios, notadamente nos aspectos de saúde e educação.

Na área de Saúde, Crateús conta com 03 (três) hospitais instalados na sede, agregando uma gama de especializações que reforçam o caráter polarizador do município na região, perdendo somente em diversidade de atendimento para Sobral e para a capital, Fortaleza.

O Setor Educacional também é destaque na região, compondo-se de 152 estabelecimentos de ensino e um *campus* avançado da Universidade Estadual do Ceará – Curso de Pedagogia, para onde convergem alunos de todos os municípios da região.

O município é destaque também nas manifestações culturais, com ênfase para as celebrações religiosas, os folguedos folclóricos, as festas cívicas e as manifestações populares, como o Carnaval.

1 Fonte – Anuário Estatístico do Ceará – 1995/1996.

2 Fonte – CDL de Crateús

8.5.5. Patrimônio Histórico e Cultural

As áreas ou conjuntos de edificações de qualidade arquitetônica e cultural desempenham um papel importante nas políticas de desenvolvimento local. A revitalização de áreas urbanas históricas, algumas vezes abandonadas ou descaracterizadas, podem ter sua política de conservação e recuperação aliada à vitalidade econômica da área, das quais pode-se citar o turismo, além de que, geralmente, são de grande significado simbólico e de reforço da memória da cidade, para as populações locais, regionais ou mesmo nacionais.

Os municípios do Ceará, integrantes da rota ferroviária aqui instalada no começo do século, possuem, em sua maioria, conjuntos arquitetônicos que relatam, não apenas a história da rede, mas, principalmente, a evolução urbana dessas localidades.

Em Crateús, as edificações da Rede Ferroviária são os monumentos de maior importância arquitetônica do Município e, sem dúvida, influenciaram outros conjuntos da cidade, como o representado pela Casa Paroquial e Residência do Bispo, localizados na Praça da Catedral e a residência de Henrique Machado, hoje transformada em Hotel.

Como resgate da memória da cidade, cita-se a Praça e a Catedral do Senhor do Bonfim, e os conjuntos comerciais localizados na rua Pedro II.

No que se refere à cultura pode ser destacada a importância histórica de manifestações populares, principalmente ligadas as comemorações tradicionais da Igreja Católica e iniciativas de grupos locais no sentido de desenvolver atividades como teatro, música, literatura e artes plásticas.

O teatro provoca uma forte influência na sociedade de Crateús. A comunidade uni-se através desse elo cultural expresso em dois grupos do município: Grupo de Teatro Rosa Morais e o Grupo de Teatro Espírita de Crateús. Essa manifestação cultural ganha visibilidade através do Festival de Teatro Amador, anualmente marcando o calendário festivo da região.

Além das festas religiosas e do Festival de Teatro, foi elaborado, a partir do ano 2000, um calendário de eventos, cujo destaque fica com o carnaval, mas que se estende por todo o ano e procura dotar Crateús de atrativos turísticos de importância para a economia local.

O município conta com sete bibliotecas, entre escolares e a Municipal Norberto Ferreira Filho, com excelentes condições de funcionamento. Outro destaque dado à informação impressa fica por com o Jornal Gazeta do Centro-Oeste, de circulação regional, editoração moderna e de boa qualidade gráfica. Além desses atrativos, Crateús dispõe de um Teatro Municipal, recentemente construído e vários outros auditórios, nos quais podem ser realizadas pequenas encenações, além de seminários e palestras de interesse público.

O patrimônio cultural e histórico também pode ser reconhecido em edificações como a da Rede Ferroviária. Esse e outros monumentos arquitetônicos do município influenciaram a aparelhagem urbana da cidade, como está representado pela Casa Paroquial e pela Residência do Bispo, localizadas na Praça da Catedral e pela residência de Henrique Machado, hoje transformada em Hotel.

Entre as festas populares mais importantes estão as comemorações do dia do Senhor do Bonfim (1º de janeiro), e a festa de São José e a do município (6 de julho). Diversos outros eventos (Festival Municipal de Quadrilhas - junho, Feira de Negócios da Região de Crateús - agosto, Carnacrat - setembro, Festival de Música "Canta Crateús" - setembro e etc.) também atraem pessoas da sede municipal e até de outros municípios vizinhos fazendo da cultura local uma alavanca para estimular o turismo da região. Como resgate da memória da cidade cita-se a praça e a catedral do Senhor do Bonfim, e os conjuntos localizados na rua Pedro II.

8.5.6. Componente Indígena

Embora situada fora da área de influência direta, pois situa-se no extremo sul, oposto a área da Barragem Fronteiras, maior atenção deve ser dispensada à área indígena do distrito de Monte Nebo, reconhecida pela FUNAI - Fundação Nacional do Índio, mas cuja área territorial ainda não foi demarcada. A quase totalidade dos habitantes da sede do referido distrito são descendentes dos índios potiguaras, sendo necessário a realização de um trabalho de resgate cultural nesta região. A área conta, também, com um sítio com evidências arqueológicas, situado na Chapada da Ibiapaba, onde foram encontrados ossos humanos numa gruta, confirmando a história de um massacre de indígenas por fazendeiros da região em tempos remotos.

8.5.7. Planos e Programas Governamentais

8.5.7.1. Política de Desenvolvimento Econômico

Programa de Desenvolvimento da Agropecuária

- Fortalecer a competitividade dos produtos agrícolas em função das exigências do mercado regional, nacional e internacional;
- Aumentar os níveis de produtividade, desenvolvendo a agroindústria e ampliando o abastecimento alimentar, gerando emprego e renda na área rural;
- Elevar a cultura do algodão à categoria de programa prioritário, considerando os efeitos econômicos e sociais positivos;
- Fortalecer a pecuária, calcada no tripé, alimentação, melhoramento genético e sanidade dos rebanhos, numa combinação dos agentes do setor com vistas a reforçar os elos da cadeia produtiva.

Programa de Expansão do Setor Industrial

- Criar eixos dinâmicos;
- Consolidar as unidades industriais têxteis e de confecções existentes;
- Desenvolver um segmento coureiro-calçadista;
- Expandir a agroindústria como segmento de dinamismo, integrando a indústria com o setor primário buscando elevar o valor agregado da economia do município;
- Consolidar e reforçar a estrutura industrial e sua integração com o conjunto da economia.

Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Comércio

- Consolidar o município de Crateús como pólo de comercialização na região do Inhamus.

- Integrar empresas comerciais sediadas no município com empresas de mesmo gênero de outras regiões do estado e do país.
- Viabilizar as condições para a promoção e comercialização dos produtos agropecuários.

Programa de Ampliação e Melhoria da Infra-Estrutura de Suporte

Econômico

- Dotar o município de uma infra- estrutura hídrica capaz de atender à demanda de água de boa qualidade para consumo humano, para a agropecuária, irrigação, indústria, comércio e serviços;
- Criar condições capazes de garantir a convivência da população residente com a seca;
- Garantir a oferta adequada de infra-estrutura de transportes e energia elétrica;
- Assegurar a integração da economia do município de Crateús em bases competitivas.

Programa de Capacitação e Tecnologia

- Inserir tecnologia no processo de desenvolvimento do município;
- Viabilizar a apropriação econômica e social dos resultados das atividades de ciência e tecnologia no âmbito do município;
- Contribuir para melhorar as condições de competitividade da economia do município.
- Instalação de uma incubadora tecnológica de empresa;

Política de Desenvolvimento Urbano e Proteção Ambiental

A Política de Desenvolvimento Urbano e Proteção Ambiental em Crateús deve proporcionar a compatibilização entre a conservação do ambiente natural com a produção do espaço edificado, com vistas a promover condições saudáveis de habitabilidade humana. O desafio é fazer com que a cidade se desenvolva em harmonia e que seja possível qualificar o território urbano municipal, de forma a valorizar a sua paisagem, seu patrimônio cultural, suas tradições e as vocações locais. Esta política segue as seguintes diretrizes gerais:

- Adotar para a sede municipal, Crateús, soluções infra-estruturais adequadas de saneamento básico e implantação de equipamentos comunitários
- Assegurar que a dinâmica da urbanização da cidade de Crateús seja alterada possibilitando a melhoria da qualidade de vida dos moradores e visitantes, através do estabelecimento de normas legais referentes ao processo de produção do espaço físico.
- Adotar parâmetros de adensamentos populacionais compatíveis com a infra-estrutura existente e projetada, e considerando os vetores naturais de crescimento da cidade.
- Assegurar o acesso à todas as localidades da cidade e projetar melhorias nas ligações com os distritos e com os municípios da região.
- Estabelecer programas e projetos para o desenvolvimento de um Sistema de Transporte Público entre os bairros da cidade e entre os distritos e sede municipal.
- Implementar programas de melhoria da infra-estrutura básica nos distritos, iniciando-se pelas localidades de Monte Nebo, Ibiapaba e Tucuns, tendo em vista os programas e projetos da Política de Desenvolvimento Econômico, atribuídos ao município.
- Incentivar a sociedade civil organizada à participação na continuidade do processo de planejamento do município, e, ao mesmo tempo, induzir a população a funcionar como agente fiscalizador da implementação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e seus diversos produtos.

O resultado prático dessa política urbana e ambiental pode ser acompanhado mais detalhadamente nos Projetos Estruturantes.

8.5.7.2. Política de Desenvolvimento Social

Programa de Educação Básica

- Integração da educação infantil com as séries iniciais do primeiro grau, assegurando o processo de alfabetização.
- Eliminação da repetência num período de 15 anos;
- Eliminação da evasão escolar num período de 10 anos;

- Priorização da alfabetização nas quatro primeiras séries do primeiro grau e oferecendo ao aluno a escolaridade de 5ª a 8ª séries;
- Contemplar na escola aspectos éticos , normas de cidadania e de respeito ao meio ambiente;
- Programa de educação à distância, através de telecurso para alunos de 5ª a 8ª séries, aproveitando-se experiências positivas já comprovadas;
- Informatização da escola pública de forma progressiva, proporcionando ao aluno condições de inserir-se na modernidade do trabalho;
- Adequação das programações curriculares aos parâmetros nacionais.
- Habilitação de professores leigos;
- Oferta de curso de graduação via Instituto de Formação do Professor da Universidade Federal do Ceará;
- Capacitação de professores, dirigentes e especialistas que atuam da primeira a quarta série no ensino fundamental.
- Formação inicial e continuada para os professores de 5ª a 8ª séries.

Programa de Saúde e Qualidade de Vida

- Ampliação e melhoria da assistência ao pré-natal, parto e primeira infância, orientando quanto a problemas da gestação, alimentação, imunização, aleitamento, higiene, medicina alternativa e práticas alternativas;
- Intensificação de campanhas de vacinação;
- Ampliação dos programas de suplementação de vitaminas e alimentos, com o objetivo de reduzir os efeitos dos déficits nutricionais em grupos vulneráveis;
- Desenvolvimento de ações de educação em saúde, tendo em vista a conscientização da população a respeito dos fatores de risco das doenças;
- Capacitação de pessoal na área dos serviços de saúde;

- Implantação de um centro de referência para atendimento multiprofissional ao idoso.

Programa de Assistência Social

- Atendimento a crianças e adolescentes através de ações de proteção e sócio-educativas complementares de esporte, cultura e lazer;
- Atendimento especializado a crianças e adolescentes em situação de risco pessoal e/ou social, visando a superação do quadro de vulnerabilidade a que estão expostos;
- Apoio à organização de grupos sociais buscando a melhoria da gestão, da organização das comunidades e o resgate da cidadania;
- Desenvolvimento de ações de combate a fome que garantam a suplementação alimentar para crianças, gestantes e idosos em situação de risco nutricional;

Programa de Melhoria das Condições de Moradia

- Ampliação da oferta de habitação, visando atender preferencialmente famílias de baixo poder aquisitivo;
- Melhoria das condições das habitações em aglomerados rurais atingidos por endemias;

8.6. ANALISE INTEGRADA

Após a realização do diagnóstico detalhado dos meios físico, biótico e antrópico da área de influência do empreendimento pode-se constatar que não serão desencadeados processos de extinção de espécies, seja da flora, ou seja da fauna, haja vista que as espécies diagnosticadas são comuns nas regiões próximas . Ressalte-se que o objetivo principal do barramento é o abastecimento das populações carentes de água e, conseqüentemente, de insumo produtivo, vislumbrando-se que não serão prejudicadas a biocenose e a cadeia trófica do ecossistema da Caatinga.



Engesoft Engenharia e Consultoria S/S
Av. Pe. Antônio Tomás, 2420 – 10º Andar – Aldeota – CEP 60140-160
PABX 3261-4890 – Fax: 3268-1972
Fortaleza – Ceará – Brasil