

GOVERNO DO ESTADO



CEARÁ

AVANÇANDO NAS MUDANÇAS

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
COMPANHIA DE DOS RECURSOS HÍDRICOS -COGERH
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROURB CE

ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL - E IA
RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL - RIMA
LEVANTAMENTO CADASTRAL E PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO
DA BARRAGEM FAÉ EM QUIXELÔ - CE

TOMO I EIA

GAIA

FORTALEZA
JUNHO DE 1999



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ-PROURB-RH/CE

**ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS DE IMPACTO
AMBIENTAL - EIA E RELATÓRIO DE IMPACTO
AMBIENTAL - RIMA E O LEVANTAMENTO
CADASTRAL E PLANO DE REASSENTAMENTO DA
POPULAÇÃO DA BARRAGEM FAÉ EM
QUIXELÔ - CEARÁ**

**TOMO I
EIA**

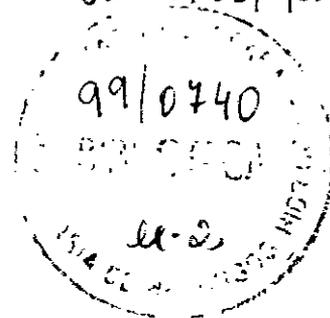
Lote. 02568 - Prep () Scan () Index ()
Projeto N° 0243101 / pt. 01/c
Volume /
Qtd. A4 _____ Qtd. A3 _____
Qtd. A2 _____ Qtd. A1 _____
Qtd. A0 _____ Outros _____



GAIA CONSULTORIA AMBIENTAL

FORTALEZA-CEARÁ
JULHO/99

0243/03/ pt 01/e



ÍNDICE



ÍNDICE - TOMO I

APRESENTAÇÃO	1
1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	3
2 – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	7
2.1 – INTRODUÇÃO	8
2.2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	9
2.3 – CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO	11
2.3.1 – Estudos Básicos	11
2.3.1.1 – Considerações Gerais	11
2.3.1.2 – Estudos Topográficos	11
2.3.1.3 – Estudos Geológicos	14
2.3.1.4 – Estudos Geotécnicos	15
2.3.1.5 – Estudos Hidrológicos	17
2.3.1.6 – Estudo dos Deflúvios	17
2.3.1.7 – Dimensionamento do Reservatório e Determinação da Vazão Regularizada	17
2.3.1.8 – Dimensionamento do Sangradouro	20
2.3.2 – Estudo das Alternativas	23
2.3.2.1 – Alternativas Locacionais	23
2.3.2.2 – Comparação entre Alternativas	26
2.3.2.2.1 – Condicionantes Hidrológicos	26
2.3.2.2.2 – Desapropriação e Remanejamento Populacional	33
2.3.2.2.3 – Condicionantes de relevo e de Topografia	34
2.3.2.2.4 – Condicionante Geológicos e Geotécnicos	34
2.3.2.3 – Análise Preliminar de Alternativas	35
2.3.3 – Localização Escolhida para o Empreendimento	37
2.3.3.1 – Justificativa de Localização do Barramento	37
2.3.4 – Caracterização do Projeto/Dados Técnicos do Empreendimento	40
2.3.4.1 – Ficha Técnica da Barragem	40
2.3.4.2 – Outros Dados do Empreendimento	41
2.3.4.3 – Disposição das Jazidas de Empréstimo	42
2.3.5 – Análise de Risco	45
2.3.5.1 – Introdução	45
2.3.5.2 – Conceitos básicos	45
2.3.5.3 – Riscos em Recursos Hídricos	46



2 3 5 4 –	Análise de Risco nos Recursos Hídricos.	46
2 3 6 –	Projeto da Adutora	47
2 3 7 –	Plano de Utilização Múltipla do Reservatório	49
2 3 7 1 –	Aproveitamento com abastecimento d'água.	49
2 3 7 1 1 –	Situação Atual do Abastecimento D'água da Cidade de Quixelô.	50
2.3.7.1.2 –	Síntese do Sistema de Abastecimento Proposto.	50
2 3 7 2 –	Aproveitamento com Irrigação	51
2 3 7 2 1 –	Estudos de Solos	51
2 3 7 3 –	Planejamento Agrícola	53
2.3.7.4 –	Aproveitamento com Piscicultura	55
2 3 7.5 –	Aproveitamento com Turismo e Lazer	62
2 3 7 5 1 –	Atividades Potenciais e Programadas de Turismo na Área da Barragem.	63
2 3 7 5 2 –	Recetas do Programa	64
2.3 8 –	Áreas de Influência do Reservatório	65
2 3 8 1 –	Área de Influência Direta.	65
2 3 8 2 –	Área de Influência Indireta	65
2 3 9 –	Análise Econômica do Empreendimento	65
2 3 9 1 –	Introdução	65
2.3.9.2 –	Relação de Custos.	66
2.3 9.3 –	Benefícios	69
3 –	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	70
3 1 –	MEIO ABIÓTICO OU FÍSICO	71
3.1 1 –	Geologia Regional e Local.	71
3 1 1 1 –	Aspectos Estruturais.	74
3 1 1 2 –	Recursos Minerais.	75
3 1 1 3 –	Aspectos Erosivos e de Assoreamento	77
3 1 1 4 –	Instabilidade de Encostas.	79
3 1 1 5 –	Geotécnica	80
3.1 1.6 –	Aspectos Sísmicos da Região Nordeste.	82
3 1 2 –	Geomorfologia.	82
3.1 3 –	Solos e Uso do Solo	86
3 1 3 1 –	Uso do solo	87
3.1 4 –	Recursos Hídricos	89



3.1.4.1 – Águas Superficiais.	89
3 1 4 2 – Águas Subterrâneas	91
3.1.5 – Climatologia.	92
3 1 5 1 – Pluviometria	94
3 1 5 2 – Temperatura.	94
3 1 5 3 – Umidade Relativa	96
3.1.5.4 – Insolação Média.	96
3 1 5.5 – Ventos.	97
3.1 5.6 – Evaporação Média	97
3 1 5 7 – Evapotranspiração.	98
3.1.5.8 – Classificação do Clima segundo Thomthwaite.	99
3 2 – MEIO BIÓTICO OU BIOLÓGICO	100
3.2.1 – Vegetação e Flora	100
3 2 2 – Fauna	102
3 2 3 – Relações Biológicas e Ecológicas.. . . .	105
3 2 4 – Caracterização dos Ecossistemas Existentes	106
3.2.5 – Limnologia	106
3 3 – MEIO ANTRÓPICO	107
3 3 1 – Os Municípios da Área de Influência do Empreendimento	107
3 3 2 – Caracterização da População Atingida O Município de Quixelô	108
3 3 2 1 – Histórico e Localização do Município.	108
3.3 3 – Aspectos demográficos	109
3.3.3.1 – População	109
3 3 3.2 – Domicílios	115
3 3 3 3 – Migração	118
3 3 3 4 – Registro Civil	120
3.3.3.5 – Religião	120
3 3 3 6 – Cor ou Raça	122
3 3 3 7 – Associativismo	122
3.3 4 – Aspectos Econômicos	123
3.3 4 1 – Emprego e renda.	124
3 3 4.2 – Estrutura Fundiária e Uso da Terra	125

ANEXO



GAIA CONSULTORIA AMBIENTAL

LISTA DE QUADROS



Quadro 3.13 – Evaporação média na estação de Quixelô	97
Quadro 3.14 – Evapotranspiração potencial (Thorntwaite & Mather) na Estação de Quixelô	98
Quadro 3.15 – Listagem das espécies mais representativas na flora da área do futuro açude público Faé – Quixelô-CE	101
Quadro 3.16 – Espécies da fauna da região do futuro açude Faé	103
Quadro 3.17 – Inserção do município de Quixelô, na Microrregião de Iguatu	109
Quadro 3.18 – População residente em Quixelô no período de 1970 a 1996	111
Quadro 3.19 – Taxa geométrica de crescimento da população residente em Quixelô, segundo a situação domiciliar	112
Quadro 3.20 – População residente em Quixelô, por sexo e situação domiciliar 1991-1996	113
Quadro 3.21 – População total residente no município de Quixelô, por grupos de idade 1991-1996	114
Quadro 3.22 – População residente, por grupos de idade e sexo, 1991	114
Quadro 3.23 – Total de domicílios em Quixelô e número médio de moradores por domicílio, de acordo com a situação, 1991-1996	116
Quadro 3.24 – Características do chefe em domicílios particulares permanentes, por situação, 1991	117
Quadro 3.25 – Domicílios particulares com abastecimento de água e instalações sanitárias adequadas e lixo coletado, 1991	118
Quadro 3.26 – Origem de pessoas não naturais do município de Quixelô, 1991-1996	119
Quadro 3.27 – População residente em Quixelô, por religião, 1991	121
Quadro 3.28 – População residente, por cor ou raça, e sexo, 1991	123
Quadro 3.29 – Pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, por setor de atividade, 1991	124
Quadro 3.30 – Indicadores de renda em Quixelô, 1995	125
Quadro 3.31 – Estrutura fundiária de Quixelô	126
Quadro 3.32 – Número e área dos estabelecimentos em Quixelô, por condição do produtor, 1995-1996	126
Quadro 3.33 – Utilização das terras no município de Quixelô, 1995-1996	127
Quadro 3.34 – Número e área dos imóveis rurais por classes de áreas Posição em 03/98	128
Quadro 3.35 – Número e área dos imóveis rurais produtivos e improdutivos, por categoria do imóvel. Posição em 03/98	128

TOMO II

Quadro 4 1 – Listagem das Ações do Empreendimento	131
Quadro 4 2 – Listagem dos Componentes do Sistema Ambiental	132
Quadro 4.3 – Esquema representativo da Matriz de Leopold	133
Quadro 4 4 – Conceituação dos Atributos Utilizados na Matriz	134
Quadro 4 5 – Descrição dos Impactos Ambientais da Área de influência funcional do Empreendimento/Fase de Estudos Básicos	136
Quadro 4 6 – Descrição dos Impactos Ambientais da área de influência funcional do Empreendimento/Fase de Implantação	137
Quadro 4.7 – Descrição dos Impactos ambientais da área de influência funcional do empreendimento/Fase de Pré-operação	144
Quadro 4.8 – Descrição dos Impactos Ambientais da área de influência funcional do empreendimento/Fase de Operação	146
Quadro 4 9 – Descrição dos Impactos Ambientais da área de influência funcional do empreendimento/Fase de controle e monitoramento Técnico Ambiental	149
Quadro 4 10 – Síntese da Avaliação Matricial – Açude Público Faé	164
Quadro 4 11 – Histogramas dos resultados da Análise Matricial – Fases do Empreendimento versus Meio Físico Área de influência funcional do Açude Público Faé, Quixelô –Ce	165
Quadro 4.12 – Histogramas dos resultados da Análise Matricial – Fases do Empreendimento versus Meio Biótico Área de influência funcional do Açude Público Faé, Quixelô –Ce	166
Quadro 4 13 – Histogramas dos resultados da Análise Matricial – Fases do Empreendimento versus Meio Sócio-Econômico Área de influência funcional do Açude Público Faé, Quixelô –Ce	167
Quadro 4.14 – Histogramas dos resultados da Análise Matricial – Fases do Empreendimento versus Meio Físico Área de influência funcional do Açude Público Faé, Quixelô –Ce.	168
Quadro 4 15 – Histogramas dos resultados da Análise Matricial – Impactos Totais por cada Fase do Empreendimento. Área de influência funcional do Açude Público Faé, Quixelô-Ce	169
Quadro 4.16 – Riscos e tipos de medidas	171
Quadro 4 17 – Exemplos de Solicitações e Capacidades na Engenharia dos Recursos Hídricos	172
Quadro 4 18 – Aplicações de Análise de Risco de Impactos Ambientais	173



Quadro 5.1 – Descrição dos Impactos Ambientais da Área de Influência Funcional do Empreendimento/Fase de Estudos Básicos	184
Quadro 5.2 – Descrição dos Impactos Ambientais da Área de Influência Funcional do Empreendimento/Fase de Implantação	185
Quadro 5.3 – Descrição dos Impactos Ambientais da Área de Influência Funcional do Empreendimento/Fase de Pré-Operação	193
Quadro 5.4 – Descrição dos Impactos Ambientais da Área de Influência Funcional do Empreendimento/Fase de Operação	195
Quadro 5.5 – Descrição dos Impactos Ambientais da Área de Influência Funcional do Empreendimento/Fase de Controle e Monitoramento Técnico Ambiental	199
Quadro 5.6 – Quantidade de Peixes e Camarão para o Povoamento e Repovoamento do Açude Faé	223
Quadro 5.7 – Artes de Pesca e Pessoal Envolvido no Açude Faé	225
Quadro 6.1 – Listagem das Espécies mais Representativas da Flora da Área do Futuro Açude Público Faé – Quixelô – Ce	236
Quadro 6.2 – Características de Algumas Espécies de Aves e Mamíferos da Região em Estudo	237
Quadro 6.3 – Espécies da Fauna da Região do Futuro Açude Faé	237
Quadro 6.4 – Áreas a serem Desmatadas no Açude Faé – Quixelô – Ce	239
Quadro 6.5 – Listagem das Espécies mais Representativas da Flora Regional Identificadas da Área da Bacia Hidrográfica do Açude Faé – Quixelô – Ce	240
Quadro 6.6 – Forma e/ou Tipos de Desmatamento	241
Quadro 6.7 – Acondicionamento e contenção de alguns mamíferos	243
Quadro 6.8 – Cronograma de Implantação do Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica e Adjacentes do Açude Faé em Quixelô – Ce	244

APRESENTAÇÃO

Av Desembargador Moreira, 2020, sala 407, Aldeota, CEP 60 170-002, Fortaleza-Ce
Tel (085) 224-8880

000012



APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se aos Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Açude Faé, conforme estipulado nos termos de referência relativos à Carta Convite - CC nº 014/98/PROURB-RH/SRH/CE, elaborada pela Secretana dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará

O estudo se insere no contexto do PROURB/CE - Projeto de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos, especificamente no segmento de ações no setor hídrico, que prevê a implantação de açudes e adutoras associadas para abastecimento d'água a populações urbanas

A GAIA Consultoria Ambiental Ltda, estabelecida à Av. Desembargador Moreira 2020, sala 407, bairro Aldeota, Fortaleza, Ceará é a empresa responsável pela elaboração deste EIA/RIMA

Os Estudos de Impactos Ambientais está dividido em dois Tomos No Tomo I apresenta uma caracterização do empreendimento envolvendo uma discussão a cerca dos aspectos físicos e sócio-econômicos da área, acrescida por uma descrição dos estudos topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos desenvolvidos nos locais onde poderá ser implantada a barragem Algumas considerações relacionadas ao uso múltiplo do reservatório, seus benefícios e aproveitamento em relação às áreas de influência, análise de risco e análise de viabilidade econômica do empreendimento, também são abordados neste documento

No Tomo II está apresentada a identificação e avaliação dos impactos ambientais, planos de medidas mitigadoras e planos e projetos co-localizados

Fortaleza, Julho de 1999

Renato Carrhá Leitão

Diretor Técnico



1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR



1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O empreendedor dos Estudos de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Açude Faé, é o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria dos Recursos Hídricos -SRH

Os estudos estão inseridos no contexto do Projeto de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará - PROURB-CE, e os recursos financeiros, necessários à elaboração dos mesmos, oriundos do Banco Mundial

NOME DO EMPREENDEDOR: GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Governador Tasso Ribeiro Jereissati

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS
Secretário: Hypérides Pereira de Macêdo

C.G.C: 11 821 252/0001-42

ENDEREÇO: Av Sen Afonso Albuquerque Lima S/N Centro Adm Gov. Virgílio Távora -
Edifício SEDUC – Bloco C 1º Andar – CEP 60.819-900 – Fortaleza –CE

ATIVIDADE EXERCIDA:

Inserido no polígono das secas, o estado do Ceará convive ao longo de sua história com a questão da incerteza e escassez de água, quase sempre insuficiente para atender as demandas das diversas regiões do Estado. As políticas de enfrentamento às secas, adotadas até há alguns anos, mostraram-se ineficientes, não conseguindo reverter o quadro crítico de pobreza e esvaziamento do interior.

Salienta-se que a baixa disponibilidade de recursos hídricos, resultante das características adversas do clima semi-árido, constitui-se num dos maiores empecilhos ao desenvolvimento sustentável do Estado, e vem sendo objeto de ações concretas do governo. Este, imbuído da missão de buscar alternativas para a regularização da oferta hídrica do Estado, tem adotado políticas de gerenciamento que visam a distribuição democrática e uniforme dos seus recursos hídricos

Face a tal realidade, a partir de 1987, o governo passou a implantar uma série de medidas legais e programáticas de forma a encaminhar uma solução racional para superação das restrições que caracterizam a oferta e o uso da água no Ceará. Um marco importante foi a criação da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH

Criada através da Lei nº 11.306 de 01/04/87, a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH, tem como incumbência "promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do estado, coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos e serviços tocantes a recursos hídricos, e promover a articulação dos órgãos e entidades estaduais do setor com os federais e municipais"



De modo a viabilizar as ações preconizadas na sua missão, a SRH, através de consórcio entre empresas consultoras, SIRAC/VBA/AGUASOLOS, elaborou, e publicou em 1992, o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, o qual tinha como finalidade primordial o dimensionamento das potencialidades e disponibilidades hídricas da região, análise das alternativas de infra-estrutura viáveis, tanto para anos secos como para os de pluviometria normal, e identificar ações institucionais e legais necessárias

Na verdade, o Ceará foi o primeiro estado do Nordeste a assumir o planejamento de seus recursos hídricos. Com o Plano Estadual, o governo do estado, através da SRH, assumiu a responsabilidade pela complementação da sua infra-estrutura hídrica de porte médio, tarefa até então do DNOCS.

Com base no Plano, foi implantada a Política Estadual de Recursos Hídricos que estabelece como prioridade máxima o aumento da oferta de água para o abastecimento das populações humanas. Neste contexto, cita-se a Lei nº 11 996, de 24 de Julho de 1992 e a instituição de um Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos no Estado, o SIGERH, com a finalidade de planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, o controle, a conservação, a proteção e a preservação dos recursos hídricos

O SIGERH, congrega instituições estaduais, federais e municipais que atuam 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 das águas e da sociedade civil

A SRH como órgão gestor do SIGERH, apresenta, como vinculadas, três instituições, que representam os seus principais instrumentos de gestão. São elas: a COGERH – Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará, responsável pelo gerenciamento da oferta de água em mananciais superficiais e subterrâneos situados no âmbito do Estado; a SOHIDRA – Superintendência de Obras Hidráulicas, cuja missão é a execução de obras e serviços para aproveitamento dos recursos hídricos, e a FUNCEME, considerada como o braço tecnológico da SRH, realizando estudos e pesquisas em recursos hídricos e áreas afins

Dentro desta conjuntura, é importante ressaltar o aporte maciço de investimentos de capital estrangeiro ao Estado do Ceará, principalmente do Banco Mundial, através de programas como PROURB, PROÁGUA e PROGERIH. A concepção destes programas representa um passo significativo no processo de gestão dos recursos hídricos do Estado.

O Projeto de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROURB-CE, foi concebido com o objetivo promover o desenvolvimento urbano sustentável, através do ordenamento do espaço físico e fortalecimento das funções urbanas, do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, e da capacitação institucional do estado e municípios. Através do seu componente de infra-estrutura em recursos hídricos, a SRH espera regularizar o abastecimento de água para os diferentes usos, mediante uma melhor distribuição espacial e aumento da oferta deste recurso



Assim, prevê-se a construção de reservatórios superficiais, com volumes variando de 10 a 50 milhões de metros cúbicos num prazo de cinco anos, devendo-se implantar, no mesmo período, adutoras para transporte da água aos centros urbanos

Com o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido Brasileiro – PROÁGUA-CE, espera-se garantir a ampliação da oferta de água de boa qualidade para o semi-árido brasileiro, com a promoção do uso racional desse recurso, de tal modo que sua escassez não continue a se constituir em um impedimento ao desenvolvimento sustentável da região. O Programa está estruturado em quatro pilares básicos: o fortalecimento institucional, obras prioritárias, elaboração de estudos e projetos de aproveitamento de recursos hídricos e a supervisão, acompanhamento e avaliação do programa

Entre as ações previstas no PROÁGUA para o fortalecimento institucional, a nível estadual, cita-se, entre outros, o treinamento e capacitação de recursos humanos, a aquisição de equipamentos, o desenvolvimento de sistemas de informações em recursos hídricos, o apoio à implementação do sistema de planejamento e gestão de recursos hídricos, o apoio à implementação da base legal, o monitoramento de qualidade e quantidade da água em bacias com problemas críticos, o desenvolvimento e implementação de sistemas de outorga e cobrança pelo uso da água, e auxílio nos processos de organização das ações dos usuários da água

De modo a continuar os avanços pretendidos, o Ceará tem desenvolvido uma série de iniciativas no âmbito do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos - PROGERIRH, que visam a implementação de soluções definitivas para o problema de insegurança no fornecimento de água no Estado. Assim, o PROGERIRH se propõe a ampliação da capacidade institucional do SINGERH e a consolidação de um novo modelo de gestão

Para tal, o PROGERIRH propõe-se à implantação de eixos de integração entre bacias, visando aproximar água aos solos de melhor qualidade; preenchimento de vazios hídricos, complementando a ação do PROURB, e o desenvolvimento institucional. O PROURB está dando apoio financeiro à implantação do processo de gestão das águas do Ceará à nível macro, para todo o Estado. Com o PROGERIRH pretende-se alcançar o nível de bacia e sub-bacia, onde o governo estadual já possa garantir água sem incerteza e com qualidade. Neste sentido, pode-se dizer que o PROGERIRH representa um desdobramento do PROURB.

A partir deste conjunto de ações, o governo do Ceará, através da SRH, espera figurar no cenário nacional, implementando, já no início deste novo século, uma estrutura organizacional e institucional fortalecida, capaz de atender com prontidão e eficiência as necessidades hídricas de todos os seus usuários



2 – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO



2 – CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1 - INTRODUÇÃO

Atualmente o Governo do Estado, através da Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), acha-se empenhado na execução de um ambicioso programa, o PROURB - Projeto de Desenvolvimento e Gestão dos Recursos Hídricos, que tem como um dos objetivos principais a complementação da infra-estrutura hídrica de porte médio do estado. O Programa visa regularizar o abastecimento de água, mediante o aumento da oferta e de um gerenciamento integrado, no qual associam-se os aspectos quantidade e qualidade

O PROURB/CE beneficiará, diretamente, as populações localizadas nas periferias urbanas, em áreas degradadas ou de risco e em pequenos núcleos urbanizados ou pólos regionais. De modo indireto, serão beneficiados os demais segmentos sociais das cidades, com a estruturação das áreas urbanas, expansão de serviços básicos e regulamentação do suprimento de água, fatores essenciais à dinamização de atividades econômicas. As populações das áreas rurais e de pequenos núcleos, situadas nas proximidades dos reservatórios e ao longo das adutoras a serem construídas, também serão beneficiados

Dentro desta ótica, o açude Faé, resultante do barramento do Riacho Faé no município de Quixelô, foi um dos açudes selecionados nos Estudos de Hierarquização das barragens do PROURB-CE. Foi concebido com o objetivo de promover o abastecimento d'água à cidade de Quixelô, bem como a irrigação das áreas aluviais e o desenvolvimento da piscicultura na região. É importante ressaltar que um dos grandes benefícios advindos da construção desta barragem é a prevenção de impactos negativos associados à possibilidade de arruamento da barragem de Angicos, também localizada no Riacho Faé e construída de modo extremamente precário

Assim, para conhecer os problemas relativos aos impactos que a construção da barragem Faé causará sobre o meio ambiente, tornou-se fundamental uma avaliação dos aspectos relacionados ao ecossistema vigente, baseada não só em estudos exploratórios já existentes, como também em informações obtidas diretamente na área

Tomando-se como ponto de partida o Projeto Executivo da Barragem Faé, ainda em fase de elaboração pela VBA Consultores, realizou-se uma análise detalhada das características gerais da região, complementada por uma discussão a cerca dos estudos topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos desenvolvidos nos locais onde poderá ser implantada a barragem, os quais serão abordados durante os estudos básicos para a elaboração do EIA/RIMA. Tais estudos, além de subsidiar a definição precisa do local de implantação da barragem, também forneceram informações importantes ao dimensionamento do reservatório

Vale ressaltar que nos estudos preliminares à elaboração do Projeto Executivo, realizados com base nas cartas de 1:100.000 da SUDENE, identificou-se possíveis boqueirões barráveis na região. Tais estudos apontavam, inicialmente, para duas alternativas. A primeira alternativa, mais à montante, situava-se próximo à localidade de Paus Brancos. A segunda, próxima à Carnaubinha, foi identificada pela SRH durante uma viagem de inspeção a campo, e teve sua concepção associada à menor distância que a mesma apresentava ao Município de Quixelô

Posteriormente, dois outros boqueirões foram identificados pela VBA, na tentativa de se evitar a inundação do povoado de Santo Antônio, pertencente à Acopiara.



A descrição e abordagem técnica destas alternativas, abrangendo aspectos populacionais, ambientais e econômicos, permitiu a seleção da melhor solução para garantir o fornecimento de água à população de Quixelô

2.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem Faé, deverá barrar o riacho de mesmo nome, em local situado ao norte da sede do município de Quixelô - Ce, à montante do povoado denominado Carnaubinha. A Figura 2.1 apresenta um mapa de localização e acesso à área do empreendimento, permitindo a identificação da bacia hidrográfica contribuinte ao açude Faé, bem como a localização do Açude Angicos.

A ligação entre o aglomerado urbano de Carnaubinha e a área da barragem é feita através do trecho inicial, de 16,5 km, da estrada vicinal que liga esta cidade ao município de Acopiara. Esta estrada, com 47 km de extensão total, tem começo no setor norte da sede do município de Quixelô e termina na rodovia CE-021, em um cruzamento situado a 9km ao sul da cidade de Acopiara.

O acesso até a cidade de Quixelô pode ser feito, partindo-se de Fortaleza por duas diferentes trajetórias: a primeira envolve um percurso de 470 km, passando pelos municípios de Pacajús, Russas, Jaguaribe, Icó e Iguatu, pela rodovia BR-116, a segunda com uma extensão 384 km, iniciando na BR-116 e abrange trechos das rodovias BR-122, CE-013 e CE-021, passando pelas cidades de Pacajús, Quixadá, Quixeramobim, Mombaça e Acopiara.

Em resumo, a situação geográfica do município de Quixelô é a apresentada na Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Situação geográfica do município de Quixelô

LOCALIZAÇÃO	Sudeste
LATITUDE	6°15'16"
LONGITUDE	39°12'07"
EXTENSÃO	755 km ²
ALTITUDE DA SEDE	202 m
LIMITE AO NORTE	Acopiara e Solonópole
LIMITE AO SUL	Iguatu
LIMITE A LESTE	Orós
LIMITE A OESTE	Iguatu e Acopiara

Fonte: IBGE/PLANCE

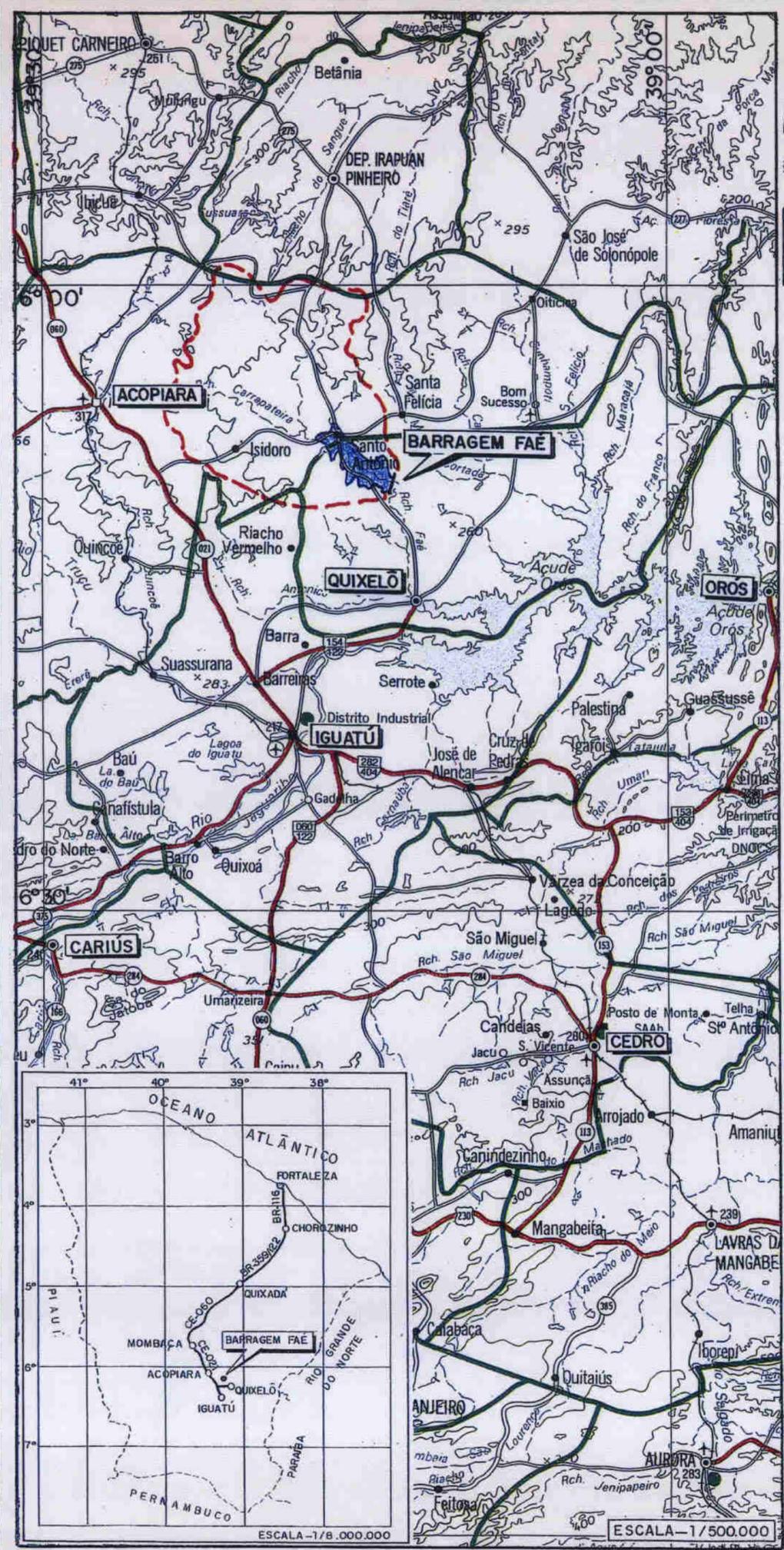


FIGURA 2.1
BARRAGEM FAÉ 000021
 LOCALIZAÇÃO E ACESSO NO CONTEXTO
 ESTADUAL, REGIONAL E MUNICIPAL

2.3 - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO

2.3.1 – Estudos Básicos

2.3.1.1 – Considerações Gerais

A área afetada pela construção do açude Faé está localizada dentro do município de Quixelô. O município também será o principal beneficiado com o empreendimento, uma vez que receberá águas para o seu abastecimento urbano e irrigação de suas terras. As localidades mais próximas da bacia hidráulica a serem beneficiadas denominam-se Carnaubinha, próximo ao boqueirão, onde existe um pequeno vilarejo, Angicos, Santo Antônio e Torrões, situados na própria bacia.

O Instituto de Planejamento do Ceará - IPLANCE vem disponibilizando para o estado do Ceará informações oficiais relativas a caracterização de todos os municípios. Esta caracterização se refere aos aspectos físicos, sociais, econômicos e de infraestrutura. No presente trabalho foi feito uso dos dados fornecidos pelo IPLANCE assim como foi realizado uma viagem de campo para o levantamento de informações complementares relativas às áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

Os dados apresentados a seguir fazem uma descrição detalhada da infra-estrutura do município de Quixelô contemplando os seguintes aspectos: demografia; renda familiar; moradia, educação, saúde, energia elétrica, telefonia, agropecuária, estrutura fundiária e uso da terra, e saneamento básico.

2.3.1.2 - Estudos Topográficos

Os estudos foram desenvolvidos com o objetivo de fundamentar o Projeto Executivo da Barragem Faé, fornecendo elementos necessários à seleção da melhor alternativa para implantação do barramento e vertedouro, e permitindo a localização de contornos topográficos mais favoráveis à construção dos mesmos.

Ainda no contexto dos Estudos Preliminares, foram realizados levantamentos topográficos de reconhecimento, com o objetivo de melhor investigar a primeira alternativa de barramento (Boqueirão I), concebida durante os Estudos de Hierarquização das Barragens do PROURB. Em seguida, de modo a permitir a identificação de feições topográficas mais relevantes ao projeto, efetuou-se, paralelamente à análise da cartografia existente, estudos de fotointerpretação da área com base em fotografias aéreas na escala de 1:40 000 e pertencentes ao DNOCS. As informações levantadas durante estes estudos serviram de orientação aos trabalhos de reconhecimento de campo. Salienta-se que estes só ocorreram, conforme indicado no Plano dos Estudos Básicos, após a verificação da validade dos principais fatores condicionantes ao projeto, apontados durante a análise preliminar de alternativas.

Assim, os trabalhos iniciais foram programados tomando-se como referência o Projeto de Desenvolvimento do Sistema Fundiário Nacional – convênio INCRA/Estado do Ceará/SUDENE. Com base neste mapeamento foi planejado todo o serviço de campo referente ao levantamento do eixo da barragem, da área do sangradouro e das áreas de jazidas.

A seguir encontram-se especificados os serviços topográficos que foram executados na área.

- Levantamento da bacia hidráulica do açude,
- Locação e nivelamento do eixo barrável e sangradouro,,
- Transporte de cotas,
- Levantamento de jazidas,
- Seccionamento do eixo e sangradouro

No tocante à planialtimétrica da bacia hidráulica, tomou-se como referência, plantas cedidas pelo INCRA, na escala 1 10 000 (em anexo), locando-se e nivelando-se, em campo, uma linha de base principal de 50 em 50m, seguindo o Riacho Faé Também foram locadas e niveladas seções transversais de 100 em 100m, a cada 400m da linha de base, tomando-se registros de todos os elementos físicos relevantes

Na determinação da posição ideal para a construção do maciço foram estudados três boqueirões alternativos, denominados de boqueirão II, III e IV Em cada um foi realizado um levantamento do eixo barrável, envolvendo o transporte de referência de nível da RN 2614 P (IBGE) para a área da barragem, locação e nivelamento do eixo da barragem e locação e nivelamento de seções transversais ao eixo Após uma análise técnico-comparativa definiu-se o Boqueirão II, com comprimento do eixo de 330m e situado na localidade de Carnaubinha, como alternativa para detalhamento do Projeto Os demais boqueirões foram eliminados em virtude dos custos elevados para desapropriação de 60 casas e aluviões agricultáveis de açudes existentes na região

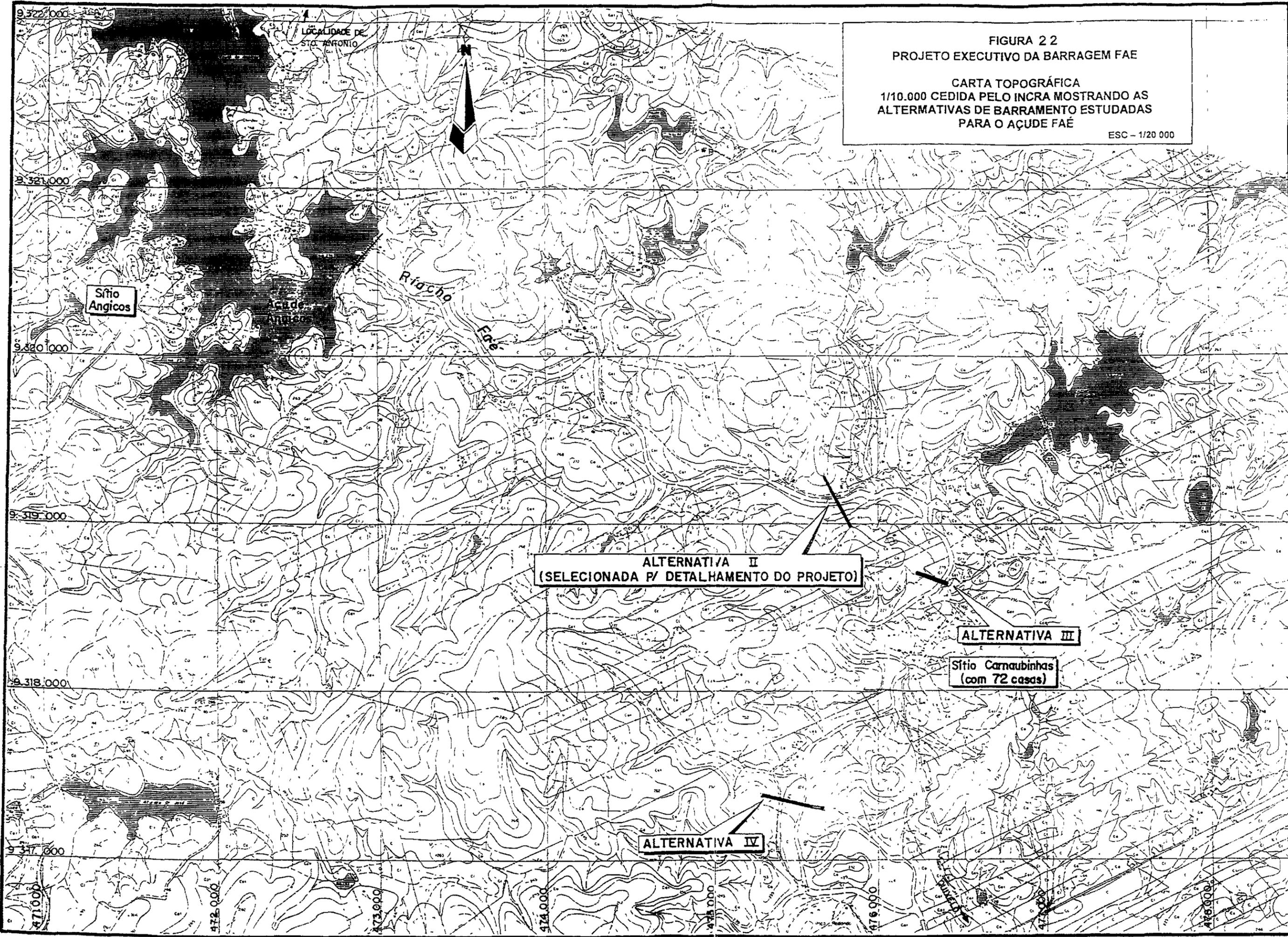
Da VBA consultores obteve-se a Figura 2 2, na escala 1/10 000, cedida pelo INCRA e mostrando as alternativas de barramento estudadas

Complementando-se os estudos, realizou-se ainda um levantamento planialtimétrico das áreas alternativas para implantação do sangradouro, e das áreas de empréstimo, este último envolvendo, inclusive, o transporte de coordenadas e de nível Assim, foram levantadas e estudadas duas (02) jazidas de solos e duas (02) pedreiras As jazidas de areia situavam-se fora da área do açude, num percurso de 20,00 km de distância Os resultados deste levantamento foram agrupados, de acordo com o tipo de material, e encontram-se no Quadro 2 2

Quadro 2.2 – Resultado do levantamento planialtimétrico das áreas de empréstimos

TIPO DE MATERIAL	DENOMINAÇÃO	ÁREA (ha)
Jazida de pedra	JP-01	5,0
Jazida de areia	JA-01	2,0
	JA-02	2,5
Jazida de solo	JS-01	11,0
	JS-02	20,0
TOTAL		30,50

FIGURA 22
PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FAE
CARTA TOPOGRÁFICA
1/10.000 CEDIDA PELO INCRA MOSTRANDO AS
ALTERNATIVAS DE BARRAMENTO ESTUDADAS
PARA O AÇUDE FAE
ESC - 1/20 000



Um resumo dos quantitativos dos serviços topográficos realizados pela VBA Consultores, pode ser visualizado no Quadro 2.3

Quadro 2.3 – Serviços topográficos da Barragem Faé.

ATIVIDADES	UNID	QUANTIDADE		SALDO
		PREVISTA	REALIZADA	
Levantamento da bacia hidráulica	ha	1 000,00	967,17	32,83
Locação e nível do eixo barrável e sangradouro	km	1,50	1,80	-0,30
Transporte de cota	km	30,00	22,00	8,00
Levantamento de jazidas	ha	100,00	30,50	69,50
Seccionamento do eixo e sangradouro	km	15,00	3,00	12,00

2.3.1 3 - Estudos Geológicos

Os aspectos geológicos da região que abrange a Barragem Faé, foram inicialmente levantados a partir de uma análise da documentação existente, complementada por fotointerpretação da área, realizados por ocasião dos Estudos Preliminares do Projeto Executivo. Nesta fase, os estudos tinham como finalidade a determinação da localização aproximada de afloramentos rochosos, depósitos aluvionares, entre outros.

Em seguida, estabeleceu-se um programa de investigações de campo para levantamento e mapeamento do eixo barrável e bacia hidráulica, que permitiram, a nível local e regional, caracterizar as unidades geológicas e geomorfológicas predominantes.

- Geologia Regional

O reconhecimento geológico de campo realizado durante a elaboração do Projeto Executivo da Barragem Faé, indica que o relevo da região em estudo enquadra-se principalmente na unidade denominada Depressão Sertaneja, a qual apresenta-se constituída por feições morfológicas de topo plano passando a suave ondulado e ondulado, além de algumas feições residuais isoladas. O padrão de drenagem apresenta-se, de um modo geral subdendrítico, afluindo para os principais rios da região tais como Rio Jaguaribe, Jucás, Canús e Truçú, que fazem parte da Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe.

De modo geral, as depressões sertanejas têm, morfológicamente, superfícies erosivas planas, ligeiramente dissecadas e submetidas a processos de sedimentação. Os níveis altimétricos oscilam entre 100 e 400m com rampas de pequenos declives orientadas para a costa e para o fundo dos vales sertanejos. As amplitudes altimétricas entre o fundo destes vales e os interflúvios são, geralmente, insignificantes.

No caso da bacia Iguatu-Ico, onde encontra-se insenda a região em estudo, há predominância de terrenos cristalinos, com eventuais coberturas sedimentares cretáceas. A superfície de aplainamento é conservada e moderadamente dissecada em colinas rasas ou em interflúvios tabulares com níveis altimétricos entre 200-400m, intercalados por amplas planícies fluviais como a do Rio Jaguaribe.

Sob o ponto de vista estrutural, a área apresenta-se constituindo um extenso cinturão metamórfico linear de direção predominantemente NE, onde merecem destaque os extensos falhamentos transcorrentes, por limitarem e/ou seccionarem as diferentes unidades lito-estratigráficas. Estas apresentam-se constituídas basicamente por gnaisses variados, quartzitos e migmatitos, associados a corpos graníticos, granodioríticos e dioríticos, formando feições alongadas de dimensões consideráveis e com direção preferencial NE-SW, conforme pode ser visto no mapa geológico da região, apresentado na Figura 2.3.

- Geologia Local

Aproximadamente 90% da bacia do Açude Faé está compreendida, no domínio Pré-Cambriano, apresentando-se, a nível local, constituído por gnaisses e migmatitos de composição félsica. A tectônica rígida produziu fraturamento, além da reestruturação mineralógica nas litologias existentes na área.

Este embasamento constitui um conjunto de rochas que devem ser analisadas tanto do ponto de vista mineralógico como em relação ao grau de fraturamento, os quais são fatores condicionantes à ocorrência de água subterrânea. Nestas rochas, a água está acumulada em sistemas de fendas e fraturas interconectadas cujos limites espaciais, em geral, induzem a baixos volumes de armazenamento, refletindo diretamente na produtividade de poços instalados.

O relevo da área, é caracterizado por uma superfície ondulada com altitude entre 250 a 300 m, além de pontos isolados que se destacam formando os serrotes. Os depósitos aluvionais restringem-se principalmente ao Riacho Faé, chegando a alcançar, aproximadamente, 150 m de largura no eixo barrável.

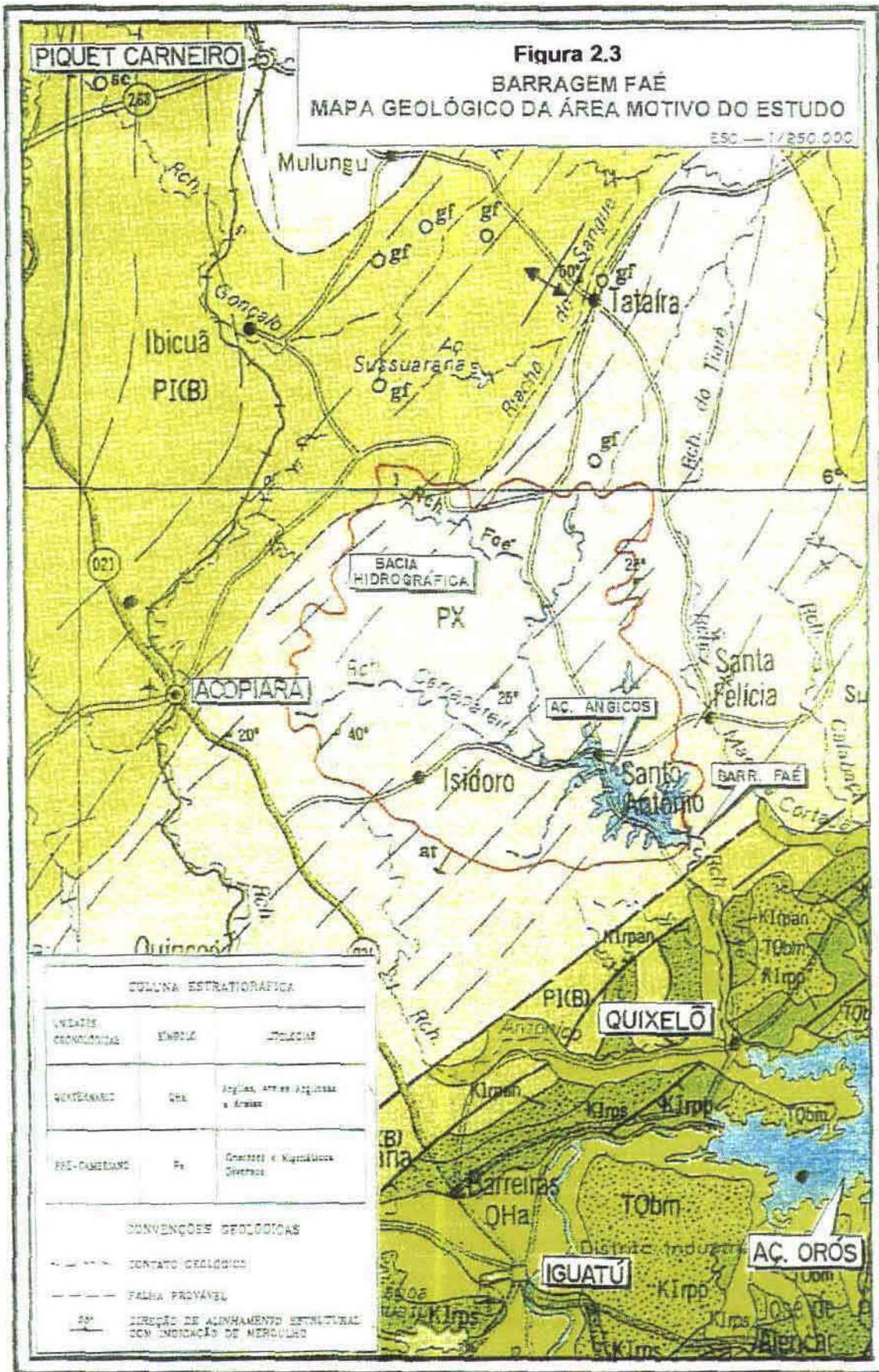
A litologia do barramento e sangradouro é constituída basicamente por gnaisses variados e migmatitos, sendo encobertos parcialmente por depósitos sedimentares recentes. As rochas gnaissicas aparecem formadas por, minerais de quartzo, feldspato e minerais micáceos. As estruturas secundárias aparecem representadas por fraturas nas direções predominantes NW-NE.

2.3.1.4 - Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos relativos ao Projeto Executivo da Barragem Faé tiveram como objetivo a determinação do perfil estratigráfico das áreas onde serão construídos o maciço e o vertedouro, e a obtenção de parâmetros representativos do comportamento, sob o ponto de vista de engenharia, dos diversos materiais envolvidos no Projeto. Tais parâmetros são necessários ao cálculo e dimensionamento da barragem Faé.

Nas investigações de campo foram realizadas sondagens percussivas, a pá e picareta, mistas e a trado em áreas de fundação e de jazidas de empréstimo. Quando necessário, realizava-se ensaios de perda d'água e de infiltração *in situ*, e coleta de amostras de material para caracterização tátil-visual e análise em laboratório, onde eram estudadas as características dos diversos materiais e avaliadas suas propriedades relacionadas com erodibilidade hidráulica e resistência ao cisalhamento.

Cabe aqui uma observação. Para efeito de verificação da aplicabilidade do material rochoso na confecção do maciço, foram realizados sondagens e ensaios extras, tanto no eixo barrável, como no vertedouro.



2.3.1.5 - Estudos Hidrológicos

A priori aos estudos hidrológicos realizados na bacia do Riacho Faé, fez-se um levantamento de dados e trabalhos existentes, onde avaliou-se mais detalhadamente o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e o Estudo de Hierarquização das Barragens do PROURB

Os estudos foram divididos nas seguintes etapas

- Estudos dos deflúvios,
- Escolha da dimensão ótima do reservatório e determinação da vazão regularizada,
- Dimensionamento do sangradouro,

2.3.1.6 - Estudo dos Deflúvios

Tendo em vista a não disponibilidade de informações sobre a hidrologia do Açude Fae, calculou-se, ainda nos Estudos Preliminares ao Projeto Executivo, a série de vazões afluentes aos locais identificados como alternativas de barramento. As séries foram geradas através da simulação do processo de transformação chuva-deflúvio, empregando-se o modelo MODHAC. Nesta ocasião, considerou-se, como entrada do modelo, os parâmetros do posto de Suassurana localizado na bacia do Riacho Trussu, vizinha e com características hidrológicas semelhantes, e a precipitação média ocorrida no posto pluviométrico Maracajá

No contexto dos Estudos Básicos, procedeu-se a novamente à geração da série de deflúvios. Utilizou-se, mais uma vez, devido a inexistência de postos fluviométricos na bacia, a série de dados do posto Suassurana. As simulações foram realizadas com o emprego dos parâmetros do MODHAC, obtidos do PERH, para este posto, e a precipitação média, calculada pelo método de THIESSEN, para os postos de Tatiara, Acopiara e Maracajá. Obteve-se, como resultado, uma série de deflúvios mensais de 55 anos de duração, abrangendo o período 1934-1988

A partir de uma análise comparativa entre as duas séries, observou-se uma variação no montante de deflúvio gerado, o que deveu-se, principalmente, à estrutura de ocorrência de secas para ambas as séries de precipitações, sendo que o emprego de um único posto pluviométrico eliminou a componente de variação espacial da precipitação

Assim, em virtude das singularidades identificadas na série de deflúvios adotada, considerou-se importante dispor de outras séries que apresentassem sequências de anos secos diferentes daquelas da série histórica. Assim, gerou-se, também, séries sintéticas de deflúvios de longa duração com base em modelos estocásticos. Para tal, a metodologia escolhida foi a utilizada no PERH

2.3.1.7 - Dimensionamento do Reservatório e Determinação da Vazão Regularizada.

Após a geração da série de deflúvios, os estudos hidrológicos prosseguiram com o cálculo da vazão de regularização do açude Faé e dimensionamento ótimo do reservatório

Vale lembrar que, a priori aos estudos básicos, a COGERH, nos Estudos de Hierarquização das Barragens do PROURB, havia estimado a curva cota vs área vs

volume acumulado representativa do Boqueirão I, bem como as curvas de regularização referentes a vazões com 90 % de garantia e a vazões médias esperadas para o mesmo.

Posteriormente, ainda no contexto dos Estudos Preliminares, a VBA Consultores, com base nos mapas do IDACE, obteve as mesmas curvas para o Boqueirão II, III e IV, as quais também consideravam, no cálculo da vazão esperada, a influência do volume lançado pelo Açude Angicos no curso d'água em estudo.

No contexto atual, os estudos concentraram-se no Boqueirão II, levando-se também em conta, nas simulações, a existência do açude Angicos, situado a jusante do mesmo. Foram estabelecidas duas alternativas. A primeira considerava a construção do açude Faé mantendo em operação o açude Angicos. A segunda, propunha a remoção ou rebaixamento do sangradouro do açude Angicos, de modo a gerar um único espelho d'água.

Foram simuladas três condições de operação: vazão regularizada com 90 % de garantia, com volume de alerta e demanda de emergência igual à metade da vazão regularizada; vazão regularizada com 90 % de garantia, sem volume de alerta; e, por último, vazão regularizada com 99,9 % de garantia, sem volume de alerta.

Nas Figuras 2.4, 2.5 e 2.6, encontram-se plotadas as curvas cota x área x volume, empregadas nas simulações, para o Boqueirão II (alternativa selecionada para detalhamento do projeto). (Fonte: VBA Consultores. Relatório de Estudos Básicos).

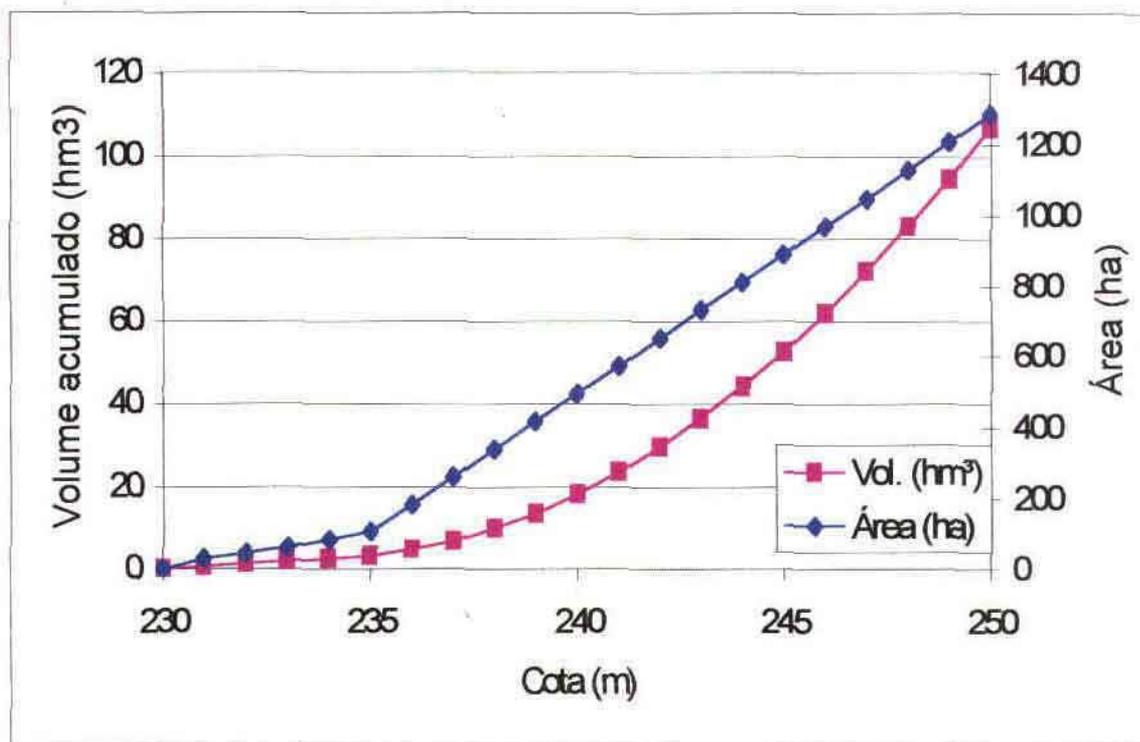


Figura 2.4 - Curvas cota x área x volume do Açude Faé.

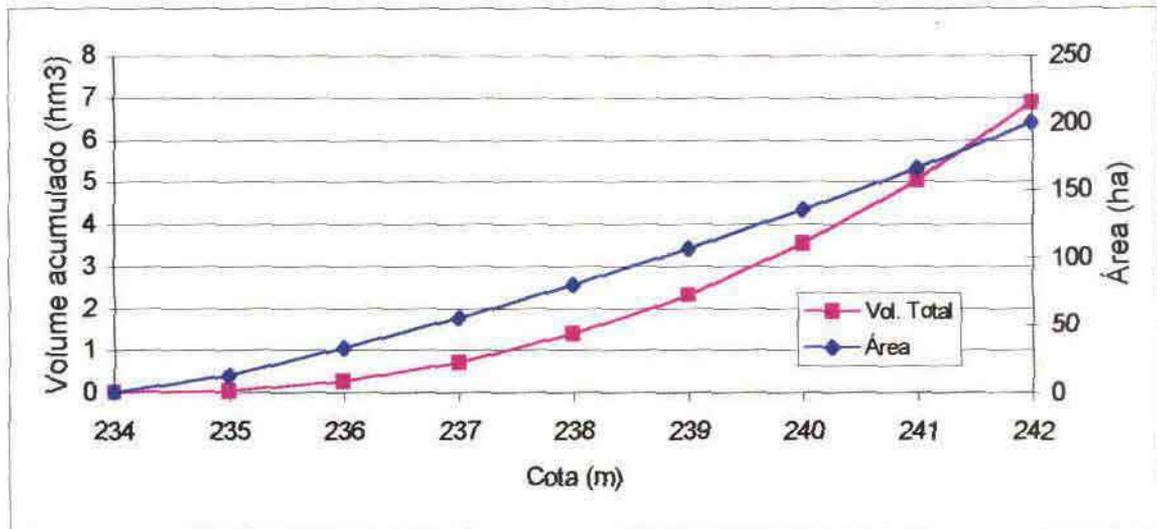


Figura 2.5 - Curvas cota x área x volume do Açude Angicos.

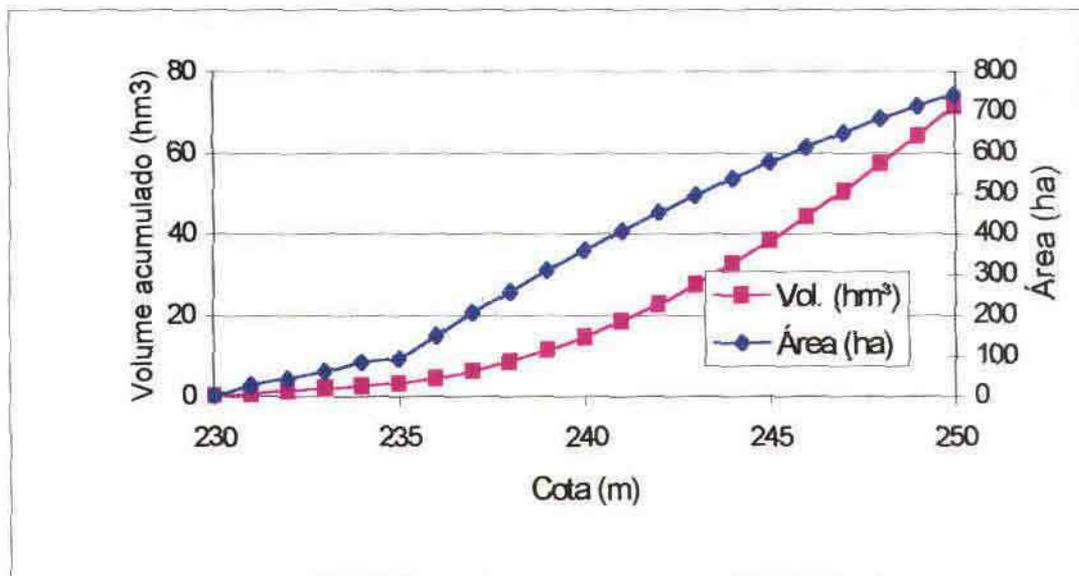


Figura 2.6 - Curvas cota x área x volume do Açude Faé, sem desativação do Açude Angicos

Os resultados das simulações estão apresentados nas Figuras 2.7 e 2.8. Com base nestas figuras, observa-se que a vazão regularizada, para os três tipos de operação e nas duas alternativas estudadas, apresenta uma relação aproximadamente linear com o volume acumulado.

O baixo desempenho alcançado nas simulações indicam que a dimensão do reservatório deve ser escolhida com base nas possíveis interferências e no impacto decorrente da desapropriação e o reassentamento de população, e não em função do seu desempenho hidrológico.

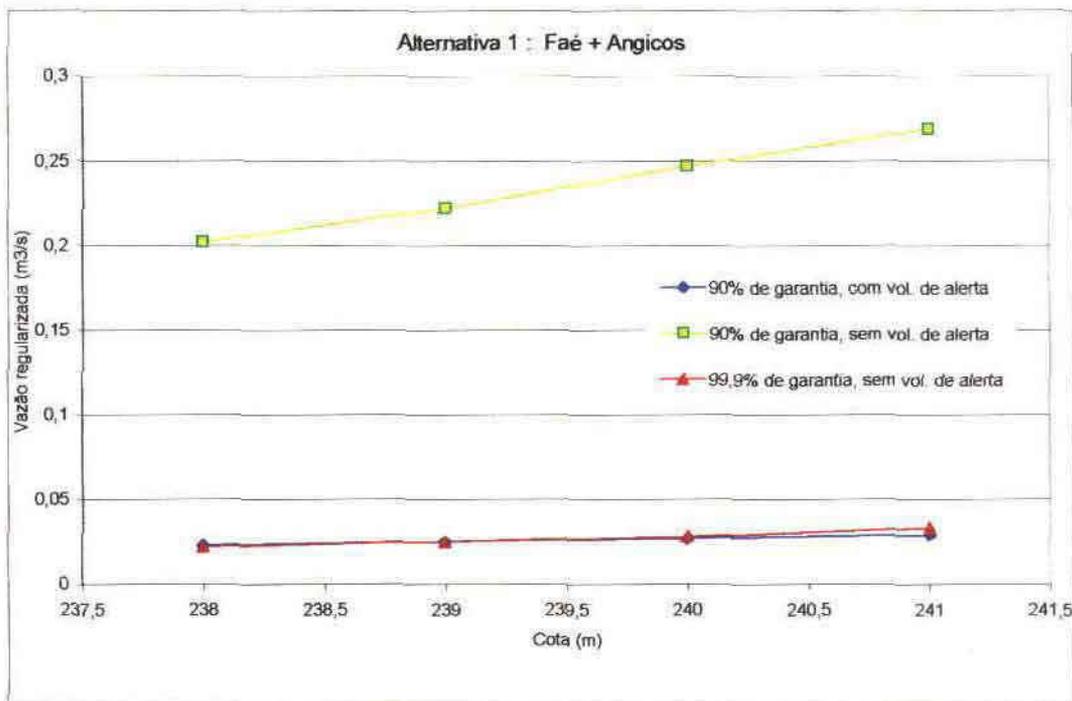


Figura 2.7 – Resultados obtidos na “Alternativa 1” (construção da Barragem Faé sem a remoção do Açude Angicos) para os três tipos de operação.

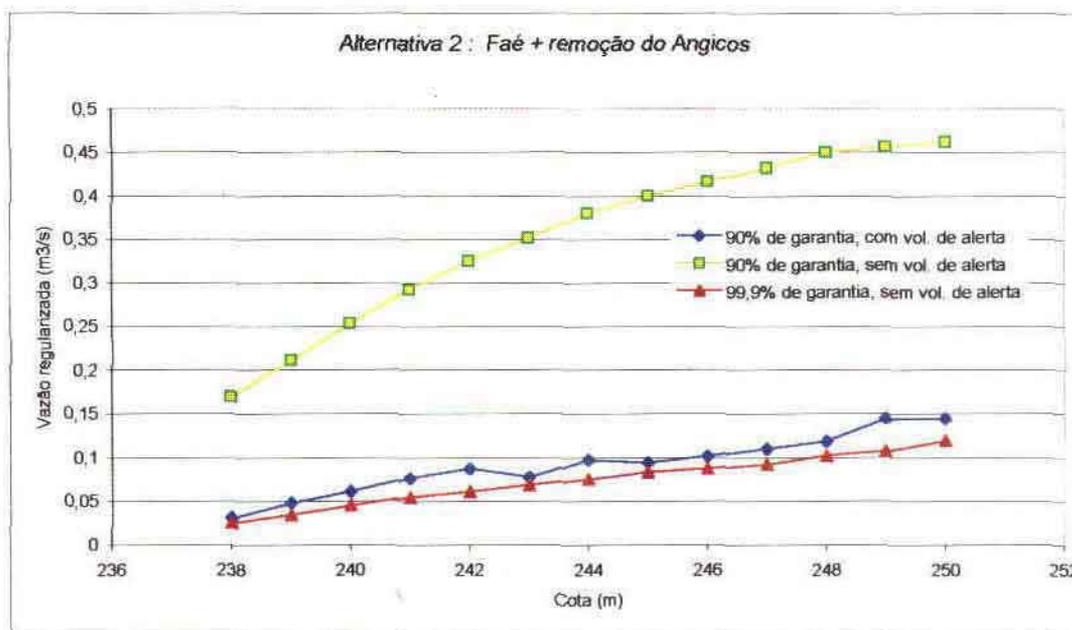


Figura 2.8 – Resultados obtidos na “Alternativa 2” (construção da Barragem Faé, com a remoção do Açude Angicos) para os três tipos de operação.

2.3.1.8 - Dimensionamento do Sangradouro

Para definição das dimensões do sangradouro do açude Faé e verificação do grau de segurança do sangradouro do açude Angicos, procedeu-se, para cada um, à modelagem das cheias de projeto, considerando cheias de 100, 500, 1.000 e 10.000 anos

de recorrência O programa utilizado foi o HEC-1 do US ARMY CORPS OF ENGINEERING Nos estudos procurou-se, ainda, identificar possíveis problemas de interferência no núcleo urbano de Santo Antônio em relação à cota máxima de sangria

Devido a inexistência de séries históricas de vazões, os hidrogramas sintéticos de projeto foram elaborados com base na maximização da precipitação Inicialmente, realizou-se uma análise frequencial de chuvas, de modo a estimar a magnitude de eventos máximos extremos As distribuições de frequência escolhidas para teste foram a Log-Normal e a distribuição Gamma de 2 parâmetros O posto selecionado foi o de Tataira, por apresentar maior precipitação média anual

Na determinação das precipitações máximas, para o ajuste da distribuição de frequência, empregou-se a série anual, aplicando-se, para tal, o teste Chi-quadrado e Kolmogorov-Smirnov Os resultados indicaram que a distribuição que melhor se ajustava aos valores máximos de precipitação de duração 1 dia e 2 dias era a distribuição Gama (2) Os máximos diários de chuva, para TR de 100 anos, foram 152,26 (1 dia) e 166,33 (2 dias) Para TR de 500, 1 000 e 10 000 anos, foram, respectivamente, 173,58 (1dia) e 186,96 (2 dias), 182,25 (1 dia) e 195,30 (2 dias), e 209,51 (1 dia) e 221,36 (2 dias)

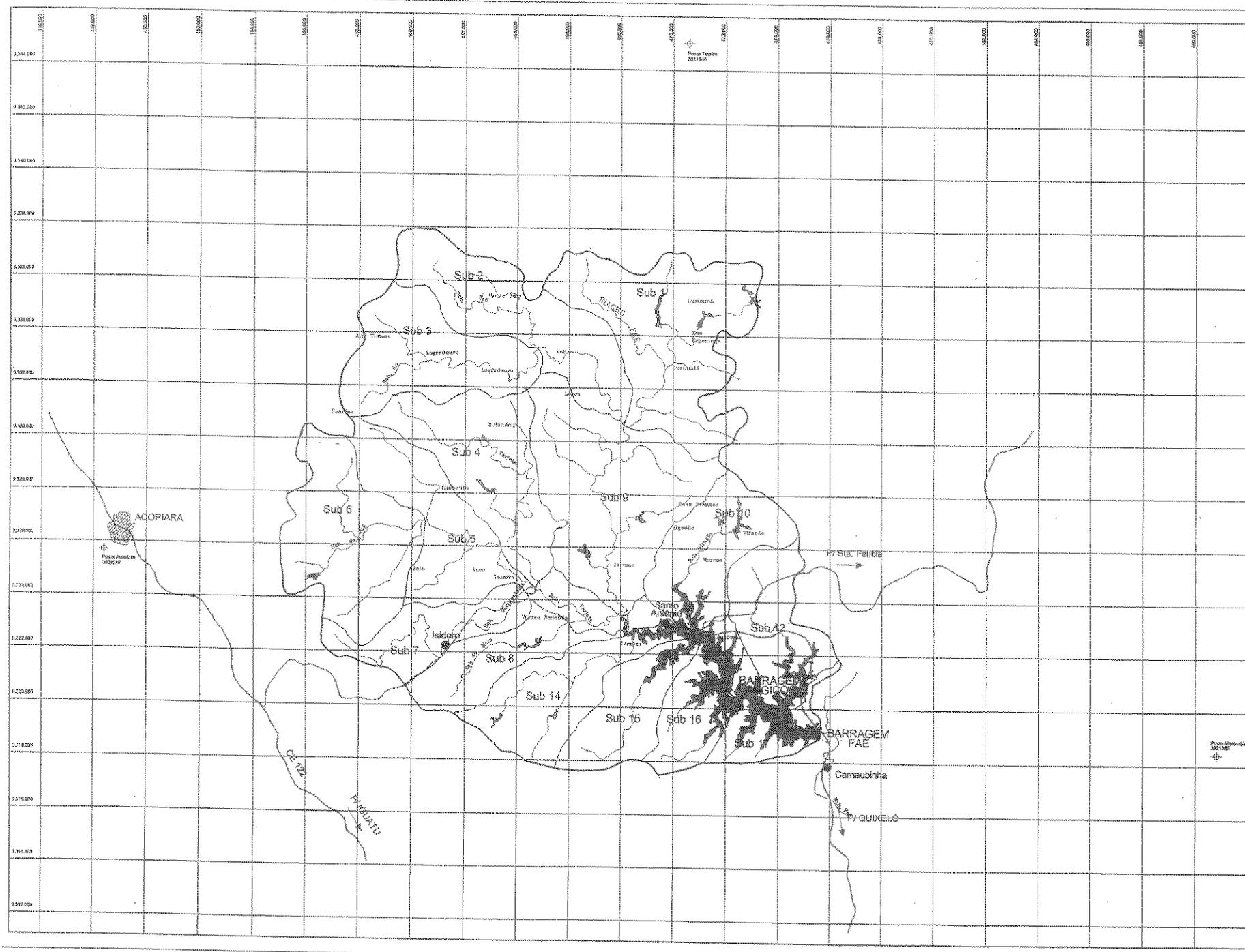
Em seguida, para obtenção das precipitações máximas com durações inferiores ao dia, também necessárias ao dimensionamento, empregou-se o *Método das Isozonas*, convertendo-se, para os diversos tempos de recorrência, a chuva de 1 dia em chuva de 24 horas A partir desta, calculou-se as precipitações com durações de 1 hora e de 6 minutos

Na estimativa das chuvas com duração intermediárias, plotou-se, em papel probabilístico, os valores de P_{24h} , P_{1h} e P_{6min}

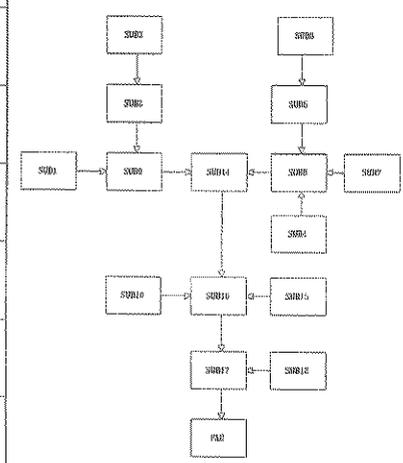
Com relação à verificação da segurança dos sangradouros, a metodologia empregada consistia na transformação das precipitações extremas em deflúvio e na simulação do comportamento dos sangradouros dos reservatórios Os estudos foram divididos em duas etapas simulação do evento extremo e simulação da propagação da cheia pelo reservatório O modelo matemático utilizado na simulação do evento extremo foi o HEC - 1, procedendo-se à composição do hietograma de chuvas intensas, e à simulação do escoamento na bacia e nos canais principais, através da metodologia da onda cinemática

Quanto à simulação do escoamento, subdividiu-se a bacia hidrográfica em 15 sub-bacias Os valores de declividade das áreas de escoamento não hierarquizado, denominadas "overlands", e dos canais naturais, foram estimados por meio de análise da cartografia disponível (cartas em escala 1 100 000), e os valores de rugosidade, a partir de análise das condições locais e valores disponíveis na bibliografia

A composição dos hidrogramas efluentes das sub-bacias foi realizada mediante adição segundo a topologia da rede hidrográfica A Figura 2.9, fornecida pela VBA Consultores, apresenta a distribuição das sub-bacias e a sequência de adição de hidrogramas



SEQUÊNCIA DE PROPAGAÇÃO DO ESCOAMENTO



LEGENDA

- Localidades
- ⊕ Postos Pluviométricos
- Estradas
- ~ Rios, Riachos
- ⋈ Açudes
- - - Divisão de Sub-bacias

Figura 2.9 - MAPA DE SUB-BACIAS E ESQUEMA DA ONDA CINEMÁTICA

Nos estudos de propagação da cheia pelo reservatório, o amortecimento e retardo da onda foi simulado pelo método de Pulz, adotando-se um coeficiente de vertedouro de 1,4 e um expoente da equação de fluxo através do sangradouro de 1,5. As simulações foram realizadas considerando-se as duas alternativas descritas no dimensionamento do reservatório e determinação da vazão regularizada. Inicialmente, para cada alternativa e tempos de recorrência de 1.000 e 10.000 anos, pesquisou-se larguras do sangradouro entre 50 e 80 m. Em seguida, em virtude das elevadas lâminas de sangria observadas, manteve-se uma largura máxima admissível de 80 m, e simulou-se, para ambos os reservatórios e tempos de retorno de 100, 500, 1.000 e 10.000 anos, diferentes valores de cota do sangradouro.

2.3.2 - Estudo das Alternativas

As análises, apresentadas a seguir, referentes ao estudo de alternativas para concepção do Projeto Executivo da Barragem Faé, forma, basicamente, extraídas do Relatório dos Estudos Preliminares, complementadas por algumas informações contidas nos Estudos Básicos realizados na região. A seleção da alternativa para detalhamento do projeto, cujos principais fatores condicionantes serão discutidos adiante, foi objeto de uma minuciosa análise técnico-comparativa, por parte da VBA Consultores.

2.3.2.1- Alternativas Locacionais

Inicialmente, foram concebidas duas alternativas locacionais para estudo. A primeira, chamada de Boqueirão I, estabelecida durante os Estudos de Hierarquização das Barragens do PROURB, situava-se mais a montante do Riacho Faé, próximo à localidade de Paus Brancos. A distância entre o seu eixo barrável e a cidade de Quixelô era de aproximadamente, 35 km. A segunda alternativa, o Boqueirão II, foi identificada pela própria SRH durante uma visita de inspeção a campo. Situada mais a jusante e nas proximidades de Carnaubinha, teve sua concepção inicial associada a sua menor distância em relação a Quixelô, cerca de 16,5 km.

Posteriormente, a VBA Consultores, na tentativa de evitar a inundação do Distrito de Santo Antônio, área densamente povoada na bacia hidráulica da segunda alternativa, identificou os Boqueirões III e IV. A alternativa de eixo barrável denominada Boqueirão III situava-se a cerca de 1,1 km, pelo Riacho Faé, a jusante da segunda alternativa e a aproximadamente 5,0 km da Barragem Angicos. Já o Boqueirão IV, tratava-se de um boqueirão com cerca de 350 m de largura, situado aproximadamente 2,4 km da última alternativa a montante, em local imediatamente a jusante do povoado de Carnaubinha.

A localização das alternativas estudadas, apresentadas na Figura 2.10, podem ser melhor visualizadas na Figura 2.11, que mostra um perfil topográfico ao longo do Riacho Faé, em trecho a montante da cidade de Quixelô. Aparecem indicados, nesta ordem, o Boqueirão I, o Distrito de Santo Antônio, o Açude Angicos e os Boqueirões II, III e IV. Uma análise dos elementos contidos nesta figura, permite uma compreensão da forte interdependência existente entre os mesmos, o que requer a determinação de fatores condicionantes ao projeto, para seleção da melhor alternativa.

FIGURA 2 10
 PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FAÉ
 CARTA TOPOGRÁFICA
 1/10 000 CEDIDA PELO INCRA MOSTRANDO AS
 ALTERNATIVAS DE BARRAMENTO ESTUDADAS
 PARA O AÇUDE FAÉ
 ESC - 1/20 000

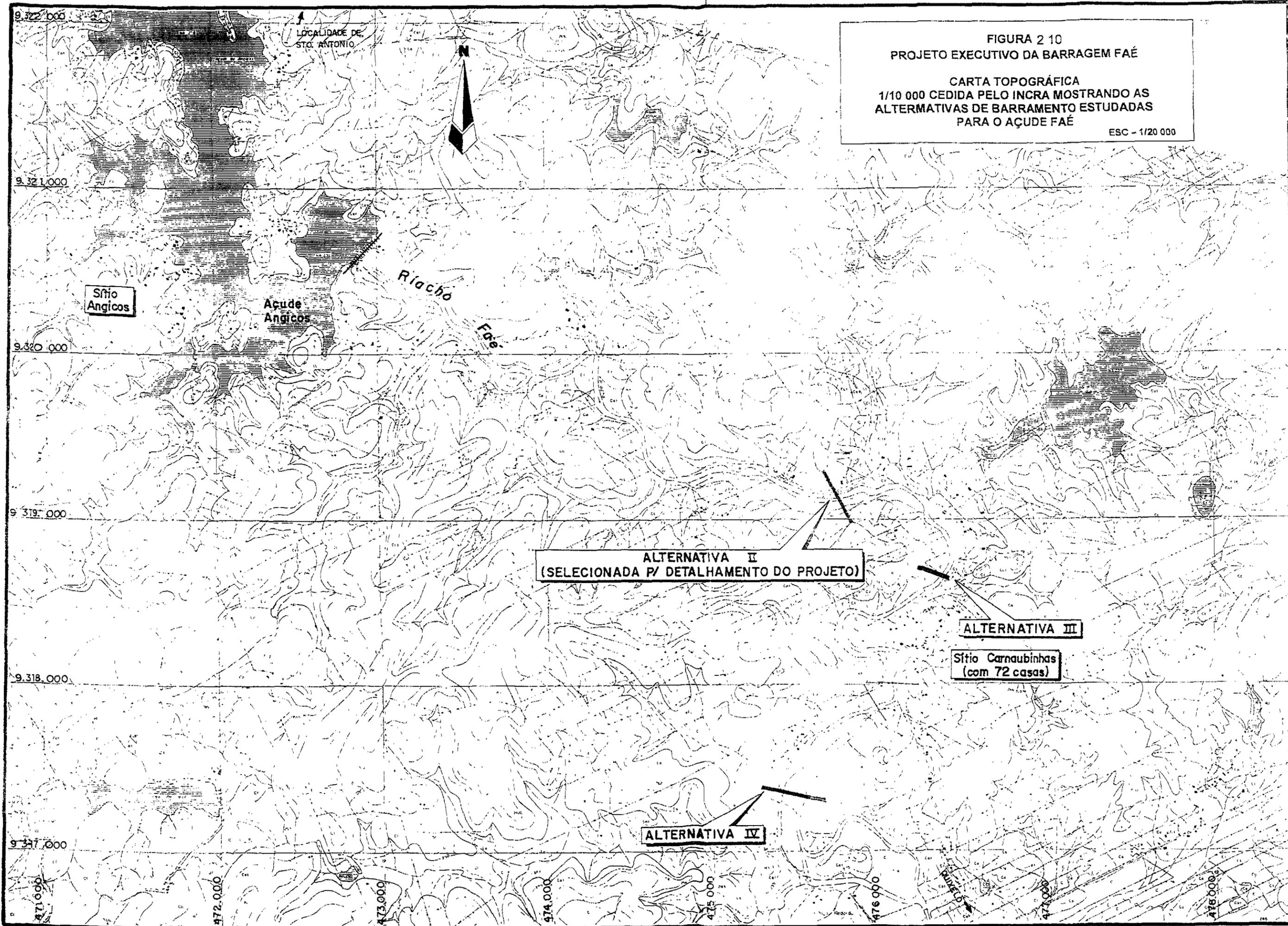
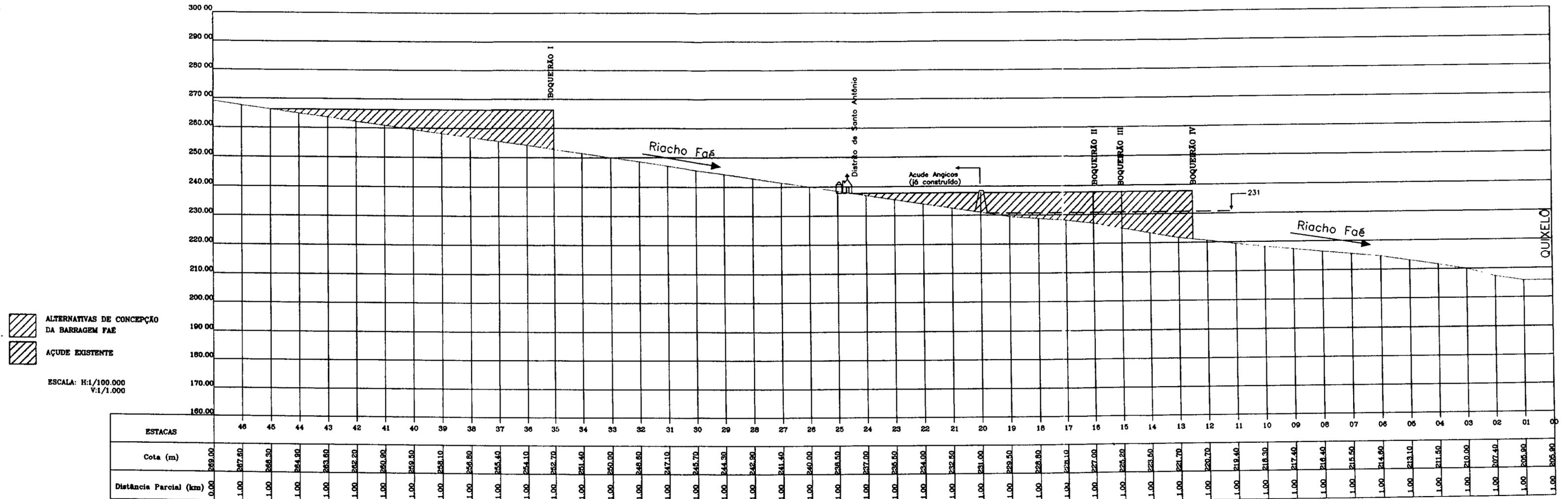


FIGURA 2.11 PERFIL AO LONGO DO RIACHO FAÉ



2.3.2.2- Comparação entre Alternativas

Algumas das informações que se seguem, relativas à descrição dos fatores condicionantes à implantação do Projeto Executivo, forma transcritas, na íntegra, do Relatório dos Estudos Preliminares e dos Estudos Hidrológicos realizados no Boqueirão II. A abordagem dos mesmos permite, quase paralelamente, uma comparação entre as alternativas levantadas.

2.3.2.2.1- Condicionantes Hidrológicas

Ainda nos estudos hidrológicos preliminares ao projeto, foram estimadas, para cada boqueirão alternativo, as curvas cota x área x volume, bem como as curvas de regularização referentes a vazões com 90% de garantia e a vazões médias esperadas. Posteriormente, já nos estudos básicos, procedeu-se ao detalhamento da alternativa de boqueirão II, gerando-se novas curvas para as situações definidas na seção 2.3.1.7.

Nas Figuras 2.12 e 2.13 encontram-se plotadas, para o boqueirão I, as curvas de regularização referentes a vazões com 90% de garantia e a vazões médias esperadas, respectivamente. Podem ser observadas reduções na descarga de regularização para reservatórios com capacidade acima de 37 hm³, aproximadamente, sendo estas reduções decorrentes, provavelmente, de um acréscimo acentuado nas perdas por evaporação no açude. Além disso, verifica-se uma considerável diferença entre os valores de vazão, para um mesmo volume acumulado, diferença esta que é justificada pela inclusão, no cálculo da vazão esperada, do volume de regularização lançado a jusante, pelo Açude Angicos. Já as Figuras 2.14 e 2.15 apresentam, para os boqueirões II, III e IV, as mesmas informações. Também considerou-se no cálculo da vazão esperada, a influência do volume lançado pelo reservatório existente no curso d'água em estudo.

A partir da análise comparativa entre as figuras mencionadas acima, percebe-se uma diferença relativamente grande entre os valores de vazão regularizada, com 90% de garantia, obtidos para o Boqueirão I e os calculados para as demais alternativas. Esta diferença é uma consequência da localização deste boqueirão com relação às outras opções de barramento. O seu posicionamento, a montante das outras alternativas, faz com que sua bacia contribuinte possua uma área cerca de três vezes inferior à da menor das outras bacias estudadas, e uma menor disponibilidade hídrica, inferior inclusive à requisição inicialmente pela SRH, algo em torno de 35 a 40 milhões de m³. Salienta-se, ainda, que o boqueirão IV foi o que apresentou maior disponibilidade hídrica, seguido pelo III e II.

Com relação ao detalhamento do Boqueirão II, realizado por ocasião dos estudos básicos, pode-se dizer que a construção da barragem Faé com cota que não interfira no espelho d'água do açude Angicos apresentou-se desfavorável pelos seguintes motivos:

- rendimento do açude Faé, sob esta hipótese apresentaria valores muito baixos quando submetido a uma operação do tipo "Q90+ volume de alerta" (entre 20-30 l/s para as diferentes cotas de soleira analisadas), inclusive insuficientes para o abastecimento do Quixelô, principal objetivo da construção do açude,
- açude Angicos não apresentaria níveis de segurança apropriados, sendo constatado durante o estudo que, mesmo para a cheia de projeto de 100 anos de recorrência, o corpo do maciço seria galgado facilmente pela cheia,



Curva de regularização (Boqueirão I) - $Q_{90\%}$

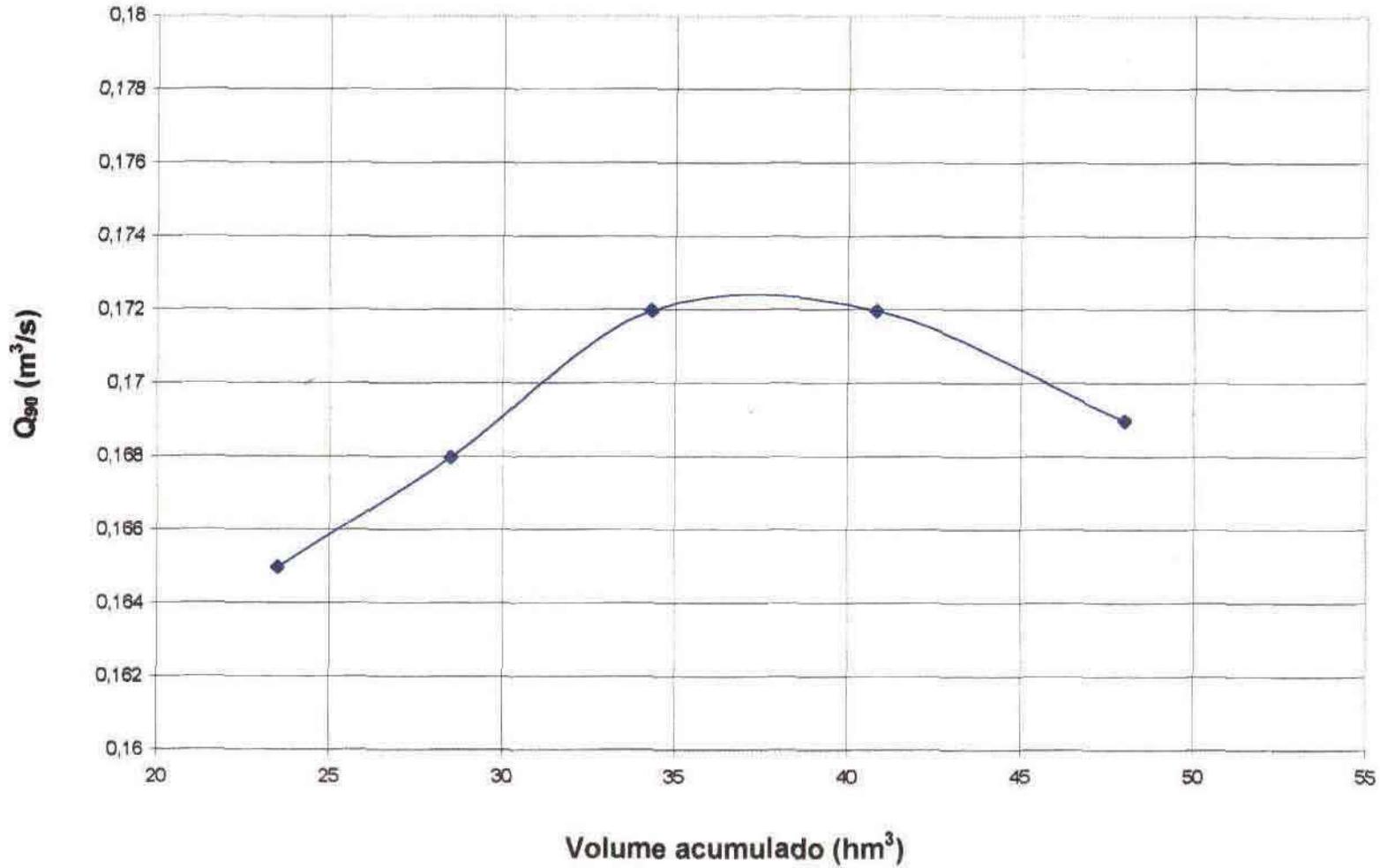


Figura 2.12 – Curvas de Regularização com 90% de Garantia para o Boqueirão I

000038



Curva de regularização (Boqueirão I) – Vazão esperada

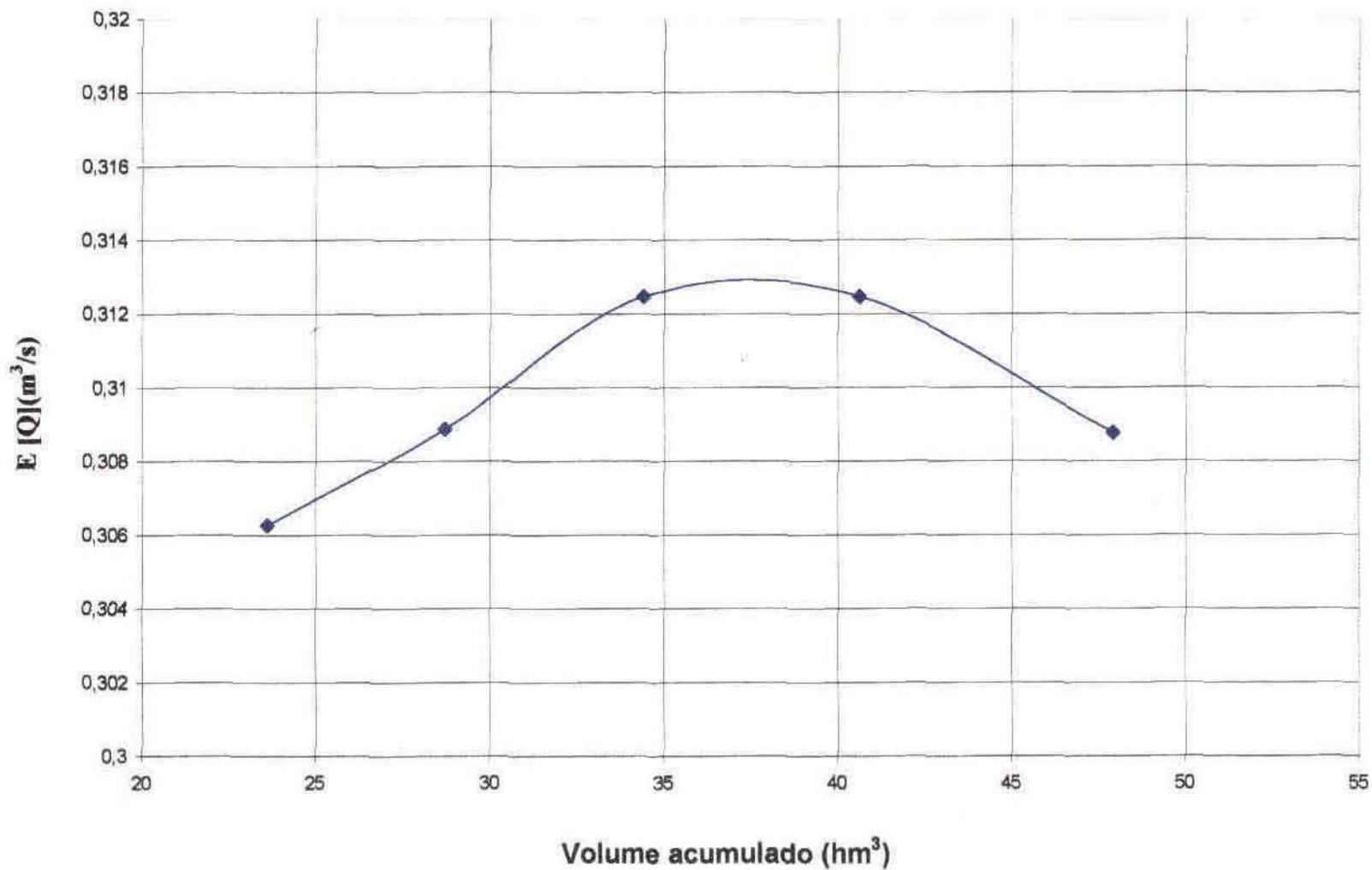


Figura 2.13 – Curva de Regularização Referente a Vazões Médias Esperadas para o Boqueirão I.

000039



Curvas de regularização (Boqueirões II, III e IV) – $Q_{90\%}$

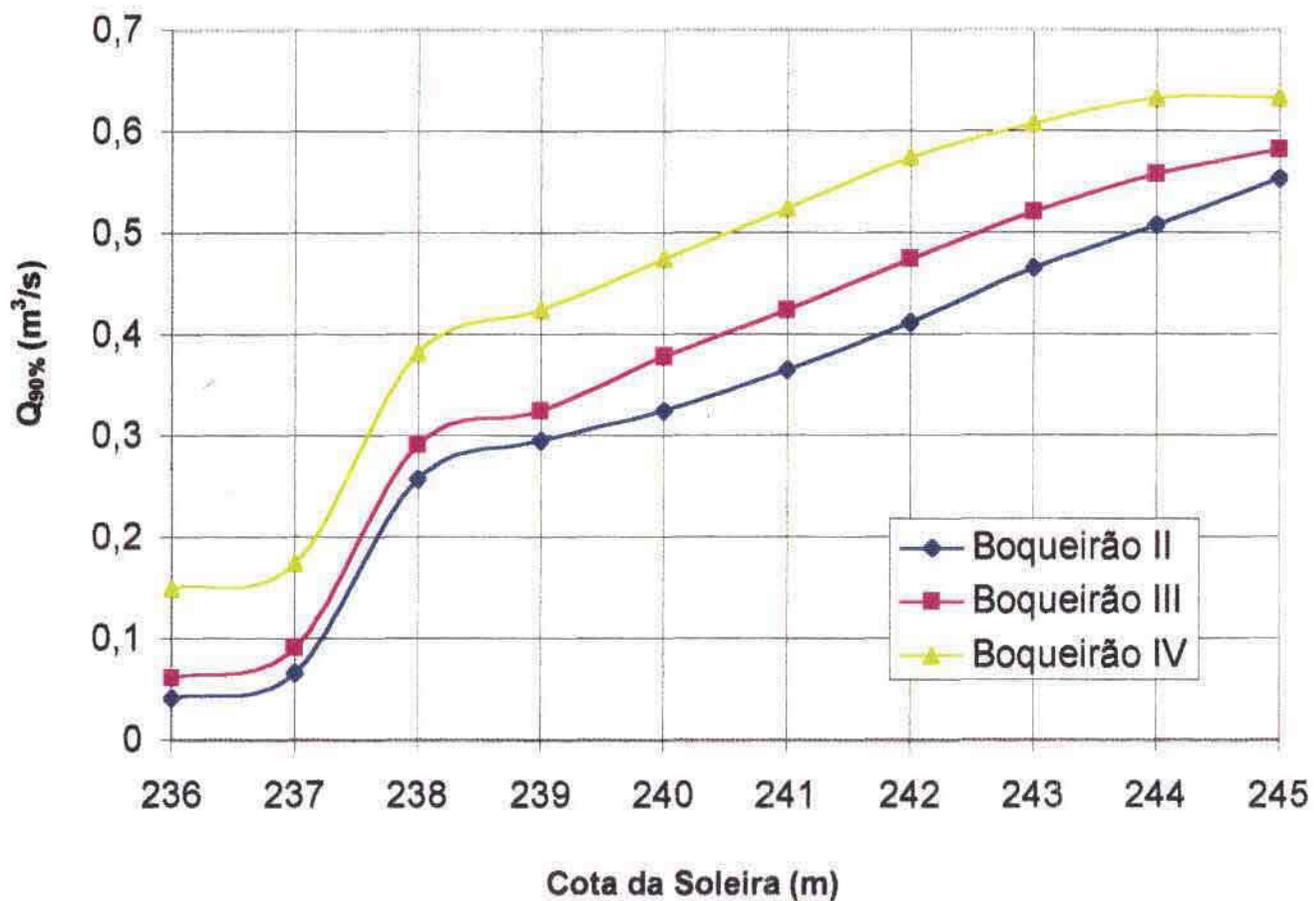


Figura 2.14 – Curvas de Regularização, com 90% de Garantia para os Boqueirões II, III e IV



Curvas de regularização (Boqueirões II, III e IV) – Vazões esperadas

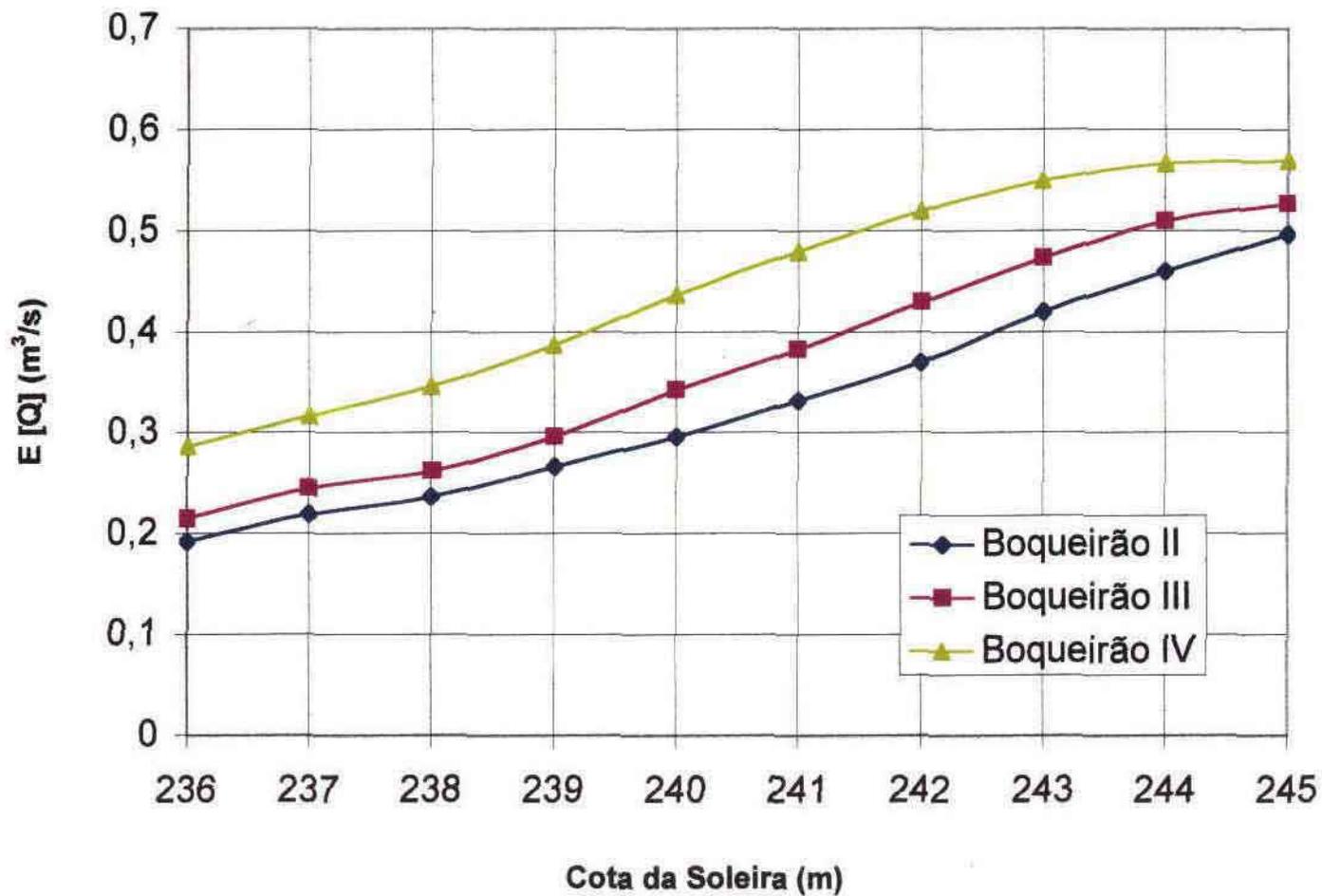


Figura 2.15 – Curvas de Regularização Referentes a Vazões Médias Esperadas para os Boqueirões II, III e IV.

- os problemas de inundação do povoado de Santo Antônio ocorrem com grande frequência, em virtude da dificuldade do sangradouro do açude Angicos para evacuar as cheias

Já a alternativa 2, isto é, a construção do açude Faé conformando um único espelho d'água e consequentemente a desativação do atual açude Angicos apresentaria as seguintes vantagens

- rendimento do açude Faé, sob esta hipótese, apresentaria valores compatíveis com as demandas de abastecimento da sede do município de Quixelô, quando submetido a uma operação do tipo "Q90 + volume de alerta" (entre 60-100 l/s para as cotas de soleira mais favoráveis),
- Açude Angicos seria desativado mediante o aprofundamento de seu sangradouro ou pela abertura de uma brecha em seu maciço, isto elevaria de forma considerável os níveis de segurança, pois o açude Faé seria projetado de modo tal que permitisse a passagem de uma cheia de recorrência de 10 000 anos sem galgar o corpo da barragem. Esta opção provocaria a inundação de parte do povoado de Santo Antônio, o que implicaria em graves danos econômicos e sociais

Uma terceira alternativa, foi então sugerida pelos técnicos da VBA Consultores, objetivando a minimização, destes impactos potenciais a construção do açude Faé com submersão parcial do açude Angicos. Os reservatórios ficam interligados pelo vertedouro e conformando um único espelho d'água. Esta opção implicaria no rebaixamento da cota do açude Angicos até 241 m, correspondente à soleira do sangradouro do açude Faé. No entanto, podem vir a ocorrer algumas reações contrárias por parte da população do distrito de Santo Antônio, que utiliza as vazantes para plantio. Com o rebaixamento de 1,5 m o tempo de permanência das águas nas vazantes seria menor, diminuindo, consequentemente, as áreas propícias ao cultivo.

Quanto aos problemas de inundação do povoamento de Santo Antônio, principal condicionante para a definição das dimensões do reservatório, uma minuciosa análise identificou que, para as condições de uma barragem com cota de soleira do vertedouro de 241 m, o povoado não seria atingido pela cheia milenar e a área de preservação permanente sujeita à desapropriação (cota da soleira do sangradouro + 100m horizontais) não atingiria as moradias do povoado.

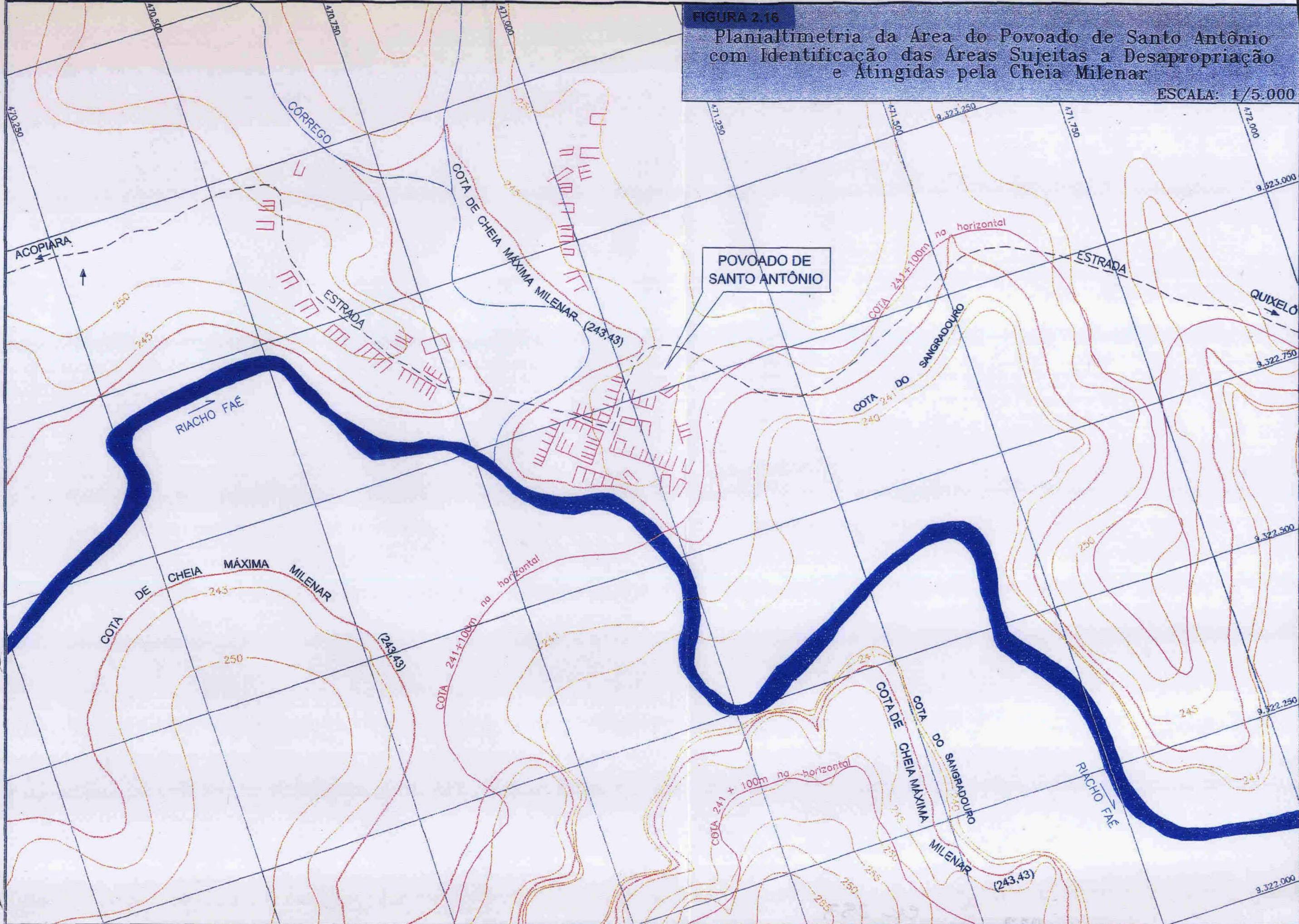
Por outro lado, há de se considerar que a barragem do Açude Angicos não é hidrológicamente segura, o que compromete, inclusive o açude Faé em caso de arrombamento provocado por uma cheia centenária. Logo, o rebaixamento da sua cota em 1,5 m é também uma questão de segurança, garantindo que ela não vai verter numa cheia milenar.

A Figura 2.16 apresenta a planialtimétrica da área do povoado de Santo Antônio identificando a área atingida pela cota máxima da cheia milenar e a área a ser desapropriada destinadas à preservação ambiental.

FIGURA 2.16

Planialtimetria da Área do Povoado de Santo Antônio com Identificação das Áreas Sujetas a Desapropriação e Atingidas pela Cheia Milenar

ESCALA: 1/5.000



Visto os argumentos expostos acima optou-se pela Alternativa 2 na cota 241 m para a construção do açude Faé. "A posteriori" procedeu-se a um estudo de permanência de cotas, vista a necessidade de manter a situação atual de abastecimento da população de Santo Antônio, que capta água nas vazantes do existente reservatório de Angicos. Utilizou-se para isso as cotas calculadas mês a mês da simulação da operação do reservatório para o cálculo das vazões regularizadas com 90% de garantia, com e sem a adoção de volume de alerta.

O tratamento das cotas resultou nas duas curvas de permanência apresentada na Figura 2.17, onde se percebe que o açude Faé permanecerá, quando apropriadamente operado, entre 60 e 90% do tempo com níveis superiores à cota 239 m, o que garante a manutenção da vizinhança da fonte hídrica para o povoado de Santo Antônio.

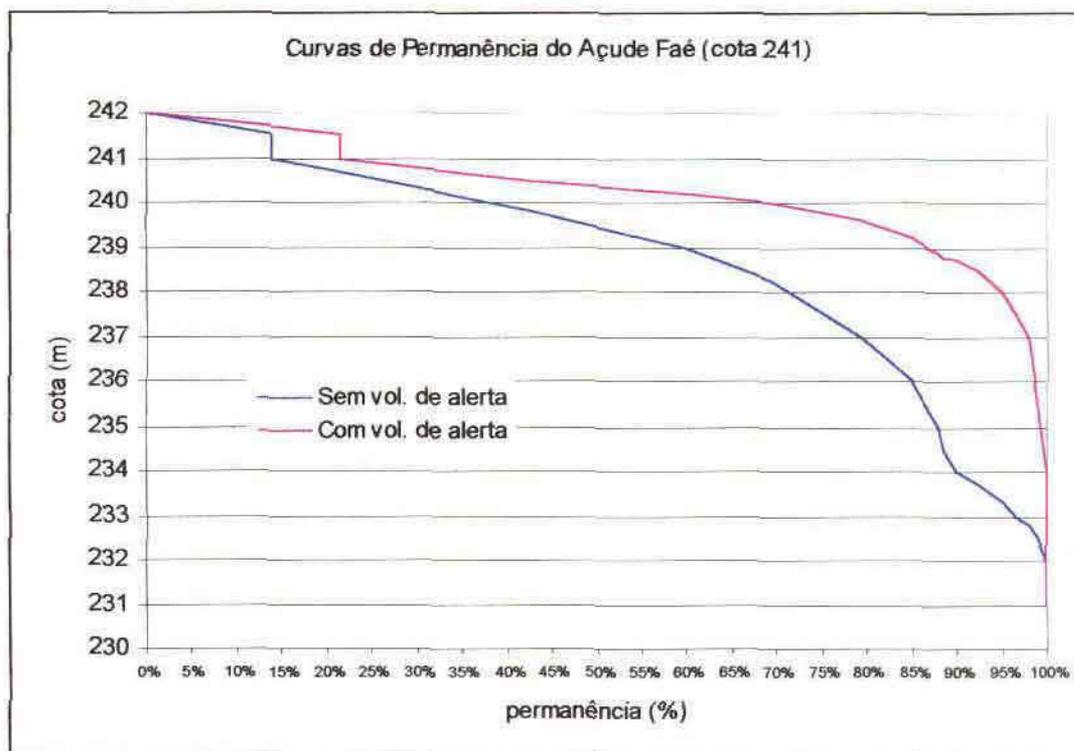


Figura 2.17 – Curvas de permanência do Açude Faé, com a soleira do sangradouro na cota 241 m

2.3.2.2.2 - Desapropriação e Remanejamento Populacional

O projeto executivo da barragem que garantirá o abastecimento d'água da Cidade de Quixelô terá, provavelmente, sua concepção final fortemente influenciada pela presença de alguns núcleos populacionais erguidos às margens do Riacho Faé. Entre estes núcleos, destaca-se o Distrito de Santo Antônio e o povoado de Carnaubinha, que exercerão uma influência marcante na composição de custos de implantação do reservatório, no caso de serem escolhidos os boqueirões II, III ou IV.

De acordo com informações retiradas da restituição planialtimétrica publicada pelo IDACE, a eventual construção da Barragem Faé, nos três boqueirões situados a jusante do Distrito de Santo Antônio, levaria à total submersão do Açude Angicos para níveis de acumulação superiores à cota 238, e tomaria necessária a desapropriação de áreas deste

mesmo Distrito, no caso de inundações acima da cota 240. A partir destas observações, pode-se inferir que os custos de implantação do novo reservatório podem ser excessivamente elevados se o projeto exigisse a transferência dos moradores de Santo Antônio para outro local, haja vista a infra-estrutura existente neste núcleo urbano.

Já o Boqueirão I, que teve o seu aproveitamento descartado em virtude de sua grande distância à Cidade de Quixelô e de sua relativamente pequena bacia hidrográfica, não apresentaria, caso fosse selecionado para receber a construção da barragem, obstáculos de mesma importância, pelo menos no que diz respeito à desapropriação de moradias.

Além do Distrito de Santo Antônio, deve ser mencionada a existência, às margens do Riacho Faé, do Povoado de Carnaubinha, que poderá exigir a desapropriação de cerca de 60 unidades habitacionais, exercendo, assim, considerável influência na composição dos custos do empreendimento no caso de serem escolhidos os boqueirões III ou IV.

2.3.2.2.3 - Condicionantes de relevo e de Topografia

- **Relativos aos Boqueirões Principais**

As seções dos boqueirões I, II e III apresentam condições favoráveis à construção de um maciço compactado com nível de coroamento máximo em torno de cota 260. Já no boqueirão IV, a topografia do local permite a implantação de uma barragem com nível máximo de coroamento próximo à cota 250.

A partir da análise preliminar dos perfis dos boqueirões em estudo, observou-se que, em qualquer situação, não havia restrições de natureza topográfica à construção de um aterro compactado com altura de até 20,0 m.

- **Relativos à Necessidade de Barragens Auxiliares**

A existência de uma sela topográfica na margem direita do Riacho Faé, com cota mínima igual a 253, próxima à ombreira direita dos boqueirões II e III, dispensou a construção de um dique auxiliar para o caso de uma barragem construída, em um destes locais, com nível de coroamento inferior a esta mesma cota.

O boqueirão IV também apresenta uma depressão em formato de sela em um trecho adjacente à ombreira esquerda, com nível mínimo em torno da cota 244. Como o nível de coroamento é inferior à cota mínima da sela topográfica supramencionadas não haverá necessidade de construção de barragens auxiliares. Os estudos de base associados ao projeto executivo da barragem deverão considerar, para qualquer um dos boqueirões barráveis, a possibilidade de implantação do vertedouro nos trechos de menor elevação.

2.3.2.2.4 - Condicionante Geológicos e Geotécnicos

Com base nas informações disponibilizadas pela VBA Consultora, foi adotada, para todas as áreas em estudo, a estratigrafia observada no local barrável aqui denominado Boqueirão I. A geotecnia estudada pela SRH neste local, a partir de uma campanha de sondagens expeditas, indica um perfil de intemperismo com espessura relativamente pequena, no qual a profundidade do topo rochoso situa-se a menos de 2,0 m da superfície em terrenos de ombreira e a cerca de 5,0 m no talvegue do Riacho Faé.

Considerando-se o fato de que os outros boqueirões em análise situados na mesma região onde se localiza a área estudada pela SRH, e que aparentemente não há grande diferenças nas características geológicas das áreas ocupadas pelos mesmos, é de se supor que, em uma análise paramétrica preliminar, a simplificação adotada para a elaboração dos perfis geotécnicos não deve levar a erros significativos nas características gerais dos materiais de fundação no que diz respeito ao tipo de seção a ser adotada para a barragem e à análise preliminar de custos. Para efeito de verificação foram realizadas sondagens e ensaios extras no eixo barrável e vertedouro para verificação da possível utilização do material rochoso na confecção do maciço.

Por outro lado algumas informações que serão obtidas de forma localizada, durante a fase de investigações de campo, poderão influir decisivamente no processo de seleção de alternativas e até mesmo redirecionar o desenvolvimento do projeto, como, por exemplo, o índice de recuperação de testemunhos de sondagens rotativas em rocha executadas em área de implantação no vertedouro.

No relatório dos estudos preliminares, a VBA Consultores apresentou, de forma esquemática a composição e as características gerais das alternativas preliminares de anteprojeto estudadas, mostrando, em destaque, a descrição sumária dos principais elementos que constituirão o empreendimento e as mais prováveis configurações decorrentes de variações no local de construção do aterro da barragem e na capacidade do reservatório (ou na cota máxima de acumulação no novo açude).

Na composição das alternativas concebidas para os boqueirões em estudo, forma consideradas, para fins de simulação, a possibilidade do estabelecimento do nível máximo de acumulação do reservatório entre as cotas 267 e 271, para o Boqueirão I, e as cotas 238 e 242, para as demais alternativas.

As referidas cotas 238 e 242, empregadas como base para as simulações desenvolvidas para os boqueirões II, III e IV, constituem um intervalo no qual o limite inferior representa o nível máximo de acumulação implementado no Açude Angicos, enquanto o superior representa um nível mais elevado de acumulação no novo reservatório, nível este suficientemente alto para levar à inundação boa parte da área urbana do Distrito de Santo Antônio em períodos de cheia.

Deve ser ressaltado que a ênfase no limite inferior deste último intervalo está associada aos estudos de otimização hidrológica efetuados até o momento e à impossibilidade de se evitar, na hipótese de se optar por um dos três boqueirões mais próximos de Quixelô, a submersão de trechos do talude de jusante do aterro da Barragem Angicos, mesmo adotando-se níveis máximos de inundação alguns metros abaixo do intervalo aqui estabelecido. Além disso, é importante que seja registrado que as cotas básicas que definem este intervalo foram obtidas a partir da restituição aerofotogramétrica elaborada pelo IDACE, verificada através de levantamentos topográficos em campo.

2.3.2.3- Análise Preliminar de Alternativas

Nos Quadros 24 e 25 do relatório preliminar da VBA Consultores, são apresentadas as composições de custo das variantes das alternativas do eixo barrável, considerando-se as cotas de coroamento estimadas a partir do NA máximo de acumulação do reservatório.



Quadro 2.4 – Composições de custo global das variantes da alternativa de eixo barrável I

Local de construção da barragem	Cota Soleira do Vertedouro	Cota Corcamento (m)	Capacidade do reservatório (hm³)	Altura máxima da barragem (m)	Volume total da barragem (m³)	CUSTOS (R\$ 1.000)							Custo por volume acum (R\$/1.000m³)	Custo de vazão regular (R\$/1.000 m³)
						Aterro Compactado	Tomada d'água	Total Maciço	Vertedouro	Total construção da barragem	Desapropriação e Reassentamento	TOTAL BARRAGEM		
Boqueirão I	267	270,3	21,3	17,8	122.400	803	295	1.098	817	1.715	1.181	2.898	135,97	39,98
	268	271,3	28,0	18,8	139.500	915	308	1.224	447	1.870	1.237	2.907	111,74	40,10
	269	272,3	31,4	19,8	158.100	1.037	319	1.356	405	1.761	1.298	3.058	97,42	41,80
	270	273,3	37,4	20,8	189.900	1.248	335	1.584	306	1.897	1.478	3.286	87,22	44,14
	271	274,3	44,2	21,8	218.900	1.423	346	1.769	273	2.043	1.470	3.513	79,41	46,93

Quadro 2.5 - Composições de custo global das alternativas do eixo barrável e suas variantes (boqueirões II, III e IV)

Cota Soleira do Vertedouro	Cota Corcamento (m)	Local de construção da barragem	Capacidade do reservatório (hm³)	Altura máxima da barragem (m)	Volume total da barragem (m³)	CUSTOS (R\$ 1.000)							Custo por volume acum (R\$ 1.000 m³)	Custo por acrésc. de volume acum (R\$ 1.000 m³)	Custo de vazão regular (R\$/1.000 m³)
						Aterro compactado	Tomada d'água	Total Maciço	Vertedouro	Total construção da barragem	Desapropriação e Reassentamento	TOTAL BARRAGEM			
238	241,3	Boqueirão II	16,3	14,5	87.900	577	188	762	931	1.693	520	2.213	135,59	233,53	39,79
		Boqueirão III	20,3	15,5	134.160	880	222	1.102	305	1.407	970	2.377	116,89	178,23	38,48
		Boqueirão IV	29,6	20,5	264.700	1.738	252	1.989	289	2.258	1.797	4.055	138,79	177,87	49,18
239	242,3	Boqueirão II	20,4	15,5	101.300	685	198	882	788	1.650	789	2.439	119,54	179,91	43,10
		Boqueirão III	25,3	18,5	152.700	1.002	234	1.238	245	1.480	1.242	2.722	107,60	147,51	43,02
		Boqueirão IV	35,7	21,5	298.00	1.955	265	2.219	169	2.389	2.071	4.460	124,80	154,37	53,19
240	243,3	Boqueirão II	25,0	16,5	115.900	780	210	970	688	1.656	2.339	3.995	159,51	219,53	65,93
		Boqueirão III	31,0	17,5	173.600	1.139	248	1.388	208	1.593	2.796	4.389	141,80	182,07	65,04
		Boqueirão IV	42,6	22,5	334.900	2.197	277	2.474	105	2.579	4.146	6.725	157,91	188,16	75,81
241	244,3	Boqueirão II	30,3	17,5	131.800	865	222	1.087	804	1.891	2.618	4.207	138,98	179,80	69,05
		Boqueirão III	37,7	18,5	196.800	1.290	258	1.548	225	1.773	2.978	7.751	127,28	155,88	69,08
		Boqueirão IV	50,2	23,5	375.000	2.484	289	2.753	81	2.814	4.535	7.349	148,34	189,45	81,79
242	245,3	Boqueirão II	36,1	18,5	334.105	2.182	234	2.426	547	2.973	2.855	5.828	155,85	192,31	89,90
		Boqueirão III	44,4	19,5	320.709	2.104	271	2.374	327	2.702	3.121	5.823	131,01	154,87	83,88
		Boqueirão IV	58,7	24,5	420.600	2.759	301	3.060	76	3.136	5.078	8.214	140,01	158,51	90,35

Foram adotados, nos cálculos associados a estas composições, uma seção-tipo de barragem com inclinações 12,5 e 12 para os taludes de montante e jusante, respectivamente, uma borda livre de 3,30 m (acima do nível de reservação máximo no lago da barragem), um sangradouro em canal, com 100 metros de largura (com a eventual presença, determinada em função do perfil geotécnico na área do sangradouro, de muros de contenção laterais e de um muro com perfil *Creager*), e uma tomada d'água em galena, com controle de saída e jusante

Observando-se os resultados constantes nas tabelas acima, verifica-se que a solução com menor custo global de implantação corresponde à associada ao Boqueirão III, com o nível da soleira do vertedouro estabelecido na mesma cota de inundação da Barragem Angicos (238,0 m). Esta mesma solução apresenta-se também como a mais favorável se for considerado como critério de seleção de alternativas, o custo da vazão de regularização que será lançada no leito do Riacho Faé, calculado em função da vazão média esperada

Nestas tabelas pode ainda ser observado que o menor custo da vazão regularizada obtido nas simulações realizadas (Boqueirão III, cota 238) não é muito distante do calculado para o Boqueirão I (variante referente à cota 267), incluindo as vazões do Açude Angicos. Mesmo observando-se a proximidade entre estes valores, deve ser ressaltado que a diferença entre os custos globais de implantação das duas alternativas é significativa – ela sugere a escolha do Boqueirão III – e que os custos relacionados nas tabelas supracitadas não incorporam as obras e serviços necessários à construção da tabela supracitadas não incorporam as obras e serviços necessários à construção da Adutora de Quixelô, que é parte integrante deste empreendimento e que poderá se constituir em fator decisivo para o não aproveitamento de Alternativa I (esta se situa a aproximadamente 19,0km da montante da alternativa mais próxima, isto é, a cerca de 35 km de Quixelô)

Na figura 2 18 são apresentadas as curvas de custo unitário representadas pelo valor presente do custo da vazão regularizada para todas as alternativas de dimensionamento estudadas, enquanto na figura 2 19 são exigidas as curvas de custo total do empreendimento, incluindo maciço, vertedouro, tomada d'água e desapropriações. Nestas figuras, que ilustram as considerações descritas anteriormente, podem ser visualizados alguns trechos com inflexões no traçado das curvas referentes aos boqueirões II, III e IV, os quais representam a influência, conforme sugerido nestes gráficos, não recomenda o aproveitamento destas alternativas se for verificada a necessidade de se adotar níveis de acumulação máximos que exijam a transferência da área urbana do Distrito de Santo Antônio

2.3.3 - Localização Escolhida para o Empreendimento

2.3.3.1 - Justificativa de Localização do Barramento

Com base em informações levantadas sobre a região e após análise detalhada de resultados dos estudos topográficos, geológicos, geotécnicos e hidrológicos, selecionou-se o Boqueirão II como local para construção do Açude Faé. Esta alternativa aponta a implantação do Projeto numa área próxima à localidade de Carnaubinha, à jusante do povoado de Santo Antônio e de uma pequena barragem existente, a Barragem de Angicos. Um aspecto importante considerado no processo de seleção, foi a menor distância que este boqueirão apresentava ao município de Quixelô, cerca de 16,5 km



Curvas de custo das vazões regularizadas

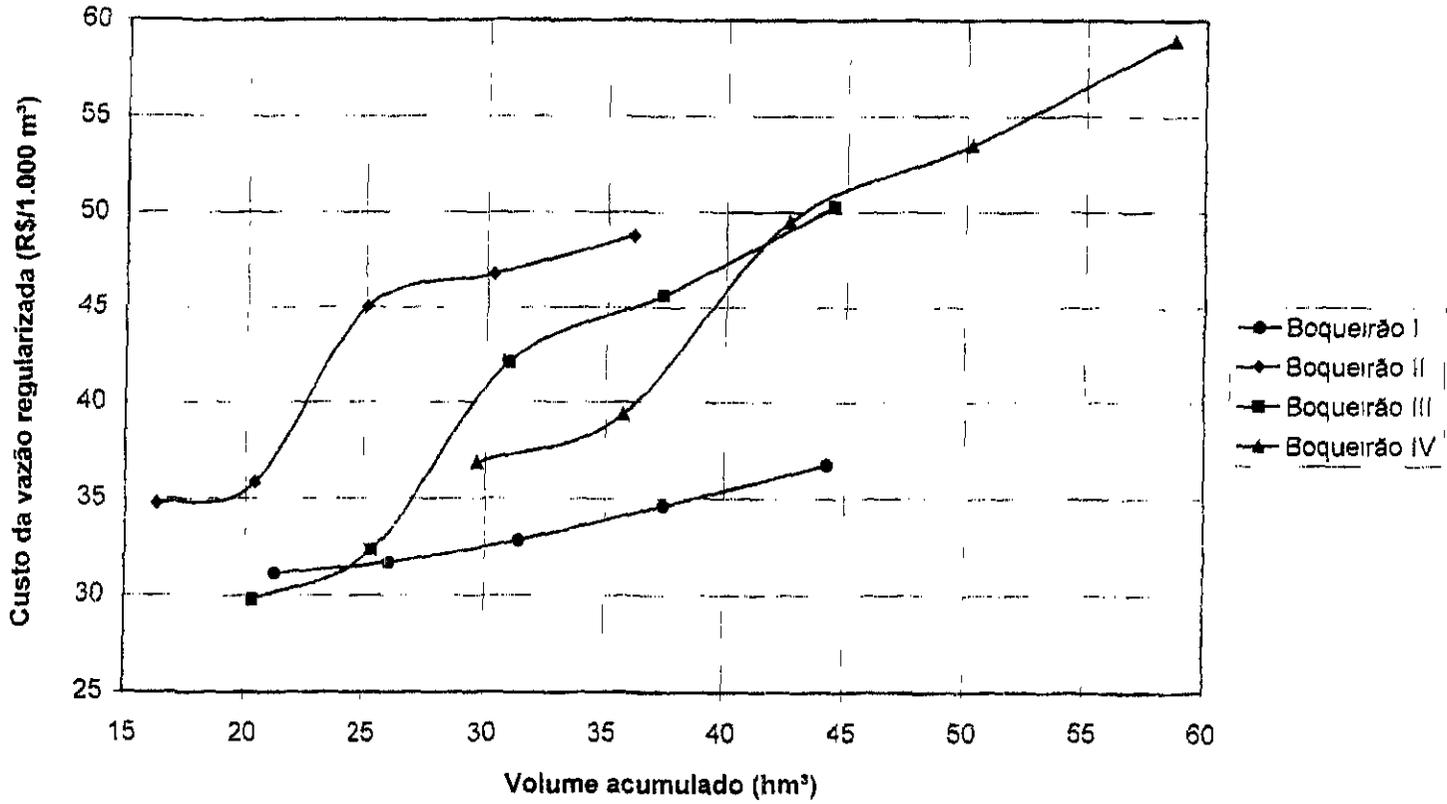


Figura 2.18 – Curvas de Custo das Vazões Regularizadas

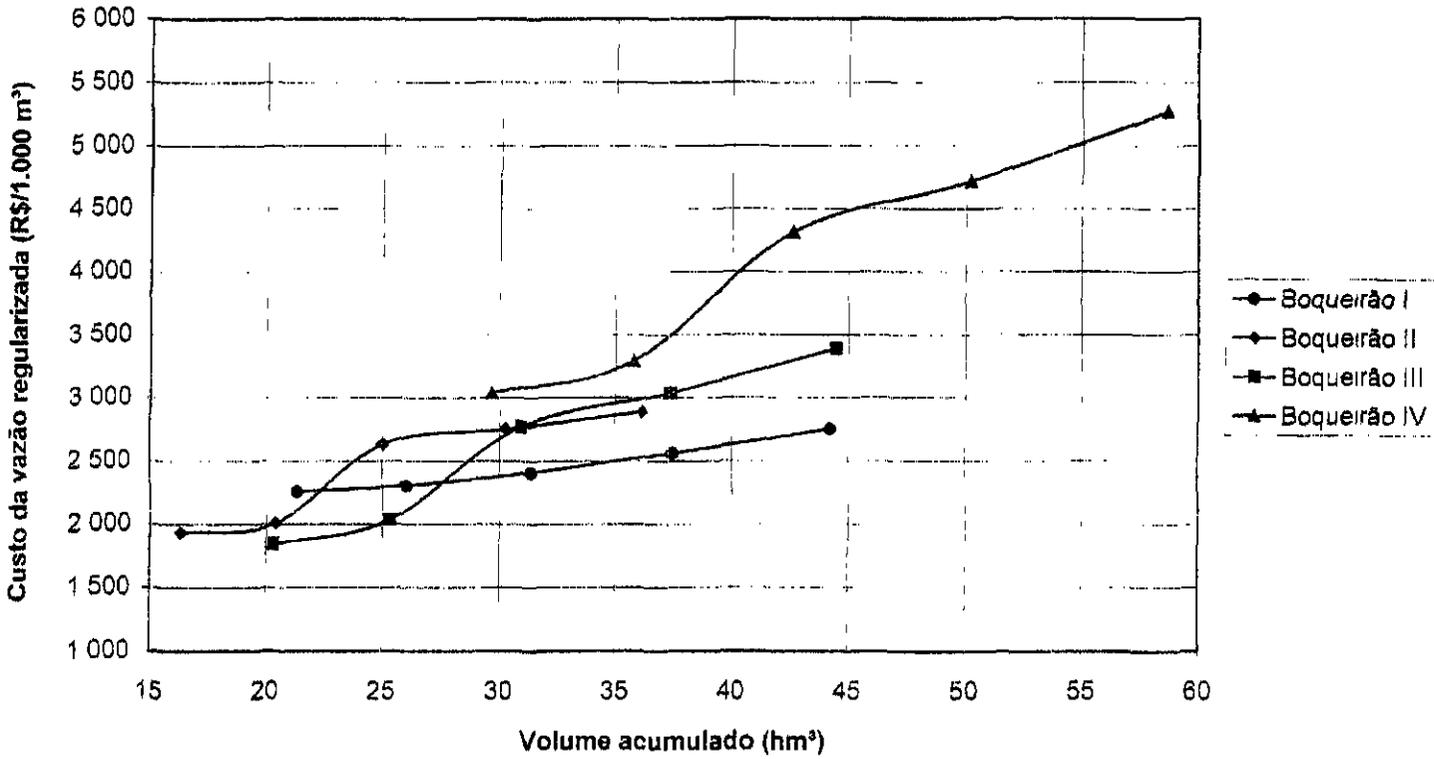


Figura 2.19 – Curvas de Custo Global de Implantação da Barragem

Salienta-se, no entanto, que o fator determinante na escolha desta alternativa foi a redução significativa nos custos de desapropriação, pois a implantação da Barragem neste setor evita a inundação de 59 casas localizadas no povoado de Carnaubinha. Além deste povoado apresentar uma infra-estrutura já instalada, houve mobilização por parte da população local, contrária ao projeto.

Ainda na fase dos Estudos Preliminares, a equipe da VBA Consultores, considerando aspectos topográficos obtidos diretamente em campo, considerava a perspectiva de uma barragem no Boqueirão II. Esta alternativa não impunha restrições de natureza topográfica à construção de um maciço com alturas de até 20,0 m e sinalizava a possibilidade de implantação do vertedouro em ambos os lados do Riacho Faé. Um fator também considerado nas ponderações, foi o paralelismo das ombreiras, o que permitia, sem acréscimos significativos de custo e em caso de uma adequação do maciço às outras obras componentes do sistema, o deslocamento da barragem mais para montante.

Com relação à necessidade de um maciço auxiliar, durante os Estudos Básicos, detectou-se a existência de uma sela topográfica na margem direita do Riacho Faé, próxima à ombreira direita do Boqueirão II e numa cota superior ao nível de coroamento da barragem. Assim, eliminou-se a necessidade de construção de um dique auxiliar, implicando em redução dos custos totais. Outro ponto favorável à implantação da barragem neste setor.

Quanto às jazidas de empréstimo, não haveria maiores dificuldades relativas à disponibilidade da maioria dos materiais construtivos necessários à implantação do projeto. Foram encontradas, na região, uma jazida de solo e, a aproximadamente 3 km, uma jazida de pedra, cujo material pode ser aproveitado na escavação do vertedouro. No entanto, não foi encontrada, nas proximidades, jazidas de areia. Assim, toda areia necessária ao projeto deverá vir da Barra do Trussu, no Jaguaribe, a cerca de 23 km de distância.

Acrescenta-se, ainda, que este boqueirão apresenta uma boa disponibilidade hídrica. Depois do enchimento do lago se acumulará um volume da ordem de 23,37 hm³. Tecnicamente, optou-se em rebaixar a altura da barragem, para evitar a inundação do povoado de Santo Antônio, também com infra-estrutura instalada, embora esta opção tenha conduzido a uma barragem com capacidade um pouco abaixo do previsto, inicialmente, pela SRH.

2.3.4 - Caracterização do Projeto/Dados Técnicos do Empreendimento

2.3.4.1 - Ficha Técnica da Barragem

- Características Gerais

- Localização: Sítio Carnaubinha, no Município de Quixelô-CE
- Sistema: Jaguaribe
- Riacho barrado: Riacho Faé
- Área da bacia hidrográfica: 309 km²
- Área da bacia hidráulica: 572,39 ha
- Capacidade: 23,37 hm³
- Volume morto: 0,63 hm³
- Cota do NA máximo operacional: 241,00
- Cota do NA de cheia (TR=1 000 anos): 243,59
- Cota do NA mínimo operacional: 231,00

- Volume mínimo operacional 2,33 hm³
- Vazão regularizada (f=90%) 0,269 m³/s
- Vazão de cheia (TR=1 000 anos) 1 129,69 m³/s
- Vazão de cheia (TR=10 000 anos) 1 447,32 m³/s
- Precipitação média anual 777,0 mm

- Barragem Principal

- Tipo Terra Homogênea (CUT OFF)
- Altura Máxima 19,96 m
- Largura da base 106,00 m
- Extensão pelo coroamento 329,00 m
- Cota do coroamento 244,70 m
- Largura do coroamento 6,00 m
- Folga da barragem 1,11 m
- Revanche 3,70 m
- Talude de Montante 1 2,5
- Talude de Jusante 1 2 (do coroamento até a cota 236,70)
1 2,5 (da cota 236,70 até o terreno natural)

- Adutora

- Comprimento 9,0 km
- Diâmetro 150 mm
- Material PVC PN 10
- Traçado percorrendo estrada carroçavel existente

- Sangradouro

- Tipo Vertedouro
- Cota da soleira 241 m
- Largura 80 m
- Vazão afluyente de projeto (TR= 1 000 anos) 1 129,69 m³/s
- Vazão máxima de verificação (TR= 10 000 anos) 968,0 m³/s

- Tomada d'água

- Tipo Galena com controle de jusante
- Diâmetro 600 mm
- Extensão da galena 74,0 m
- Cota da geratriz inferior de montante 229,80 m
- Cota da geratriz inferior de jusante 229,30 m

2.3.4.2 - Outros Dados do Empreendimento

- Estações Elevatórias

- Número de estações 01
- Altura total vencida 38,20 m
- Vazão de projeto Q_{10anos}-12,32 l/s
Q_{20anos}-20,00 l/s

- Distribuição

- Capacidade do reservatório de distribuição 100 m³
- Rede de distribuição ampliação da rede para 3.800m e o diâmetro da tubulação de 75 mm para 100 mm

- Estação de Tratamento

- Número de estações 01
- Vazão 12 l/s

2.3.4.3 - Disposição das Jazidas de Empréstimo

Das jazidas encontradas no levantamento topográfico realizado na área, foram estudadas uma jazida de solo (JS-01), uma pedreira e, percorrendo-se o leito do nacho Faé, buscou-se jazidas de areia com disponibilidade de material suficiente ao atendimento das necessidades do projeto. O Quadro 2.6, apresenta um resumo das características principais dos materiais encontrados nestas jazidas.

- Jazida de solo (JS-01)

No solo encontrado na margem esquerda do Riacho Faé, em jazida situada a 1.400 metros de distância do boqueirão II, predomina o tipo SC e CL, os quais representam material argiloso, de cor avermelhada, com elevada plasticidade e baixa permeabilidade. A distância média de transporte é de 0,9 km.

A partir dos ensaios realizados no material coletado nesta jazida, observou-se que a maioria das amostras apresentaram porcentagem de finos acima de 50%, com índices de plasticidade médio em torno de 7,0. Como resultado, não foi verificada restrição de natureza geotécnica ao seu emprego na confecção do maciço.

Quadro 2.6 – Quadro resumo das características principais das jazidas no Projeto Executivo da Barragem Faé.

CARACTERÍSTICAS	JAZIDAS		
	SOLO (JS-01)	PEDRA	AREIA
Distância ao eixo da barragem (km)	1,40	3,00	23,00
Área útil (ha)	21,00	1,20	1,50
Profundidade média (m)	1,90	2,50	2,00
Volume útil(m ³)	367.500	30.000	30.000
Tipo de material	SC-CL	Gnaiss migmatítico	Areia média
Utilização	Maciço principal	Rip-rap Rock-fill Concreto	Filtro vertical e horizontal

- Jazida de Pedra

A jazida de pedra que fornecerá todo o material para a execução do Rip-rap, do Rock-fill e britagem para confecção de concreto, dista, aproximadamente, 3 km do Boqueirão, num ponto situado à jusante do mesmo. Predomina rochas compostas de gnaisse migmatítico, com veios de quartzo e feldspato. A área útil disponível é de 1,2 hectares, e o volume estimado da jazida é de 30 000 m³.

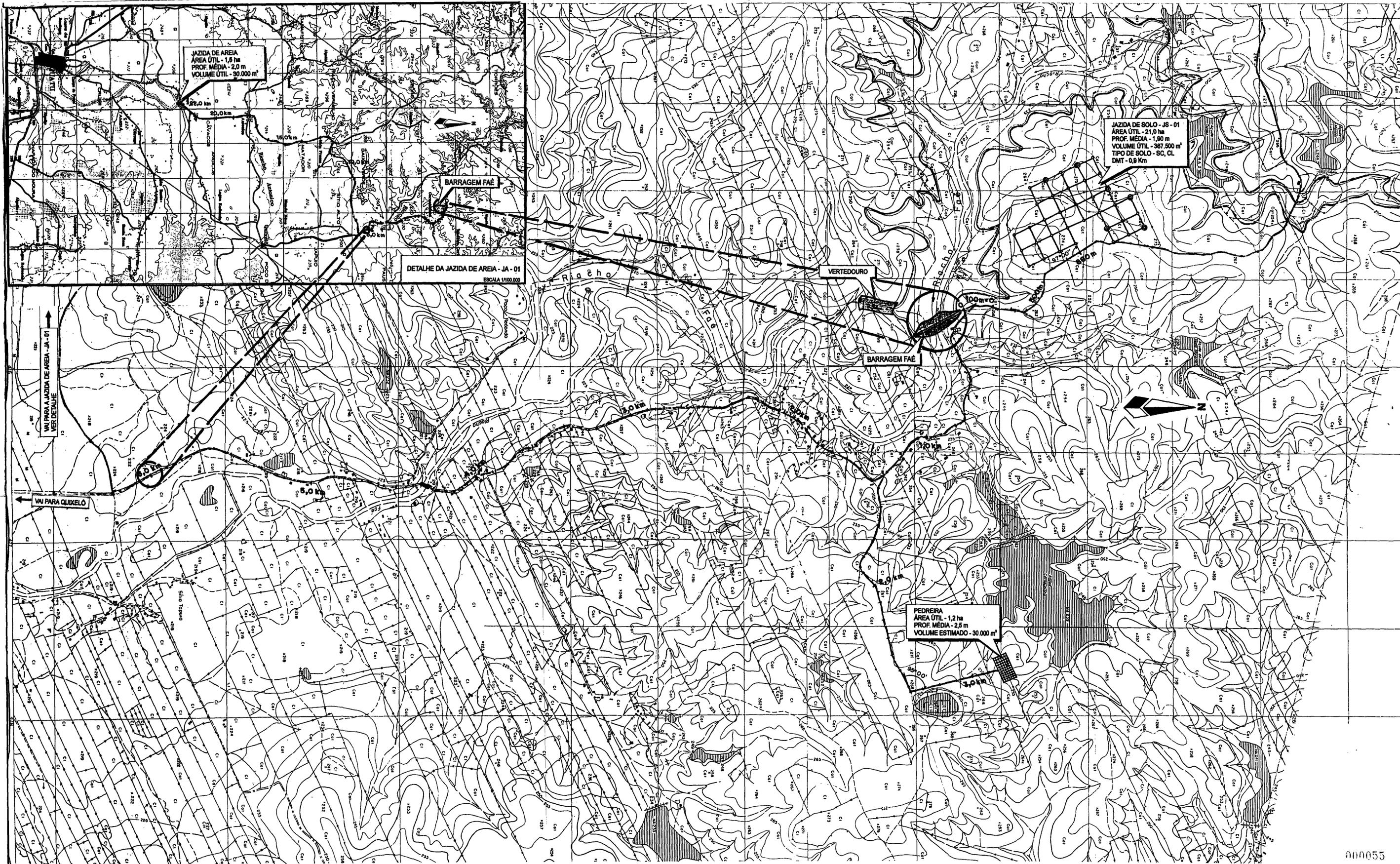
Os ensaios de abrasão, realizados em amostras de material, revelaram-se satisfatórios, indicando cerca de 77% de aproveitamento.

- Jazida de Areia

Toda a areia para atender o projeto da Barragem Faé, deverá vir do no Jaguaribe, na localidade de Barra do Trussu, a uma distância de 23 km. O material será utilizado nos filtros vertical e horizontal, além do seu emprego no concreto. A área útil da jazida é de 1,5 hectares, proporcionando um volume de 30 000 m³.

Os ensaios laboratoriais conduzidos neste material, mostraram-se satisfatórios dentro das normas exigidas para sua implantação na obra. Os valores médios de permeabilidade foram da ordem de $2,1 \times 10^{-3}$ cm/s, e a porcentagem média de finos foi de 2,5%. Na análise granulométrica, encontrou-se, em média, 7% de pedregulho, 7% de areia grossa, 50% de areia média, 34% de areia fina e 2,5% de silte+argila.

A Figura 2.20, cedida pela VBA, permite uma visualização da disposição das jazidas de empréstimo existentes próximo ao local do barramento.



000055

LEGENDA :	NOTAS :	DESENHOS DE REFERENCIA :

REVISÕES		
Nº	NATUREZA DA REVISÃO	DATA

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH

PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROURB/ CE

PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM FAÉ

FIGURA 2.20
 ARRANJO GERAL DAS OBRAS

VBA CONSULTORES LTDA

DES: _____
 DATA DE EMISSÃO: JULHO/98
 ESCALA: 1/10.000
 Nº DO DESENHO: _____
 REV: 0
 BF-AP-01/12

2.3.5 - Análise de Risco

2.3.5.1 - Introdução

O risco está presente nas mais diversas atividades exercidas pelo homem. Estas atividades se estendem desde fatores de ordem social assim como perturbações causadas por problemas econômicos e de caráter ambiental.

Os riscos, de um modo geral, são de origem humana ou natural. Os riscos naturais estão relacionados aos eventos da natureza que prejudicam o bem estar do homem tais como vulcões, furacões, terremotos, secas, entre outros. Já os riscos provocados por atividades antrópicas são decorrentes de suas próprias fragilidades onde podemos destacar acidentes no trânsito, falhas de estruturas, falta de planejamento adequado, desconforto ambiental e outros.

Sendo assim, a quantificação e a qualificação destes riscos é hoje objeto de estudo por parte de uma gama de profissionais, principalmente àqueles ligados ao planejamento e a execução de obras e aos processos de gestão e tomada de decisão.

2.3.5.2 - Conceitos básicos

O estudo de risco envolve o entendimento de alguns conceitos básicos, a saber: incertezas, risco, confiabilidade, análise de risco, e gerenciamento do risco.

A quantificação e a compreensão das incertezas tem o intuito de minimizar suas consequências indesejáveis. Segundo VIEIRA (1997), as incertezas são consideradas a fonte geradora dos riscos que nos cercam.

De acordo com KLIN e FOLGER (1988) as incertezas podem ser classificadas em imprecisão e ambiguidade. A imprecisão corresponde a incapacidade de se distinguir as coisas e estabelecer seus limites, e, a ambiguidade, está relacionada aos inter-relacionamentos existentes.

Em termos de suas fontes e origens, MORGAN e HERION (1998), trataram as incertezas de várias formas: variação estatística, planejamento subjetivo, imprecisão linguística, variabilidade, randomicidade inerente, discordância e aproximação.

O risco e a confiabilidade, por sua vez, tem significados opostos. Enquanto o risco é definido como a probabilidade de ocorrência de fatores indesejáveis, a confiabilidade representa a probabilidade de não ocorrência destes eventos.

A análise de risco diz respeito a qualificação ou identificação e a quantificação ou avaliação dos riscos. A identificação contempla os tipos de riscos e incertezas existentes e a avaliação projeta as probabilidades de ocorrência dos eventos.

O gerenciamento do risco está relacionado aos tomadores de decisão objetivando a minimização dos riscos e a otimização dos recursos disponíveis. No processo de decisão a análise de risco está dividida em quatro fases e classificada em quatro tipos, conforme mostra o Quadro 2.7.

Quadro 2.7 – Riscos e tipos de medidas

RISCO	QUALIFICAÇÃO	QUANTIFICAÇÃO	MINIMIZAÇÃO	MITIGAÇÃO
Físico				
Econômico				
Social				
Ambiental				

Fonte: VIEIRA (1997)

2.3.5.3 - Riscos em Recursos Hídricos

Em obras de engenharia os riscos podem ser identificados nas mais diversas atividades no âmbito físico, econômico, social e ambiental

Na área dos recursos hídricos os riscos estão associados a vários fatores, entre os quais podemos destacar fenômenos hidrológicos, funcionamento hidráulico dos equipamentos, estabilidade das estruturas, problemas de qualidade da água, impactos sócio-econômicos e ambientais, bem estar social, e preservação ambiental

Os riscos e incertezas peculiares nas obras de engenharia são combatidos através da aplicação dos coeficientes de segurança. Este recurso reflete a capacidade de resistência do sistema em relação aos esforços e cargas a ele submetidos

Chamamos então de “S” o conjunto de solicitações, de “C” a capacidade total do sistema e de “K” o coeficiente de segurança. A equação tradicionalmente empregada nos projetos de engenharia é a seguinte $C = KS$. É importante ressaltar que quanto maior o K maiores são as incertezas. O Quadro 2.8 ilustra alguns exemplos de solicitações e capacidades na engenharia dos recursos hídricos

2.3.5.4 - Análise de Risco nos Recursos Hídricos

Os projetos de engenharia da área de recursos hídricos podem ser enquadrados como típicos da situação de confronto entre as solicitações “S” e a capacidade total do sistema “C”. Alguns exemplos destas aplicações estão apresentados a seguir

- risco de deslizamento do talude de uma barragem de terra,
- risco de fracasso econômico de uma obra de proteção contra inundações,
- análise benefício/risco para a escolha do nível ideal de proteção de áreas inundadas,
- risco de transbordamento de um vertedouro de barragem,
- risco de fracasso econômico na construção de reservatórios,
- risco de impactos ambientais desfavoráveis na construção de reservatórios,
- riscos econômicos e ambientais na construção de obras hídricas

No caso dos estudos de impacto ambiental – EIA da construção de uma barragem pode-se identificar danos provocados pelo desmatamento, movimento de terra, desapropriação da área inundada, execução das obras, entre outros. Para tanto é pertinente a realização de uma análise de risco no intuito de minimizar os impactos sobre os meios físicos, bióticos e abióticos

O Quadro 2.9 mostra algumas aplicações de análise de risco dos impactos causados na construção de um reservatório nas fases de execução e utilização

Quadro 2.8 – Exemplos de solicitações e capacidades na engenharia dos recursos hídricos.

SISTEMA FÍSICO	DISCIPLINA	SOLICITAÇÃO	CAPACIDADE	TIPO DE FALHA
Estrutura Hidráulica (comporta, açude, dique)	Eng Civil e Hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> • Força • Pressão do vento • Nível de cheia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensão de resistência • Altura da Barragem 	<ul style="list-style-type: none"> • Falha estrutural
Sistema Hídrico (lago, rio, aquífero)	Recursos Hídricos e Eng Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de água • Carga poluidora • Concent de poluentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Suprimento de água • Capacidade reservatório • Capacidade recepção 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de água • Poluição da água
Sistema Hídrico	Hidrologia	<ul style="list-style-type: none"> • Vazão • Cheia • Precipitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Vazão • Cheia • Precipitação 	<ul style="list-style-type: none"> • Excedência hidrológica
Ecosistema	Ciências Biológicas	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade ecossistema 	<ul style="list-style-type: none"> • Danos ao ecossistema
Organismo Humano	Ciências da Saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Exposição 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade humana 	<ul style="list-style-type: none"> • Danos à saúde

Fonte VIEIRA (1997)

2.3.6 - Projeto da Adutora

A implantação da adutora é prevista em uma única etapa construtiva (1999), bem como, de todos os demais componentes do projeto. A adutora, denominada Faé-Quixelô, estende-se da passagem molhada que será ampliada para uma barragem vertedoura, situada a 1,70 km da cidade de Quixelô, barrando o rio Faé e que será perenizado a partir da barragem de mesmo nome com capacidade para 23,4 hm³. A captação será constituída por dois poços amazonas equipados com bombas submersas que recalcam diretamente para o reservatório apoiado de 25 m³. A recarga dos poços será feita a partir da água acumulada e na barragem vertedoura, uma vez que os mesmos serão escavados a montante da barragem e no leito do rio. As características das eletrobombas submersas são vazão = 5,28l/s = 19,01 m³/h, A M T = 15 m c a e potência = 2 CV.

A elevatória de água bruta capta água do reservatório apoiado localizado junto a captação e recalca para caixa de nível, situada na área da ETA, através de uma adutora com extensão de 2 100 m, vazão = 10,56l/s, diâmetro = 150 mm e velocidade igual a 0,60 m/s.

Quadro 2.9 – Aplicações de análise de risco de impactos ambientais.

<p>FASE DE EXECUÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • impactos sócio-culturais • desalojamento • desagregação familiar • mudanças de atividades • remoção da vegetação • danos à fauna • aumento da erosão/assoreamento • alteração da drenagem das águas • destino dos dejetos de lixo • alterações na topografia • circulação de máquinas e veículos • emissão de poeiras e ruídos • inundação da vegetação • alterações na qualidade da água • inundação de áreas cultivadas • inundação de benfeitorias
<p>FASE DE UTILIZAÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • riscos de alterações no regime hidrológico • riscos de salinização da água • risco de diminuição da vazão à jusante • risco de redução da fertilização natural das margens do rio, a jusante • risco de erosão nas margens dos rios • riscos de desmatamento de áreas para irrigação • riscos de salinização do solo • riscos de incremento da erosão do solo • riscos de contaminação das águas • riscos de eutrofização

Fonte SUETÔNIO (1995)

A ETA deverá ser implantada a margem esquerda da estrada que liga o açude Faé à cidade de Quixelô, numa área de 1 600 m², situado a uma distância aproximada de 400 m da zona urbana

A adutora de água tratada, em recalque, partirá da estação elevatória de água tratada, situada junto a ETA e alcançará o reservatório elevado, localizado no centro da cidade, com ramificação para atender o reservatório elevado de 400 m³ que será construído na área da ETA. As características básicas são: extensão = 820 m, vazão = 15,05 l/s, diâmetro = 150 mm e velocidade = 0,85 m/s

Do reservatório elevado a ser construído na área da ETA, partirá a adutora da água tratada de diâmetro de 150 mm e extensão 300 m, que fará a ligação do reservatório elevado com a rede de distribuição existente. O sistema elétrico será constituído por duas subestações com transformadores trifásicos de distribuição aérea na potência de 15 kVA

2.3.7 - Plano de Utilização Múltipla do Reservatório

O Plano de aproveitamento do reservatório Faé se insere dentro dos estudos de impactos ambientais da construção deste açude segundo as diretrizes operacionais do Banco Mundial estabelecidas na "Política Ambiental para Projetos de Barragens e Açudes", no sentido de minimizar os impactos adversos assim como potencializar os efeitos benéficos decorrentes da implantação deste projeto

Os estudos que subsidiarão o Plano de Aproveitamento do Açude Faé ainda não foram concluídos e consistem basicamente nos seguintes

- Projeto executivo do barramento,
- Projeto da adutora que abastecerá a cidade de Quixelô,
- Cadastramento das propriedades situadas na bacia hidráulica do reservatório,
- Relatório de impacto no meio ambiente,
- Plano de reassentamento da população atingida pela formação do lago

Essencialmente o aproveitamento do Reservatório Faé deverá contemplar o abastecimento humano e animal favorecendo o município de Quixelô através da construção de uma adutora. No entanto outros usos podem ser agregados à utilização do mesmo, como o aproveitamento das áreas aluviais para a irrigação, o desenvolvimento da piscicultura na região, controle de cheias e principalmente proteger a população situada a jusante do açude Angicos como referido anteriormente

O Plano de aproveitamento do açude constará de duas etapas distintas: os estudos básicos, que permitirão ante-projetar as estruturas necessárias ao abastecimento d'água para a irrigação, piscicultura e dos outros usos possíveis, e de uma avaliação econômico-financeira onde serão calculados os principais indicadores econômicos para cada atividade

Deve contemplar os seguintes aspectos

- aproveitamento com abastecimento d'água,
- aproveitamento com irrigação,
- aproveitamento com piscicultura,
- aproveitamento com turismo e lazer,
- aproveitamento com outros usos

2.3.7.1 - Aproveitamento com abastecimento d'água

O Plano de Aproveitamento do Açude Faé com abastecimento d'água, tem como objetivo o desenvolvimento de uma solução técnica viável para abastecimento da cidade de Quixelô com água tratada e de boa qualidade, bem como, beneficiar as populações ribeirinhas do nacho Faé, perenizado a partir do açude, que terão ao seu alcance uma água com disponibilidade garantida e de melhor qualidade, apesar do não tratamento. O abastecimento d'água humano e animal dar-se-á a partir da vazão regulanzada pelo açude Faé que é da ordem de 0,29 m³/s com 90% de garantia

2.3.7.1.1 - Situação Atual do Abastecimento D'água da Cidade de Quixelô

O Sistema público de abastecimento de água existente na cidade de Quixelô restringi-se à sede municipal, sendo a Fundação Nacional de Saúde o órgão responsável pelo mesmo

O abastecimento d'água é feito a partir de poços amazonas, com volume produzido de 14 393 m³

O sistema atual (dados de Dez/98-FNS) é composto de 968 ligações domiciliares que atende uma população de 4 356 habitantes através de 7 821 metros de rede de distribuição

2.3.7.1.2 - Síntese do Sistema de Abastecimento Proposto

- Descrição geral do projeto

A implantação da adutora é prevista em uma única etapa construtiva (1999), bem como, de todos os demais componentes do projeto. A adutora, denomina Faé-Quixelô, estende-se da passagem molhada que será ampliada para uma barragem vertedoura, situada a 1,70 km da cidade de Quixelô, barrando o rio Faé e que será perenizado a partir da barragem de mesmo nome com capacidade para 23,4 hm³. A captação será constituída por dois poços amazonas equipados com bombas submersas que recalcam diretamente para o reservatório apoiado de 25 m³. A recarga dos poços será feita a partir da água acumulada e na barragem vertedoura, uma vez que os mesmos serão escavados a montante da barragem e no leito do rio. As características das eletrobombas submersas são: vazão = 5,28l/s = 19,01 m³/h, A.M.T = 15 m.c.a. e potência = 2 CV

A elevatória de água bruta capta água do reservatório apoiado localizado junto a captação e recalca para caixa de nível, situada na área da ETA, através de uma adutora com extensão de 2 100 m, vazão = 10,56l/s, diâmetro = 150 mm e velocidade igual a 0,60 m/s

A ETA deverá ser implantada a margem esquerda da estrada que liga o açude Faé à cidade de Quixelô, numa área de 1 600 m², situado a uma distância aproximada de 400 m da zona urbana

A adutora de água tratada, em recalque, partirá da estação elevatória de água tratada, situada junto a ETA e alcançará o reservatório elevado, localizado no centro da cidade, com ramificação para atender o reservatório elevado de 400 m³ que será construído na área da ETA. As características básicas são: extensão = 820 m, vazão = 15,05 l/s, diâmetro = 150 mm e velocidade = 0,85 m/s

Do reservatório elevado a ser construído na área da ETA, partirá a adutora da água tratada de diâmetro de 150 mm e extensão 300 m, que fará a ligação do reservatório elevado com a rede de distribuição existente. O sistema elétrico será constituído por duas subestações com transformadores trifásicos de distribuição aérea na potência de 15 kVA

- Dados e parâmetros do projeto

- Parâmetros de projeto

Os parâmetros adotados para dimensionamento das unidades do sistema de abastecimento de água da cidade de Quixelô, encontram-se apresentados a seguir

• Consumo "per capita" bruto	150 l/s/ha
• Coeficiente do dia de maior consumo	K1 = 1,20
• Coeficiente da hora de maior consumo	K2 = 1.50
• Coeficiente de abastecibilidade	90%
• Perdas no tratamento	5%
• Período de alcance	20 anos (2019)
• Período de funcionamento de fim de plano	24 h/dia

- Manancial

De acordo com os estudos hidrológicos, considerou-se como alternativa principal de abastecimento de água da cidade de Quixelô, o açude Faé, que deverá ser construído atendendo os objetivos do PROURB. As principais características do relatório são apresentadas a seguir

- Localização Sítio Carnaubinha – Quixelô – CE
- Sistema Jaguaribe
- Curso d'água barrado: Riacho Faé
- Área da bacia hidrográfica 309,0 km²
- Área da bacia hidráulica 572,39 ha
- Capacidade do reservatório 23,4 hm³
- Volume morto 0,63 hm³
- Cota do NA máximo operacional 241,00
- Cota do NA máximo de cheia (TR = 100 anos) 243,43
- Cota do NA mínimo operacional 232,00
- Vazão regularizada (f = 90%) 0,293 m³/s
- Precipitação média anual 23,9 hm³
- Vazão média 0,76 m³/s

2.3.7.2 - Aproveitamento com irrigação

O plano de aproveitamento com irrigação que se constitui na segunda mais importante função a ser desempenhada pelo açude abrangerá os seguintes itens, descritos de forma sucinta a seguir.

- Estudo de solos,
- Planejamento agrícola,
- Projeto proposto

2.3.7.2.1 - Estudos de Solos

A partir da análise comparativa dos estudos pesquisados, fez-se a identificação dos principais grupos de solos e consequente determinação das áreas com a possibilidade de aproveitamento para irrigação. São eles

- **Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico**

Com relação ao uso agrícola, estes solos destacam-se em geral, por possuírem potencial agrícola de médio a alto, com boa reserva de minerais que podem liberar nutrientes para as plantas. Sobressaem-se nestes solos as culturas de algodão arbóreo, culturas de subsistência como mandioca, milho e feijão. São utilizados com pastagens para a pecuária. Podem apresentar forte a moderadas limitações quanto ao uso agrícola, em decorrência da falta d'água, susceptibilidade à erosão e limitações quanto a mecanização. Quando apresentam boas condições físicas, fertilidade média e relevo plano, esses solos tem grande possibilidade para as explorações agrícolas intensivas, com ou sem irrigação. Para um aproveitamento mais racional, estes solos, em geral, exigem práticas de conservação simples, nas áreas de relevo mais plano e, de maior complexibilidade, nas áreas de relevo mais movimentado.

- **Bruno Não Cálcico**

Podem apresentar fortes limitações relacionadas ao uso agrícola, em decorrência da falta d'água, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização da lavoura em decorrência do relevo e pedregosidade. Para uma exploração racional destes solos, se faz necessário, o emprego de práticas conservacionistas complexas, tanto no campo da agricultura como no da pecuária.

- **Planossolo Solódico**

Quanto à exploração agrícola, a fertilidade natural destes solos é limitada pela elevada saturação com sódio. São aproveitados, na maior parte desta área, com pecuária. Apresentam problemas relacionados à falta de aeração ou excesso de água no período chuvoso e ressecamento na estação seca, o que dificulta a penetração das raízes das plantas. Os solos deste grupo, mesmo apresentando relevo favorável, são susceptíveis à erosão em decorrência da textura, quase sempre arenosa, na superfície e massa do solo, dificultando o uso de máquinas agrícolas. Recomenda-se o emprego de práticas conservacionistas simples ou complexas, dependendo dos fatores limitantes atuantes e sua preservação como reserva de flora e fauna, e pastagem nativa.

- **Solonet Solodizado**

Os solos desta classe não são utilizados na agricultura. São mais indicados para uso com pastagens nativas e, ocasionalmente com culturas tolerantes ao excesso de sais. Apresentam limitações ao uso agrícola relacionadas com falta d'água no período de estiagens, presença de teores elevados de sódio trocável nas partes mais profundas, algumas vezes pedregosidade ou rochiosidade, profundidade efetiva e susceptibilidade à erosão.

- **Solos Litólicos Eutróficos**

A quase totalidade da área destes solos está coberta pela vegetação natural – Caatinga Hiperxerófila, que é aproveitada com pecuária extensiva de forma precária. São solos que não se prestam para qualquer exploração agrícola racional. Além de sua pouca profundidade, estão situados em áreas com declividades fortes, muito susceptíveis à erosão e frequentemente apresentando rochiosidade e/ou pedregosidade, o que constitui, muito fortes impedimentos à mecanização. As áreas com dominância destes solos devem ser preservadas com a vegetação natural.

- **Vertissol**

São cultivados com algodão, feijão, milho, cana-de-açúcar e capineiras São solos de grande potencialidade agrícola que devem ser explorados intensivamente Para isto, deve-se levar em consideração os problemas de manejo que são bastante difíceis Em geral respondem às adubações nitrogenadas e com fósforo Problemas relacionados com o excesso de água são esperados, em decorrência dos solos situarem-se, em sua maioria, nas várzeas Quanto à irrigação, deve-se ter em mente que são solos de permeabilidade lenta, com teores médios ou altos em sódio trocável nos horizontes subsuperficiais, sendo por isso muito susceptíveis à salinização, quando a irrigação é mal conduzida

- **Solos Aluviais**

Nas áreas de ocorrência destes solos nota-se um aproveitamento agrícola intensivo, em face da situação que ocupam, ou seja, várzeas As culturas encontradas são, por ordem de importância milho, feijão, algodão e arroz O aproveitamento da camaubeira no extrativismo vegetal é muito intenso nestas áreas A fertilidade, normalmente, alta associada ao relevo vegetal é muito intenso nestas áreas A fertilidade, normalmente, alta associada ao relevo plano, sem problemas de erosão, propiciam a estes solos condições que permitem uma exploração agrícola intensiva com perspectivas de boa produtividade e rentabilidade Deve-se ressaltar a grande importância destes solos para a região semi-árida, visto que os mesmos ocupam as partes baixas (várzeas), onde se concentram grande parte de agricultura nas zonas semi-áridas, notadamente de subsistência Além disso, a grande concentração de colônias naturais de camaubeiras permite a exploração intensiva desta espécie

2.3.7.3 - Planejamento Agrícola

O estudo do aproveitamento agrícola tem como principal finalidade demonstrar, consubstanciado na análise integrada dos parâmetros edáficos, climáticos, sócio-econômicos e de mercado, um elenco de atividades primordiais que constituam um programa racional de exploração e que seja compatíveis com a realidade local Foi considerado dentro do plano de aproveitamento agrícola do açude Faé, um modelo básico de produção, que é destinado ao aproveitamento dos aluviões pelos proprietários das terras marginais do açude Faé, que será perenizado com a construção do refendo açude As áreas de montante deverão ser aproveitadas preferencialmente com culturas de vazante ou através de pequenos projetos irrigação, após o estudo detalhado dos solos das referidas áreas, como foi explanado no item 2.2 – Estudos de Solos. Esta unidade agrícola será constituída por uma área irrigada por aspersão de 3,00 há, coberta com um “Kit de Irrigação”, cujo modelo foi dimensionado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH, para as áreas marginais aos cursos d’água e açudes

O “Kit de Irrigação” por aspersão é formado por todos os equipamentos e acessórios necessários para irrigação de uma área de 3,0 há, constando de motobomba ou eletrobomba e seus acessórios, tubulação principal, ramais laterais e aspersores Este modelo estabelecido pela SRH, está voltado basicamente para produção de culturas de subsistências, podendo, eventualmente, produzir outros tipos de culturas

Baseando-se nas condições anteriormente citadas, foram selecionadas as seguintes culturas algodão herbáceo, feijão e tomate

O algodão é tradicionalmente cultivado na área, embora de forma rudimentar. Trata-se de uma cultura industrial que constitui o grupo gerador de renda do projeto juntamente com o tomate.

O feijão é uma cultura indispensável na alimentação do nordestino, pois é a principal fonte de proteína vegetal ingerida pela maior parte da população, sobretudo a rural.

O tomate é uma espécie com uma faixa de mercado importante, tendo-se planejado a sua cultura, visando satisfazer a demanda regional.

A opção básica para o aproveitamento agrícola da área consiste na implantação de unidades agrícolas familiares de tamanho suficiente para garantir uma elevação da qualidade de vida dos agricultores.

- Projeto Proposto

Os solos agricolamente aproveitáveis com irrigação, a partir da construção do açude Faé, mostram-se distribuídos em duas áreas distintas:

- na zona de montante, às margens do reservatório,
- na zona de jusante, na planície aluvial do riacho Faé até à altura da cidade de Quixelô.

Para a área de montante poderá ser destinada ao assentamento das famílias cujas propriedades forem desapropriadas. De acordo com a descrição feita no item 3.2 – Estudos dos Solos, esta área encontra-se representada por uma unidade de mapeamento com predominância de solos Podzólicos Vermelho Amarelo, em associações intrincadas com solos de potencial agrícola irrigável praticamente nulo. Ao nível deste estudo, torna-se inviável a elaboração de um projeto de irrigação compacto para o aproveitamento desta área, sem um estudo detalhado de solos que viabilize as manchas irrigáveis dentro do contexto das associações de solos existentes. Face ao exposto, sugere-se a execução de Estudos Detalhados de Solos das áreas de montante, susceptíveis ao aproveitamento com irrigação, bem como, a elaboração, a partir dos resultados obtidos do Projeto Executivo de Irrigação.

Para a zona de jusante, está prevista a implantação de áreas irrigadas às margens do riacho Faé, ao longo de aproximadamente 20 km de rio perenizado a partir da barragem Faé. Nestas áreas, será feito o aproveitamento dos aluviões pelos proprietários das terras que margeiam o referido riacho. A unidade agrícola proposta será formada por uma área irrigada de 3,0 ha, individual ou coletivamente, através de um "Kit de Irrigação", cujo modelo foi dimensionado e quantificado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará – SRH, para as áreas marginais aos cursos d'água e açudes. Considerando as dimensões máximas do "Kit de Irrigação" e a área de aluviões que poderá ser irrigada com os recursos hídricos provenientes do açude Faé, em torno de 192 ha, pode-se estimar a utilização de 64 unidades, irrigadas individual ou coletivamente, com captações individuais a fio d'água, ao nível da unidade agrícola fisicamente constituída.

- Fatores condicionantes na concepção do projeto

Os fatores que mais influenciaram na concepção do projeto foram

- Solos os diversos estudos pedológicos executados a nível exploratório, reconhecimento e semi-detalhado, juntamente com a fotointerpretação realizada na escala 1:25 000, cobrindo parte da área da bacia hidrográfica e a área jusante, acompanhando o curso do riacho Faé, conforme descrito no item 2.2 – Estudos de Solos, revelaram três classes de solos com potencial para irrigação: Aluviões, Brunos Não Cálcicos e Podzólicos. São solos, de um modo geral, de regular potencial agrícola, apresentando, no entanto, algumas restrições. Para os Aluviões as restrições mais importantes dizem respeito à largura irregular da faixa irrigável e à associação intricada com outros solos de baixo potencial agrícola, tipo Planossolos de várzea.
- Recursos Hídricos os recursos hídricos disponíveis na região, para o aproveitamento agrícola, são representados diretamente pelo excedente de chuvas, quando nos períodos de estações chuvosas regulares e pelas águas que serão acumuladas a partir da construção da barragem Faé, permitindo a captação a fio d'água nas áreas aluviais.
- Condições Topográficas as áreas de jusante, formadas pelos solos aluviais, ocorrem, normalmente, em relevo plano, podendo, entretanto, apresentar-se estreitas, em alguns pontos do vale.
- Condições Sociais e Fundiárias o maior fracionamento da estrutura fundiária, bem como, uma ocupação agrícola acentuada, condicionam seu aproveitamento com irrigação.

Partindo-se destas premissas, optou-se pelo aproveitamento dos aluviões, área de jusante, através de irrigação privada com a utilização de uma unidade de exploração agrícola tendo por base o modelo tipo “Kit de Irrigação”.

- Descrição do projeto

O projeto de irrigação prevê o aproveitamento da área de jusante, com irrigação privada, a partir da perenização do riacho Faé, de uma Superfície Agrícola Útil (SAL) correspondente a 192 ha, sendo constituído pelos aluviões que margeiam o citado riacho. Poderão ser irrigadas com os “kit de irrigação”, de forma individual ou coletivamente, até 64 unidades agrícolas de 3,0 ha.

O modelo tipo “Kit de Irrigação” foi desenvolvido e dimensionado pela Secretaria dos Recursos Hídricos, apresentando todos os equipamentos e acessórios necessários à irrigação por aspersão de uma área de 3,0 ha, constando de eletrobombas trifásicas de 7.5 CV com sucção, recalque e equipamentos elétricos, tubulação principal, em alumínio, de diâmetro 3”, ramais laterais, em alumínio, de diâmetro 3” e aspersores com tubos de subida em 1”.

2.3.7.4 - Aproveitamento com piscicultura

O aproveitamento dos açudes do Nordeste para produção piscícola teve início no início do século com a Comissão Técnica de Piscicultura do anterior Departamento Nacional de Obras contra as Secas, que desenvolveu importantes estudos limnológicos e de pesca na região. Atualmente além do DNOCS, a Universidade Federal do Ceará através do Curso de Engenharia de Pesca e do Laboratório de Biologia Marinha – LABOMAR, desenvolvem pesquisas buscando novas tecnologias que permitam o aumento da produção, através da aclimação e disseminação de novas espécies e otimização do

cultivo de espécies tradicionalmente cultivadas. A Diretoria de Pesca e Piscicultura do DNOCS conta com 6 estações de piscicultura e um Centro de Pesquisas Tecnológicas no Ceará. Até pouco tempo a CEDAP – Companhia Estadual de Desenvolvimento Agrário e da Pesca vinha instalando e operando entrepostos de pesca operacionalizando a conservação, e industrialização da produção pesqueira dos açudes do Estado.

A piscicultura é portanto uma atividade de grande importância econômica e social para o Nordeste e particularmente para o estado do Ceará. Naturalmente a piscicultura intensiva é muito mais lucrativa se comparada à piscicultura extensiva praticada a nível de pequenos e médios açudes, no entanto cerca de 20 000 toneladas anuais de pescado são produzidas nos quase 10 000 açudes do Estado, uma quantidade de pescado bastante representativa em termos econômicos e de grande impacto social.

A produção de pescado na piscicultura extensiva é função da capacidade de suporte alimentar do reservatório que por sua vez depende da quantidade de nutrientes e do teor de oxigênio dissolvido na água. A produtividade dos reservatórios cearenses oscila em torno de 130 a 200 kg/ha/ano. A otimização deste recurso é possível através da adoção de algumas medidas técnicas, tais como a utilização, no povoamento, de espécies de peixes prolíficos e melhores produtores de carne, de espécies que explorem os diversos níveis tróficos da água, associações compatíveis, potencial reprodutivo e aspectos culturais e econômicos como palatabilidade, facilidade de manejo e fornecimento protéico, etc. O controle do esforço de pesca é também fator importante a ser considerado na produtividade do reservatório.

O Plano de Aproveitamento do reservatório Faé, no que diz respeito à piscicultura, levará em consideração os seguintes aspectos:

- espécies a criar,
- tipos de pesca mais indicados,
- capacidade produtiva do reservatório,
- número de famílias beneficiadas,
- benefícios e custos da atividade pesqueira.

Considerando os aspectos ecológicos, culturais e econômicos referidos anteriormente, como também a disponibilidade de alevinos e matrizes, as espécies tradicionalmente utilizadas no povoamento dos açudes nordestinos são as seguintes:

- Cunmatã Comum (*Prochilodus cearensis*) – Espécie nativa, muito bem adaptada para a piscicultura em açudes com desova entre março e maio nas cabeceiras dos rios. Ilófaga consome diatomáceas, microcrustáceos, protozoários e etc.

- Cunmatã Pacu (*Prochilodus marginatus*) – Espécie nativa do rio São Francisco e introduzida nos açudes do Ceará pelo DNOCS. Adaptada aos ambientes lênticos, se reproduz em correntezas entre dezembro e março. Ilófaga e chega a pesar 10kg.

- Apaiã (*Astronotus ocellatus*) – Espécie carnívora, ictiófaga. Originária da bacia do rio Amazonas e introduzida nos açudes do Ceará pelo DNOCS.

- Pescada do Piauí (*Plagioscion squamosissimus*) – Espécie carnívora, alimenta-se principalmente de camarão, peixes e insetos.

- Tambaqui (*Colossoma macropomum*) – De grande interesse para a piscicultura por apresentar uma dieta diversificada, a base de zooplâncton, frutas e moluscos. Apresenta rápido crescimento, fácil manuseio e ótima aceitação no mercado, é porém de difícil reprodução
- Piratunga (*Colossoma brachypomum*) – Caracteristicamente semelhante ao Tambaqui, o Piratunga funciona como agente despoluidor
- Carpa Comum (*Cyprinus carpa*) – Apresenta um rápido crescimento, boa aceitação no mercado e excelente para o peixamento
- Piau Verdadeiro (*Lepomis elongatus*) – Espécie herbívora podendo consumir eventualmente moluscos e outros alimentos disponíveis. Nativa dos açudes nordestinos, desova anualmente podendo chegar a medir 26 cm
- Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) – Alimenta-se de algas bentônicas e do plâncton de superfície, apresenta um crescimento rápido e fácil proliferação
- Camarão Canela (*Macrobrachium amazonicum*) – Apresenta alta taxa de reprodução e favorece o rendimento da pesca fornecendo alimento para as espécies carnívoras e serve de isca

• Preparação do Reservatório

A preparação do reservatório compreende a remoção da vegetação de médio e grande porte e destocamento na área da bacia hidráulica. Este procedimento além de evitar processos de eutrofização do reservatório, irá facilitar as atividades de pesca evitando prejuízos com danos aos equipamentos, redes, tarrafas, espinhéis e etc. Algumas plantas herbáceas poderão ser conservadas para servir de fonte de nutrientes.

• Povoamento das espécies

O povoamento das espécies destinadas à piscicultura será realizado após o enchimento do reservatório por etapas, sendo inicialmente povoadas as espécies que se reproduzem em cativeiro como o Cunmatã Comum, a Tilápia do Nilo, Pescada do Piauí e o Camarão Canela. Posteriormente outras espécies como o Tambaqui e a Piratinga ou Apaian poderão ser introduzidas.

Cuidados especiais devem ser tomados quando da liberação dos peixes no reservatório, que deve ser efetuado próximo ao sangradouro da barragem observando-se a relação entre as águas do açude e o recipiente. Os exemplares a serem utilizados terão um comprimento total acima de 6cm e serão acondicionados, para transporte, em sacos plásticos. Deve-se observar com antecedência a encomenda e aquisição de estoques para garantir o povoamento do reservatório com alevinos e matrizes. O número de peixes por caixa ou saco vai depender da espécie e tamanho dos indivíduos.

As quantidades por espécie de peixe e camarão, a serem introduzidas no açude Fae, bem como a definição sobre o repovoamento, serão objeto de estudo posterior, quando da definição de alguns parâmetros ainda não disponibilizados. Será apresentada, no Quadro 2.10, uma estimativa preliminar considerando uma bacia hidráulica de 572,39 ha.

Quadro 2.10 – Estimativa preliminar do povoamento, por espécie, para o Açude Faé.

ESPÉCIE	POVOAMENTO INICIAL		REPOVOAMENTO	
	PEIXES / ha	Nº PEIXES	PEIXES / ha	Nº PEIXES
Cunmatã Comum	100	57 200	100	---
Cunmatã Pacu	125	71 500	125	---
Apaian	50	28 600	50	---
Pescada do Piauí	100	57 200	100	---
Tambaqui	125	71 500	125	---
Piratinga	125	71 500	125	---
Carpa Comum	125	71 500	125	---
Piau Verdadeiro	125	71 500	125	---
Tilápia do Nilo	50	28 600	50	---
Camarão Canela	25	14 300	25	---

O monitoramento após o peixamento deve ser diário durante o primeiro mês para verificação da adaptação das espécies

Com relação ao repovoamento, este deve ser feito a cada dois anos a partir do povoamento inicial. Em caso de depleção dos estoques deve-se verificar as causas da insustentabilidade das populações e em seguida realizar-se a um novo repovoamento. Poluição, pesca predatória e desequilíbrios limnológicos e/ou ambientais podem ser causas da diminuição dos estoques nos açudes.

A atividade pesqueira deverá iniciar-se após um ano do povoamento inicial, tempo suficiente para que a maioria das espécies tenha realizado a sua primeira desova garantindo a renovação dos estoques e a formação das populações.

As artes de pesca que poderão ser utilizadas na captura comercial do açude são as que se seguem:

- Rede de Espera: Mede aproximadamente 100 m de comprimento por 2,0 a 2,5 m de altura. Tem a sua instalação perpendicular a superfície da água.
- Espinhel: Consiste de anzóis presos a uma linha de náilon. Prende-se uma extremidade da linha próxima da margem e a outra presa a um flutuador de modo a manter a linha próxima da superfície.
- Linha Solta: Consiste em um anzol preso a uma linha de náilon. Apropriado à captura de Pescado do Piauí, onde cada pescador trabalha com duas ao mesmo tempo.
- Covo: É um cilindro de bambu ou madeira com uma entrada afunilada atendo uma abertura menor para dentro. Muito usada na captura do Camarão Canela.
- Tarrafa: Equipamento de lançamento, formado por penagem de náilon, malhas de diversos tamanhos, com formato cônico, em cujo ápice se prende o cabinho de náilon para o lançamento. Cada pescador opera uma Tarrafa na captura de Cunmatãs, Piaus, Tilápias, Apaiaris e Camarão.

Para os reservatórios nordestinos o esforço de pesca ótimo para redes de espera, é de 20 metros de rede por hectare. Para o espinhel o esforço ótimo é de 27 anzóis por hectare. Com relação à linha solta, covo e tarrafa, os esforços ótimos são 1 linha solta por cada 2 hectares, 1 covo por hectare, uma tarrafa por cada 3 hectares.

O Quadro 2.11 apresenta os diversos esforços de pesca com respectivas quantidades de equipamento e pessoal envolvido.

Quadro 2.11 – Potencial de exploração pesqueira na bacia hidráulica do Açude Faé.

DISCRIMINAÇÃO	ESFÓRÇO DE PESCA	QUANTIDADE DE EQUIPAMENTO	PESSOAL ENVOLVIDO
Rede de Espera	20 metros / ha	29	29
Espinhel (100 anzóis)	1 espinhel / 4 ha	143	143
Linha Solta	1 linha / 2 ha	286	143
Covo	1 covo /ha	572	57
Tarrafa	1 tarrafa / 3ha	190	190
TOTAIS		1223	562

Considerando a produtividade da pesca nos açudes cearenses de 130 kg/há/ano tomando-se a mínima, estima-se que a produção do açude Faé chegue a 74 360 kg/ano representando um benefício econômico e social bastante significativo se considerarmos que cada emprego direto gerado na pesca se desdobra em dois empregos indiretos advindos do apoio à pesca, como ajudante de pescana, confecções e consertos de artes de pesca, construção e reparos de barcos e canoas, fabricação e comercialização de gelo, sal e outros insumos, processamento e preservação do pescado, transporte e comercialização e assistência médica, educacional e social.

Estima-se que direta e indiretamente o aproveitamento do açude Faé na atividade pesqueira poderá envolver cerca de 1700 pessoas, contudo é aconselhado por esta consultora um estudo de viabilidade de implantação de um sistema intensivo de pesca.

Apesar das exportações de pescado nobre do Estado, o déficit no consumo interno e cerca de 12 000 t/ano impondo a importação de pescado congelado, enlatado, etc. Um programa de incentivo à pesca intensiva se apresenta com boas perspectivas de sucesso econômico do ponto de vista empresarial proporcionando uma maior renda per capita e familiar viabilizando a capitalização do produtor rural como saída às pequenas atividades agropecuárias de subsistência, geralmente pouco produtivas.

O Quadro 2.12, abaixo, apresenta uma comparação entre os diversos sistemas de cultivo piscícola considerando a captura de pescado da piscicultura extensiva, o uso de viveiros escavados no solo na piscicultura intensiva e o uso de tanques-rede ou viveiros flutuantes considerando uma instalação média de 6 unidades de 27 m³ por família.

Quadro 2.12 - Comparação entre os diversos sistemas de cultivo piscícola

SISTEMA DE CULTIVO	PRODUÇÃO MÉDIA P/ FAMÍLIA (kg)	RENDA ANUAL LIQUIDA (R\$)	
		P/ FAMÍLIA	PER CAPTA
Piscicultura extensiva	724	724,00	144,80
Piscicultura intensiva (0,25 ha)	2 080	2 080,00	416,00
Piscicultura superintensiva (162 m ³ de tanques-rede)	14 580	14 580,00	2 916,00

Um programa de incentivo à piscicultura intensiva deve incorporar a capacitação das pessoas envolvidas na atividade bem como a construção de escolas de pesca e aquicultura, com entreposto de pesca para recepção e depósito do pescado. O cadastramento dos pescadores e das artes de pesca, a coleta de dados estatísticos relativos à produção pesqueira, a fiscalização da pesca e comercialização do pescado serão ordenados dentro deste programa.

Algumas medidas de controle ambiental e segurança no trabalho devem ser implementadas na implantação de um programa de incentivo à pesca, dentre estas destacamos: proibição da limpeza do pescado e salga nas margens do reservatório, higiene do ambiente de trabalho e do trabalhador, manutenção regular dos barcos a motor, evitando a contaminação dos recursos hídricos, implementação dos registros dos pescadores no IBAMA, com a obtenção da carteira expedida pelo órgão, repovoamento sistemático do reservatório para manter a produtividade máxima de peixes e garantir a continuidade da atividade, evitar a proliferação de espécies não indicadas para o equilíbrio do reservatório, combater o surgimento de vegetais nocivos, com a presença de peixes herbáceos, combater a presença de caramujos através da introdução de espécies como Apaiari e Tilápia, promover a assistência médica e social dos pescadores através de associações e órgãos municipais, estaduais e federais competentes.

• **Entreposto de pesca**

É recomendável que seja construído um entreposto de pesca, constituído de pequeno prédio (25,15 m²) em alvenaria de tijolo, revestida com argamassa de cal e areia, coberta com telha colonial comum sobre madeiramento de lei e pé direito com 1,80m. A obra constará de:

- a) Depósito – medindo 3,00 m x 4,00 m, porta de madeira, uma folha, medindo 2,00 x 0,90 m, dando para a área de recepção do pescado, porta de madeira, medindo 2,00 x 0,60 m, dando para o W.C., janela de madeira, uma folha, numa lateral, medindo 0,80 x 1,10 m, 1 lâmpada com interruptor e 1 tomada de 22 Volts
- b) Área de recepção do pescado – alpendrada e com 2 colunas, medindo 3,00 x 4,00 m, tendo em ambas as laterais, 4 tanques (2 de cada lado) construídos em alvenaria de tijolo, revestidos internamente com azulejo branco, cada um medindo internamente 1,00 x 0,50 x 0,70 m, com torneira de 1/2" e sistema de drenagem pelo piso com bujão de 1", 1 lâmpada com interruptor
- c) W.C. – medindo 1,50 x 1,00 m, revestido internamente em azulejo branco até a altura de 1,60 m, aparelho sanitário e lavatório com torneira de 1/2", 1 lâmpada com interruptor

O entreposto contará com uma balança de pé com capacidade de 200 kg, e uma de balcão, capacidade de 30 kg. Os principais objetivos do entreposto são registro dos pescadores e das artes de pesca (cumprimento ao Código de Pesca), coleta de dados estatísticos e fiscalização da pesca, comercialização do pescado, que deverá ser feita diretamente ao consumidor ou ao intermediário e ponto de encontro dos pescadores

• **Assistência sócio-econômica aos pescadores e dependentes**

Será feita através dos órgãos assistenciais específicos, federais, estaduais e municipais. A assistência compreenderá

- a) registro dos pescadores profissionais no IBAMA, com a obtenção da respectiva carteira,
- b) registro dos pescadores no órgão previdenciários,
- c) médica e dentária, em hospitais e clínicas,
- d) educacional, em escolas públicas,
- e) revenda de equipamentos e insumos para a pesca, nos moldes existentes para outros açudes,
- f) creditícia, através dos Bancos Oficiais (BEC, BNB etc)

Numa segunda etapa, a cargo do Estado ou Município será estruturada a organização dos pescadores numa associação, como existe em outros reservatórios públicos

• **Custos e Receitas do Programa de Pesca**

Os investimentos iniciais constam em um montante de R\$ 94 870,00. Eles deverão ser integralizados nos 3 primeiros anos após o enchimento do reservatório

O custeio anual da pesca representará um montante de R\$ 37 904,00

As receitas acontecerão a partir do enchimento do reservatório e implantação da pesca. Daí em diante, a produção prevista para o primeiro ano que será de 10,00 t, tonar-se-á crescente, em virtude de (a) aumento do estoque pesqueiro, (b) recrutamento de novos pescadores, cujo número previsto de 228 será completado no terceiro ano, (c) programa de repovoamento, (d) aumento da riqueza natural da água, cuja capacidade máxima de produção de pescado será alcançada a produção máxima de pescado. Prevista em 48 t

Do exposto, vê-se que a receita prevista para o primeiro ano é de R\$ 18 000,00, sendo crescente e alcançando R\$ 86 400,00 no oitavo ano

• **Benefícios Sociais e Econômicos**

Os principais benefícios sociais e econômicos, advindo do programa pesqueiro do açude Faé, são os seguintes

- a) criação de 228 empregos diretos e 456 indiretos, beneficiando cerca de 3 420 pessoas,
- b) melhora alimentar das populações ribeirinhas e das cidades vizinhas, graças ao pescado produzido e nelas comercializados,
- c) melhora na renda dos agricultores das margens ou proximidades do açude, que encontrarão na pesca um complemento daquela, sendo as duas atividades, pesca e agricultura, perfeitamente compatíveis,
- d) maior arrecadação de impostos, advindos das atividades da pesca, diretamente, ou a aquelas de apoio

2.3.7.5 - Aproveitamento com turismo e lazer

O açude Faé está situado a uma distância de 16,5 km da cidade sede do município de Quixelô, localizado na região sudeste do Estado do Ceará. Este município detém uma população de 16 446 habitantes, sendo que 3 624 residem na zona urbana, segundo estimativa do IPLANCE, para 1999.

A cidade de Quixelô dista cerca de 384 km de Fortaleza, a Capital do Estado, e está próxima (22 km de distância) da cidade de Iguatu, sede de um dos municípios mais importantes do Ceará.

O regime pluviométrico que caracteriza a bacia do Faé é de ciclo tropical curto, com variações interanuais acentuadas. Os valores anuais de precipitação média do Estado, em geral, é de 768 mm, sendo março e abril os meses mais chuvosos, concentrando cerca de 48% das precipitações anuais da região.

A construção do reservatório tem como função principal o abastecimento da cidade de Quixelô, além de possibilitar a perenização de aproximadamente 20 km de curso d'água no trecho que vai desde a barragem até a cidade de Quixelô. São, portanto, evidentes os benefícios da obra, no que diz respeito ao abastecimento, à agricultura e à piscicultura, para a população residente na sua área de influência.

Dentre os benefícios econômicos e sociais advindos com a construção da barragem, naquela região do Ceará semi-árido, deve-se considerar, também, a emergência de um espaço potencialmente produtivo para a prática do turismo, atendendo às necessidades de recreação da população do município de Quixelô e de localidades circunvizinhas.

Com efeito, a presença do espelho d'água permanente torna-se fator de valorização da paisagem, na medida em que possibilita o revigoramento do verde no seu entorno, constituindo-se abnço natural para a fauna silvestre (principalmente aves nativas e imigrantes), além de influir na amenização do clima local. Estas condições sugerem o aproveitamento do espaço criado para a prática do lazer ao ar livre e em contato direto com a natureza.

Na área indicada, está prevista a implantação de equipamentos simples de fácil manutenção, mas com potencial para atrair um fluxo, proporcionalmente importante de pessoas durante, praticamente, o ano todo, em razão das condições do clima da região.

A concepção básica dos equipamentos a serem implantados está fundamentada no aproveitamento das características do sítio escolhido, tais como proximidade e/ou afastamento da linha d'água, declividade, domínio da paisagem, acessos, etc. A topologia dos equipamentos e os usos que lhe são destinados atendem aos pressupostos básicos de proteção e preservação do meio ambiente e favorecem o desenvolvimento das atividades de recreação e lazer que configuram a modalidade de turismo local.

2.3.7.5.1 - Atividades Potenciais e Programadas de Turismo na Área da Barragem

O aproveitamento proposto do açude Faé para o turismo local indica a possibilidade de desenvolvimento de atividades classificadas de acordo com os seguintes grupos

- RECREAÇÃO E ESPORTES – compreendendo o lazer no seu sentido mais genérico como a prática diferenciada de descanso ao ar livre, banhos, natação, passeios de canoa, pesca e jogos esportivos em convivência com grupos familiares ou de companheiros,
- TURISMO ECOLÓGICO – comporta o exercício de caminhadas por trilhas rústicas, para a observação do sítio natural paisagem, vegetação, exemplares minerais, vida animal,
- LAZER CONTEMPLATIVO – constituindo-se na observação pura e simples da natureza e de suas manifestações visíveis na paisagem, com o objetivo de descanso mental e/ou meditação espiritual

Estas atividades poderão ser desenvolvidas isoladamente ou de forma integrada, dependendo da intenção e da disponibilidade do usuário face aos meios que serão colocados à sua disposição

Prevê-se, igualmente, o desenvolvimento de um processo de oferta e consumo de produtos e serviços associados às atividades acima referidas, mediante a exploração comercial de alguns dos equipamentos a serem projetados, gerando condições de auto-manutenção dos mesmos

O programa que visa desenvolver o turismo e o lazer da barragem Faé será formado por três conjuntos de equipamentos a seguir definidos

- I Espaço Turístico/Recreativo Fae – localizado à margem do sangradouro, onde predominam as atividades de recreação e esportes, composta pelo seguinte equipamentos
 - cabanas rústicas para pernoite, com estrutura mínima de quarto e sala, banheiro e kitnetete, em área construída de 21,60m² por unidade, num total de 8 unidades
 - área de camping, dotada de pontos d'água iluminação e instalações sanitárias, ocupando um espaço aproximado de 6 000 m²,
 - campos de esportes (futebol e voley) com pavimentação rústica,
 - setor de alimentação, compreendendo boxes de 61,25 m² para bar, lanchonete, mini-restaurante dispondendo de instalações hidro-sanitárias e espaço contíguo para mesas e cadeiras ao ar livre,
 - área para estacionamento de ônibus e carros de passeio,
 - conjunto hidro-sanitário de uso público, formado por WC masculino/feminino e chuveiros externos,

- trilha de acesso à praia do açude. local reservado para banho , onde poderão ser instaladas barracas e cadeiras removíveis,
 - pontual/ancoradouro (trapiche) para canoas e remo ou pedalinhos e pesca esportiva, numa extensão de 4,00 m com largura de 2,00 m,
 - faixa de praia do açude, com recobrimento de material adequado. desenvolvendo-se ao longo da extensão da área onde se implantarão os equipamento acima listados
- II Trilha Ecológica – tendo início na barragem principal do açude de onde contorna a coroa da elevação natural que separa o sangradouro da barragem principal a ser construída, tendo como pontos de destaque
- estacionamento para veículos (2 áreas),
 - área de partida para excursões, inserida em pequeno bosque na encosta externa da parede do açude, com ambiente para descanso e piqueniques, formado por bancos e mesas rústicas,
 - escadaria de acesso ao patamar da barragem,
 - área de repouso, no ponto mais alto da elevação natural, com pequeno mirante e cascata artificial
- III Mirante da Barragem – localizado no extremo esquerdo da barragem construída, dotada de
- pracinha de contemplação, composta por área de repouso coberta e com bancos,
 - instalações sanitária (WC masculino/feminino) com chuveiros

Acesso principal aos equipamentos propostos será feito pela via que serve à manutenção dos serviços do reservatório com pequenas derivações que atingem os locais onde os equipamentos serão instalados. A planta com a localização da área a ser destinada ao espaço turístico/recreativa está mostrada em anexo

2.3.7.5.2 - Receitas do Programa

• Identificação das receitas

– Na área do espaço turístico/recreativo do açude Faé

- Exploração de uma Pousada com 16 apartamentos, a partir da cobrança de diária por apartamento
- Exploração de uma zona de Camping com area para 8 barracas, a partir da cobrança de taxa de utilização de uma área de 12,00 m² com ponto de água e força
- Exploração de Boxes Comerciais (nº de 2 unidades) destinados à venda de refrigerantes, bebidas e alimentos leves, com arrendamento de cada box por 2 anos, renovável a cada 2 anos
- Exploração de Serviços de Aluguel de Barcos (nº de 8 unidades) para pesca com caniço e rede
- Exploração de Serviços de Aluguel de Barcos (nº de 4 unidades) com pedalinhos para crianças

- Exploração de Barco a motor (tipo fundo chato) com bancos e capacidade para 12 (doze) passageiros, duração prevista por viagem de 40 minutos e estimativa de 8 passeios por final de semana

- Na área de Trilha Ecológica/Mirante da Barragem

- Taxa para grupos de excursionistas (turistas de natureza) com guias e previsão de 2 (duas) excursões diárias (1 pela manhã e 1 à tarde), compreendendo ambas
 - traslado de ônibus entre a cidade de Quixelô e o estacionamento do sangradouro do açude Faé;
 - percurso a pé pelo roteiro definido pela Trilha Ecológica (iniciando o percurso na base da barragem),
 - lanche rápido/refrigerantes na área do Mirante do Morro,
 - almoço ou jantar no encerramento do percurso ecológico,
 - traslado de ônibus entre o Complexo de Lazer do Espaço Turístico/Recreativo Faé e à cidade de Quixelô
- Taxa de estacionamento e acesso individual à Trilha Ecológica com permanência de 1 (um) dia

2.3.8 - Áreas de Influência do Reservatório

2.3.8.1 - Área de Influência Direta

A Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA em Instrução Normativa para Condução de Estudos de Impacto Ambiental EIA e Elaboração de Relatório de Impacto Ambiental define como área de influência direta aquela que recebe os impactos primários em consequência da implantação e operação do empreendimento sobre os meios físicos, biológicos e sócio-econômico

Esta definição ajusta-se à linha (cota) delimitada para desapropriação, variando caso a caso. Esse perímetro pode conter moradias, pastagens, plantações, caminhos etc., e corresponde ao território onde os impactos se fazem sentir de forma mais acentuada

2.3.8.2 - Área de Influência Indireta

A área de influência indireta, por extrapolar a região de impacto direto será definida considerando os dados levantados na caracterização do empreendimento. Esta área abrange a bacia hidrográfica onde se instala o projeto

2.3.9 – Análise Econômica do Empreendimento

2.3.9.1 – Introdução

A apresentação seguinte baseia-se nos estudos de VBA Consultores, no Relatório de Análise Econômica do "Projeto Executivo e Estudos Complementares para a Implantação e Aproveitamento da Barragem Faé". Os dados aqui apresentados referem-se

ao nível de exibição, sem que isso retire alguma qualidade deste estudo. Na verdade serão apresentados apenas os quadros finais da análise, sem refazer integralmente todo o caminho determinativo. Na prática também estão incluídas opiniões e comentários, voltados mais propriamente ao interesse ambiental.

2.3.9.2 – Relação de Custos

A relação de custos pode ser observada no Quadro 2.13 a seguir, dividido entre os custos de indenizações e da obra propriamente dita.

**Quadro 2.13 - Composição de Custos
Projeto do Açude Público Faé, Quixelô/CE**

DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
INDENIZAÇÕES	363.702,21
Terras	49.572,80
Benfeitorias	314.702,21
OBRA	3.097.325,47
Administração e Fiscalização	76.920,00
Trabalhos Preparatórios	588.525,40
Barragem	1.168.029,10
Sangradouro	956.326,25
Injeções de Impermeabilização	78.077,50
Tomada D'água	229.447,22
Total	3.461.027,67

Fonte: SRH – VBA Consultores (1999): Relatório de Análise Econômica do Projeto Executivo e Estudos Complementares para a Implantação e Aproveitamento da Barragem Faé.

A comparação percentual entre os custos pode ser observada na Figura 2.21, referente aos custos de indenizações, e na Figura 2.22, com os custos da obra física.

**Figura – 2.21 - Comparação Percentual entre os Custos de Indenizações
Projeto de Açude Público Faé, Quixelô/CE**

Custos de Indenizações

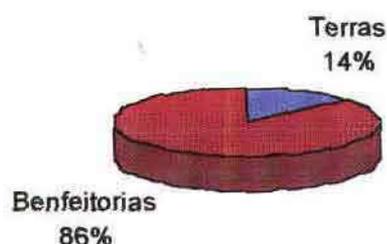
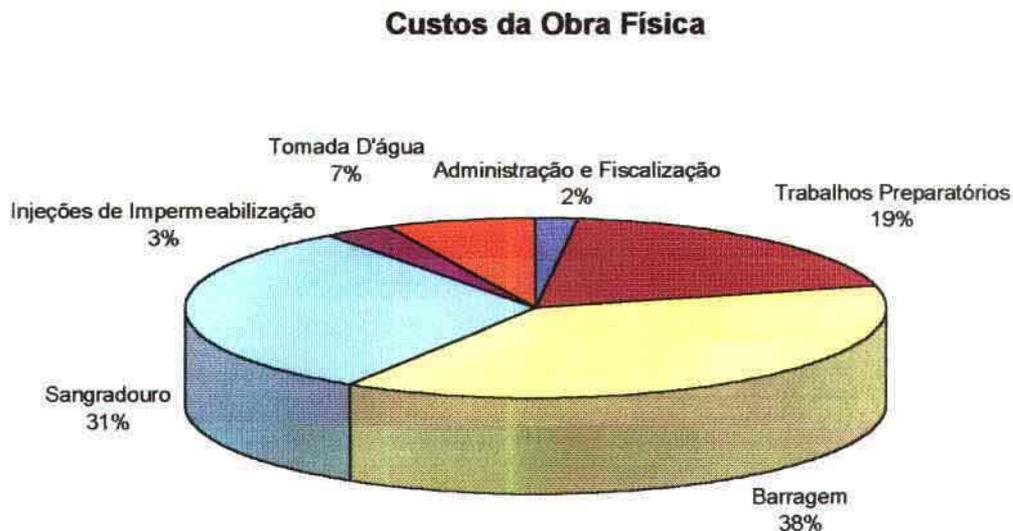


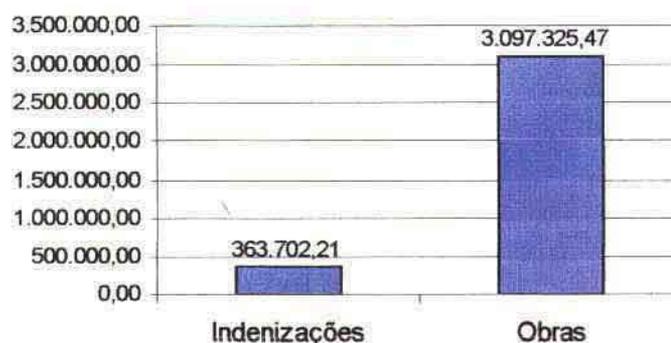
Figura – 2.22 - Comparação Percentual entre os Custos da Obra Física Projeto de Açude Público Faé, Quixelô/CE



A comparação entre os custos de indenizações e de obras físicas pode ser observada na Figura 2.23.

Assim analisando-se o quadro e as figuras, nota-se que a barragem em si traduz-se no maior custo individual do projeto, e a relação entre indenizações e obra tem percentualmente a proporção de 0,12:1, o que representa uma condição importante para assegurar a preocupação com os ocupantes atuais das terras da Bacia Hidráulica e das áreas de servidão do Açude, minimizando assim as consequências adversas no deslocamento dos habitantes locais.

Figura – 2.23 - Comparação entre os Custos de Indenizações e de Obras Física do Projeto de Açude Público Faé, Quixelô/CE



Além dos custos de implantação da barragem, referidos acima, toda uma outra seqüência foi elaborada para permitir a implantação da obras complementares previstas, dadas em função da definição global de uso em:

- Aproveitamento com Abastecimento D'água;
- Aproveitamento com Irrigação;
- Aproveitamento com Piscicultura;

- Aproveitamento em Lazer e Turismo.

A apresentação aqui se dará pelos totais calculados para cada um dos quatro aspectos acima, de acordo com o Quadro 2.14.

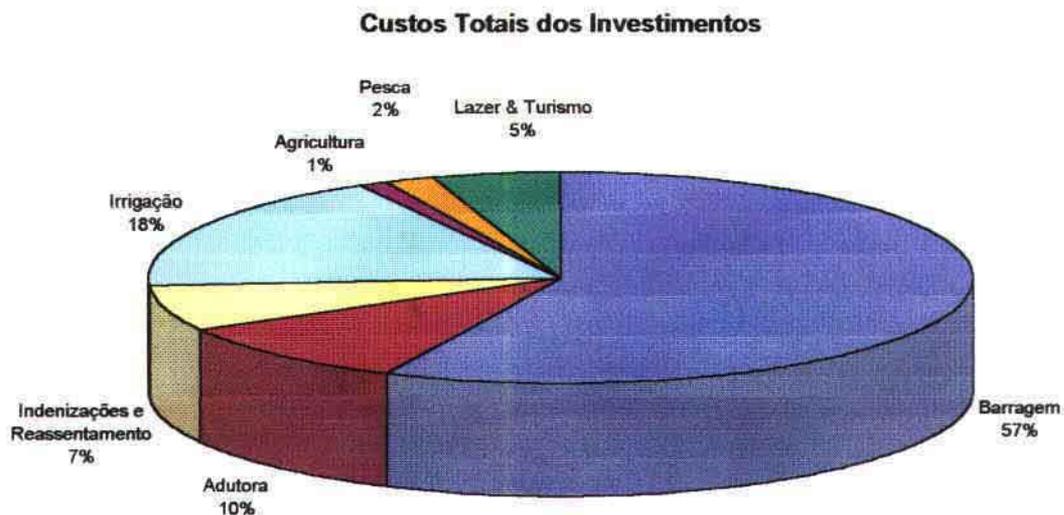
A Figura 2.24 a seguir, apresenta a relação percentual dos investimentos por setor, baseados no Quadro 2.14. Os valores estão previstos para aplicação dentro de 18 anos, sendo a maior parte, aproximadamente 90%, referente aos três primeiros anos, diante da implantação do projeto, com as demais parcelas de manutenção no 8º, 10º, 13º e 18º ano.

**Quadro – 2.14 - Custos dos Investimentos Totais
Projeto do Açude Público Faé, Quixelô/CE**

DISCRIMINAÇÃO	PREÇOS (R\$)
Barragem	3.097.325,47
Adutora	535.287,44
Indenizações e Reassentamento	363.702,21
Irrigação	1.005.710,00
Agricultura	24.107,00
Pesca	132.774,00
Lazer & Turismo	270.710,00
Total	5.429.616,12

Fonte: SRH – VBA Consultores (1999): Relatório de Análise Econômica do Projeto Executivo e Estudos Complementares para a Implantação e Aproveitamento da Barragem Faé.

**Figura – 2.24 - Custos Totais dos Investimentos
Projeto do Açude Público Faé, Quixelô/CE**



2.3.9.3 – Benefícios

Para a apresentação dos valores dos Benefícios e origem de dados é a mesma refenda no item Custos, que é o Relatório de Análise Econômica do “Projeto Executivo e Estudos Complementares para a Implantação e Aproveitamento da Barragem Faé”, SRH – VBA Consultores (1999)

Os benefícios estão associados a rentabilidade econômica da Piscicultura, da Irrigação, do Lazer e Turismo, e do Abastecimento D’água Urbano, sendo que cada uma dessas atividades gerará também um montante considerável de recursos, ao longo da vida útil do empreendimento global

O benefício no aproveitamento d’água para consumo urbano relaciona-se diretamente à cidade de Quixelô, cuja projeção populacional indica valores atuais inferiores a 17 000 habitantes. Como padrão de consumo foi estimado um volume de 150 litros por habitante por ano, e em relação ao retorno monetário se terá um percentual de 50%, em relação ao custo operacionais, que indicam valor de R\$ 0,40 por metro cúbico, e a disposição a pagar pela água, em R\$ 0,80 por metro cúbico, de acordo com estudos do Banco Mundial e IPEA sobre a demanda d’água no interior do Ceará

A curva de benefícios em relação ao abastecimento de água urbano será sempre crescente, em função do crescimento populacional da cidade de Quixelô, indo até o limite da capacidade das adutoras e da estação de tratamento. Para a adutora, os limites máximos são de 4 524 870 m³, o que proporcionará um atendimento da demanda de crescimento urbano da cidade até o ano 2.019, mantidas as atuais taxas de crescimento populacional. Para a estação de tratamento não há no projeto valores disponíveis, mas provavelmente deverá atender o mesmo volume de adução

Para a Piscicultura os benefícios virão em função da produção de pescado, e serão crescentes até um povoamento integral do açude em seu 8º ano, o que indica taxas crescentes de benefício até aquele período estabilizando-se a partir dele em R\$ 86 400,00, para uma produção anual de 48 toneladas de pescado

Para os benefícios agrícolas, através da irrigação, tem-se uma perspectiva de benefícios já a partir do 3º ano, quando o reservatório deverá ter acumulado suficiente volume d’água destinado a tal fim, e com mais três anos, isto é, no 6º ano da barragem, espera-se uma estabilização na produção agrícola, cessando aí, o crescimento da curva de benefícios

Com relação ao Lazer e Turismo, o crescimento da curva de benefícios não pode ser tão facilmente estimado, mas espera-se que será indefinidamente crescente. Sua projeção vai, portanto, desde o ano um, até a vida útil da obra, mas por observação da capacidade de suporte do sistema, será importante fixá-la no 5º ano, com uma receita anual total projetada em R\$ 120 480,00

3 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3.1 – MEIO ABIÓTICO OU FÍSICO

3.1.1 - Geologia Regional e Local

A área em estudo encontra-se sobre o embasamento que engloba rochas de idade pré-cambriana. Estas unidades compreendem gnaisses e migmatitos paradervados, com pequenas lentes de xistos e quartzitos do proterozóico inferior e ortognaisses e granitos intrusivos do proterozóico superior pertencentes ao Complexo Ceará. Regionalmente, encontramos ainda, sedimentos siliciclásticos continentais de idade juro-cretácio do Grupo Iguatu, como pode ser observado na carta geológica elaborada pela CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, escala 1 250 000, Projeto Iguatu, 1999, em andamento (Figura 3 1)

A coluna estratigráfica da folha do Iguatu é composta por rochas que envolvem unidades geológicas de diverso períodos do desenvolvimento da Terra e foi extraída da carta geológica referida acima

A seguir são descritas as unidades litoestratigráficas apresentadas na Figura 3 1

- 1 **ALUVIÕES** Areias grossas e cascalhos, podendo incluir areias finas a médias, areias argilosas e horizontes argilosos, nos baixos cursos dos rios maiores
- 2 **FORMAÇÕES SUPERFICIAIS.** A *Formação Moura (2a)* é composta por sedimentos inconsolidados e/ou com fraca diagênese, incluindo cascalhos, areia e argilas
- 3 **GRUPO IGUATU - UNIDADE SUPERIOR** Arenitos finos na base, evoluindo para fácies mais grossa a conglomerática com níveis intercalados de siltitos e folhelhos
- 4 **GRUPO IGUATU - UNIDADE MÉDIA** Siltitos argilosos e argilitos avermelhados com *cimento calcífero, folhelhos, margas, calcarenitos e calcânos*
- 5 **GRUPO IGUATU - UNIDADE INFERIOR** Arenitos médios a grosseiros com níveis conglomeráticos. Para o topo, ocorrem níveis subordinados de siltitos, folhelhos e margas e camadas de rochas básicas intercaladas nos arenitos basais
- 10 **GRANITÓIDES TARDI A PÓS-TECTÔNICOS** Biotita granito, quartzo monzodionto, monzodionto, granulação fina a média, istópicos a incipientemente orientados, de origem crustal
- 12 **GRUPO ORÓS E GRUPO CACHOEIRINHA** micaxistos com granada, estauroлита e sencita (12b),
- 13 **GRANITÓIDES CEDO A SIN-COLISIONAIS** Biotita ortognaisses, com ou sem anfibólio, cinzentos, de composição granítica a granodiorítica, que evoluem para leucogranitóides gnaissificados, finos a médios, de origem crustal
- 15 **COMPLEXO CEARÁ** Sequência essencialmente paradervada, formada por gnáisses e migmatitos, com biotita gnaisses e gnaisses a duas micas, migmatizados ou não, com granada e silimanita, localmente com lentes de material grafitoso, micaxistos, quartzitos e sheets e leucogranitóides e pegmatitos (15e)

A geologia na área do barramento e do sangradouro, litologicamente é composta por gnaisses e migmatítico do Complexo Ceará e depósitos sedimentares recentes (Figura 3.2).

Macroscopicamente os migmatíticos (gnaisse migmatítico) presentes na bacia hidráulica tem coloração cinza, granulação média a grossa, porfiroblastos de feldspato e estruturas estromática e/ou schlieren (Fotografia 1 em anexo). Os gnaisses, caracterizados em amostra de mão como biotita-gnaisses, ocorrem nas vertentes a jusante, e apresentam tonalidades cinza-claro a mais escuro, com granulação equigranular média a fina, sendo a biotita o mineral máfico principal que, dada a sua facilidade em alterar-se, confere a rocha intemperizada um aspecto xistoso. Freqüentemente ocorrem veios de quartzo associados a estas litologias (Fotografia 2 em anexo).

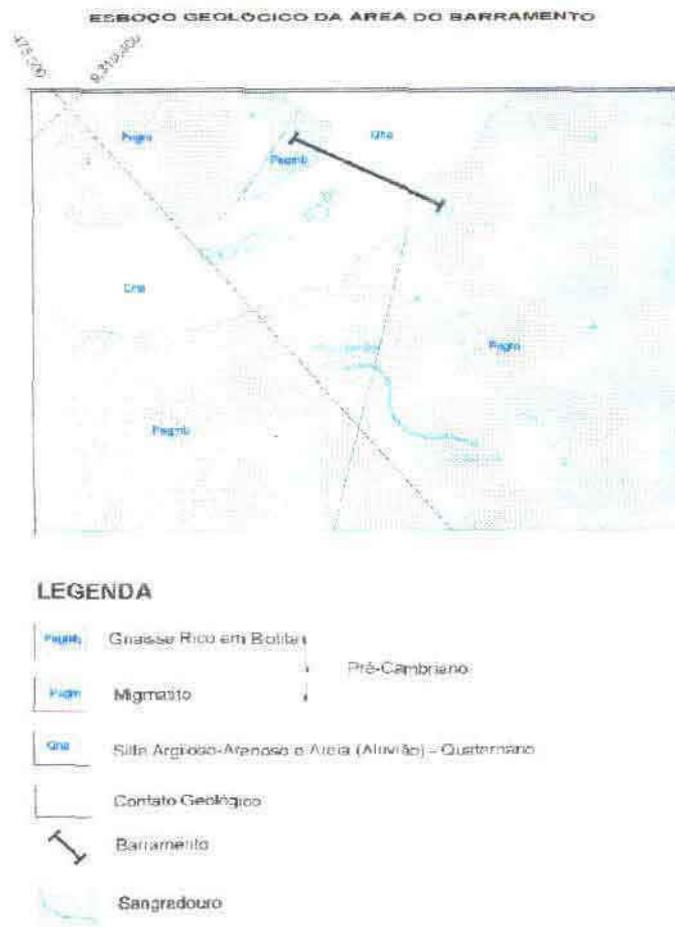


Figura 3.2 – Esboço Geológico da Área do Barramento

O material sedimentar presente no aluvião do riacho Faé tem uma espessura variável ao longo do mesmo. Predomina uma camada silte arenoso mais superficial (e mais espessa), contendo pouca argila, de coloração cinza. Localmente tem-se inclusões de pedregulhos. A camada de base pode apresentar uma textura bem mais arenosa, com areia de fina a grossa, em tons cinza a creme. A origem dos mesmos esta ligada aos processos de sedimentação por transporte fluvial. Estes depósitos são de idade quaternária a recente e compreendem grande parte da bacia hidráulica da barragem do Faé.

3.1.1.1 - Aspectos Estruturais

A bacia hidrográfica do nacho Faé encontra-se numa região complexa do ponto de vista estrutural. A maior parte desta bacia, incluindo o eixo projetado do barramento, está sobre rochas cristalinas, pré-cambrianas. A jusante do barramento, aproximadamente a 4 km, o nacho Faé corta rochas sedimentares siliciclásticas continentais do rift juro-cretácio Iguatu.

Os lineamentos estruturais, reconhecidamente pré-cambrianos, correspondem a zonas de cisalhamento transpressivas de direção NE-SW que reestruturam as foliações das unidades do embasamento. A área do empreendimento situa-se entre dois destes lineamentos e está a 20 km a norte do Lineamento Orós, o principal da região.

A 4 km ao sul, a jusante do barramento projetado, encontra-se o lineamento mais próximo, com direção NE-SW. Ele perfaz o contato entre o embasamento, à nordeste, e as rochas sedimentares do rift Iguatu, à sudeste.

Há também os lineamentos interpretados como Fanerozóicos ou reativados. Destes, os mais importantes são aqueles que propiciaram a abertura e deposição dos sedimentos do rift Iguatu. Estes possuem direção predominante NE-SW a NNE-SSW.

Associados aos lineamentos pré-cambrianos reativados no período juro-cretácio, formaram-se sistemas de fraturas (falhamentos e juntas) conforme o arranjo dos tensores principais de stress regional e local.

Na área da bacia hidráulica, as estruturas representadas por fraturas, definidas nas imediações do eixo barrável, são apresentadas na Figura 3.3 e no diagrama de setores elaborado pela VBA Consultores (Figura 3.4). Pode-se verificar que quatro direções se destacam. São elas:

- fraturas de direção N 35° E e N 75° E são longitudinais ao alinhamento estrutural, com maior probabilidade de serem fechadas, por serem decorrentes de esforços compressivos perpendiculares a esse plano.

- fraturas de direção N 35° W e N 5° E são perpendiculares ao alinhamento estrutural, com maior probabilidade de serem abertas por serem provavelmente de origem tracional. Estas fraturas são paralelas ao eixo barrável.

Constata-se que tanto ocorrem fraturas com direção nordeste como noroeste, sendo essas, concordantes com o "trend" regional. O eixo barrável projetado tem direção N 24° W e a direção do alinhamento estrutural das litologias N 45° E.

ESBOÇO ESTRUTURAL DA ÁREA DO BARRAMENTO

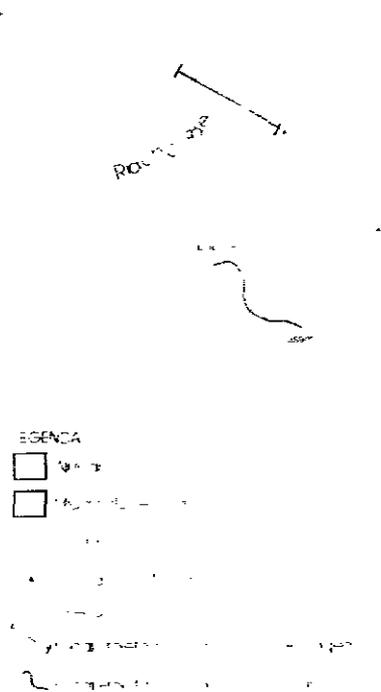


Figura 3.3 - Esboço Estrutural da Área do Barramento



Figura 3.4 - Diagrama de Setores

3.1.1.2 - Recursos Minerais

A Carta Metalogenética/Previsional em escala 1 250 000, desenvolvida para a Folha Iguatu (SB 24-Y-B) pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (1997), associa quatro tipos de ocorrências de bens minerais a região que engloba a área da barragem do nacho Faé São elas silimanita, benio, argila e ametista (Figura 3.5).

A silimanita, ocorre junto a zonas de cisalhamento associadas a rochas paradervadas do complexo Ceará Geralmente estão dissiminasadas , ou na forma acicular dentro de minerais de quartzo, e não possuem valor comercial

O berilo está associado aos granitos brasileiros que cortam os gnaisses e migmatitos do Complexo Ceará. Ocorrem em pegmatitos como depósitos filonianos, com cristais bem formados que são explorados comercialmente.

As argilas são encontradas nos depósitos aluvionares da região, onde são utilizadas na confecção de tijolos e telhas artesanais. As principais ocorrências nas áreas próximas ao projeto estão no rio Jaguaribe, nos riachos Antonico e Faé abaixo de Quixelô e no Rio Trussu.

A ametista também está associada aos granitos brasileiros que cortam os gnaisses e migmatitos do Complexo Ceará. Ocorrem em pegmatitos com cristais bem formados, que são explorados comercialmente. Existe um garimpo atualmente desativado, próximo a localidade de Isidoro.

A grafita está associada a rochas paraderivadas do complexo Ceará, representadas na área por gnaisses e migmatitos. O jazimento ocorre na forma de bolções, que na área não tem expressão comercial.

É importante salientar que nenhum desses bens minerais ocorrem na área da bacia hidráulica da barragem do riacho Faé.

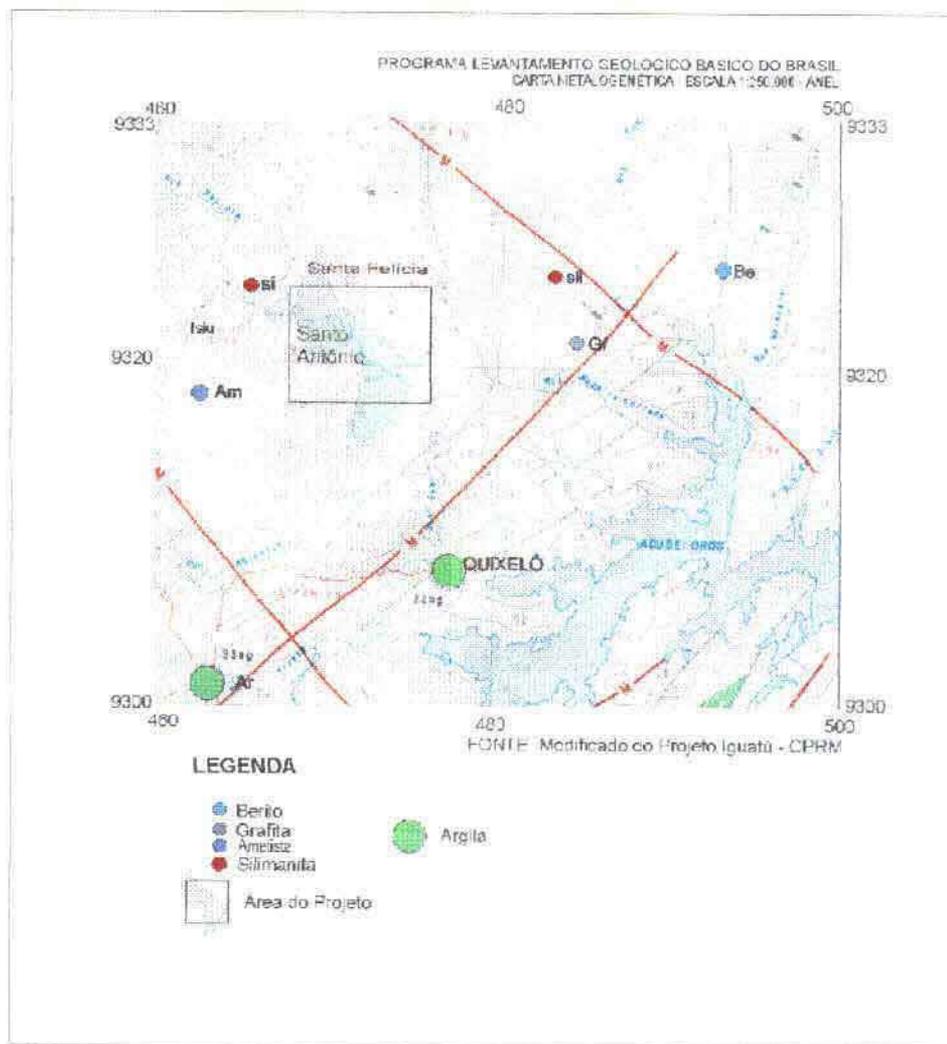


Figura 3.5 - Carta Metalogenética que Abrange a Área em Estudo

3.1.1.3 - Aspectos Erosivos e de Assoreamento

Entende-se por erosão o processo de “desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais)”, (IPT, 1986) Os processos erosivos podem ser de natureza geológica ou antrópica. No primeiro processo, o solo se desenvolve em condições de equilíbrio. No segundo, a intensidade da erosão é superior a formação do solo, não permitindo a sua recuperação natural.

Os processos erosivos são comandados por diversos fatores naturais relacionados às características do clima, do solo, do relevo e da cobertura vegetal. Dependendo do clima da região, uma rocha pode sofrer intemperismo físico ou químico. O intemperismo físico por desintegração predomina em climas secos (quente ou frio) e gera solos litólicos, geralmente rasos, com a fração psamítica predominando sobre a pelítica. Já, o intemperismo químico atua em climas úmidos formando solos espessos predominantemente pelíticos.

A bacia hidrográfica do riacho Faé está inserida na zona fisiográfica denominada “Planalto Sertanejo”, onde predomina o clima semi-árido quente e seco, com precipitação média da ordem de 850mm. Os solos, na maior parte da área, são do tipo litólicos, rasos, muito pouco evoluídos, com uma fina camada arenosa-orgânica que recobre a rocha pouco ou moderadamente alterada. A cobertura vegetal é constituída predominantemente pela caatinga arbustiva. O relevo da área de influência direta do empreendimento é composto por colinas mostrando topos convexos, encostas com inclinação suave e vale de fundo plano. Na área, a ocupação humana iniciou um desmatamento intensivo, expondo o solo a erosão laminar.

Durante os períodos chuvosos, caracterizados por chuvas torrenciais e de grande poder erosivo, as encostas de solos rasos, cultivadas ou desmatadas, estão propícias a remobilização dos materiais intemperizados. Estes sedimentos provenientes da erosão, podem depositar-se em posições determinadas das vertentes, destruindo o solo e, outra parte, pode atingir o fundo do vale provocando assoreamento de cursos d’água.

As formas erosivas originadas pela remobilização de sedimentos, pode formar localmente canais de ravinamentos e grotas. Durante o período das precipitações pluviométricas mais elevadas, preferencialmente no primeiro semestre do ano, a erosão é mais acentuada, carreando um maior volume de areia para o interior da bacia hidráulica.

Assoreamento corresponde “ao processo de acumulação excessiva de sedimentos e/ou detritos transportados por vias hídricas, em locais onde a deposição do material é mais rápida do que a capacidade de remoção natural pelos agentes de seu transporte” (ABNT, 1989).

A intensidade da erosão, ou do transporte ou da sedimentação, estão associadas a dois fatores: velocidade do meio de transporte, no caso, da água do rio e tamanho das partículas transportadas. O gráfico de Hjulstrom (Figura 3.6) mostra o processo acima, onde a linha “A” é o limite mínimo de velocidade hídrica necessária para que seja erodido um material inconsolidado (sedimento ou solo), a linha “B” representa a variação da velocidade para que as partículas de diferentes tamanhos sejam depositadas.

Analisando o gráfico, podemos chegar às seguintes conclusões:

- material grosseiro transportado pode ser depositado desde que haja uma pequena redução na velocidade do veículo hídrico que o transporta,

- material muito fino (abaixo de 0,01 mm) pode permanecer em suspensão indefinidamente, mesmo que ocorram grandes reduções nessa velocidade;
- é necessária uma velocidade maior do veículo hídrico para erodir materiais mais finos (silte e argila) do que para erodir areia, devido à coesão existente entre os grãos mais finos e,
- para materiais sem coesão, à velocidade hídrica necessária para os erodir é diretamente proporcional ao tamanho das partículas.

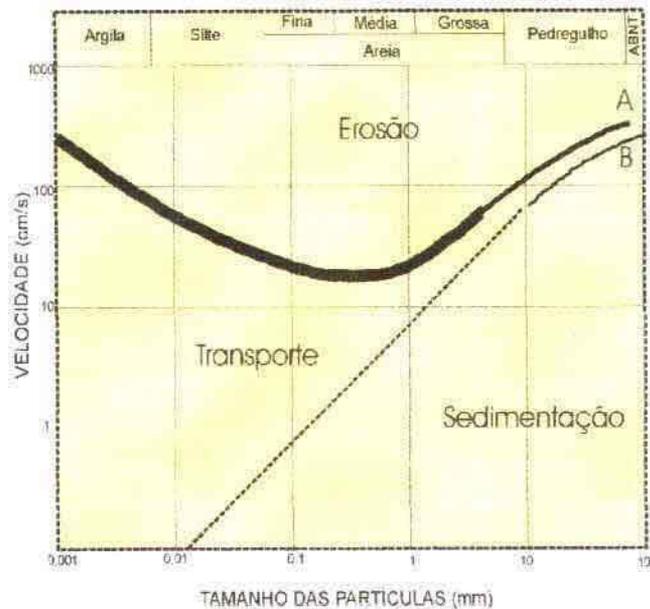


Figura 3.6 – Gráfico de Hjulstrom

Na bacia hidráulica do Faé, os solos são pedregosos a arenosos com sedimentos pelíticos que exigem uma velocidade maior para produzir a erosão. Estes solos, que se encontram na maioria das encostas, fornece um material para transporte de granulometria predominantemente grosseira, que se depositarão além do barramento com a diminuição da força de transporte, em função da proximidade da barragem, o que poderá ocasionar um reduzido assoreamento. Os Quadros 3.1 e 3.2. fornecem uma classificação do risco à erosão através da análise associada da declividade, solo e vegetação, e estabelece categorias de riscos em nulo, reduzido, médio, alto e muito alto.

No caso específico da área do projeto, predomina na bacia hidrográfica a montante da barragem, a seguinte combinação de fatores de risco: 2 + 5 + 6 = GRAU III (risco médio).

Quadro 3.1 - Fatores influentes na erosão

FATORES INFLUENTES NA EROSÃO		
FATOR	VARIAÇÃO	NÚMERO
Declividade	< 20%	1
	20% - 50%	2
	> 50%	3
Solo	coesivo	4
	não coesivo	5
Vegetação	eficiente	6
	ineficiente	7

Quadro 3.2 - Classificação do risco à erosão

CLASSIFICAÇÃO DO RISCO À EROSÃO		
GRAU	COMBINAÇÃO DE FATORES (N ^{os})	RISCO
I	1 + 4 + 6	Nulo
II	1 + 4 + 7	Reduzido
	1 + 5 + 6	
	2 + 4 + 6	
III	1 + 5 + 7	Médio
	2 + 4 + 7	
	2 + 5 + 6	
	3 + 4 + 6	
IV	2 + 5 + 7	alto
	3 + 4 + 7	
	3 + 5 + 6	
V	3 + 5 + 7	muito alto

3.1.1.4 - Instabilidade de encostas

Os processos de escorregamento das encostas envolvem uma série contínua de eventos de causa e efeito que resultam na ruptura de materiais terrestres (solo e/ou rocha) quando as solicitações são maiores que a resistência dos terrenos

Vários fatores atuam simultaneamente, ou um único fenômeno pode produzir os efeitos de solicitação, e a diminuição da resistência do terreno como deflagradores dos movimentos de massa, segundo VARNES (1978)

Os fatores que aumentam a solicitação podem estar associados a remoção de massa, a sobrecarga, a solicitação dinâmica ou a pressões laterais. A redução da resistência depende das características inerentes ao material (geometria, estrutura, etc.) ou a mudanças ou fatores variáveis como intemperismo e elevação do nível da água

A instabilidade de encostas depende de vários fatores, classificados em "agentes predisponentes" e "agentes efetivos". Como agentes predisponentes consideram-se as condições intrínsecas ao meio ambiente (geologia e geomorfologia) e que podem ser responsabilizadas pela instabilidade potencial de uma encosta, enquanto os agentes efetivos correspondem ao conjunto de elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos de massa, incluindo neles a ação antrópica

Na área do projeto em questão, a instabilidade de encostas tem maior relevância no entorno da bacia hidráulica porque, sendo o rio efêmero, o lago artificial resultante do barramento se consistirá na área susceptível a efeito provocado por desmoronamentos ou deslizamentos de taludes

Os agentes predisponentes considerados foram a geologia (intemperização e descontinuidades) e a geomorfologia (declividade), enquanto que o agente efetivo analisado foi a depleção (variação entre o nível máximo atingido pelo reservatório na época chuvosa e o mínimo acusado na época mais seca)

O intemperismo físico atuante na área gerou solos rasos, favorecendo a estabilidade das encostas naturais ou artificiais, do ponto de vista litológico

Quanto as descontinuidade do maciço rochoso, foram observadas as xistosidades e fraturas nas litologias ocorrentes. Localmente, as rochas que afloram com mais frequência são migmatitos e gnaisses, e somente nos gnaisses observa-se uma xistosidade insipiente, mostrando planos poucos desenvolvidos. No geral, essas rochas estão fraturadas e cortadas por veios de quartzo, em diversas direções e posições. Como pode-se observar, as descontinuidades do maciço rochoso não se constituem em problemas à estabilidade das encostas.

A amplitude entre os pontos de base e o topo das elevações são na ordem de 40 m para distâncias de aproximadamente 200 m, caracterizando declividades na ordem de 20 a 40°, consideradas suaves a média. Conclui-se que as encostas na área de influência direta do empreendimento são consideradas relativamente estáveis.

O agente efetivo considerado foi a depleção, que corresponde a variação entre o nível máximo atingido pelo reservatório na época chuvosa, e o mínimo acusado na época mais seca. Através da depleção anual, pode-se avaliar as consequências de tal fenômeno para a estabilidade das encostas que ficam sujeitas periodicamente a emersão e submersão.

Analisando a declividade, espessura do solo, xistosidade e a faixa de depleção, podemos inferir o seguinte: declividade entre 20% a 40%, solo inferior a 3 m de espessura, xistosidade insipiente, faixa de depleção sem importância significativa.

De acordo com os critérios para zoneamento da instabilidade potencial, o risco de instabilidade é de grau I a II ou seja, nulo a reduzido (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 - Critério para zoneamento de instabilidade de encostas

CRITÉRIOS PARA ZONEAMENTO DE INSTABILIDADE DE ENCOSTAS		
RISCO	GRAU	CARACTERÍSTICAS
Nulo	I	- Declividade < 20%, solo < 3 m - Declividade de 20% a 50%, Solo = 0
Reduzido	II	- Declividade < 20%, Solo > 3 m - Declividade de 20% a 50%, Solo < 3 m Xistosidade no mesmo sentido da encosta, - Declividade de 50% a 100%, Solo < 3 m Xistosidade no mesmo sentido da encosta Faixa de Depleção,
Médio	III	- Declividade de 20% a 50%, Solo > 3 m - Declividade de 50% a 100%, Solo > 3 m Xistosidade no mesmo sentido da encosta Faixa de Depleção,
Alto	IV	- Declividade de 50% a 100%, Solo > 3 m - Declividade >100%, Solo < 3 m Xistosidade no mesmo sentido da encosta Faixa de Depleção,
Muito Alto	V	- Declividade > 100%, solo > 3 m

3.1.1.5 - Geotécnica

Os estudos geotécnicos relativos ao Projeto Executivo da Barragem Faé tiveram como objetivo a determinação do perfil estratigráfico das áreas onde serão construídos o maciço e o vertedouro, e a obtenção de parâmetros representativos do comportamento,

sob o ponto de vista de engenharia, dos diversos materiais envolvidos no Projeto (Fotografia 3 em anexo) Tais parâmetros são necessários ao cálculo e dimensionamento da barragem Faé

Nas investigações de campo foram realizadas sondagens percussivas, a pá e picareta, mistas e a trado em áreas de fundação e de jazidas de empréstimo Quando necessário, realizava-se ensaios de perda d'água e de infiltração *in situ*, e coleta de amostras de material para caracterização tátil-visual e análise em laboratório, onde eram estudadas as características dos diversos materiais e avaliadas suas propriedades relacionadas com erodibilidade hidráulica e resistência ao cisalhamento

Cabe aqui uma observação Para efeito de verificação da aplicabilidade do material rochoso na confecção do maciço, foram realizados sondagens e ensaios extras, tanto no eixo barrável, como no vertedouro No entanto, os resultados destes trabalhos ainda estão sendo analisados pela VBA Consultores, e, portanto, ainda não disponíveis Assim, os mesmos não serão apresentados neste relatório

A seguir encontram-se descritos os resultados dos estudos geotécnicos, realizados sobre as três unidades investigadas eixo barrável, vertedouro do estudo alternativo (na margem esquerda do boqueirão III), vertedouro projetado (na margem direita do boqueirão II) e jazidas de empréstimo

- **Eixo Barrável**

Com a finalidade de se determinar o perfil estratigráfico dos terrenos sobre o qual será construído o maciço de terra compactada, executou-se, na área do eixo barrável, 70,37 m de sondagem percussiva, distribuídos em 16 furos de sondagem, e 77,90 m de prospecção com sistema constituído por sonda rotativa Foram abertos, ainda, 03 poços de inspeção à pá e picareta, totalizando 2,96 m de escavação

Em associação a estas sondagens, realizou-se, nos materiais de fundação, 06 ensaios de infiltração *in situ*, 15 ensaios de perda d'água *Lugeon*, com o objetivo de determinar a permeabilidade do substrato rochoso, e diversos ensaios de laboratório, incluindo ensaios de caracterização e de cisalhamento direto.

Os resultados das investigações indicaram a presença, no perfil do boqueirão em estudo, de um depósito aluvionar com características arenosas, apresentando, aproximadamente, 150,0 m de largura e profundidades de até 8,0 m A estratigrafia mostra uma camada superficial de solo arenoso, com passagens, e sobrepondo-se a um estrato de rocha sã fraturada Sob o depósito aluvionar repousa um estrato constituído por um migmatito e gnaisse fraturado

- **Vertedouro Alternativo na Margem Esquerda**

Na investigação da margem esquerda do Boqueirão III, foram executadas 02 sondagens à pá e picareta, 04 à percussão e 04 sondagens rotativas em rocha. As sondagens à pá e picareta tiveram como objetivo a determinação da profundidade do estrato rochoso em áreas de sela topográfica

Os resultados mostram uma variabilidade acentuada nas profundidades representativas do início do estrato rochoso Já os resultados das sondagens mistas sugerem, tendo em vista a recuperação de testemunhos, uma cota muito abaixo da prevista para se construir o vertedouro

- **Vertedouro Projetado na Margem Direita**

Na definição do local mais adequado para implantação do vertedouro da Barragem Faé, foram realizadas, nos terrenos da margem direita do Boqueirão II, 02 sondagens à pá e picareta, 03 à percussão e 03 sondagens rotativas em rocha na sela topográfica existente na área. Os resultados indicam a presença do estrato rochoso, com níveis de alteração bastante elevados em profundidades entre 1,00 e 2,50 m. Apontam, ainda, para a implantação do vertedouro na sela topográfica da margem direita, em um trecho situado a aproximadamente 80 m da ombreira direita.

- **Jazidas de Empréstimo**

Foram abertos 30 furos de sondagem a pá e picareta em jazida de solo existente nas proximidades do boqueirão II, e, para localização de empréstimos de areia, sondagens a trado, até a profundidade de 2,00 m, ao longo do área de montante do leito do Riacho Fae. A pesquisa indicou deficiência de disponibilidade deste material, deste modo, na busca de boas jazidas, chegou-se à localidade de Barra do Trussu. Não foram realizadas sondagens na jazida de pedra encontrada no local. Neste caso, todo material necessário para análise foi extraído de afloramentos rochosos existente na área.

Com relação aos ensaios laboratoriais, foram retiradas 10 amostras de solo para realização de ensaios de caracterização compactação, granulometria e limites, e, também, de ensaios triaxiais, de permeabilidade e de cisalhamento. Tais ensaios foram executados para definição dos parâmetros de estabilidade do material a ser empregado na confecção do maciço. Foram coletadas, ainda, 02 amostras de pedra, para realização de ensaios de abrasão (Los Angeles) e 02 amostras de areia para análise de permeabilidade e granulometria.

3.1.1.6 - Aspectos Sísmicos da Região Nordeste

A ocorrência de um sismo em função da construção do reservatório da barragem do riacho Faé, é basicamente nula, pelas seguintes razões:

- a região a ser barrada não está sujeita a efeitos tectônicos,
- local mais próximo onde já ocorreram sismos foi na região de Pereiros (CE), como pode ser observado na Figura 3.7,
- tempo calculado para o enchimento do reservatório irá amortizar as tensões geradas pelo aumento da carga hídrica localizada.

3.1.2 - Geomorfologia

A bacia hidrográfica do riacho Faé encontra-se inserida na unidade geomorfológica denominada Planalto Sertanejo (RADAMBRASIL, 1981), conforme mostrado na Figura 3.8.

Este domínio geomorfológico ocupa a maior área em distribuição no estado do Ceará e corresponde a uma superfície de aplainamento, desenvolvida sobre rochas cristalinas, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente vários tipos litológicos. A morfologia da depressão sertaneja é representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam suavemente em direção aos fundos dos vales e ao litoral. Verifica-se a predominância de uma topografia plana ou levemente

ondulada com níveis altimétricos entre 100 a 400 m. Em áreas onde a dissecação é mais evidente, *interflúvios de feições convexas* são isolados, formando-se relevos colinosos. A monotonia das formas planas a suavemente onduladas, as vezes é interrompida por serras e morros residuais. Esses relevos são constituídos, predominantemente, por rochas granítico-migmatíticas que foram formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes, de constituição litológica (gnáissica) menos resistente. A Figura 3.9 mostra o mapa geomorfológico da região.

É nesta unidade geomorfológica que nascem os principais rios que se direcionam para nordeste, formando um centro dispersor de drenagem.

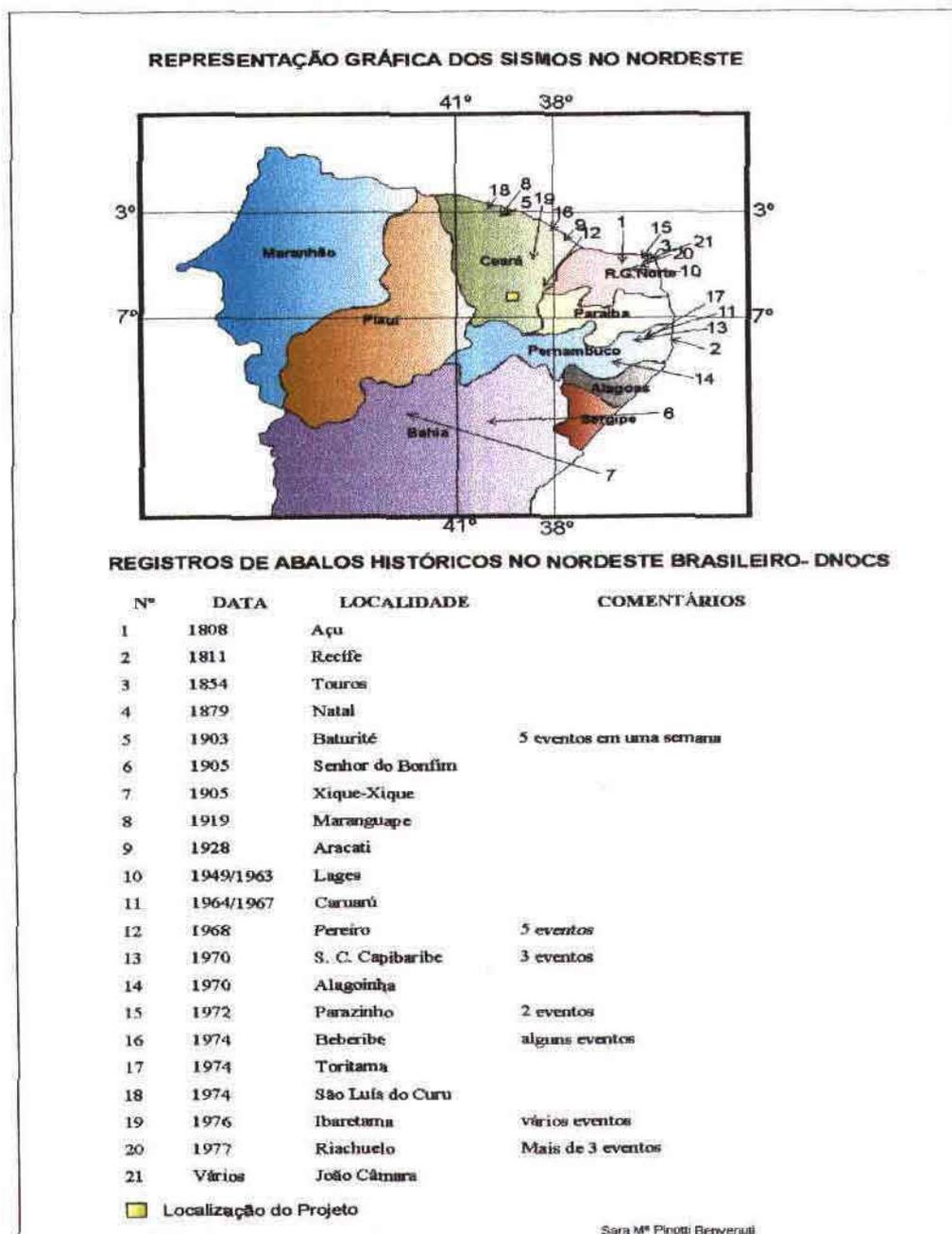


Figura 3.7 - Representação Gráfica dos Sismos no Nordeste

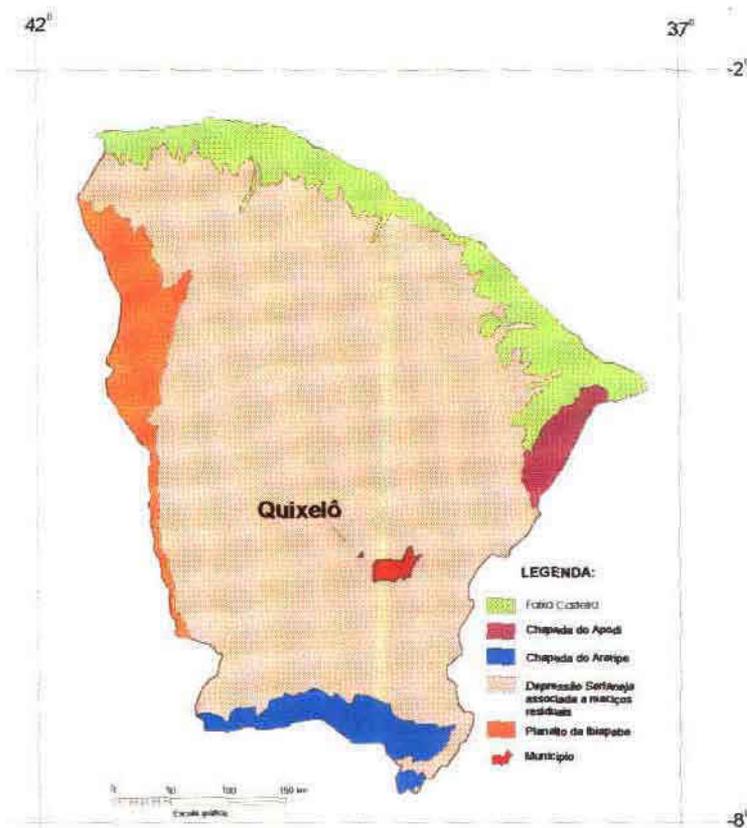


Figura 3.8 – Localização do Município de Quixelô em Relação às Grandes Unidades Geomorfológicas do Estado do Ceará (modificado do Diagnóstico do Município de Quixelô do Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará– CPRM/1998).

O riacho Faé faz parte da Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe. O padrão de drenagem de um modo geral é dentrítico estando condicionado a litologia e ao padrão estrutural da área.

A morfologia da região onde está projetada a barragem do Faé apresenta formas produzidas por agentes endógenos e exógenos da formação da crosta. O clima semi-árido, associado ao regime de escoamento fluvial dentrítico, ao relevo de colinas e a cobertura vegetal de caatinga, favorece os processos morfogenéticos onde predomina o intemperismo físico.

Os tipos litólicos que compõem a área do empreendimento respondem a dissecação compondo formas que vão de muito fraca a fracamente disseçadas.

As formas de relevo predominantes na área são as que mostram topo convexo, com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separados por vales estreitos e de fundo plano, sendo que em suas margens observa-se uma vegetação ciliar composta por arbustos e árvores (Fotografia 4 em anexo).



As encostas são relativamente suaves (entre 20° a 40°) (Fotografia 5 em anexo) e recobertas por vegetação arbustiva de pequeno a médio porte, típica de caatinga. Devido ao desmatamento e queimadas, em várias encostas dentro da área do empreendimento, observa-se o desenvolvimento de sulcos e ravinas promovidas pelo transporte do material inconsolidado durante as chuvas torrenciais.

O eixo da barragem foi projetado em uma área composta por rochas gnaissicas e migmatíticas. O vale é estreito, com aproximadamente 150 m de largura. As vertentes são relativamente íngremes, com afloramentos de pequenos blocos de rocha. A vegetação nesta área é arbustiva esparsa, associada a vegetação rasteira. O solo encontra-se exposto em alguns pontos em função da ação antrópica.

3.1.3 - Solos e Uso do Solo

O solo é uma riqueza natural que está a disposição da humanidade para ser explorado e cultivado em sua potencialidade. Este recurso se constitui em elemento imprescindível para a produção de alimentos e matérias-primas essenciais à habitação, transporte, vestuário e indústria.

A exploração e uso dos solos deve ser feito de forma racional, visando sua sustentabilidade. A agricultura deve ser praticada de forma eficiente no intuito de assegurar resultados satisfatórios e manter uma relação harmônica entre o homem e o meio ambiente.

Segundo o Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (BRASIL, 1973) a distribuição do tipo de solos encontrados na região do empreendimento são representados pelas seguintes unidades pedológicas: Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, Vertissolo e Litólico Eutrófico e Distrófico.

A seguir está apresentado um resumo das principais características, fatores limitantes, exploração agrícola e extensão destas unidades. A figura 3.10 mostra os tipos de solos da região do empreendimento.

- **Podzólico Vermelho-Amarelo**

Compreendem solos minerais não hidromórficos, com horizonte B textural, e com argila de atividade alta ou baixa, apresentando distinta individualização dos horizontes. São solos desenvolvidos de rochas do Pré-Cambriano e encontrados principalmente nas serras úmidas e nas depressões sertanejas.

São caracterizados como solos profundos (poucas vezes rasos), com textura normalmente arenosa ou média no horizonte A e argilosa no B, frequentemente cascalhenta. Sua coloração mais freqüente é vermelho amarelado, podendo ser localizados com tonalidades Bruno avermelhados e Bruno acinzentados.

Via de regra são solos moderadamente ou bem drenados e são moderadamente ácidos a neutros. Com relação ao uso agrícola estes solos são, nas áreas mais secas e onde o relevo é menos movimentado, bastante utilizados com milho, feijão, mandioca, algodão e pecuária extensiva. São de um modo geral, solos com elevado potencial agrícola, com baixa fertilidade natural por serem constituídos por minerais primários facilmente decomponíveis.



A deficiência de umidade é um fator limitante ao uso destes solos, devendo-se cultivá-los com culturas especiais de ciclo longo, aproveitando-se da curta estação chuvosa para cultivar culturas de ciclo curto

- **Vertissolos**

São solos minerais, não hidromórficos, cujo elevado conteúdo de argila provoca expansões (quando molhado) e contrações (quando secos) Distribuem-se em áreas relativamente pequenas e de maneira dispersa principalmente nas regiões dos sertões

Estes solos são caracterizados por serem moderadamente profundos, de relevo plano e suave ondulado, com textura argilosa e muito argilosa e imperfeitamente drenados, com permeabilidade muito lenta e, portanto, muito suscetíveis a erosão. Possui também alta fertilidade natural.

Os processos de irrigação e drenagem devem ser realizados sob rigoroso controle para evitar e/ou minimizar os riscos de salinização, em função da existência abundante de sódio e da baixíssima permeabilidade

Possuem um grande potencial agrícola, mas em razão ao elevado conteúdo de argila apresentam problemas relacionados com suas condições físicas. São muito utilizados para as culturas de milho, feijão e arroz

- **Litólicos**

Constituem a classe de solos minerais, não hidromórficos, pouco desenvolvidos, normalmente pedregosos e rochosos; possuindo apenas um horizonte A diretamente assentado sobre a rocha ou sobre um horizonte C, de pequena espessura São comumente encontrados na unidade geomorfológica das depressões sertanejas

Usualmente, contém elevados teores em minerais primários pouco resistentes ao intemperismo São eutróficos e com características físicas, químicas e morfológicas variáveis em função do material originário

Estes solos são caracterizados por serem rasos a muito rasos, moderados a acentuadamente drenados e são bastante susceptíveis à erosão em razão de sua profundidade efetiva. Possuem textura arenosa a argilosa e são encontrados em regiões de relevo plano a montanhoso

Existem restrições quanto ao seu aproveitamento ao uso agrícola, apresentando limitação no que diz respeito ao uso de máquinas devido a presença de rochividade Sua fertilidade natural pode ser considerada alta e baixa

As áreas ocupadas por estes solos são geralmente utilizadas para a prática de pecuária extensiva e culturas de subsistência como milho e feijão

3.1.3.1 - Uso do solo

O conhecimento do uso do solo é de grande importância no que diz respeito a disponibilidade de informações sobre as atividades e os sistemas de exploração exercidos em determinada área A tipologia, a distribuição espacial, a composição e a dimensão do uso do solo permite uma avaliação mais precisa das condições ambientais locais



Na bacia hidrográfica do açude Faé e sua área de entorno existe uma diferenciação de condições naturais e ambientais que podem ser identificadas através de suas unidades geomorfológicas. Estas unidades determinam condições próprias de uso e exploração, dependendo de suas potencialidades e limitações.

Dentre as diversas formas de uso e ocupação da região, há o predomínio da agricultura sobre as demais atividades econômicas. Esta agricultura é praticada com o emprego de técnicas tradicionais de cultivo, com baixa tecnologia e pouca produtividade.

As culturas existentes na área do empreendimento e que compõem esta composição pedológica são, principalmente, feijão, milho e algodão. As características dos solos também favorecem as práticas extensivas de caprinos, ovinos e suínos. Existe também a prática de extrativismo vegetal, que é responsável pela fabricação de carvão vegetal e extração de madeiras para lenha e construção de cercas.

É importante ressaltar que o tipo de cultura de exploração auto-sustentável demanda medidas conservacionistas devido à susceptibilidade dos solos aos processos de degradação. Dentre estes processos pode-se destacar o alto nível de evaporação elevando, conseqüentemente os teores de sais, o desmatamento irracional elevando os níveis de erosão e a deficiência no emprego de tecnologias mais eficazes.

Como pode ser observado, este arranjo pedológico reflete as condições do geossistema caracterizado pela depressão sertaneja, onde a caatinga atua como elemento síntese da paisagem. Quando ocorrem melhorias dos constituintes nutritivos do solo, evidencia-se uma caatinga arbórea em detrimento de solos litólicos, onde a vegetação é espaça e o nível de tecnologia para melhoria das qualidades do solo está relacionado basicamente com a disponibilidade e armazenamento de água.

3.1.4 - Recursos hídricos

O governo do Estado vem concentrando seus esforços no sentido de direcionar o processo de industrialização para o interior do estado.

Essa tendência de distintos industriais leva à necessidade da expansão da infraestrutura básica às novas sedes urbanas. O abastecimento público e industrial de água para essas cidades aparece como condição vital para que esses centros se transformem em sedes regionais com oferta de trabalhos, serviços, equipamentos sociais e urbanos suficientes para o atendimento da população e expansão da economia.

3.1.4.1 - Águas Superficiais

O município de Quixelô está totalmente insendo na bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe e apresenta como principais drenagens os riachos Antônio, Faé, Madeira Cortada, Calabaça, São Felício, Maracajá e do Frango. O principal reservatório da região é o açude Orós com capacidade de acumulação da ordem de 2 100 000 000 m³.

O regime hidrológico dos cursos d'água no município de Quixelô está ligado à irregularidade das chuvas e às estruturas geológicas locais. Os rios são intermitentes, apresentando escoamento superficial nulo durante alguns meses do ano (Fotografia 6 em anexo).

O deflúvio médio anual no município é de 74 mm, distribuídos irregularmente ao longo do ano, concentrados nos meses de fevereiro a maio.

No período de junho a janeiro o escoamento superficial é nulo. Em termos médios, o mês com maior escoamento é abril, com uma lâmina média em torno de 25 mm escoados. A Figura 3.11 mostra o potencial de escoamento superficial para o município.

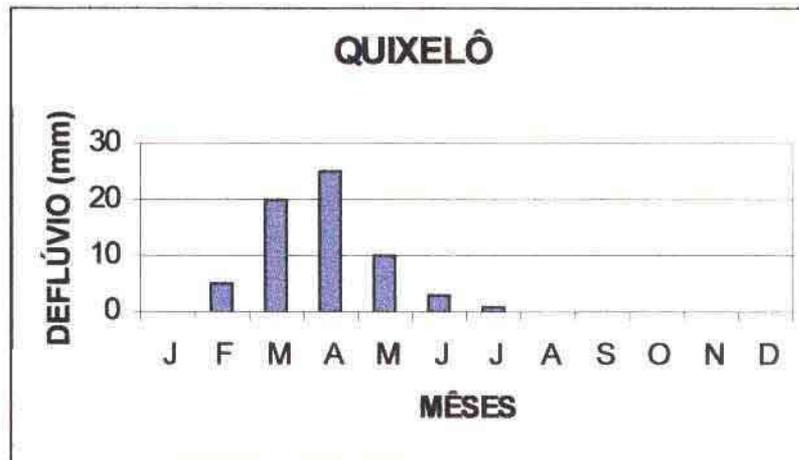


Figura 3.11 - Potencial de Escoamento Superficial

O rio Jaguaribe e seus afluentes constituem-se importantes fontes de água para o período chuvoso, enquanto que o açude Orós, localizado a jusante do município, contribui para garantir esta fonte. O Quadro 3.4 mostra a contribuição dos grandes açudes no município.

Quadro 3.4 - Grandes açudes atuais que permitem perenização ($v > 10 \text{ hm}^3$)

AÇUDES	ORÓS
Localização	QUIXELÔ
Capacidade (hm^3)/ Altura D'água (m)	1956,30/39,50
Nível (m) e Volume de Alerta (hm^3)	29,90/656,70
Vazão Regularizada Mensal, $f = 90\% *$	20,40/16,82

* Vazão sem volume de alerta / Vazão com volume de alerta (em m^3/s)
 Fonte: PERH, 1992

Em termos de nível de açudagem, o Município de Quixelô caracteriza-se pela existência de pequenos açudes com volume máximo abaixo dos 500.000 m^3 . Apesar de muitos, esses pequenos açudes possuem pouca capacidade de acumulação e de regularização, sendo em sua grande maioria açudes de regularização intra-anual.

Os açudes com dimensões até 500.000 m^3 representam 80% do total de açudes e acumulam 46% do volume total armazenado no município. Os açudes entre 500.000 m^3 e $3.000.000 \text{ m}^3$ são poucos, 4 no total, mas acumulam 54% da água no município. O Quadro 3.5 mostra o nível de açudagem total estimado.

Quadro 3.5 - Nível de açudagem total estimado

DIMENSÃO DO AÇUDE (1.000 m³)	Nº DE AÇUDES	VOLUME TOTAL ARMAZENADO (1.000m³)
0 – 100	3	210
100 – 500	13	3 020
500 – 1000	2	1 070
1000 – 3000	2	2 790
3000 – 10000	-	-
> 10000	-	-
Total	20	7.090
Lagoas	1	220

Fonte PERH 1992

3.1.4.2. Águas Subterrâneas

No Atlas do Plano Estadual de Recursos Hídricos foram apresentados dados hidrogeológicos referentes ao Município de Quixelô Para efeito de avaliação de reservas de águas subterrâneas conforme a formação geológica considerada, temos os seguintes valores para os respectivos tipos de aquíferos mostrados no Quadro 3 6

Quadro 3.6 - Reserva de água subterrânea

Aquífero	Número de Poços Cadastrados	Disponibilidade Atual (m³/ano)	RESERVAS EXPLORÁVEIS (m³/ano)		CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS	
			Total	Com Restrição de Qualidade	Profundidade Média (m)	Vazão Média (m³/hora)
Não espec	1	65 700	-	-	105,00	15,00
Aluvião	2	39 858	4 056 020	3 650 418	10,01	4,55
Gr Rio Peixe	4	130 524	-	-	86,00	7,45

Fonte PERH. 1992

No município de Quixelô pode-se distinguir três domínios hidrogeológicos distintos rochas sedimentares, rochas cristalinas e depósitos aluvionares

As rochas sedimentares constituem a Bacia Sedimentar do Iguatu e é representada pelo Grupo Rio do Peixe com poços de profundidade até aproximadamente 100 metros

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos margeando o leito dos principais nos e rachos que drenam a região e funcionam como uma alternativa de manancial devido ao seu alto potencial hidrogeológico

Nas formações cristalinas a ocorrência de água subterrânea é condicionada pela presença de fraturas e fendas representados por reservatórios descontínuos e de pequena extensão Este quadro é caracterizado por vazões pequenas e a água, por muitas vezes, encontra-se salinizada favorecendo um baixo potencial hidrogeológico No entanto essas



condições não diminuem sua importância como alternativa de abastecimento de pequenas comunidades ou como reserva de armazenamento em períodos de estiagem

O levantamento realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (no município de Quixelô registrou a presença de 70 poços, dos quais 65 do tipo tubular profundo (49 públicos e 16 privados) e 5 do tipo amazonas (3 públicos e 2 particulares) Com relação à distribuição desses poços por domínios hidrogeológicos, verificou-se que existem 5 em rochas cristalinas, 2 ao longo de aluviões e 63 poços no domínio sedimentar

A situação atual dessas obras é apresentada no Quadro 3.7. A Figura 3.12 ilustra o mapa de Recenseamento das Fontes de Abastecimento do Município de Quixelô

Quadro 3.7 - Situação atual dos poços cadastrados

PÚBLICO				
Tipo de Poço	Abandonado	Desativado	Em Uso	Não Instalado
Amazonas	-	-	3	-
Tubular	7	10	30	2
PRIVADO				
Tipo de Poço	Abandonado	Desativado	Em Uso	Não Instalado
Amazonas	-	-	2	-
Tubular	3	1	12	-

3.1.5 - Climatologia

A abordagem da climatologia aqui desenvolvida visa caracterizar a Bacia do Faé a partir da Bacia Alto Jaguaribe definidas por ocasião do PERH (1990) em termos de seus fatores climáticos

Para a caracterização climatológica foi utilizado o município de Quixelô e a estação de Iguatu por ser representativa e pertencente a bacia

3.1.5.1 - Pluviometria

A rede pluviométrica do município de Quixelô é composta apenas pelo posto de Maracajá. O Quadro 3.8 fornece a estação utilizada neste estudo.

Quadro 3.8 - Estação pluviométrica

CÓDIGO (SUDENE)	ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE
3821385	Maracajá	6° 10'	39° 05'

O Quadro 3.9 mostra as médias dos totais anuais de chuva da estação.

Quadro 3.9 - Totais anuais médios de chuva

CÓDIGO (SUDENE)	ESTAÇÃO	PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL (mm)
3821385	Maracajá	719,8

Quanto a repartição destes totais anuais de chuva nos meses do ano, observa-se uma grande concentração no 1º semestre, com mais de 90% delas ocorrendo nesse período. O trimestre mais chuvoso é fevereiro-abril. O mês de maior média pluviométrica é março. Na Figura 3.13 observa-se o hietograma de chuva média na estação de Maracajá.

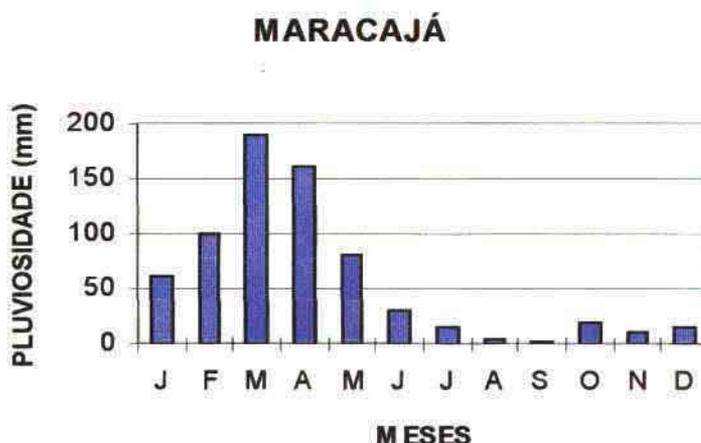


Figura 3.13 - Hietograma de Chuva Média na Estação de Maracajá

3.1.5.2 - Temperatura

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

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

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

onde,

T_{comp} - Temperatura média compensada

T_{12} - Temperatura observada às 12 00 TMG

T_{24} - Temperatura observada às 24 00 TMG

T_{MAX} - Temperatura máxima do dia

T_{MIN} - Temperatura mínima do dia

A temperatura compensada apresenta uma pequena variação de 3,5 °C, isso para os meses de junho (23,6 °C) e outubro (27,3 °C) As médias máximas e mínimas extremas ocorrem respectivamente nos meses de Novembro (35,2 °C) e Julho (20,2 °C), conforme se observa no Quadro 3 10 e Figura 3 14

Quadro 3.10 - Temperaturas máximas, mínimas e compensadas (°c) na estação de Quixelô

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Máxima	33,3	32,0	31,2	29,8	27,8	27,3	28,5	33,2	33,2	33,9	35,2	34,7
Comp	26,4	26,7	24,3	24,2	24,6	23,6	25,5	25,5	26,4	27,3	26,5	26,7
Mínima	22,5	22,8	20,8	21,6	21,8	21,7	20,2	21,1	22,0	22,7	23,2	23,5

Fonte INEMET (1991)

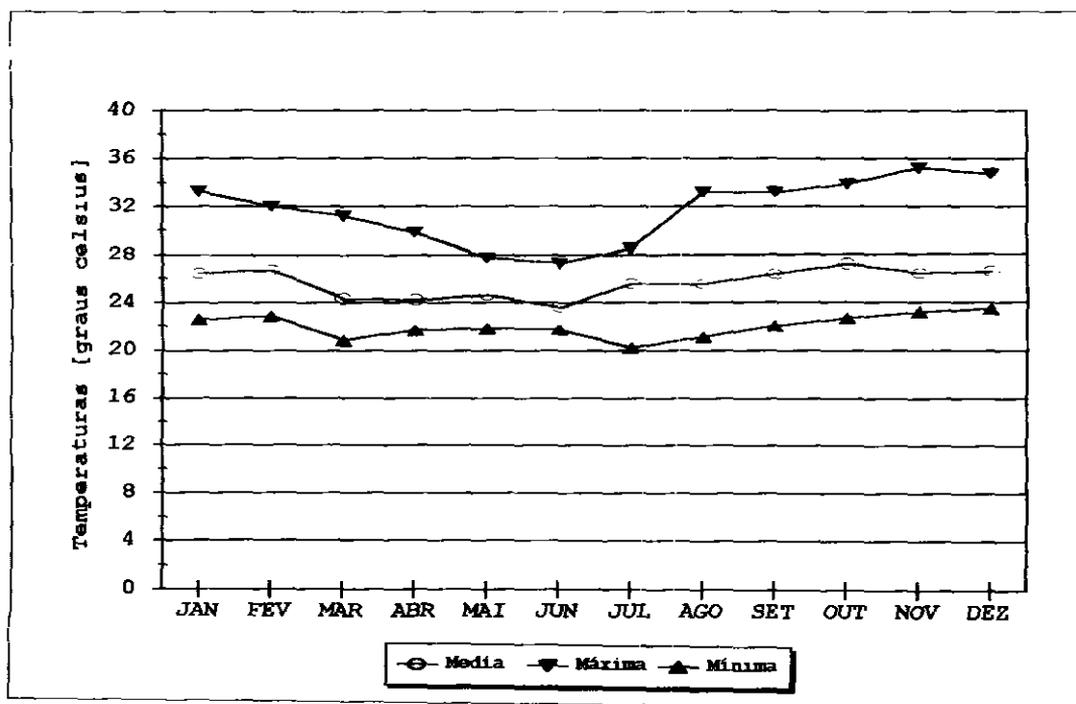


Figura 3.14 - Temperaturas máximas, mínimas e médias compensadas na estação de Quixelô

3.1.5.3 - Umidade Relativa

A umidade relativa média apresenta uma variação máxima de 32%, referente aos meses de Abril (78%) e Novembro (46%), como pode-se verificar no Quadro 3.11 e Figura 3.15

Quadro 3.11 - Umidade relativa na Estação de Quixelô

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
%	66	70	75	78	77	69	60	53	48	50	46	49

Fonte INEMET (1991)

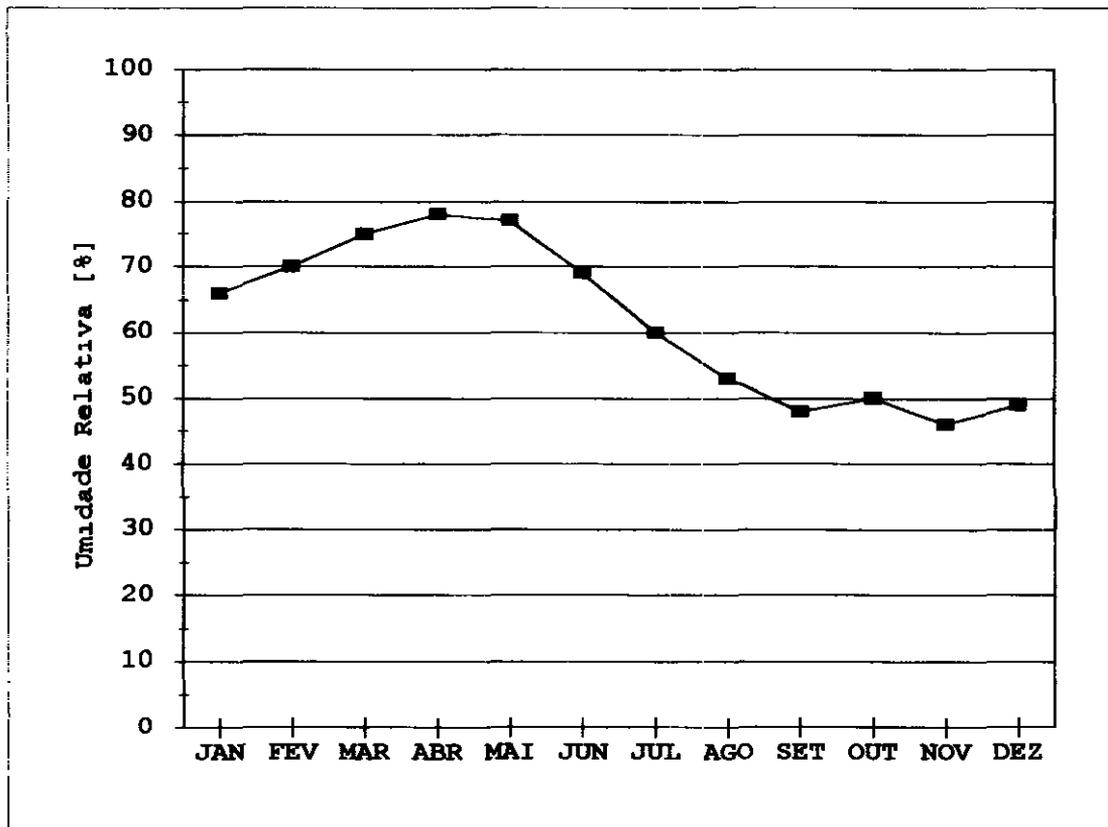


Figura 3.15- Umidade Relativa na Estação de Quixelô

3.1.5.4. Insolação Média

O Quadro 3.12 e a Figura 3.16 mostram, respectivamente, o número de horas de exposição no local da estação de Quixelô e sua distribuição mensal. Em termos atuais, no mesmo período, tem-se 2898 horas de exposição, podendo-se concluir de maneira aproximada que cerca de 66% dos dias do ano possuem incidência solar direta. O trimestre fevereiro/março/abril, apresenta, por razões óbvias, os menores valores

Quadro 3.12 - Insolação média na estação de Quixelô

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Horas	219	180	203	197	247	236	245	284	307	281	267	234

Fonte INEMET (1991)

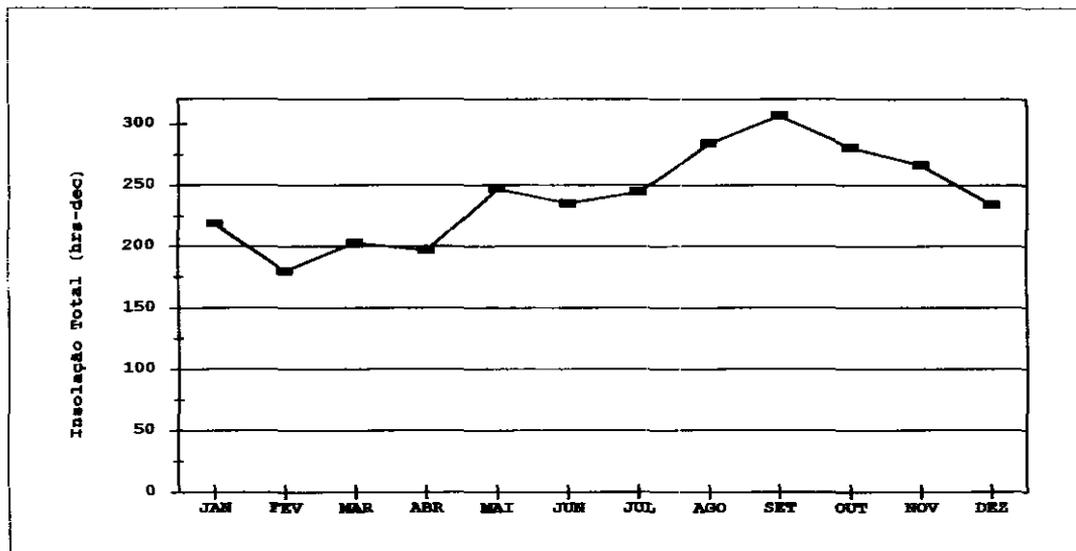


Figura 3.16 - Insolação Média na Estação de Quixelô

3.1.5.5 - Ventos

A intensidade do vento é medida nos horários sinóticos de observação, a uma altitude de 10 m em relação a estação. Da mesma forma, a direção do vento também é medida nos três horários sinóticos, indicando a direção de onde o vento se origina

A estação de Quixelô não apresenta dados de velocidade e direção de vento. Apesar disto, verifica-se para esta região, que a direção predominante está dentro do quadrante Nordeste/Sudeste, sendo esta, de outubro a maio, predominante de Este a Nordeste, e, de abril a setembro, de Este a Sudeste

3.1.5.6 - Evaporação Média

A evaporação anual observada em tanque-tipo classe "A" é de 1988 mm, distribuída ao longo dos meses segundo o Quadro 3.13 e Figura 3.17

Quadro 3.13 - evaporação média na estação de Quixelô

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	161	114	90	86	101	147	188	218	219	237	215	213

Fonte INEMET (1991)

O trimestre que apresenta os maiores valores de evaporação corresponde a agosto/setembro/outubro, ocorrendo o máximo em outubro (236,6 mm)

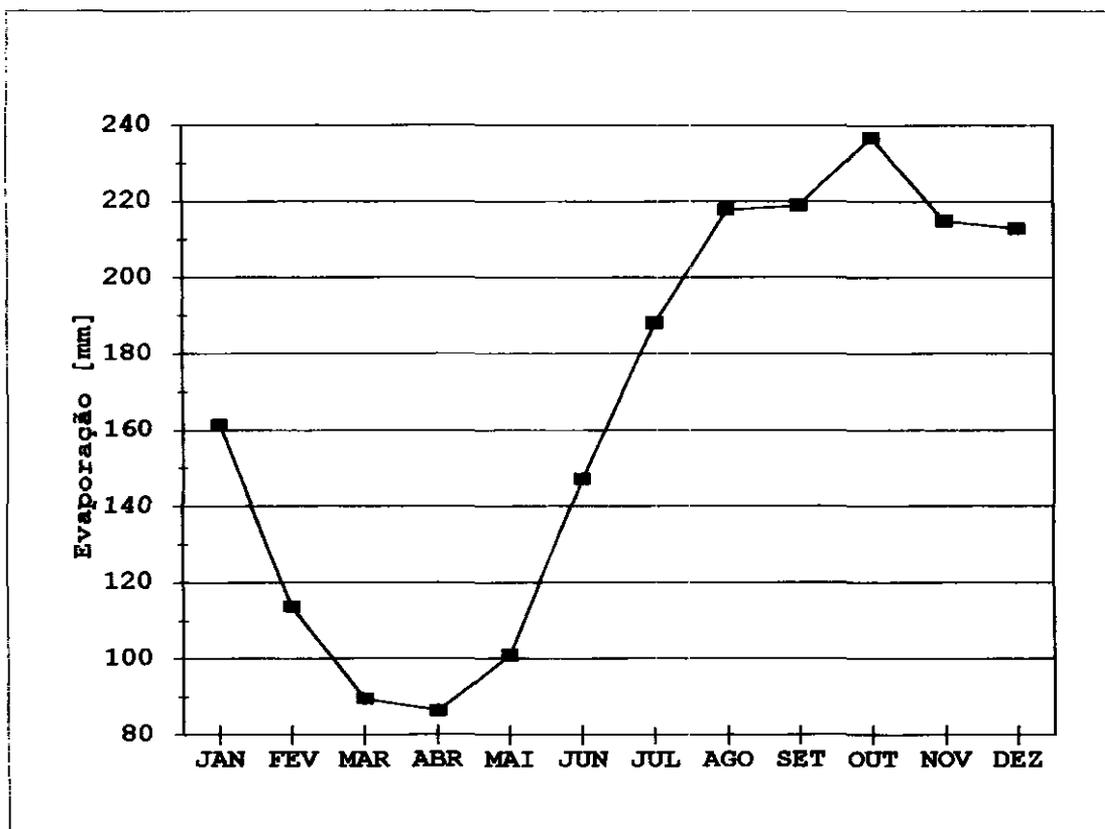


Figura 3.17 - Evaporação Média na Estação de Quixelô

3.1.5.7 - Evapotranspiração

O Quadro 3 14 apresenta a evapotranspiração potencial mensal obtida segundo Thornthwaite e Mather, totalizando 1710 mm. A Figura 3 18 confronta os valores do Quadro 3 7 com os valores da precipitação média. Percebe-se, como característica, o déficit hídrico em praticamente todo o ano, com exceção dos meses de março e abril. Este fato demonstra, como é conhecido qualitativamente para as regiões semi-áridas, a necessidade da aplicação artificial de água.

Quadro 3.14 - Evapotranspiração potencial (Thornthwaite & Mather) na Estação de Quixelô

Média	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
mm	160	138	141	126	123	115	123	141	151	164	161	167

Fonte: PERH (1980)

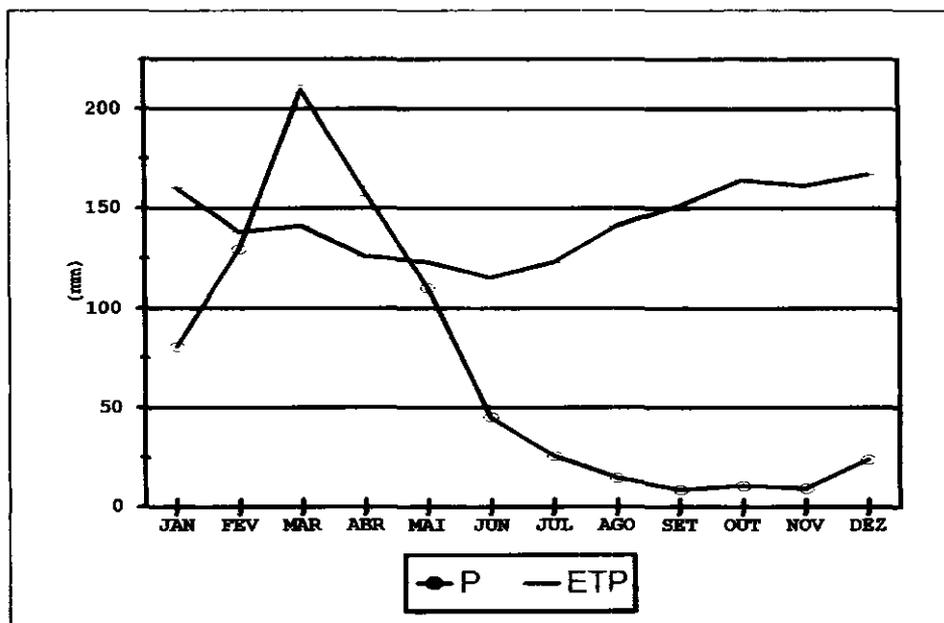


Figura 3.18 - Balanço Hídrico

3.1.5.8 - Classificação do Clima segundo Thornthwaite

Segundo esta classificação, além da característica pluviométrica e térmica, a evapotranspiração potencial é também considerada elemento determinante do clima

Como forma de auxiliar na classificação de tipos e subtipos climáticos, três parâmetros foram introduzidos por Thornthwaite, a saber

- **Índice de aridez:**

O índice de aridez vem a ser a deficiência hídrica expressa em porcentagem da evapotranspiração potencial

- **Índice de umidade:**

O índice de umidade é o excesso de água (Exc) expresso em porcentagem da necessidade que é representado pela evapotranspiração potencial (ETP)

- **Índice efetivo de umidade:**

Este índice reflete o excesso ou déficit de água ao longo do ano

Os dados para a área de estudo, mostram um clima semi-árido, tipo D, com índice de umidade variando entre -20% e -40%, sub-tipo d, com pequeno ou nenhum excesso de água, tipo A', megatérmico e sub-tipo a', baixa variação estacional (DdA'a')

3.2 - MEIO BIÓTICO OU BIOLÓGICO

3.2.1 - Vegetação e Flora

A quase totalidade do Estado do Ceará encontra-se recoberta pela vegetação de caatinga, ambiente caracterizado pelas temperaturas muito elevadas, umidades relativas médias e precipitações pluviométricas médias anuais baixas. Estes fatores associados às condições de solos pedregosos e níveis altimétricos abaixo de 500m determinam a predominância deste tipo vegetacional (FERRI, 1980)

DUQUE (1982) descreve a caatinga como um conjunto de árvores e/ou arbustos, de fisionomia densa ou aberta, em geral de porte e esgalhamentos baixos, com diversa variação florística, apresentando na caducidade e no pequeno tamanho das folhas as características que, juntamente com outras formas adaptativas, como órgãos de reserva, permitem-lhe desenvolver-se em ambientes com condições semi-áridas. Reúne espécies xerófitas lenhosas, decíduas, em geral espinhosas, que se encontram associadas à cactáceas e bromeliáceas (FERRI, 1980)

De acordo com FIGUEIREDO (1997) a bacia hidráulica do açude Faé está inserida no ecossistema Caatinga Arbustiva Densa. Este ambiente é caracterizado por árvores de caules retorcidos e esbranquiçados com maior densidade de seus indivíduos e formada por dois estratos, um arbustivo/subarbustivo podendo apresentar indivíduos mais altos entre 2 e 5m de altura e outro herbáceo

A região, contudo, apresenta sua paisagem totalmente modificada pela atividade agrícola, que transformou completamente a fisionomia original da vegetação local, principalmente nos trechos onde as condições de solo e água são mais favoráveis, favorecendo o estabelecimento de capoeiras (Fotografia 7 em anexo) em detrimento da vegetação primária

A destruição da vegetação natural vem ocorrendo através de queimadas para ampliação da fronteira agrícola, que acarretou no desmatamento desordenado para cultivos nem sempre viáveis economicamente, como a agricultura de subsistência de milho e feijão. A maior atividade agrícola da região foi durante muito tempo a cotonicultura, que provocou o desmatamento de extensas áreas, iniciado desde o século passado, principalmente para o cultivo do algodão mocó. Do algodão, além da pluma utilizada pelas indústrias têxteis, é aproveitado o caroço, para extração de óleo e o bagaço para ração de animais, que apresenta alto teor protéico. Porém nas últimas décadas esta cultura entrou em plena decadência por uma série de fatores adversos como o uso de técnicas rudimentares, má qualidade das sementes, não realização do desbaste, preparo e conservação do solo, agravados pela incidência do bicudo, resultando em áreas de cultivos abandonadas ou transformadas em pastagens

Atualmente as áreas de cultivos abandonadas formam capoeiras com porte arbustivo denso com dois estratos definidos (i) o estrato arbustivo, formado em grande parte por juremas-pretas e marmeleiros, espécies pioneiras que caracterizam o processo de sucessão, e (ii) o estrato herbáceo que apresenta geralmente um caráter anual ou efêmero, desaparecendo no período de secas, sendo composto principalmente por gramíneas, asteráceas e malváceas

Outro fator que colaborou na perturbação desse ecossistema foi o desmatamento para diversos fins. A retirada de madeira se deu não só para construção civil, mas principalmente para abastecimento de lenha (Fotografia 8 em anexo) e carvão, fonte energética mais viável e barata, tanto para comunidade sertaneja. Nessa região, também houveram algumas olanas (Fotografia 9 em anexo) e engenhos que tinham como sustento dos seus fornos as madeiras nativas da caatinga, sendo que as principais madeiras utilizadas, ou seja, as que apresentavam maior potencial calorífico, foram o sabiá, a catingueira e a jurema-preta. O corte seletivo de madeira diminuiu a frequência de algumas espécies, como o sabiá, o imburana de cheiro, o angico, a aroeira e o pau-branco. A retirada contínua sem um manejo adequado, agravado pelos intempéries naturais, não permitiram a regeneração de algumas áreas formando extensos campos desnudos.

A algaroba, espécie introduzida, é uma árvore cultivada na região devido ser excelente forrageira. Seus frutos servem de alimento no período de seca, apresenta madeira de boa qualidade que pode ser utilizada tanto na construção civil como para lenha e carvão, é melífera e tanífera.

As várzeas do riacho Faé são constituídas por capineiras para forragem e cultivos de subsistência (Fotografia 10 em anexo). O sistema tradicional de livre pastoreio é feito nas margens e no leito seco do rio, que oferecem áreas de pastagens e água para o gado. A mata ciliar está restrita a manchas isoladas, sendo formada por joazeiro, oiticica, mofumbo, mutamba, ingazeira e o mulungu, além de espécies trepadeiras e herbáceas, que formam o estrato mais baixo, de caráter efêmero aparecendo somente na estação chuvosa. O Quadro 3.15 apresenta a listagem das espécies encontradas na região do futuro açude Faé.

Quadro 3.15 - Listagem das espécies mais representativas da flora da área do futuro açude público Faé - Quixelô - CE.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
angico	<i>Piptadenia macrocarpa</i>	madeira, tanino
Arapiraca	<i>Pithecolobium foliolosum</i>	madeira, medicinal
Aroeira	<i>Astronium urundeva</i>	madeira, medicinal, tanino
Bamburral	<i>Hyptis suaveolens</i>	Medicinal
batata de purga	<i>Operculina macrocarpa</i>	Medicinal
Cabacinha	<i>Lagenaria vulgaris</i>	utensílio, medicinal
cabeça de velho	<i>Borreria verticillata</i>	-
Cajarana	<i>Spondias cytherea</i>	Alimento
Camará	<i>Lantana camara</i>	medicinal, ornamental
canafistula	<i>Senna expectabilis</i>	ornamental, medicinal
carrapicho de cavalo	<i>Kramena tomentosa</i>	-
catingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>	madeira, medicinal
coaçu	<i>Triplaris sp</i>	-
croatá	<i>Bromelia karatas</i>	fibras
cumarú	<i>Amburana cearensis</i>	madeira, medicinal
fedegoso	<i>Heliotropium indicum</i>	alimento
hortensia	<i>Calotropis gigantea</i>	alimento, medicinal
ibiratanha	<i>Bombax sp</i>	-
imburana de espinho	<i>Commiphora leptophloeos</i>	alimento
ingazeira	<i>Inga sp</i>	-
ipepaconha	<i>Hybanthus ipepacuanha</i>	medicinal

Quadro 3.15 – (Continuação)

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	IMPORTÂNCIA ECONÔMICA
jitirana	<i>Ipomoea</i> sp	alimento
juá-minim	<i>Zizyphus undulata</i>	madeira
juazeiro	<i>Zizyphus joazeiro</i>	alimento, madeira, medicinal
jucá	<i>Caesalpinia ferrea</i>	madeira, medicinal
jurema branca	<i>Piptadenia stipulacea</i>	madeira, medicinal
jurema preta	<i>Mimosa acustistipula</i>	madeira, medicinal
mamona	<i>Ricinus communis</i>	oleífera, alimento, tóxica
mandacará	<i>Cereus jamacaru</i>	alimento
mangenoba	<i>Cassia occidentalis</i>	medicinal
maniçoba	<i>Manihot glaziovii</i>	madeira, alimento
marmeleiro preto	<i>Croton sonderianus</i>	madeira, medicinal
mastruz	<i>Chenopodium ambrosoides</i>	medicinal
mata pasto	<i>Cassia uniflora</i>	medicinal
milho de cobra	<i>Dracondium asperum</i>	medicinal
mofumbo	<i>Cobretum leprosum</i>	madeira
mororó	<i>Bauhinia cheitantha</i>	madeira, medicinal
mulungu	<i>Erythrina aurantiaca</i>	medicinal
mussambê	<i>Cleome</i> sp	medicinal
mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>	madeira, medicinal
orticica	<i>Licania rigida</i>	madeira, alimento, oleífera
pau branco	<i>Auxemma oncocalyx</i>	madeira
pau d'arco amarelo	<i>Tabebuia</i> sp	madeira
pau mocó	<i>Luetzelburgia aunculata</i>	madeira, tóxico
pereiro	<i>Aspidosperma pynfolium</i>	madeira
pinhão brabo	<i>Jatropha pohliana</i>	oleífera, medicinal
sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i>	madeira, alimentos
tingui	<i>Mascagnia cartacia</i>	tóxica
tinca	<i>Cyperus</i> sp	-
umanzeira	<i>Geoffraea spinosa</i>	alimento, medicinal
unha de gato	<i>Mimosa sensitiva</i>	-
Vassourinha	<i>Scoparia dulcis</i>	utensílio, medicinal
Velame	<i>Croton</i> sp	medicinal
xique-xique	<i>Cereus gounellei</i>	alimento

3.2.2 - Fauna

As espécies que compõem a fauna da caatinga, em geral, apresentam amplas distribuições geográficas, tendo a maioria limites de ocorrência que vão além da área nuclear do domínio, apresentando fidelidade ecológica a qualquer tipo de ambiente aberto (RODRIGUES, 1986) Praticamente não existem estudos sobre a fauna cearense. Sabe-se que a fauna regional é pobre em espécies, com pequena densidade de povoamento e baixo endemismo, pois o ambiente não favorece a diversificação das espécies. Essa fauna, geralmente, não apresenta adaptação morfo-fisiológica mas sim, uma mudança comportamental, trocando os hábitos diurnos por noturnos, de forma adapta-se melhor a grande variabilidade climática da região (PAIVA & CAMPOS, 1995)

As alterações antrópicas que ocorreram na área determinaram significativas modificações na dinâmica e estrutura da flora, o que provocou uma menor diversidade dos grupos faunísticos

A caça ainda constitui uma atividade de importância para a população sertaneja, principalmente nos períodos de seca. As espécies mais apreciadas são o tejo, o preá, o tatu, o mocó, a junji e a avoante

Segundo afirmações de moradores locais, o papagaio, o canário e a maracanã foram extintos da região

As espécies terrestres mais comuns na região são o preá, a raposa, o soim, o tejo, as aves e cobras em geral, provavelmente por apresentarem maior mobilidade para fugirem do meio hostil, se utilizando de microhabitats como refúgios por ocasião das secas

Devido a proximidade aos açudes Orós e Angicos são observadas aves paludícolas, geralmente a garça, o socó, a galinha d'água, a jaçanã e os nambús

A ictiofauna nativa do rio Faé é constituída por espécies em geral de porte pequeno, entre elas a traíra, o cará, a curimatã e o bodó, com reprodução periódica coincidente com a estação chuvosa anual. O tucunaré e a tilápia são espécies introduzidas

A entomofauna apesar de bastante diversificada (apresentando as Ordens Odonata, Diptera, Coleoptera, Lepdoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Homoptera e Isoptera) não foi identificada à nível de espécie devido a falta de estudos sistemáticos. Entretanto sabe-se que o desmatamento irracional tem causado decréscimos nas populações de insetos

O Quadro 3.16 lista as espécies de vertebrados da fauna ocorrente na região do futuro açude Faé

Quadro 3.16 - Espécies da fauna da região do futuro açude Faé.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
PEIXE	
Bodó	<i>Hypostomus</i> sp
Cangati	<i>Trachycorystes galeatus</i>
Cará	<i>Geophagus brasiliensis</i>
Cunmatã	<i>Prochilodus cearensis</i>
Piau	<i>Lepomus</i> sp
Tilápia	<i>Oreochromis niloticus</i>
Traíra	<i>Hoplias malabaricus</i>
tucunaré	<i>Cichla ocellans</i>
ANFIBIO	
cobra de duas cabeças	<i>Amphisbaena</i> sp
gria	<i>Leptodactylus</i> sp
perereca	<i>Phyllomedusa</i> sp
rã	<i>Hyla</i> sp
sapo	<i>Bufo bufo</i>

Quadro 3.16 – (Continuação)

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
RÉPTEIS	
cágado	<i>Kinostemon scorpioides</i>
cágado	<i>Phrynops</i> sp
calango	<i>Tropidurus torquatus</i>
camaleão	<i>Iguana iguana</i>
cobra de cipó	<i>Oxybellis</i> sp
cobra de veado	<i>Constrictor constrictor</i> *
cobra preta	<i>Clelia occipolutea</i>
cobra verde	<i>Dromicus vindi</i>
coral	<i>Micrurus</i> sp
jararaca	<i>Bothrops erythromelas</i>
salamandra	<i>Epicrates cenchria</i>
tijubina	<i>Cnemidophorus ocellifer</i>
tiú	<i>Tupinambis teguixim</i>
AVES	
acauã	<i>Herpetotheres cachinnans</i>
andorinha	<i>Tachycineta albiventer</i>
anum branco	<i>Guira guira</i>
anum preto	<i>Crotophaga ani</i>
asa-branca	<i>Columba picazuro</i>
avoante	<i>Zenaida aunculata</i>
beija-flor tesoura	<i>Eupetomena macroura</i>
bem-te-vi	<i>Pitangus sulphuratus</i>
bico de osso	<i>Nystalus maculatus</i>
caboré	<i>Glaucidium brasilianum</i>
cancão	<i>Cyanocorax cyanopogon</i>
carcara	<i>Polyborus plancus</i>
casaco de couro	<i>Pseudoseisura cristata</i>
coruja	<i>Otus choliba</i>
galinha d'água	<i>Rallus nigricans</i>
galo campina	<i>Paroana dominicana</i>
garça	<i>Bubulcus ibis</i>
garça pequena	<i>Egretta thuda</i>
gavião preto	<i>Buteo</i> sp
gavião rufo	<i>Buteo magnirostris</i>
golinha	<i>Sporophila albogularis</i>
jaçanã	<i>Jacana jacana</i>
joão de barro	<i>Fulmarus rufus</i>
martim-pescador	<i>Geryon torquata</i>
nambú de pé roxo	<i>Crypturellus tataupa</i>
nambú de pé vermelho	<i>Crypturellus parvirostris</i>
penquito	<i>Aratinga cactorum</i>
rolinha branca	<i>Columbina picui</i>
rolinha cascavel	<i>Scardafella squammata</i>

Quadro 3.16 - (Continuação)

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO
rolinha vermelha	<i>Columbina talpacoti</i>
sabiá da mata	<i>Turdus leocomelas</i>
Sibirinho	<i>Dolonotis plumbea</i>

urubu cabeça vermelha	<i>Cathartes aura</i>
MAMIFERO	
Cassaco	<i>Didelphis sp</i>
Gambá	<i>Conepatus semistriatus</i>
gato do mato	<i>Felis tigrina</i>
gato maracajá	<i>Felis wiedii</i>
gato vermelho	<i>Felis yagouaroundi</i>
guaxinim	<i>Procyon cancrivorus</i>
mocó	<i>Kerodon rupestris</i>
peba	<i>Euphractus sexcinctus</i>
preá	<i>Cavea aperea</i>
raposa	<i>Cerdocyon thous</i>
soim	<i>Callithrix jacchus</i>
tatu	<i>Dasyus novencinctus</i>
veado	<i>Mazama gouazoubira</i>

3.2.3 - Relações Biológicas e Ecológicas

A fauna de um determinado local, sua diversidade e seu tamanho, é consequência direta da estrutura da vegetação presente. Assim como a vegetação o relevo, a hidrografia, o clima, o solo e ação antrópica têm implicações sobre as espécies e suas populações (NEGRET, 1982).

A fauna é de vital importância nos processos ecológicos, tais como a polinização, frutificação, floração, decomposição de detritos e consumo de vegetais, assim como na circulação mineral. Os animais transportam sementes e influenciam sobre a rapidez e magnitude das modificações na vegetação, ambos, muitas vezes, evoluindo de forma paralela (Lugo et al apud NEGRET, 1982).

As espécies animais que se encontram próximas ao topo da cadeia alimentar sempre serão pequenas em produtividade e geralmente suas populações serão relativamente pequenas em biomassa e em número. Como resultado tais espécies serão mais vulneráveis a extinção, desde que qualquer estresse poderá causar pequenas flutuações que poderão atingir o tamanho da população à zero. Por esse motivo os animais de maior porte, no caso carnívoros como o gato-do-mato, considerados consumidores terciários ou quaternários, que apresentam uma população com menor densidade, são mais susceptíveis as modificações antrópicas no ambiente (WESTMAN, 1995).

As alterações antrópicas determinaram significativas modificações na dinâmica e estrutura da flora nativa na área em estudo, provocando uma menor diversidade dos grupos faunísticos. As ações antrópicas se deram principalmente no desmatamento para atividades agropastoris e retirada de madeira para diversos fins, o que acarretou a destruição de habitats, diminuindo as populações faunísticas, principalmente dos animais de maior porte. A caça, embora de subsistência, também contribuiu para diminuição da população de algumas espécies por não respeitar o período de reprodução, o estágio de desenvolvimento e as espécies mais vulneráveis.

O soim, por apresentar maior flexibilidade adaptativa, obtendo proveito dos ecossistemas antropizados, é considerado uma espécie sinérgica, sendo o mamífero mais comum na região principalmente nas áreas cultivadas com mangueiras e bananeiras. Outro exemplo é o veado, que embora apresente grande porte, é ágil e herbívoro, beneficiando-se, de certa forma, de alterações no meio causadas pelo homem, principalmente pela criação de pastagens e áreas de capoeiras.

Devido a proximidade de outros açudes a área de estudos, verifica-se no riacho Faé, a presença da espécie exótica tucunaré, este peixe é um carnívoro voraz de menor rendimento, mas excelente para a pesca esportiva e para o combate biológico, evitando o surgimento de superpopulações de espécies prolíficas. Contudo o seu uso em peixamento têm causado polêmicas, segundo informação verbal da Profa Odete Rocha (USP/S Carlos), esta espécie muito usada nos reservatórios do Sul do país, vem causando a diminuição de cerca de 2/3 da diversidade das espécies nativas dessa região. Na região do semi-árido ainda não existem dados sobre o impacto causado por esta espécie.

3.2.4 - Caracterização dos Ecossistemas Existentes

Na área em estudo são observados os ecossistemas terrestre e aquático, os quais apresentam um distúrbio na sua pirâmide de produtividade. Isto é mais relevante no ecossistema terrestre, que devido aos longos períodos de desmatamento ocorridos na área para atividades agropastoris e retirada de madeiras para diversos fins, resultou na redução da comunidade vegetal, no caso os produtores primários, e modificação da sua fisionomia. Desta forma são identificados dentro do ecossistema terrestre os seguintes ambientes: caatinga arbustiva densa, campos alterados, áreas de cultivo e mata ciliar, já descritos anteriormente.

No ecossistema aquático observa-se um ambiente de caráter intermitente, representado pelo riacho Faé e um ambiente lêntico representado pelo açude Angicos.

3.2.5 - Limnologia

O riacho Faé é um curso d'água intermitente. A biota que compõem esse ecossistema muitas vezes é de surgimento sazonal devido alternância de regimes, lótico na época chuvosa e lêntico no período seco (que pode ser anual ou se estender por mais tempo quando das secas periódicas). Essa biota é formada pelo plâncton, alguns vegetais aquáticos, peixes, anfíbios e aves paludícolas, alguns dos quais listados na tabela acima.

Quando da viagem de campo o riacho Faé encontrava-se seco não sendo possível qualquer análise limnológica ou de suas relações biológicas.

3.3 - MEIO ANTRÓPICO

Para análise dos principais processos que norteiam o meio antrópico relativo à construção da Barragem Faé, utilizou-se, no presente trabalho, dados secundários fornecidos pelo IPLANCE, IBGE INCRA, COELCE e outros órgãos públicos e privados. O estudo foi complementado por um levantamento de campo para obtenção de informações adicionais referentes às áreas de influência direta e indireta do empreendimento.

O Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE, vem disponibilizando para o estado do Ceará informações oficiais relativas a caracterização de todos os municípios. Dados contidos nos seus Anuários Estatísticos, Informações Básicas Municipais, Ranking dos Municípios, bem como aqueles obtidos diretamente do IBGE, o Censo Demográfico (1970, 1980, 1991) e Contagem da População (1996) foram utilizados pela GAIA Consultoria Ambiental nas suas tabulações.

Neste estudo será apresentado em linhas gerais uma descrição dos aspectos sócio-econômicos do município de Acopiara, seguida de uma abordagem mais detalhada a cerca do município de Quixelô, contemplando aspectos demográficos, sócio-culturais e econômicos.

3.3.1 - Os municípios da área de influência do empreendimento

A Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA em Instrução Normativa para Condução de Estudos de Impacto Ambiental EIA e Elaboração de Relatório de Impacto Ambiental define como área de influência direta de um determinado empreendimento, aquela que recebe os impactos primários da sua implantação e operação sobre os meios físicos, biológicos e sócio-econômico. Esta definição ajusta-se à cota delimitada para desapropriação, variando caso a caso. Esse perímetro pode conter moradias, pastagens, plantações, caminhos etc., e corresponde ao território onde os impactos se fazem sentir de forma mais acentuada. Já a área de influência indireta, por extrapolar a região de impacto direto, é definida considerando os dados levantados na caracterização do empreendimento. Esta área abrange a bacia hidrográfica onde se instala o projeto, no caso a bacia do Riacho Faé.

Assim, com base em informações levantadas durante o reconhecimento de campo da bacia hidrográfica do Riacho Faé, realizado pela equipe técnica da GAIA Consultoria Ambiental, dois são os municípios que merecem destaque na região: o município de Quixelô, onde será implantado o projeto da barragem, e o município de Acopiara. A este município pertence o Distrito de Santo Antônio, pequeno núcleo populacional erguido às margens do Riacho Faé, o qual exercerá influência marcante na composição de custos de implantação do reservatório.

Praticamente toda a área afetada pela construção do açude Faé localiza-se dentro do município de Quixelô. O município também será o principal beneficiado com o empreendimento, uma vez que receberá águas para o seu abastecimento urbano e irrigação de suas terras. As localidades mais próximas da bacia hidráulica a ser formada denominam-se Carnaubinha, próximo ao boqueirão e onde existe um pequeno vilarejo, Angicos, Santo Antônio e Torrões, situados na própria bacia.

Vale ressaltar, que segundo a VBA Consultores, a concentração populacional expressiva e a infra-estrutura já instalada no Distrito de Santo Antônio, foram aspectos levados em consideração na fase de seleção das alternativas de localização da barragem. Salienta-se que os custos de desapropriação, caso o distrito fosse inundado, foram objeto de ponderação, pois trata-se de um aglomerado de casas, com população em torno de 750 habitantes e com aproximadamente 160 unidades residenciais. O distrito possui, ainda, 02 igrejas, praça central, grupo escolar, postos telefônico e de saúde, ruas principais pavimentadas, e pequena rede de energia elétrica e de abastecimento de água. Assim, todo o estudo técnico relativo ao Projeto Executivo da Barragem foi realizado de modo a preservar Santo Antônio.

3.3.2 - Caracterização da população atingida: o município de Quixelô

3.3.2.1 - Histórico e localização do município

Segundo informações contidas no Plano Municipal de Saúde de Quixelô (1997), o nome atual do município resulta de uma homenagem aos índios Quixelôs, primitivos habitantes da região. Suas origens remontam ao século XVII, estimulada pela instalação da Missão do Bom Jesus dos Quixelôs, posteriormente anexada à Missão da Telha. Deste missionamento, cuja finalidade era realdear os índios Tapúias Jucás e Quixelôs, e que ocupava quase meio século de penitente trabalho, situou-se o remanescente gregário do qual se formaria a povoação. Chamou-se primeiramente Bom Jesus e Bom Jesus dos Quixelôs.

Sua elevação à categoria de vila e, simultaneamente, a município ocorreu segundo Decreto nº 101, de 9 de dezembro de 1890. Foi suprimido, conforme Decreto nº 8 de 10 de março de 1892, e restaurado, na qualidade de Distrito de Iguatu, na forma do Decreto-Lei nº 448, de 20 de dezembro de 1938. Sua emancipação a Município ocorreu após realização de um plebiscito, conforme Lei nº 11.005, de 1º de fevereiro de 1985.

As principais manifestações de apoio eclesial têm como precedente a doação patrimonial feita por Joaquim Vitoriano de Almeida Braga (1835). A capela, dedicada ao orago do Senhor Bom Jesus, foi edificada logo nos primeiros anos após a doação patrimonial.

Situado na mesoregião Centro Sul Cearense, o município de Quixelô apresenta como limites os municípios de Iguatu, Solonópoles, Acopiara e Cedro, e o Açude Orós. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos (1992), encontra-se insendo na Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe. Registra-se, para a sede do município, latitude de 6º 15' 16", longitude de 39º 12' 07" e altitude de 219 metros.

O acesso até a cidade de Quixelô pode ser feito, partindo de Fortaleza por duas diferentes trajetórias. A primeira envolve um percurso de 470 km, passando pelos municípios de Pacajús, Russas, Jaguaribe, Icó e Iguatu, e pelas rodovias BR-116. A segunda com uma extensão 384 km, iniciando na BR-116 e abrange trechos das rodovias BR-122, CE-013 e CE-021, passando pelas cidades de Pacajús, Quixadá, Quixeramobim, Mombaça e Acopiara. A Barragem Faé, que deverá barrar o riacho de mesmo nome, está situado ao norte da sede do município de Quixelô - CE, à montante do povoado denominado Camaubinha e a jusante de uma barragem existente chamada Angicos (Fotografias 11 e 12 em anexo).

Este açude será a fonte hídrica de abastecimento de Quixelô. A ligação entre o aglomerado urbano de Carnaubinha e a área da barragem é feita através do trecho inicial, de 16,5 km, da estrada vicinal que liga esta cidade ao município de Acopiara. Esta estrada, com 47 km de extensão total, tem começo no setor norte da sede do município de Quixelô e termina na rodovia CE-021, em um cruzamento situado a 9km ao sul da cidade de Acopiara.

3.3.3 - Aspectos demográficos

3.3.3.1 - População

Para as análises relativas à demografia de Quixelô, procurou-se inicialmente situá-lo em relação à Microrregião de Iguatu, na qual encontra-se insendo. Considerou-se importante retratar a sua inserção nesta região, devido principalmente ao efeito polarizador exercido pelo município de Iguatu, o que poderá vir a refletir na dinâmica de seus processos migratórios. Nesta fase do estudo, as considerações feitas foram restritas à população residente por situação domiciliar, densidade demográfica e taxa de urbanização (Quadro 3.17). Para tal utilizou-se as informações da Contagem da População de 1996.

Quadro 3.17– Inserção do município de Quixelô, na Microrregião de Iguatu.

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO (1996)				
	TOTAL	URBANA	RURAL	TAXA DE URBANIZAÇÃO	DENSIDADE DEMOGRÁFICA
Cedro	23 302	12 208	11 094	52,39	34,33
Ico	58 316	23 385	34 931	40,10	30,11
Iguatú	78 220	54 786	23 434	70,04	75,02
Oros	21 336	14 747	6 589	69,12	35,64
Quixelô	15 067	3 703	11 364	24,58	27,17
MICRORREGIÃO IGUATU	196.241	108.829	87.412	55,46	40,45

FONTE: IBGE - Contagem da População de 1996

Dentre os municípios que compõem a Microrregião de Iguatu, Quixelô aparece como aquele que apresenta o menor contingente populacional, tanto na área urbana como rural. Para a região como um todo, observa-se um predomínio da população urbana, obtendo-se para a mesma, uma densidade demográfica em torno de 40,45 hab/km² (Figura 3.19). Vale enfatizar a alta densidade demográfica em Iguatu, o que contribui para elevar a média de tal modo que nos demais municípios são encontrados valores inferiores. Este adensamento populacional pode estar associado a uma série de intervenções que buscam suprir as carências de serviços, bem como à precariedade de condições para desenvolvimento do setor agrícola, contribuindo para o esvaziamento dos espaços rurais.

Observa-se, ainda, que Quixelô e Ico, onde ocorrem as menores taxas de urbanização, apresentam um comportamento contrário ao observado para a Microrregião, ou seja, o meio rural ainda abriga a maior parte da população destes municípios.

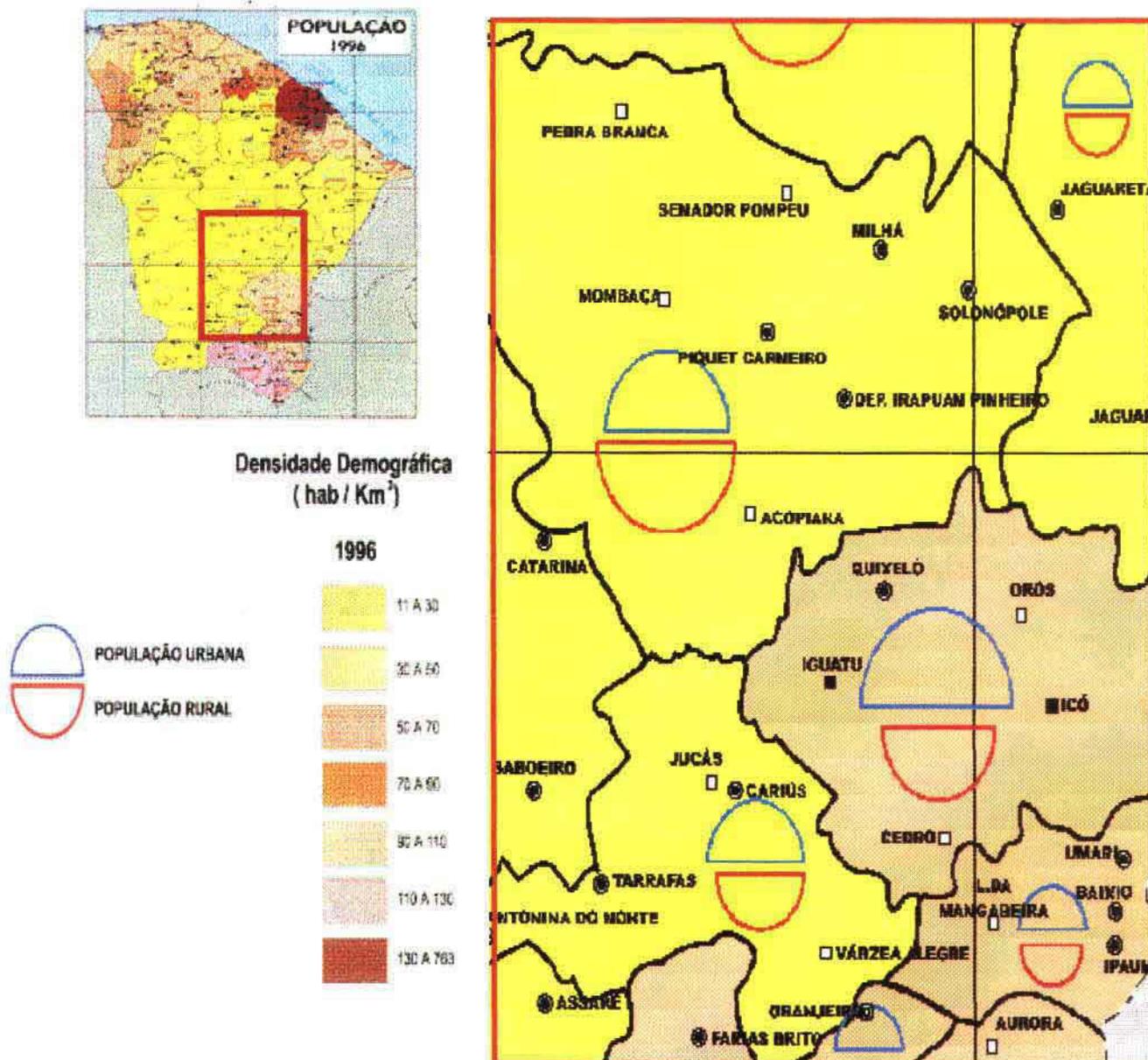


Figura 3.19 – Mapa da densidade demográfica e proporção da população urbana em relação à rural, na Microrregião de Iguatu em 1996.

Analisando-se isoladamente o município de Quixelô, verifica-se que, com relação à evolução da ocupação do seu território nos últimos anos (Quadro 3.18 e Figura 3.20), Quixelô não fugiu à regra geral de alguns municípios localizados no sertão do estado do Ceará: taxas modestas de crescimento, incremento nas áreas urbanas e diminuição da população rural. Houve um aumento acentuado (312,82%) da população urbana entre os anos de 1970 e 1996. Neste mesmo período a população rural sofreu um decréscimo de 8,96%, muito embora, nos anos 70/80 tenha sido observado um ligeiro acréscimo de 7,6%.

Em 1970, o município contava com uma população de 13.280 habitantes, dos quais 897 localizavam-se em áreas urbanas e 12.483 em áreas rurais. Já em 1996, o IBGE apontava uma população de 15.067 habitantes, o que representa um aumento de 13,46% no período de 1970 a 1996.

Quadro 3.18 – População residente em Quixelô no período de 1970 a 1996.

ITEM	POPULAÇÃO (HAB.) NOS ANOS			
	1970	1980	1991	1996
TOTAL	13.280	14.780	15.679	15.067
URBANA	897	1.345	2.575	3.703
RURAL	12.483	13.435	13.104	11.364
DENSIDADE DEMOGRÁFICA (hab/km ²)	23,94	26,65	28,27	27,17
TAXA DE URBANIZAÇÃO	6,75	9,10	16,42	24,58

FORNTE: IBGE/IPLANCE

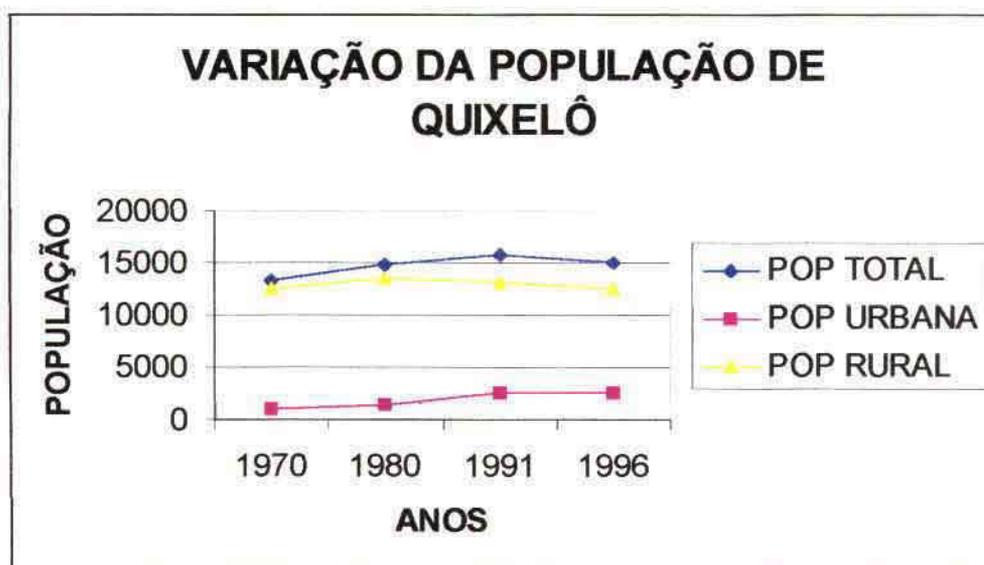


Figura 3.20 - Variação da População de Quixelô segundo os últimos censos.

A tendência de urbanização no Estado, observada nas últimas décadas, é também acompanhada pelo município de Quixelô. Com efeito, no período de 1970 a 1996, a taxa de urbanização, que relaciona a população urbana com a população total, cresceu de 6,75% para 24,58%. Este resultado é um indicativo da ocorrência de processos migratórios, do interior para a sede do município, o que pode ser comprovado através da taxa geométrica de crescimento anual. Nos anos 1980 a 1991, o município apresentou uma taxa positiva de 0,54%, com componente rural de -0,22%. Dentre os vários fatores que favorecem estes processos vale ressaltar a falta de incentivo oficial para a prática da agricultura e a precariedade das condições físico-climáticas encontradas no semi-árido nordestino.

No entanto, nos últimos cinco anos, observa-se que a dinâmica populacional de Quixelô incorpora um aumento no seu componente migratório, contribuindo para uma discreta diminuição populacional. De fato, entre 1991 e 1996, a taxa média geométrica de incremento anual da população total residente no município era de -0,79%, portanto bastante inferior ao crescimento médio observado para o Ceará (1,35%), enquanto que a taxa de urbanização aumentou 8,16 pontos percentuais. Tais dados justificam o

decréscimo populacional observado, e levam a concluir que a população rural deslocou-se, seja para zona urbana, seja para outros centros ou regiões. Através do Quadro 3.19 pode-se verificar a expressividade da componente rural (-2,81%) na composição da taxa geométrica de crescimento em Quixelô. Salienta-se que apenas 54, do total de municípios do Estado, apresentaram crescimento populacional negativo durante este período.

Quadro 3.19 - Taxa geométrica de crescimento da população residente em Quixelô, segundo a situação domiciliar

POPULAÇÃO	TAXA MÉDIA GEOMÉTRICA DE INCREMENTO ANUAL(%)	
	1980/1991	1991/1996
TOTAL	0,54	-0,79
URBANA	6,05	7,54
RURAL	-0,22	-2,81

FONTE: IBGE/IPLANCE

O efeito de polarização regional exercido por Iguatu, principalmente na sua sede, e a falta de atratividade econômica deverá manter esta taxa de crescimento negativa, e muito inferior a média do Estado do Ceará, evidenciando uma tendência migratória para fora do município. A exata direção dos deslocamentos e contingentes envolvidos, requer estudos mais minuciosos e outras informações mais específicas, portanto não serão objeto deste trabalho.

Com relação à distribuição, por sexo, da população residente em Quixelô (Quadro 3.20), observa-se que, na zona rural, há uma predominância de pessoas do sexo masculino. No entanto, quando analisa-se a população urbana, verifica-se que ocorre o inverso, ou seja, as mulheres representam a porcentagem maior da população. Supõe-se que, contrariamente ao que vinha ocorrendo anteriormente, quando o movimento migratório deslocava mais intensamente a população masculina para outros centros provocando um aumento no contingente feminino residente, esteja havendo um deslocamento maior de populações femininas do campo para a cidade. A exceção ocorre no distrito de Antonico (1996), onde, mesmo no meio urbano, os homens representam a maior parte da população. Realmente, analisando-se comparativamente os anos de 1991 e 1996, verifica-se que, proporcionalmente, houve um decréscimo maior do total de homens residentes no município.

No tocante ao aspecto da distribuição etária da população de Quixelô, observou-se que, entre 1991 e 1996, houve uma redução de 10,57% no número de habitantes com idade inferior a 30 anos. Paralelamente observa-se um aumento da população nas faixas de maior idade (Quadro 3.21). Dos menores de 30 anos, o maior percentual é encontrado na faixa compreendida entre 0 a 14 anos. De fato, em 1991, o Censo mostra que os menores de 15 anos alcançavam a marca de 40,07% da população total residente no município. Já em 1996, este contingente era de 5.307 habitantes, o que correspondia a aproximadamente 35,22% do total. Observa-se que esta diminuição da população com idade inferior a 15 anos é mais acentuada na faixa de 0 a 4 anos, o que pode ser resultante da queda nas taxas de mortalidade e da natalidade, como consequência da ação intensiva sobretudo das Secretarias de Saúde e Ação Social, através de programas direcionados.

Quadro 3.20 – População residente em Quixelô, por sexo e situação domiciliar. 1991-1996

DISCRIMINAÇÃO	POPULAÇÃO				
	HOMENS	% TOTAL	MULHERES	% TOTAL	TOTAL
1991					
QUIXELÔ	8 020	51,15	7 659	48,85	15 679
Urbana	1 271	49,36	1 304	50,64	2 575
Rural	6 749	51,50	6 355	48,50	13 104
1996					
TOTAL QUIXELÔ	7 676	50,95	7 391	49,05	15 067
Urbana	1 830	49,42	1 873	50,58	3 703
Rural	5 846	51,44	5 518	48,56	11 364
Distnto Antonico	1 221	52,70	1 096	47,30	2 317
Urbana	423	51,33	401	48,67	824
Rural	798	53,45	695	46,55	1 493
Quixelô (sede)	6 455	50,63	6 295	49,37	12 750
Urbana	1 407	48,87	1 472	51,13	2 879
Rural	5 048	51,14	4 823	48,86	9 871

FONTE: IBGE – Censo Demográfico – 1991

IPLANCE – Anuário Estatístico do Ceará – 1997

NOTA: Em 1991, ainda não existia o distrito de Antonico

Da população entre 5 e 14 anos, o que inclui a idade escolar, observa-se que no período 1991-1996 também ocorreu um declínio populacional. Em 1991, este grupo somava 4 226 habitantes, passando a 3 697 em 1996, o que significa uma queda de 12,52%.

A partir das informações levantadas da Contagem da População de 1996, procurou-se fazer uma análise da composição por sexo dos diversos grupos de idade (Quadro 3.22 e Figura 3.21). Observa-se, nas faixas estudadas, que a população rural masculina predomina no município. A exceção ocorre na faixa de 0 a 09 anos e 40 a 49 anos, onde o número de mulheres é ligeiramente superior. Por outro lado, no meio urbano ocorre basicamente o inverso, ou seja a população feminina supera a masculina. No entanto, constatou-se, neste ano, um aumento do número de crianças do sexo masculino, notadamente entre 0 e 04 anos.

Vale ressaltar que, em todas as faixas estudadas, obedecendo a tendência verificada no total do município, a população rural excede, em muito, a urbana.

Quadro 3.21 – População total residente no município de Quixelô, por grupos de idade:1991-1996

FAIXA ETÁRIA (ANOS)	POPULAÇÃO TOTAL	
	1991	1996
0 a 4	2057	1610
5 a 9	2128	1808
10 a 14	2098	1889
15 a 19	1733	1672
20 a 29	2240	2193
30 a 39	1779	1803
40 a 49	1436	1576
50 a 69	1706	1752
70 a mais	502	764
TOTAL	15679	15067

FONTE IBGE – Censo Demográfico – 1991
IPLANCE – Anuário Estatístico do Ceará – 1997

Quadro 3.22 – População residente, por grupos de idade e sexo,. 1991

FAIXA ETÁRIA (ANOS)	POPULAÇÃO RESIDENTE					
	TOTAL		URBANA		RURAL	
	HOMENS	MULHERES	HOMENS	MULHERES	HOMENS	MULHERES
0 a 4	1039	1018	163	142	876	876
5 a 9	1101	1027	175	156	926	871
10 a 14	1082	1016	169	177	913	839
15 a 19	951	782	145	159	806	623
20 a 29	1143	1097	187	186	956	911
30 a 39	897	882	123	165	774	717
40 a 49	720	716	150	127	570	589
50 a 69	816	890	115	138	701	752
70 a mais	271	231	44	54	227	177
TOTAL	8020	7659	1271	1304	6749	6355

FONTE IBGE – CONTAGEM DA POPULAÇÃO – 1996

Porcentagem da população, por faixa etária, sexo e situação domiciliar (1991)

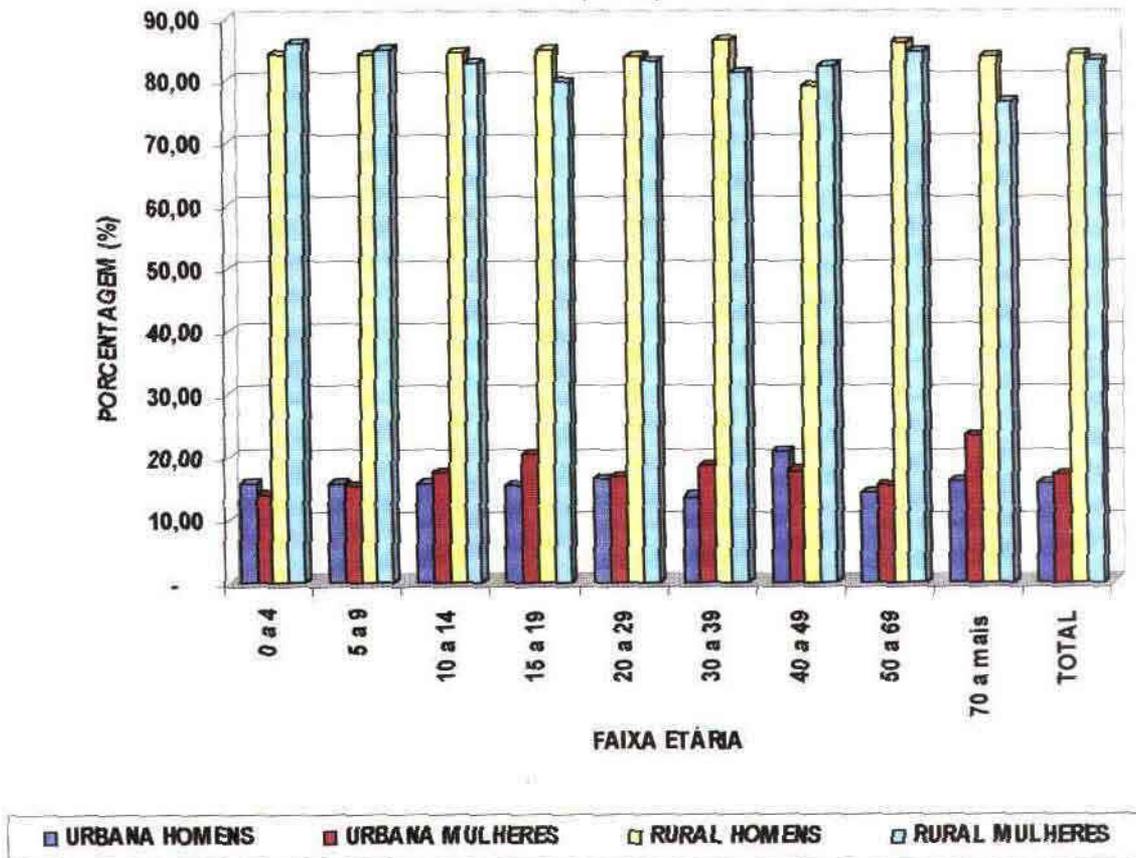


Figura 3.21 – Porcentagem da população residente em Quixelô, por faixa etária, sexo e situação domiciliar

3.3.3.2 - Domicílios

A situação domiciliar do município está apresentada no Quadro 3.23. O município de Quixelô, em 1996, apresenta uma densidade demográfica de 27,17 hab/km² e uma taxa de ocupação média, de 4,17 habitantes por residência, o que indica que a situação habitacional no município não é deficitária, uma vez comparando-se aos valores médios encontrados para o Estado.

Constata-se que entre 1991 e 1996, Quixelô passou de 3.468 domicílios para 3.615, o que representa um aumento de 4,24 %. Deve-se enfatizar a contribuição preponderante da zona rural. No entanto, em 1996 foi verificado um ligeiro acréscimo no número de domicílios existentes em áreas urbanas.

Quadro 3.23 – Total de domicílios em Quixelô e número médio de moradores por domicílio, de acordo com a situação. 1991-1996.

SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO	Nº DOMICÍLIOS	MÉDIA DE MORADORES/DOMICÍLIO	
		MUNICÍPIO	ESTADO
1991			
TOTAL ⁽¹⁾	3468	4,51	4,71
Urbana	602	4,28	4,58
Rural	2866	4,56	5,00
1996			
TOTAL	3 615	4,17	4,41
Urbana	941	3,93	4,29
Rural	2.674	4,25	4,71

FONTE IBGE – Censo Demográfico – 1991

IPLANCE – Anuário Estatístico do Ceará – 1997

NOTA ⁽¹⁾ Considerou-se os domicílios particulares permanentes

Nos domicílios pesquisados em 1991, a maioria dos chefes (74,16%) não tinham nenhum grau de instrução ou apresentaram menos de 01 ano de estudo, o que pode ser observado através do Quadro 3 24 Deste contingente é significativa a participação do meio rural, o que reflete a situação de pobreza que ainda impera nesta região Com efeito, pode-se constatar o baixo poder aquisitivo das populações, uma vez que 63% dos chefes de família apresentam rendimentos inferiores a um salário mínimo Deste total, 33% recebe menos de ½ salário mínimo por mês (Figura 3 22) Considerou-se como chefe do domicílio a pessoa, homem ou mulher, responsável pelo domicílio.

Salienta-se que a determinação da chefia de domicílio por sexo, é uma questão que vem sendo acompanhada com renovado interesse nos censos, em virtude da evolução que vem ocorrendo neste indicador, associado às mudanças nos padrões e arranjos familiares Assim, em Quixelô, do total de chefes em domicílios (3 471), 471 eram mulheres, ou seja, 13,57%

É importante deixar registrada uma breve descrição das características predominantes nestes domicílios A grande maioria são representados por casas, localizadas em áreas rurais, sem canalização interna para abastecimento de água e sem instalação sanitária O lixo é jogado a céu aberto, contribuindo para a disseminação de inúmeras doenças O número de cômodos por domicílio é, em média, 4,26, o de dormitórios e banheiros é, respectivamente, 1,99 e 0,05 Os domicílios situados em áreas urbanas, apresentam melhores condições Na maior parte já observa-se a existência de canalização interna para o abastecimento de água, fossas rudimentares para esgotamento sanitário, e um sistema de coleta do lixo Com relação à condição de ocupação, em ambas as situações, os domicílios são próprios

De acordo com o Quadro 3 25, apenas 12,66% do total de domicílios particulares possuem abastecimento de água adequado, o que coloca Quixelô em 125º lugar no Ranking dos Municípios Cearenses Somente 0,49% apresenta instalações sanitárias adequadas, e em 11,33% o lixo é coletado

Quadro 3.24 – Características do chefe em domicílios particulares permanentes, por situação.1991

CARACTERÍSTICAS DO CHEFE	SITUAÇÃO		
	TOTAL	URBANA	RURAL
TOTAL	3 468	602	2866
ANOS DE ESTUDO			
Sem instrução ou menos de 1 ano	2 572	392	2180
1 a 3 anos	666	105	561
4 a 7 anos	192	86	106
8 a 10 anos	30	12	18
11 a 14 anos	7	6	1
15 a mais	1	1	-
CLASSES DE RENDIMENTO MÉDIO MENSAL			
até ½ Salário Mínimo	1156	236	920
mais de ½ a 1	1027	168	859
mais de 1 a 2	658	111	547
mais de 2 a 3	323	35	288
mais de 3 a 5	104	20	84
mais de 5 a 10	142	22	120
mais de 10 a 15	26	3	23
mais de 15 a 20	8	1	7
mais de 20	21	6	15
sem rendimento	3	-	3
sem declaração	-	-	-

FONTE IBGE – Censo Demográfico – 1991

NOTA SALARIO MÍNIMO CR\$ 36 161,60

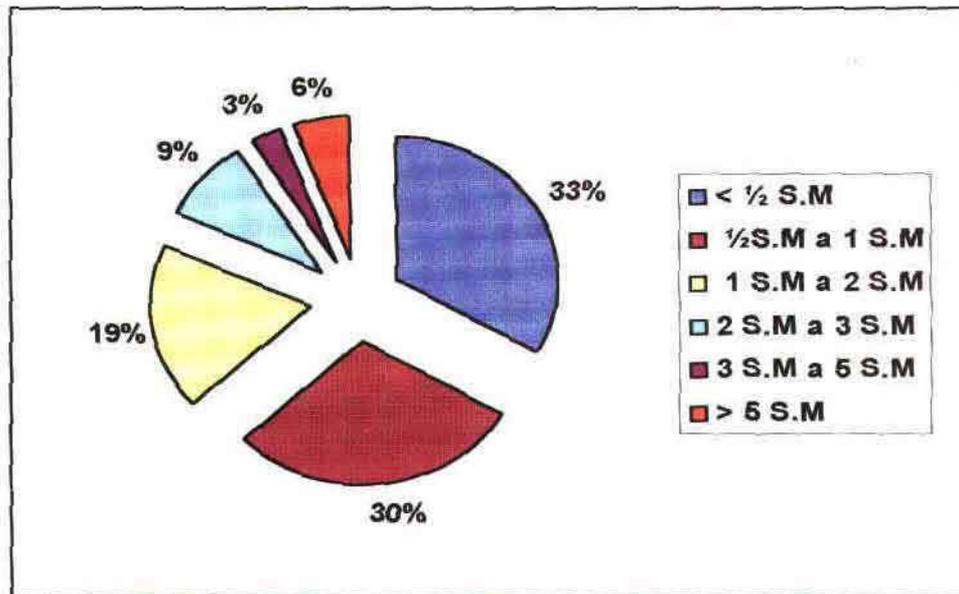


Figura 3.22 – Classes de rendimento médio mensal, do chefe no total de domicílios particulares. 1991.

Quadro 3.25 – Domicílios particulares com abastecimento de água e instalações sanitárias adequadas e lixo coletado. 1991.

TOTAL DE DOMICÍLIOS PARTICULARES	% COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA (1)	"R"	% COM INST. SANITÁRIAS ADEQUADAS (2)	"R"	% COM LIXO COLETADO	"R"
3.468	12,66	125	0,49	127	11,33	114

FONTE: IPLANCE - Ranking dos Municípios - 1996/1997

3.3.3.3 - Migração

Na análise da dinâmica do processo migratório em Quixelô, procurou-se abranger, ainda que sucintamente, o aspecto das migrações intramunicipais, intermunicipais e interestaduais. Entenda-se como migrações intramunicipais, o deslocamento de pessoas residentes, naturais ou não do município na data de referência do Censo, da zona urbana para rural ou vice-versa. Com relação às migrações intermunicipais, abordou-se, neste documento, alguns aspectos da migração de retorno. Fez-se também referência às migrações interestaduais, envolvendo unicamente aspectos como o contingente e local de nascimento.

Segundo informações levantadas no Censo Demográfico de 1991, dos 15.679 habitantes no município de Quixelô, 12.796 eram nativos do município (81,61%) e 2.883 imigrantes. Da população imigrante, cerca de 2362 são provenientes de outro município e 503 vieram de outros estados (migrações interestaduais). Deste contingente, a grande maioria são de nordestinos, do sexo masculino, vindos principalmente da Paraíba. Ressalta-se o número de imigrantes oriundos de São Paulo, predominantemente mulheres. A origem das pessoas não naturais do município pode ser visualizada no Quadro 3.26.

Enfocando-se o período 1991-1996, observou-se um declínio muito acentuado nas imigrações, uma vez que, em 1996, só foram registrados, em Quixelô, um total de 361 imigrantes. Tal fenômeno pode ser explicado pelo início de um novo ciclo de maus invernos, o que tornaria o município pouco atrativo por situar-se numa zona castigada pelas adversidades climáticas e ambientais.

Quadro 3.26 – Origem de pessoas não naturais do município de Quixelô. 1991-1996.

DISCRIMINAÇÃO	NÚMERO	PORCENTAGEM (%)
1991		
TOTAL	2 883	100,00
Outro Município	2 362	81,93
Outro Estado	503	17,45
Outro País ou Ignorado	18	0,62
1996		
TOTAL	361	100,00
Outro Município	215	59,56
Outro Estado	144	39,89
Outro País	-	-
Ignorado	2	0,55

FONTE: IBGE – Censo Demográfico de 1991
IPLANCE – Perfil Básico Municipal - 1998

Dos 12 796 habitantes naturais residentes em Quixelô e recenseados em 1991, aproximadamente 90,45%, ou seja, 11 574 sempre residiram no município. Desta população 88,65%, moravam na zona rural, o restante (1 314 habitantes) na zona urbana. Observou-se que entre os residentes na zona rural, a grande maioria (97,66%) sempre morou nesta situação, apenas uma pequena fração migrou para a zona urbana, porém já tinham retornado ao seu local de origem à época do censo. Convém fazer uma referência ao contingente que residia na zona urbana (1314 habitantes), dos quais 63,70% já moraram no meio rural e migraram para a cidade.

Com relação aos que já emigraram e retornaram ao município, cerca de 1 222 habitantes, 85,60% povoavam a zona rural em 1991. Salienta-se que, dentro deste grupo, o maior percentual, sempre morou nesta situação, em outras palavras ao emigrarem para outras regiões, dirigiram-se preferencialmente para o campo. Entre os 176 residentes na zona urbana, 54,54% dirigiram-se para outros centros, podendo-se citar o município de Iguatu.

Quanto aos não nativos do município, constata-se que a zona rural abriga a maior parte (62,33%) desta população, sendo que o padrão mais comum é a fixação de residência sempre no meio rural.

Numa análise genérica dos aspectos populacionais relacionados com a emigração, verifica-se que de 1991 a 1996, houve um decréscimo de 3,9% na população total residente em Quixelô, indicando a ocorrência de um deslocamento maior de pessoas para fora do município. Observa-se também, deslocamentos significativos do campo, para a cidade, uma vez que, no período, foi detectado um esvaziamento do meio rural, seguido de um aumento da população urbana.

3.3 3.4 - Registro Civil

As observações relativas a registro civil no município, abrangem informações a cerca do número de nascidos vivos, óbitos, óbitos fetais, e nupcialidade da população

Tomando-se como referência o lugar de residência da mãe, o IBGE apontava, em 1994, um total de 283 registros de nascidos vivos no município, sendo que dos 66 nascidos vivos somente neste ano, cerca de 80,3% ocorreram em hospital

Com relação ao número de óbitos, foram registrados, no ano de 1994, 53 óbitos, 12 ocorridos em hospital Em 1995, os registros de óbitos totalizavam 63, sendo 16 em hospitais Em ambos os anos, não houve óbitos fetais

No tocante à nupcialidade, registra-se em 1994, um número de 29 casamentos, nenhum divórcio ou separações judiciais Em 1995, foram registrados 31 casamentos no município

Quanto ao estado civil da população, o Censo de 1991, indicava que das 11 494 pessoas com idade igual ou superior a 10 anos, aproximadamente 4 964 eram solteiras, havendo uma predominância (56,57%) do sexo masculino Os casados totalizavam 5 678, observando-se que a grande maioria dos casamentos ocorriam no civil e religioso Ainda neste segmento, destaca-se que o número de mulheres casadas equiparava-se ao de homens O restante da população estava distribuída entre separados e viúvos A composição da população por estado civil é mostrada na Figura 3 23

3.3 3.5 - Religião

Dois aspectos compõem os dados relativos a religião, abordados neste estudo O primeiro refere-se à população por religião, e o outro diz respeito à diocese a que pertence o município Os dados foram extraídos, respectivamente, do Censo Demográfico de 1991 e de informações fornecidas pela Arquidiocese de Fortaleza

No Quadro 3 27 e Figura 3 24 encontra-se discriminada a população residente no município, de acordo com a religião Constata-se que a população de Quixelô é predominantemente (93,26%) Cristã Tradicional e pertencente à Igreja Católica Apostólica Romana Dos 729 habitantes que praticam a religião Cristã Reformada, 75 são Evangélicos Tradicionais e o restante (654) Evangélicos Pentecostais Salienta-se que por ocasião do Censo, foram considerados como Evangélicos Tradicionais aqueles que eram Adventistas, Batistas, Luteranos, Metodistas, Presbiterianos e outros Entre os Evangélicos Pentecostais estavam inclusos os que pertenciam à Assembléia de Deus, Universal do Reino de Deus, Deus é Amor, Evangelho Quadrangular, etc Verifica-se, ainda, que 2,09% da população não exerciam nenhuma prática religiosa

Com relação ao catolicismo, Quixelô pertence a Paroquia de Bom Jesus Piedoso, vinculada à Diocese de Iguatu

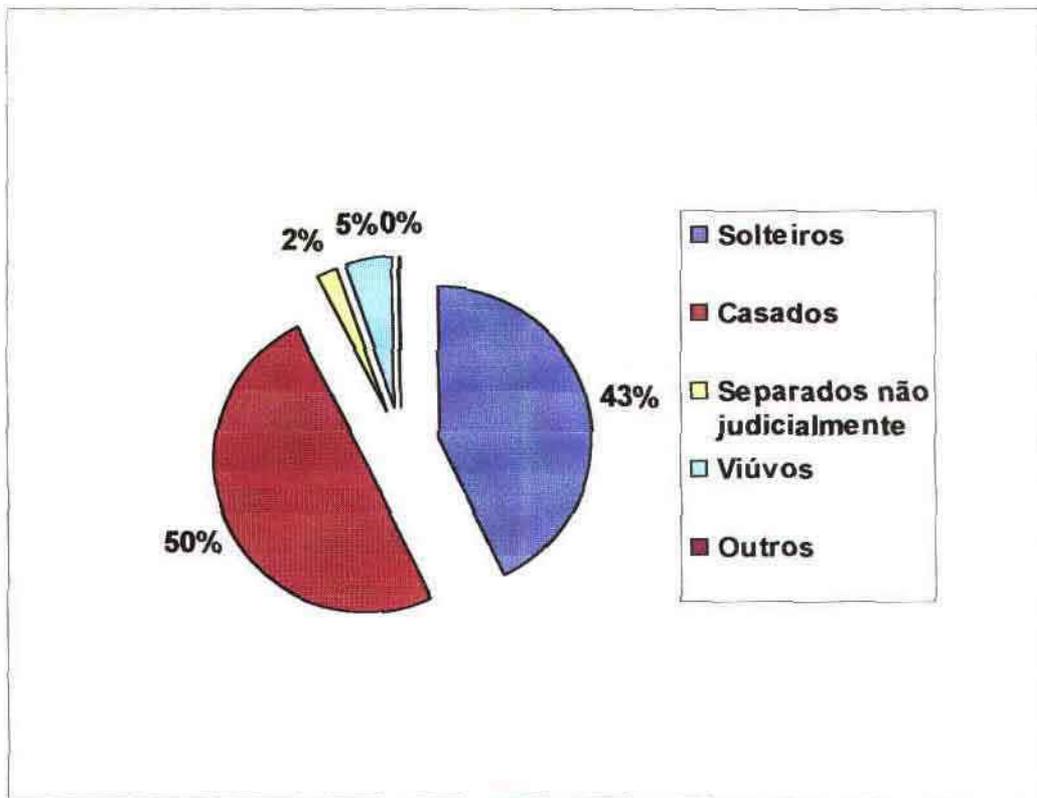


Figura 3.23 – Distribuição percentual da população por estado civil. 1991.

Quadro 3.27 – população residente em Quixelô, por religião. 1991

RELIGIÃO	POPULAÇÃO RESIDENTE
Cristã Tradicional	14.623
Cristã Reformada	729
Neo-Cristã	-
Mediúnica	-
Judaica ou Israelita	-
Oriental	-
Outra	-
Sem Religião	327
Não determinada, mal definida e sem declaração	
TOTAL	15.679

FONTE: Censo Demográfico - 1991

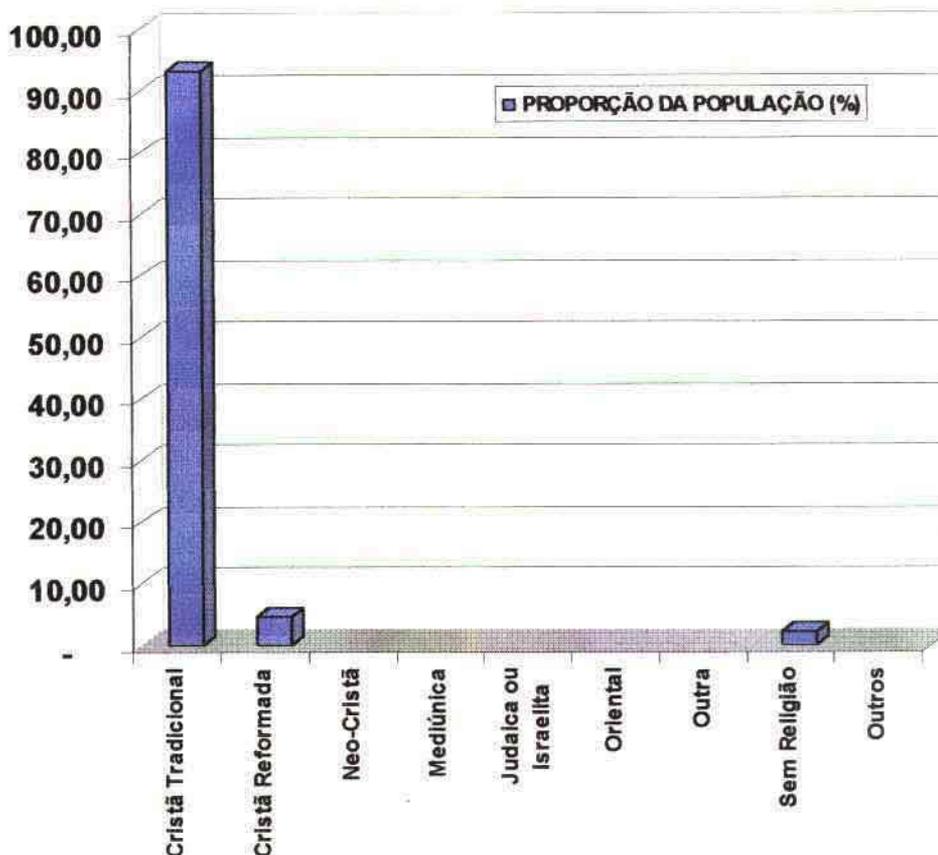


Figura 3.24 – Distribuição percentual da população de Quixelô, por religião. 1991

3.3.3.6 - Cor ou Raça

Segundo dados do Censo de 1991, predomina na população de Quixelô homens de cor parda (mulatos, mestiços, caboclos, mamelucos, cafuzos, etc). Observa-se ainda a presença de brancos e alguns poucos pretos. O Quadro 3.28, mostra a composição da população de Quixelô, por cor ou raça, e por sexo.

3.3.3.7 - Associativismo

Neste item estão incluídas todas as formas de associação da população, seja através de sindicatos, cooperativas, ou centros comunitários. O município de Quixelô conta com várias associações comunitárias e alguns sindicatos. Dentre estes, ressalta-se o Sindicato dos Trabalhadores Rurais, no qual estão filiados praticamente todos os trabalhadores deste setor.

Atualmente, o município conta com 80% de suas comunidades rurais organizadas em associações comunitárias, o equivalente a 42 associações regulamentadas. Estas associações recebem assessoria técnica de profissionais da Secretaria Municipal do Trabalho, da Ação Social e da Educação. Procuram defender os interesses das comunidades, buscando junto a órgãos públicos e/ou organizações não governamentais, suprir as demandas da sua população, referentes à melhoria nas condições de saúde,

educação, infra-estrutura de abastecimento e esgotamento sanitário, transporte, moradia, agricultura, entre outros

Vale enfatizar, ainda, a atuação das Secretarias de Saúde e Ação Social, que vêm realizando um trabalho junto a estas comunidades, na tentativa de direcionar as ações e implantar programas específicos para o desenvolvimento destas populações. É importante registrar, ainda, a atuação da EMATERCE, que junto ao setor primário vem elaborando projetos para obtenção de crédito agrícola, seja para custeio ou financiamento da produção

Dentre as entidades sociais existentes no sistema de Ação Social de Quixelô, estão cadastradas 04 associações e 04 centros comunitários. Vale a pena salientar o trabalho de Conselhos Municipais como Conselho Municipal de Assistência Social, Conselho do Direito da Criança e do Adolescente, Conselho Municipal de Desenvolvimento Sustentável e a Comissão Municipal de Defesa Civil. Além destes, tem-se a Associação Comercial de Quixelô, Associação dos Agentes de Saúde e Cooperativa dos Pequenos Produtores

Quadro 3.28 – População residente, por cor ou raça, e sexo. 1991.

COR OU RAÇA	POPULAÇÃO RESIDENTE		
	HOMENS	MULHERES	TOTAL
Branca	2 208	2 371	4 579
Preta	263	164	427
Amarela	-	-	-
Parda	5 549	5 124	10 673
Indígena	-	-	-
Sem declaração	-	-	-
TOTAL	8.020	7.659	15.679

FONTE - Censo Demográfico - 1991

3.3.4 – Aspectos Econômicos

A economia de Quixelô fundamenta-se basicamente na agricultura de subsistência de feijão, milho e mandioca e, sobretudo, na cultura do algodão arbóreo, considerada para tanto as condições naturais que o município oferece. Nos demais setores mantém a pecuária estabular, indústria ceramista e comércio. A pesca vem sendo bastante desenvolvida na região, e já é uma atividade que tem merecido destaque. O extrativismo vegetal baseia-se na fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e camaúba. O artesanato de redes, chapéus-de-palha e bordados representa importante fonte de renda para o município.

O Banco do Nordeste vem prinzando atividades para financiamento, sendo a maioria referentes ao setor primário, principalmente, agricultura irrigada e pecuária. Dentre as culturas agrícolas de alta prioridade, destacava-se a acerola, banana, manga, beterraba, pimentão e tomate irrigados e o algodão arbóreo de sequeiro. Com relação à pecuária, a bovinocultura de leite intensiva, caprinocultura (de corte semi-intensiva e leite intensiva), ovinocultura extensiva e a piscicultura consorciada intensiva, figuram como atividades de maior prioridade.

No setor secundário tem se dado bastante incentivo ao desenvolvimento da agroindústria. Neste setor o BNB, em 1977, considerava como alta prioridade investimentos em fábrica de conservas e sucos de frutas, e fábricas de conservas de hortaliças.

3.3.4.1 – Emprego e renda

A população de pessoas ocupadas em Quixelô, em idade ativa (10 anos ou mais), somava, em 1991, 5.724 habitantes, o que representava cerca de 36,51% da população total do município. Conforme o Quadro 3.29, observa-se que o setor primário, ainda abriga a maior parte deste contingente populacional, o que é perfeitamente justificável dada a sua vocação eminentemente agrária.

Quadro 3.29 - Pessoas ocupadas, de 10 anos ou mais de idade, por setor de atividade. 1991.

SETOR DE ATIVIDADE	NÚMERO DE PESSOAS
Agricultura	4.657
Indústria	325
Serviços	742
Outras atividades	-
TOTAL	5.724

FONTE: IBGE - Censo Demográfico - 1991

No estudo da renda, foram considerados três importantes indicadores: A renda interna, a renda per capita e o coeficiente de GINI. A renda interna é representada pela diferença entre o valor bruto da produção e os custos intermediários do processo produtivo. A renda per capita é obtida pela divisão da renda interna de cada município pela população. O índice de GINI é uma medida do grau de concentração de uma distribuição, seus valores variam de zero (perfeita igualdade) até um (desigualdade máxima). Assim, quanto mais próximo da unidade, tem-se pior distribuição de renda, mais próximo a zero, distribuição mais equitativa (Quadro 3.30).

No ano de 1995, a renda interna de Quixelô foi estimada em R\$ 1.545.000,00, a 130ª dentre os municípios do Ceará. Salienta-se que a renda interna do município era menor que a média registrada para o Estado, calculada incluindo-se Fortaleza. No entanto, vale ressaltar que a capital, por possuir um peso maior na arrecadação do Estado (57% da renda estadual), qualquer município se comparado à mesma fica com valor irrisório. Assim é que, determinando-se o percentual do município sob o total do Ceará, são encontrados valores insignificantes. A renda per capita, no mesmo ano, era de R\$ 101,62.

Relativo ao aspecto da distribuição da renda, o censo de 1991 indicava que Quixelô apresentava um índice de GINI de 0,5954, relativamente alto, que o colocava em 15º lugar no ranking dos municípios cearenses. Neste mesmo ano o índice de GINI de Fortaleza era de 0,6545, o mais alto observado entre todos os municípios, evidenciando um alto grau de desigualdade na distribuição da sua renda. Para o cálculo deste índice, considerou-se a renda média dos chefes de domicílios, na data da pesquisa.

Quadro 3.30 – Indicadores de renda em Quixelô. 1995

INDICADOR	RENDA	RANKING
Renda Interna Municipal (R\$ 1 000)	1 545	130
Renda Per Capita (R\$)	101,62	149
Renda Média dos Chefes de Domicílios (Cr\$ 1,00) ⁽¹⁾	54 608	15

FONTE: IPLANCE – Ranking dos Municípios – 1996/97

NOTA ⁽¹⁾ A renda média dos chefes de domicílios foi calculada com dados do censo de 1991

3.3.4.2 – Estrutura Fundiária e Uso da Terra

A abordagem da estrutura fundiária de uma determinada região reveste-se de grande importância. O seu conhecimento permite uma melhor compreensão da estrutura agrária, uma vez que a ela estão relacionados o regime de exploração das suas terras e o tipo de cultivo desenvolvidos nos estabelecimentos rurais.

Em 1992, o IBGE e o INCRA relacionaram os diversos imóveis rurais segundo tamanho, uso e condição do proprietário (Quadro 3.31). Como ocorre nas demais regiões do Estado, há predominância, em número, de propriedades rurais com áreas inferiores a 10 hectares. Observa-se, ainda, que as grandes propriedades ocupam 52,55% da área rural em Quixelô, com um total de 228 propriedades. Os minifúndios, com 950 propriedades, ocupam apenas 33,92%.

Com relação à condição do produtor, 35,87% deles são proprietários e ocupam 54,95% das terras rurais do município. O restante das terras está dividido entre proprietário/posseiro, com 9,32%, e os posseiros, com 35,72%. Quanto ao uso das terras, um total de 18 223 ha, ou cerca de 920 imóveis, estão em áreas ociosas, ou seja, são áreas aproveitáveis e não exploradas, o que colocava Quixelô em 101º lugar no ranking dos municípios cearenses.

No período de 1995-1996, conforme o Censo Agropecuário, Quixelô apresentava um total de 2 448 estabelecimentos, totalizando uma área de 33 654 hectares (Quadro 3.32). Dentre os estabelecimentos pesquisados foi constatado que em 55% deles o produtor era o próprio proprietário. A distribuição percentual dos estabelecimentos por condição do produtor, é mostrada na Figura 3.25. Cabe aqui uma explicação: entenda-se como produtor a pessoa física ou jurídica que detém a exploração do estabelecimento, quer este seja constituído de terras próprias ou de propriedade de terceiros. Assim, considera-se proprietário quando as terras do estabelecimento, no todo ou em parte, são de sua propriedade. Os arrendatários são aqueles que tomaram as terras do estabelecimento em arrendamento, mediante o pagamento de quantia fixa em dinheiro, ou sua equivalência em produtos ou prestação de serviços.

Quadro 3.31 - Estrutura Fundiária de Quixelô.1992

DISCRIMINAÇÃO	ESTABELECIMENTOS	ÁREA (ha)
CATEGORIA		
Minifúndio	950	15 572
Empresa Rural	63	6 115
Latifúndio p/ Exploração	228	24 128
Latifúndio p/Dimensão	-	-
Não Classificados	5	97
TOTAL	1.246	45.912
CONDIÇÃO JURÍDICA-		
Proprietário	447	25 230
Proprietário/Posseiro	85	4 280
Posseiro	714	16 402
TOTAL	1.246	45.912
APROVEITAMENTO DAS ÁREAS-		
Aproveitamento Total	1 241	40 893
Explorada	1 140	22 670
Aproveitável n/ Explorada	920	18 223

Fonte INCRA - 1992

Quadro 3.32 – Número e área dos estabelecimentos em Quixelô, por condição do produtor.1995-1996.

CONDIÇÃO DO PRODUTOR	ESTABELECIMENTOS	ÁREA (ha)
Proprietário	1 332	30 771
Arrendatário	146	452
Parceiro	642	1 133
Ocupante	328	1 298
TOTAL	2.448	33.654

FONTE Censo Agropecuario - 1995/1996

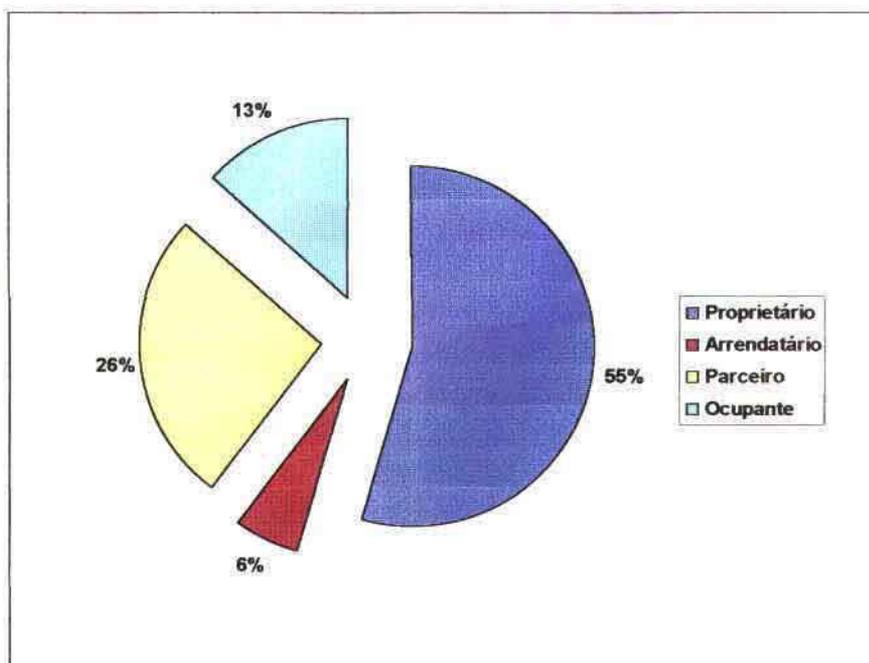


Figura 3.25 – Porcentagem de estabelecimentos em Quixelô, segundo a condição do produtor

No que diz respeito à utilização das terras do município (Quadro 3.33), o Censo indicava que a maior parte das áreas eram utilizadas com pastagens naturais. Observou-se, também, a existência de matas e florestas, áreas ocupadas com lavouras e áreas produtivas porém não exploradas.

Quadro 3.33 – Utilização das terras no município de Quixelô.1995-1996.

UTILIZAÇÃO DAS TERRAS	ÁREA (ha)	% TOTAL
Lavouras	7.481	22,23
Permanentes	33	
Temporárias	5.578	
Temporárias em descanso	1.870	
Pastagens	14.712	43,72
Naturais	13.979	
Plantadas	733	
Matas e Florestas	8.733	25,95
Naturais	8.733	
Plantadas	0	
Produtivas não utilizadas	1.470	4,37
Terras inaproveitáveis	1.257	3,73
TOTAL	33.653	

FONTE: Censo Agropecuário – 1995/1996

Por fim, analisando-se a posição de Quixelô em março de 1998, verifica-se que, segundo dados obtidos do Sistema de Estatísticas Cadastrais do INCRA, e compilados pelo IPLANCE (Quadro 3 34), 55,12% da área total dos imóveis rurais, estão na faixa de 10 a 100 ha, cada imóvel apresentando tamanho médio de 33,7 hectares. No entanto, a maior concentração de propriedades encontra-se entre 10 a 50 ha. Apesar da ocorrência de apenas 44 propriedades com áreas entre 100 e 500 ha, é significativa a área ocupada pelas mesmas, o que representa 33,68% do total.

Quanto à distribuição das terras, por categoria do imóvel e de acordo com a sua área (Quadro 3 35), constata-se que o maior percentual dos imóveis são enquadrados na categoria de minifúndios e não classificados. Em seguida vêm as pequenas propriedades em número de 139 e ocupando uma área total de 10 686,9 ha. Com relação ao uso da terra, o Quadro 3 35 mostra que 31,67% da área total dos imóveis são produtivas, e 40,21% são improdutivoas. A soma destes percentuais não perfaz os 100%, porque os minifúndios não são classificados.

Quadro 3.34 – Número e área dos imóveis rurais por classes de áreas. Posição em 03/98

CLASSES (ha)	NÚMERO DE IMÓVEIS	ÁREA (ha)
Sem informação de área	4	-
Até 5	62	208,20
Mais de 5 a 10	94	694,60
Mais de 10 a 50	302	6 963,50
Mais de 50 a 100	86	6 095,00
Mais de 100 a 500	44	7 979,70
Mais de 500 a 1 000	-	-
Mais de 1 000 a 5 000	1	1 748,6
Mais de 5 000 a 10 000	-	-
Mais de 10 000 a 50 000	-	-
Mais de 50 000	-	-
TOTAL	593	23.689,6

FONTE: IPLANCE – Anuário estatístico do Ceará - 1997

Quadro 3.35 – Número e área dos imóveis rurais produtivos e improdutivoas, por categoria do imóvel. Posição em 03/98

CATEGORIA	Nº IMÓVEIS	ÁREA TOTAL (ha)	PRODUTIVA		NÃO PRODUTIVA	
			IMÓVEIS	ÁREA (ha)	IMÓVEIS	ÁREA (ha)
Minifúndio e Não Classificado	435	6 663,10	-	-	-	-
Pequena Propriedade	139	10 686,90	78	5 644,10	61	5 042,80
Média Propriedade	18	4 591,00	8	1 857,80	10	2 733,20
Grande Propriedade	1	1 748,60	-	-	1	1 748,60
TOTAL	593	23.689,60	86	7.501,90	72	9.524,60

FONTE: IPLANCE – Anuário estatístico do Ceará - 1997



GAIA CONSULTORIA AMBIENTAL

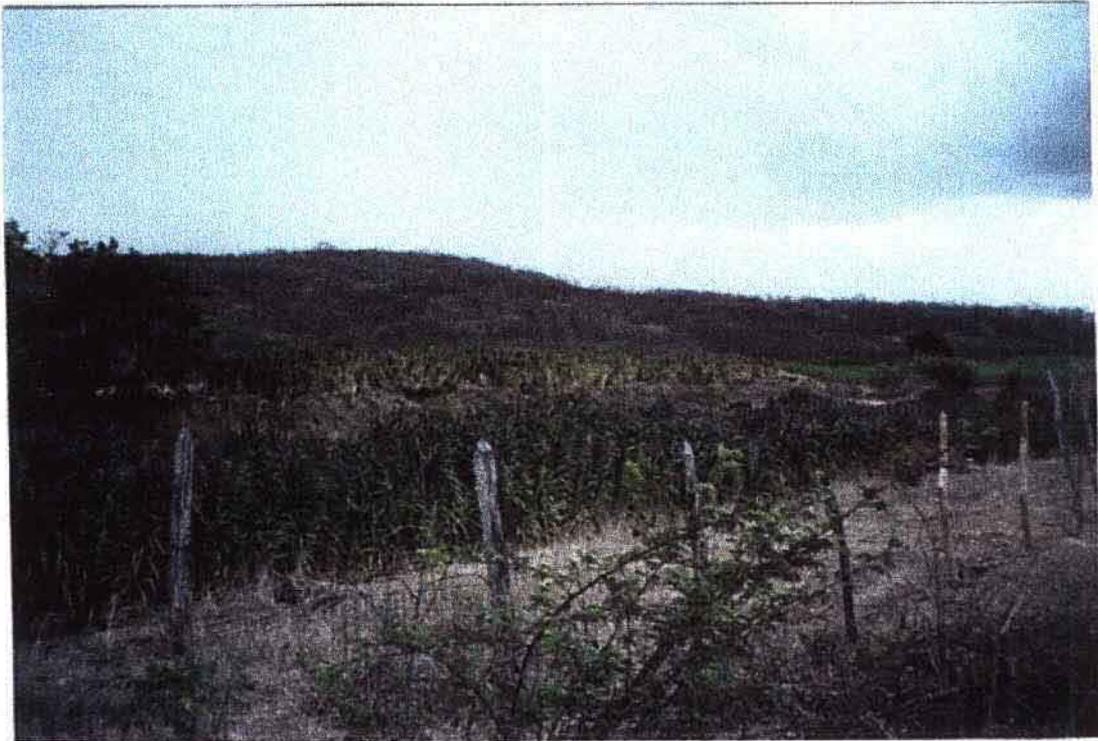
ANEXO



Fotografia 1- Rocha Migmatítica



Fotografia 2- Veio de Quartzo



Fotografia 3 - Área da Futura Parede do Açude Faé



Fotografia 4 – Mata Ciliar



Fotografia 5 – Sulcos e Ravinamento das Encostas Devido ao Desmatamento



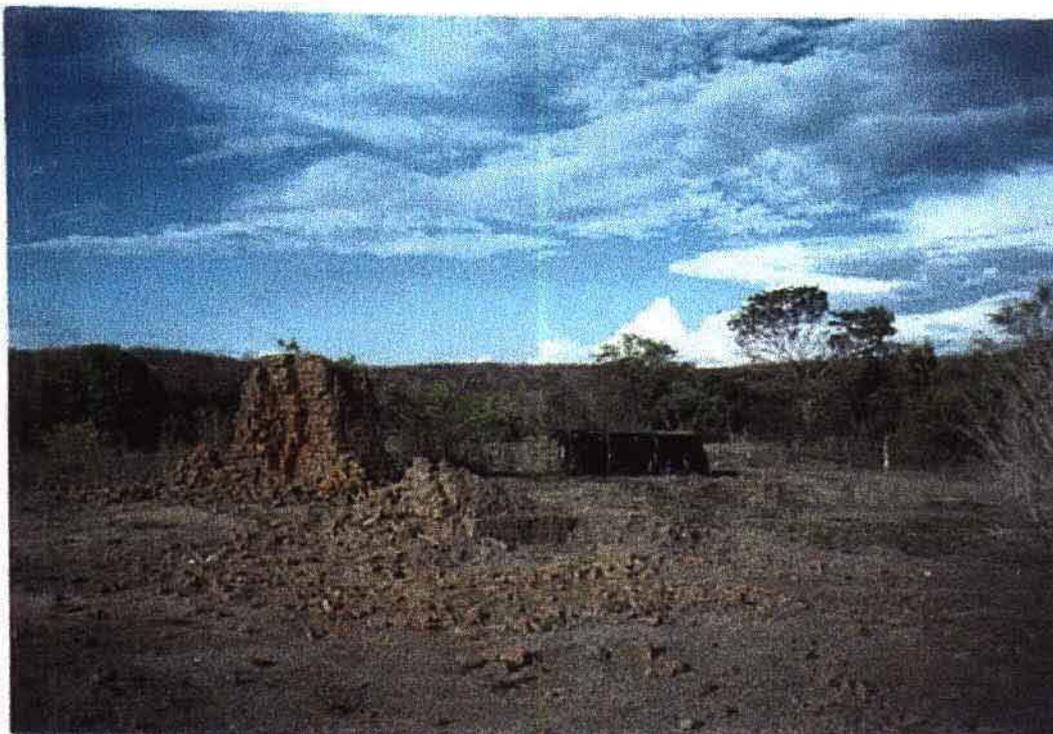
Fotografia 6 – Riacho Faé



Fotografia 7 – Estabelecimento das Capoeiras



Fotografia 8 – Retirada de Madeira



Fotografia 9 – Pequenas Olarias



Fotografia 10 – Benfeitorias: Áreas de Plantio



Fotografia 11 – Área de Barramento do Açude Faé



Fotografia 12 – Vista da Paisagem no Local do Açude Angicos