

GOVERNO DO ESTADO DO CEARA
SECRETARIA DOS RECUSOS HÍDRICOS - SRH

**PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DO AÇUDE ITAPEBUSSU, EM
MARANGUAPE-CE.**
VOLUME V- ESTUDOS DE VIABILIDADE AMBIENTAL

Fortaleza, Agosto de 2015.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARA
SECRETARIA DOS RECUSOS HÍDRICOS - SRH

**PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DO AÇUDE ITAPEBUSSU, EM
MARANGUAPE-CE.**
VOLUME V– ESTUDOS DE VIABILIDADE AMBIENTAL

Fortaleza, Agosto de 2015

SUMÁRIO

Apresentação	xii
1 Introdução	xv
1.1 Informações Gerais	xvi
1.1.1 Identificação do Empreendedor	xvi
1.1.2 1.1.2 Identificação da Empresa Responsável pelo Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA	xvii
1.1.3 1.1.3 Representante Legal	xvii
1.2 Dados da Equipe Técnica	xvii
2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	xviii
2.1 Nome do Empreendimento	xix
2.2 Localização Geográfica e Acessos Viários	xix
2.3 Dados técnico do Projeto Executivo da Barragem de Itapebussu	xxi
2.3.1 Ficha Técnica do Empreendimento	xxiii
2.3.2 Descrição da Seção Máxima de Projeto	xxiii
2.3.3 Estudos Geológico-Geotécnicos Realizados no Projeto Executivo Original	xxiv
2.3.4 Estudos Geotécnicos Realizados para o Projeto de Ampliação da Barragem	xxvii
2.3.4.1 Análises de Fluxo e Estabilidade de Taludes	xxx
2.3.4.2 Definição e Estimativas dos Parâmetros	34
2.3.4.3 Definição das Análises	35
2.3.5 Descrição das Características Geológica-Geotécnica da Fundação do Vertedouro	41
2.3.5.1 Recomendação para Tratamento da Fundação do Vertedouro e dos Taludes dos Canais de Fuga e Aproximação	44
2.3.5.2 Especificações Gerais	45
2.3.6 Levantamento Topográfico	46
2.3.6.1 Objetivo	46
2.3.6.2 Fase de Execução dos Trabalhos	46
2.3.7 2.3.7 Dimensionamento Hidrológico	54
2.3.7.1 Redimensionamento do Reservatório	54
Dados de entrada do modelo	57
2.3.7.2 Redimensionamento do Vertedouro	60

2.4	Legislação Pertinente.....	78
2.4.1	Dispositivos Constitucionais de Proteção ao Meio Ambiente	78
2.4.2	Legislação Estadual.....	79
2.4.3	Legislação Federal	82
2.4.4	Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA	83
2.4.5	Legislação Municipal	85
2.4.5.1	Lei Orgânica do Município de Maranguape.....	85
2.5	Caracterização da Área de Preservação Permanente – APP.	88
2.5.1	APP de Rios	91
2.5.2	APP de Reservatorio Artificial.....	91
2.6	2.6 Justificativa da localização escolhida e viabilidade técnica econômica e ambiental do empreendimento e melhoria de qualidade de vida.	92
2.7	Justificativa e importância sócio – econômica do empreendimento.	93
2.8	Programas Governamentais, Planos e projetos co- localizados.	94
3	Caracterização ambiental da área de estudo.....	96
4	Definição da área de estudo	98
4.1	AID e AII do Meio Físico e Biótico	99
4.2	AID e AII do Meio Antrópico	99
4.3	Meio Físico	100
4.3.1	Clima	100
4.3.1.1	Evaporação	102
4.3.1.2	Resumo da climatologia e balanço hídrico	102
4.3.1.3	Balanço hídrico.....	103
4.3.1.4	Pluviometria	104
4.3.2	Geologia	110
4.3.3	Geomorfologia	115
4.3.4	Pedologia.....	117
4.3.5	Hidrogeologia	120
4.3.6	Recursos Hídricos Superficiais.....	121
4.4	Meio Biótico.....	123
4.4.1	Flora	123
4.4.2	Fauna	128
4.5	Meio Antrópico	137
4.5.1	População Residente no Município	137

4.5.2	Atividade Econômica	138
4.5.3	Saúde	138
4.5.4	4.5.4 Educação.....	138
4.5.5	4.5.5 Infraestrutura Local.....	138
	4.5.5.1 Energia Elétrica	139
	4.5.5.2 Abastecimento de Água	139
	4.5.5.3 Resíduos Sólidos	139
	4.5.5.4 Telefone	139
4.5.6	Histórico.....	139
4.5.7	Estrutura Fundiária	142
4.5.8	Transporte e Sistema Viário	144
4.5.9	Habitação	144
5	Identificação e avaliação dos impactos ambientais.....	146
5.1	Impactos nas fases de planejamento e implantação.....	147
5.1.1	Impactos gerais	147
5.1.2	Impactos sobre a população decorrentes da instalação das obras e das atividades desenvolvidas no canteiro, em especial os incômodos provocados por ruídos, poluição do ar, vibrações sonoras e do solo e tráfego pesado.	148
5.1.3	Interferência sobre serviços e Infraestrutura	148
5.1.4	Impactos dos movimentos de terra sobre o lençol freático, estabilidade dos solos, aterro da trincheira, construção do maciço e as fundações das obras.	148
5.1.5	Impactos dos movimentos de terra nos corpos d'água a jusante das obras, principalmente quanto ao assoreamento.	149
5.1.6	Interferências em Áreas de Preservação Permanente – APP	149
5.1.7	Interferências com Meio Biótico – Flora e Fauna	150
5.1.8	Impactos sobre o Meio Antrópico	151
5.1.9	5.1.9 Impacto do empreendimento sobre o recurso hídrico a ser barrado.	152
5.2	5.2 Fase de operação	153
5.2.1	5.2.1 Impactos sobre as condições de saúde da população	153
5.2.2	Impactos das operações de descarga das infraestruturas do barramento	154
5.2.3	Impactos das restrições de uso à montante e a jusante da barragem	154
5.3	Elaboração da Matriz de Impactos	154
5.4	Síntese Conclusiva.....	159
6	Medidas mitigadoras	160

7	Planos de controle e programas de monitoramento ambiental	165
7.1	Planejamento Ambiental de Obras	167
7.2	Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental	170
7.2.1	Inventário Florístico e Desmatamento da Área das Obras	171
7.2.2	Monitoramento Hidrológico, Hidrogeológico e de Qualidade das Águas ...	171
7.2.2.1	Monitoramento de Qualidade das Águas	172
7.2.2.2	Monitoramento Hidrológico	173
7.2.2.3	Monitoramento Hidrogeológico	173
7.2.3	Programas de comunicação social e de educação ambiental	173
7.2.3.1	Comunicação Social.....	174
7.2.3.2	Educação Ambiental	175
7.2.4	Plano de controle e recuperação das áreas de empréstimo e bota-fora ...	177
7.2.4.1	Exploração de Jazidas	178
7.2.4.2	Recuperação das Áreas Exploradas	180
7.2.4.3	Bota-Foras	182
7.2.5	Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório.....	182
7.2.5.1	Objetivos	183
7.2.5.2	Metas	184
7.2.5.3	Etapa do Empreendimento.....	184
7.2.5.4	Área de Abrangência.....	184
7.2.5.5	Base Legal e Normativa	185
7.2.5.6	Procedimentos Metodológicos	185
7.2.6	Plano de Peixamento.....	191
8	Conclusão e recomendações	196
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	199
9	Referencias bibliográficas	200
	ANEXOS.....	202
10	Anexos	203
10.1	Documentação Fotográfica	203

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Maranguape – CE.	xx
Figura 2 – Mapa de localização do açude Itapabussu.....	xxi
Figura 3 – Seção Tipo – estaca 7 + 0,00 (Seção máxima).....	xxiv
Figura 4 - Seção Tipo – estaca 07 + 0,00 (Seção máxima), com alteamento do maciço. 33	
Figura 5 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Jusante após Escavação Inicial - FS = 1,55.	36
Figura 6 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Jusante no Final de Construção - FS = 1,46.....	37
Figura 7 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Montante no Final de Construção - FS = 3,41.....	37
Figura 8 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Jusante em Regime de Operação com Fluxo Permanente - FS = 1,77.....	38
Figura 9 - Distribuição dos gradientes hidráulicos.	38
Figura 10 - Rede de fluxo e superfície potencial de ruptura para o talude de montante na condição crítica de rebaixamento rápido segundo o método Corp of Engineers (1970) - FS = 2,07	39
Figura 11 – Sugestão de instrumentação na Estaca 7 + 0,00	40
Figura 12 – Locação dos marcos M01 e M02.....	48
Figura 13 – Cálculo do parâmetro de forma da bacia hidráulica (\square)	57
Figura 14 – Repartição dos Volumes afluentes versus capacidade máxima do açude Itapebussu.....	59
Figura 15 – Variação da liberação (M) como a capacidade útil máxima (K).....	59
Figura 16 – Hidrograma afluente de projeto ($T_r = 1000$ anos).....	64
Figura 17 – Hidrograma afluente para verificação do não galgamento maciço ($T_r = 10000$ anos).....	65
Figura 18 - Amortecimento da cheia de projeto na situação atual (cota 116.35 m; Vertedor soleira espessa, Largura de 90 metros).....	66
Figura 19 - Amortecimento da cheia de projeto da alternativa A3 (cota 117.0 m; Vertedor ogee, Largura de 90 metros)	68
Figura 20 - Amortecimento da cheia decamilinar da alternativa A3 (cota 117.0 m; Vertedor ogee, Largura de 90 metros)	71
Figura 21 - Função $h = f(A)$ para o Açude Itapebussu.....	73
Figura 22 – Principais parâmetros condicionantes da climatologia sinótica.	102
Figura 23 – Gráfico do balanço hídrico climatológico.	104

Figura 24 -Grupos de estações – Itapebussu/Tanques e Palmácia/Sítio Bica.	106
Figura 25 - Análise de frequência – nível diário (Pearson III), Itapebussu, n=41.	107
Figura 26 - Análise de frequência – nível diário (Pearson III), Palmácia, n=51.	107
Figura 27 – Mapa Geologico do estado do Ceara.	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados da Equipe Técnica.	xvii
Tabela 2 – Informações gerais da Barragem de Itapebussu.	xxi
Tabela 3 – Ficha técnica do empreendimento.....	xxiii
Tabela 4 - Resultados dos ensaios realizados nos materiais terrosos de jazida (Fonte: Projeto Executivo da Barragem Itapebussu No 0230/01/02/A, nov., 1998).....	xxv
Tabela 5 - Resultados dos ensaios realizados nos materiais granulares de jazidas (Fonte: Projeto Executivo da Barragem Itapebussu No 0230/01/02/A, nov., 1998).....	xxvi
Tabela 6 - Resumo dos resultados dos ensaios realizados nos materiais de jazida e do maciço.	xxvii
Tabela 7 - Resumo dos resultados obtidos nas sondagens à percussão e mistas realizadas.	xxix
Tabela 8 - Parâmetros utilizados nas análises fluxo e estabilidade de taludes.	34
Tabela 9 - Resumo das análises de estabilidade da barragem.	39
Tabela 10 – Precisão do processamento do marco M01.	47
Tabela 11 - Precisão do processamento do marco M02.	47
Tabela 12 – Quadro resumo dos marcos de apoio geodésico.	47
Tabela 13 – Tabela de áreas das curvas de níveis.	50
Tabela 14 – Valores resultantes do estudo incremental de capacidades – barragem Itapebussu.....	58
Tabela 15 – Propagação no vertedor soleira espessa (somente largura 90m), Qafluente = 546,2 m ³ /s.....	65
Tabela 16 – Propagação no vertedouro creager (cota 116.5, variando a largura)	66
Tabela 17 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.0, variando a largura)	67
Tabela 18 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.5, variando a largura)	67
Tabela 19 – Propagação no vertedouro creager (cota 116.5, variando a largura)	68
Tabela 20 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.0, variando a largura)	69
Tabela 21 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.5, variando a largura)	70
Tabela 22 - COTA X ÁREA X VOLUME.....	71
Tabela 23 - HIDROGRAMA DE PROJETO (TR = 1000 ANOS).....	73
Tabela 24 – Principais variáveis que caracterizam a climatologia da bacia do Açude Itapebussu.....	100
Tabela 25 – Evaporação potencial sobre a bacia hidrográfica.....	102
Tabela 26 - Resumo da climatologia	102
Tabela 27 – Balanço hídrico climatológico segundo Thorntwaite & Matter	103

Tabela 28 – Estações pluviométricas analisadas.....	104
Tabela 29 – Pluviometria observada por estação.....	105
Tabela 30 – Índice de concentração das chuvas mensais.	106
Tabela 31 – Análise de frequência a nível diário (máximos anuais, distribuição Pearson III) 108	
Tabela 32 – Chuvas intensas - valores para determinação das curvas altura-duração-frequência.....	108
Tabela 33 – Série de pluviometria média sobre a bacia hidrográfica do Açude Itapebussu.....	108
Tabela 34 - Águas subterrâneas.	120
Tabela 35 – Dados / Balanço Hidrico.	122
Tabela 36 - Inventário Florístico da Bacia Hidrográfica do Açude Itapebussu.	126
Tabela 37 - Lista da Fauna da Bacia Hidrográfica do Açude Itapebussu.	129
Tabela 38 - Divisão Política Administrativa.....	140
Tabela 39 - Instrumentos Básicos de Cultura.....	141
Tabela 40 - Estrutura Fundiária.....	142
Tabela 41 - – Número e Área de Imóveis Rurais.....	143
Tabela 42 - Natureza dos Impactos Ambientais previstos.....	155
Tabela 43 - Impactos, Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais propostos.	161
Tabela 44 - Cronograma dos Programas Ambientais.....	166

LISTA DE FOTOS

Foto 1 -Vista geral do vertedouro SW – NE (02/02/2015).	42
Foto 2 - Vista da calha do vertedouro à jusante (canal de restituição), (02/02/2015)....	42
Foto 3 - Vista da calha do vertedouro à montante (canal de aproximação), (02/02/2015). 43	
Foto 4 - Vista do encontro do vertedouro com a parede do maciço (02/02/2015).	43
Foto 5 - Vista de jusante do encontro do vertedouro com a parede do maciço (02/02/2015).	44
Foto 6 - Marco 01 e Marco 02.	48
Foto 7 - Barramento Existente	50
Foto 8 - Tomada d'água (montante).....	51
Foto 9 -Tomada d'água (jusante).	51
Foto 10 - Marcos de demarcação da área de preservação.	52
Foto 11 - Registro de manobra da tomada d'água.....	52
Foto 12 - Marco 01.	53
Foto 13 - Foto aérea do açude.	53
Foto 14 – Foto aérea do açude.	53
Foto 15 - Marco 02	54
Foto 16 - Foto aérea do açude.	54
Foto 17 – Vista geral da Barragem de Itapebussu.	203
Foto 18 – Marco geodésico do local de ampliação da Barragem de Itapebussu.....	203
Foto 19 – Ponto de captacao de agua do local da Barragem de Itapebussu.	204
Foto 20 – Aspecto atual da Infraestrutura implantada (Sangradouro).	205
Foto 21 – Aspecto atual da caixa coletora de drenagem implantada.	205
Foto 22 – Aspecto atual da via de acesso não pavimentada. A esq. Presença de marco geodésico.	205
Foto 23 – Aspecto atual da cobertura vegetal ao fundo.	206



APRESENTAÇÃO

Apresentação

A CONSTRUTEC ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA, atendendo às atribuições do Contrato firmado com a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, em conformidade com o Processo Licitatório – Tomada de Preço N.º 18/SRH/CE/2014, vem desenvolvendo o Projeto Executivo de Ampliação da Barragem Itapebussu, no município de Maranguape, no Estado do Ceará.

O presente documento consta do Volume V – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA).

O referido projeto será apresentado através dos relatórios, divididos em volumes, abaixo relacionados.

PROJETO EXECUTIVO DE AMPLIAÇÃO DA BARRAGEM ITAPEBUSSU

- Volume I – Levantamentos topográficos e diagnóstico da situação atual;
- Volume II – Estudos Hidrológicos
- Volume III – Estudos Geotécnicos
- Volume IV – Relatório Geral, Quantitativos e Notas de Serviço
- Volume V – Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA)
- Volume VI – Especificações Técnicas

Estudos de viabilidade ambiental são fundamentais em novos empreendimentos, uma vez que avaliam objetivamente todas as particularidades da(s) área(s) em que se deseja instalar o empreendimento. Devem-se realizar estudos de viabilidade ambiental em cada local pretendido, analisando as possibilidades de obstáculos ambientais, sociais e de licenciamento.

O resultado destes estudos de viabilidade ambiental será um painel conclusivo e explicativo, que permitirá ao empreendedor avaliar as melhores alternativas locais, além de fornecer diretrizes para um melhor licenciamento ambiental e gestão futura de novos empreendimentos.

O estudo de viabilidade ambiental deve ser feito antes do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e do Relatório Ambiental Preliminar (RAP), uma vez que os estudos de viabilidade ambiental e locacional irão suprir o EIA/RIMA e o RAP de informações que facilitarão suas aprovações futuramente, através de um local melhor escolhido e conhecido.

O Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA pode ser classificado como um parecer técnico que procura apontar, em determinada área de interesse, os aspectos físicos, ambientais e legais existentes, que se constituem em condicionantes, impedimentos e/ou limitações em relação ao empreendimento ou projeto que se pretende instalar.

Este estudo possibilita informar sobre a existência de eventuais limitações que poderão inviabilizar um projeto e fornecer aconselhamento ao nível de redefinições e alternativas a considerar, de modo a evitar futuros problemas de aprovação / licenciamento ambiental. O estudo de viabilidade ambiental consiste na análise do

empreendimento proposto, levantando-se e analisando-se as alternativas para a área da implantação, quanto às:

- Restrições Técnicas (geotécnicas, bióticas e disponibilidade dos recursos ambientais);
- Restrições Legais (as incidências de restrições ambientais impostas pela legislação ambiental).



INTRODUÇÃO

1 Introdução

O Estado do Ceará vem sendo constantemente assolado por secas periódicas, razão pela qual o aproveitamento dos recursos hídricos é de fundamental importância para o seu processo de desenvolvimento. O município de Maranguape, localizado na região metropolitana do estado, não é diferente dos demais municípios do Ceará, no que diz respeito ao problema de suprimento d'água para o consumo e abastecimento público, onde os recursos hídricos são escassos, por razões naturais da sua própria região geográfica, pertencente ao semiárido do nordeste brasileiro.

Tendo em vista que o problema de escassez da água vem provocando o aparecimento de regiões cujas potencialidades hídricas estão esgotadas ou sujeitas a racionamento do uso da água nos períodos de estiagens prolongadas, torna-se necessário à ampliação e implantação de reservatórios para o atendimento da demanda. No entanto, faz-se necessário à implementação de um planejamento racional que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção deste tipo de empreendimento.

No sentido de mostrar a viabilização da ampliação do projeto da barragem de Itapebussu no Município de Maranguape – CE junto a SEMACE, foi realizado o Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA referente a implantação do mesmo, tomando como base as diretrizes estabelecidas no Termo de Referência DICOP/GECON. A finalidade principal desta barragem é o abastecimento público, vindo em segundo plano os demais usos. No estado do Ceará, qualquer atividade que parcialmente venha interferir o meio ambiente, devera ter a anuência prévia da SEMACE.

No presente estudo estão referida, as atividades de implantação e operação do empreendimento, tendo o mesmo, como finalidades principais exercer funções técnicas e de orientação à medida que for sendo utilizado para fins de planejamento pelo empreendedor. Constitui também um elemento técnico – legal perante a SEMACE, órgão responsável pela administração e fiscalização ambiental no estado do Ceará. O estudo de viabilidade ambiental da ampliação da barragem de Itapebussu no Município de Maranguape – CE foi elaborado de acordo com o que determina a Resolução CONAMA nº 237, de 19 de Dezembro de 1997.

O conhecimento do grau de interferência do uso e ocupação atual da dinâmica do meio físico redundará em informações as quais fornecem subsídios para uma interpretação e compreensão da situação atual e futura da poluição ambiental na área de influência do empreendimento. Tais informações orientam as tomadas de medidas de planejamento nas fases de instalação e operação do empreendimento, permitindo uma atuação de forma mais racional e assim, minimizando as consequências da atual e futura ocupação espacial da área.

O Presente Estudo de Viabilidade Ambiental está constituído da caracterização ambiental da área da barragem de Itapebussu no Município de Maranguape – CE, abordando as características físicas e biológicas atuais do sistema natural existente na

região e na área do projeto, bem como das condições sócio-culturais e econômicas do meio antrópico existente.

Apresenta, em síntese, a caracterização da barragem, a caracterização do sistema ambiental das áreas de influências do projeto, a análise dos impactos ambientais sobre o meio ambiente, definição das medidas mitigadoras e programa de controle e monitoramento ambiental. Também avalia as inter-relações das ações do empreendimento sobre o meio ambiente, identificando e quantificando os impactos ambientais gerados, sugerindo medidas mitigadoras dos processos de degradação ambiental, onde os limites entre zonas de uso são dados por elementos fisicamente presentes na paisagem e por material cartográfico de fácil reprodução e compreensão.

O estudo apresenta medidas mitigadoras necessárias ao estabelecimento de uma relação entre o sistema de saneamento básico advindo do empreendimento e o sistema ambiental já existente, como também expõe os efeitos positivos principalmente na sua fase de funcionamento. Relacionado ao empreendedor e o empreendimento, o documento fornece informações referentes à razão social da empresa, como também relata a importância sócio-econômica do empreendimento, com relação às finalidades e dados técnicos.

No que diz respeito ao meio ambiente, faz-se uma exposição das características regional e local, abordando aspectos antrópicos, físicos e biológicos. A análise dos impactos ambientais gerados pela atividade é criteriosa, sendo as avaliações feitas de forma simples, propondo-se medidas mitigadoras e de recuperação.

1.1 Informações Gerais

1.1.1 Identificação do Empreendedor

- *Nome e razão social do interessado: Secretaria dos Recursos Hídricos*
- *Endereço para correspondência e contatos: Av. General A. Lima, sn, Cambéa, Fortaleza-CE*
- *CEP: 60822-325*
- *CNPJ: 11.821.253/001-42*
- *Telefone:*
- *Contato:*
- *Tel:*
- *Fax:*
- *Classificação da Atividade: Ampliação de Barragem Itapebussu*

1.1.2 1.1.2 Identificação da Empresa Responsável pelo Estudo de Viabilidade Ambiental - EVA

- *Nome: CONSTRUTEC Serviços Técnicos de Engenharia*
- *CNPJ: 00223835/0001-00*
- *Endereço: Rua Dr. João Fernandes Castelo, sn, Centro, Mombaça-CE*
- *Telefone: (88)99949150*
- *Fax:*
- *Site:*

1.1.3 1.1.3 Representante Legal

- *Nome: Marcelo da Costa Teixeira*
- *CPF: 817183733-68*
- *CREA: CREA - CE 14754/D*
- *Endereço: Dom Expedito Lopes, 2371, apto 903, Dionísio Torres, Fortaleza-CE*
- *Fone:*
- *E-mail:*

1.2 Dados da Equipe Técnica

O presente Estudo de Viabilidade Ambiental – EVA para ampliação da barragem de Itapebussu no município de Maranguape - CE foi desenvolvido por equipe técnica multidisciplinar, em conformidade com o termo de referência emitido pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMACE. Os dados da equipe técnica, com respectivos registros profissionais encontram-se na tabela 01:

Tabela 1- Dados da Equipe Técnica.

<i>Nome do Membro da Equipe Técnica</i>	<i>Registro no Órgão de Classe</i>
<i>Giulliano Gonçalves Conde</i>	<i>CREA -DF 13.428/D</i>
<i>Marcelo da Costa Teixeira</i>	<i>CREA-CE 14754/D</i>

CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2 Caracterização do empreendimento

2.1 Nome do Empreendimento

- Ampliação da Barragem de Itapebussu no Município de Maranguape – CE.

2.2 Localização Geográfica e Acessos Viários

O município de Maranguape situa-se na região metropolitana de Fortaleza, porção nordeste do estado do Ceará (figura 01 a seguir), limitando-se com os municípios de Caridade, Maracanaú, Caucaia, Guaiúba, Pacatuba, Pentecoste, e Palmácia. Compreende uma área de 672 km², localizada nas cartas topográficas Fortaleza (SA.24-Z-C-IV), Canindé (SB.24-V-B-III) e Baturité (SB.24-X-A-I). O acesso à sede municipal, a partir de Fortaleza, é feito através da rodovia Fortaleza/Maranguape, num trajeto de 24 km. Demais cidades, vilas, lugarejos, sítios e fazendas do município estão interligados por estradas asfaltadas, calçadas com paralelepípedos e/ou carroçáveis, que permitem franco acesso durante todo o ano.

O açude Itapebussu está localizado a sudoeste da sede do município de Maranguape, (figura 02) mais precisamente no distrito de mesmo nome. O acesso ao açude pode ser realizado tanto pela BR-020 como pela sede do município de Maranguape, através da CE-455.

Seguindo-se pela BR-020, percorre-se 60,40Km até o trevo que dá acesso ao município de Maranguape. A partir deste ponto segue-se por mais 8,40Km na direção leste pela CE-354 até a sede do distrito. Seguindo-se pela CE-065, pega-se a CE-455 a 8,00Km depois da cidade de Maranguape. A partir desta estrada segue-se na direção da CE-354 por mais 20,00Km até Itapebussu. O acesso ao eixo do barramento, partindo-se de Itapebussu é feito por uma estrada vicinal carroçável que liga este distrito ao município de Palmácia.



Figura 1 - Localização do município de Maranguape – CE.

A ampliação da barragem se situará no rio São Gonçalo em um ponto que drena aproximadamente 60 Km² de sua bacia hidrográfica. Ela encontra-se aproximadamente 5,0 Km a montante do aglomerado urbano do Distrito de Itapebussu, em área territorial do Distrito de Manoel Guedes, no município de Maranguape, Estado do Ceará. A figura 2, a seguir mostra sua localização.

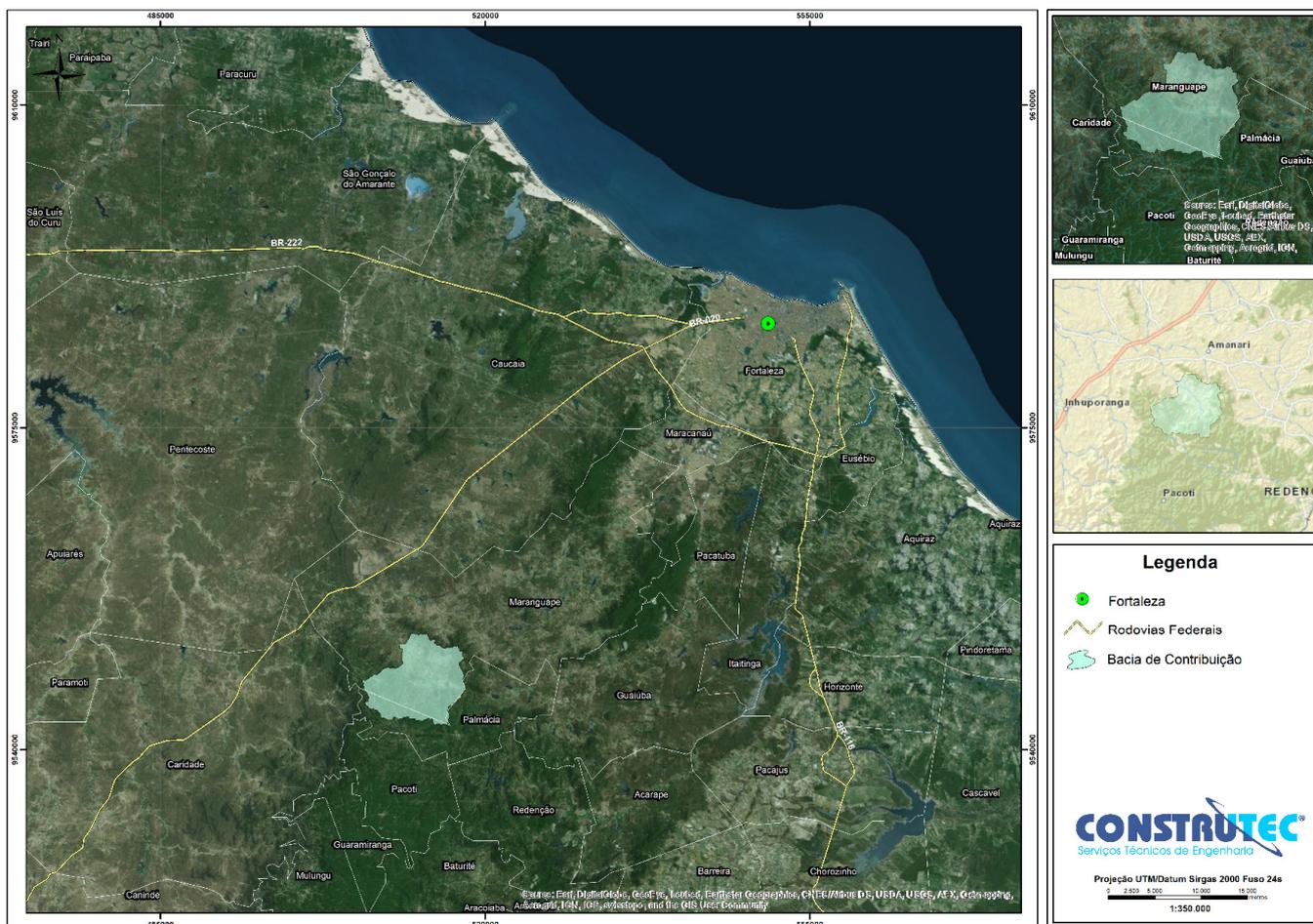


Figura 2 – Mapa de localização do açude Itapebussu.

2.3 Dados técnico do Projeto Executivo da Barragem de Itapebussu

De acordo com o projeto executivo original, a Barragem de Itapebussu foi projetada no Rio São Gonçalo, localizado na Bacia Metropolitana – Sub-bacia do Rio São Gonçalo. A Tabela 2 apresenta as informações gerais da barragem e das suas estruturas auxiliares.

Tabela 2 – Informações gerais da Barragem de Itapebussu.

Item	Unidade	Dados
Características Gerais		
Área da bacia hidráulica (cota 115,50 m)	ha	215,00
Área da bacia hidrográfica	km ²	76,34
Vazão regularizada (f = 90%)	m ³ /s	0,100
Acumulação máxima (cota 115,50 m)	m ³	9,00 x 10 ⁶
Maciço		

<i>Item</i>	<i>Unidade</i>	<i>Dados</i>
<i>Cota do coroamento</i>	<i>m</i>	118,00
<i>Altura máxima acima da fundação</i>	<i>m</i>	13,40
<i>Largura do coroamento</i>	<i>m</i>	6,00
<i>Comprimento da crista</i>	<i>m</i>	528,00
<i>Taludes</i>	-	Montante 2,5H:1,00V; Jusante 2,0H:1,00V
<i>Volume de solo</i>	<i>m³</i>	85.652,00
<i>Volume de erocamento</i>	<i>m³</i>	64.583,00
<i>Volume de areia</i>	<i>m³</i>	9.713,00
<i>Escavação</i>	<i>m³</i>	26.446,90
Sangradouro		
<i>Tipo</i>	-	Canal escavado em rocha (soleira espessa)
<i>Cota da Soleira</i>	<i>m</i>	115,50
<i>Largura</i>	<i>m</i>	90,00
<i>Lamina máxima de sangria (Tr = 1000 anos)</i>	<i>m</i>	1,26
<i>Cota máxima vertente</i>	<i>m</i>	116,80
<i>Vazão máxima de projeto (Tr = 1000 anos)</i>	<i>m³/s</i>	161,7
<i>Vazão máxima de projeto (Tr = 100 anos)</i>	<i>m³/s</i>	222,4
Tomada D'água		
<i>Tipo</i>	-	Galeria
<i>Número de condutos</i>	<i>unid</i>	01
<i>Diâmetro do conduto (DN)</i>	<i>mm</i>	400,00
<i>Vazão regularizada</i>	<i>m³/s</i>	0100

2.3.1 Ficha Técnica do Empreendimento

Tabela 3 – *Ficha técnica do empreendimento.*

Estado: Ceará	
Município: Maranguape - CE	
Coordenadas Geográficas	
Bioma e Ecossistema: Caatinga	
Responsável: Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE e Secretaria dos Recursos Hídricos-SRH.	
Numero do processo de Licenciamento Ambiental:	
Atividades Potencialmente Degradantes	Remoção de cobertura vegetal, Exploração mineral, Falta de infraestrutura, (Abastecimento de água), movimentação de terra e etc.

2.3.2 Descrição da Seção Máxima de Projeto

A Barragem de Itapebussu, conforme ilustrada na figura a seguir, foi projetada com eixo retilíneo em todo seu desenvolvimento e o maciço constituído por solo argiloso no espaldar de montante, e um material “random” proveniente das escavações do sangradouro no espaldar de jusante. A Figura 3 ilustra a geometria e materiais existentes na seção detalhada para a Escava 7 + 0,00, que corresponde à seção de máxima altura da barragem.

De acordo com as informações existentes no projeto executivo original da barragem, o aterro a montante do filtro vertical é constituído por um solo silto-argiloso proveniente da área de empréstimo nº 03 (JS 03), tendo sido utilizado à jusante um material de 2ª e 3ª categorias, isentos de solos coesivos, provenientes das escavações do sangradouro.

A jusante a seção possui taludes de 2,0 (H):1,0(V) da cota do coroamento até a cota 107,00, onde foi projetado um dreno-de-pé, constituído por uma berma de 2,00 m de largura que segue com talude 1,5 (H):1,0(V) até o terreno natural. O talude de montante possui inclinação de 2,5(H):1,0(V), do coroamento até o terreno natural. A proteção deste talude consiste de uma camada de transição de brita corrida de 0,20 m de espessura e um rip-rap de enrocamento oriundo das escavações obrigatórias com 0,70 m de espessura.

O sistema de drenagem interno é constituído por um filtro vertical de areia situado no início do maciço de jusante, com topo na cota correspondente ao N.A. máximo (116,80 m) com 1,00 m de espessura, ligado a um filtro horizontal de areia de 1,00 m de espessura, seguido por um dreno-de-pé de enrocamento oriundas das escavações do sangradouro, com duas zonas de transição.

Quanto ao tratamento de fundação da barragem, foi previsto o seguinte: tratamento superficial em toda área de implantação do aterro; remoção de pacotes aluvionares entre as estacas 7 e 16 com espessuras variando entre 1,00 m e 2,00 m, no domínio do off-set; e a execução de uma trincheira de vedação do tipo “cut-off” com largura da base variável, e taludes com inclinação 1,0(H):1,0(V) e profundidade até atingir o solo residual e/ou rocha alterada.

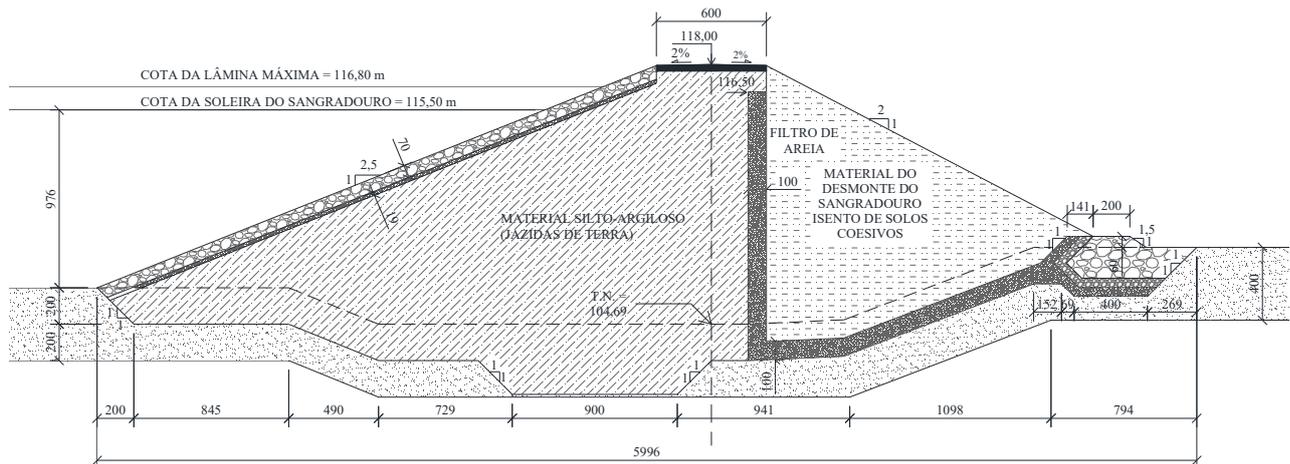


Figura 3 – Seção Tipo – estaca 7 + 0,00 (Seção máxima).

2.3.3 Estudos Geológico-Geotécnicos Realizados no Projeto Executivo Original

Para elaboração do projeto executivo da Barragem Itapebussu, os estudos geológico-geotécnicos realizados no ano de 1998 consistiram de investigações de campo e de laboratório no eixo barrável, e em áreas de empréstimos de materiais terrosos e granulares.

No que diz respeito às investigações de campo, foram executadas sondagens à pá e picareta, sondagens à percussão SPT e mista (percussão + rotativa). Durante a execução dessas sondagens, foram realizados, também ensaios de permeabilidade in situ, e feita coleta de amostras deformadas para posterior caracterização física dos materiais em laboratório.

No eixo barrável, foram executadas 4,65 m de sondagem à pá e picareta – SPP (distribuídas em 6 poços), 25,5 m de sondagens à percussão e mistas e 77,2 m de sondagens rotativas. Nas sondagens mistas foram executados 23 ensaios de perda d’água do tipo Lugeon, para determinação da permeabilidade do substrato rochoso.

As investigações na área de implantação do sangradouro, indicaram a ocorrência de uma rocha tipo granitóide bastante fraturada, sobreposta por uma camada de solo de alteração e/ou colúvio com espessura de 1,50 m. A jusante deste, no trecho correspondente ao canal de fuga foi observado afloramento de rocha medianamente alterada.

As investigações no local da barragem, indicaram a ocorrência de um pacote aluvionar no leito do rio que se estende por cerca de 100,0 m na ombreira esquerda, constituído por uma camada de areia média a grossa; sobreposta por uma camada de areia fina siltosa, com N_{SPT} variando entre 3 e 22 golpes/30 cm e permeabilidade na ordem de 10^{-5} cm/s; com rocha aflorante, em pontos localizados, como nas estacas 2 + 0,00 e 3 + 0,00 na ombreira direita, e nas estacas 26 + 00 e 28 + 0,00 na ombreira esquerda.

Os resultados dos ensaios de perda d'água no substrato rochoso indicaram permeabilidade variando entre 10^{-4} cm/s e 10^{-5} cm/s.

Para a construção da barragem, foram estudadas cinco áreas de empréstimo/jazidas de materiais terrosos, uma área de depósito arenoso e duas pedreiras. Nas jazidas de solos, foram executados 58 poços de inspeção à pá e picareta, nos quais foram coletadas amostras para realização de ensaios de caracterização, compactação, permeabilidade e cisalhamento direto. Na jazida de areia foram executados três furos de sondagem a trado com coleta de amostras para realização de ensaios de granulometria e permeabilidade. Nas pedreiras foram coletadas amostras e determinação da Abrasão Los Angeles. Na Tabela 4 e 5 são mostrados os resumos dos ensaios laboratoriais realizados nos materiais de jazida.

Tabela 4 - Resultados dos ensaios realizados nos materiais terrosos de jazida (Fonte: Projeto Executivo da Barragem Itapebussu Nº 0230/01/02/A, nov., 1998).

Características Gerais	Jazidas										
	JS-1			JS-2		JS-3		JS-4		JS-5	
Distância média de Transporte (km)	1,12			1,55		2,59		4,21		4,49	
Utilização	Maciço/ Fundação			Maciço/ Fundação		Maciço/ Fundação		Maciço/ Fundação		Maciço/ Fundação	
Área Levantada (m ²)	25.000,0			22.500,0		39.600,0		25.200,0		113.200,0	
Volume Utilizável (m ³)	20.500,0			15.975,0		32.076,0		21.168,0		92.824,0	
Sondagem	04	06	09	02	09	03	09	02	03	01	03
LL (%)	26	28	30	28	26	29	29	28	29	28	28
LP (%)	12	15	16	14	15	18	16	15	18	18	15
IP (%)	14	13	14	14	11	11	13	13	11	10	13

% PASSA #4	96	94	99	96	98	97	100	97	98	100	99
% PASSA #10	94	91	92	94	93	93	97	93	93	94	93
% PASSA #40	72	72	74	63	74	76	81	67	69	75	76
% PASSA #200	43	48	59	38	52	44	58	46	45	51	54
Tipo de material	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL
Umidade ótima (%)	11,2	13,2	11,3	12,2	9,7	11,4	12,0	13,4	13,0	12,1	11,3
$\rho_{dm\acute{a}x}$ (g/cm ³)	1,860	1,710	1,885	1,850	1,925	1,895	1,895	1,820	1,915	1,850	1,910
c' (kPa)	-			-			-			22,0	
ϕ' (°)	-			-			-			29,1	
k (cm/s)	$8,7 \times 10^{-7}$			$9,0 \times 10^{-7}$			$6,3 \times 10^{-7}$			$9,2 \times 10^{-7}$	

Tabela 5 - Resultados dos ensaios realizados nos materiais granulares de jazidas (Fonte: Projeto Executivo da Barragem Itapebussu N° 0230/01/02/A, nov., 1998).

Características Gerais	Jazidas					
	JA-1				JP-1	JP-2
Distância média de transporte (km)	0,225				1,63	2,27
Utilização	Filtro/ transições				Rip-rap/ rockfill/ concreto	Rip-rap/ rockfill/ concreto
Área levantada (m ²)	10.000,0				7.500,0	30.000,0
Volume utilizável (m ³)	8.000,0				37.500,0	45.000,0
Tipo de material	Areia fina a média				Gnaisse	Gnaisse/ granitóide
k (cm/s)	$4,2 \times 10^{-3}$	$3,8 \times 10^{-3}$	$6,2 \times 10^{-3}$	$4,9 \times 10^{-3}$	-	-
Abrasão Los Angeles	-				38	37

2.3.4 Estudos Geotécnicos Realizados para o Projeto de Ampliação da Barragem

Para concepção do projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu, foram realizados estudos geotécnicos que consistiram na realização de ensaios de laboratório em amostras de solo deformadas e indeformadas coletadas no maciço da barragem (nas seções correspondentes às Estacas 07 + 0,0 e 17 + 0,00), e em duas das jazidas contempladas no projeto executivo original (JS 03 e JS 04); na realização de sondagens à percussão do tipo SPT no maciço do barramento (no talude de jusante); e sondagens mistas (percussão + rotativas) realizadas no solo de aluvião a jusante da barragem.

Os ensaios de laboratório realizados em amostras indeformadas coletadas no maciço do barramento, no filtro, e em amostras deformadas coletadas nas jazidas foram:

- Ensaios de caracterização geotécnica (granulometria com sedimentação, LL, LP);
- Ensaios de compactação;
- Ensaios de permeabilidade;
- Ensaios de compressão triaxial do tipo CU (adensado e não-drenado).

Além desses ensaios, foram realizados ensaios de permeabilidade in situ nos furos de sondagem SPT e mista. Esses ensaios visam confirmar os resultados dos estudos geotécnicos apresentados no projeto executivo, principalmente para as amostras das jazidas, além da determinação de novos parâmetros geotécnicos não determinados anteriormente, como por exemplo, os parâmetros de resistência ao cisalhamento do material do maciço do barramento. Além disto, os estudos geotécnicos realizados visaram obter informações e parâmetros que caracterizem completamente a estrutura do barramento existente, e o maciço de fundação, tendo em vista o dimensionamento e análises de fluxo e estabilidade de taludes da barragem a serem realizadas.

A Tabela 6 apresenta os resultados dos ensaios laboratoriais realizados com solo do maciço da barragem e das jazidas. Esses ensaios foram realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos e Pavimentação da Universidade Federal do Ceará. A metodologia dos ensaios, assim como as planilhas de cálculo e os resultados encontram-se no Relatório – Ensaio de Laboratório, apresentado nos Anexos ao final do estudo.

Tabela 6 - Resumo dos resultados dos ensaios realizados nos materiais de jazida e do maciço.

Características Gerais			Materiais						
Ensaio			Porcentagem que passa						
Granulometria	#	mm	Jazidas			SOLO/ E7 + 0,0	E17 + 0,0	FILTRO/ E7 + 0,0	FILTRO/ E17 + 0,0
			JS03 Amostra A	JS03 Amostra B	JS04				

		Localização							
		509164; 9553055	509244; 9553175	505170; 9554266					
1"	25,4	100	100	96	100	100	100	100	
3/4"	19,1	100	98	95	100	99	100	100	
1/2"	12,27	99	98	90	99	96	99	99	
3/8"	9,52	98	97	86	98	94	97	98	
No. 4	4,76	92	94	76	93	88	96	95	
No. 10	2,00	82	90	67	84	82	90	90	
No. 30	0,60	65	77	49	64	67	70	72	
No. 40	0,42	61	72	43	60	64	64	67	
No. 50	0,30	52	64	35	53	57	51	53	
No.100	0,15	40	52	25	46	50	25	19	
No.200	0,074	33	44	18	40	45	8	9	
	< 0,005	16	24	7	24	28	-	-	
LL (%)		37	38	NL	40	43	-	-	
LP (%)		19	14	NP	24	23	-	-	
IP (%)		18	24	NP	16	20	-	-	
Cu		-	-	66,7	-	-	5,0	4,75	
Cc		-	-	1,85	-	-	1,01	1,31	
Classificação SUCS		SC	SC	SM	SC	SC	SP	SP	
Umidade ótima (%)		12,0	14,3	11,9	-	-	-	-	
$\rho_{dm\acute{a}x}$ (g/cm ³)		1,840	1,780	1,906	-	-	-	-	
k (cm/s)		$5,1 \times 10^{-7}$	$2,9 \times 10^{-7}$	-	$7,6 \times 10^{-7}$	$5,6 \times 10^{-7}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	
c (kPa)		42,0	65,0	-	75,0	55,0	-	-	
c' (kPa)		15,0	15,0	-	8,0	0,0	-	-	

Características Gerais			Materiais						
Ensaio			Porcentagem que passa						
Granulometria	#	mm	Jazidas			SOLO/ E7 + 0,0	E17 + 0,0	FILTRO/ E7 + 0,0	FILTRO/ E17 + 0,0
			JS03 Amostra A	JS03 Amostra B	JS04				
			Localização						
			509164; 9553055	509244; 9553175	505170; 9554266				
	φ		23,1	25,4	-	23,6	28,5	-	-
	φ		30,8	33,7	-	33,4	36,4	-	-

Na Tabela 7 são apresentados os resultados das sondagens à percussão SPT, das sondagens mistas, incluindo os resultados dos ensaios de permeabilidade in situ realizados. Esses ensaios foram realizados pela empresa Fortsolos Engenharia LTDA. A metodologia dos ensaios, assim como os perfis individuais de sondagens são apresentados no anexo ao final do estudo.

Tabela 7 - Resumo dos resultados obtidos nas sondagens à percussão e mistas realizadas.

Furo	Estaca	Prof. (m)	N _{SPT}	Rec. (%)	Classificação do material	k (cm/s)	Data	Coord. UTM
SP - 01	07 + 0,00	1,00	24	-	Areia silto-argilosa, com pedregulhos, de cor variegada cinza e vermelhada	-	11/02/2015	510827/ 9551506
		2,00	35	-		4,3 x 10 ⁻⁷		
		3,00	35	-		2,9 x 10 ⁻⁵		
		3,55		-	Areia grossa pouco siltosa	-		
SP - 02	17 + 0,00	1,00	22	-	Areia silto-argilosa, com pedregulhos, de cor variegada cinza e vermelhada	-	11/02/2015	510674/ 9551397
		2,00	24	-		3,2 x 10 ⁻⁹		
		3,00	35	-		7 x 10 ⁻⁶		
		3,60		-	Areia grossa pouco siltosa	-		
SM - 01	07 + 0,00	1,00	4	-	Areia siltosa, com	-	10/02/2015	510814/

Furo	Estaca	Prof. (m)	N_{SPT}	Rec. (%)	Classificação do material	k (cm/s)	Data	Coord. UTM
		2,00	6	-	<i>pedregulhos, de cor cinza</i>	$6,2 \times 10^{-10}$		9551516
		2,50		-		-		
		3,00	25/5	-	<i>Areia silto-argilosa, com pedregulhos de quartzo, de cor cinza</i>	-		
		4,00	25/5	-		-		
		5,00	25/5	-		-		
				6,00		60%		
SM - 02	17 + 0,00	1,00	33	-	<i>areia siltosa pedregulhosa de cor cinza</i>	-	12/02/2015	510660/ 9551412
		1,45		-		-		
		2,00	25/5	-	<i>areia silto agilosa pedregulhosa de cor marrom</i>	$1,1 \times 10^{-3}$		
		3,00	25/5	-		-		
		4,00	25/5	-		-		
				5,00		55%		

2.3.4.1 Análises de Fluxo e Estabilidade de Taludes

A nova seção da barragem foi definida a partir das informações topográficas e hidrológicas do projeto executivo, e dos novos estudos realizados. Dessa forma, a seção da barragem ficou definida da seguinte forma: a inclinação do talude de montante foi mantida conforme projeto executivo original, ou seja, em 2,5(H):1,0(V); para o talude de montante, optou-se pela manutenção da inclinação existente após o alteamento proposto para a cota do coroamento, ou seja, foi mantida a inclinação 2,5(H):1(V).

Anteriormente à execução do aterro compactado do alteamento, foi proposta, e considerada, uma escavação superficial de 0,5 m do material do coroamento e do talude de jusante para remoção de materiais contaminados com matéria orgânica, dentre outros, com posterior escavação de bermas com 1,00 m de altura e 2,00m de largura, visando promover uma ligação eficiente do aterro existente, com o aterro a ser executado durante o alteamento da barragem. Com relação ao sistema de drenagem interno, foi definido uma escavação do pé do talude de jusante para que se possa executar, ou se fazer o complemento, desse sistema, e rockfill.

O estudo hidrológico definiu que a altura do alteamento da cota da soleira do sangradouro no projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu foi de 1,15 m, sendo

este valor utilizado para o dimensionamento da seção da barragem. A Figura 3 apresenta a seção-tipo proposta após o dimensionamento da altura da seção conforme se segue:

a) Cálculo da folga da barragem – F

A folga foi calculada como:

$$F = 0,75h_0 + \frac{v_0^2}{2g}$$

onde: F – folga (m); h_0 – altura das ondas (m); v_0 – velocidade das ondas (m/s); g – aceleração da gravidade (m/s^2).

Com Fetch = f = 3,0 km (definido de acordo com a topografia considerando a cota de alteamento da soleira), tem-se:

$$h_0 = 0,75 + 0,34\sqrt{f} - 0,26\sqrt[3]{f} = 1,00 \text{ m (Fórmula de Stevenson)}$$

$$v_0 = 1,5 + 2h_0 = 3,50 \text{ m (Fórmula de Gaillard)}$$

Então:

$$F = 0,75 \times 1,00 + \frac{(3,5)^2}{2 \times 9,81} = 1,37 \text{ m}$$

b) Cálculo da cota coroamento – Cc

A cota do coroamento da barragem foi calculada como:

$$C_c = C_s + R$$

onde: C_s – cota da soleira do vertedouro (m); R – Revanche = $H_0 + F$ (m).

Então:

$$C_c = 117,50 + 1,10 + 1,37 = 119,97 \text{ m}$$

No caso, foi adotada a cota 120,0 m para o coroamento do barramento após o alteamento de 1,15 m da soleira do sangradouro a ser realizada.

c) Altura total do barramento - H_B

A altura do barramento foi calculada como:

$$H_B = C_c - C_t$$

onde: C_c – cota do coroamento (m); C_t – cota do talvegue na seção máxima (m).

Então:

$$H_B = 120,00 \text{ m} - 104,60 = 15,40 \text{ m}$$

d) Largura do coroamento da barragem – B

A largura do coroamento da barragem foi calculada como:

$$B = 1,1\sqrt{H_B} + 1,00 = 1,1\sqrt{15,4} + 1,00 = 5,32 \text{ m}$$

Foi adotada uma largura igual a 6,0 m.

e) Proteção dos taludes

A proteção dos taludes de monte e jusante foi mantida de acordo com o que foi definido no projeto executivo.

SEÇÃO TRANSVERSAL MODIFICADA- ESTACA 7 + 0,00

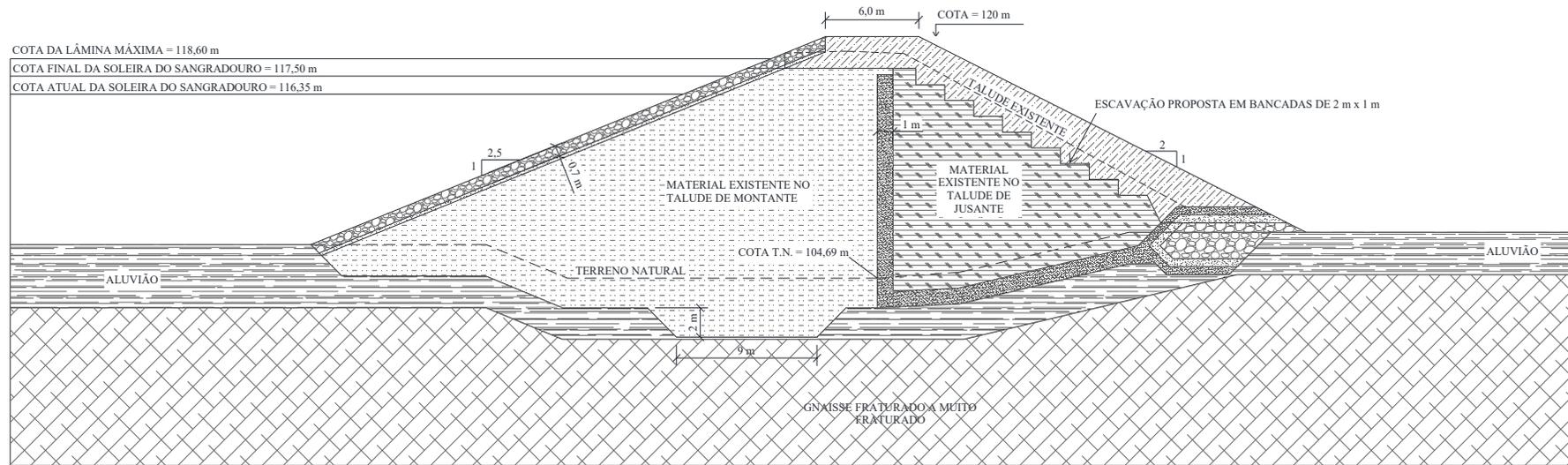


Figura 4 - Seção Tipo – estaca 07 + 0,00 (Seção máxima), com alteamento do maciço.

2.3.4.2 Definição e Estimativas dos Parâmetros

As análises de fluxo e estabilidade de taludes foram realizadas considerando-se os parâmetros geotécnicos obtidos nos ensaios de campo e de laboratório, conforme descrito a seguir:

- a) Para o maciço de montante existente, os parâmetros geotécnicos foram estimados a partir de ensaios de laboratório, considerando os valores médios obtidos;
- b) Para os materiais do filtro (horizontal e vertical) e do dreno de pé de jusante, os parâmetros foram estimados a partir da classificação SUCS do material (Vieira et al 1996), exceto a permeabilidade do material do filtro, que foi determinada a partir de ensaios de laboratório;
- c) Os parâmetros do material da fundação foram estimados a partir dos ensaios in situ (SPT e rotativa) e da literatura de barragens (Vieira et al, 1996);
- d) Os parâmetros do material do maciço de montante e foram estimados a partir dos ensaios in situ (SPT) e de retroanálises realizadas com base nas escavações realizadas para a obtenção das amostras indeformadas. Na definição dos parâmetros de resistência ao cisalhamento dessa zona foram feitas as seguintes hipóteses e considerações:
 - O ângulo de atrito foi estimado em função do valor do N_{SPT} conforme proposição de Teixeira (1996);
 - O valor da coesão foi obtido a partir da retroanálise da situação observada quando da escavação do talude para obtenção das amostras indeformadas quando dos estudos geotécnicos realizados: no caso, observou-se que foi possível a escavação com aproximadamente 1,0 m de profundidade, sem que ocorresse o desmoronamento do talude vertical formado; tendo, portanto, sido aplicada a Teoria de Rankine para o cálculo das tensões ativas, e considerando uma altura crítica igual a 1,0 m, estimou-se que a coesão mínima necessária para que as tensões ativas fossem negativas foi de 5,2 kPa; valor este utilizado para a estimativa da estabilidade dos taludes provisórios formados durante o alteamento da barragem.
- e) Para o solo de jazida a ser utilizado na compactação do aterro de ampliação, foram considerados os parâmetros médios previstos para cada uma das jazidas cujas amostras foram ensaiadas.

A Tabela 8 apresenta um rumo dos parâmetros utilizados nas análises de fluxo e estabilidade de talude realizadas no projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu.

Tabela 8 - Parâmetros utilizados nas análises fluxo e estabilidade de taludes.

Parâmetros	Maciço existente e a mont.	Maciço existente e a Jus.	Filtro	Brita de transição	Enrocamento	Aterro de ampliação	Solo de fundação	Maciço rochoso de fundação
c (kPa)	65,0	-	-	0	0	53,5	-	-
c' (kPa)	4,0	5,2	0	0	0	15,0	0	2
ϕ (°)	26,05	-	-	40,0	40,0	24,25	-	-
ϕ (°)	34,9	35,0	35,0	40,0	40,0	32,25	30,0	35,0
γ (kN/m ³)	20,0	20,0	19,0	19,0	22,0	20,0	19,5	22,0
k (cm/s)	$6,5 \times 10^{-7}$	$9,2 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-3}$	1	1	4×10^{-7}	$1,1 \times 10^{-3}$	$4,6 \times 10^{-6}$
k_h/k_v	10	10	1	1	1	10	1	

2.3.4.3 Definição das Análises

As análises de fluxo e estabilidade foram feitas para a seção transversal correspondente à Estaca 7 + 0,00 (seção máxima da barragem). Essas análises foram feitas para os seguintes estágios de carregamento: escavação superficial do coroamento e do talude de jusante existente; final de construção após alteamento do barramento; regime de operação após o alteamento do coroamento, e; rebaixamento rápido.

Em todas as análises de fluxo o coeficiente de permeabilidade foi considerado como constante em função da sucção mátrica atuante. As análises de estabilidade de taludes foram realizadas utilizando o método de Morgenster & Price (1965) apresentado em Gerscovich (2012).

Como critério de aceitação do comportamento da barragem foram adotadas as recomendações do Manual de Estabilidade de Taludes do Corpo de Engenheiros do Exército Norte-Americano (U.S Army Corp of Engineers, 2003), e da publicação Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas da Eletrobrás (Eletrobrás, 2003), nas quais as barragens de terra devem apresentar:

- Fator de segurança mínimo para a situação de final de construção: 1,4;
- Fator de segurança mínimo para a condição de operação: 1,5;
- Fator de segurança mínimo para a situação de rebaixamento rápido: 1,0 – 1,3.

2.3.4.3.1 Apresentação dos Resultados

ANÁLISE 1 – ESCAVAÇÃO SUPERFICIAL DA BARRAGEM EXISTENTE

Na análise de fluxo foi considerado o nível de água no reservatório na cota de operação especificada no projeto executivo original da barragem, e fluxo permanente estabelecido, que representa uma situação mais conservadora, e, portanto, a favor da segurança.

Na Figura a seguir são mostrados os resultados das análises de fluxo e estabilidade de taludes (talude de jusante) descritas anteriormente para a seção transversal da Estaca 7 + 0,00, para a qual observa-se que para a escavação temporária realizada o fator de segurança dos taludes provisórios é de 1,55, sendo considerado bastante satisfatório.

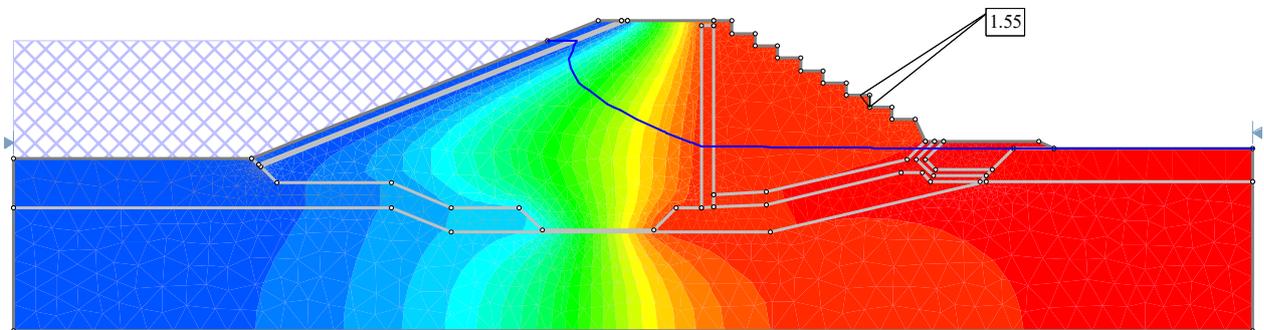


Figura 5 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Jusante após Escavação Inicial - FS = 1,55.

ANÁLISE 2 – FINAL DE CONSTRUÇÃO

As condições de contorno considerando o final de construção do aterro de alteamento foram:

- a) Nível de água a montante igual à cota de operação do reservatório antes do alteamento: condição crítica (Cota = 116,35 m);
- b) Parâmetros geotécnicos para o solo do aterro de ampliação definidos em termos de tensões totais, ou seja, condição não-drenada;
- c) Parâmetros geotécnicos para o solo da estrutura existente definidos em termos de tensões efetivas.

Na Figura 6 e Figura 7 são mostrados os resultados das análises de fluxo e estabilidade de para a seção transversal da Estaca 7 + 0,00, após a execução do aterro de ampliação da barragem. Observa-se que os fatores de segurança obtidos foram de 1,46, e 3,41, para os taludes de jusante e montante, respectivamente, sendo superiores, portanto, ao valor mínimo exigido para esta situação de projeto.

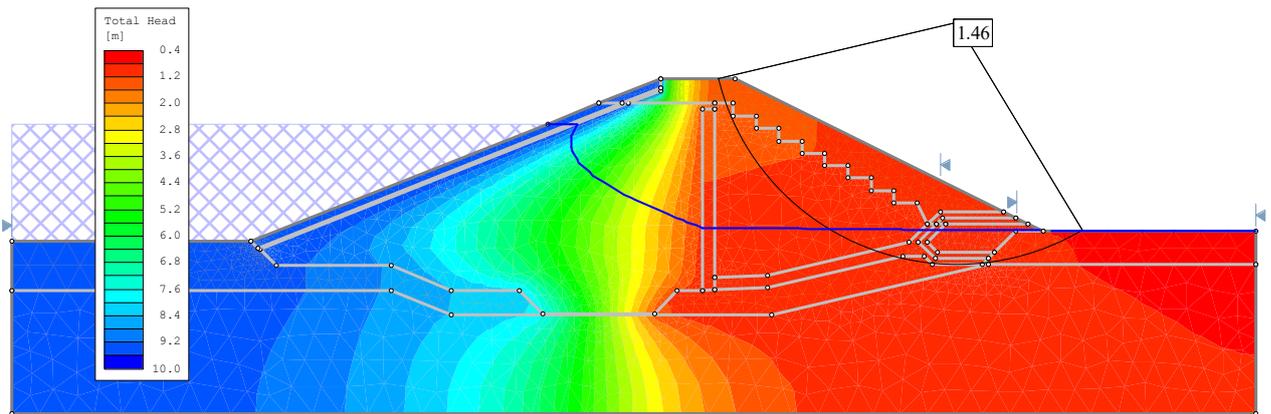


Figura 6 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Jusante no Final de Construção - FS = 1,46

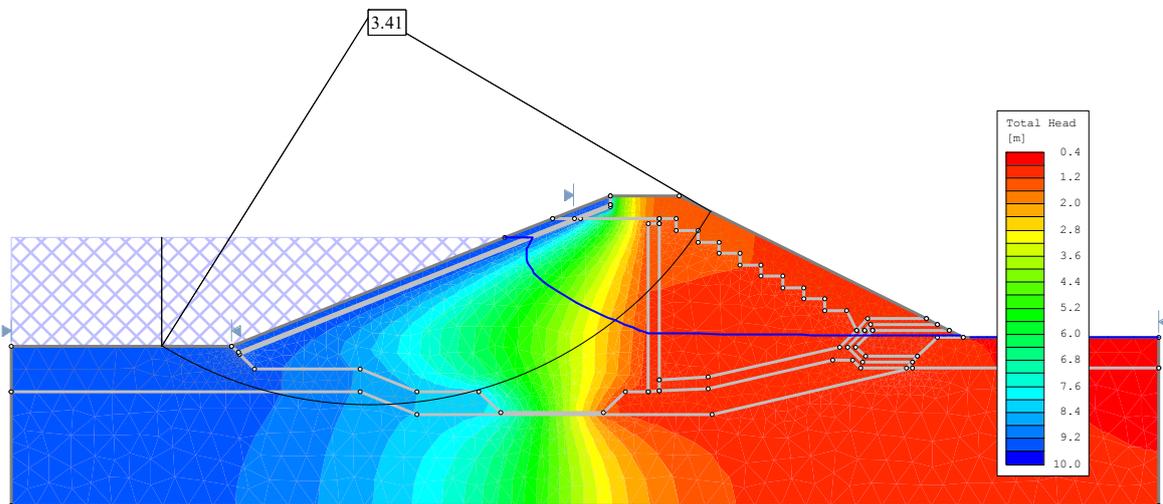


Figura 7 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Montante no Final de Construção - FS = 3,41

ANÁLISE 3 – REGIME DE OPERAÇÃO – REDE DE FLUXO EM REGIME ESTACIONÁRIO

Para a situação de regime de operação com a rede de fluxo em regime estacionário (permanente) foram consideradas as seguintes condições de contorno:

- Nível de água do reservatório igual ao especificado no projeto executivo acrescido de 1,15 m (valor do alteamento da cota da soleira fornecida pela hidrologia);
- Parâmetros de resistência ao cisalhamento dos materiais constituintes do barramento definidos em termos de tensões efetivas;

A Figura 8 mostra os resultados das análises de fluxo e estabilidade de talude (talude de jusante), para a seção transversal da Estaca 7 + 0,00, após a execução do aterro de ampliação da barragem e na condição de regime de operação.

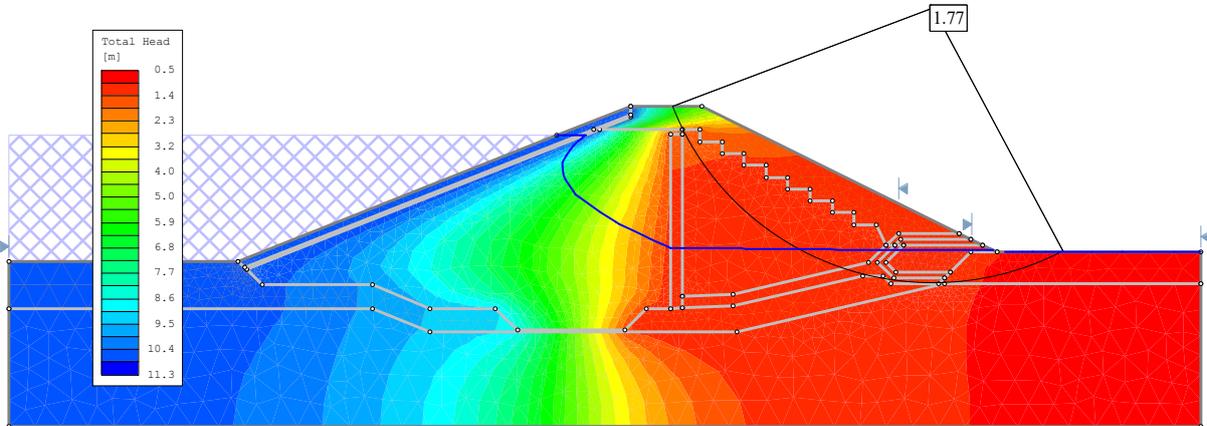


Figura 8 - Rede de Fluxo e Superfície Potencial de Ruptura para o Talude de Jusante em Regime de Operação com Fluxo Permanente - FS = 1,77.

A Figura 9 mostra a distribuição dos valores dos gradientes hidráulicos estimados para a seção transversal modelada na Estaca 7 + 0,00. Considerando que o maciço existente tenha um peso específico submerso igual a 10 kN/m³, observa-se que o gradiente crítico seria de 1,0. Assim, os fatores de segurança na região do fluxo estão superiores a 2,0 no que se refere à ruptura hidráulica.

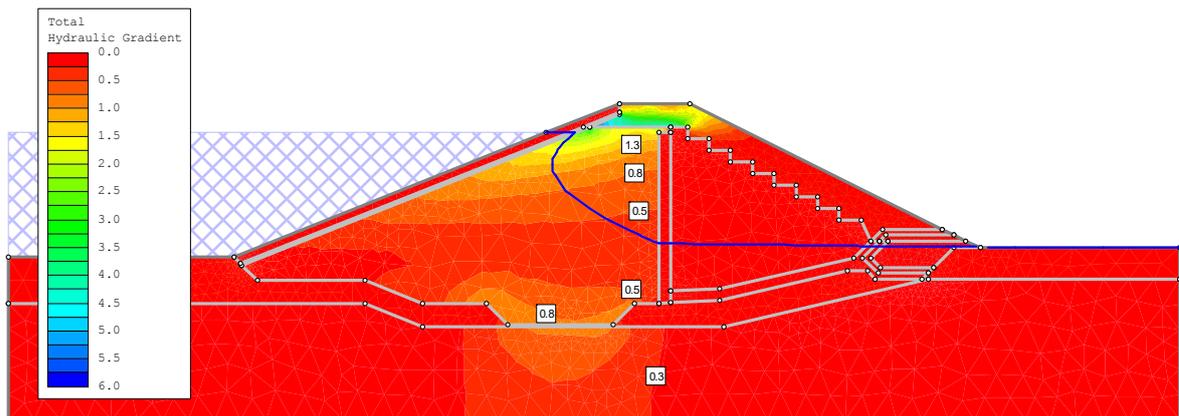


Figura 9 - Distribuição dos gradientes hidráulicos.

ANÁLISE 4 – REBAIXAMENTO RÁPIDO

A análise da estabilidade do talude de montante durante o rebaixamento rápido da barragem foi feita utilizando-se o Método do Corpo de Engenheiros Americano (Corp of Engineers, 1970).

Nesta etapa, na análise de estabilidade, os parâmetros de resistência ao cisalhamento utilizados foram aqueles definidos em termos de tensões totais, uma vez que o material trabalha de forma não-drenado durante o rebaixamento rápido.

A Figura 10 mostra a linha de fluxo estabelecida na condição do rebaixamento do nível d'água e o resultado da análise de estabilidade (talude de montante), mostrando que o fator de segurança obtido de 2,07 encontra-se acima dos valores mínimos exigidos para esta situação de projeto.

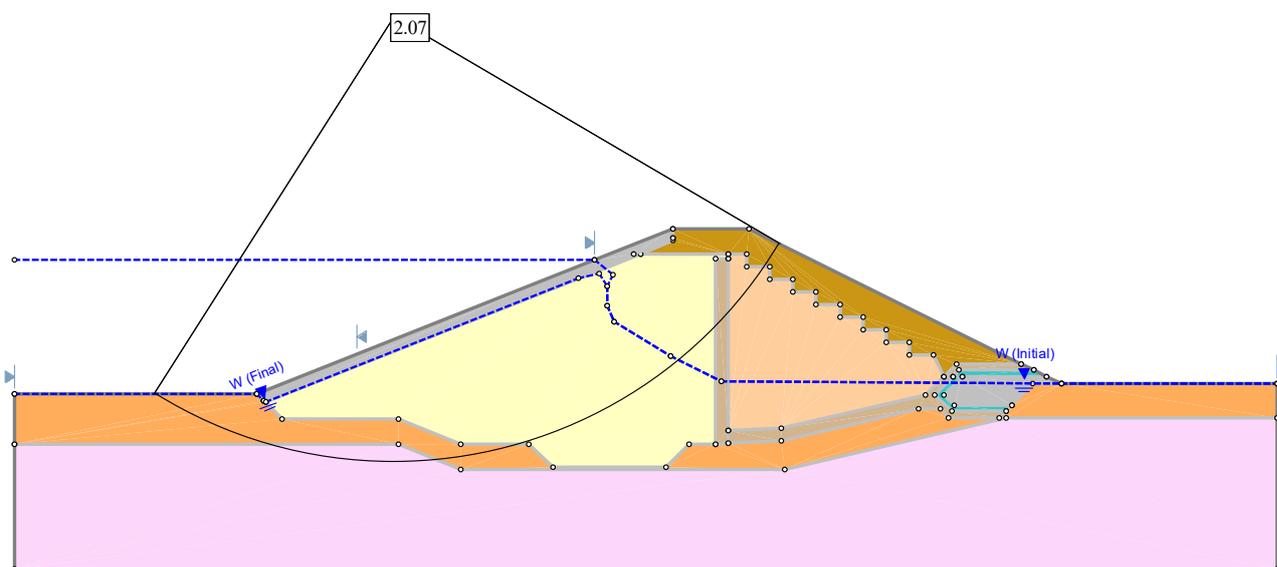


Figura 10 - Rede de fluxo e superfície potencial de ruptura para o talude de montante na condição crítica de rebaixamento rápido segundo o método Corp of Engineers (1970) - FS = 2,07

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES GERAIS

As análises de fluxo e estabilidade de taludes, mostraram que, para as condições e hipóteses consideradas a respeito dos parâmetros geotécnicos dos materiais, e geometria da seção, que a barragem apresenta condições de estabilidade satisfatória, expressas pelos fatores de segurança apresentados na Tabela 9 para a sua seção de máxima altura.

Tabela 9 - Resumo das análises de estabilidade da barragem.

Análise	Talude de montante	Talude de jusante
Análise 1 – Escavação superficial da barragem existente	-	1,55
Análise 2 – Final de construção	3,41	1,46

Análise 3 – Regime de operação – rede de fluxo em regime estacionário	-	1,77
Análise 4 – Rebaixamento rápido	2,07	-

Os resultados obtidos e apresentados na Tabela 9 podem ser estendidos às demais seções, uma vez que a situação analisada no presente relatório corresponde à situação mais crítica em termos de fluxo e estabilidade de taludes.

Em virtude de se tratar de um projeto de ampliação, recomenda-se que sejam previstos alguns dispositivos de instrumentação para monitoramento do comportamento da barragem. A instalação de e piezômetros (PZ) é recomendada afim de acompanhar o desempenho do sistema de drenagem interna e aferir os resultados das análises realizadas. Neste caso, recomenda-se a instalação desses dispositivos à montante e à jusante do filtro vertical, conforme ilustrado no croqui apresentado na Figura 10.

As medidas dos níveis de água nestes dispositivos (PZ) devem ser realizadas periodicamente, no mínimo uma leitura, a cada quinze dias. Em períodos chuvosos, a frequência de leitura deve ser aumentada, para uma leitura por semana. As informações levantadas nestas leituras devem ser devidamente enviadas ao projetista para interpretação, e avaliação das análises feitas para o projeto.

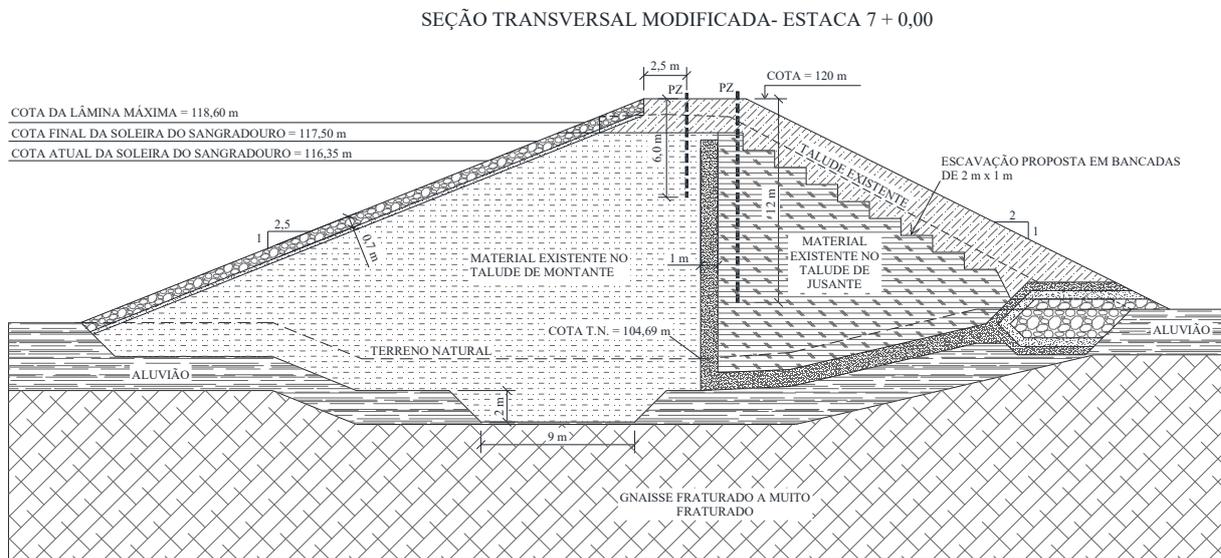


Figura 11 – Sugestão de instrumentação na Estaca 7 + 0,00

2.3.5 Descrição das Características Geológica-Geotécnica da Fundação do Vertedouro

De acordo com o projeto executivo original da Barragem de Itapebussu, foram realizadas quando do seu projeto e construção investigações de campo ao longo de todo eixo barrável e na região do vertedouro. Na região do vertedouro, foram executadas três sondagens mistas, denominadas SM 06, SM 07 e SM 08, conforme descrito no projeto executivo original.

Em toda área de implantação do vertedouro, essas investigações, indicaram a ocorrência de rocha tipo granitóide bastante fraturada, com grau de faturamento entre F3 e F4, sobreposta por uma camada de solo de alteração e/ou coluvião com espessura de 1,50 m. A jusante deste, no trecho correspondente ao canal de fuga foi observado um afloramento de rocha medianamente alterada. A condutividade hidráulica do maciço rochoso, medida por meio dos ensaios in situ realizados durante a realização das sondagens mistas, foi da ordem de 10^{-4} cm/s. Para elaboração do projeto de alteamento do maciço da barragem, foi feito também uma alteração do vertedouro, tanto em termos de cotas, quanto de geometria. O vertedouro existente que é do tipo soleira espessa, passará a ser do tipo Creager no projeto de alteamento da barragem.

Para o projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu, além dos novos estudos hidrológicos e topográficos realizados, foram feitas visitas de campo para conhecimento da obra existente, assim como detalhamento e definição dos estudos complementares a serem realizados. As figuras apresentadas a seguir ilustram a situação atual da obra na área do vertedouro, onde pode-se observar o seguinte: no canal de aproximação do vertedouro e no canal de fuga observa-se a ocorrência de blocos rochas tipo granitoide aflorantes, com vegetação rasteira e solo arenoso assoreando as calhas; na ombreira esquerda o maciço rochoso apresenta-se bastante fraturado, com descontinuidades perpendiculares ao eixo do vertedouro com mergulho voltado para o interior do maciço, taludes negativos e a presença de vegetação.

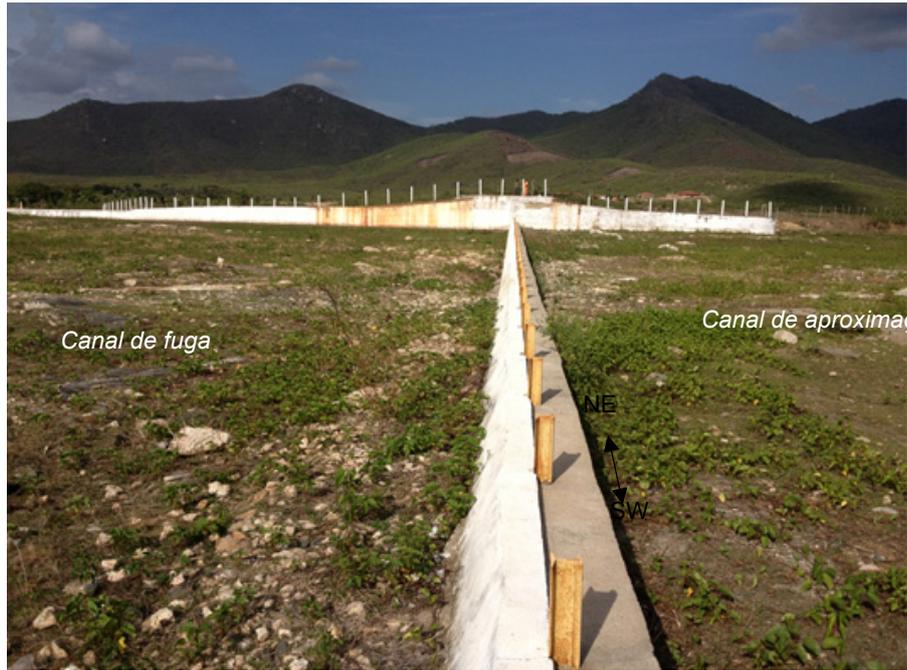


Foto 1 -Vista geral do vertedouro SW – NE (02/02/2015).



Foto 2 - Vista da calha do vertedouro à jusante (canal de restituição), (02/02/2015).



Foto 3 - Vista da calha do vertedouro à montante (canal de aproximação), (02/02/2015).



Foto 4 - Vista do encontro do vertedouro com a parede do maciço (02/02/2015).



Foto 5 - Vista de jusante do encontro do vertedouro com a parede do maciço (02/02/2015).

2.3.5.1 Recomendação para Tratamento da Fundação do Vertedouro e dos Taludes dos Canais de Fuga e Aproximação

A partir das condições de fundação descritas no projeto executivo e sintetizadas no item anterior, recomenda-se o seguinte tratamento de fundação para o vertedouro:

- a) Remoção total do vertedouro existente;
- b) Regularização da superfície da fundação, seguida por limpeza com jato de ar e água e preenchimento das irregularidades com calda de cimento, argamassa ou concreto dental;
- c) Execução de uma cortina de injeções de impermeabilização no maciço de fundação, com o objetivo de eliminar, ou diminuir a percolação por baixo do vertedouro, evitando assim, eventuais problemas de estabilidade externa devido à ação de elevadas sub-pressões de água no contato fundação – vertedouro.

A cortina de injeções proposta poderá ser iniciada com os furos primários de 6,00 m de profundidade, espaçados a cada 12,00 m, seguida por furos secundários adjacentes com 4,00 m de profundidade e espaçados a cada 6,00 m, e prosseguir fechando o espaçamento nos pontos onde os ensaios de perda de água e absorção de cimento recomendarem.

Nos trechos da calha do vertedouro, correspondentes ao canal de aproximação e de fuga, ou seja, à montante e à jusante do vertedouro, recomenda-se um tratamento

superficial, com a remoção da vegetação e do solo, remoção dos blocos soltos, em seguida, regularização da superfície com concreto dental.

No contato do vertedouro com o maciço rochoso na ombreira esquerda, recomenda-se a execução de um muro de concreto com 0,50 m de espessura e extensão de 50,00 m para montante e para jusante.

2.3.5.2 Especificações Gerais

Quanto da execução da cortina de injeções, recomenda-se que os serviços sejam executados de acordo com as seguintes etapas e recomendações:

- a) Execução e injeção de dois furos rotativos exploratórios espaçados de 45 m, com retirada de testemunhos e ensaios de perda d'água em trechos de 3,0 m e com profundidade de 3,0 m abaixo do limite previsto para o tratamento.
- b) Execução e injeção de furos primários espaçados a cada 12,0 m;
- c) Análise dos resultados de consumo de cimento nos furos primários e definição dos locais com necessidade de furos secundários.
- d) Execução e injeção dos furos secundários adjacentes aos furos primários com maiores consumos de cimento;
- e) Análise das execução e injeção de furos secundários: caso algum furo secundário apresente consumos de cimento considerados grandes, deverá ser avaliada a necessidade de reforço do tratamento com furos terciários.
- f) Os furos serão executados a partir do topo rochoso, após a remoção do vertedouro existente e limpeza superficial com jato de ar e água limpa;
- g) O trecho a ser injetado será perfurado com perfuratriz rotativa e o furo deverá ter um diâmetro mínimo de 2 1/2";
- h) O furo será executado em toda a sua profundidade prevista, para posterior injeção, pelo processo ascendente: caso se mostre inviável a obturação devido às características da rocha (fraturada, alterada, etc), a injeção deverá ser descendente;
- i) Imediatamente antes da injeção, o furo deverá ser lavado com jatos de ar ou água limpa até que a água de lavagem saia isenta de impurezas perceptíveis por meios visuais ou táteis;
- j) A pressão manométrica de injeção a ser aplicada será $P = 0,25H$, sendo "P" a pressão em kgf/cm^2 e "H" a profundidade em metros, contada da boca do furo

até a posição do obturador. Após os primeiros resultados poderá ser estudada a conveniência ou não de alterar a pressão de injeção.

- k) As dosagens da calda de cimento e água será dada pela reação água:cimento de 0,7:1 (fator de sedimentação 95%) em peso, ou mesmo calda 1:1 com adição de 1% de bentonita (fator de sedimentação 90%)

2.3.6 Levantamento Topográfico

Os serviços de campo apresentados desenvolveram-se durante os períodos de 22 de janeiro de 2015 à 30 de janeiro de 2015, e entre 01 de abril de 2015 e 28 de abril de 2015, onde foram executadas as atividades de reconhecimento da área; identificação de marcos de delimitação da Área de Preservação Permanente (APP), identificação de vértices geodésicos e de Referências de Nível (RN's) pertencentes à Rede Geodésica do Sistema Cartográfico do IBGE, transporte de RN e levantamento planialtimétrico e cadastral. Todas as operações de campo e de escritório foram realizadas de procedimentos automatizados com equipamentos modernos de medição como GPS L1/L2 - RTK (Real Time Kinematics) bem como o processamento feito em softwares específicos de topografia e desenhos elaborados em CAD.

2.3.6.1 Objetivo

O objetivo do levantamento topográfico foi fornecer dados e informações topográficas essenciais a serem utilizadas no diagnóstico da situação atual do Açude Itapebussu assim como para a elaboração do projeto de ampliação.

2.3.6.2 Fase de Execução dos Trabalhos

- Transporte de RN

O ponto de partida para o transporte de cotas foi a estação de referência de nível 1681E do IBGE localizada próximo ao distrito de Itapebussu, partiu-se com cota de 150,328m. A partir deste ponto foi realizado o nivelamento e contranivelamento geométrico em um trecho de 9,00Km até o marco M01 e M02, localizados na ombreira direita da barragem, com cotas 123,815m e 124,064, respectivamente.

- *Locação de Pontos GPS e Materialização de Marcos*

Inicialmente implantamos na área do levantamento, dois marcos de apoio básico, que denominamos M01 e M02, onde foram transferidas as coordenadas e cotas para controle e apoio aos demais trabalhos topográficos.

Para transferência das coordenadas para o marco de apoio básico utilizamos equipamento Receptor GNSS (Global Navigation Satellite System), tipo geodésico de dupla frequência (L1/L2), com tempo de rastreio 4 horas e 22 min para o M01 e 4

Horas E 15 Minutos para M02. Após descarregarmos os dados obtidos do rastreamento estes foram ajustados através da triangulação clássica com dados obtidos de duas estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS) a saber: CEEU e BRFT, cujos os relatórios encontram-se em anexo. Triangulando os dados de campo com os dados da RBMC O processamento desses dados para amarração ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) foi realizado através do Software Topcon Tools Ver. 7.5.1, com relatório de processamento apresentado em anexo.

O transporte de cotas para o marco de apoio básico também foi realizado com nivelamento geométrico. As qualidades obtidas para as observações após processamento e ajuste de rede foram para Ponto M01 e M02:

Tabela 10 – Precisão do processamento do marco M01.

PRECISÃO						
NOME	dN(m)	dE(m)	dZ(m)	North RMS(m)	East RMS(m)	Vert RMS(m)
BRFT-M01	19,807,888	52,846,351	-93,061	0,011	0,018	0,031
CEEU-M01	-19,796,671	-52,845,937	92,933	0,012	0,014	0,030

Tabela 11 - Precisão do processamento do marco M02.

PRECISÃO						
NOME	dN(m)	dE(m)	dZ(m)	North RMS(m)	East RMS(m)	Vert RMS(m)
BRFT-M2	19,770,453	52,802,796	-93,369	0,013	0,011	0,032
CEEU-M2	-19,759,231	-52,802,398	93,305	0,013	0,013	0,032

Tabela 12 – Quadro resumo dos marcos de apoio geodésico.

QUADRO RESUMO DOS MARCOS DE APOIO			
NOME	Este(m)	Norte(m)	Elevação(m)
M01	510.932,709	9.551.589,492	123,815
M02	510.976,206	9.551.626,928	124,064

A locação dos pontos foi materializada através da implantação de dois marcos de concreto localizados na ombreira direita do eixo barrado.



Foto 6 - Marco 01 e Marco 02.

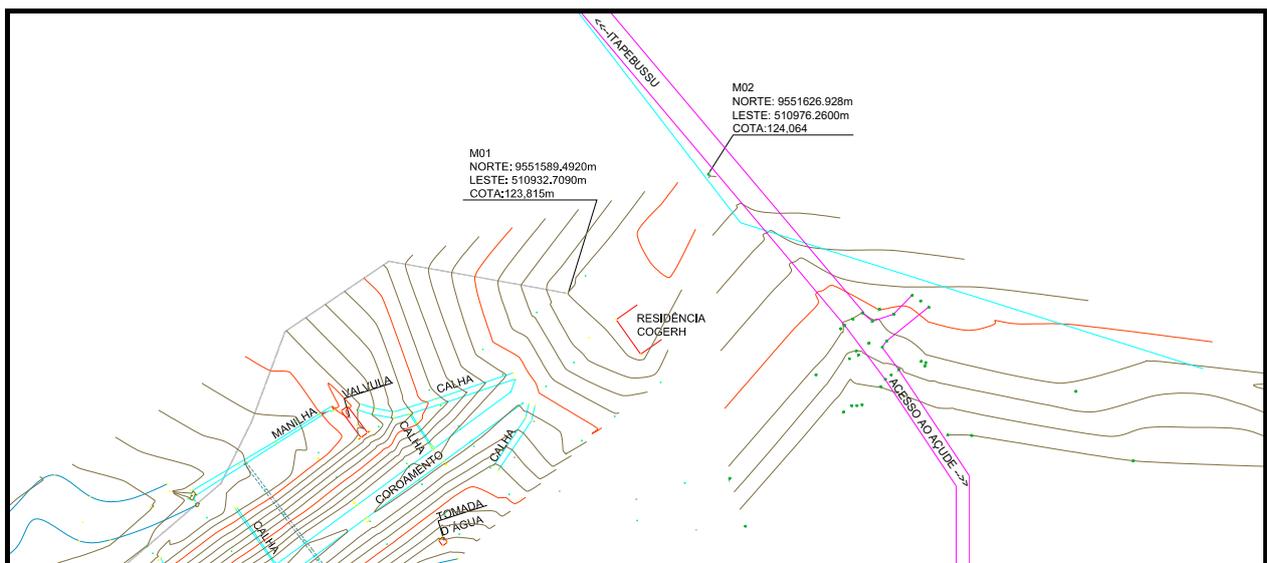


Figura 12 – Locação dos marcos M01 e M02.

- *Levantamento topográfico e cadastral*

Com a implantação das referências planialtimétricas foi executado o trabalho de levantamento em campo com equipamento tipo GPS Geodésico RTK sendo coletados os pontos notáveis do terreno, edificações, cercas e demais pontos que julgamos necessários a boa caracterização da área do reservatório. Foi realizado locação e nivelamento de seções do barramento, sangradouro e ao longo da poligonal de contorno, perfazendo uma extensão linear total levantada de 35,36Km.

Como o objetivo do projeto é o alteamento do barramento, é de imprescindível o conhecimento topográfico da área a ser inundada. Como a cota de soleira projetada é 115,50, foi realizado levantamento e nivelamento de eixos entre as cotas 116 e 119, sendo, desta forma, possível traçar as curvas de níveis 116, 117, 118 e 119.

- **Histórico e Situação Atual da Obra**

O açude Itapebussu foi concluído em 2006, tendo atingido sua capacidade máxima nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011. Após a conclusão, verificou-se que a obra não foi executada conforme projetado, sendo identificadas as seguintes divergências:

Largura do coroamento conforme projeto executivo: 6,00m

Largura do coroamento executado: 7,60m

Revanche conforme o projeto executivo: 2,50m

Revanche executada: 3,00m

De acordo com o projeto executivo elaborado pela empresa Água do Nordeste do Brasil Ltda – ANB, a capacidade de acumulação do açude em tela é de $9,0 \times 10^6 \text{m}^3$. Em agosto de 2010 a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, elaborou um parecer técnico o qual diz que: “o projeto executivo previa uma capacidade de armazenamento de $9,0 \times 10^6 \text{m}^3$ na cota de sangria 115,50m. Mas a batimetria realizada pela COGERH em 2010 comprovou que a barragem armazena em sua cota de sangria um volume de $6,30 \times 10^6 \text{m}^3$.”

Diante das informações divergentes e das constantes reivindicações da população no sentido de que se aumente a capacidade do reservatório, a Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, contratou esta empresa para o desenvolvimento do projeto executivo para Ampliação do Açude Itapebussu. Através das vistorias de campo e após análises dos dados do levantamento topográfico, foi possível determinar a real situação do açude Itapebussu.

A supeita inicial dos moradores locais era de que o açude teria sido construído aquém de suas dimensões de projeto. Tal suposição foi reforçada principalmente pela largura do coroamento que, pelo projeto executivo, deveria ser de 6,00m, mas foi construído com 7,60m, o que representaria, de acordo com as inclinações dos taludes, uma redução de pelo menos 0,40m na altura do coroamento. Outra irregularidade observada foi à revanche do sangradouro. Conforme o projeto executivo, esta deveria ser de 2,50m, contudo, ao final da obra ficou com 3,00m. Desta forma, analisando-se tais informações de forma isolada, tudo indicava que, realmente o açude havia sido construído “menor” do que o projetado. Tal ideia foi corroborada em 2010, após a emissão do relatório da COGERH indicando que a capacidade do reservatório era cerca de 30% menor do que o projetado.

Diante disto, a população, por conta própria, executou um alteamento de 0,50m da soleira do vertedouro. Contudo, após o processamento das informações do levantamento topográfico, foi verificado que, na realidade, a cota do coroamento era

118,90 e a cota da soleira do vertedouro 116,35m, ou seja, 0,90m e 0,85m acima das cotas de projeto, respectivamente. Como a cota de soleira do sangradouro havia sofrido um incremento de 0,50m, sua cota real antes da intervenção da população local era 115,85, ou seja 0,35m acima da cota de projeto. No anexo deste estudo é apresentado planta de sobreposição das seções projetada e existente onde é possível confirmar que o açude realmente foi construído em uma cota mais alta que a de projeto. Diante de tais constatações surge uma dúvida: Se o reservatório foi construído “maior” do que o projetado, como o volume acumulado é menor do que o previsto em projeto?

Comparando-se as áreas das curvas levantadas (116, 117, 118 e 119) com as áreas das curvas do projeto executivo, pôde-se constatar que o volume projetado foi superestimado.

Tabela 13 – Tabela de áreas das curvas de níveis.

Cota (m)	Área do Projeto Executivo (m²)	Área Levantada em 2015 (m²)
116	2.616.000,00	2.124.613,00
117	3.076.200,00	2.612814,00
118	3.541.500,00	3.090.977,00
119	4.196.700,00	3.614.500,00



Foto 7 - Barramento Existente.



Foto 8 - Tomada d'água (montante).



Foto 9 - Tomada d'água (jusante).



Foto 10 - Marcos de demarcação da área de preservação.



Foto 11 - Registro de manobra da tomada d'água.



Foto 12 - Marco 01.



Foto 13 - Foto aérea do açude.



Foto 14 - Foto aérea do açude.



Foto 15 - Marco 02



Foto 16 - Foto aérea do açude.

2.3.7 2.3.7 Dimensionamento Hidrológico

2.3.7.1 Redimensionamento do Reservatório

O redimensionamento da capacidade de regularização do açude Itapebussu foi realizado através da solução direta do balanço hídrico anual do reservatório, utilizando o modelo de simulação paramétrico baseado na teoria do diagrama triangular de regularização. As premissas utilizadas cumprem os requisitos e etapas para o estudo hidrológico de um açude interanual, segundo o mesmo autor:

1. Estimar as estatísticas do regime do curso d'água afluente ao reservatório;
2. Elaborar um estudo incremental do tamanho do açude, analisando ganhos e perdas ao variar a capacidade projetada do reservatório;
3. Selecionar a capacidade do reservatório que melhor atende aos objetivos da barragem;

2.3.7.1.1 Metodologia

As curvas de regularização do reservatório foram obtidas pela solução direta da equação do balanço hídrico. A implementação computacional utilizada neste estudo é baseada no trabalho original de CAMPOS (1990)¹, empregando o sistema REDERES 2.01, codificado por NILO DE CARVALHO JÚNIOR (1998, 2006)². A equação do balanço hídrico de um reservatório pode ser dada por

$$Z_{t+1} = Z_t + I_t - \frac{A_{t+1} + A_t}{2} E - M - S_t$$

sendo:

$$S_t = \max(B - K; 0)$$

$$B = Z_t + I_t - \frac{A_{t+1} + A_t}{2} E - M$$

Em que:

Z_t = volume armazenado no início do ano t ;

I_t = volume afluente ao reservatório durante o ano t ;

A_t = área do espelho d'água no início do ano t ;

E = lâmina evaporada durante o ano t , suposta constante ao longo dos anos;

K = capacidade do reservatório;

S_t = volume perdido por sangria durante o ano t .

Parametrizando a geometria da bacia hidráulica por:

$$Z(h) = \alpha \cdot h^3 \quad \text{e} \quad A(h) = 3 \cdot \alpha \cdot h^2,$$

h - altura d'água

α - fator de forma (obtido por regressão entre z e h^3)

Supondo um modelo mutuamente exclusivo, com volume contínuo e uma série de vazões afluentes com uma extensão de 2000 anos, seguindo uma distribuição Gama de 2 parâmetros, pode-se resolver a equação de balanço hídrico:

estabelece-se um valor inicial para a retirada M ;

¹ CAMPOS, J.N.B., 1990. Regularização de Vazões em Rios Intermitentes: Tese para Concurso de Professor Titular. UFC.

² NILO DE CARVALHO JUNIOR, V. Sistema Rederes V2.01 - Simulação de Rede de Reservatórios Para Avaliação da Influência da Pequena Açudagem Na Regularização de Vazões Em Bacias do Semi-Árido. Software. 2006.

considera-se um volume inicial igual $\text{MIN}(0,5.K; 0,5. \mu)$;

Calcula-se

$$ZU = Z_t + I_t p / Z_t + I_t - K$$

$$ZU = K \quad \text{caso contrário}$$

$$DS = \text{MAX}(Z_t + I_t - K; 0)$$

onde ZU é o volume armazenado no final da estação e DS o volume sangrado no ano t;

Calcula-se o volume no fim da estação seca (início do próximo ano) por:

divide-se M e E em L partes;

retirada da reserva, se disponível, de M/L

ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

$$Z_2 = Z_1 - M / L \text{ se } Z_1 - M / L > Z_{MIN}$$

$$Z_2 = Z_{MIN} \text{ caso contrário (ANO FALHO)}$$

$$Z_{MIN} = \text{MAX}(0,05.K; 0,20. \mu)$$

VOLUME UTILIZADO

$$D_M = Z_1 - Z_2$$

ATUALIZAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO

$$h_2 = \left(\frac{Z_2}{\alpha} \right)^{1/3}$$

c) retirada da reserva, se disponível, de E/L

ATUALIZAÇÃO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO

$$h_3 = h_2 - E / L \text{ se } h_2 - E / L \geq 0$$

$$h_3 = 0 \text{ caso contrário}$$

ATUALIZAÇÃO DO VOLUME ARMAZENADO

$$Z_3 = \alpha . h_3^3$$

VOLUME UTILIZADO

$$D_E = Z_3 - Z_2$$

d) retorna-se a b) até completar as L fases da integração.

5. Prossegue-se com os passos 3 e 4 até que se complete os 2000 anos da série gerada, totalizando os volumes evaporado, sangrado e liberado;

6. Concluído os 2000 anos, verifica-se se a frequência de falha está entre 9,95 e 10,05 %, ou se o erro em retirada é menor do que 0,5 unidades. Caso afirmativo aceita-se o valor de M, caso contrário atribui-se novo valor de M e retorna-se a 1.

2.3.7.1.2 Resultados

O dimensionamento hidrológico do reservatório tem o objetivo de fornecer as alternativas de capacidade útil associadas à uma garantia anual definida para a regularização de vazões (90%, no caso). Os resultados obtidos servem de base para uma análise dos custos prospectivos do empreendimento face aos seus benefícios esperados. Adiante são apresentados os valores básicos dos parâmetros adotados neste projeto, derivados da climatologia, do estudo do regime de vazões e da análise da geometria da bacia hidráulica do açude.

Dados de entrada do modelo

Área da bacia hidrográfica: 75,7 km²

Deflúvio médio = 237,2 mm

Vazão média = 0,57 m³/s

$\mu = 17,976 \text{ hm}^3/\text{ano}$

$\alpha = 5256,7$

$$f_E = 0,8 \times E \times \sqrt{\frac{\alpha}{\mu}}$$

Evaporação na estação seca = 1128,3 mm

$f_E = 0,245$

$C_v = 0,97$

Note que a evaporação foi calculada como $0,8 \times \text{Evap_Livre}$ entre os meses de agosto e dezembro.

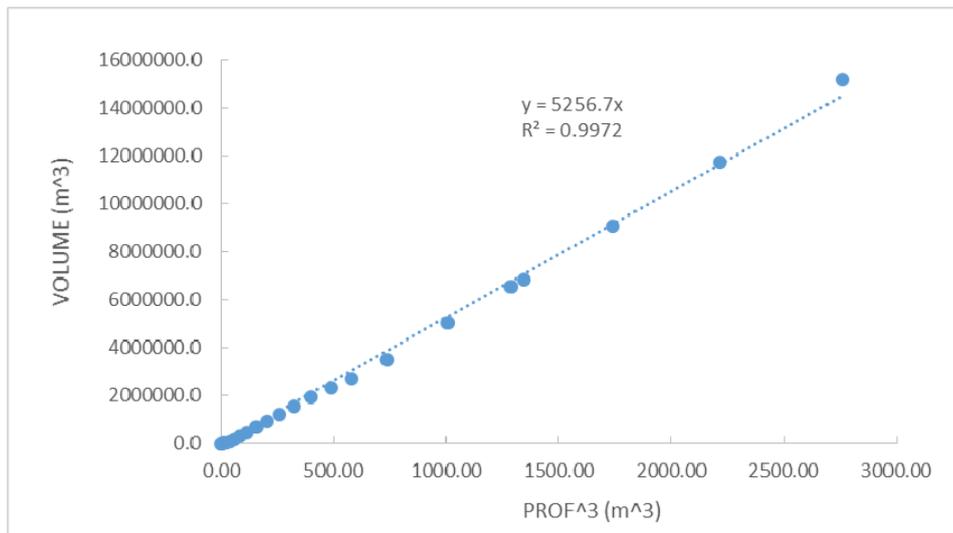


Figura 13 – Cálculo do parâmetro de forma da bacia hidráulica (α)

A faixa de valores escolhida para análise da regularização para redimensionamento da nova capacidade útil do reservatório partiu de uma profundidade próxima da situação atual de projeto ($H_{max} = 10.9\text{m}$) até uma profundidade máxima de 14m. Os valores obtidos em todas as simulação são listados na tabela a seguir. Como descrito na

metodologia, a repartição dos volumes afluentes esperados para o reservatório entre evaporação, sangria e liberação permitem compreender sinteticamente o impacto do redimensionamento (aumento do volume útil) na nova realidade de operação na situação projetada.

Tabela 14 – Valores resultantes do estudo incremental de capacidades – barragem Itapebussu.

Cota (m)	Prof. (m)	Evp (hm³/ano)	Evp (%)	Sng (hm³/ano)	Sng (%)	Lib (hm³/ano)	Lib (%)	K (hm³)	K	M (hm³/ano)	Q90 (m³/s)
115.85	10.88	1.379	7.7	13.924	77.5	2.673	14.9	6.554	0.36	2.770	0.088
116.00	11.03	1.420	7.9	13.786	76.7	2.770	15.4	6.840	0.38	2.870	0.091
116.35	11.38	1.559	8.7	13.372	74.4	3.045	16.9	7.747	0.43	3.153	0.100
117.00	12.03	1.729	9.6	12.828	71.4	3.419	19.0	9.040	0.50	3.538	0.112
117.25	12.28	1.814	10.1	12.522	69.7	3.640	20.3	9.734	0.54	3.766	0.119
117.50	12.53	1.887	10.5	12.265	68.2	3.823	21.3	10.341	0.58	3.959	0.126
117.75	12.78	1.963	10.9	12.003	66.8	4.010	22.3	10.973	0.61	4.155	0.132
118.00	13.03	2.051	11.4	11.702	65.1	4.223	23.5	11.739	0.65	4.379	0.139
118.25	13.28	2.110	11.7	11.458	63.7	4.408	24.5	12.311	0.68	4.579	0.145
118.50	13.53	2.182	12.1	11.174	62.2	4.620	25.7	13.020	0.72	4.802	0.152
118.75	13.78	2.258	12.6	10.893	60.6	4.825	26.8	13.755	0.77	5.023	0.159
119.00	14.03	2.396	13.3	10.392	57.8	5.188	28.9	15.128	0.84	5.410	0.172

Lib - VOLUME LIBERADO

Sng - VOLUME SANGRADO

Evp - VOLUME EVAPORADO

K = capacidade do reservatório

dM/dK = ganho de regularização com o aumento de capacidade do reservatório

Q90 = vazão regularizada com 90% de garantia

A eficiência hidrológica do reservatório é demonstrada pelos ganhos relativos de regularização à medida que se eleva a cota da soleira. A partir da cota 116,

aproximadamente, que representa um máximo local para a taxa de aumento de regularização com a capacidade, há um pequeno decréscimo. Porém, há uma tendência geral média positiva de $0.314 \text{ hm}^3/\text{ano}/\text{hm}^3$ para dM/dK à medida que se aumenta a capacidade do açude, (figura abaixo).

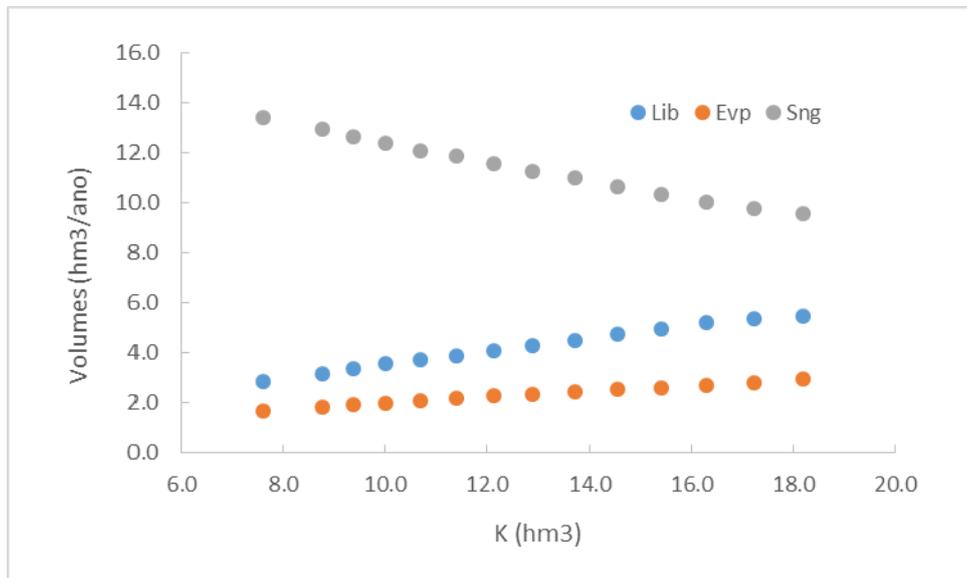


Figura 14 – *Repartição dos Volumes afluentes versus capacidade máxima do açude Itapebussu.*

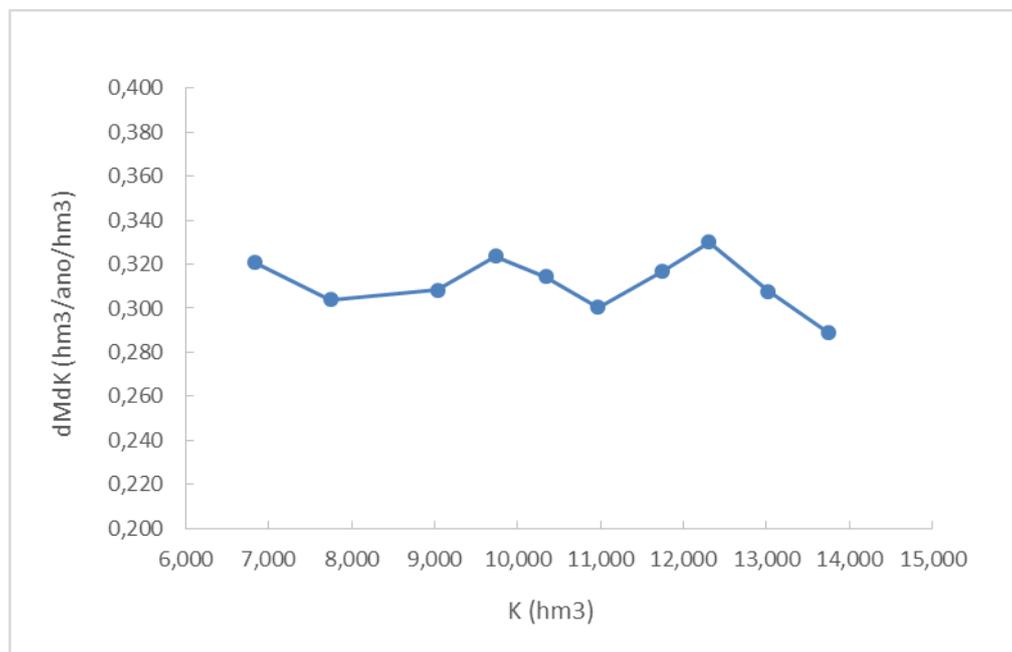


Figura 15 – *Variação da liberação (M) como a capacidade útil máxima (K).*

A faixa de capacidade máxima K imediatamente acima da cota de sangria atual, entre 116.4 e 117.5m (profundidades no intervalo 11.4 – 12.5m) é viável em termos rendimento hidrológica. Os adicionais de regularização ao se elevar as cotas de

sangria para 117,0 e 117,5 são, respectivamente, de 28% e 43% em relação ao fornecido pela situação atual. Enfatiza-se que este não é o único aspecto a ser considerado na decisão de aumentar a altura da barragem. Observa-se que não há indício de diminuição da eficiência hidrológica até atingirmos a profundidade de 13.3m (cota 118.25m). Por outro lado, para precisar a cota final de sangria, os resultados desta etapa do estudo devem ser integrados às outras restrições do projeto, que incluem, dentre outras, a abrangência da superfície inundada e os custos totais das obras necessárias.

2.3.7.2 Redimensionamento do Vertedouro

A análise que segue trata dos cenários prováveis de cheias na bacia hidrográfica do Rio São Gonçalo na seção do Açude Itapebussu. Para análise destes extremos hidrológicos é necessário predefinir os tempos de retorno adequados para computar os hidrogramas afluentes de projeto. Teoricamente, a quantificação destes eventos pode ser realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) ou com base na precipitação (métodos indiretos). No caso do presente trabalho foi adotada uma abordagem baseada na série de precipitações devido à amostra limitada de medidas de vazão para um estudo desta natureza.

Nas análises do dimensionamento do sangradouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1.000 anos, calculando-se a laminação correspondente para cada alternativa de sangradouro, fornecendo, finalmente, elementos suficientes para a determinação da cota de coroamento da barragem. A cheia decamilenar servirá apenas para verificar a condição de não galgamento da barragem, isto é, não considerando folga para esta frequência de cheia. A partir destes princípios, apresentam-se neste capítulo as alternativas para redimensionamento do sangradouro.

2.3.7.2.1 Metodologia

2.3.7.2.1.2 Chuva de projeto

O HEC-HMS, permite a entrada de tormentas históricas ou sintéticas, sendo as últimas frequentemente utilizadas para planejamento e estudos de projetos. No capítulo que trata da pluviometria, foram calculadas as chuvas intensas esperadas para a bacia hidrográfica. Utilizou-se o método de Torga para calcular a chuva de projeto. O método dos blocos alternados (Chow, Maidment, Mays, 1988) foi utilizado para posicionar os blocos com máxima altura de chuva incremental no meio da duração do evento, deixando os blocos restantes em ordem decrescente de intensidade. Os hietogramas de projeto têm duração de 24 horas e foram determinados para os tempos de retorno de 1000 e 10000 anos.

2.3.7.2.1.3 Precipitação efetiva e hidrograma de projeto

O modelo HEC-HMS refere-se à interceptação superficial, armazenamento em depressões e infiltração como "perdas" de precipitação, ou seja, a parcela da precipitação que não contribui para gerar escoamento é considerada perda, sendo o restante, considerado precipitação efetiva. O cálculo das perdas de precipitação pode ser usado nos outros componentes do modelo HEC-HMS, em especial, na determinação do hidrograma unitário. O hidrograma de projeto foi determinado através da aplicação do método CN (Curva – Número) do SCS, derivado dos estudos do USDA (USA). O CN é um coeficiente que varia de 1 a 100, sendo função das propriedades que caracterizam o escoamento superficial na bacia: a) tipo de solo hidrológico; b) uso do solo e tratamento ou técnica de conservação; c) condição da subsuperfície; e d) condição da umidade antecedente. A equação de escoamento do SCS é dada por

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S} \quad (1)$$

Em que:

P = precipitação

Q = escoamento

S = capacidade máxima de armazenamento do solo

I_a = perdas antes do início do escoamento.

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

$$I_a = 0,20.S \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) elimina-se I_a, resultando em:

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

Em que S está relacionado às condições de solo e cobertura através do parâmetro CN por

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (\text{unidades métricas})$$

Em que CN varia de 0 a 100. CN foi tabelado para diferentes tipos de solos e cobertura, sendo estes valores tabelados apresentados para condições de umidade antecedente normal (AMC II). Para condições secas (AMC I) e úmidas (AMC III), CNs equivalentes podem ser calculados pelas seguintes fórmulas:

CONDIÇÕES SECAS

CONDIÇÕES ÚMIDAS

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

$$CN (III) = \frac{2,3 \cdot CN(II)}{10 + 0,13 \cdot CN(II)}$$

Alternativamente, os CNs para estas condições podem ser obtidos, a partir da condição normal (AMC II), utilizando-se tabelas³.

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

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

B - solos menos permeáveis que o anterior, solos arenosos menos profundos que o do tipo A e com permeabilidade superior à média.

C - solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.

D - solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

2.3.7.2.1.4 Propagação da cheia no reservatório

Foi empregado o método de Puls para propagação de cheias em reservatórios. Este método consiste em uma expressão discretizada da equação da continuidade concentrada, e na relação entre vazão e armazenamento.

Discretização em diferenças finitas da equação da continuidade:

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{\Delta t} = \frac{I_t + I_{t+1}}{2} - \frac{Q_t + Q_{t+1}}{2}$$

Como temos $Q=f(S)$ representado pela curva de descarga do vertedouro e, usando os valores de I (hidrograma afluente), o esquema numérico produz o hidrograma de saída após o espraiamento da onda de cheia no reservatório.

A equação do vertedouro toma a seguinte forma:

$$Q = C \cdot L \cdot (Z - Z_w)^{3/2}$$

Em que:

Z = cota (m);

Z_w = cota da soleira (m);

S = armazenamento (m³);

³ PONCE, V.M., 1989. ENGINEERING HYDROLOGY: PRINCIPLES AND PRACTICES. PRENTICE HALL, NEW JERSEY, 640 p.

Q = vazão (m^3/s);

C = coeficiente do sangradouro ($m^{1/2}/s$);

L = largura do sangradouro (m);

2.3.7.2.2 Resultados

A implementação da metodologia de transformação chuva-vazão de acordo com o método SCS foi realizada com a utilização do programa HEC-HMS 4.0. Os parâmetros referentes à topografia da bacia para o cálculo dos tempos de concentração foram derivados do modelo numérico de terreno SRTM, com resolução espacial de 30m. O tempo de concentração da bacia calculado foi de 2 horas e 30 minutos, o que dá um tempo de retardo T_{lag} de 90 minutos. A estimativa do CN utilizou como base a interpretação visual de imagens de satélite da área e os tipos de solo hidrológicos predominantes (B e C). A ponderação com os usos da terra forneceu um CN médio de 70.

Para o dimensionamento do vertedouro, as cheias de projeto foram calculadas com os respectivos hietogramas determinados para os tempos de recorrência de 1.000 anos e 10.000 anos. Os picos dos hidrogramas afluentes ao Açude Itapebussu, associados aos tempos de retorno 1.000 e 10.000 anos foram, respectivamente, de 546,2 m^3/s e 701,0 m^3/s (Figura 16 e 17).

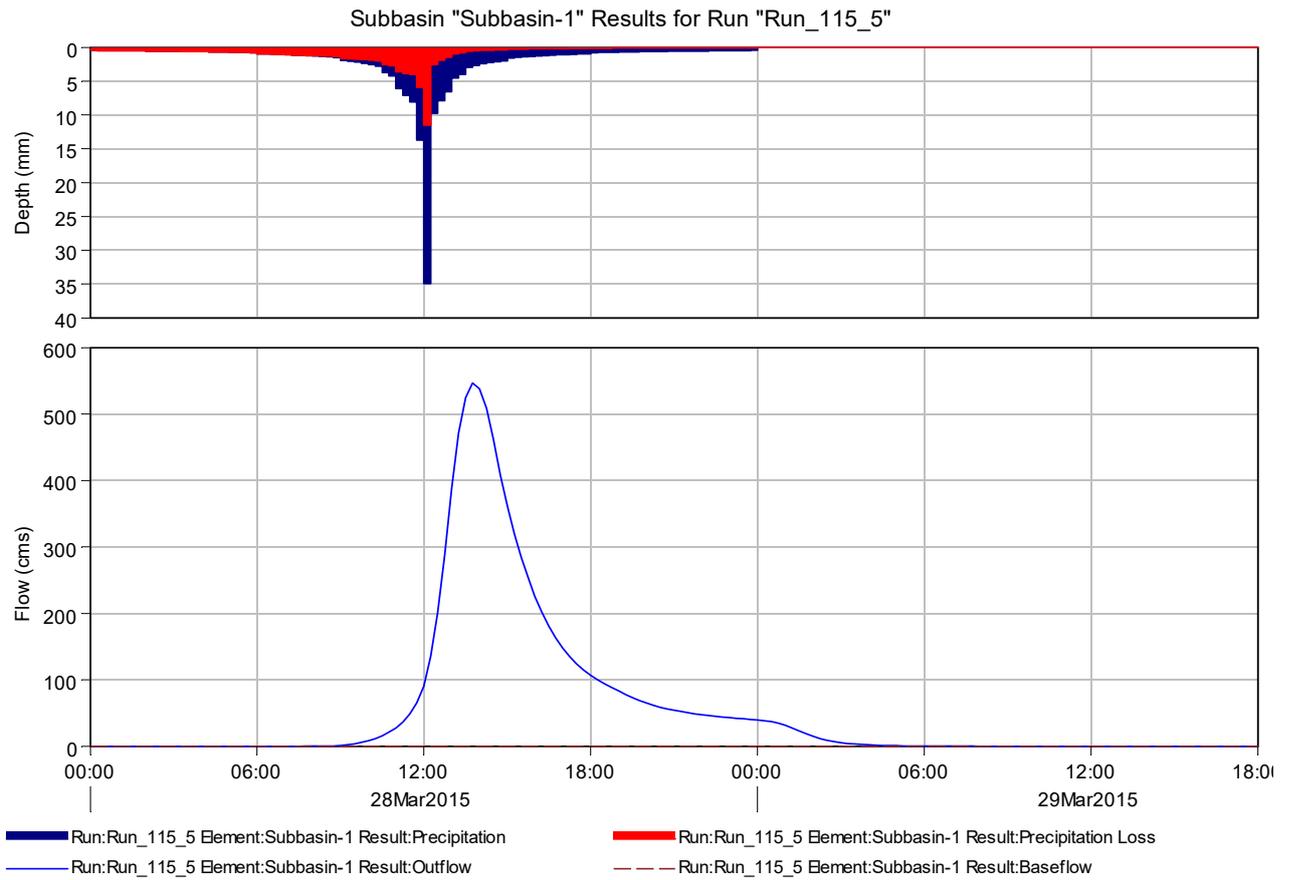


Figura 16 – Hidrograma afluente de projeto ($Tr = 1000$ anos).

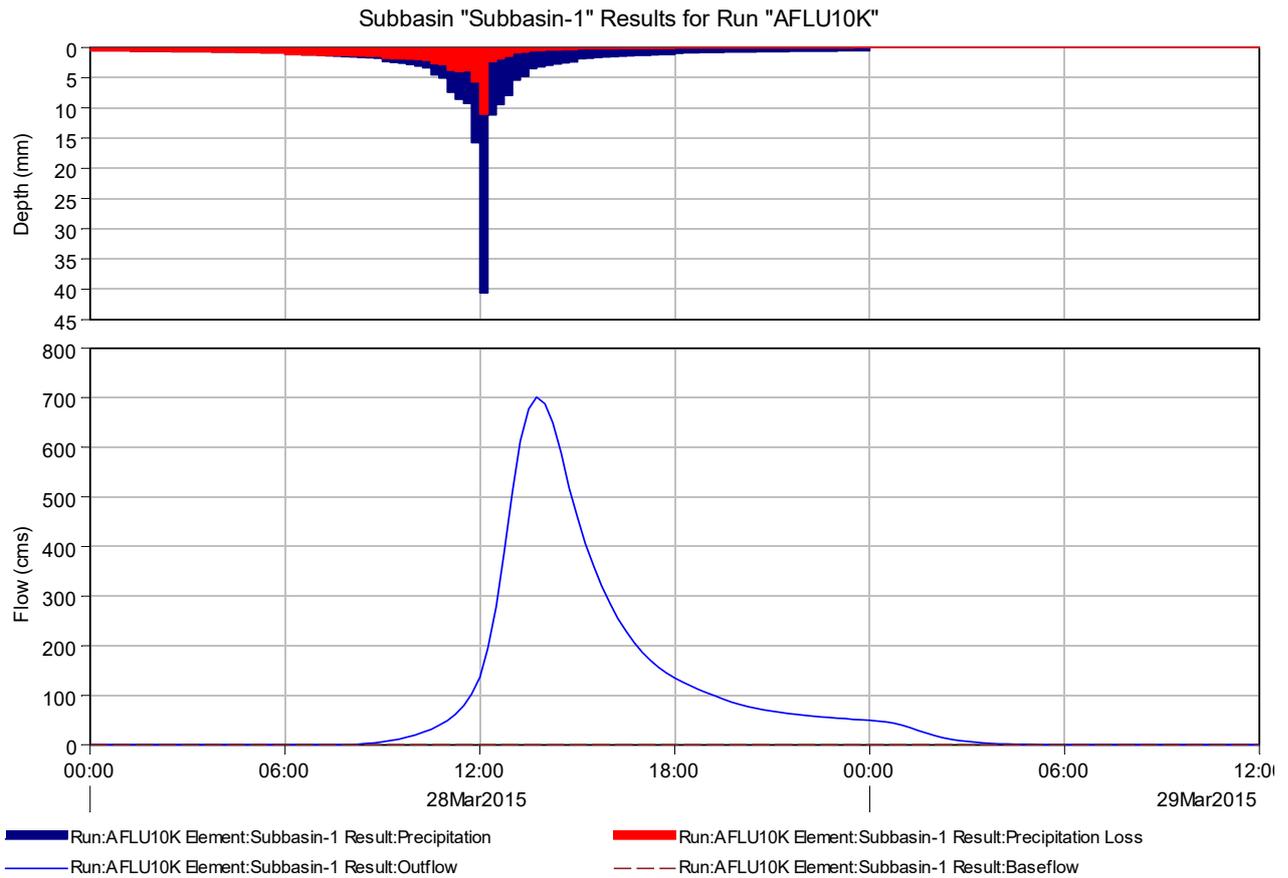


Figura 17 – Hidrograma afluente para verificação do não galgamento maciço ($Tr = 10000$ anos)

- Propagação da cheia e análise de alternativas

Como subsídio para a definição da dimensão do reservatório, foi realizado a propagação das cheias e laminação para as várias alturas de barragem com tempos de retorno de 1.000 anos. O vertedouro do projeto atual foi escavado em rocha ($C=1,5 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$) e possui largura de 90 metros. As alternativas para ampliação da barragem sem mudança significativa na geometria do vertedouro estão na tabela a seguir.

Foram estudadas alternativas de sangradouro tipo perfil Creager ($C = 2.095$ a $2,162 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$). A variação de volume acumulado estudado é correspondente às seguintes cotas de soleira: 116.5, 117.0 e 117.5 metros. As tabelas a seguir apresentam todos os resultados. Também são mostrados os hidrogramas de entrada e saída calculados com o HEC-HMS.

Tabela 15 – Propagação no vertedor soleira espessa (somente largura 90m), $Q_{\text{afluente}} = 546,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Cota de Sangria	Vazão de Pico	Cota de Pico	Lâmina Max.
(m)	Efluente (m³/s)	(m)	(m)
115.85*	240,0	117,32	1.47

116.35**	223,9	117,25	1.40
116.85	206,2	117.18	1.33
117.00	199,2	117,25	1.30

(*) Cordão de fixação do projeto, como construído originalmente está nesta cota: 115,85m.

(**) Em campo constatou-se construção de um muro sobre o vertedouro original, que elevou a cota de sangria para 116,35m.

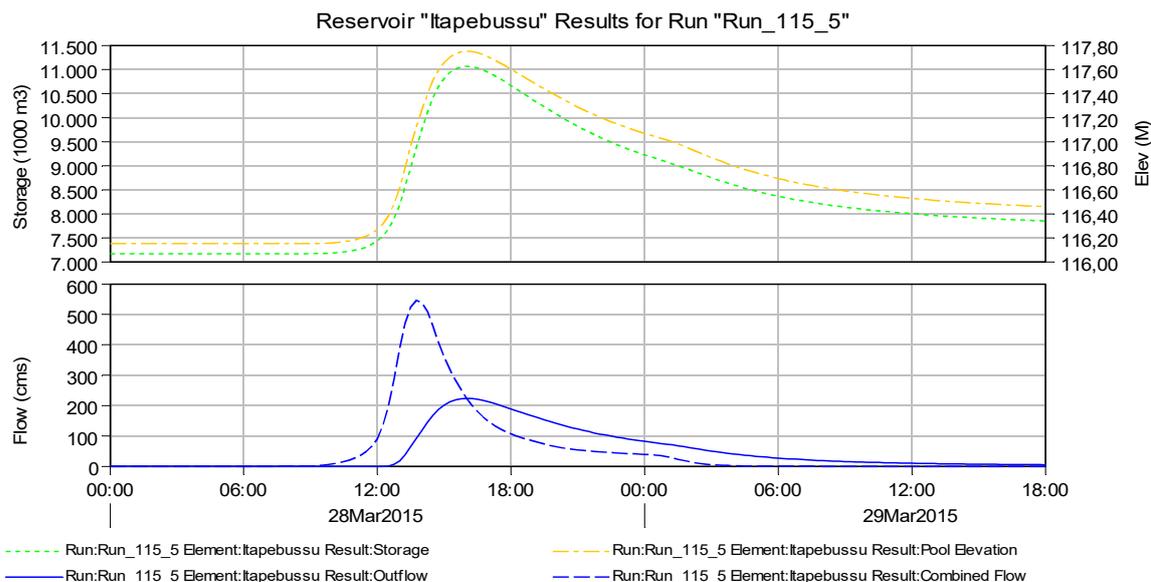


Figura 18 - Amortecimento da cheia de projeto na situação atual (cota 116.35 m; Vertedor soleira espessa, Largura de 90 metros)

- Propagação no vertedouro tipo Creager para o tempo de retorno de 1000 anos (projeto)

Tabela 16 – Propagação no vertedouro creager (cota 116.5, variando a largura)

COTA 116.5				Tr = 1000 anos
Qafluente = 546.2 m³/s				
Tipo de Vertedouro =	Ogee (Perfil Creager)			C = 2.095
Cota da Soleira =	116.5	m		
Volume controlado =	8.058	hm³		
Prof. Açude =	11.53	m		

Alternativa	Vazão Máxima Efluente	Cota de Pico	Lâmina Máxima	Largura
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)
A1 (L = 90m)	261,3	117.74	1.24	90
B1 (L = 105m)	281,0	117.68	1.18	105
C1 (L = 120m)	297,9	117.62	1.12	120

Tabela 17 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.0, variando a largura)

COTA 117.0				Tr = 1000 anos
Qafluente = 546.2 m³/s				C = 2.144
Tipo de Vertedouro =	Ogee (Perfil Creager)			
Cota da Soleira =	117,0	m		
Volume controlado =	9,040	hm³		
Prof. Açude =	12,03	m		
Alternativa	Vazão Máxima Efluente	Cota de Pico	Lâmina Máxima	Largura
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)
A2 (L = 90m)	243,6	118,17	1.17	90
B2 (L = 105m)	264,5	118.11	1.11	105
C2 (L = 120m)	283,7	118.07	1.07	120

Tabela 18 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.5, variando a largura)

COTA 117.5				Tr = 1000 anos
Qafluente = 546.2 m³/s				C = 2.162
Tipo de Vertedouro =	Ogee (Perfil Creager)			

Cota da Soleira =	117.5	m		
Volume controlado =	10,341	hm³		
Prof. Açude =	12.53	m		
Alternativa	Vazão Máxima Efluente	Cota de Pico	Lâmina Máxima	Largura
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)
A3 (L = 90m)	223,9	118.60	1.10	90
B3 (L = 105m)	242,4	118.54	1.04	105
C3 (L = 120m)	259,1	117.50	1,00	120

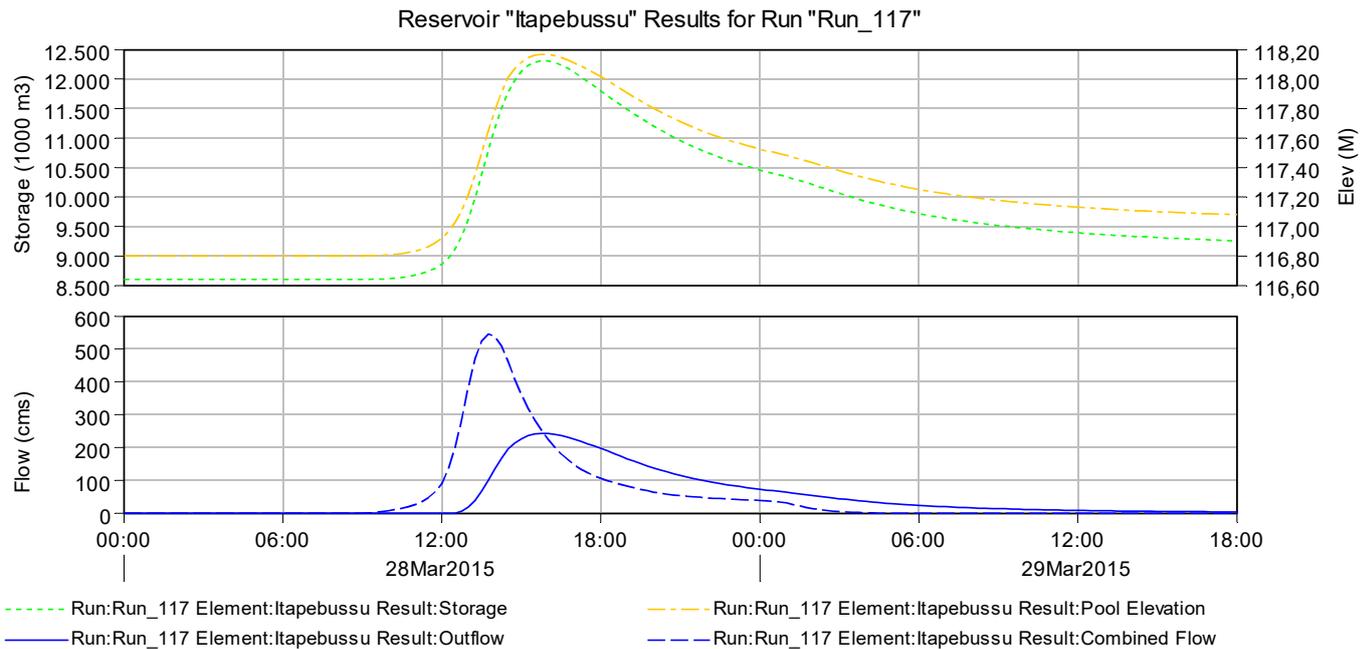


Figura 19 - Amortecimento da cheia de projeto da alternativa A3 (cota 117.0 m; Vertedor ogee, Largura de 90 metros)

- Propagação no vertedouro tipo Creager para o tempo de retorno de 10000 anos (verificação de não calçamento do maciço)

Tabela 19 – Propagação no vertedouro creager (cota 116.5, variando a largura)

COTA 116.5				Tr = 10000 anos
Qafluente = 701.0 m³/s				
Tipo de Vertedouro =	Ogee (Perfil Creager)			C= 2.095
Cota da Soleira =	116.5	m		
Volume controlado =	8.058	hm³		
Prof. Açude =	11.53	m		
Alternativa	Vazão Máxima Efluente	Cota de Pico	Lâmina Máxima	Largura
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)
A1 (L = 90m)	361,3	118,04	1.54	90
B1 (L = 105m)	389,8	117,96	1.46	105
C1 (L = 120m)	412,6	117,89	1.39	120

Tabela 20 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.0, variando a largura)

COTA 117.0				Tr = 10000 anos
Qafluente = 701.0 m³/s				
Tipo de Vertedouro =	Ogee (Perfil Creager)			C = 2.144
Cota da Soleira =	117,0	m		
Volume controlado =	9,040	hm³		
Prof. Açude =	12,03	m		
Alternativa	Vazão Máxima Efluente	Cota de Pico	Lâmina Máxima	Largura
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)
A2 (L = 90m)	333,5	118,44	1.44	90
B2 (L = 105m)	360,2	118,37	1.37	105

C2 (L = 120m)	383,2	118,30	1.30	120

Tabela 21 - Propagação no vertedouro creager (cota 117.5, variando a largura)

COTA 117.5				Tr = 10000 anos
Qafluente = 701.0 m³/s				
Tipo de Vertedouro =	Ogee (Perfil Creager)			C = 2.162
Cota da Soleira =	117.5 m		Q = C.L.H^{1.5}	
Volume controlado =	10,341 hm³			
Prof. Açude =	12.53 m			
Alternativa	Vazão Máxima Efluente	Cota de Pico	Lâmina Máxima	Largura
	(m³/s)	(m)	(m)	(m)
A3 (L = 90m)	314,5	118.88	1.38	90
B3 (L = 105m)	339,0	118.81	1.31	105
C3 (L = 120m)	361,4	118.75	1.25	120

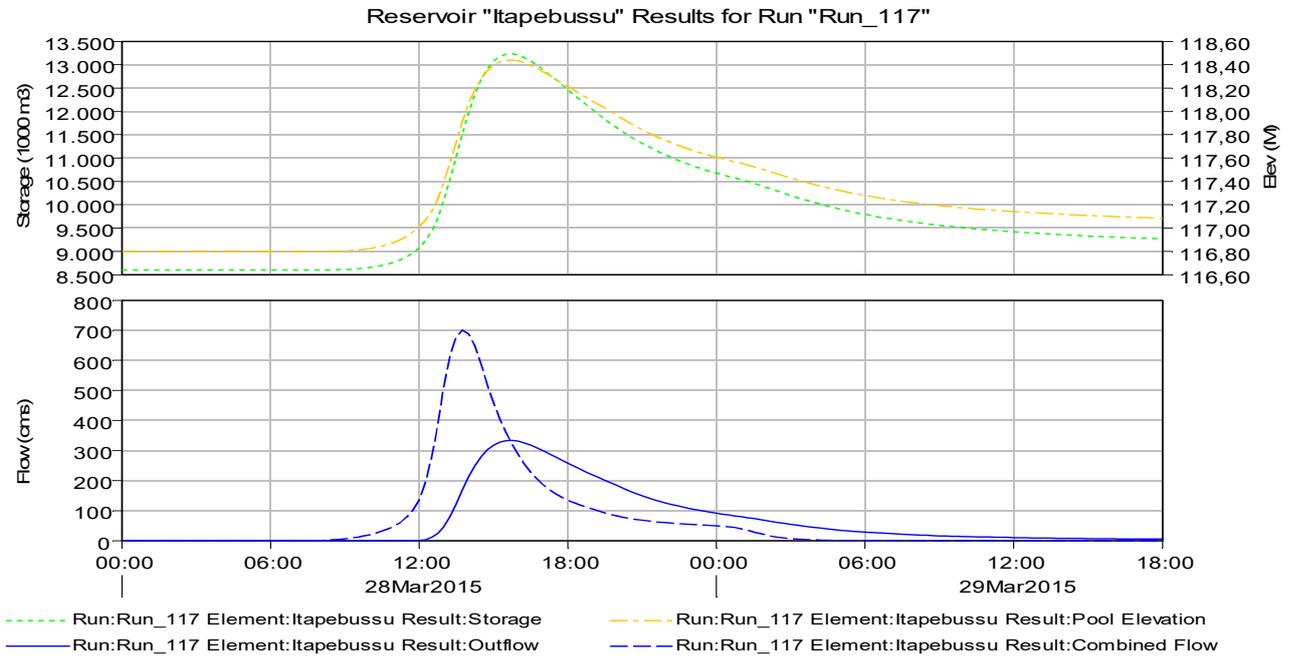


Figura 20 - Amortecimento da cheia decamilinear da alternativa A3 (cota 117.0 m; Vertedor ogee, Largura de 90 metros)

Tabela 22 - COTA X ÁREA X VOLUME

Cota	Área	Volume
(m)	(m²)	(m³)
104.97	0	0
105.35	157	20
105.85	499	184
106.35	2408	911
106.85	10294	4086
107.35	32116	14689
107.85	75342	41553
108.35	146440	96999
108.85	210074	186127
109.35	280358	308735

109.85	354512	467453
110.35	458475	670700
110.85	544980	921563
111.35	628732	1214991
111.85	702078	1547694
112.35	763093	1913986
112.85	814772	2308452
113.30	932000	2701476
114.00	1333876	3494533
115.00	1689574	5006258
115.85	1952444	6554116
116.00	2117024	6839611
117.00	2283414	9039830
118.00	3115000	11739037
119.00	3663323	15128199

A curva cota-área-volume baseia-se em um conjunto de evidências obtidas durante a execução deste projeto:

- 1) Topografia executada pela CONSTRUTEC entre os meses de janeiro e maio de 2015;
- 2) Batimetria realizada pela COGERH em dezembro de 2010;

A partir do levantamento topográfico e transporte de cotas, constatou-se que a cota correspondente à soleira do cordão de fixação de concreto original correspondia à cota 115,85 e não 115,50. Dessa forma, foi apenas corrigida a cota da batimetria em 35cm, mantendo-se os valores das áreas levantadas até a cota 113,30 (Área = 932000 m²).

Foi verificada a construção de um muro exatamente na seção transversal do sangradouro, não previsto no projeto original, que elevou a cota de sangria para 116,35 m. Dos trabalhos de campo realizados pela CONSTRUTEC e posterior análise dos pontos coletados, foram confrontadas as informações da batimetria da COGERH com as do projeto original.

Verificações adicionais da planimetria da superfície, através da digitalização de imagens de satélite, apontam valores menores, nas mesmas profundidades, do que os

publicados no projeto original do Açude. A CONSTRUTEC, no seu levantamento planialtimétrico atual, obteve o contorno das curvas de nível 116.0, 117.0, 118.0 e 119.0m. Assim, restou estimar as áreas entre as cotas 113,30 e 116,0; ou seja, cotas 114,0 e 115,0m. Estes valores foram calculados a partir de uma nova função $A = f(h) \rightarrow A = 20736 h^2 - 39530h$, baseando-se unicamente nas informações citadas acima.

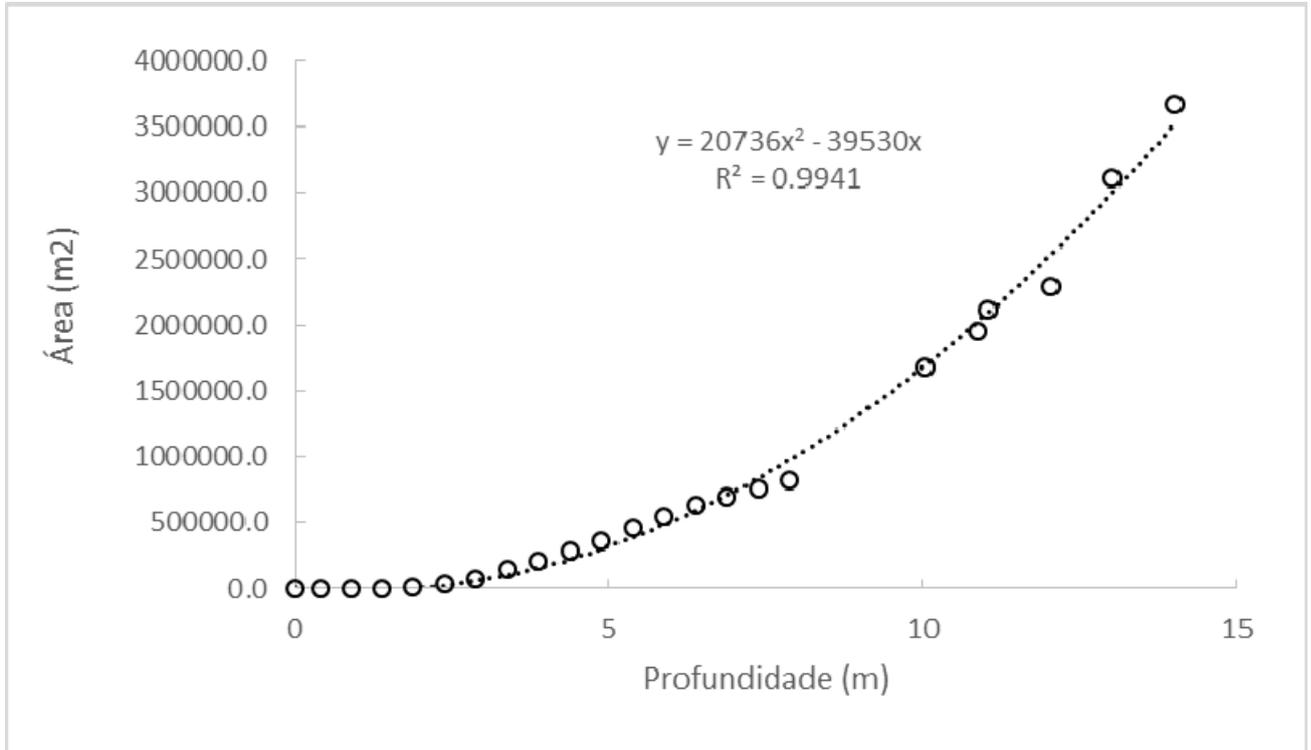


Figura 21 - Função $h = f(A)$ para o Açude Itapebussu.

Tabela 23 - HIDROGRAMA DE PROJETO (TR = 1000 ANOS)

<i>Dia</i>	<i>Tempo</i>	<i>Precipitação (mm)</i>	<i>Vazão afluyente (m3/s)</i>
28-mar	00:00		0
28-mar	00:15	0.48	0
28-mar	00:30	0.48	0
28-mar	00:45	0.49	0
28-mar	01:00	0.5	0
28-mar	01:15	0.51	0
28-mar	01:30	0.52	0
28-mar	01:45	0.53	0

28-mar	02:00	0.54	0
28-mar	02:15	0.55	0
28-mar	02:30	0.56	0
28-mar	02:45	0.57	0
28-mar	03:00	0.58	0
28-mar	03:15	0.59	0
28-mar	03:30	0.61	0
28-mar	03:45	0.62	0
28-mar	04:00	0.64	0
28-mar	04:15	0.65	0
28-mar	04:30	0.67	0
28-mar	04:45	0.68	0
28-mar	05:00	0.7	0
28-mar	05:15	0.72	0
28-mar	05:30	0.74	0
28-mar	05:45	0.76	0
28-mar	06:00	0.79	0
28-mar	06:15	0.97	0
28-mar	06:30	1	0
28-mar	06:45	1.03	0
28-mar	07:00	1.07	0
28-mar	07:15	1.11	0
28-mar	07:30	1.15	0
28-mar	07:45	1.2	0
28-mar	08:00	1.25	0
28-mar	08:15	1.3	0.1

28-mar	08:30	1.37	0.2
28-mar	08:45	1.44	0.6
28-mar	09:00	1.52	1.2
28-mar	09:15	1.94	2.1
28-mar	09:30	2.06	3.5
28-mar	09:45	2.2	5.5
28-mar	10:00	2.36	8.1
28-mar	10:15	2.56	11.5
28-mar	10:30	2.81	15.7
28-mar	10:45	3.78	20.8
28-mar	11:00	4.24	27.4
28-mar	11:15	6.11	36.1
28-mar	11:30	7.14	48.3
28-mar	11:45	8.07	65.2
28-mar	12:00	13.74	90.2
28-mar	12:15	34.93	135.4
28-mar	12:30	9.74	201.1
28-mar	12:45	7.89	287.9
28-mar	13:00	6.57	387.4
28-mar	13:15	4.53	471.1
28-mar	13:30	3.99	524.5
28-mar	13:45	2.96	546.2
28-mar	14:00	2.68	537.8
28-mar	14:15	2.46	508.8
28-mar	14:30	2.28	461.6
28-mar	14:45	2.13	407.5

28-mar	15:00	2	361.1
28-mar	15:15	1.57	319.5
28-mar	15:30	1.48	284.3
28-mar	15:45	1.4	252.9
28-mar	16:00	1.34	225.3
28-mar	16:15	1.28	201.5
28-mar	16:30	1.22	180.9
28-mar	16:45	1.17	163.1
28-mar	17:00	1.13	147.8
28-mar	17:15	1.09	134.8
28-mar	17:30	1.05	123.8
28-mar	17:45	1.01	114.6
28-mar	18:00	0.98	106.8
28-mar	18:15	0.8	99.9
28-mar	18:30	0.78	93.9
28-mar	18:45	0.75	88.5
28-mar	19:00	0.73	83.2
28-mar	19:15	0.71	78.1
28-mar	19:30	0.69	73.4
28-mar	19:45	0.68	68.9
28-mar	20:00	0.66	64.9
28-mar	20:15	0.64	61.4
28-mar	20:30	0.63	58.6
28-mar	20:45	0.61	56.1
28-mar	21:00	0.6	54
28-mar	21:15	0.59	52.1

28-mar	21:30	0.58	50.4
28-mar	21:45	0.56	48.9
28-mar	22:00	0.55	47.5
28-mar	22:15	0.54	46.2
28-mar	22:30	0.53	45
28-mar	22:45	0.52	43.9
28-mar	23:00	0.51	42.9
28-mar	23:15	0.5	42
28-mar	23:30	0.5	41.1
28-mar	23:45	0.49	40.3
29-mar	00:00	0.48	39.5
29-mar	00:15	0	38.4
29-mar	00:30	0	36.9
29-mar	00:45	0	34.7
29-mar	01:00	0	31.4
29-mar	01:15	0	27.3
29-mar	01:30	0	23
29-mar	01:45	0	18.7
29-mar	02:00	0	14.9
29-mar	02:15	0	11.5
29-mar	02:30	0	8.9
29-mar	02:45	0	6.9
29-mar	03:00	0	5.4
29-mar	03:15	0	4.2
29-mar	03:30	0	3.2
29-mar	03:45	0	2.5

29-mar	04:00	0	1.9
29-mar	04:15	0	1.5
29-mar	04:30	0	1.2
29-mar	04:45	0	0.9
29-mar	05:00	0	0.7
29-mar	05:15	0	0.5
29-mar	05:30	0	0.4
29-mar	05:45	0	0.3
29-mar	06:00	0	0.2
29-mar	06:15	0	0.2
29-mar	06:30	0	0.1
29-mar	06:45	0	0.1
29-mar	07:00	0	0

2.4 Legislação Pertinente

De acordo com a Resolução CONAMA 237/97 empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sendo neste caso atribuição da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará - SEMACE os ritos de licenciamento ambiental.

Conforme determina o Termo de Referência emitido pela SEMACE, a seguir são apresentados os principais diplomas legais relativos no que diz respeito aos aspectos que reportam o uso e ocupação do solo, à utilização, proteção e conservação dos recursos ambientais.

2.4.1 Dispositivos Constitucionais de Proteção ao Meio Ambiente

A Constituição Federal de 1988 dedicou um capítulo exclusivo para tratar do meio ambiente. O Art. 225 assegura o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e atribui a responsabilidade pela proteção e preservação do meio ambiente ao poder público e a coletividade.

O Art. 23 dispõe sobre a competência comum dos três entes da federação sobre a responsabilidade de proteção do meio ambiente, bem como sobre a exploração dos recursos hídricos, conforme redação a seguir:

Em análise sistemática dos dispositivos ora mencionados conclui-se que a proteção ao meio ambiente, devido à amplitude do tema, é responsabilidade dos três entes da federação assim como da própria sociedade. Esse entendimento resulta da interpretação da redação dos Art. 225 c/c Art. 23, VI, da CF.

De acordo com o texto constitucional é dever do poder público exigir o estudo prévio de impacto ambiental para atividades ou obras potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente. Isso porque, como o poder público tem o dever de preservar o meio ambiente, é razoável o entendimento de que necessita de instrumentos para tornar efetiva a proteção desse direito e, por conseguinte, o cumprimento desse dever. Esses dispositivos corroboram as disposições da Carta Magna (Constituição Federal de 1988) em todos os sentidos e ressalta o entendimento de que há o dever legal de proteção do meio ambiente por parte do Estado e da coletividade. Além das normas ora mencionadas, há ainda outras normas relacionadas à proteção ambiental, normas estas que são enumeradas a seguir.

2.4.2 Legislação Estadual

O sistema de controle ambiental no Ceará é integrado pela Secretaria da Ouvidoria Geral e Meio Ambiente, criada pela Lei nº 13.093, de 08 de janeiro de 2001, à qual encontram-se vinculados o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA) e a SEMACE, ambos criados pelas Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente. Os dispositivos legais a nível estadual pertinentes a projetos hidráulicos e ao meio ambiente são os seguintes:

- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977: dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;
- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto socioambiental relevante em projetos de construção de barragens, o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado e dá outras providências;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos

Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

- Lei nº 9.499, de 20 de junho de 1971: que cria a companhia de Água e Esgoto do Ceará.
- Lei nº 10.147, de 19 de Dezembro de 1977: que dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para proteção dos recursos hídricos da região metropolitana de Fortaleza – RMF e da outras providências.
- Lei nº 11.306, de 11 de Abril de 1977: que dispõe a extinção, transformação e criação de secretarias de estado, cria as secretarias de estado, cria a secretarias de recursos hídricos e a secretaria de desenvolvimento urbano e meio ambiente e da outras providências.
- Lei nº 11.411, de 28 de Dezembro de 1987: que dispõe sobre a política de meio ambiente e cria o conselho estadual de meio ambiente – COEMA, a superintendência estadual do meio ambiente – SEMACE e da outras providências.
- Lei nº 11.831, de 22 de julho de 1991: que dispõe sobre a criação da superintendência do desenvolvimento urbano do estado do Ceará – SEDURB, e da outras providências.

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

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

“ Art. 24 – O Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos – SIGERH congregará instituições estaduais, federais e municipais intervenientes no Planejamento, Administração e Regulamentação dos Recursos Hídricos (Sistema de Gestão), responsáveis pelas obras e serviços de Oferta, Utilização e Preservação dos Recursos Hídricos (Sistemas Afins) e serviços de Planejamento e Coordenação Geral, Incentivos Econômicos e Fiscais, Ciência e Tecnologia, Defesa Civil e Meio Ambiente (Sistemas Correlatos), bem como aqueles representativos dos usuários de águas e da sociedade civil assim organizado:

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

A) Sistema de Gestão

- Secretária de Recursos Hídricos – Órgão Gestor, FUNCEME e SEMACE.

B) Sistemas Afins

- SOHIDRA, FUNCEME, EMCEPE, CEDAP, SEARA, CEPA, CAGECE, COELCE, SEDURB, SEMACE, Prefeituras Municipais e Instituições Federais

§ 1º - A sociedade civil, as instituições Estaduais e Federais envolvidas com recursos hídricos, assim como as entidades congregadoras de interesses municipais participarão do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará;

§ 2º - As Prefeituras Municipais as Instituições Federais e Estaduais envolvidas com Recursos Hídricos e a Sociedade Civil, inclusive Associações de usuários, participarão do SIGERH nos Comitês de Bacias Hidrográficas e no Comitê de Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza. ”

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

Como as terras a serem inundadas pelo futuro reservatório pertencem a terceiros, faz-se necessária à elaboração de um plano de desapropriações. Assim sendo, devem ser executados levantamentos cadastrais dos imóveis rurais na área diretamente afetada pelo projeto. A desapropriação deverá ser efetivada através do Decreto Estadual Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a Secretária de Recursos Hídricos (SRH), a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que são atingidos em parte, ou na sua totalidade pela área de inundação máxima e pela faixa de proteção do reservatório. Estas etapas deverão ser contempladas durante a elaboração do Plano de Reassentamento.

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

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

2.4.3 Legislação Federal

A preocupação com o meio ambiente pode ser evidenciada desde a vigência da Lei nº 6.938 de 31/08/81, onde dispõem sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus mecanismos de formulação e aplicação, ratificada no princípio constitucional expresso pelo Art. 225:

[...] Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações [...]

No âmbito federal, além da Constituição Federal, dentre os textos legais existentes e pertinentes sobre o empreendimento, podemos citar os seguintes dispositivos:

- Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 – institui o novo Código Florestal.
- Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967 – dispõe sobre a proteção à fauna.
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 – que institui a Política Nacional de Meio Ambiente.
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981 – dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental.
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985 – disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico e turístico.
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989 – estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios.
- Lei 7.803 de 15 de julho de 1989 – altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de julho de 1978 e 7.511, de 07 de julho de 1986.
- Lei Nº 7.804, de 18 de julho de 1989 – altera a Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a lei Nº 7.735, de 22 de fevereiro de

1989, a Lei Nº 6.803, de 02 de junho de 1980, a Lei Nº 6.902, de 21 de abril de 1981, e dá outras providências.

- Lei Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 – institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei Nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
- Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999 – institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
- Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 – conhecido como o Estatuto da Cidade, regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecem diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
- Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000 – regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990 – regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
- Decreto Nº 3.834, de 05 de junho de 2001 – regulamenta o art. 55 da lei 9.985/2000 e delega competência ao Ministro de Estado do Meio Ambiente para a prática do ato que menciona.
- Decreto 4.281, de 25 de junho de 2002 – regulamenta a lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999 que institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
- Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002 – regulamenta artigos da lei 9.985 de 18 de julho de 2000 que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.
- Portaria IPHAN nº 230 de 17 de dezembro de 2002 – que dispõe sobre procedimentos aplicáveis aos estudos arqueológicos nas diversas fases de obtenção de licenças ambientais.
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 – institui o Código das Águas;
- Portaria SUDEPE nº 0001, de 04 de janeiro de 1977 – Dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;

2.4.4 Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA

As Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA – aplicáveis e relacionadas ao empreendimento **objeto de análise deste estudo estão listadas a seguir.**

- Resolução Nº 005, de 15 de junho de 1988 – estabelece que ficam sujeitas a licenciamento as obras de saneamento para as quais seja possível identificar modificações ambientais significativas.
- Resolução Nº 006, de 24 de janeiro de 1986 – aprova os modelos de publicação de pedidos de licenciamento de quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão, e aprova os novos modelos para publicação de licenças.
- Resolução Nº 10, de 14 de dezembro de 1988 – estabelece que nenhum projeto de urbanização poderá ser implantado numa APA sem a autorização de sua entidade administradora.
- Resolução Nº 20 de 18 de junho de 1986 – estabelece critérios para a classificação das águas segundo seus usos preponderantes.
- Resolução Nº 013, de 06 de dezembro de 1990 – dispõe sobre a área circundante, num raio de 10 (dez) quilômetros, das Unidades de Conservação.
- Resolução Nº 002 de 18 de abril de 1996 – dispõe sobre a implantação de uma unidade de conservação para fazer face à reparação dos danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas.
- Resolução Nº 237 de 19 de dezembro de 1997 – dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, e respectivos instrumentos de gestão ambiental.
- Resolução Nº 274, de 29 de novembro de 2000 – que estabelece as condições de balneabilidade das águas doces, salinas e salobras.
- Resolução Nº 303, de 20 de março de 2002 – dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.
- Resolução Nº 307, de 05 de julho de 2002 – estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 – dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

- Resolução N° 369, de 28 de março de 2006 – que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP.
- Resolução N° 412, de 13 de Maio de 2009 - que estabelece critérios e diretrizes para o Licenciamento Ambiental de novos empreendimentos destinados a construção de Habitações de Interesse social.
- Resolução CONAMA N° 371 de 05 de abril de 2006 – estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza -SNUC e dá outras providências. - Data da legislação: 05/04/2006.
- Resolução CONAMA N° 378, de 19 de outubro de 2006 – define os empreendimentos potencialmente causadores de impacto ambiental nacional ou regional para fins do disposto no inciso III, § 1o, art. 19 da Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências.

2.4.5 Legislação Municipal

2.4.5.1 Lei Orgânica do Município de Maranguape

Promulgada em 23 de agosto de 2006

Art. 244 – Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo, preservá-lo e restaurá-lo, cabendo a todos exigir do Poder Público a adoção de medidas nesse sentido.

§ 1º – O Município desenvolverá ações permanentes de planejamento, proteção, restauração e fiscalização do meio ambiente, incumbindo-lhe primordialmente:

I – Elaborar o plano diretor de proteção ambiental;

II – Prevenir, combater e controlar a poluição e a erosão;

III – Fiscalizar e disciplinar a produção, o armazenamento, o transporte, o uso e o destino final de produtos, embalagens e substâncias potencialmente perigosos à saúde pública e aos recursos naturais;

IV – Promover a educação ambiental, formal e informal;

V – Proteger a flora, a fauna e a paisagem natural;

VI – Fiscalizar, cadastrar e manter as matas remanescentes e fomentar o florestamento ecológico;

VII – Incentivar e promover a recuperação das margens corpos d'água, e das encostas sujeitas a erosão.

§ 2º – Qualquer cidadão poderá, e o servidor público deverá provocar iniciativa do Município ou do Ministério Público, para fins de propositura de ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente ou a bens e direitos de valor artístico, histórico e paisagístico.

§ 3º - Não será permitido o uso de agrotóxicos e defensivos agrícolas não autorizados por órgãos competentes de defesa do meio ambiente.

§ 4º - O Poder Público Municipal fiscalizará a produção, armazenamento, o transporte, e a comercialização das substâncias referidas no parágrafo antecedente, e a utilização de técnicas, métodos e as instalações que comportem risco efetivo ou potencial para a saudável qualidade de vida e ao meio ambiente natural e de trabalho, incluindo materiais genericamente alterados pela ação humana, resíduos químicos e fontes de radioatividade.

Art. 245 - Dar-se-á amplo conhecimento à população, através dos meios locais de comunicação, durante os noventa dias que antecederem sua votação, dos projetos de lei, de iniciativa de qualquer dos poderes, de cujo cumprimento puder resultar impacto ambiental negativo.

Parágrafo Único – Por solicitação de qualquer entidade interessada em oferecer opinião ou proposta alternativa, cabe ao poder iniciador do projeto promover audiência pública, nos termos do art. 104, dentro do prazo estabelecido pelo caput.

Art. 246 - A implantação de distritos ou polos industriais e empreendimentos de alto potencial poluente, bem como de quaisquer obras de grande porte que possam causar dano à vida ou alterar significativa ou irreversivelmente o ambiente, dependerá da autorização de órgão ambiental e da aprovação da Câmara Municipal.

Art. 247 - As áreas verdes, praças, parques, jardins, unidades de conservação e reservas ecológicas municipais são patrimônio público inalienável.

Art. 248 - O Município deverá implantar e manter áreas verdes, de preservação permanente, em cada uma das regiões de gestão de planejamento previstas no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental.

Parágrafo Único – O Município envidará esforços para a criação de Parque Ecológico, preferencialmente na Área de Proteção Ambiental da serra de Maranguape.

Art. 249 – O Município desenvolverá programas de manutenção e expansão de arborização, com as seguintes metas:

I – Implantar e manter hortos florestais destinados à recomposição da flora nativa e à produção de espécies diversas, destinadas à arborização de logradouros públicos;

II – Promover ampla arborização dos logradouros públicos da área urbana.

§ 1º – A lei definirá formas de responsabilidade da população quanto à conservação da arborização das vias públicas.

§ 2º – O plantio de árvores em logradouros públicos é da competência do Município, que definirá o local e a espécie vegetal a ser plantada.

Art. 250 – São vedados o abate, a poda e o corte das árvores situadas no Município. Parágrafo Único – Lei complementar definirá os casos em que, por risco a pessoas, dano ao patrimônio ou necessidade de obra pública ou privada, se admitirá o abate, a poda ou o corte, e definirá sanções para os casos de transgressão ao disposto no caput.

Art. 251 – O Município incentivará a implantação do uso de fontes alternativas aos derivados do petróleo nos transportes coletivos.

Art. 252 – Consideram-se de preservação permanente:

I – As nascentes e as faixas marginais de proteção de águas superficiais;

II – A cobertura vegetal que contribua para a resistência das encostas à erosão e a deslizamentos;

III – As áreas que abriguem exemplares raros, ameaçados de extinção ou insuficientemente conhecidos, da flora e da fauna, bem como aquelas que servem de local de pouso, abrigo ou reprodução de espécies migratórias;

IV – As áreas assim declaradas por lei. Parágrafo Único – Nas áreas de preservação permanente não serão permitidas atividades que, de qualquer forma, contribuam para descaracterizar ou prejudicar seus atributos e funções essenciais.

Art. 253 – É vedado ao Município, a qualquer título, autorizar o funcionamento ou licenciar a instalação de indústrias ou atividades que não sejam dotadas de planejamento e equipamentos que garantam a não poluição dos corpos hídricos ou seus afluentes. Art. 254 – São vedados no Município:

I – O lançamento de esgotos in natura;

II – A produção, distribuição e venda de aerossóis que contenham clorofluorcarbono;

III – A fabricação, comercialização, transporte, armazenamento e utilização de armas químicas e biológicas;

IV – A instalação de depósitos de material explosivo, para uso civil, a menos de dois quilômetros da área urbana;

V – O lançamento, no ambiente, de substâncias potencialmente lesivas ao meio ambiente;

VI – A utilização de metais pesados em quaisquer processos de extração, produção e beneficiamento que possam resultar na contaminação do ambiente natural;

VII – A pesca predatória, que possa causar prejuízos à preservação de recursos vivos, conforme definido em Lei;

VIII – A implantação e a ampliação de atividades poluidoras cujas emissões estejam em desacordo com os padrões de qualidade ambiental em vigor;

IX – A produção, o transporte, a comercialização e o uso de medicamentos, biocidas, agrotóxicos ou produtos químicos ou biológicos cujo emprego se tenha comprovado nocivo em qualquer parte do território nacional, ou outros países, por razões toxicológicas, farmacológicas ou de degradação ambiental.

Art. 255 – As pessoas físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, que exerçam atividades consideradas poluidoras ou potencialmente poluidoras são responsáveis, direta ou indiretamente, pelo tratamento, em nível local, dos efluentes sólidos, líquidos e gasosos, bem como pelo acondicionamento, distribuição e destinação dos resíduos finais produzidos. Parágrafo Único – O causador de poluição ou dano ambiental, independentemente de culpa, será responsabilizado e deverá assumir ou ressarcir ao Município, se for o caso, todos os custos financeiros, imediatos ou futuros, decorrentes do saneamento do dano.

Art. 256 – Fica proibida a instalação, no Município, de equipamentos geradores de energia proveniente de fissão nuclear, a produção e o armazenamento de equipamentos e armamentos nucleares, bem como atividades de pesquisa ou outras relacionadas com o uso de energia nuclear.

§ 1º – A construção e a operação de reatores e equipamentos destinados à pesquisa científica, à utilização na medicina, indústria ou agricultura dependerão de autorização do Município, na forma da lei.

§ 2º – O Município colaborará com a União e o Estado na fiscalização e no controle da produção, armazenamento e transporte de energia nuclear e substâncias radioativas em seu território.

§ 3º – As instituições públicas ou privadas que utilizem materiais radioativos ficam obrigadas a cadastrar-se junto ao órgão ambiental do Município e a manter, direta ou indiretamente, depósitos para guarda daqueles, na forma da lei.

§ 4º – A responsabilidade por danos decorrentes de atividades que utilizem energia nuclear independe de culpa, vedada qualquer limitação relativa aos valores indenizatórios.

Art. 257 - Lei disporá sobre a utilização dos recursos e margens dos corpos hídricos do Município, nos limites de sua competência.

Art. 258 – Aqueles que exploram recursos minerais ficam obrigados a restaurar o meio ambiente degradado, de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

Art. 259 – O Município adotará o princípio poluidor-pagador para os empreendimentos causadores de poluição ambiental, que, além de serem obrigados a tratar seus efluentes, arcarão integralmente com os custos de recuperação das alterações do meio ambiente, decorrentes de suas atividades, sem prejuízo da aplicação de penalidades administrativas e da responsabilidade civil.

2.5 Caracterização da Área de Preservação Permanente – APP.

O novo código florestal Brasileiro lei federal Nº 12.651 é um marco na Legislação Ambiental Federal Brasileira por se tratar de um instrumento legal que ampara e dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente e destaca os aspectos mais relevantes para a área de estudo nos seguintes termos para o caso de reservatórios artificiais nos seguintes termos:

(...) Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas;

Art. 4º - Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Art. 5º Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.

As áreas de preservação permanente do estudo em questão foram identificadas segundo sua importância ambiental e, não obstante, sua qualificação legal.

Desta forma, este item foi construído visando explicitar as condições e localização das áreas protegidas, observando as conexões potenciais desses locais com outros em igual estado de preservação dentro de um horizonte futuro no qual coexistem a implantação ordenada do empreendimento com a recuperação das áreas degradadas e

a manutenção, de forma conjunta, com os programas ambientais recomendados e discutidos neste estudo mais adiante. A denominação de áreas protegidas aqui utilizada é aplicada para indicar:

- As Áreas de Preservação Permanente – APP e;
- Locais detectados no estudo que possuam um alto grau de necessidade de preservação, com as recomendações de preservação necessários.

Tendo por objetivo determinar e indicar as áreas protegidas nos termos explanados acima procedeu-se o seguinte passo:

- Geração de informações por meio de levantamento de campo das Áreas de Preservação Permanente a partir das geoclasses identificadas em campo com a aplicação das distâncias de proteção definidas na Lei.

As APP existentes na área de estudo dividem-se em 02 (dois) tipos, sendo as APPs de rios e reservatório artificial descritas a seguir.

2.5.1 APP de Rios

Os rios são cursos de água de portes variados nascendo em áreas mais elevadas do relevo. São essenciais para a manutenção do ciclo hidrológico e desempenham papel essencial no equilíbrio natural, já que servem de bebedouros à fauna, são distribuidores de água à vegetação e contribuem para a manutenção do microclima, especialmente para algumas espécies vegetais.

Segundo a alínea a do Item I do art. 4º do novo código florestal lei 12.651, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente a área protegida é de 30 metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura; e de 50 metros para àqueles que tenham de 10 à 50 metros de largura.

Durante o levantamento de campo na área do empreendimento foram identificadas APPs de Rios apenas na bacia hidrográfica do Rio São Gonçalo, onde sera implantado a ampliação da barragem de Itapebussu.

Em relação a legislação ambiental do novo Código Florestal Brasileiro lei nº 12651, as APPs de Rios estão com seus limites físicos em conformidade com a legislação ambiental vigente. Apesar dos limites físicos estarem em conformidade com a legislação ambiental, o grau de antropismo em alguns trechos do Rio São Gonçalo e bastante acentuado devido à remoção da cobertura vegetal nativa, o que acabou proporcionando a descaracterização da fitofisionomia local acarretando na presença de espécies invasoras e formação de processos erosivos.

2.5.2 APP de Reservatorio Artificial

O novo código florestal que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno

considera em seu Art 4º: É considerado **APP** as margens ao redor de lagoa ou reservatório de água, natural ou artificial, desde o seu **nível mais alto**, medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima seja de:

Art. 4º - Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

Art. 5º Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana.

Apos a ampliação da barragem de Itapebussu no município de Maranguabe – CE, esta deverá após o seu enchimento e início de sua operação ter como faixa marginal de proteção uma largura mínima de 15 m devido o reservatório estar localizado em área urbana consolidada e faixa com largura de 30,0 metros ao redor da bacia hidráulica a ser formada.

2.6 2.6 Justificativa da localização escolhida e viabilidade técnica econômica e ambiental do empreendimento e melhoria de qualidade de vida.

A construção e ampliação de novos reservatórios deve ser muito bem planejada levando-se em consideração não apenas aspectos locais, mas também a influência na hidrologia da bacia hidrográfica dos outros reservatórios existentes, tendo-se assim uma idéia clara da sinergia existente entre eles e os impactos causados em função do número de reservatórios e de sua densidade na bacia.

A política de integração entre bacias hidrográficas, posta em prática nos últimos anos pelo Governo do Estado do Ceará, tem alimentado a discussão sobre a necessidade de criação de fóruns de discussão e de instrumentos de ação para o gerenciamento das vazões transpostas e para a operação das estruturas hidráulicas.

Considerando a importância na influência da hidrologia entre as sub-bacias, o projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu no município de Maranguape – CE, passou por uma análise técnica através do projeto básico em anexo. Visando colher as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto, foram realizados estudos topográficos, hidrológicos, geotécnicos e geológicos na área do empreendimento. Os estudos topográficos consistiram no levantamento planialtimétrico do eixo da barragem e sangradouro e no levantamento da linha d'água. Os pontos de amarração e as

referências de nível estão materializadas no campo, em marcos de concreto. O nivelamento e o seccionamento foram realizados em todas as estacas do eixo, de forma a cobrir toda a área da futura implantação da obra. Os desenhos que resumem o levantamento topográfico estão apresentados em anexo no projeto básico. Os estudos hidrológicos foram realizados visando definir a vazão do projeto no local do barramento e dimensionar a largura do sangradouro e o redimensionamento do reservatório e vertedouro.

A Ampliação da barragem de Itapebussu teve sua área calculada, em 76,34 km² uma bacia hidráulica de 215 ha, altura máxima de 13,40 m de parede em maciço de terra homogênea de solo argiloso, 528 m de comprimento de crista por 6,0 m de largura pelo coroamento, além de um sangradouro, indicando a ocorrência de uma rocha tipo granitóide bastante fraturada, sobreposta por uma camada de solo de alteração e/ou colúvio com espessura de 1,50 m. Os estudos geotécnicos consistiram na caracterização do subsolo no local da barragem e sangradouro, na localização e detalhamento dos empréstimos de materiais para a construção da obra e na realização de ensaios de laboratório nas amostras coletadas no campo.

O material escolhido para a execução do maciço e fundação da barragem existe em jazida na região e possui as características necessárias para a sua utilização em barragens que são: Impermeabilidade, alta resistência à erosão, alta resistência ao cisalhamento e boa e razoável trabalhabilidade. Os ensaios geotécnicos e as localizações das jazidas encontram-se nos anexos. No estudo geológico, verificou-se que no sítio do barramento, as rochas são favoráveis à sua construção, devido apresentarem características que não comprometem a estabilidade e segurança da obra.

Na área da localização da ampliação da barragem, historicamente não há indícios de sismicidade nem de sítios arqueológicos ou paleontológicos e sendo uma obra de engenharia aliada ao projeto de taludes tradicionalmente estáveis, garantem a segurança quanto à probabilidade de abalos sísmicos.

A ampliação da Barragem de Itapebussu no município de Maranguape – CE é uma solicitação antiga dos moradores da região que há certo tempo reivindicam pela ampliação do açude. A ampliação desta barragem terá como objetivo principal o abastecimento público da região e em segundo plano, podendo também ser desenvolvido usos para a recreação e lazer. O local escolhido, reuni condições topográficas, hidráulicas e geológicas adequadas para a execução de um barramento.

A ampliação do projeto da Barragem de Itapebussu, será executada em terra homogênea, e estará diretamente vinculada a ocorrência de várias jazidas na região próxima ao eixo barrável que oferecem boas condições de qualidade e quantidade de material à pequena distância de transporte.

2.7 Justificativa e importância sócio – econômica do empreendimento.

O município de Maranguape, não é diferente dos demais municípios do Ceará, no que diz respeito ao problema de suprimento d'água para o consumo humano, onde os recursos hídricos são escassos, por razões naturais da sua própria região geográfica, pertencente ao semiárido do nordeste brasileiro. A Ampliação da Barragem de Itapebussu é um pleito antigo dos moradores do município de Itapebussu.

A captação em fonte de água superficial, no município de Maranguape é a melhor solução adotada para este fim, tendo em vista que os recursos hídricos de água subterrânea, além de ofertarem pequenas vazões em poços profundos, a produção é, na maioria dos casos, imprópria para o consumo humano, em função da presença de sais minerais em teores elevados.

O sistema de abastecimento d'água potável, dominante na localidade, é a captação em poços rasos escavados (cacimbões), durante o período de chuvas e o uso de carro-pipas no verão, mantidos pela Prefeitura e Defesa civil.

O atual governo municipal, com seus poucos recursos financeiros, não tem medido esforços para sanar a carência, entre outras, da infraestrutura hídrica do município, não deixando também de pleitear o aporte de recursos financeiros externos, principalmente do governo federal.

Em face do que foi relatado, neste documento, temos a plena convicção de que o conteúdo dos dados numéricos e informações apresentadas justificam social e economicamente, a aplicação do investimento, pleiteado, no atendimento das demandas sociais insatisfeitas, dominantes, principalmente, no seio das populações rurais do município e do Ceará de um modo geral.

2.8 Programas Governamentais, Planos e projetos co- localizados.

Os principais programas governamentais, planos e projetos co-localizados com o empreendimento são:

- Programa de Aceleração do Crescimento – PAC.
- Programa de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Turismo no Nordeste – PRODETUR.
- Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos – PROURB.
- Programa de Gerenciamento e Integração de Recursos Hídricos – PROGERIRH.

O Programa de Aceleração do Crescimento – PAC do Governo Federal prevê investimentos na infraestrutura logística do País até o ano de 2010. Para o Estado do Ceará são previstos investimentos da ordem de R\$ 44,6 bilhões de reais em obras nos eixos de logística, energia, social e urbano. Na área do CIPP existe previsão de

duplicação da BR-222 no trecho Caucaia – Entroncamento Porto de Pecém e de extensão da ferrovia Transnordestina, além da ampliação da malha de gasodutos, que vai garantir o suprimento de gás natural para o Ceará e região Nordeste. O PAC financiará projetos na área de infraestrutura energética como a implantação das UTE's Termoceará (concluída), Porto do Pecém I e II, em execução, e José de Alencar, em estágio de licitação. No eixo da infraestrutura social e urbana, as obras do PAC contemplam para a área do CIPP:

- Abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza (Ampliação) – ETA oeste ao Porto Pecém.

Outro importante projeto do governo Federal na região é a instalação de uma refinaria no CIP, cujo Protocolo de Entendimentos entre Governo Federal e a Petrobras foi assinado em agosto de 2008. A refinaria Premium 2 será construída com 100% de recursos da Petrobras e custará US\$ 11,1 bilhões. Com capacidade para processar 300 mil barris por dia, vai produzir diesel de qualidade internacional, além de outros produtos derivados do petróleo como o coque e o querosene de aviação.

O Programa de Ação para o Desenvolvimento Integrado do Turismo no Nordeste - PRODETUR, cuja execução está a cargo da Secretaria de Turismo – SETUR, sob a condução do Banco do Nordeste do Brasil S/A – BNB tem como objetivo básico o desenvolvimento econômico do Estado, elevando o nível de emprego e renda da população, a partir da organização da infraestrutura que possibilitará o fomento aos investimentos na indústria do turismo, na agroindústria e no setor de serviços. O PRODETUR/CE é um programa principalmente de obras múltiplas, constituindo em desdobramento no setor de infraestrutura básica do PRODETURIS/CE. O cenário no qual se inserem as intervenções do PRODETUR-CE é definido pelo PRODETURIS-CE, instrumento de orientação e parceria dos investimentos da iniciativa pública - Estado e Prefeituras e da iniciativa privada. O Governo é o indutor através das ações de infraestrutura básica, fortalecimento institucional e meio ambiente. A iniciativa privada é o agente interventor dos projetos de serviços e equipamentos turísticos e dos projetos de atividades produtivas que asseguram o desenvolvimento econômico da região. Dentre as ações deste programa na região do empreendimento ressalta-se a construção de vias rodoviárias, destacando-se a Via Estruturante Sol Poente, acompanhando o litoral a oeste de Fortaleza, a construção de aeroportos para receber aeronaves de pequeno, médio e grande porte e etc.

Analisando-se a proposta de atuação do Programa de Desenvolvimento Urbano e Gestão de Recursos Hídricos – PROURB/CE, verifica-se que o mesmo está voltado a contemplar principalmente duas vertentes básicas: o programa de desenvolvimento urbano em cidades do interior cearense e o programa de gestão dos recursos hídricos. Na primeira vertente, o programa apóia melhoramentos urbanos destinados a suprir as famílias pobres de pequenas áreas de cidades de porte médio do Estado, com infraestrutura municipal básica, tais como: saneamento de custos reduzidos, drenagem, pavimentação de ruas e iluminação, instalações comunitárias e materiais para construção de casas em mutirão, além da instalação pela CAGECE de sistema de

abastecimento d'água e de sistemas de esgotamento sanitário em áreas de baixa renda.

Na segunda vertente, o programa de gestão dos recursos hídricos, volta-se a construção de cerca de 40 açudes e de 46 adutoras nos chamados vazios hídricos, que deverão expandir o abastecimento d'água urbano. Todas as obras de recursos hídricos são principalmente destinadas a aumentar o abastecimento d'água urbano. A regularização fluvial, permitindo a irrigação e a criação de peixes, são benefícios complementares, dando mais condição de sobrevivência às populações rurais, diminuindo as pressões migratórias nas áreas metropolitanas. Dentro deste programa estão incluídos os reservatório que suprirão o CIPP, destacando os seguintes açudes: Sítios Novos, Pereira de Miranda, Cauípe, Ceará e Anil.

O Programa de Gerenciamento e Integração de Recursos Hídricos – PROGERIRH prevê a construção de açudes e interligação de bacias. Os recursos alocados são provenientes do BIRD com a participação dos Governos Federal e Estadual.

CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

3 Caracterização ambiental da área de estudo

O projeto de ampliação da barragem de Itapebussu no município de Maranguape constitui um empreendimento de grande interesse da população local. Para a caracterização ambiental da área de influência do empreendimento realizou-se trabalhos de dados secundários por meio de consultas bibliográficas e dados primários por meio de levantamento de campo.

Para que o planejamento das ações inerentes à execução das obras de ampliação e implantação da Barragem de Itapebussu no município de Maranguape foram descritas as principais características do meio físico, biótico e antropico, nos seguintes aspectos: Clima, Geologia, Recursos Hídricos superficiais e subterrâneos, Solos, Geomorfologia, Flora, Fauna, principais atividades e meios produtivos, caracterização da dinâmica e estrutura populacional da área de influência do empreendimento, infraestrutura pública e privada.

DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4 Definição da área de estudo

Segundo a Resolução CONAMA 001/86 a legislação ambiental brasileira estabelece que o estudo de impacto ambiental deverá definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica em que se localiza. A Área de Influência Direta - AID é aquela onde há interferência direta pelas obras e outras atividades decorrentes da implantação e operação do empreendimento.

A Área de Influência Indireta - All é aquela real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos da implantação e operação do empreendimento, abrangendo os ecossistemas e o sistema socioeconômico / Antrópico que podem ser impactados por alterações ocorridas na área de influência direta.

A Área de Influência Indireta – All da ampliação da Barragem de Itapebussu no Município de Maranguape, para efeito de discussão dos aspectos do meio físico e biótico, terá sua abrangência definida segundo os termos do artigo 5º, inciso III da Resolução CONAMA nº 01/86.

Art. 5º - O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, obedecerá às seguintes diretrizes gerais:

III – Definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza.

A delimitação das áreas de influência estabelecidas neste estudo ambiental contempla: as áreas de influência direta e indireta. Considerando os critérios ambientais, sociais e econômicos, estas áreas abrangem distintos contornos para as diversas variáveis enfocadas. As áreas de influência direta e indireta estão descritas e justificadas na apresentação de cada área temática de uma maneira geral.

4.1 AID e All do Meio Físico e Biótico

Para os aspectos do Meio Físico e Biótico foi definida como Área de influência direta - AID o local de ampliação da Barragem de Itapebussu no Município de Maranguape, bem como seu entorno imediato. Já a Área de Influência Indireta – All e representada segundo a resolução CONAMA 001/86 pela bacia hidrográfica no qual o empreendimento se insere. Para este estudo ambiental considerou-se do ponto de vista dos aspectos do meio físico e biótico como Área de Influência Indireta a Bacia Hidrográfica do Rio São Gonçalo.

4.2 AID e All do Meio Antrópico

Para os aspectos do Meio Antrópico considerou-se como Área de influência direta o município de Maranguape devido ao fato de ampliação da barragem atender a população local do município. Já a Área de influência Indireta considerou-se para efeito

desse estudo de viabilidade ambiental os municípios próximos a Maranguape devido à dinâmica habitacional entre o município e caso ocorra problemas de escassez de água.

4.3 Meio Físico

Este capítulo apresenta uma avaliação sobre as questões de clima, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrogeologia e recursos hídricos superficiais.

4.3.1 Clima

Os dados climáticos utilizados são provenientes das normais da estação climatológica do Fortaleza, mantida pelo INMET⁴, sendo que a pluviometria corresponde à das estações constantes do banco de dados da ANA, no local do projeto. A situação de latitude baixa da bacia hidrográfica leva geralmente a uma pressão atmosférica elevada na sua superfície, com valores médios em torno de 1008 hPa. A influência da ZCIT é marcante nesta região do Brasil, favorecendo o típico clima bi-estacional com grande déficit na segunda metade do ano. Durante a estação chuvosa, apesar de alguns efeitos de sombra das serras que a circundam, a bacia é afetada diretamente por tempestades convectivas intensas favorecidas diretamente pelos fluxos de umidade provindos do oceano atlântico.

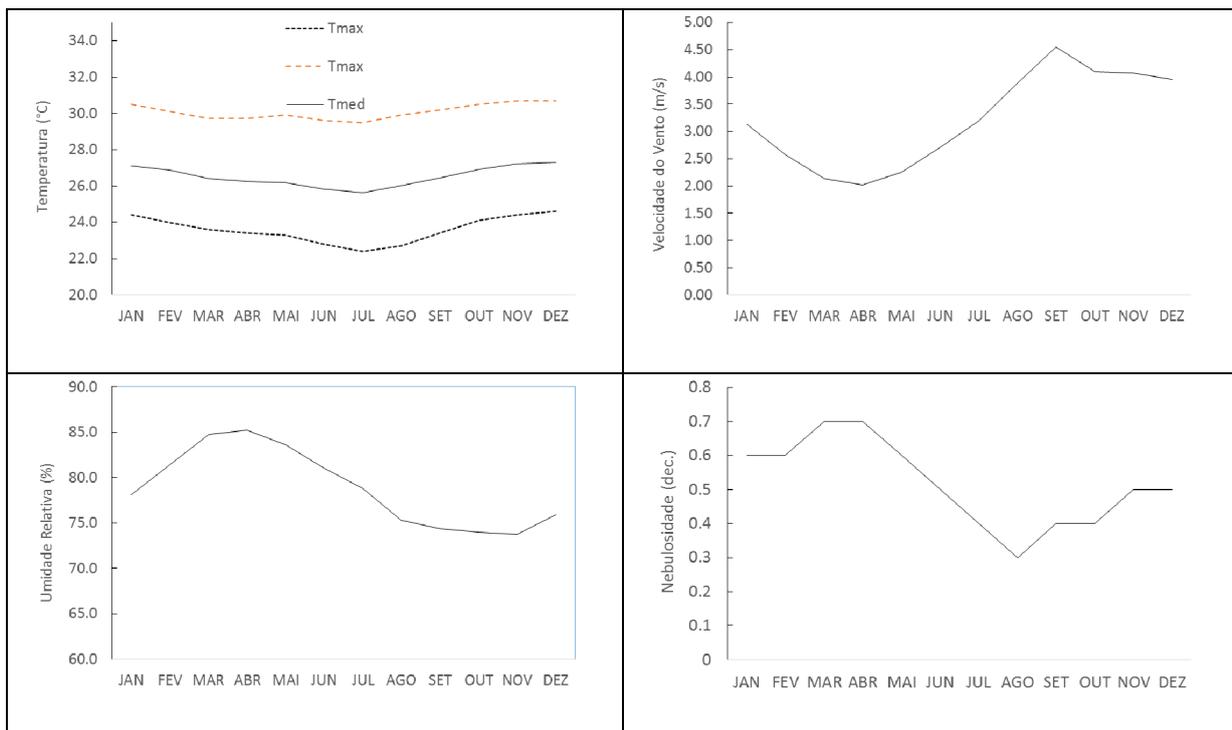
Tabela 24 – Principais variáveis que caracterizam a climatologia da bacia do Açude Itapebussu.

Mês	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Veloc. do Vento (m/s)	Precip. (mm)	Nebulos. dec	Insol. (h/mês)	Pressão (hPa)
	Max.	Min.	Média						
Jan	30.5	24.4	27.1	78.1	3.13	121.5	0.6	225.2	1007.4
Fev	30.1	24.0	26.9	81.4	2.58	160.2	0.6	182.3	1007.5
Mar	29.7	23.6	26.4	84.7	2.13	251.6	0.7	150.0	1007.6
Abr	29.7	23.4	26.2	85.2	2.02	268.1	0.7	157.1	1007.8
Mai	29.9	23.3	26.2	83.6	2.25	172.1	0.6	208.4	1008.5
Jun	29.6	22.8	25.8	81.0	2.70	90.2	0.5	238.7	1009.9
Jul	29.5	22.4	25.6	78.8	3.20	54.1	0.4	268.3	1010.6

⁴ INMET, Normais Climatológicas (1961-1990); Min. da Agric. e Reforma Agrária, Brasília, Brasil, 1992

Ago	29.9	22.7	26.0	75.3	3.89	14.5	0.3	295.9	1010.0
Set	30.2	23.4	26.4	74.4	4.55	11.5	0.4	281.6	1009.9
Out	30.5	24.1	26.9	74.0	4.10	11.0	0.4	291.4	1008.7
Nov	30.7	24.4	27.2	73.7	4.07	13.8	0.5	282.2	1008.2
Dez	30.7	24.6	27.3	75.9	3.96	37.2	0.5	262.3	1007.8
Média anual:	30.1	23.6	26.5	78.8	Total anual :	1205.8		2843.4	1008.7

O clima da bacia do Rio São Gonçalo é caracterizado por alta incidência de radiação solar, uma variação diurna de temperatura de amplitude variável entre 7 e 12K, baixa umidade relativa do ar, precipitação extremamente variável e alta taxa de evaporação. A temperatura média máxima é de 30.1°C é registrada em dezembro. A precipitação média anual soma 1205.8 mm com um coeficiente de variação de 0,32. Por outro lado, cerca de 60% deste total estão concentrados no trimestre março-abril-maio. As chuvas durante os eventos sinóticos influenciados pela ZCIT são tipicamente intensos.



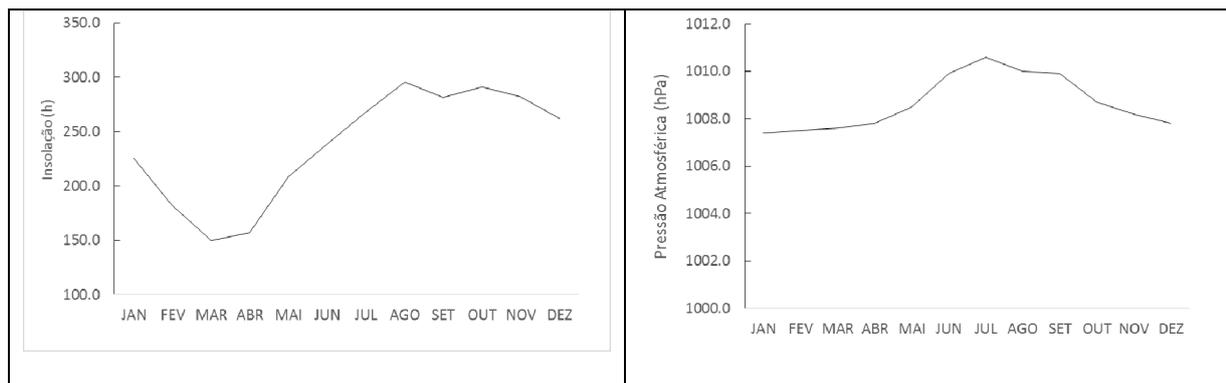


Figura 22 – Principais parâmetros condicionantes da climatologia sinótica.

4.3.1.1 Evaporação

A evaporação esperada numa superfície inundada (EVP, evaporação livre) e a evaporação potencial média na superfície da bacia hidrográfica (ETP, ET0) foram calculadas a partir dos dados mostrados acima. Foram utilizados os modelos conceituais de Penman (1948)⁵ e Monteith (1965)⁶, com simplificações e padronizações recomendadas pela FAO. Os resultados obtidos foram comparados com dados publicados da estação climatológica de Pentecostes (EMBRAPA), sendo considerados, plenamente compatíveis com a realidade da região.

Tabela 25 – Evaporação potencial sobre a bacia hidrográfica.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
ET0 FAO	151. 7	126. 7	118. 9	111. 1	120. 3	123. 4	139. 1	163. 8	172. 4	180. 7	174. 8	168. 0	1750.8
Evap. Livre	208. 2	173. 3	160. 8	150. 1	163. 5	169. 5	193. 5	231. 5	248. 0	255. 8	246. 0	235. 5	2435.7

4.3.1.2 Resumo da climatologia e balanço hídrico

Tabela 26 - Resumo da climatologia

Pluviometria média anual (Bacia hidrográfica do Açude Itapebussu)	1205,8 mm
Evaporação potencial de referência (Penman-Monteith, FAO ET0, albedo 0.25)	1750.8 mm
Evaporação livre análoga ao tanque classe A	2435.8 mm

⁵ PENMAN, H.L. Natural evaporation for open water, bare soil and grass. Proc. Soc. London Ser. A193:120-145, 1948.

⁶ MONTEITH, J.L. Evaporation and environment. Symp. Soc. Exp. Biol. 19: 205-234. 1965.

(Penman, modelo clássico, albedo 0.05)	
Insolação média anual	2694,3 h
Umidade relativa média anual	78,8 %
Temperatura média anual (média das máximas)	30,1°C
Temperatura média anual (média das médias)	26,5°C
Temperatura média anual (média das mínimas)	23,6°C
Classificação climática segundo Thornthwaite	CISA'a'

4.3.1.3 Balanço hídrico

Tabela 27 – Balanço hídrico climatológico segundo Thornthwaite & Matter

Mês	P*	ETP**	P-ETP	Neg	ARM	ALT	ETR	DEF	EXC
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Jan	121.5	151.7	-30.2	-920.0	0.0	0.0	121.5	30.2	0.0
Fev	160.2	126.7	33.4	-109.5	33.4	33.4	126.7	0.0	0.0
Mar	251.6	118.9	132.7	0.0	100.0	66.6	118.9	0.0	132.7
Abr	268.1	111.1	157.1	0.0	100.0	0.0	111.1	0.0	157.1
Mai	172.1	120.3	51.8	0.0	100.0	0.0	120.3	0.0	51.8
Jun	90.2	123.4	-33.3	-33.3	71.7	-28.3	118.5	5.0	0.0
Jul	54.1	139.1	-85.0	-118.3	30.6	-41.1	95.2	44.0	0.0
Ago	14.5	163.8	-149.3	-267.5	6.9	-23.8	38.3	125.5	0.0
Set	11.5	172.4	-160.9	-428.4	1.4	-5.5	17.0	155.3	0.0
Out	11.0	180.7	-169.7	-598.1	0.3	-1.1	12.1	168.6	0.0
Nov	13.8	174.8	-161.0	-759.0	0.1	-0.2	14.0	160.8	0.0
Dez	37.2	168.0	-130.8	-889.8	0.0	0.0	37.2	130.7	0.0
ANO	1205.8	1750.8	-544.98		444.4	0.01	930.8	820.1	341.6

(*) Precipitação média no local da bacia hidrográfica

(**) ETo calculada com a fórmula de Penman-Monteith (FAO)

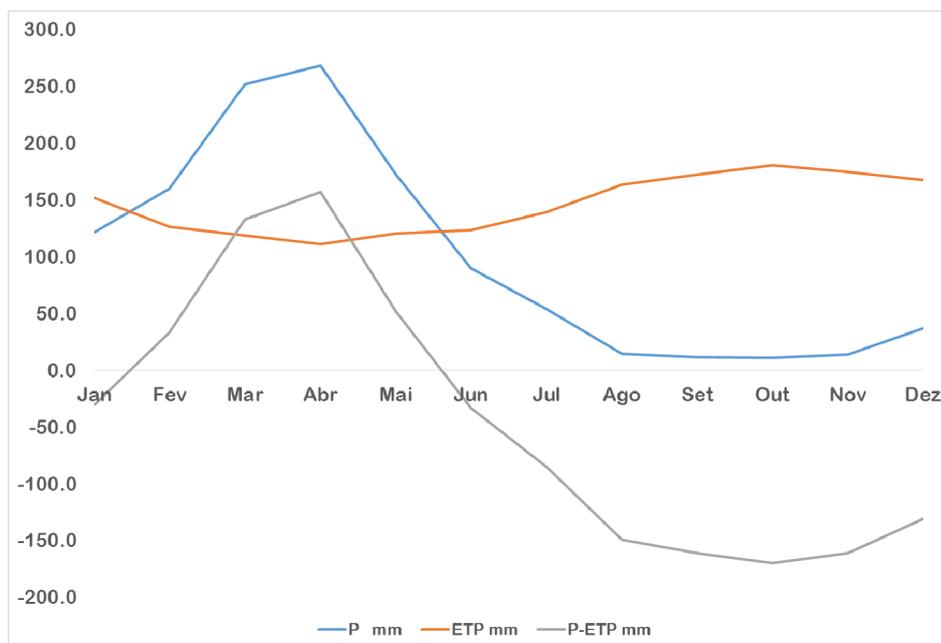


Figura 23 – Gráfico do balanço hídrico climatológico.

4.3.1.4 Pluviometria

Foram obtidos dados pluviométricos diários da ANA e consistidos para análises posteriores nos estudos de chuvas intensas e de cheias, bem como nas simulações dos estudos de deflúvios. As principais determinações foram:

- Estatísticas das séries mensais e anuais;
- Determinação dos hietogramas mensais típicos;
- Análise da concentração de chuva no mês, trimestre e semestre mais chuvosos;
- Análise da pluviometria diária máxima anual e ajuste de distribuições de frequência para suprir os dados sobre a chuva de projeto;
- Pluviometria média mensal;

4.3.1.4.1 Dados brutos e estações analisadas

A Tabela 06 mostra todas as estações cujos dados brutos foram interpretados e consistidos especificamente para este estudo. O objetivo desta etapa é conhecer o comportamento da pluviometria local e gerar informações suficientes para o estudo de deflúvios. Por outro lado, estas informações estabelecem as bases para o estudos de chuvas intensas (curva IDF: Intensidade-Duração-Frequência), os quais produzirão os hietogramas de projeto.

Tabela 28 – Estações pluviométricas analisadas.

Código	Nome	Código Adicional	Município	Operadora	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Período

438031	Itapebussu	199	Maranguape	FUNCEME	-4°1'	-38°56'	230	1962-2014
438047	Tanques	2882146	Maranguape	SUDENE	-4°5'	-38°47'	100	1964-2001
438077	Tanques	289	Maranguape	FUNCEME	-4°5'	-38°47'	100	2001-2014
438114	Palmácia	108	Palmácia	FUNCEME	-4°9'	-38°50'	380	1979-2014
438038	Sítio Bica	545	Palmácia	FUNCEME	-4°9'	-38°51'	380	1962-2008
438027	Gado	2882321	Palmácia	SUDENE	-4°9'	-38°54'	390	1963-2000

4.3.1.4.2 Regime médio mensal

Das estações analisadas, foram selecionados criteriosamente as que representavam o comportamento das precipitações sobre a bacia hidrográfica estudada. Dois grupos distintos foram identificados pelos padrões das séries diárias e mensais observadas. Os grupos correspondem as estações de Itapebussu/Tanques, cuja distribuição e quantidade precipitada representam principalmente o baixo curso d'água chegando no Açude Itapebussu.

Tabela 29 – Pluviometria observada por estação.

Estação	Cod	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SETE	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Itapebussu	438031	93.6	139.4	215.9	216.8	130.5	61.4	39.7	5.8	6.8	3.4	5.2	26.4	944.8
Tanques	438047	102.7	134.0	214.3	220.0	128.2	87.9	35.7	11.9	10.8	10.2	12.9	30.9	999.4
Palmácia	438114	145.4	175.3	270.9	295.8	189.6	103.3	54.9	18.1	12.8	11.8	16.7	36.7	1331.3
Sítio Bica	438038	131.6	177.7	287.4	298.5	191.9	108.8	56.7	17.3	16.1	15.4	17.0	45.5	1363.9
Gado	438027	103.0	151.5	256.0	280.0	165.8	101.2	65.0	20.8	18.9	14.7	14.7	46.7	1238.3

O grupo Palmácia/Tanques, descreve o comportamento do alto vale, e tem um padrão de distribuição temporal similar, mas os valores médios mensais são sistematicamente superiores devido ao efeito orográfico.

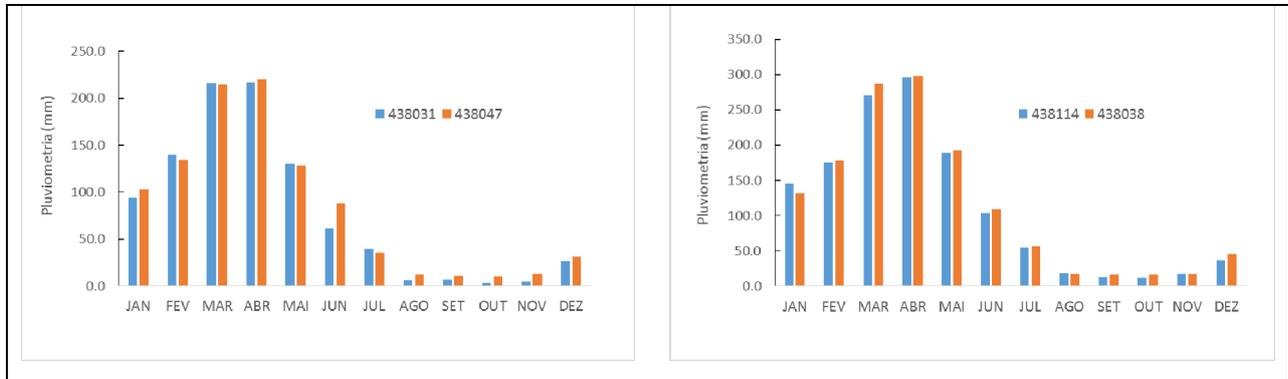


Figura 24 - Grupos de estações – Itapebussu/Tanques e Palmácia/Sítio Bica.

O resumo dos índices nos três níveis (mensal, trimestral e semestral) ilustra bem a sazonalidade típica da pluviometria em todas as regiões do Ceará. No caso específico das nossas estações a concentração mensal gira em torno de 22%, semestral em torno de 58%, e semestral 88%.

Tabela 30 – Índice de concentração das chuvas mensais.

CÓDIGO	MÊS	MÊS		TRIMESTRE			SEMESTRE		
		mm	%	TRI	mm	%	S	mm	%
438031	ABR	216.8	22.9	MAM	572.1	60.5	1	857.6	90.8
438047	ABR	220.0	22.0	MAM	562.5	56.3	1	887.2	88.8
438114	ABR	295.8	22.2	MAM	756.3	56.8	1	1180.3	88.7
438038	ABR	298.5	21.9	MAM	777.8	57.0	1	1195.9	87.7
438027	ABR	280.0	22.6	MAM	701.8	56.7	1	1057.5	85.4

4.3.1.4.3 Chuvas intensas

A distribuição Pearson III ajustou-se muito bem aos dados de chuva máxima diária dos postos selecionados (Figuras a seguir). A aplicação dessa distribuição aos dados do referido posto resultou nas chuvas máximas diárias, para períodos de retorno entre 1000 e 10000 anos. Após a obtenção das chuvas máximas diárias por estação, determinou-se a chuva máxima diária média na bacia hidrográfica através da ponderação pelo polígono de Thiessen. O valor da chuva intensa com duração de 24h decorre da multiplicação da chuva diária máxima pelo fator 1.1. Determinadas as

chuvas intensas de 24h, segundo a metodologia de TABORGA-TORRICO, desagregou-as em chuvas intensas de 1h, através da expressão:

$$P_{1h} = K \times P_{24h}$$

Em que:

K = coeficiente tabelado por TABORGA-TORRICO em função da isozona da bacia estudada.

Finalmente, obtiveram-se as chuvas intensas para outras durações por intermédio da construção de uma curva mono-logarítmica, onde na ordenada são colocadas as chuvas intensas e na abcissa as durações. Colocando as chuvas intensas de 1h e de 24h, traçou-se retas unindo essas chuvas intensas, as quais permitiram a obtenção de chuvas intensas de outras durações. Os resultados obtidos neste estudo constam das Tabelas a seguir.

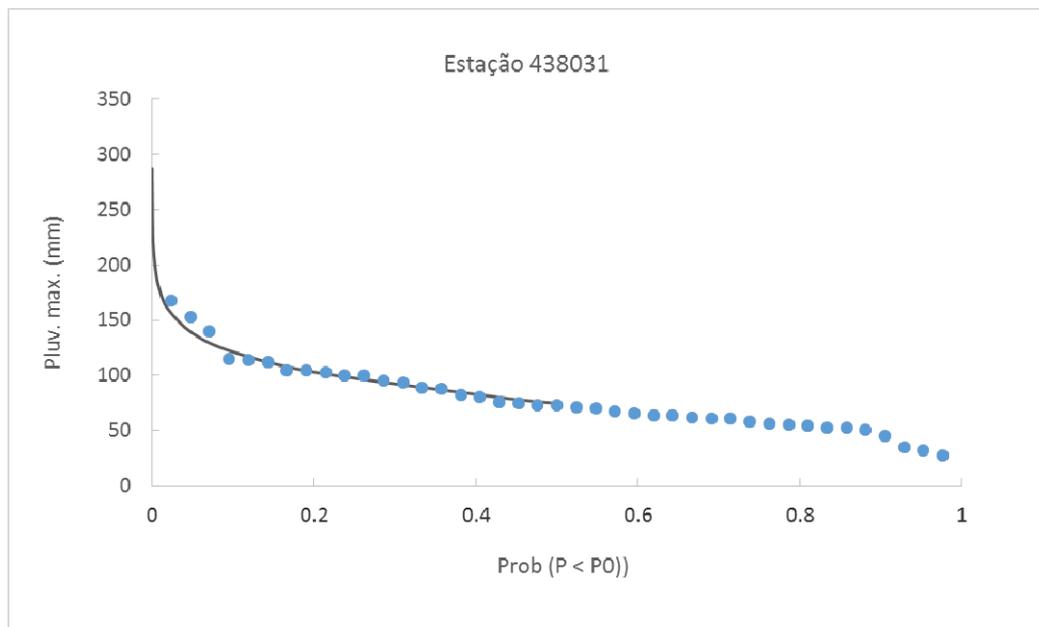


Figura 25 - Análise de frequência – nível diário (Pearson III), Itapebussu, n=41.

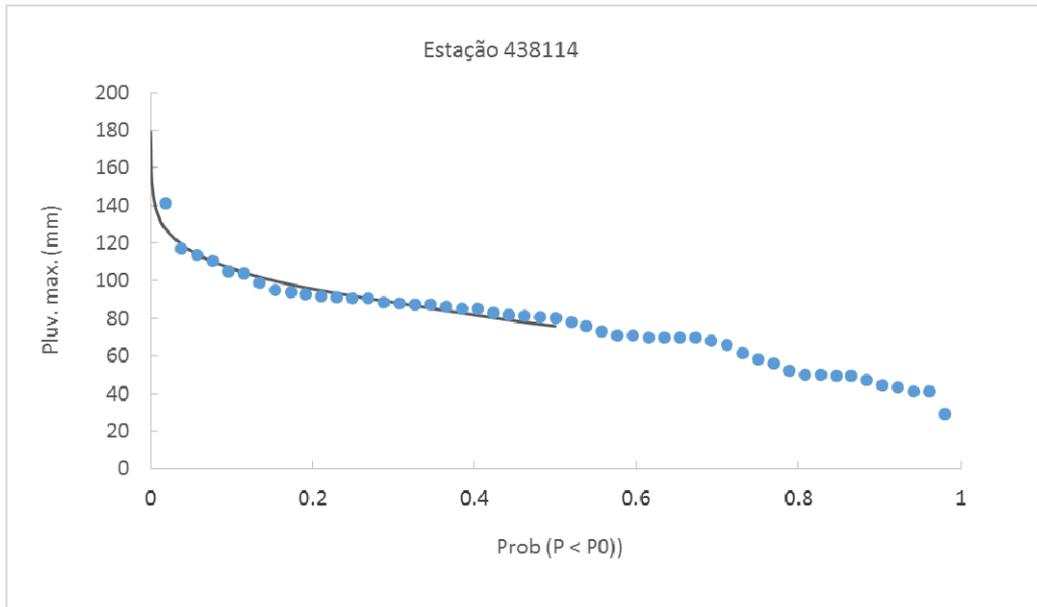


Figura 26 - Análise de frequência – nível diário (Pearson III), Palmácia, n=51.

Tabela 31 – Análise de frequência a nível diário (máximos anuais, distribuição Pearson III)

Estação	N	Tr (anos): 10	50	100	1000	10000
Itapebussu	1	121,2	138,2	159,8	229,9	286,9
Palmácia	1	106,6	127,0	134,7	157,8	179,1

Tabela 32 – Chuvas intensas - valores para determinação das curvas altura-duração-frequência.

DURAÇÃO	Tempo de Retorno (anos)				
	10	50	100	1000	10000
(h)					
0.1	11.8	14.7	14.9	18.4	19.8
1	49.0	59.5	65.2	75.9	87.7
24	123.4	153.5	165.5	203.9	242.4
DIÁRIA	112.2	139.5	150.4	185.4	220.4

4.3.1.4.4 Série pluviométrica mensal

Os estudos permitiram, após preenchimento de falhas com dados correlacionados de estações em cada grupo, produzir uma série contínua de pluviometria média mensal desde 1962 até 2014. A ponderação do coeficiente de Thiessen atribuiu 61.7% da área para Palmácia e o restante (38.3%) para Itapebussu. A Tabela 11 mostra os valores obtidos e suas estatísticas.

Tabela 33 – Série de pluviometria média sobre a bacia hidrográfica do Açude Itapebussu.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1962	106.0	148.5	347.3	264.9	143.1	83.9	38.2	18.7	2.4	10.4	38.0	44.8	1266.2
1963	175.0	131.6	397.1	201.2	89.4	32.7	.0	.0	0.6	1.7	48.7	157.6	1245.7
1964	279.7	342.6	270.7	444.9	261.9	66.7	71.5	0.6	54.5	10.6	3.1	6.7	1853.4
1965	0.0	46.0	145.1	300.8	169.1	168.7	69.9	4.4	15.1	9.9	0.0	15.3	1044.2
1966	2.4	147.5	135.1	249.7	111.4	76.0	54.0	22.9	16.2	6.1	4.5	33.6	879.4
1967	7.4	385.7	234.2	417.2	44.1	53.8	32.3	11.3	4.2	3.7	0.2	13.0	1427.2
1968	7.8	113.3	330.5	207.2	258.4	43.4	59.9	0.8	0.0	7.8	4.9	58.3	1142.4
1969	51.4	77.4	339.2	394.1	145.2	126.0	189.6	29.7	3.3	9.6	2.1	21.1	1388.6
1970	187.5	55.4	190.0	318.2	93.6	53.1	27.7	12.4	5.5	6.1	43.3	23.0	1015.8
1971	116.7	100.0	241.0	182.7	239.5	107.5	136.9	13.5	8.1	44.2	13.8	1.1	1235.1
1972	44.2	63.1	143.2	130.1	140.0	99.8	80.1	19.6	3.3	5.7	2.6	48.5	780.3
1973	84.1	228.9	285.6	312.9	196.5	170.1	76.9	11.1	26.9	3.3	12.8	30.5	1439.8
1974	313.8	214.4	342.8	574.9	414.7	91.8	30.1	12.3	38.4	16.8	6.4	100.1	2156.7
1975	87.9	168.1	343.7	247.1	250.4	136.6	94.2	26.8	23.9	15.5	13.7	123.7	1531.7
1976	56.4	239.0	252.2	233.8	64.6	37.0	2.8	6.7	7.2	45.2	30.4	4.9	980.3
1977	155.1	202.6	384.2	249.7	163.8	224.2	89.3	17.3	3.7	11.4	6.5	25.0	1532.7
1978	34.0	240.7	213.9	274.7	283.0	44.7	51.9	11.2	10.7	47.9	17.0	52.8	1282.6
1979	110.3	130.4	145.5	202.5	131.9	58.9	11.1	18.7	53.7	3.5	17.8	2.6	886.7
1980	129.0	389.4	218.9	78.4	72.8	58.4	7.2	3.7	27.4	22.0	7.6	28.7	1043.4
1981	39.6	61.8	438.7	170.8	114.2	23.5	0.1	0.0	0.0	2.5	9.2	68.4	928.7
1982	19.0	118.7	279.1	151.8	175.7	41.9	44.9	24.5	8.6	7.0	23.1	23.5	1017.9
1983	6.7	157.1	126.9	100.5	63.3	16.3	4.9	6.3	9.3	9.3	1.2	7.0	508.7
1984	56.6	01.0	277.6	269.4	279.3	141.3	97.3	33.6	57.6	49.1	7.4	37.0	152
1985	238.9	343.1	386.0	330.6	218.9	205.0	147.3	30.2	13.5	0.0	3.7	134.5	2051.8

1986	69.7	301.4	523.4	380.9	182.7	149.8	37.2	32.9	11.6	19.7	67.5	79.5	1856.4
1987	69.8	102.6	280.1	174.4	54.7	224.4	27.1	5.7	7.0	3.5	29.4	14.1	993.0
1988	186.9	93.1	223.9	386.0	277.8	117.3	55.5	6.3	13.4	6.3	24.2	68.1	1458.9
1989	150.2	106.6	177.3	419.9	262.6	165.6	124.1	11.9	20.6	9.9	17.2	125.6	1591.5
1990	21.5	58.8	99.1	245.2	109.5	54.6	7.7	18.8	25.3	0.0	10.7	16.5	737.7
1991	88.7	140.5	375.0	230.8	221.8	67.5	22.6	7.2	3.6	22.9	4.5	3.3	1188.4
1992	104.3	243.8	192.1	147.0	69.6	87.0	15.0	15.7	0.0	19.3	15.4	0.0	909.1
1993	34.8	9.9	124.2	82.7	55.6	27.9	67.5	25.0	7.0	18.9	9.0	24.6	487.2
1994	111.1	197.9	217.8	331.5	344.0	151.1	41.7	3.6	6.6	4.7	22.6	107.8	1540.5
1995	162.7	229.1	181.6	446.9	254.5	70.0	87.4	0.0	0.9	5.6	26.7	8.0	1473.4
1996	170.2	141.6	393.9	396.1	123.8	15.2	.0	13.4	7.9	18.8	29.1	20.2	1330.1
1997	74.3	87.3	73.8	221.7	125.9	0.0	8.8	3.5	0.0	3.2	9.8	42.7	651.0
1998	209.3	58.4	135.2	164.5	54.3	19.7	18.2	29.1	4.5	9.6	7.5	35.6	745.8
1999	78.5	133.8	292.3	211.1	226.6	70.6	31.7	0.2	14.9	0.0	8.8	42.1	1110.7
2000	271.8	149.1	295.0	331.9	162.1	90.4	160.1	95.3	39.4	0.0	7.0	20.2	1622.4
2001	131.5	122.4	222.4	477.3	75.9	144.4	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	15.2	1198.5
2002	288.3	87.0	295.6	348.0	221.0	102.7	67.2	4.7	4.3	1.7	18.1	18.8	1457.4
2003	150.7	212.6	334.7	298.1	193.4	128.5	20.6	20.4	1.2	0.0	9.9	47.8	1417.9
2004	508.4	332.8	246.1	116.4	42.5	134.3	84.4	11.0	5.4	2.6	0.0	4.3	1488.2
2005	15.2	66.7	120.7	273.9	311.8	120.4	27.8	0.0	6.5	3.1	3.1	13.6	960.9
2006	23.2	126.8	226.5	292.0	248.7	96.8	19.3	6.1	.0	.0	9.0	16.3	1082.8
2007	78.5	179.8	258.2	279.0	94.7	105.1	27.8	13.0	0.6	1.4	5.7	70.9	1114.7
2008	120.4	64.0	261.8	322.1	132.4	75.4	29.4	31.8	2.1	0.0	1.2	7.7	1048.4
2009	117.5	224.1	368.0	375.2	425.1	146.8	140.1	16.7	1.2	0.0	0.0	5.3	1820.0
2010	99.8	45.6	106.9	211.2	48.2	23.5	29.6	0.0	0.0	2.5	5.9	22.9	596.2
2011	287.1	251.4	252.8	269.0	179.7	80.9	133.3	8.2	3.7	63.8	43.8	6.8	1580.5
2012	47.4	250.8	201.5	168.1	36.5	43.3	0.0	0.0	0.0	3.7	6.8	6.2	764.2
2013	56.6	121.3	125.0	168.7	148.6	87.8	73.1	4.4	0.0	0.0	10.8	17.5	813.7

2014	130.2	43.7	263.9	133.7	113.3	16.3	10.9	0.0	0.0	0.9	2.6	7.7	723.3
Média	121.5	160.2	251.6	268.1	172.1	90.2	54.1	14.5	11.5	11.0	13.8	37.2	1205.8
Desvio Padrão	94.7	93.5	98.0	108.6	94.0	55.2	46.5	15.2	14.5	14.5	14.2	37.5	387.2
CV	0.78	0.58	0.39	0.41	0.55	0.61	0.86	1.05	1.26	1.32	1.03	1.01	0.32

4.3.2 Geologia

No contexto da região Nordeste, há dois principais fatores morfogenéticos que justificam seu relevo e o seu modelado. Os fatores estruturais, calcados nos grandes domínios morfoestruturais, formando o arcabouço espacial do relevo nordestino; e os fatores climáticos que respondem pela diversificação da cobertura vegetal e pelos processos que agem nos diversos ambientes morfoclimáticos, (MOREIRA, 1977). Os fatores estruturais da região Nordeste são definidos por grandes estruturas geológicas denominadas bacias sedimentares e escudos cristalinos.

De acordo com Souza (1988) no Estado do Ceará as unidades morfoestruturais, encontram-se agrupadas em três domínios geológicos: Domínio dos depósitos sedimentares cenozoicos; Domínio das bacias sedimentares paleomesozóicas; e Domínio dos escudos e dos maciços antigos.

O quadro estratigráfico do Estado do Ceará encontra-se, nos diversos segmentos, em escala de reconhecimento. Isto acontece, com prioridade, em relação aos posicionamentos das unidades metamorfo-migmatíticas pré-cambrianas que, juntamente com as magmáticas, representam cerca de 70% do território. A Figura a seguir apresenta o mapa geológico simplificado do Estado do Ceará.

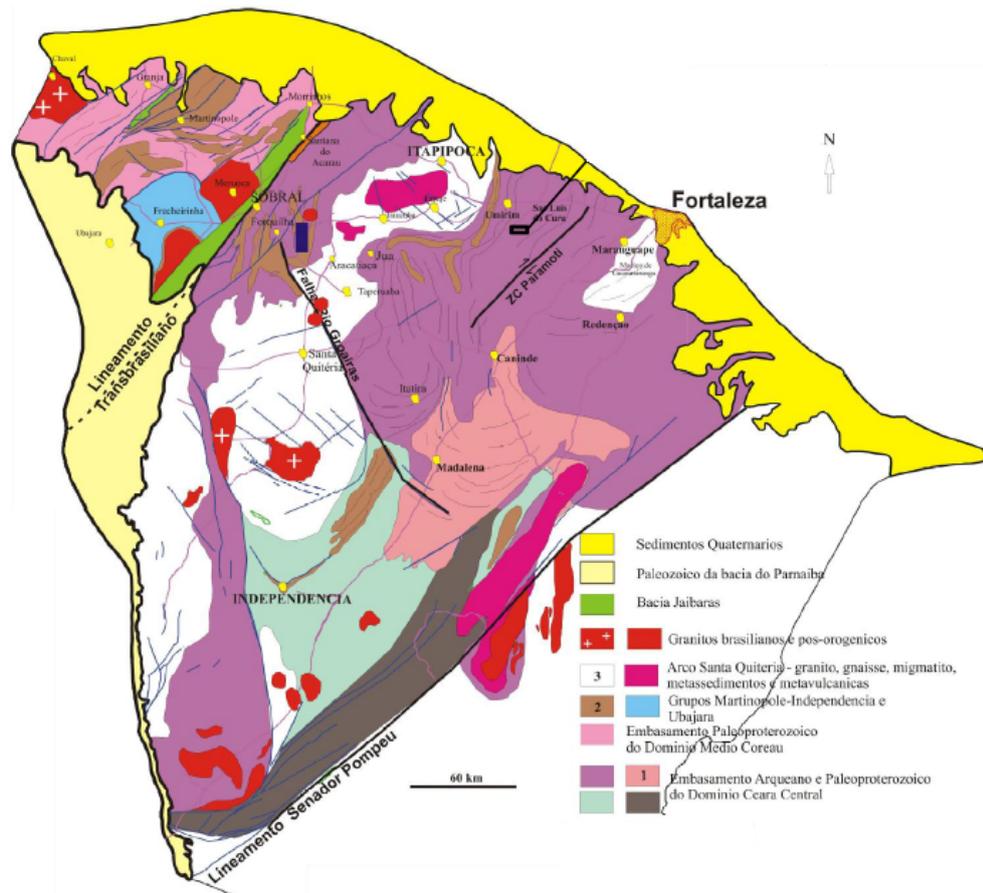


Figura 27 – Mapa Geológico do estado do Ceará.

A geologia da região de Maranguape, vem sendo estudada em proporção semelhante ao desenvolvimento do conhecimento sobre a geologia do Estado do Ceará. A região é completamente dominada por rochas do complexo nordestino, de idade pré-Cambriana, e ainda sedimentos aluvio-eluvionares do quaternário situados pontualmente dentro da ilha do rio São Gonçalo, ambos nos termos de Gomes et alii (op cit). Afora esta consequência, somente podem ser encontrados, gabros, posicionados como rochas de idade arqueana, e localizadas a mais de 20 km no sentido oeste da área de implantação do açude Público Itapebussu. No entanto, estas rochas não foram estudadas neste trabalho, uma vez que não exibem ligação com o alvo do estudo ambiental, estando fora de sua área de influência direta.

As rochas do complexo nordestino, estão representadas por granitos, gnaisses, xistos, calcossilicatas, migmatíticos e quartzitos, posicionados indiretamente entre si, dado o acúmulo de eventos metamórficos e tectônicos que marcaram-nas e os eventos intempéricos que desfiguraram e mascararam os principais afloramentos.

Petrograficamente, os “granitos” apresentam-se orientados ou não, e podem surgir ao centro de corpos migmatíticos, todos com marcante presença de moscovitas, assumindo tonalidades leucocráticas. Os gnaisses tem como maiores características os tons mesocráticos em textura fina com exibição de bandamentos contínuos em afloramentos sempre arrasados ou leucocráticos em textura grosseira e bandamento

descontínuo, todos com alta mobilidade e exibindo inúmeros planos de quebra diferenciados. Os xistos, exibem-se muito fraturados, com tonalidade cinzas e negras apresentando além da foliação bem evidente, lineamnerológicas. As rochas calcossilicáticas são marcadamente associadas a gnaisses leucocráticos, e tem desenvolvimento de feições gráficas nos feldpastose cores claras. Os migmatitos exibem-se no mais das vees estromáticos, com tons melanocráticose leucocráticos e granulação fina. Afloram também tipos com estruturas dobradas, schilierens e nebulíticas que gradam de um a outro tipo invariavelmente. Os calcários são branco acinzentados, com granulação grosseira, ocorrendo na forma de lentes, em conformidade ao trend estrutural NE. Os quartzitos afloram em pequenos blocos angulosos azuladas, amareladas e esbranquiçadas, contendo sempre moscovitas, também paralelos ao trend regional.

Como características comuns, as litologias exibem evidente processo de metamorfismo regional, com direções dos planos de foliação a SW-NE, e mergulhos a SE ou NW em ângulos fortes. Apenas os granitos, gnaisses e migmatitos denotam expressão topográfica, ficando os demais restritos a afloramentos baixos, onde nota-se uma maior presença de fraturas.

As aluviões, representam-se por sedimentos recentes, e tem nítida associação à calha do rio São Gonçalo, em dominância arenosa, e participações subordinadas de silte, e ainda muitos trechos eluvionares argilosos nas faixas de extravasamento lateral. Encontram-se comumente seixos de quartzo e feldspatos, angulosos e não rolados, de cores brancas leitosas como prováveis desagregados de veios pegmatóides.

Descreve que a geologia na AID do empreendimento foram encontradas rochas gnáissicas, anfíbolíticas, graníticas, migmatíticas, pegmatóides e sedimentos elúvio-aluvionares.

- *Gnaisses Leucocráticos Grosseiros*

Afloram predominantemente por toda área do vale do rio São Gonçalo, em formas arrasadas, exibindo-se normalmente em bancos maciços, compactos, e formando relevos suave ondulados e ondulados. Mineralogicamente tem-se quartzo + feldspato, esse provavelmente plagioclásio e microlina + muscovita. A coloração vai de e ferruginosas, sugerindo a esbranquiçada a acinzentada, passando por tons cremes. A granulação é muito grosseira, marcada pela presença de quartzo e feldspatos gráficas, provavelmente a microclima. A textura é orientada por quartzos e moscovitas, porém, pela presença de grãos grosseiros, fica pouco marcada. Nas faixas alteradas, exibem-se tonalidades amareladas e ferruginosas, sugerindo a presença de metálicos. As estruturas presentes são fraturas indiscriminadas, com provável origem não tectônica, e ocasionalmente tem-se micro falhas direcionais e normais. O metamorfismo está representado muito mais no estiramento de quartzo-feldspática, mesmo assim, percebe-se bem a foliação normalmente orientada entre N35°E e N45°W, com mergulhos baixos, ora para sudeste ou noroeste, ora para nordeste.

Esse gnaisses constituem as rochas dominantes nas serras que envolvem a área da bacia de acumulação do Açude Público Itapebussu.

- *Gnaisses Mesocráticos*

Afloram próximo ao eixo projetado da barragem do Açude Público Itapebussu. Os afloramentos são sempre arrasados e as bandas muito finais, proporcionando uma excelente condição de desenvolvimento dos planos foliados. A mineralogia tem dominância de biotitas, com participação de quartzo e feldspato, e subordinadamente hornblenda e granadas muito oxidadas podem ser descritas. A cor resultante é creme escura, com granulação fina e textura organizada. A rocha é frágil, com intenso faturamento e o grau elevado de alteração não permite identificação de movimentos nos planos de quebra, sendo difícil atribuir-lhes origem tectônica ou intempérica. O metamorfismo é caracterizado pelo brandamento dos níveis biotíticos com os quartzo-feldspáticos subordinados, onde não se observam os planos dobrados ou lineamentos mineralógicos.

- *Anfibolitos*

Ocorrem na forma de prováveis lentes, em associação nítida aos gnaisses mesocráticos. São rochas enegrecidas, com pequenas pontuações félsicas e claras, pouco destacadas na massa rochosaproporcionando uma granulação fina, equigranular e orientada pelo sentido trend regional. A mineralogia é simples composta provavelmente por anfibólitos, representados pela hornblenda, associados ao feldspato plagioclásio e às pontuações de quartzo. É comum e destacável, a presença de solo de alteração avermelhado, resalto imediatamente dos demais solos locais, mesmo sem o afloramento da rocha, que tanto pode dar-se em altos como em baixos, ligados ou não às estruturas geológicas.

- *Graníticas*

Distribuem-se irregularmente dentro de complexos migmatíticos homogêneos, onde a presença da orientação planar do metamorfismo pode ou não apresentar-se. A rocha é um granito fino, com orientação incipiente, de coloração cina, podendo ser extremamente rosado e/ou amarelado, dados os efeitos do intemperismo superimposto. A orientação metamórfica, quando possível de medir-se, exhibe valores dentro do padrão NE regional, com valores entre $n75^{\circ}E$ e $N27^{\circ}E$, com mergulhos univariáveis para SE, em ângulos fortes.

Macroscopicamente identificam-se feldspato + quartzo + micas, onde prioritariamente identifica-se a microlina, em grãos angulosos, microfaturados internamente. Das micas, a mais abundante é a moscovita, mais a biotita está sempre presente. Ambas se dão em pequenos pontos brilhantes, isolados na massa quartzo-feldspática, e só raramente exibem-se lamelas com massasmicáceas isoladas e distinguíveis, e quando isso ocorre, restringe-se a biotita. O quartzo constitui a maior parcela da rocha, exibindo provável processo de recristalização em grãos também angulosos.

Muito embora esse tipo granítico se sobreponha aos demais, são também encontrados granitos bem mais grosseiros, e toda uma ampla faixa de variação entre esse e o tipo

fino dominante. Os granitos grosseiros são mesocráticos, pela maior presença de biotitas, não são orientados etamorficamente, e os grãos de quartzo são arredondados. Os termos intermediários tem características do tipo ais fino.

Os granitos tem também participação na conformação da morfologia das serras que envolvem a área da bacia de acumulação, estando dispostos em hogbacks e pontões , destacáveis à primeira vista.

- *Migmatitos*

Situam-se dentro e fora da área da bacia de acumulação do Açude Público Itapebussu em corpos abaulados de pequena expressão topográfica, porém ocupando vastas áreas em seus afloramentos. A mineralogia tem como seus constituintes destacáveis quartzo + feldspato + biotita, secundariamente ocorre muscovita. A granulação é media, e a coloração é cinza, variando com processo intempéricos a tons avermelhados. A textura é caracterizada por estruturas de fluxo estromáticas, schillieren, nebulítica e dobrada. Os estromáticos tem orientação razoável, tomada em N85°E, e N45°W. Para esses migmatiticos heterogêneos, o neossoma é constituído por máficos, caracterizando uma melanossoma. Os demais migmatitos, que constituem o grupo dos homogêneos, mantém características comuns entre si, evidenciando indistinção entre neossom e paleossoma, e não exibindo marcas da foliação metamórfica. As estruturas tectônicas exibem-se em micro falhas direcionais, orientadas para WNW, NE, NNE, nesta ordem de importância, e fraturas indistintas.

- *Pegmatóides*

E geologia desses corpos pegmatóides é de difícil compreensão, pois os mesmos exibem-se ao longo de toda área do vale do rio São Gonçalo, em situação de montante em relação ao eixo projetadoda barragem do Açude Público Itapebussu, na forma de altos ou baixos, sem manter características de associação precisa às demais litologias locais, porém, muito semelhantesem mineralogia, texturas e estrutura às graníticas e gnaisses, com quem devem manter uma associação estratigráfica e uma origem comum. Os pegmatóides distinguem-se das demais por formarem alinhamentos em direções predominantemente para SW – NE, ou seja, plano paralelos ao trend regional e é somente por suas formas de jazimento que se pode diferenciá-los das graníticas não orientadas.

Provavelmente os pegmatóides ocorrem em corpos isolados, devendo possuir estreita ligação com antigas estruturas folhadas, não foram observadas cristais de turmalina ou berilos, porém, o quartzo pode ser leitoso em massa disformes e os feldspatos para argilo minerais caolínicos. Estruturas e metamorfismo estão ausentes, levando a rocha e posicionamento posterior ao pré-Cambriano ou tardi – tectônica.

- *Rochas Elúvio-aluvionares*

Essa rochas representam a fase atual de sedimentação da área da bacia do rio São Gonçalo, e originam-se da desagregação de rochas preexistentes.

As aluviões contituem-se por sedimentos arenosos, inconsolidadas, sem níveis cascalhentos segregáveis e com participação direta de minerais quartzo-feldspáticos angulosos, em dimensões centimétricas. A granulometria resultante é variável de média a grossa, e a coloração é normalmente avermelhada, com participação de areias esbranquiçadas provenientes da desagregação das litologias cristalinas. As espessuras são rosas da ordem de poucos metros, podendo chegar a uma dezena, como observável em cacimbas.

As rochas eluvionares, contituem-se por partículas mais finas, representadas pela associação de areias, siltes e argilas, depositadas durante períodos de cheia, além da calha principal do rio São Gonçalo. Os depósitos são descontínuos e marcadamente ocupados por mata ciliar de carnaúba. Suas espessuras são de pequena monta, provavelmente na ordem inferior a três metros.

4.3.3 Geomorfologia

A região exhibe forma de relevo de serras, com características comuns a litologias cristalinas. Especificamente tem-se uma unidade geomorfológica de planaltos residuais da região nordestina, conhecido como maciço de Baturité. No maciço, exibem-se cotas acima de 800 m, com presenças de escarpas erosivas, cristas e hogbacks dispersos por todo o sistema, sendo a porção escarpada melhor delineada ao bordo oeste do conjunto, porém escarpas menos expressivas e comumente isoladas apresentam-se constantemente. As cristas são também dispersas no maciço e não exibem direções preferenciais de alinhamento. Já os hogbacks são também constantes, e visualizados nas cotas maiores, normalmente despojados de vegetação. Com essas características desenvolve-se um forte processo erosivo através da interação dos fatores climáticos e da ação continuada e prolongada da atividade agrícola, dentre outros, tornando o intemperismo fator de principal dissecação do relevo. Resultante da associação destes processos, os solos são-se ora espessos, ora ralos, dependendo das declividades e dos vales formados ou em formação. Normalmente tem-se vales entre escarpas, com fundos em “V”, nos conjuntos mais concentrados, bem como vales de fundos chatos, onde o espaçamento entre as enconstas assim permite.

No bordo noroeste deste maciço insere-se a área de interesse do estudo, com forma de relevo totalmente condicionada pelas serras do Gigante, do Pocin e de Santo Antônio, que em suas partes centrais originam o vale do rio São Gonçalo, com aproximadamente 12 km de comprimento na direção noroeste sudeste, e larguras variáveis entre 1,5 e 5 km em sentido perpendicular. A área do vale corresponde à unidade geomorfológica da superfície sertaneja conforme proposições originais de Ab'Sbaer em 1969. Estas unidades morfológicas caracterizam-se por exhibir relevo de forma tubular com topos, separado por vales de fundo chato e aprofundamento muito fraco da drenagem Prates, Gatto e Costa no projeto RADAMBRASIL vol. 23, tratam a região como depressão sertaneja, dominada pela integração entre a superfície sertaneja e ao planalto residual, resultando no processo atual de acumulação.

Nos contrafortes que envolvem o vale, mais precisamente na serra do Gigante, há três tipos de cotas superiores a 700 metros, e um deles com 765 metros, sendo, portanto, uma das maiores elevações do Estado do Ceará. Essa serra possui diferenças de cotas na ordem de 640 metros, proporcionando encostas com altas declividades, dimensionadas entre 1:2,5 na menores distâncias comparadas as maiores cotas, e chegando até 1:6 nas menores cotas e maiores distâncias entre o topo e a serra do vale. A serra do Gigante que faz parte do maciço de Baturité, compreende-se por um agrupamento rochoso com formato irregular, com dimensões imprecisas, dado seu conjugamento com outras serras, como a serra do Boqueirão ao oeste. Na serra do Gigante, ocorre a nascente do rio São Gonçalo, originador do projeto da barragem para a construção do Açude Público Itapebussu, bem como alguns outros riachos, como o Grossos, que é o maior tributário do alto curso do rio São Gonçalo. Entre as elevações e picos dessa serra, surgem pequenos vales em “V” por onde circulam inúmeras pequenas drenagens, todas com entalhe muito forte, dada a atuação intempérica proeminente em toda a região do planalto residual. São comuns também formas geomorfológicas destacadas como hogbacks que são estruturas desnudas e com inclinações completamente diferenciadas das rochas circundantes, e nesse caso representam-se por granitos em meio à dominância da rocha gnáissica.

No bordo oposto do vale, o relevo é determinado pela expressividade das serras do Pocin, na situação mais ocidental e de Santo Antônio, na porção oriental, e ambas serão descritas em função de suas encostas de sotavento. A serra do Pocin é uma unidade estreita, alongada em direção NW – SE, perfazendo aproximadamente 6 km, tendo encurtamento na direção NE – SW compreendendo aproximadamente a metade da distância do alongamento. O ponto culminante é um pico de 550 metros e todas as demais cotas situam-se medianamente ao redor de 350 metros. A serra, à semelhança do Gigante, apresenta feições de muito forte entalhe de drenagem, contorno curvilíneo, com declividades assemelhadas, e apresentação de poucos pequenos paredões desnudos, sem no entanto, apresentar estruturação de hogbacks ou pontão. Os vales são sempre apertados, com fundo em “V” na porção de planalto, e num deles, numa cota aproximada de 240 metros, há a faixa de separação para a serra de Santo Antônio, que apresenta formas resultantes de forte dissecação erosiva sendo assim, provavelmente a maior fonte emissora de sedimentação para o vale. Na serra de Santo Antônio, as maiores cotas situam-se pouco superiores a 400 metros, e assim representando aproximadamente a metade da altitude da serra do Gigante. Nas suas porções de topo, ocorrem duas feições diferenciadas, uma mais ao norte, com picos e vales apertados e outra mais ao sul, com aplanamento de topo na cota 400 metros, representando uma área aplanada de aproximadamente 4 km². Ainda ao sul desse platô, há uma declividade que faz a segregação da serra de Santo Antônio com a serra do Gigante, e representa-se nesse ponto as menores cotas do planalto residual, situadas na faixa de 180 metros, que resulta também numa condição onde a futura dissecação morfológica poderá propiciar a captura de partes da drenagem da bacia do São Gonçalo, pela bacia do rio Pacoti, representada localmente pelo riacho Água

Verde, cujas nascentes propagam essa pequena faixa de serra, com menos de 500 metros de largura, em direção oeste.

No interior do ambiente das serras do planalto residual, o vale do rio São Gonçalo, e sua representação morfológica pela unidade da depressão sertaneja, que se lhe encaixa, tem recebido continuamente o aporte de sedimentos das porções elevadas e dissecadas pela erosão e intemperismo. Mesmo assim, o vale mantém solos quase sempre rasos, e são comuns pequenas elevações morfológicas que pontualmente indicam a presença de relevo suave e ondulado. A feição hidrográfica dominante, produz ordem média e fraca de dissecção do relevo e tem aproximação maior às encostas das serras do Pocin do que ao Gigante. Ao centro do vale nas áreas de extravasamento lateral do rio, é comum uma presença de mata ciliar de carnaúbas que tenderiam a se expandir por todo o vale.

4.3.4 Pedologia

A pedologia da área do estudo é constituída pela presença das seguintes classes de solo Argissolo Vermelho – Amarelo Eutrófico; Solos Litólicos Eutróficos; Planossolos Solódicos e Neossolos Fúvicos Eutróficos.

- *Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico*

São solos, minerais, proveniente de desagregação direta da rocha sem envolvimento de transporte para sua acumulação. Caracterizam-se como solos não hidromórficos, apresentando horizonte B textural, argila de atividade baixa ou alta, com média ou alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio, baixa acidez e quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis.

O horizonte A, frequentemente moderado, compreende A1 e A3, espessura média de 40 cm, colorações brunadas e acinzentadas, nos matizes 5YR a 10YR, valores de 2 a 5 cromas de 1 a 4, textura de areia a franco-argilo-arenosa; estrutura normalmente pequena e média, granular, moderada e fracamente desenvolvida; consistência, em solo seco, ligeiramente duro ou duro, friável, em solo úmido, e não plástico a plástico e não pegajoso a pegajoso, em solo molhado; transição para o B de gradual a abrupta.

O horizonte B, normalmente subdividido em B1, B2 e B3, possui espessura variando de 50 a 180 cm; coloração desde brunada a avermelhada, nos matizes 10R a 10YR, valores de 3 a 5 cromas de 4 a 8; estrutura geralmente pequena, em blocos subangulares podendo ocorrer granular, moderada a fracamente desenvolvida, grau de consistência é ligeiramente duro ou duro, quando seco, friável ou firme, em solo úmido e ligeiramente plástico ou plástico e ligeiramente pegajoso ou pegajoso, em solo molhado; apresenta cerosidade variável de fraca a forte e pouca ou comum.

Dentro dessa unidade ocorrem as variações cascalhamento, abrupção, plúntico, raso e fase pedregosa.

Muito utilizado com pecuária extensiva e diversas culturas como milho, e feijão, sendo o uso condicionado também pela disponibilidade de águas e aspectos do relevo.

- *Planossolo Solódico*

Esta unidade pedogenética compreende solos como horizonte B textural, argila de atividade alta, saturação com sódio ($100 Na^*/T$) entre 6 e 15% em algum subhorizonte do horizonte Bt, apresentando-se este horizonte com feições associadas com umidade (mosqueados e/ou cores de redução), em face de drenagem imperfeita, mostrando problemas de encharcamento, durante o período chuvoso, e ressecamento, durante a época seca.

Apresentam sequência de horizonte A, Bt e C, mediante profundos a rasos raramente profundos, de baixa permeabilidade, muito suscetíveis à erosão, e com mudanças textural abrupta.

Apresentam alta saturação de bases (V%) e contêm nos horizontes subsuperficiais Bt e C, principalmente no C, elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

O horizonte A predominantemente é fraco, podendo ocasionalmente ser moderado, com espessura variando de 30 a 50 cm, havendo casos em que ficam reduzidos para 18 a 10 cm, em virtude de desgaste por erosão mais intensa. Normalmente o horizonte A pode ser subdividido em A1 e A2 e estes em A11, A12, A21 e A22. O horizonte A1 tem cores (úmido) bruno-amarelado-escuro, bruno-acinzentado, bruno-escuro, no matiz 10YR, valores 3 a 5 cromas de 2 a 4; a estrutura apresenta-se maciça, pouco a pouco coesa, ou em grãos simples, ou fraca, pequena, em blocos subangulares, o grau de consistência é solto, macio ou ligeiramente duro, quando seco, solto ou muito friável, quando úmido, e não plástico a plástico e não pegajoso a pegajoso, quando molhado.

O A2 constitui um horizonte eluvial, de cor clara, com predomínio das cores brunadas, de matiz 10YR, valores 5 a 7 e cromas 3 a 4, podendo apresentar coloração variegada.

O horizonte Bt, com espessura entre 25 a 80 cm, comumente subdividido em B1t, B2t (B21, B22) e B3t, apresenta características bastante marcantes, principalmente cor e estrutura. A coloração úmida frequentemente é brunada (bruno, bruno-oliváceo-claro, bruno-escuro, bruno-amarelo-escuro), com matizes 25Y, 5Y e 10YR, valores de 4 a 6 e cromas de 2 a 4, normalmente apresentando mosqueado que varia de pouco a abundante, pequeno, raramente grande, distinto ou proeminente; ocorre também coloração variegada. Com relação à estrutura quase sempre é moderada ou forte, média ou grande, prismática ou colunar, composta de moderada ou forte, média ou grande, em blocos angulares e subangulares. O grau de consistência é extremamente duro, quando seco, extremamente firme, quando úmido, e plástico ou muito plástico e pegajoso ou muito pegajoso, quando molhado.

Estes solos ocorrem em percentual considerável na área em estudo, normalmente em relevo plano e suave ondulado de topografia mais baixa, onde predominam o mofumbo, o marmeleiro, catingueira e o sabiá associados as palmeiras.

- *Solos Litólicos Eutróficos*

São solos não hidromórficos, pouco desenvolvidos, raros a muito raros, possuindo um horizonte A, diretamente assentado sobre a rocha (R) ou sobre um horizonte C, de pequena espessura e geralmente com muitos minerais primários. Há casos em que estes solos apresentam indícios de formação de um horizonte B incipiente.

Normalmente são bem a fortemente drenados, com características morfológicas, física e química em função material originário. Quase sempre apresentam bastante pedregosidade e rochosidade na superfície.

O horizonte A tem espessura que varia de 5 a 40 cm, cores mais comuns nos matizes 10YR e 7.5YR, textura desde arenosa até siltosa, com cascalho ou cascalhenta, estrutura fraca ou muito fraca, pequena ou média, granular e/ou em blocos subangulares, ou maciça ou pouco coesa, ou ainda em grãos simples.

Os solos litólicos eutróficos apresentam, no horizonte A ou AC, reação moderadamente ácida a praticamente neutra, soma de bases trocadas variando de 2,2 a 27,1 mE/100g, alta saturação de bases e alumínio trocável ausente ou em pequena quantidade.

A utilização agrícola destes solos na área é muito prejudicada, decorrente de fortes limitações impostas por deficiência de água, pedregosidade, rochosidade, pouca profundidade, concreções, elevada suscetibilidade à erosões e relevo acentuado. Devido a boa fertilidade dos litólicos que ocorrem nas encostas das serras, alguns agricultores utilizam-no para cultura de subsistência, normalmente com milho e feijão, no sistema de plantio tradicional.

- *Neossolos Fúvicos*

São solos pouco desenvolvidos, cuja formação se deve a deposições fluviais recentes e de natureza diversa, onde individualizam-se na área de influência dos rios e riachos.

Apresentam um horizonte A, diferenciado, sobre camadas estratificadas e normalmente sem relações genéticas entre si. Variam de moderadamente profundos a muito profundos, com texturas mais diversas, moderada a imperfeitamente drenados. Possuem pH entre moderadamente ácido a levemente alcalino, alta soma de bases trocáveis, e saturação de bases com valores altos, normalmente superiores a 70%.

O horizonte A destes solos é normalmente fraco ou moderado, ocorrendo também o chernozêmico. A textura varia desde arenosa até argilosa. Sua cor (úmido) normalmente é bruno-acinzentado-escuro, no matiz de 10YR, valores de 2 a 4 e croma₂, estrutura granular ou em blocos, fraca ou moderadamente desenvolvida podendo ocorrer maciça. O grau de consistência varia de macio a medianamente duro, em solo seco, é friável a firme, quando úmido, não plástico e ligeiramente plástico e não pegajoso e ligeiramente pegajoso, em solo molhado.

Estes solos ocorrem acompanhando a morfologia das principais drenagens da área. Possuem boa fertilidade natural e são importantes para o desenvolvimento de atividades agropecuária, desde que convenientemente enquadrados num planejamento racional.

4.3.5 Hidrogeologia

Segundo o volume 23 do projeto radambrasil, a área de ampliação da barragem de Itapebussu, condiciona-se por um regime pluviométrico concentrado, que permite determinar um potencial hidrogeológico médio de armazenamento subterrâneo, dado em função das litologias do complexo nordestino, que somente permitem o armazenamento em zonas de fraturas das rochas cristalinas, cuja característica maior é a da impermeabilidade.

Para o município de Maranguape como um todo, o plano estadual de recursos hídricos determina que o volume escoado médio é da ordem de 122 mm mensais, e de deflúvio médio anual de 230 hm³ anuais. O potencial das águas subterrâneas municipais foi apontado dentro do levantamento cadastral de poços tubulares do plano estadual de recursos hídricos, estando descrito na tabela a seguir, seguinte, onde observa-se que aproximados 30% dos volumes tem restrição de uso, em função, da presença de sólidos dissolvidos, que trazem a salinização das águas.

Tabela 34 - Águas subterrâneas.

Poços Tubulares Cadastrados	Disponibilidade (m³/ano)	Volume Total (m³)	Com restrição de Qualidade
180	1595.196	770400	231120

Como se observa, os valores são muito baixos, sendo pouco significativos para uma campanha de aproveitamento, em função principal de sua dispersão na área territorial municipal.

Na área do alto curso do rio São Gonçalo, a geologia determinou a presença de diversos planos fraturados nas rochas cristalinas, para as duas unidades descritas, A e B, sendo que a capacidade de armazenamento de tais estruturas não pode ser determinada com tanta facilidade, podendo as mesmas serem ou não portadoras de água, no entanto, espera-se que no caso da existência de água nas fraturas, essas tenham um percentual muito elevado de resíduo seco, o que indica um elevado grau de sinalização, e profundamente mais que o dobro dos 30% apontados no plano estadual de recursos hídricos para o município de Maranguape, terão restrição de qualidade para uso.

4.3.6 Recursos Hídricos Superficiais

A área de estudos fica inteiramente inclusa na área de montante da bacia hidrográfica do rio São Gonçalo, e é sumamente importante caracterizar a bacia hidrográfica, uma vez que toda a liberação de particulados, iriam, no fim de um ciclo transportativo,

concentrar-se à jusante na bacia, e que com o advento do Açude Público Itapebussu, ficarão retidos antes de atingir a localidade de Itapebussu, ainda no alto curso do rio.

Os recursos hídricos dispõem-se, através da pluviometria, em função da geologia, geomorfologia, solos e vegetação, bem como de formas humanas que direta ou indiretamente interferem-lhes os regimes. O regime pluviométrico é caracterizado como concentrado, com precipitação anual média de aproximados 1.000 mm, passível de gerar excedentes nos meses de fevereiro à junho. Assim, tem-se um forte escoamento superficial, pela presença impermeável das rochas cristalinas, em regimes de torrentes, e pela presença de encostas e escarpas, onde os solos, quando espessos permitem alguma infiltração e armazenamento temporário. A vegetação, já é bastante alterada, porém a vegetação nativa não está completamente erradicada, sendo presente nas serras e serrotes, notadamente nas costas mais elevadas.

Dentro de toda essa situação de drenagem não peneres, com padrão dentrítico de escoamento ou localmente controlados pelas estruturas geológicas. A acumulação subterrânea é possível nos solos mais espessos e mesmo nos planos das estruturas geológicas como folhas e fraturas, porém nestes casos incrementam-se as contribuições salinas.

Dentro de toda essa situação da natureza local atual, as obras antrópicas fazem uma grande diferenciação na evolução hídrica, principalmente com as ações de plantios agrícolas, através do precedente desmatamento, bem como pelas formas de concentração desses recursos em barragens ao longo das principais drenagens. O uso dos recursos hídricos tem, por tanto dependência direta desses fatores e dos modos de captação, sobre as drenagens, diretamente no período de excedentes e escoamento, ou sobre o acumulado em barragens ou ainda por captações subterrâneas. Cada qual com seus prós e contras, em função da atividade desenvolvida e da qualidade requerida no uso do bem mineral.

O açude Público Itapebussu com capacidade de armazenamento projetada em 22 milhões de metros cúbicos de água, será o maior reservatório da área em estudo, e de suas reservas partirão programas de estabelecimento urbano e irrigação localizados em Itapebussu e Lagoa Juvenal.

A classificação do tipo climático, segundo Thorntwaite, além dos valores da precipitação e da temperatura, introduz evapotranspiração potencial, como elemento determinante do clima. A sua qualidade é identificada considerando a necessidade hídrica pré-estabelecida, e são três os parâmetros obtidos de forma indireta para auxiliar na classificação de tipos de climas e sub climas, que são: índice de umidade, índice de aridez, e índice hídrico.

O balanço hídrico se fundamenta na aplicação do princípio de conservação de massa, no caso a água, para um determinado local. A aplicação deste princípio permite evidenciar que a variação na quantidade d'água, existe num determinado volume de controle, deve ser igual à diferença entre o ganho, resultante da condensação local e das precipitações, e mais o consumo, representado pelo escoamento superficial,

infiltração, evapotranspiração. Na prática, a quantificação dos termos que figuram a equação do balanço hídrico, apresenta sérias limitações, já que além da base de dados ser de pequeno alcance, muitas das medidas não podem ser tomadas com exatidão, e essa afirmação fica mais acentuada em função dos pontos diferentes para os dados originais. Assim, é comum o emprego de métodos empíricos, para que se possa formular uma estimativa do balanço desejado, mesmo com todas estas limitações, o método tem sido largamente utilizado, e em suas premissas, admite que o solo age como um reservatório d'água, com capacidade de armazenamento bem definida, em função de suas propriedades físicas e da profundidade média da zona radicular das plantas nele situadas.

O índice de umidade, que corresponde ao excesso d'água, é expresso pela porcentagem do excedente, obtido do balanço hídrico, dividido pela evapotranspiração, de acordo com a equação seguinte:

$$I_{\mu} = \text{EXC sobre EVP} \times 100$$

onde,

EXC= Total anual do excedente hídrico

EVP= Total anual da evapotranspiração potencial

O índice de aridez, que é a deficiência percentual da evapotranspiração potencial, está calculado pela equação seguinte:

$$L_{\alpha} = \text{DEF sobre EVP} \times 100$$

Onde,

DEF=Total de deficiência obtida no balanço hídrico

O índice hídrico, representa o excesso ou a falta d'água, ao longo das estações; sua representação exhibe-se na equação seguinte:

$$L_{\mu} = I_{\mu} - 0,61\alpha$$

Adotando para o balanço hídrico na área do alto curso da bacia São Gonçalo uma capacidade de armazenamento de 100 mm, pode-se então concluir a representação da classificação, nos moldes de Thorntwaite e Mather (1955), exibida na tabela a seguir:

Tabela 35 – Dados / Balanço Hídrico.

Discriminação	Valores
Índice de Aridez	18,1
Índice de Umidade	51,2
Índice Hídrico	-12
Classificação Climática	C1S2A 'a'

A descrição da Classificação pode ser tão realizada, de acordo com cada fator incluído
C1 -> clima seco e sub úmido, pois os índices efetivos de umidade oscilam entre 0 e -20.

S2-> Sub tipo climático, que denota índice de aridez superior a 33,3%, resultando em grande deficiência hídrica no verão;

A'->Clima megatérmico, determinado pelo índice de eficiência térmica, dado pela acumulação da evapotranspiração anual, em função direta da temperatura e do alongamento do dia;

a' Este sub tipo expressa a porcentagem da evapotranspiração na estação de verão, no caso, com baixa variação estacional.

Segundo o volume 23 do projeto radambrasil, a área de implantação do Açude Público Itapebussu, condiciona-se por um grande concentrado, com excedentes entre 4 e 6 meses anuais, que permitem uma altura entre 200 e 700 mm anuais, representando um volume de água disponível entre 200.000 e 700.000 m³/km². Portanto, pela área da bacia de contribuição determinada aqui em aproximados 60 km², e pela precipitação pluviométrica, apontada pela média das estações no entorno da bacia em 1.000 mm anuais, capaz de gerar valores próximos àqueles apontados no projeto radambrasil.

4.4 Meio Biótico

4.4.1 Flora

O Atlas do Ceará (IPECE, 2000), divide o Estado em 11(onze) unidades fitoecológicas, baseadas nas diferenças litológicas, geologia, topografia, clima e, principalmente, nos solos. O complexo vegetacional do município de Aquiraz – CE engloba tipos diversos, como o manguezal, a vegetação de praias arenosas e dunas, as restingas e a vegetação aquática e higrófila das lagoas.

Os estágios vegetacionais são bastante correlatos aos processos morfogenéticos (modelados de erosão ou acumulação marinha, fluvio-marinha, eólica e fluvial) atuantes na região. Além da relação com os processos morfogenéticos, Fernandes (1990) afirma que as condições vegetais também estão relacionadas às condições do teor de água, no solo ou na atmosfera, que fazem também a diferenciação fisionômica da seleção floral.

Na área da bacia hidrográfica e adjacências do empreendimento a implantar e operar, ocorrem, primordialmente os seguintes ecossistemas. Mata Cilia com Carnaúbeira (Mata Ribeirinha), Caatinga Arbórea/arbustiva, Floresta Subcaducifolia Tropical Pluvial (Matas Secas) e Campos Antrópicos. De forma generalizada o ecossistema caatinga é dominante na área da bacia deste açude, ressaltando-se que os campos antrópicos são encontrados inseridos tanto na caatinga como na mata ciliar.

- *Mata Ciliar com Carnaubeiras (Mata Ribeirinha)*

Ao longo de toda a planície do rio São Gonçalo, existe a mata ciliar com domínio da carnaubeira, cujo solo apresenta-se com duas feições, sendo uma delas formadas por areia, cascalho e argila, enquanto na outra verifica-se diversos afloramentos rochosos em certos pontos do leito do referido curso d'água. A fitotisionomia deste tipo de vegetação é dominada pela mata arbustiva, com toda planície com inúmeras palmeiras, sendo que nas proximidades do rio em epígrafe, nota-se uma mata mais densa com diversas espécies arbóreas, formando a mata galeria, constituída dentre outras de *Licania rígida* (oicica), *ingá sp* (ingá), *Zizypus joazeiro* (juazeiro), *Mimosa hostilis* (espinheiro), *Erithina velutina* (mulungu), *Mimosa caesalpiniaefolia* (sabiá), *Mimosa acustipula* (jurema preta), *Combretum sp* (mofumbo), etc.

No ambiente ribeirinho nota-se uma maior densidade de espécies faunísticas paludícolas, especialmente de aves e artrópodes, os quais procuram seu alimento nas margens do rio e (ou) nas suas águas.

- *Caatinga Arbustiva Arbórea*

A caatinga arbustiva/arbórea localiza-se sobretudo nas encostas das serras bem como nos inter-flúvios próximos destas serras, cujo setores mais baixos vislumbra-se a mata ciliar.

A caatinga apresenta-se formada por arbustos com fustes quase retilíneos, em geral cobertos por acúleos ou espinhos e algumas arbóreas que destacam-se sobre as demais. Normalmente os dosséis superiores desta vegetação, são bastante encopados formando um verdadeiro guarda sol, prejudicando a captação da luz pelos herbáceas, durante o período das chuvas, cuja estação climática favorece a reciclagem dos recursos minerais contidos no seu solo, especialmente através da ação química, formando deste modo húmus.

Entretanto ao longo do período de estio, as folhagens de pequeno porte e não coriáceas caem quase que totalmente, apresentando, portanto, caráter xerófilo em alto grau (> de 70 %). O extrato herbáceo é pouco representativo surgindo normalmente logo no início do período chuvoso.

Dentre as principais espécies florísticas destacam as seguintes: *caesalpinia pyramidalis* (catingueira), *Piptadenia macrocarpa* (angico), *Astroniuim urundeuva* (aroeira), *Combretum leprosum* (mofumbo), *Bauhinia fortificada* (mororó), *Auxemma onocalyx* (pau branco), *Mimosa caesalpiaefolia* (sabiá), *Croton sp* (marmeleiro), *Cereus sp* (cardeiro), dentre outras.

A fauna da região da caatinga regional, especializou-se em caçar insetos e coletar diversas partes da flora como fonte alimentar, especialmente flores, frutos e seiva vegetal. Constituindo-se deste modo a base da pirâmide trófica, a qual é caçada pelos predadores de primeira ordem da cadeia alimentar deste ambiente hostil e com alto déficit d'água.

As dificuldades climáticas da Caatinga, atinge enormemente a fauna local, levando-a a adaptar-se a escassez d'água tendo como principais membros: Aves insetívoras, mamíferos de pequeno porte normalmente omnívoros; Répteis predadores e diversos Artrópodes, vermes e Moluscos.

- *Floresta Sub-Caducifólia Tropical Pluvial (Matas Secas)*

A Mata Seca situa-se nos setores mais altos das serras e serrotes da região, sendo por outro lado difícil identificação do limite desse tipo de unidade vegetal com a caatinga, formando uma razoável área de transição.

Essa mata pode ser considerada como ecótona entre a mata úmida (não observada na região) logo acima, e a Caatinga imediatamente abaixo. Apresenta caducidade foliar em boa parte de suas essências florísticas, beirando os 50% de índice de xerofilia, verifica-se três estratos na sua paisagem, sendo o arbóreo chegando aos 14,0 m cujo dorsel superior é bastante ramificado e pouco espesso, o estrato arbustivo, bem mais baixo atingindo os 7,0 m, em geral apresenta-se ramificado desde o solo. O estrato herbáceo é estacionário surgindo a cada estação chuvosa.

A sua fauna apresenta um maior domínio de espécies da Caatinga do que as Matas úmidas, talvez em decorrência da forte pressão antrópica local ao desmatar ocasionando o surgimento e avanço da Caatinga sobre a Mata Seca.

Esta tipologia vegetal próxima da crista das serras recebe uma boa quantidade d'água provindo de suas cabeceiras, propiciando assim uma maior diversidade da mata seca em relação à caatinga.

As principais espécies florísticas desta tipologia vegetal são: tabebuia serrafolia (pau d'arco amarelo), Cordia alliodora (frei-jorge), Piptadenia acrocarpa (angico), Zizypus joazeiro (juazeiro), Aspidosperma sp (pereiro), Syagrus sp (catolé), Orbignya martiana (babaçu), dentre outras.

Segundo, colonos da região, existe nas feições serranas à montante da área em estudo, os seguintes membros da fauna silvestre, Cerdocyn thos (raposa), Mazoma sp (veado), Cavia aperea (preá), Coendou prehensilis (coandú), Schiurilius pusillus (fura côco), Calitrix jacchus (soim), Tamandua tetradatyla (tamanduá-mambira), Dsyypus novemcictus (tatú), Euphractus sexcinctus (peba), Procyon cancrivorus (guaxinim), Eira barbara (papa mel), Felis tigrina (gato maracajá mirim), dentre outros, algumas destas espécies encontram-se em decréscimo populacional no Estado cearense.

As árvores encontram-se representada especialmente por espécies frutívoras e insetívoras, as quais controlam a população de artrópodes na região. Muitos representantes da fauna (aves, mamíferos), costumam periodicamente migrarem para as serras a procura de alimento e de água, fugindo do rogor da caatinga.

Tabela 36 - Inventário Florístico da Bacia Hidrográfica do Açude Itapebussu.

Nome Popular	Família	Nome Científico
<i>Abricó do mato</i>	Sapotácea	Mimusops elengi
<i>Açoita vacalo</i>	Tiliaceae	Luhea speciosa
<i>aguapé branco</i>	Ninfeaceae	Mymphaea sp
<i>Aguapé roxo</i>	Pontedenaceae	Eichhornia azurea
<i>Alcaçuz da terra</i>	Leg papilionoideae	Periandra dulcis
<i>Algaroba</i>	Leg mimosoideae	Prosopis juliflora
<i>Algodão</i>	Malvaceae	Gossypium sp
<i>Angelim</i>	Leg papilionoideae	Andira sp
<i>Angico</i>	Leg mimosoideae	Piptadenia sp
<i>Araça</i>	Mirtaceae	Psidium araça
<i>Ararita</i>	Leg mimosóidea	Pithecolobium sp
<i>Aroeira</i>	Anacardiaceae	Astronium arudeuva
<i>Avelos</i>	Euforbiaceae	Euphobia gymnoclada
<i>Babaçu</i>	Palmae	Orbignya martiana
<i>Banana</i>	Musaceae	Musa sp
<i>Barrguda</i>	Bombacácea	Ceiba sp
<i>Cajueiro</i>	Anacardiaceae	Anacardium occidentale
<i>Calumbi</i>	Leg mimosoideae	Mimosa sp
<i>Canafistula</i>	Leg cesalpinoidae	Swartzia mollis
<i>Candeia</i>	Leg mimosoidea	Plathymenia reticulata
<i>Capa rosa</i>	Lenaceae	Lemna minor
<i>Cardeiro</i>	Cactaceae	Cereus sp
<i>Carnaubeira</i>	Palmae	Copernicea prunifera
<i>Carobeira</i>	Bignoniaceae	Tabebuia caraíba
<i>Catanduba</i>	Leg mimosoideae	Piptadenia moniliformes

Catingueira	Leg cesalpinoideae	Caesalpina pyramidalis
Catolé	Palmae	Syagrus sp
Cedro	Meliaceae	Cedrela odorata
Cravo branco	Compositaceae	Pectis sp
Croata	Bromeliaceae	Bromélia karatas
Espinheiro	Leg mimosoideae	Mimosa hostilis
Facheiro	Cactaceae	Cereus sp
Favinha	Leg cesaplinoideae	Peltophorum dubium
Feijão	Leg papilionoideae	Phaseplus sp
Frei-jorge	Borraginaceae	Cordia alliodora
Goiabinha	Mirtaceae	Psidium sp

- *Campos Antrópicos*

Os campos antrópicos denotam as áreas onde o homem cultiva espécies florísticas para a sua sobrevivência, tendo na região em apreço o domínio de milho e feijão.

Este tipo de ambiente, é pouco representativo na área da bacia hidráulica, apresenta pouco mais de 3m% da área a ser inundada, sitiando-se de forma dispersa por toda a região, especialmente onde verifica-se grupos urbanos. Caracteriza-se por apresentar forte ação antrópica através do uso intensivo do solo em seu devido manejo.

Verificam-se dois tipos de ambientes antropizados, a saber: ambiente cultivado e campos abandonados.

Os ambientes cultivados são aqueles ocupados por culturas de subsistência, especialmente o *Zea mays* (milho) e o *Phaseolus sp* (feijão) apresentando uma paisagem uniforme, em decorrência da monocultura praticada.

Enquanto os campos abandonados estão representados por antigas áreas cultivadas. Raramente verifica-se arbóreas, no entanto, encontra-se encoberto por espécies invasoras, principalmente arbustivas e algumas herbáceas. As suas principais espécies são: *Croton sp* (marmeleiro), *Combretum sp* (mofumbo), *Pectis sp* (cravo branco), *Sida sp* (malva), dentre outras.

A fauna desse ambiente é quase incipiente, verificando baixa diversidade faunística. Destacam-se espécies insetívoras e (ou) gramnívoras, tais como: *Columbidae* (rolinhas), *Tyrannidae* (bem-te-vis), *Teidae* (tijubina), *Roedores* (preá), dentre outros.

4.4.2 Fauna

O ambiente da caatinga apresenta uma peculiaridade impar com relação a sua fauna, pois durante o período de estio muitas espécies sobem as colinas e serrotes a procura de alimento e proteção, enquanto o período chuvoso verifica-se o contrário, ocorrendo uma grande imigração faunística na mata ciliar e mesmo na caatinga, sendo portanto, difícil diferenciar qual habitat preferido, pois este depende enormemente do clima e do fornecimento de água.

Muitas espécies alimentam-se de insetos e (ou) de frutos/sementes, os quais soa bastante frequentes durante a ação chuvosa. A migração é mais notada na avifauna em decorrência de sua maior facilidade de locomoção.

A base da cadeia trófica faunística da região encontra-se formada de espécies que normalmente alimentam-se de sementes, frutos e (ou) de seiva vegetal, destacando os seguintes taxa: Roedor (catitas, preá), Callitricidae (soim), Edentata (peba), Columbidae (rolinhas), Psitacidae (periquitos), Tinamidae (nambus), Cuculidae (anuns), Icteridae (corrupião, boé), Thraupidae (vem vem, sonhaço), fringílídea (gola, papacapim), Iguanidae (camelão), insetos (besouros, cupins), Moluscos (caracol) etc.

Os predadores de segunda ordem alimentam-se principalmente de insetos, vermes e aves, destacando os seguintes taxa: Falconiformes (falcão), raliidae (socó), jacamiidae (jaçanã). Alcedinidae (marim-pescador), furnaridae (maria de barro), formicaridae (choró), Tyrannidae (bem-te-vis, lavandeira), mamíferos (guaxinim, gato maracajá, raposa), Ofideos (cobras), anfíbios (sapos, rãs), dentre vários outros.

Durante o período seco, enquanto existe pouco fornecimento de água na região, verificam-se principalmente os seguintes taxa faunísticos, especialmente na mata ciliar: Tinamidae (nambus), Ardeidae (socó), Falconiformes (falcões e gaviões), Cariamidae (seriema), Columbidae (rolinhas, juriti), Psitacidae (periquitos), Cuculidae (anuns), Caprimulgidae (bacurau), Picidae (pica-pau), Furnaridae (joão de barro), formicaridae (choros), tyrannidae (bem-te-vis, papa-moscas), Corvidae (cã-cão), Thraupidae (sonhaço), Fringilidae (golinha, campina, bicudo azul, Cavidae (preá), Primata (saguim), Dasypodidae (tatu), Procyonidae (guaxinim), Didelphidae (cassaco), Squammata (teju, calango, cobras), anfíbios (sapos, rãs), dentre outros vários outros tetrapodas.

Na região da bacia hidrográfica em estudo notam-se diversas espécies em perigo de extinção especialmente na serra do Japão, a montante do açude, dentre os quais pode-se citar: Felis tigrina (gato maracujá), Mazoma sp. (veado), Penelope Superficialis (jacu), Sicalis flaveola (canário da terra), Columba picazuro (asa branca), dentro outras.

A ampliação do açude Itapebussu fomentará água para a fauna silvestre regional, além de proporcionar nas suas margens, especialmente nas zonas anfíbia e benfica/flutuante proteção para a biota local.

Tabela 37 - Lista da Fauna da Bacia Hidrográfica do Açude Itapebussu.

Taxa	Nome Vulgar	
MAMIFERO		
ROEDOR		
CAVIIDAE	<i>Galea spixiii</i>	Preá
	<i>Kerodon rupestres</i>	Mocó
ECMUIDAE	<i>Ecimys dassythnx</i>	Punaré de espinhas
	<i>Cercomys cunicularis</i>	Punaré
ECMYIDAE	<i>Coendou prehensilis</i>	Coandú
MURIDAE	<i>Oryzomys subflavus</i>	Rato da cana
	<i>Zygodontomys laciurus</i>	Pixuna
SCHINERIDAE	<i>Schiurillus pusillus</i>	Fura côco
PRIMATA		
CALIITRICIDAE	<i>Caliitrix jacchus</i>	Soim
EDENTATA		
MYRMECOPHAGIDAE	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá mambira
DASYPODIDAE	<i>Dasypus novemcintus</i>	Tatú
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	Peba
CARNÍVORO		
PROCYONIDAE	<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim
MUSTELIDAE	<i>Eira barbara</i>	Papa mel
	<i>Grison vitatus</i>	Furão
	<i>Conepatus brevicauta</i>	Maritaca
FELIDAE	<i>Felis tigrina</i>	Gato maracujá mirim
	<i>Felis yagouarondi</i>	Gato mourisco
CANIDAE	<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa
ARTIODACTYLA		
CERVIDAE	<i>Mazama rufina</i>	Veado Gararu
MARSUPIAL		
DIDELPHIDAE	<i>Didelphis sp</i>	Cassaco
	<i>Marmosa sp</i>	Catita das bananeiras
AVES		
TINAMIFORMES		
TINAMIDAE	<i>Crypturellus parvirostris</i>	Nambuzinha do pé vermelho
	<i>Crypturellus tataupa</i>	Nambu de pé roxo

	Nothura boraquira	Nambu perdiz grande
	Nothura maculosa	Nambu espanta cavalo
PODICIPEDIFORMES		
PODICIPEDIDAE	Podilymbus podiceps	Mergulhão cinzento
AVES		
CICONIFORMES		
ARDEIDAE	Egretta thula	Garça pequena
	Butorides striatus	Socó azul
	Bubulcus íbis	Garça boiadeira
	Tigrisoma lineatum	Socó boi
ANSERIFORMES		
ANATIDAE	Dendrocygna viduata	Marreca viuvinha
	Dendrocygna autonnalis	Marreca verdadeira
	Anas bahamensis	Pato do queixo branco
	Anas discors	Patola de cara escura
FALCONIFORMES		
CATHARTIDAE	Caragyps atratus	Urubu preto
	Cathartes aura	Urubu caçador
ACCIPITRIDAE	Elanus leucurus	Gavião branco
	Rostrhamus sociabilis	Caramujeiro
	Buteo albonotatus	Gavião branco
	Buteo magnirostris	Gavião da mata
	Heterospizias meridionalis	Gavião vermelho
FALCONIDAE	Mivalgo chimachima	Gavião pinhe
	Polyborus plancus	Carcará
	Falco rufigularis	Gavião pega morcego
GALLIFORMES		
CRACIDAE	Penelope superfiliaris	Jacú pequeno
	Penelope jacucaca	Jacú verdadeiro
GUIFORMES		
ARAMIDAE	Aramus guaraúna	Carão
RALLIDAE	Rallus maculatus	Sericoia pintada
	Aramides cajanea	Sericoia
	Porphyriops melanops	Frango d'água pintado

	<i>Gallinula chloropus</i>	Galinha d'água
	<i>Porphyryla Martinica</i>	Frango d'água azul
CARIAMIDAE	<i>Coriama cristata</i>	Seriema
CHARADRIFORMES		
JACAMIDAE	<i>Jacana jacana</i>	Jaçanã
CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	Te-teu
SCOLOPACIDAE	<i>Gallinago gallinago</i>	Norceja pequena
	<i>Gallinago undulata</i>	Narceja
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus himantopus</i>	Pernilongo
AVES		
COLUMBIFORMES		
COLUMBIDAE	<i>Columba picazuro</i>	Asa branca
	<i>Zenaida aunculata</i>	Avoante
	<i>Columbina passerina</i>	Rolinha da praia
	<i>Columbina talpacoti</i>	Rola caldo de feijão
	<i>Columbina picui</i>	Rola branca
	<i>Scardafella squammata</i>	Rola cascavel
	<i>Leptoptila verreauxi</i>	Junti do sertão
PSITACIFORMES		
PSITACIDAE	<i>Aratinga jandaya</i>	Jandaia
	<i>Aratinga cactorum</i>	Periquito do sertão
	<i>Aratinga aurea</i>	Periquito estrela
	<i>Forpus xanthopterygius</i>	Papacú
	<i>Brotogeris versicolorus</i>	Periquito de asas amarelas
	<i>Pionus maximiliani</i>	Curica verde
	<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio verdadeiro
CUCULIFORMES		
CUCULIDAE	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	Papa lagartas
	<i>Piaya cayana</i>	Alma de gato
	<i>Crotophaga ani</i>	Anú preto
	<i>Crotophaga major</i>	Anú coroca
	<i>Guira guira</i>	Anú branco
	<i>Tapera naevia</i>	Peitica
STRIGIFORMES		

TYTONIDAE	Tito alba	Rasga mortalha
STRIGIDAE	Otus choliba	Coruja
	Otus watsonii	Caburé de orelhas
	Bubo virginianus	Corujão
	Glaucidium brasilianum	Caburezinho
	Speotyto cunicularia	Coruja buraqueira
CAPRIMULGIFORMES		
NYCTIBIIDAE	Nyctibius griseus	Mãe da lua
CAPRIMULGIDAE	Chordeiles pusillus	Bacurau
	Chordeiles acutipensis	Bacurau de bando
	Nyctidromus albicollis	Curiango
	Caprimulgus parvulus	Bacurau
	Caprimulgus hirundinaceus	Coruja das pedras
AVES		
APODIFORMES		
APODIDAE	Cypseloides senex	Andorinhão da quebrada
	Reinarda squammata	Andorinha de cauda tesoura
TROCHILIDAE	Glasís hirsuta	Beija flor do bico curto
	Phaethornis ruber	Beija flor
	Phaethornis gounelley	Beija flor do taua
	Phaethornis pretei	Beija flor
	Thalurania furcata	Beija flor
	Polytmus guainumbi	Beija flor
	Amazilia versicolor	Beija flor verde
	Amazilia fimbriata	Beija flor
	Amazilia leucogaster	Beija flor barriga bronca
	Heliactin cornuta	Beija flor abelhinha
	Heliomaster longirostris	Beija flor
CORACIFORMES		
ALCEDINIDAE	Ceryle torquata	Pescador grande
	Chloroceryle amazona	Pescador
	Chloroceryle americana	Pescadozinho
MOMOTIDAE	Momotus momota	Ariramba da mata

PICIFORMES		
BUCCONIDAE	Notharchus macrorhynchus	Capitão do mato
	Nystalus maculatus	Bico de latão
	Nystalus chacuru	Rapazinho dos velhos
PICIDAE	Picumnus limae	Picaupazinho verde
	Picumnus albisquamatus	Picapauzinho rajado
	Piculus chrysochloros	Pica pau verde
	Celeus flavescens	Pica pau de topete amarelo
	Dryocopus lineatus	Pica pau grande
	Campephilus melanoleucus	Pica pau de penacho real
	Veniliornis passerinus	Picapauzinho oliva
PASSARIFORMES		
DENDROCOLAPTIDAE	Dendrocolaptes platyrostres	Arapaçu
	Xiphorhynchus guttatus	Arapaçu
	Lepdocolaptes fuscus	Sobe pau
FURNARIDAE	Furnarius leucopus	João de barro
	Furnarius figulus	Maria de barro
	Synallaxis frontalis	Crispim
Taxa		Nome Vulgar
AVES		
PASSARIFORMES		
	Synallaxis gujanensis	Caçador de arvores
FURNARIDAE	Certhiaxis cinnamomea	Vira folha vermelho
	Phacellodomus rufifrons	Carrega pau
	Taraba major	Choró grande
	Thamnophilus doliatus	Choro barrada
	Thamnophilus punctatus	Chorozinha
FORMICARIDAE	Thamnophilus caeruleus	Chorozinha
	Formicivora melanogaster	Papa formigas
	Herpsilochmus pileatus	Enchertinho
	Conophanga lineata	Chupa dente

	Pachyramphus vindis	Bico grosso
COTINGIDAE	Pachyramphus polychopterus	Bico grosso
	Fluvicola nengeta	Lavanderia
	Arundinicola leucocephala	Vovô
	Muscivora tyrannus	Tesoura
	Tyrannus melanocholicus	siriri
	Empidonomus varius	Bentivizinho
	Megarhynchus pitanga	Bem-ti-vi-do-bico-chato
	Myozete similis	Bentivizinho carrapateiro
	Myarchus ferox	Maria cavaleira
	Myarchus tyrannulus	Maria cavaleira
	Myarchus swainsoni	Maria cavaleira
TURANNIDAE	Cnemotriccus fuscatus	Papa moscas
	Myiobius atricaudus	Papa moscas
	Myiobius frisciatus	Papa moscas
	Hirundinea ferruginea	João pires
	Hirundinea bellicosa	Papa moscas
	Tolmomyas flaviventris	Mosqueteiro
	Todirostrum cinereum	Sibite relógio
	Elaenia cristata	Topetudo
	Phaeomyas murina	Papa mosquito
	Campstostoma obsoletum	João bobo
	Phylomyia dascuatus	Cucuratado do nordeste
	Tachycineta albiventer	Andorinha do rio
HIRUNDINIDAE	Phaeprogne tapera	Andorinha do campo
	Progne chalybea	Andorinha das igrejas
	Ripana ripana	Andorinha do barranco
Taxa		Nome Vulgar
	AVES	
	PASSARIFORMES	
CORVIDAE	Cyanocorax cyanopogon	Cã-cão
TROGLODYDAE	Thryothorus longirostris	Garrincha
	Troglodytes aedon	richinó
MIMIDAE	Mimus saturninus	Papa sêbo

TURTIDAE	Turdus rufiventris	Sabia branco do campo
	Turdus leucomelas	Sabiá congá
SYLVIDAE	Polioptila plumbea	Sabiá da mata
MOTACILLIDAE	Anthus lutencens	Sabiá do bico de osso
VIREONIDAE	Cyclarhis gujanensis	Sibite da quebrada
	Molothrus badius	Caminheiro do campo
	Cacicus solitarius	Mane besta
ICTERIDAE	Gnorimopsar chopi	Azulão
	Agelaius ruficapillus	Casaca de couro
	Lcterus cayanensis	Boé
	Lcterus icterus jamacaii	Graúna
	Leistes militaris	Papa arroz
	Brasileuterus flaveolus	Primavera
PARULIDAE	Brasileuterus auricapollus	Corrupião vermelho
	Coereba flaveola	Polícia inglesa
	Conirostrum speciosum	Canário da mata
COEREBIDAE	Dancis cayana	Mariquita
	Eufonia chlortica	Sibite
	Tangara cayana	Sebinho
THRAUPIDAE	Thraupis sayaca	Verdelino
	Thraupis palmarum	Vem-vem
	Nemosia pileata	Sanhaço macaco
	Paroaria dominicana	Sanhaço azul
	Cyanocompsa cyanea	Sanhaço coqueiro
	Volaitina jacarina	Azedinho
	Sporophila lineola	Campina bicudo azul
FRINGILIDAE	Sporophila nigricollis	Tziu
	Sporophila albogularis	Bigodeiro
	Sporophila brouvreuil	Papa capim
	Sporophila nigricollis	Sanhaço coqueiro
	Sporophila lineola	Campina bicudo azul
	Sporophila albogularis	Papa capim
Taxa		Nome vulgar
	AVES	

	PASSARIFORMES	
	<i>Sicalis flaveola</i>	Canário da terra
FRINGILIDAE	<i>Coryphospingus pileatus</i>	Abre e fecha
	<i>Ammodramus humularis</i>	Canário rasteiro
	<i>Spinus yarrelli</i>	Pintassilgo
PLOCEIDAE	<i>Passer domesticus</i>	Pardal
ESTRILIDAE	<i>Estrilta striade</i>	Bico de lacre
	RÉPTEIS	
	SQUAMATA/LACERTILIA	
	<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	Tejubina
TEIIDAE	Ameiav ameiva	Tejubina
	<i>Tupinambis tequixin</i>	Tejo
	<i>Iguana iguana</i>	Camaleão
IGUANIDAE	<i>Tropidurus torquatus</i>	Calango
SCINCIDAE	<i>Mabuya bistriata</i>	Lagartixa cega
GEKKONIDAE	<i>Hemidactulus mabuya</i>	Briba
	SERPENTES	
	<i>Epicrates cenchria</i>	Salamanta
BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	Joboia
	<i>Oxybelis sp</i>	Cobra de cipó
	<i>Waglerops sp</i>	Cobra d'água
	<i>Liophs sp</i>	Falsa jararaca
COLUBRIDADE	<i>Oxyrrhopus sp</i>	Coral falsa
	<i>Cleria sp</i>	Cobra preta
	<i>Drymarchon sp</i>	Papa ova
	<i>Philodryas sp</i>	Cobra verde
	<i>Helicops leopardinus</i>	Obra d'água
ELAPIDAE	<i>Micrurus ibiboboca</i>	Coral
	<i>Bothrops erythromelas</i>	Jararaca
VIPERIDAE	<i>Crotalus durissus</i>	Cascavel
	QUELONIO	
CHELIDAE	<i>Phrynops sp</i>	Cagado
TESTUNIDAE	<i>Chelonoides sp</i>	jabuti
	ANFIBIOS	

AMPHISBAENANIDAE	Amphisbaena sp	Cobra de duas cabeças
	ANURA	
BUFONIDAE	Bufo sp	Cururu
Taxa		Nome vulgar
	Anfibios	
	Anura	
LEPTODACTYLIDAE	Leptodactylus spp	Gia
	Hyla spp	Rã
HYLIDAE	Phyllomedusa sp	Perereca
	PEIXES	
	Cichla ocellaris	Tucunaré (intr.)
	Oreochromis niloticus	Tilápia do Nilo (intr.)
	Oreochromis hornorum	Tilápia (intr.)
CICHILIDAE	Tilapia rendalli	Tilápia (intr.)
	Geophagus brasiliensis	Cará
ERYTHRINIDAE	Hoplias malabancus	Jacundá
SYNBRANCHIDAE	Synbranchus marmoratus	Traíra
PROCHILODONTIDAE	Prochilodus cearaensis	Muçum
CHARALIDAE	Colossoma macropomum	Curimatã
	Hypostomus nudiiventris	Tambaqui (intr.)
	Hypostomus jaguaribensis	Bodó
LORICARIIDAE	Hypostomus gomesi	Cascudo
	Loricaria maculata	Cascudo
	Loricaria derbyi	Ácari sovela
	Leporinus agassizi	Cascudo
ANOSTOMIDAE	Leporinus melanopleura	Piau comum
	Leporinus arcus	Piau
	Leporinus piau	Piau
CHARACIDAE	Astyanax spp	Piau
		Piaba

4.5 Meio Antrópico

4.5.1 População Residente no Município

O município apresenta um quadro socioeconômico cuja população, no ano de 2014, foi de 122.020 habitantes, com maior concentração na zona urbana. A sede do município dispõe de abastecimento de água (CAGECE), fornecimento de energia elétrica (COELCE), serviço telefônico (TELECEARÁ), agência de correios e telégrafos (ECT), serviço bancário, hospitais, hotéis e escolas.

4.5.2 Atividade Econômica

A principal atividade econômica reside na agricultura, com culturas de subsistência de feijão, milho, mandioca e monocultura de algodão, banana, abacate, cana-de-açúcar, castanha de caju e frutas diversas. Na pecuária extensiva destacam-se criações de gado, ovinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai com a fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e carnaúba. Citam-se indústrias de aparelhos elétricos e calçados implantadas no município. Na área de mineração, possuem importância as atividades de extração de rochas ornamentais, rochas para cantaria, britas, placas para fachadas e outros usos na construção civil.

4.5.3 Saúde

Até o ano de 2014 o município de Maranguape possuía 43 unidades de saúde ligadas ao sistema único de saúde, sendo 42 públicas e 01 privadas. Maranguape dispõe de 642 profissionais de saúde no município, destacando um número de 162 médicos, 33 dentista, 51 enfermeiros, 160 outros profissionais ligados a outras áreas de saúde/nível superior, 173 agentes comunitários de saúde e 160 outros profissionais de saúde/nível médio.

Dentre as doenças notificáveis, no período entre 2007 e 2014, foram registrados 23 casos de hanseníase, 01 de hepatite viral, 07 de AIDS, 206 de dengue e 47 de tuberculose. A taxa de mortalidade infantil é de 10,01 para cada 1.000 nascidos vivos.

4.5.4 4.5.4 Educação

De acordo com o IBGE (2014), foram realizadas no município de Maranguape 25.928 matrículas no ensino fundamental, sendo 213 matrículas no ensino estadual, 655 no ensino municipal e 137 em escolas particulares. O número total de escolas no município de Maranguape são: 82 escolas municipais, 07 escolas estaduais e 08 escolas particulares.

4.5.5 Infraestrutura Local

A sede municipal de Maranguape - CE conta com uma boa infraestrutura, destacando-se as seguintes:

- Ruas na sua maior parte pavimentadas com paralelepípedos ou pedras da região;
- Energia elétrica distribuída pela COELCE;
- Sistema de Abastecimento de Água operado pela CAGECE;
- Agência de Correio da Empresa de Correios e Telégrafos;

Rede de telefonia, inclusive celular, fornecidos pela Vivo, Claro, TIM e Oi;

- Serviço de limpeza urbana, composto de varrição e coleta com depósito a céu aberto.

4.5.5.1 Energia Elétrica

O município de Maranguape – CE possui rede elétrica implantada em toda a zona urbana e em grande parte da zona rural. A empresa fornecedora de energia para o município é a COELCE.

4.5.5.2 Abastecimento de Água

O município de Maranguape – CE possui rede de abastecimento de água implantada em toda a zona urbana e em grande parte da zona rural. A empresa fornecedora de água para o município é a CAGECE.

4.5.5.3 Resíduos Sólidos

Com relação aos resíduos sólidos, o município de Maranguape – CE apresenta o sistema de destinação atualmente composto de varrição e coleta com depósito a céu aberto. Esse tipo de destinação final do lixo urbano não é a considerada a mais adequada, mas se constitui em solução mais viável que o transbordo do lixo a céu aberto, nos chamados lixões.

4.5.5.4 Telefone

Com relação ao sistema de rede de telefonia, o município de Maranguape – CE é atendido pela empresa TELECEARÁ, Vivo, Claro Oi e TIM.

4.5.6 Histórico

Segundo o historiador Raimundo Girão, a palavra Maranguape significa o Vale da Batalha, e sua referência se dá em relação ao período de colonização do estado do Ceará. A situação municipal está delimitada pelas coordenadas geográficas de referência, discriminadas pela Latitude Sul 3°53'27" e Longitude Oeste 38°41'08", sendo a altitude referencial da sede municipal, 68,57 metros. Maranguape apresenta unidade territorial dentro do Estado do Ceará, e conta com extensão contínua de 672 kn², tendo como limites Caucaia e Maracanaú, ao norte; ao sul, Palmácia e Caridade, ao leste, Pacatuba e Guaiúba, e ao oeste, Pentecoste. O município de Maranguape é parte integrante da região metropolitana de Fortaleza, e situa-se assim, muito próximo da área de maior desenvolvimento do Estado do Ceará. Os acessos a partir de Fortaleza se dão pela rodovia estadual CE-065, num percurso de 17 km, todos em pavimento asfáltico. Na sua forma organizacional política e administrativa, Maranguape conta com distintos, discriminados conforme a tabela a seguir.

Tabela 38 - Divisão Política Administrativa.

Distritos	Ano de Criação	Lei de Criação
Maranguape (sede)	1851	553
Amanari	1938	Dec. 448
Itapebussu	1938	Dec. 448
Sapupara	1938	Dec. 448
Tanques	1938	Dec. 448
Jubaia	1961	998
Antônio Marques	1964	7.148
Vertentes do Lajedo	1964	7.148
Umarizeiras	1988	Resol. 14
Lagoa do Juvenal	1990	1.045
Cachoeira	1991	1.074
Ladeira Grande	1991	1.074
Lages	1991	1.074
Manoel Guedes	1991	1.074
Papara	1991	1.074
Penedo	1991	1.074
São João do Amanari	1991	1.074

Fonte IBGE, IPLANCE 1997- Anuário Estatístico do Ceará

Maranguape, compreende uma comarca judiciária de 3ª estância, com jurisdição sobre Amanari, Cachoeira, Itapebussu, Jubáia, Ladeira Grande, Lajes, Lagoa do Juvenal, Manoel Guedes, Papara, São João do Amanari, Sapupara, Tanques e Umarizeiras, todos os seus distritos políticos administrativos. Segundo a religião dominante, Maranguape é um município eminentemente católico, e na hierarquia dessa igreja, pertence à diocese de Fortaleza, criada em 06 de junho de 1854. Segundo os dados da Secretária de Cultura do Estado do Ceará – SECULT, Maranguape não possui nenhum monumento histórico preservado (tombado) pelo patrimônio público ou privado, porém possui uma Área de Proteção Ambiental – APA na Serra de Maranguape, criada pela Lei nº 1168 de 08 de junho de 1993, com caráter Municipal em ambiente de Serra Úmida.

A formação política e social de Maranguape, passa pela criação do município em 1851, ocupando uma área superior aos 672 km², desmembrada do município de Fortaleza, que também foi sendo desmembrada do município de Fortaleza, que também foi sendo desmembrada ao longo desse período, até a área atual, dando condições ao surgimento de outros municípios, cujo mais conhecido talvez seja Maracanaú, desmembrado em 1983, mas que também devem incluir o município de Palmácia, desmembrado em 1957, e Pacatuba, desmembrado de Maranguape desde 1869.

Maranguape tem um clima agradável, devido à localização serrana, belas paisagens naturais, e cachoeiras, apresentando uma grande tendência para o turismo. Nesse nível destaca-se a casa onde nasceu Capistrano de Abreu e o Pico Rajado. Dentre as diversas opções, o potencial para lazer inclui o balneário Pirapora, o Cascatinha Clube, os açudes Vavan e Amanari e o Horto Florestal. A degradação da Serra de Maranguape tem levado entidades ligadas ao meio ambiente a promoverem movimentos em prol do seu reflorestamento, devido a desmatamentos causados por erosões e desabamentos de encostas.

Para o município de Maranguape, os aspectos culturais têm origem desde os povoados nativos, passando pela chegada do europeu, e da presença forçada de um contingente africano, até desembocar no povo brasileiro atual, com definiu Darcy Ribeiro. O fator da atualidade, embora leve em conta os aspectos da modernidade cultural, com padrão globalizado e globalizante tomado das transmissões de TV via satélite, ainda convive com os valores tradicionais, vindos da realidade rural desse mesmo município, onde a influência dos padrões televisivos ainda não conseguiu modificar a originalidade local, sempre reforçada pela chegada de novos habitantes. Convivendo lado a lado a tradição e o novo, o microcomputador e a enxada, o shopping e a feira, o caviar e rapadura, e demais formas assemelhadas, que tornam Maranguape, um centro emissor e receptor de cultura em plena atividade. Assim, a cultura pode ser considerada como o todo, e certamente será desenvolvida através da realidade local, onde o meio ambiente será decisivo em sua caracterização. O Quadro 5.19, seguinte, indica que a partir da situação de 1993, onde Maranguape contava com

10 bibliotecas e apenas um museu, a situação manteve-se completamente estática, sem nenhuma evolução nessas unidades básicas de cultura.

Tabela 39 - Instrumentos Básicos de Cultura

Discriminação	1993	1994	1995
Bibliotecas	10	10	10
Museus	01	01	01

FONTE SECULT, IPLANCE 1997 – Anuário Estatístico do Ceará

4.5.7 Estrutura Fundiária

Somente a partir da compreensão da estrutura fundiária municipal é que se poderá lograr entender a evolução urbana municipal, e nesse sentido, Maranguape apresenta compartimentação, entre a ocupação por áreas serranas e nas áreas aplainadas ao oeste, sul e leste da sede municipal, onde nos primeiros há uma nítida compartimentação, resultando em pequenas glebas de terras, muito mais voltadas ao turismo e lazer do que a qualquer tipo de produção agrícola, como nas áreas aplainadas, onde as propriedades rurais assumem maiores dimensões.

Os dados originários do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, de 1985, são apresentados na tabela a seguir, representando a estrutura fundiária, e no Quadro 5.21, apresentando a conformação de número e área de imóveis rurais em 1991.

Tabela 40 - Estrutura Fundiária.

Discriminação	Estabelecimento (unid.)	Área (ha)
TOTAL	2.779	58,181
	Grupo de Área	
Menor de 10	2.190	4.869
10 a menos de 100	467	13.762
100 a menos de 1.000	115	29.461
1.000 e mais	07	10.089
Sem Declaração	0	0
	Condições do Produtor	
Proprietário	1.173	53.934
Arrendatário	318	732

Parceiro	812	2.060
Ocupante	476	1.455

FONTE IBGE, IPLANCE 1995 – Informações Básicas Municipais

Como se pode observar, a estrutura fundiária em 1985 era representada por um total de 2.279 estabelecimentos, sendo quase 80% deles constituídos por unidades menores que 10 ha e apenas sete apresentavam mais de 1.000 ha de área. Porém, para os quase 80% que tinham menos de 10 ha, a área somada representava apenas 8,37% do total territorial municipal, enquanto para os sete grandes proprietários, há uma relação com 17,34% das terras, resultando que as classes de proprietários com terras nas dimensões maiores do que 100 e menores que 1.000 ha, constituem a maioria na posse das terras, sendo representados por apenas 4,14% dos proprietários, e ficando com pouco mais de 50% das terras municipais.

Em relação à condição do produtor, a categoria, proprietário, delimitava cerca de 40% do total das classes produtoras, ficando com 92,7% das terras, enquanto a categoria de parceiros, representava quase 30% dos produtores, ficando com apenas 3,5% das terras municipais.

Tabela 41 - - Número e Área de Imóveis Rurais

Discriminação	Número (unid.)	Área (ha)
	Categoria	
Minifúndio	499	3.750
Empresa Rural	74	11.946
Latifúndio por Exploração	533	48.922
Latifúndio por Dimensão	0	0
Não Classificados	0	0
	Condição Jurídica	
Proprietário	795	56.447
Proprietário e Posseiro	28	1.830
Posseiro	283	6.343
	Aproveitamento das Áreas	
Aproveitamento Total	1.106	54.317
Explorada	990	35.021

Aproveitável não Explorada	870	19.296

FONTE IBGE, IPLANCE 1995 – Informações Básicas Municipais

Em relação ao número e área dos imóveis rurais, conforme a tabela anterior, já representando o ano de 1991 e portando mais próxima da realidade presente, a condição de minifúndio representa 45,11% de todas as categorias, e possuía 5,8% das terras, revelando uma posição de diminuição de pequenos proprietários, bem como de sua representatividade em função da ocupação das terras municipais, que também diminuiu. A outra categoria em destaque é a de latifúndio por exploração, que representa em 1991, 48,2% das propriedades, e dominava 75,71% das terras.

Comparado ao ano de 1985, há uma grande concentração de terras nesse período, e se por um lado à condição de não aproveitamento das terras representa menores impactos ambientais ao sistema natural, a perda da condição produtiva dos pequenos produtores, leva a impactos negativos na área socioeconômica, bem com leva a intensificação de uso nas pequenas propriedades remanescentes incrementando impactos negativos ao sistema natural.

4.5.8 Transporte e Sistema Viário

O segmento da infraestrutura viária foi desenvolvido a partir de cada crescimento do município de Maranguape e do estado do Ceará, assim não há um ordenamento decisivo na rede viária, mas esta tem comportado bem sua pequena frota registrada com menos de 3.000 veículos, porém a esse valor devem ser agregados números de uma frota bem superior em trânsito municipal, em demanda entre Fortaleza e os municípios de serra de Baturité. As vias têm pavimentos diversos, desde soltos, passando por revestimento em pedras toscas e paralelepípedos, até grandes avenidas em pavimento asfáltico. O estado funcional pé muito variável, e normalmente a ampliação e reparos nas vias é inferior às necessidades que lhes são subjacentes, tornando-as pouco eficiente pela presença de quebras na continuidade do revestimento, que na verdade são os constantes buracos.

A rede rodoviária compreende mais de cem quilômetros, a maioria dos quais revestidos em pavimentos asfáltico e administrados pela esfera de poder municipal. São rodovias de pistas simples ou duplas, que como a interligação com demais cidades e Estados do País. Atualmente encontram-se obras de modernização na rodovia de acesso à Fortaleza.

O sistema de transporte de passageiros urbanos compreende-se dominado por ônibus, seguidos de veículos de aluguel, com os taxis. Os transportes contam também com um terminal aéreo, na vizinha cidade de Fortaleza. Os transportes de cargas, utilizam-se das mesmas vias rodoviárias, em qualquer demanda.

4.5.9 Habitação

Apesar dos esforços governamentais com programas e projetos voltados para a população de baixa renda, não foi possível resolver o problema da habitação, e este setor continua com déficit, como pode ser constatado pela presença de favelas em Maranguape, onde habita parcela da sua população.

A problemática habitacional teve seu início, com fluxos migratórios campo cidade, cujo destino principal era a cidade de Fortaleza, onde as populações recém-chegadas foram se localizando nas periferias, o que as levou ao município de Maranguape, formando amontoados, alguns até, em locais de rico de desabamento de encostas.

A ação governamental no sentido de resolução do problema, iniciou-se construindo unidades habitacionais, através da Companhia de Habitação do Ceará, hoje COHAB causando inclusive o aparecimento de verdadeiras cidades dormitórios. Com o desenvolvimento, esses conjuntos passaram a alocar não só migrantes, mas também populações retiradas de outros locais para construção de obras de cunho social, com alargamento e abertura de vias, e obras como o próprio Açude Público Itapebussu. Neste caso, para os recolocados, além da habitação, havia a oferta de serviços sociais como escolas, creches e programas voltados para a geração de emprego e renda.

De um modo geral, as habitações em Maranguape, seguem variações em vez de um padrão regular, incluindo-se principalmente no centro da cidade, edificações da década de 1950, bem construídos, em alvenaria, e nas suas periferias, residências mais simples, como basicamente os mesmos materiais construtivos, em estruturas bem menores.

IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

5 Identificação e avaliação dos impactos ambientais

Empreendimentos de saneamento básico acarretam, em geral, muitos benefícios ao meio ambiente e à qualidade de vida das populações atendidas, mas podem envolver, também, uma série de potenciais impactos negativos sobre o ambiente e as comunidades situadas nas áreas próximas.

Esses impactos e sua magnitude estão diretamente ligados a três fatores: o porte do empreendimento, sua localização e seu potencial de degradação do ambiente natural. Assim, a avaliação ambiental prévia dos efeitos de empreendimentos de abastecimento de água é uma parte importante no processo de concepção do sistema, de formulação e seleção de alternativas e de elaboração e detalhamento do projeto.

5.1 Impactos nas fases de planejamento e implantação

5.1.1 Impactos gerais

Os principais impactos ambientais provenientes de sistemas de abastecimento ocorrem durante a fase de obras e podem ser, na sua maioria, evitados com a adoção de métodos e técnicas adequados de engenharia, desde a fase de projeto (planejamento).

Nas obras de ampliação da Barragem de Itapebussu deverão ocorrer alterações no solo e na vegetação como consequência de desmatamentos, escavações, aterros, e execução de vias temporárias ou permanentes de acesso e de obras civis. Os principais impactos que podem resultar da implantação do empreendimento são:

- desmatamentos nos terrenos onde as unidades serão construídas e onde será implantado o canteiro de obras;
- execução de vias temporárias de acesso, com desmatamentos, movimentos de terra, terraplanagem;
- erosão do solo e consequente assoreamento de corpos d'água a jusante;
- carreamento de materiais para os cursos d'água, provocando o assoreamento de recursos hídricos superficiais;
- transtornos de tráfego nas vizinhanças do empreendimento;
- emissão de ruídos e poeira, além de outros resíduos, sólidos, líquidos e gasosos.

Grande parte desses impactos ambientais negativos listados é minimizada por meio de uma boa seleção de localização das unidades e pela adoção de técnicas adequadas de engenharia.

Como dito anteriormente, a localização das unidades buscou a minimização de impactos construtivos e operativos. A própria concepção do projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu procuraram, o máximo possível, minimizar os impactos acima descritos. Na etapa de implantação, a utilização de técnicas adequadas de construção

também pode promover a mitigação de impactos inerentes a essa etapa, como será mostrado nos programas ambientais, posteriormente.

5.1.2 Impactos sobre a população decorrentes da instalação das obras e das atividades desenvolvidas no canteiro, em especial os incômodos provocados por ruídos, poluição do ar, vibrações sonoras e do solo e tráfego pesado.

As obras referentes à ampliação da Barragem de Itapebussu esta localizadas, em área de pouca população residente e com tráfego bem restrito, e podem ser consideradas de pequeno porte.

A adoção de procedimentos e técnicas adequadas de construção, constantes do memorial descritivo em anexo da ampliação da barragem podem minimizar significativamente os transtornos inerentes à esta fase. É importante ressaltar que o acesso às obras da barragem deverá ser realizado pela via de ligação mais próxima ao empreendimento, evitando transtornos em outras vias próximas ao empreendimento. Nesse sentido, os impactos sobre a população do município de Maranguape decorrente das atividades das obras de ampliação da barragem, considerando a localização do empreendimento e prevendo a adoção do memorial descritivo com os procedimentos a serem executados, podem ser considerados irrelevantes.

5.1.3 Interferência sobre serviços e Infraestrutura

Em vistoria de campo, não foi constatada a existência de nenhuma interferência de infraestruturas nas proximidades da área de ampliação do projeto da barragem de Itapebussu. Nesse sentido, os impactos decorrente das atividades da obras, considerando a localização do empreendimento e considerado irrelevante.

5.1.4 Impactos dos movimentos de terra sobre o lençol freático, estabilidade dos solos, aterro da trincheira, construção do maciço e as fundações das obras.

A maior movimentação do terreno se dará na implantação da adução de água bruta junto ao corpo receptor, em área de solo litólico e Argissolo Vermelho - Amarelo. O local de ampliação da barragem em si como seu entorno imediato apresenta em geral boas características geotécnicas com baixo risco de colapsividade e recalque e alta resistência a processos erosivos, conforme os ensaios geotécnicos realizados. Nesse sentido, os riscos de impacto sobre o lençol freático, estabilidade dos solos, aterro da trincheira, construção do maciço e fundações é bastante reduzido.

5.1.5 Impactos dos movimentos de terra nos corpos d'água a jusante das obras, principalmente quanto ao assoreamento.

A tipologia das unidades de captação (aterro, construção do maciço, proteção do talude de jusante e montante, coroamento, vertedouro, muros, soleira de nível e tomada d'água) é bastante simples e essas unidades podem ser implantadas, no trecho do corpo receptor, com o mínimo de movimentação de seu leito e suas margens.

Nesse sentido, os impactos serão bem reduzidos para o trecho de jusante e estarão restritos à fase de implantação dessas unidades. Adicionalmente, o trecho de jusante do corpo receptor vem sofrendo processo de assoreamento incipiente provocado principalmente pela remoção da cobertura vegetal e formação de processos erosivos.

5.1.6 Interferências em Áreas de Preservação Permanente – APP

O Código Florestal Brasileiro define Área de Preservação Permanente como “área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. O Código estabelece, também, a possibilidade de intervenção em APPs para atividades e obras, consideradas de utilidade pública ou de interesse social, considerando as intervenções essenciais de infraestrutura destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia, como de utilidade pública, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto e mediante anuência prévia do órgão ambiental competente.

A Resolução 303/2002 do CONAMA estabelece os parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente. A Resolução 369/2006 dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. Os sistemas de abastecimento de água figuram entre os de utilidade pública.

O local proposto para a ampliação da barragem de itapebussu não interceptará cursos d'água. Sendo assim, a única vegetação a ser removida representa a vegetação existente no local onde será ampliado o barramento. Logo, por ocasião da solicitação de emissão de Licença de Instalação, quando o projeto básico/executivo estiver concluído, deverá ser realizado o Levantamento Florístico específico nos locais de obras onde houver necessidade de erradicação da vegetação. Esse levantamento é necessário para subsidiar a solicitação, ao órgão ambiental, da autorização para supressão de vegetação, indispensável à concessão da Licença de Instalação do empreendimento, assim como estabelecer a compensação ambiental.

5.1.7 Interferências com Meio Biótico – Flora e Fauna

A flora será impactada de forma negativa e haverá perda de habitats devido à remoção da cobertura vegetal no local do empreendimento. Durante a implantação do canteiro de obras, os desmatamentos requeridos também serão pouco relevantes, estando restritos a uma área pontual, incorrendo em impactos adversos sobre a flora e degradação do habitat da fauna, só que numa escala relativamente reduzida.

O maior impacto adverso incidente sobre o meio biótico encontra-se associado ao desmatamento da área de ampliação da barragem do reservatório, devido à erradicação extensiva da vegetação. Haverá perda do patrimônio florístico e genético da flora e destruição do habitat da fauna terrestre e da avifauna, o que pode resultar em extinção de algumas espécies nativas, alterando a composição da fauna.

Na área de ampliação da barragem a fisionomia da vegetação apresenta-se com predomínio de indivíduos de porte arbustivo/herbáceo, onde se apresenta níveis de degradação em virtude da dinâmica antropogênica no município de Maranguape.

A fauna da região é composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, apresentando-se bastante diversificada. Não foram constatados endemismos na composição da flora ou da fauna, e as áreas previstas para as obras do empreendimento, bem como da barragem do reservatório não estão posicionadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas.

A fauna remanescente expulsa da área da barragem durante a operação de desmatamento migrará para a região circunvizinha passando a competir com a fauna aí existente em termos territoriais e alimentares. Haverá migração de animais peçonhentos remanescentes e o afastamento de algumas espécies de pássaros provocará o incremento nas populações de insetos, inclusive os vetores de doenças. O carreamento de sólidos para o leito dos cursos d'água, com conseqüente assoreamento e turbidez, perturbará os hábitos da fauna aquática.

Por ocasião da ampliação das obras de engenharia os impactos incidentes sobre o meio biótico estão associados, principalmente, aos terraplenos (cortes, aterros e escavações) necessários e a exploração de jazidas de empréstimo. Os principais impactos decorrentes destas atividades serão perda do patrimônio florístico e expulsão da fauna em áreas pontuais.

As vias de serviços implantadas cortaram os caminhos preferenciais da fauna expondo-a ao contato humano, resultando em incentivo a caça predatória e aumentando os riscos de atropelamentos. Além disso, a fauna terá seus hábitos alterados devido ao tráfego intenso de máquinas e veículos pesados e ao uso de explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações requeridas na fundação, dado os elevados níveis de ruídos produzidos.

Durante a operação de terraplenagem haverá desagregação de material sólido e o carreamento de sedimentos para os cursos d'água com conseqüente assoreamento e

turbidez, prejudicando a fauna aquática. A interrupção temporária do fluxo d'água no leito do corpo receptor, durante a execução das obras de engenharia prejudicará a fauna aquática.

5.1.8 Impactos sobre o Meio Antrópico

Durante a ampliação das obras da Barragem de Itapebussu, o Município de Maranguape, terá suas funções econômicas e sociais sensivelmente alteradas pelo início dos trabalhos e, em particular, pelo aparecimento do contingente obreiro, sendo previsível a ocorrência dos seguintes impactos: geração de mini-inflação; possível ocorrência de choques culturais entre os costumes nativos e os do contingente obreiro, com reflexos sobre as relações familiares e sociais; pressão sobre a infraestrutura existente, dimensionados apenas para o atendimento da população local; dinamização da economia regional e interferência no mercado de trabalho da região, através da oferta de um elevado número de empregos para mão-de-obra não qualificada, provocando evasão da mão-de-obra dos setores produtivos tradicionais.

Entretanto estes impactos não serão tão relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada, se caracterizando como expulsadora de mão-de-obra; A implantação das estradas de serviços e a manutenção da malha viária existente, facilitará o deslocamento de pessoas e o escoamento da produção agropecuária da região, com reflexos positivos sobre a opinião pública. Além disso, o reservatório servirá de hidrovia, permitindo o deslocamento da população através de um meio de transporte mais econômico.

Os problemas de saúde associados à fase de implantação de ampliação do reservatório são decorrentes principalmente do agrupamento do contingente obreiro numa determinada área, associado a um cronograma de execução rígido, que obriga o desenvolvimento de várias atividades ao mesmo tempo, marcando o ritmo de todo o processo, estando representados, principalmente por:

- Possibilidade de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro e favorecidas pelas novas condições sanitárias agravadas com o aumento da população;
- O intenso tráfego de máquinas e caminhões pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo a população;
- Riscos de solapamento dos taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e dos areais, dado a consistência pouco coesa do solo;
- Riscos de acidentes com explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações da fundação.

Haverá, ainda, riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos durante a execução do desmatamento da área de ampliação da barragem, para os trabalhadores engajados nesta atividade. Assim sendo, durante a execução das obras de engenharia

é perfeitamente previsível a ocorrência de pressão sobre a infraestrutura do setor saúde da região, dimensionado apenas para o atendimento da população nativa.

A operação de desmatamento da área de ampliação da barragem do reservatório permitirá não só a geração de empregos diretos, como o surgimento de várias oportunidades de empregos indiretos através do aproveitamento dos subprodutos dos desmatamentos (lenha, carvoaria, etc.), beneficiando o setor terciário.

Concluídas as obras de engenharia haverá desemprego da mão-de-obra engajada no empreendimento, além do desaquecimento da economia local, com reflexos negativos sobre o nível de renda, o que contribuirá para a geração de tensão social. Assim sendo, tanto os trabalhadores como a população da região devem ser alertados desde o início da implementação do projeto, sobre o caráter temporário dos empregos ofertados e das atividades desenvolvidas.

Haverá, ainda, o desenvolvimento da piscicultura extensiva com o peixamento do reservatório pelo órgão empreendedor e conseqüente formação de colônias de pescadores no lago a ser formado, além da dessedentação animal.

Além disso, as atividades de operação e manutenção do reservatório requererão serviços que geram uma oferta adicional de empregos permanentes. O aumento do nível de renda do homem rural, por sua vez, permitirá um maior consumo de bens e serviços, dinamizando as atividades econômicas do município de Maranguape. Serão reduzidos os problemas socioeconômicos associados ao fenômeno das secas, dado a fixação do homem no campo e conseqüente diminuição da migração campo-cidade e da pressão sobre os núcleos urbanos da região.

5.1.9 5.1.9 Impacto do empreendimento sobre o recurso hídrico a ser barrado.

Dentre os principais impactos que poderão ser desencadeados sobre o recurso hídrico a ser barrado estão os seguintes impactos:

- Risco de eutrofização das águas do reservatório;
- Poluição por agrotóxicos;
- Riscos de salinização das águas represadas.

A bacia hidráulica será quase totalmente desmatada, buscando propiciar boas condições de qualidade à água armazenada. Seguindo uma prática usual na região, será desmatada toda a área inundada.

A eutrofização artificial em reservatórios ocorre, em geral, ou pelo afogamento de vegetação e outros depósitos de matéria orgânica (fossas, lixo, etc.) existentes na bacia hidráulica, ou pelo aporte contínuo de nutrientes derivados dos esgotos domésticos e das atividades agropecuárias e industriais na bacia de drenagem. Os cuidados para evitar esse processo indesejável devem ser tomados na fase anterior ao enchimento e durante a fase de operação.

Na bacia hidrográfica do reservatório da barragem não existem atividades econômicas expressivas e, na região a montante do açude, o que se observa é a agropecuária insipiente. A eutrofização de um açude é um fenômeno bastante complexo, mas que pode ser entendido como sendo o enriquecimento excessivo de suas águas com sais nutrientes levados para o açude pelas águas dos rios e das enxurradas. Esses sais nutrientes fertilizam a água, favorecendo o crescimento de algas microscópicas, que, por efeito da cadeia trófica, favorecem o crescimento de outros organismos vivos. Além dos fenômenos naturais que influenciam as condições da água de um reservatório, as atividades antrópicas desenvolvidas nas áreas que drenam para o manancial podem influenciar fortemente o comportamento da qualidade de suas águas.

Com relação à poluição por agrotóxicos, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição da barragem. Além disso, a irrigação difusa é uma prática pouco disseminada na região, dado a escassez de recursos hídricos e o baixo potencial agrícola dos solos, tendo sido constatada apenas na região de alto curso do rio São Gonçalo a presença de raros cultivos agrícolas irrigados. Assim sendo, pode-se afirmar que os riscos de poluição das águas represadas na Barragem de Itapebussu por agrotóxicos são atualmente praticamente nulos.

E por fim os riscos de salinização das águas represadas dependera das condições de renovação da água do açude, que podem ser representadas pelo tempo médio de detenção da água no reservatório. Tempo de detenção superior a um ano significa risco alto, entre um ano e seis meses, risco médio e menos de seis meses, risco baixo. A princípio este risco é baixo. A salinização é um processo gradativo e que pode ser, no presente caso, controlado mediante operação adequada do açude e manejo do uso do solo na bacia.

5.2 Fase de operação

Na fase de operação são previstos poucos impactos negativos, sendo previstos durante a operação do empreendimento impactos mais significativos e benéficos.

5.2.1 Impactos sobre as condições de saúde da população

De forma geral, os impactos da implantação e posteriormente da operação do empreendimento sobre a saúde da população são significativamente positivos:

- eliminação de focos de doenças e redução da incidência de doenças infecto-contagiosas e parasitárias;
- melhoria nas condições gerais de saneamento básico da população;

- melhoria geral da qualidade de vida da população, com melhoria dos indicadores de saúde;
- conforto ambiental;
- qualidade de vida.

5.2.2 Impactos das operações de descarga das infraestruturas do barramento

O projeto básico/executivo de ampliação da barragem deverá prever que as operações de descarga não deverão ser realizadas a montante do trecho da captação, evitando impactos sobre a qualidade das águas e sobre o solo da região.

5.2.3 Impactos das restrições de uso à montante e a jusante da barragem

No entanto, existem trechos do corpo receptor que poderão sofrer pressões futuras devido ao mau uso e que poderão certamente ampliar os riscos à qualidade das águas do manancial, podendo inclusive comprometer futuramente a sua utilização.

5.3 Elaboração da Matriz de Impactos

Para elaboração da Matriz de Análise dos Impactos Ambientais, foram adotados, no estudo, os critérios a seguir definidos.

Natureza - Indica quando o impacto tem efeitos benéficos/positivos ou adversos/negativos (NEG) sobre o meio ambiente.

Grau de Incerteza - Como se manifesta o impacto, ou seja, se é um impacto certo, muito provável ou pouco provável, decorrente de uma ação do empreendimento, ou se é, decorrente de um ou mais impactos gerados diretamente ou indiretamente.

Duração - Divide os impactos em permanentes e temporários, ou seja, aqueles cujos efeitos manifestam-se indefinidamente, em períodos sazonais ou durante um período de tempo determinado.

Tempo de ocorrência - Diferencia os impactos segundo os que se manifestam imediatamente após a ação impactante, imediatos (CUR) e aqueles cujos efeitos só se fazem sentir após decorrer um período de tempo em relação a sua causa, médio prazo (MED) ou longo prazo (LGP).

Reversibilidade - Classifica os impactos segundo aqueles que, depois de manifestados seus efeitos, são irreversíveis (IRV) ou reversíveis (RVS). Permite identificar se impactos poderão ser integralmente evitados ou poderão apenas ser mitigados ou compensados.

Abrangência - Indica os impactos cujos efeitos se fazem sentir localmente (LCL) ou que podem afetar áreas geográficas mais abrangentes (REG). Considerou-se como efeito local aquele que se restringe às áreas dos complexos viários e as respectivas áreas de empréstimo/bota-fora (Influência Direta), e abrangente aquele que afeta a Área de Influência Indireta.

Magnitude - Refere-se ao grau de incidência de um impacto sobre o fator ambiental, em relação ao universo desse fator ambiental. Ela pode ser forte, média, e fraca segundo a intensidade de transformação da situação pré-existente do fator ambiental impactado. A magnitude de um impacto é, portanto, tratada exclusivamente em relação ao fator ambiental em questão, independentemente da sua importância por afetar outros fatores ambientais.

Para sintetizar os tópicos de análise de impactos apresentados e discutidos ao longo deste capítulo, foi elaborada uma matriz de impactos ambientais. Essa matriz, apresentada na tabela a seguir, lista os principais impactos e caracteriza sua natureza, associando-os com parâmetros como natureza, grau de incerteza, abrangência, tempo de ocorrência, duração, magnitude e reversibilidade.

Tabela 42 - Natureza dos Impactos Ambientais previstos.

Impactos ambientais	Características dos impactos						
	Natureza	Grau de Incerteza	Abrangência	Tempo de ocorrência	Duração	Magnitude	Reversibilidade
	<i>Positivo Ou Negativo</i>	<i>Provável ou Pouco</i>	<i>Local ou Regional</i>	<i>Curto, Médio ou Longo prazo</i>	<i>Temporário ou Permanente</i>	<i>Forte, Média ou Fraca</i>	<i>Reversível Ou Irreversível</i>
FASE DE PLANEJAMENTO E OBRAS							
Meio Físico							
Alterações no uso do solo	N	MP	L	C	T	M	I
Interferências em Unidades de Conservação	N	C	L	L	T	M	I
Interferências em APP	N	C	L	C	T	FC	R

Impactos ambientais	Características dos impactos						
	Natureza	Grau de Incerteza	Abrangência	Tempo de ocorrência	Duração	Magnitude	Reversibilidade
	Positivo Ou Negativo	Provável ou Pouco	Local ou Regional	Curto, Médio ou Longo prazo	Temporário ou Permanente	Forte, Média ou Fraca	Reversível Ou Irreversível
Aumento da emissão de ruídos	N	C	L	C	T	M	R
Aumento da emissão de poeira	N	C	L	C	T	FC	R
Início ou aceleração de processos erosivos	N	MP	L	C	T	FC	R
Geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos	N	MP	L	C	T	FC	R
Instabilização de encostas	N	PP	L	M	T	FC	R
Transporte de sedimentos e assoreamento de corpos d'água	N	PP	R	C	T	FC	R
Movimentação de terra	N	C	L	C	T	M	R
Impacto do recurso hídrico a ser barrado	N	C	L	C	T	M	R

Impactos ambientais	Características dos impactos						
	Natureza	Grau de Incerteza	Abrangência	Tempo de ocorrência	Duração	Magnitude	Reversibilidade
	Positivo Ou Negativo	Provável ou Pouco	Local ou Regional	Curto, Médio ou Longo prazo	Temporário ou Permanente	Forte, Média ou Fracas	Reversível Ou Irreversível
Meio Biótico							
Supressão de vegetação	N	C	L	C	P	M	R
Alteração de habitats de fauna	N	C	R	M	T	M	R
Meio Antrópico							
Mudança da rotina diária da população residente próximo às obras	N	PP	L	C	T	FC	R
Exposição ao risco de acidentes na fase de obras	N	PP	L	C	T	FC	R
Interferência no tráfego de veículos na fase de obras	N	MP	L	C	T	M	R
Interferência com infraestrutura existente	N	PP	L	C	T	FC	R
Aumento na demanda de bens e	N	PP	R	M	T	M	R

Impactos ambientais	Características dos impactos						
	Natureza	Grau de Incerteza	Abrangência	Tempo de ocorrência	Duração	Magnitude	Reversibilidade
	Positivo Ou Negativo	Provável ou Pouco	Local ou Regional	Curto, Médio ou Longo prazo	Temporário ou Permanente	Forte, Média ou Fraca	Reversível Ou Irreversível
serviços							
FASE DE OPERAÇÃO							
Meio Físico							
Impactos das restrições de uso à montante e a jusante da barragem	N	MP	R	LP	P	FT	I
Impactos das operações de descarga da infraestrutura da barragem	N	C	R	LP	P	FC	I
Meio Biótico							
Alteração de habitats de fauna	N	PP	L	LP	P	FC	R
Meio Antrópico							
Eliminação de focos de doenças de veiculação hídrica	P	C	L	L	P	FT	I
Melhoria das condições	P	C	L	L	P	FT	I

<i>Impactos ambientais</i>	Características dos impactos						
	<i>Natureza</i>	<i>Grau de Incerteza</i>	<i>Abrangência</i>	<i>Tempo de ocorrência</i>	<i>Duração</i>	<i>Magnitude</i>	<i>Reversibilidade</i>
	<i>Positivo</i> Ou <i>Negativo</i>	<i>Provável</i> ou <i>Pouco</i>	<i>Local</i> ou <i>Regional</i>	<i>Curto,</i> <i>Médio ou</i> <i>Longo prazo</i>	<i>Temporário</i> ou <i>Permanente</i>	<i>Forte,</i> <i>Média</i> ou <i>Fraca</i>	<i>Reversível</i> Ou <i>Irreversível</i>
<i>de saneamento da população</i>							
<i>Melhoria dos indicadores de saúde</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>L</i>	<i>L</i>	<i>P</i>	<i>FT</i>	<i>I</i>

5.4 Síntese Conclusiva

A implantação e operação da ampliação Barragem de Itapebussu do Município de Maranguape significam, de forma generalizada, a melhoria das condições ambientais da região que atendem, com ganhos de saúde pública para a população local e para os objetivos propostos que são o abastecimento público e demais usos.

As intervenções previstas para a captação no corpo receptor podem ser consideradas, de forma geral, como de pequeno porte, com impactos negativos localizados, reversíveis e temporários, inerentes à fase de execução de obras. Por outro lado, deve-se considerar que os impactos positivos são altamente significativos e de caráter permanente.

Deve-se, adicionalmente, considerar que o projeto se insere num quadro de ações do Governo do Estado do Ceará que visam reverter a atual situação de degradação ambiental e socioeconômica e a pressão sobre os recursos hídricos estratégicos do estado e municípios do entorno.

Todavia, não só benefícios ou impactos positivos são observados em tais situações. Alguns impactos negativos são também registrados. Tais impactos são de pequena magnitude e apresentam, de forma generalizada, efeitos restritos em termos de espaço e tempo. O capítulo 6 a seguir, apresenta as medidas, equipamentos e procedimentos de natureza preventiva ou corretiva, de forma a mitigar os impactos decorrentes da implantação do empreendimento.

MEDIDAS MITIGADORAS

6 Medidas mitigadoras

Com o objetivo de promover a mitigação dos impactos negativos e a potencialização daqueles considerados positivos, foram analisadas as medidas de mitigação e de maximização, consolidadas e reunidas sob a forma de programas ambientais.

A tabela a seguir relaciona os impactos, as medidas mitigadoras indicadas e os programas ambientais propostos, que reúne essas medidas e cujo detalhamento é feito no capítulo seguinte.

Tabela 43 - Impactos, Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais propostos.

<i>Impactos ambientais</i>	<i>Medidas Mitigadoras</i>	<i>Programas Ambientais</i>
<i>Fase de Planejamento e Obras</i>		
<i>Alteração no Uso do Solo</i>	<i>Ações de articulação Institucional e métodos e procedimentos adequados de construção</i>	<i>Articulação Institucional dos Órgãos Gestores</i> <i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório</i>
<i>Interferências em Unidades de Conservação</i>	<i>Ações de articulação Institucional e métodos e procedimentos adequados de construção</i>	<i>Articulação Institucional dos Órgãos Gestores</i> <i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i>
<i>Interferências em APP</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i> <i>Plano de Controle e Recuperação das Áreas de Empréstimo e Bota-Fora</i>
<i>Aumento da emissão de ruídos</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i>
<i>Aumento da emissão de poeira</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i>
<i>Início ou aceleração de</i>	<i>Métodos e procedimentos</i>	<i>Planejamento Ambiental de</i>

<i>Impactos ambientais</i>	<i>Medidas Mitigadoras</i>	<i>Programas Ambientais</i>
<i>processos erosivos</i>	<i>construtivos adequados</i>	<i>Obras</i> <i>Plano de Peixamento</i>
<i>Geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados e monitoramento</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i> <i>Plano de Peixamento</i>
<i>Instabilização de encostas</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i> <i>Plano de Controle e Recuperação das Áreas de Empréstimo e Bota-Fora</i>
<i>Movimentação de Terra</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i> <i>Plano de Controle e Recuperação das Áreas de Empréstimo e Bota-Fora</i> <i>Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório</i>
<i>Transporte de sedimentos e assoreamento de corpos d'água</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados e monitoramento</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i> <i>Plano de Controle e Recuperação das Áreas de Empréstimo e Bota-Fora</i> <i>Plano de peixamento</i>
<i>Supressão de vegetação</i>	<i>Compensação pela vegetação afetada.</i>	<i>Levantamento Florístico / Plano de Supressão - Desmatamento / Autorização para Supressão de vegetação</i>
<i>Alteração de habitats</i>	<i>Planejamento Ambiental das</i>	<i>Planejamento Ambiental de</i>

<i>Impactos ambientais</i>	<i>Medidas Mitigadoras</i>	<i>Programas Ambientais</i>
<i>de fauna</i>	<i>Obras e métodos construtivos adequados</i>	<i>Obras</i> <i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i> <i>Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório</i>
<i>Mudança da rotina diária da população residente próximo às obras</i>	<i>Métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i> <i>Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório</i>
<i>Exposição ao risco de acidentes na fase de obras</i>	<i>Planejamento Ambiental das Obras e métodos e procedimentos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i>
<i>Interferência no tráfego de veículos na fase de obras</i>	<i>Planejamento Ambiental das Obras e métodos construtivos adequados</i>	<i>Planejamento Ambiental de Obras</i> <i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i>
<i>Interferência com infraestrutura existente</i>	<i>Articulação com Concessionárias de serviços e organismos responsáveis</i>	<i>Projeto Executivo e Planejamento Ambiental das Obras</i>
<i>Aumento na demanda de bens e serviços</i>	<i>Planejamento Ambiental das Obras e métodos construtivos adequados</i>	<i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i>
<i>Fase de Operação</i>		
<i>Impacto do recurso hídrico a ser barrado</i>	<i>Monitoramento ambiental</i>	<i>Monitoramento hidrológico, hidrogeológico e de qualidade das águas</i> <i>Plano de peixamento</i>
<i>Alteração do regime hídrico no barramento</i>	<i>Monitoramento ambiental e operação adequada</i>	<i>Monitoramento hidrológico, hidrogeológico e de qualidade das águas</i> <i>Plano de peixamento</i>

<i>Impactos ambientais</i>	<i>Medidas Mitigadoras</i>	<i>Programas Ambientais</i>
<i>Interferência com outros usos da água a jusante da captação</i>	<i>Monitoramento ambiental</i>	<i>Monitoramento hidrológico, hidrogeológico e de qualidade das águas</i> <i>Plano de peixamento</i>
<i>Interferência com outros usos da água a montante da captação</i>	<i>Monitoramento ambiental</i>	<i>Monitoramento hidrológico, hidrogeológico e de qualidade das águas</i> <i>Plano de peixamento</i>
<i>Eliminação de focos de doenças</i>	<i>Ações de educação sanitária e ambiental</i>	<i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i>
<i>Melhoria das condições de saneamento da população</i>	<i>Ações de educação sanitária e ambiental</i>	<i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i>
<i>Melhoria dos indicadores de saúde</i>	<i>Ações de educação sanitária e ambiental</i>	<i>Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental</i>

Além dessas medidas mitigadoras, devem ser consideradas as medidas de compensação:

- **Compensação Florestal.** Pela erradicação de espécimes nativos ou exóticos, definidas pela SEMACE e levantamento florístico. A quantificação dessa medida deverá ser feita em fase posterior, após a obtenção da Licença Prévia, quando for solicitada a autorização para supressão de vegetação com o objetivo de dar seguimento aos trabalhos. Para atendimento á esta medida, tão logo o projeto básico/executivo do empreendimento seja concluído, a empresa contratada pela SRH deverá efetuar o inventário florístico das áreas a serem diretamente afetadas pelo empreendimento incluindo as unidades de apoio aa obras como canteiros.
- **Compensação Ambiental.** Definida no âmbito da Lei 9.985/2000 – Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC regulamentada pelo Decreto 4.340/2002. A compensação deve ser definida pelo órgão ambiental licenciador com base em proposta do estudo ambiental. Os recursos para a compensação não devem ser inferiores a 0,5% do valor total do empreendimento.

De acordo com a Resolução CONAMA N° 371, de 5 de abril de 2006, artigo 15: “O valor da compensação ambiental fica fixado em meio por cento dos custos

previstos para a implantação do empreendimento até que o órgão ambiental estabeleça e publique metodologia para definição do grau de impacto ambiental.”

PLANOS DE CONTROLE E PROGRAMAS DE MONITORAMENTO AMBIENTAL

7 Planos de controle e programas de monitoramento ambiental

Os impactos ambientais negativos anteriormente descritos exigem que as medidas para sua mitigação estejam devidamente organizadas em Programas Ambientais que sistematizam ações e definem responsabilidades.

Dessa forma, serão apresentados os Programas, de acordo com a fase em que o empreendimento gera maiores impactos: implantação-fase de obras; operação e manutenção.

O Plano de Controle Ambiental expresso neste Capítulo constam de:

- Planejamento Ambiental de Obras;
- Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental;
 - Inventário Florístico e Desmatamento da Área de Inundação
 - Monitoramento Hidrológico, Hidrogeológico e de Qualidade das Águas
- Programas de Comunicação Social e de Educação Ambiental;
- Plano de Controle e Recuperação das Áreas de Empréstimo e Bota-Fora;
- Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório;
- Plano de Peixamento.

A implantação dos Programas Ambientais apresentados neste Capítulo deveser acompanhado por técnicos da SEMACE e SRH. A tabela a seguir, mostra a execução cronológica dos Programas Ambientais, de acordo com a fase do empreendimento.

Tabela 44 - Cronograma dos Programas Ambientais.

<i>Programa</i>	<i>Fase de Projeto (Após a LP)</i>	<i>Fase de Obras (Após a LI)</i>	<i>Fase de Operação e Manutenção</i>
Planejamento Ambiental de Obras			
<i>Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental</i>			
<i>Inventário Florístico</i>			

Programa	Fase de Projeto (Após a LP)	Fase de Obras (Após a LI)	Fase de Operação e Manutenção
Monitoramento Hidrológico, Hidrogeológico e de Qualidade das Águas			
Comunicação Social e de Educação Ambiental			
Plano de Recuperação das áreas de empréstimo e bota-fora			
Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório			
Plano de peixamento			

Observar que o Planejamento Ambiental das Obras deve ser elaborado antes do início das obras, ainda na fase de projeto. Itens como a gestão do canteiro de obras e medidas relativas ao controle de escavações e aterros, por exemplo, devem depender de parâmetros como a localização geográfica do projeto, dentre outros parâmetros, os quais são definidos na fase de planejamento e projeto.

Da mesma forma, o Programa de Recuperação de Áreas de Empréstimo e Bota-fora deve ser antecipado à fase de obras, uma vez que a degradação dessas áreas será tanto menor quanto for o planejamento da definição de sua localização, dentre outras restrições (Áreas de Preservação Permanente, potencial de erosão do terreno, proximidade de corpos hídricos etc.).

Os programas restantes, de Gestão Ambiental, de Comunicação Social e de Educação Ambiental, em virtude da finalidade do empreendimento, das características das obras e, naturalmente, dos impactos e medidas mitigadoras decorrentes, conforme analisado anteriormente, devem se estender desde a fase de projeto, passando pelas obras e continuar durante a operação e manutenção do sistema.

7.1 Planejamento Ambiental de Obras

Os impactos ambientais identificados deverão ser atenuados e controlados por meio da implementação de procedimentos ambientais e dos programas ambientais.

A fase de planejamento consiste da execução de um conjunto de atividades que incluem desde diretrizes para localização e operação de canteiros até

ações relacionadas ao gerenciamento de resíduos, e aspectos de saúde e segurança nas obras. O planejamento ambiental deve ser realizado logo ao início do contrato com a empresa construtora e atualizado permanentemente.

A empresa construtora deverá apresentar à supervisão ambiental, 30 dias antes do início das obras, um detalhamento do Controle Ambiental de Obras, com base: (i) no projeto básico/executivo elaborado; (ii) nos programas constantes dos estudos ambientais específicos; e (iii) nas licenças prévia e de instalação – LP e LI. Este detalhamento deverá conter:

- a) As medidas adotadas, ou a serem adotadas, relativas à Implantação e Gerenciamento das Obras;
- b) As medidas adotadas, ou a serem adotadas, para cumprimento das exigências e condicionantes de execução de obras constantes nas licenças prévia e de instalação – LP e LI;
- c) A definição dos locais para implantação de canteiros, áreas de bota-foras e de áreas de empréstimo com as devidas licenças ambientais;
- d) O planejamento ambiental das obras a serem executadas, prevendo-se: (i) um plano global para o lote contratado; e (ii) plano detalhado para os trechos previstos no período de 3 meses, incluindo a identificação de supressão de vegetação.

Nesses planos deverão constar:

- (i) os métodos de construção propostos para cada tipo de intervenção;
- (ii) o planejamento de sua execução;
- (iii) os principais aspectos ambientais a serem considerados e as principais medidas construtivas a serem adotadas;
- (iv) as interferências previstas com redes de infra-estrutura e a articulação com as concessionárias de serviços públicos com vistas à sua compatibilização / solução;
- (v) identificação dos indivíduos e espécies arbóreas a serem suprimidos, para compensação ambiental;
- (vi) a articulação com os programas ambientais de comunicação social e de educação ambiental.

O início das obras só será autorizado pela Fiscalização de Obras, após parecer favorável da Supervisão Ambiental, do plano acima proposto.

A implantação do planejamento ambiental tem ainda, como característica relevante, a análise prévia do dia-a-dia das obras. Nesse sentido, o planejamento ambiental deve ser reavaliado mensalmente. A reunião mensal de planejamento ambiental deve ter como pauta, em geral:

- a) apresentação, pela construtora, do planejamento da construção para o mês seguinte, com descrição dos serviços a serem executados;
- b) discussão, entre o Responsável pela Supervisão Ambiental da SEMACE e os Responsáveis Ambientais da construtora, sobre os aspectos ambientais relevantes relacionados ao planejamento da construção, para o mês seguinte;
- c) discussão dos aspectos ambientais relevantes relacionados aos serviços a serem executados no mês seguinte, de forma detalhada, com o estabelecimento de diretrizes e recomendações a serem seguidas pela construtora e que serão alvo de controle, no período, pelos Responsáveis Ambientais da construtora e pelo supervisor ambiental da SEMACE;
- d) discussão das eventuais não conformidades observadas no mês anterior, cobrança das medidas tomadas para saná-las e eventual determinação de outras a serem tomadas;
- e) outros assuntos relacionados, tais como a situação do licenciamento e fiscalização pelo órgão ambiental, andamento de outros programas ambientais específicos etc.

A realização dessa reunião mensal, que deve ser rápida e objetiva, o que possibilita não só planejar adequadamente os trabalhos de implantação das obras, como verificar o cumprimento desse planejamento, num horizonte de tempo que permita ao Gerenciamento Ambiental estar sempre à frente das atividades da construção, podendo, dessa forma, atuar preventivamente na conservação do meio ambiente.

Durante a execução das obras, o acompanhamento dos aspectos ambientais deve ser realizado por meio de uma série de relatórios periódicos. Esses relatórios, de periodicidade mensal, devem contemplar, de um lado, as realizações quantitativas nos aspectos ambientais e, por outro lado, devem apontar as medidas adotadas para cumprimento das demais exigências do licenciamento, possibilitando o acompanhamento por parte do empreendedor e do órgão licenciador.

Os relatórios para acompanhamento devem ter, sempre que possível, registros fotográficos da evolução da obra e das medidas e programas ambientais adotados. A entrega e aprovação dos mesmos devem estar associadas às fases de medição e faturamento das construtoras.

O controle ambiental das obras envolve, entre outros: (i) a gestão ambiental dos canteiros de obra e acampamentos de trabalhadores; (ii) o controle ambiental das atividades de construção com exigências de controle de ruído, horários de funcionamento, atividades de terraplanagem, abertura de valas, reaterro, transporte e guarda temporária de material; (iii) controle de trânsito; e (iv) ações de recuperação de imóveis, vias e equipamentos de serviços públicos eventualmente danificados etc. Tais diretrizes ambientais consistem dos seguintes itens:

I – Ações relativas à implantação e gerenciamento das obras:

- a) Canteiro de Obras
- b) Planos de Gerenciamento de Riscos e de Ações de Emergência na Construção
- c) Educação Ambiental dos Trabalhadores e Código de Conduta na Obra
- d) Saúde e Segurança nas Obras
- e) Gerenciamento e Disposição de Resíduos
- f) Controle de Ruído
- g) Pátio de Equipamentos
- h) Controle de Trânsito
- i) Estradas de Serviço

II – Ações relativas às atividades construtivas:

- a) Obras especiais:
- b) Áreas Urbanas;
- c) Cruzamentos de Rodovias e Ferrovias;
- d) Travessias de Cursos d'Água;
- e) Áreas Rurais
- f) Obras Comuns:
- g) Abertura da Faixa de Obras
- h) Abertura da Vala
- i) Cobertura da Vala
- j) Limpeza, Recuperação e Revegetação da Faixa de Obras

Os programas de controle e monitoramento ambiental, a serem mostrados posteriormente, detalham as ações necessárias relativas aos itens acima abordados.

7.2 Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental

Durante a implantação e operação das unidades do sistema, é necessário que sejam desenvolvidos alguns programas de gestão e controle ambiental, de modo a garantir a integridade dos recursos hídricos e a proteção do meio ambiente na região de influência do empreendimento.

Sendo assim, o principal propósito deste programa é contribuir para a mitigação e minimização dos impactos ambientais decorrentes da operação de sistemas de saneamento.

As ações de controle ambiental a serem desenvolvidas no âmbito do Programa de Gestão e Monitoramento Ambiental, são:

- Inventário Florístico e Desmatamento da Área de Inundação
- Monitoramento Hidrológico, Hidrogeológico e de Qualidade das Águas

7.2.1 Inventário Florístico e Desmatamento da Área das Obras

As ações de supressão de vegetação irão envolver o local da barragem de Terra e seu entorno imediato, além do local onde se situará o canteiro de obras. Nesse contexto, o plano de supressão de vegetação deverá abranger as seguintes ações:

- Demarcação das áreas de desmatamento;
- Definição dos métodos de desmatamento;
- Aproveitamento dos recursos florestais com valor econômico;
- Proteção ao trabalhador; e
- Proteção à população periférica.

Este plano integrará as atividades não só na área das obras, mas também das áreas destinadas a jazidas de empréstimo, acessos, canteiros de obras e o local de execução das obras.

O procedimento padrão para compensar a supressão de vegetação tem sido a recuperação da área com plantio de mudas.

Porém, o simples plantio de mudas de espécies nativas não é suficiente para recuperação da biodiversidade suprimida. É importante que sejam coletadas plântulas de arbustos e árvores encontradas no solo. Esses exemplares deverão ser armazenados temporariamente em locais adequados até o término das obras e/ou transferidos para áreas próximas iniciando o processo de recuperação local. Outra ação imprescindível é a retirada e estocagem da camada superficial do solo, de forma a reduzir as perdas de nutrientes e microorganismos e maximizar a sobrevivência de sementes e plântulas. Esta camada do solo funciona como banco de sementes, contendo matéria orgânica, nutrientes e microorganismos essenciais para o desenvolvimento da cobertura vegetal. A estocagem e posterior reposição do solo orgânico geram melhores resultados e menores custos na recuperação de ambientes. No local, recomenda-se cuidado na seleção do solo a ser reutilizado em função da dominância de gramíneas exóticas.

7.2.2 Monitoramento Hidrológico, Hidrogeológico e de Qualidade das Águas

Este Programa deve ser constituído dos seguintes monitoramentos: (i) hidrológico; (ii) hidrogeológico e (iii) da qualidade das águas.

O monitoramento quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos se constitui em um poderoso instrumento que possibilita a avaliação da oferta hídrica, base para decisões do aproveitamento múltiplo e integrado da água, bem como para a minimização de impactos ao meio ambiente. O monitoramento deverá se iniciar na fase de projeto antes das obras de implantação do sistema e deverá ser realizado durante a fase de implantação e de operação.

7.2.2.1 Monitoramento de Qualidade das Águas

Com relação aos aspectos qualitativos, para avaliar as condições de poluição e/ou recuperação dos cursos d'água deverão ser estabelecidos pontos de coleta de amostras para análise de parâmetros de qualidade das águas nos seguintes locais:

- 1 – Ponto de captação da Barragem.
- 2 – corpo receptor, a montante da confluência;
- 3 – corpo receptor, a jusante da confluência;
- 4 – a jusante da Barragem;
- 5 – a montante da Barragem.

Com esses pontos e o acompanhamento sistemático das atividades que se desenvolvem nas bacias de drenagem desse curso d'água, será possível identificar não só as alterações como também suas prováveis causas.

Diante das características do manancial, devem ser planejadas campanhas de medição, coleta e análise da água nos pontos escolhidos, com frequência trimestral no primeiro ano, e semestral nos anos seguintes, caso não se encontre nenhuma alteração negativa dos parâmetros. Devem ser analisados os seguintes parâmetros:

- DBO ou DQO
- OD (oxigênio dissolvido)
- coliformes totais e fecais
- turbidez
- cor
- fósforo total ou fosfato total
- nitrogênio total
- amônia
- pH
- cloreto

- metais pesados
- íons (cálcio, sódio e magnésio), e
- pesticidas organoclorados e organofosforados

Todos os métodos e técnicas de coleta e análise de amostras de água devem seguir o que consta do “Standard Methods for Examination of Water and Wastewater”, publicado pela American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Pollution Control Federation (WPCF).

7.2.2.2 Monitoramento Hidrológico

A concepção do monitoramento quantitativo dos recursos hídricos deverá considerar os seguintes **aspectos**:

- as estações fluviométricas existentes na região;
- a sazonalidade das vazões dos corpos receptores conforme outorga prévia;

Com base nesses aspectos deverá ser concebido o programa de monitoramento considerando também a necessidade de implantação de estações automáticas ou linigráficas.

7.2.2.3 Monitoramento Hidrogeológico

A concepção do monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos deverá considerar:

- A possível contaminação dos recursos hídricos no local da barragem provenientes de fontes poluidoras e contaminantes a montante da barragem de terra.

Dentre os parâmetros a serem analisados há necessidade de se verificar a origem e o grau de contaminação. Assim, os parâmetros abaixo devem ser monitorados para verificar se a contaminação tem como origem lançamentos in natura de esgotos ou mesmo atividade agrícola:

- DQO, cloreto, nitrato, amônia, condutividade elétrica, pH, coliformes totais e os metais: Al, Ca, Cd, Co, Cr, Fé, La, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, Si, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr.

Para a frequência amostral sugerida, tendo em vista os gradientes envolvidos, coletas realizadas trimestralmente podem permitir uma boa caracterização da evolução da contaminação. Recomenda-se realizar as amostragens nos meses de chuvas.

7.2.3 Programas de comunicação social e de educação ambiental

Os Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental visam potencializar os benefícios ou impactos positivos resultantes da implantação e operação de sistemas de saneamento, não só sobre o meio natural, mas também sobre o meio socioeconômico.

Para se conseguir êxito em qualquer programa de proteção do meio ambiente, como também é o caso desses programas, direcionados para o setor de saneamento e recursos hídricos, é imprescindível que haja a participação da população.

Para isso, além das ações de comunicação social a serem desenvolvidas nas fases de estudos, projeto e construção do sistema de saneamento, seja para abastecimento de água ou esgotamento sanitário, é necessário que seja implantado um programa de educação ambiental junto à população da área de influência do empreendimento, ou sistema.

Os Programas de Comunicação Social e Educação Ambiental deverão constituir um fluxo contínuo de informações entre o empreendedor e a população usuária ou que se beneficiará do sistema, objetivando motivá-la para o desenvolvimento de ações que levem ao uso adequado do sistema de saneamento e, conseqüentemente, à conservação e preservação do meio ambiente. Esses programas deverão, através dos meios de comunicação social, transmitir à população as informações necessárias para tanto.

A população deverá ser conscientizada da importância da qualidade da água para a promoção da saúde e orientada sobre as práticas corretas de manuseio da água nos domicílios. Informações sobre o uso correto da rede de coleta de esgotos sanitários também são fornecidas nesse processo.

No desenvolvimento desses programas deverão ser envolvidas entidades de classe, associações comunitárias, lideranças, escolas, igrejas, organizações não-governamentais e outros segmentos sociais, e usados os meios de comunicação disponíveis (imprensa falada, escrita e televisionada).

7.2.3.1 Comunicação Social

- **Justificativas**

Apesar do grande volume de informações veiculadas atualmente na imprensa, muitas não chegam até as comunidades em geral, ou não as atinge de forma significativa. Em muitos casos, o fato transmitido não é percebido como sendo efetivamente importante para a vida dessas pessoas. Por isso, um plano estratégico de comunicação, que envolva e fortaleça a integração da sociedade e do poder público, certamente tornará o fluxo de informação mais eficaz, além de criar e manter canais de comunicação que facilitem a obtenção de parcerias (no presente caso, da sociedade com o poder público) e de entendimento entre o emissor da mensagem e do receptor que a decodifica. Uma campanha, seja de interesse social ou privado, não obterá sucesso se:

- não houver uma correta definição do público-alvo;
- não for dada à mensagem o tratamento adequado (de forma a mostrar o valor intrínseco que ela proporciona para quem adotar as mudanças preconizadas);

- e, em tudo o mais estando correto, faltarem recursos financeiros para a adequada veiculação da mensagem com a intensidade e prazo necessários.

Todos esses problemas são facilmente solucionáveis quando se encontra a orientação correta para se identificar conteúdo, forma e meio. Esta é a função das assessorias de comunicação, especializadas na aproximação com os mais diversos públicos, utilizando, para isso, vários veículos de comunicação.

A assessoria age identificando espaços e ocupando-os, através da realização de contatos, da divulgação de opiniões e de fatos de interesse, garantindo a construção e/ou a manutenção de uma imagem positiva e atraindo a atenção dos diversos públicos.

- Objetivo Geral

A iniciativa do Programa de Comunicação Social tem por meta levantar e dar sustentabilidade às questões relativas ao meio e à qualidade de vida, construindo uma nova visão por parte da população a respeito da importância social e ambiental do empreendimento.

- Metas Específicas

Os serviços propostos neste Programa de Comunicação têm como objetivos específicos:

- ✓ Demonstrar a importância da realização das intervenções para para as comunidades diretamente afetadas pelas obras.
- ✓ Desenvolver campanhas relativas a questões ambientais, a partir de visitas e outras atividades desenvolvidas junto às comunidades-alvo.
- ✓ Desenvolver campanhas de divulgação de regras para o uso racional da água e, principalmente, para a manutenção das redes de esgotamento sanitário, contra o “mau uso” das mesmas.
- ✓ Divulgar e manter diálogo com as comunidades afetadas sobre os transtornos que serão causados pelas obras e pela operação dos sistemas, tendo em vista motivar a colaboração dos envolvidos.
- ✓ Resultados Esperados

Dentre os resultados esperados para o Programa de Comunicação Social destacam-se:

- a) População envolvida e consciente da importância dos serviços prestados pela Governo Estadual, dos benefícios advindos e da necessidade de sua mobilização;
- b) Minimização de transtornos e impactos causados pelas intervenções físicas necessárias à implantação e manutenção dos empreendimentos, por meio de informação prévia e da preparação das comunidades afetadas para a busca de medidas paliativas para a sua superação.

7.2.3.2 Educação Ambiental

- **Justificativas**

Este Programa tem como objetivo apresentar os principais procedimentos para a elaboração de um Programa de Educação Sanitária e Ambiental. Este Programa pretende ser uma proposta que leve a uma permanente interação entre a SRH e a população atendida. Sua meta é, então, definir diretrizes, estratégias e instrumentos para o desenvolvimento de programas e projetos de Educação Sanitária e Ambiental que estejam em consonância com o paradigma ambiental atual, que otimizem o aproveitamento de recursos materiais e humanos, buscando a gestão das iniciativas educacionais e comunitárias voltadas à construção de uma sociedade sustentável.

As pessoas a serem envolvidas nesta proposta são professores (rede pública e privada), funcionários da prefeitura municipal de Maranguape, SRH, SEMACE e demais segmentos da comunidade afetada.

A atuação deste público será estimulada através do uso de metodologias participativas, fundamentadas no diálogo e em formas democráticas de envolvimento. O processo de elaboração deste Programa se fundamenta na criação de espaços de sensibilização e capacitação para o amadurecimento da Educação Sanitária e Ambiental.

- **Metodologia**

A metodologia a ser utilizada no Programa de Educação Sanitária e Ambiental deverá atender aos seguintes princípios:

- Abordagem crítica do meio ambiente, contemplando os aspectos naturais, bem como os culturais, históricos - sociais, e a conjuntura econômica e a política, sob as quais as decisões são tomadas.
- Interdisciplinaridade como método de trabalho essencial ao desenvolvimento de um Programa de Educação Sanitária e Ambiental.
- Participação e diálogo, voltados ao incremento da capacidade crítica, ampliando o poder na tomada de decisões e em gestão de conflitos.
- **Objetivo Geral**

Desenvolver ações de educação sanitária e ambiental que viabilizem um trabalho integrado entre a prefeitura municipal de Maranguape, SRH, SEMACE e a população local, principalmente no sentido de racionalizar o consumo de água e prevenir o mau uso deste recurso.

- **Metas Específicas**

- Sensibilizar a população alvo sobre os benefícios advindos de obras de saneamento, buscando o envolvimento das comunidades diretamente afetadas.

- Promover divulgação de campanhas visando à racionalização do uso da água e o uso correto das instalações de esgotamento sanitário.
- Resultados Esperados
 - Documento contendo o levantamento das demandas por métodos, técnicas e materiais didáticos desenvolvidos ao longo desse processo.
 - Proposta de programas que levem ao debate crítico de temas voltados para a clientela acima descrita, com a presença de especialistas para apresentá-los e/ou discuti-los.
 - Elaborar pauta e ministrar cursos e oficinas de capacitação para aqueles que irão atuar como educadores/multiplicadores.
 - Documento contendo levantamento de trabalhos realizados nas áreas ambiental, social e educacional para que sejam publicados em rede nacional e outras redes de Educação Sanitária e Ambiental.
 - Formato de projeto Banco de Experiências Informatizado contendo videoteca e de uma biblioteca temática para consultas em Educação Sanitária e Ambiental.
 - Calendário de eventos e suas respectivas pautas para datas comemorativas ambientais, divulgação e troca de experiências em Educação Sanitária e Ambiental (EX.: Semana do Meio Ambiente, Dia da Árvore etc).
 - Propostas de campanhas educacionais de racionalização do uso da água fornecida pela SEMACE.
 - Programa integrado, coordenado e continuado de Educação Sanitária e Ambiental elaborado e implantado.
 - Propostas de campanhas educacionais divulgando o uso adequado do sistema coletor de esgotos domésticos.
 - Programa integrado, coordenado e continuado de Educação Sanitária e Ambiental elaborado e implantado, envolvendo, principalmente, a área técnica da SEMACE.

7.2.4 Plano de controle e recuperação das áreas de empréstimo e bota-fora

Basicamente três tipos de áreas degradadas são geradas pela implantação das obras, além da própria faixa de execução das obras: áreas de empréstimos de materiais naturais (eventualmente necessários para aterros, revestimento de estradas de serviço ou preenchimento de valas); bota-foras e local do canteiro de obras. Essas áreas, ao término da construção, deverão ser trabalhadas de modo que as suas novas condições

situem-se próximas às condições anteriores à intervenção, procurando-se devolver a esses locais o equilíbrio dos processos ambientais ali atuantes anteriormente, ou permitir a possibilidade de novos usos. É importante ressaltar que essas áreas, para empréstimo e/ou bota-fora, devem estar devidamente licenciadas pelo órgão ambiental competente. Importante ressaltar que as áreas de empréstimo e bota-fora não estão ainda definidas para as obras do empreendimento.

7.2.4.1. Exploração de Jazidas

Para os casos de necessidade de importação de materiais de empréstimo para a implantação de vias, melhorias das estradas de acesso, preenchimento ou recobrimento de valas e implantação de dispositivos de controle de erosão (leiras em nível), execução de aterros, e substituição de material de valas, a exploração desses materiais deve ter a aprovação prévia do proprietário da área onde se localiza a jazida, bem como ser licenciada pelos órgãos ambientais competentes.

As atividades de extração deverão ser acompanhadas pelo Supervisor Ambiental, visando a manutenção da qualidade ambiental da área e a compensação e atenuação das adversidades geradas.

- *Delimitação da área a ser explorada*

A seleção das áreas de jazidas a serem exploradas é feita pela construtora e aprovada pela Supervisão, em função das distâncias de transporte até o local de utilização do material. No planejamento prévio das obras já se saberá qual o volume a ser retirado de cada jazida e, conseqüentemente, a extensão da superfície a ser alterada. Pode ocorrer alguma diferença entre os volumes necessários e disponíveis planejados e a real execução, em função de condições do solo que só são observadas durante a execução, mas essas diferenças geralmente não são significativas.

De qualquer forma, é importante que cada jazida seja claramente delimitada em campo, pois, da mesma forma que não se deve pagar por um volume não utilizado, também não se deve alterar uma superfície sem motivo. Deve-se sempre respeitar as áreas de interesse ecológico (áreas em bom estado de conservação natural e áreas de preservação permanente), evitando-se, sempre que possível, alterar as condições naturais desses ambientes.

- *Desmatamento das áreas a serem exploradas (limpeza do terreno)*

A cobertura vegetal deverá ser removida somente na área prevista e delimitada para exploração, onde ocorrerá a decapagem do estéril, e em período imediatamente precedente a essa operação, de forma que logo após o desmatamento ocorra a decapagem. A retirada da vegetação deverá ocorrer na medida em que for havendo necessidade de se explorar cada jazida, evitando-se o desmatamento de várias jazidas em um mesmo período. Os cuidados nessa fase são:

- Delimitar a área a ser desmatada e a área onde será feita a estocagem do solo superficial, para posterior recuperação das áreas alteradas.
- Orientar os operários quanto aos processos de retirada da vegetação, no sentido de reaproveitar os restos vegetais.
- Evitar a queima da cobertura vegetal, encontrando destino para os troncos vegetais que forem cortados e estocar quando possível os restos vegetais juntamente **com o solo**, para utilização futura na reabilitação de áreas degradadas.
- *Decapagem do estéril*

Definir previamente a espessura do horizonte considerado como solo fértil, quando este existir, e fazer a remoção dessa camada para as áreas delimitadas para a estocagem. A camada de solo fértil compreende, em geral, uma espessura de até 30 cm (pode ser bem menor), onde se concentram as maiores quantidades de matéria orgânica e a atividade biológica do solo.

Orientar os trabalhos de decapagem em função da espessura do capeamento de solo orgânico. O solo fértil removido e estocado deverá ser conservado para uso posterior nos setores degradados a serem reabilitados, podendo ser utilizado também na cobertura da superfície final do bota-fora.

- *Estocagem do solo*

Para a estocagem do solo fértil, é recomendável fazer o depósito em local plano, formando pilhas regulares não superiores a 2 metros de altura. No sentido de prevenir a erosão e o carreamento de partículas mais finas, a base da pilha deverá ser protegida com troncos vegetais (do desmatamento da própria área) e toda sua superfície deverá ser recoberta com restos vegetais.

Procurar não alterar as características do solo removido, evitando a compactação do material. O revolvimento periódico do solo irá facilitar o processo de aeração promovendo uma melhor atividade biológica, o que aumenta a sua fertilidade.

- *Escavação*

Sinalizar e cercar as áreas em exploração para evitar acidentes com pessoas ou animais. A área deverá permanecer cercada com estacas de madeira e arame farpado.

Durante a operação da lavra, os trabalhadores deverão usar equipamentos de proteção individual (luvas, botas, capacetes e óculos de proteção e máscara contra poeiras).

- *Transporte de materiais*

Durante o transporte dos materiais até a área de utilização ou até os depósitos de estocagem, atenção especial deverá ser dada às estradas de serviço utilizadas, controlando a velocidade dos veículos e sinalizando as pistas para evitar acidentes com outros usuários. Recuperar eventuais trechos deteriorados da estrada. Fazer o controle da manutenção e regulagem periódica dos caminhões como forma de evitar emissões abusivas de ruídos e gases. Controlar a poeira durante a estiagem através

da aspersão de água nos acessos dentro da área do projeto. As cargas de material terroso devem ser transportadas com coberturas de lona.

- *Drenagem superficial*

Os trabalhos de drenagem superficial das áreas a serem exploradas se farão necessários somente durante o período chuvoso, de forma que o objetivo principal da drenagem superficial nesse caso será o de facilitar os trabalhos de exploração, evitando que as áreas a serem exploradas fiquem submersas. Nas jazidas de solo, durante o período chuvoso, deverão ser abertas valetas de drenagem no entorno da área de exploração visando controlar e evitar o fluxo superficial para dentro da escavação.

As pilhas de estoque de solo acumulado devem ser protegidas, tanto em suas bases como na superfície. Deve-se colocar na base das pilhas troncos de madeiras e recobri-las com restolhos vegetais, evitando-se o carreamento e transporte de sedimentos.

7.2.4.2 Recuperação das Áreas Exploradas

Para recuperação das áreas exploradas como jazidas recomenda-se a aplicação de métodos físicos e biológicos. Os métodos físicos deverão ser executados tão logo as áreas sejam exploradas e os métodos biológicos deverão ser executados no início do primeiro período chuvoso subsequente. São métodos físicos recomendados:

- recomposição topográfica das áreas exploradas, incluindo a eventual utilização de material de bota-fora, se houver;
- sistematização dos terrenos, os quais deverão ficar com inclinação suave, compatível com a direção predominante de escoamento das áreas vizinhas, evitando-se criar locais sem escoamento natural;
- leve compactação dos terrenos, para sua estabilização;
- recobrimento de toda a área com a camada superficial de solo orgânico, anteriormente removida e estocada. Deverá ser colocada uma camada de solo orgânico, de forma regular, com a mesma espessura da camada original, no mínimo, obedecendo a conformação topográfica e recobrimdo toda a superfície. A finalidade dessa cobertura é de reconstruir um horizonte orgânico sobre o solo depositado, contendo o húmus que propiciará a absorção dos elementos nutrientes pelas espécies vegetais a serem implantadas.

Os métodos biológicos são as operações de revegetação das áreas recompostas topograficamente. Como o objetivo é devolver à área uma cobertura vegetal tão próxima quanto possível de sua situação original, essas operações podem ser diferenciadas, conforme seja conveniente estabelecer vegetação rasteira, arbustiva ou arbórea.

Para a recomposição de vegetação original rasteira e/ou arbustiva, isso pode ser feito por meio de semeadura a lanço ou pela dispersão de propágulos recolhidos em áreas naturais próximas, procurando-se obter uma cobertura completa do terreno.

Para recompor uma cobertura também arbórea, deve ser prevista a aquisição de mudas de espécies vegetais em estabelecimentos especializados ou viveiros da região. Dependendo do tamanho da área a ser recuperada, pode ser necessário que o próprio empreendedor instale um canteiro para a produção das mudas. A quantidade de mudas deve ser calculada em função da área superficial a ser recuperada e do espaçamento recomendado para cada espécie.

A composição de espécies para o reflorestamento de recuperação deverá incluir espécies pioneiras, secundárias e climácicas, incluindo espécies leguminosas e frutíferas. Esta consorciação otimizará o plantio, pois as espécies pioneiras vão produzir sombra para as demais, as leguminosas possuem a propriedade de fixar o nitrogênio no solo e as espécies frutíferas atrairão a fauna mais rapidamente, principalmente as aves que por sua vez agilizarão a disseminação e o intercâmbio de sementes entre a mata da região e as áreas em recuperação.

O terreno deve ser preparado antecipadamente para receber as mudas. Deve-se preparar as covas e o adubo para enchimento das covas. Após o plantio, fazer o acompanhamento do crescimento das plantas, aplicando-se tratamentos culturais como eliminação de ervas daninhas, combate a formigas etc. O plantio deve ser feito preferencialmente no início do período chuvoso. Por ocasião do plantio alguns cuidados devem ser tomados:

- o plantio das mudas deve ser executado em nível;
- ao retirar a muda do saquinho deve cuidar-se para que o torrão não quebre, danificando o sistema radicular. Após a remoção da muda os recipientes plásticos devem ser recolhidos e dispostos em local adequado;
- realizar um suave embaciamento ao redor da muda, por ocasião do plantio, propiciando um melhor armazenamento de água;
- ao plantar as mudas deve tomar-se o cuidado de não encobrir o caule da planta, uma vez que isso pode causar morte das mudas por afogamento.
- colocar tutores nas plantas para evitar a quebra dos galhos.

O replantio deverá ser realizado 45 dias após o plantio, visando a repor as mudas mortas. O processo de recuperação de uma área que recebeu mudas de espécies arbóreas exige que se faça o controle e o acompanhamento dos resultados obtidos. Esse acompanhamento consiste em:

- adubação de cobertura em cada cova, por no mínimo 3 (três) anos consecutivos;
- coroamento e limpeza no entorno das mudas;
- replantio de mudas que se fizerem necessárias;

- realização de desbastes e podas;
- combate às formigas, inclusive nas redondezas, num raio de 200 metros, até que se tenha controle total das formigas cortadeiras;
- correção e fertilização do solo das covas - além da adubação química é de grande importância a incorporação de matéria orgânica ao material das covas (usualmente esterco curtido).

A recuperação da cobertura vegetal é capaz de permitir e sustentar o restabelecimento da fauna nativa nos locais recuperados. Assim, após a reestruturação das paisagens naturais, espera-se ocorrer um repovoamento gradual das áreas por espécies silvestres.

7.2.4.3 Bota-Foras

Os materiais terrosos ou granulares, de granulometria fina a média, devem ser dispostos em depósitos executados em conformidade com a ABNT, com lançamento do material em local devidamente preparado, com dispositivos de drenagem e contenção de sedimentos a jusante dos mesmos. Os materiais formados por blocos e matacões podem ser dispostos ao longo da faixa, desde que haja anuência do proprietário e dos Responsáveis pela Gestão Ambiental. Esses materiais deverão ser arranjados adequadamente, recobertos por solos e revegetados.

A recuperação de bota-fora, de modo geral, deve compreender as seguintes etapas:

- Regularização topográfica
- Recomposição ou implantação de cobertura vegetal

A regularização topográfica é o preparo do relevo para o recebimento da cobertura vegetal, dando-lhe uma forma estável e adequada ao uso futuro do solo. O relevo final deverá atender os seguintes objetivos:

- Promover a estabilidade do solo e taludes;
- Adequar o terreno a eventuais equipamentos exigidos pelo uso futuro do solo;
- Contribuir para o controle de erosão;
- Compor favoravelmente a paisagem do ponto de vista estético, atendendo às condições do paisagismo pré-existente.

Sempre que possível, o terreno deverá ser mantido plano ou com pouca declividade. Em terrenos com declividade superior a 20%, recomenda-se a construção de bancadas, também denominadas terraços em patamar (terraceamento). O terraceamento visa diminuir a velocidade e o volume das águas de enxurrada que correm perpendicularmente às curvas de nível do terreno, coletando-as e dividindo-as, de modo a minimizar seus efeitos erosivos.

O planejamento da recomposição ou da implantação de cobertura vegetal no bota-fora deve seguir os mesmo passos indicados para a recuperação de áreas de jazida.

7.2.5 Plano Ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório

O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios da ampliação da barragem de Itapebussu objetivará revisar e aprofundar as medidas previstas no processo de licenciamento ambiental da barragem de Itapebussu, mediante a proposição de ações de regulamentação dos usos dos recursos naturais, bem como compatibilizar a ocupação das terras do entorno dos reservatórios a serem criados pelo empreendimento. Essas ações estarão em conformidade com as tipologias de uso e ocupação do solo eventualmente definidas nos planos diretores dos municípios afetados pela UHE, incorporando as exigências das Resoluções CONAMA nº 302/02 e nº 303/02 e lei 12.651.

Os objetivos específicos do Plano a ser elaborado de acordo com as recomendações são os seguintes:

- Apresentar instrumentos de gestão integrada para a conservação e uso dos recursos naturais existentes no entorno do reservatório de Itapebussu.
- Propor a delimitação da Área de Preservação Permanente - APP do reservatório;
- Realizar o Zoneamento Socioambiental do Entorno do Reservatório a partir da análise e interpretação dos componentes ambientais locais;
- Propor medidas e programas de proteção, conservação e/ou recuperação das Áreas de Preservação Permanente, na área de entorno e de seu ordenamento quanto aos usos da terra, buscando a compatibilização das atividades econômicas com a preservação e conservação dos bens naturais, tanto para os terrenos de propriedade do empreendedor, como em áreas não pertencentes à empresa, através de convênios ou parcerias com entidades e particulares;

O empreendimento em si tem por diretriz conciliar o uso antrópico das áreas marginais aos reservatórios e dos mesmos, com as normas operativas do empreendimento, a conservação dos recursos naturais, a melhoria dos ecossistemas locais e da bacia de contribuição como um todo. Este planejamento deverá prever ainda mecanismos de gestão e uso múltiplo das águas, de monitoramento e avaliação da sua qualidade e meios de implementação de projetos para a correção de desvios nos parâmetros de normalidade. Tanto o planejamento, quanto a gestão regional deve ser feita de forma participativa contando com a possibilidade de abrir espaços para discussões e análises integradas que norteiam as medidas de manejo a serem adotadas.

Este Plano baseia-se tanto na análise dos principais impactos socioambientais decorrentes das obras de construção da barragem, da formação dos reservatórios e da

operação da Usina, quanto nas medidas previstas nos programas ambientais da barragem de Itapebussu. Esse encaminhamento metodológico visa eliminar, mitigar ou compensar as interferências do empreendimento sobre o meio ambiente, bem como potencializar aquelas que criem oportunidades de desenvolvimento sustentável, ou que poderão servir para a melhoria da qualidade de vida da população da região.

7.2.5.1 Objetivos

O objetivo principal da ampliação da Barragem de Itapebussu é definir e implantar procedimentos e ações preventivas e corretivas uniformes no sentido de administrar e preservar o patrimônio constituído pelos reservatórios e seu entorno imediato (faixa da APP variável). Na elaboração deste plano busca-se definir o zoneamento de uso do entorno do reservatório e de seus respectivos entorno, conforme parâmetros de interferência na qualidade ambiental dos reservatórios. O zoneamento determinará os usos possíveis, aconselháveis, restritos ou não recomendados, mediante diretrizes de ações e programas a serem desenvolvidas para sua viabilização. O empreendimento deverá incorporar e ser compatível com os Planos Diretores dos municípios, nos quais os reservatórios se inserem.

7.2.5.2 Metas

Este plano apresenta as seguintes metas:

- Identificação das potencialidades criadas pelos reservatórios para usos múltiplos de outros agentes, com a liberação de novas oportunidades de negócio identificadas;
- Ações de conservação dos recursos naturais locais estabelecidas;
- Condições e restrições de usos com a proposição de medidas de conservação para as Áreas de Preservação Permanente definidas nos reservatórios;
- Zoneamento ambiental para o entorno dos reservatórios, considerando: indicação de áreas para recomposição vegetacional; contemplação da estrutura fundiária das propriedades;
- Delimitação do N.A. do reservatório, em seus níveis máximo normal e máximo maximorum; delimitação da faixa de segurança dos reservatórios; definição das áreas propícias a atividades de pesca e agropecuárias, minerárias, de lazer e turismo e expansão rural e urbana;
- Diretrizes estabelecidas de usos múltiplos das águas, as quais devem vislumbrar a manutenção de sua qualidade, baseados nos aspectos técnicos e no consenso com os grupos diretamente envolvidos e instituições competentes.

7.2.5.3 Etapa do Empreendimento

Este plano está previsto para ser consolidado na etapa de construção da ampliação da barragem de Itapebussu, até o segundo trimestre do sexto ano (2016) a partir do início da construção da ampliação da barragem, considerando a necessidade de sua operacionalização como condicionante da Licença de Operação do empreendimento.

7.2.5.4 Área de Abrangência

Os estudos previstos no presente Plano abrangerão as áreas dos reservatórios do rio são Gonçalo e demais contribuintes diretos do reservatório, as áreas de APP, além de uma faixa no entorno dessas APPs, a ser definida pelo diagnóstico que deverá ser elaborado na etapa 1 deste plano. O diagnóstico ambiental deverá contemplar, em um primeiro momento, as áreas das subbacias que drenam para os reservatórios a partir da análise de sensibilidade dessas áreas, considerando suas características ambientais e suas inter-relações com as áreas diretamente afetadas pelo empreendimento, deverão ser definidas a delimitação da área de entorno dos reservatórios a ser considerada no zoneamento. Ressalta-se que um dos principais critérios a ser utilizado na delimitação dessa área será o grau de antropização das mesmas.

7.2.5.5 Base Legal e Normativa

A elaboração de Planos Diretores do Entorno dos Reservatórios, assumiu projeção normativa com a edição da Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002, a qual dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, e que estabeleceu a obrigatoriedade de se elaborar o Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial.

Considerando ainda os instrumentos da Constituição Federal, em seu artigo 18, estabelece que a organização político-administrativa da República Federativa do Brasil compreende a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, sendo todos autônomos, o que baliza a matéria referente à distribuição de competências dos entes políticos em questão.

A Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, em seu artigo 1º, inciso I, estabelece como um dos fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, o fato de ser a água um bem de domínio público. E a Lei Federal nº 12.651 Essa lei, o Código Florestal, tem por objetivo proteger a vegetação no país, estabelecendo restrições ao direito de propriedade sobre esse bem natural.

Esse dispositivo foi disciplinado pela já referida Resolução CONAMA nº 302/2002, que determina, em seu art. 4º, que o empreendedor deve elaborar o “plano ambiental de conservação e uso do entorno do reservatório artificial”, definido como o “conjunto de

diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.”

7.2.5.6 Procedimentos Metodológicos

A consolidação do empreendimento se dará pelo cumprimento de seis etapas que deverão ser ocorrer, como se segue:

7.2.5.6.1 Compilação de Dados

Esta etapa consiste basicamente no Diagnóstico da Área de abrangência do empreendimento e utilizará todos os estudos, produtos e levantamentos de dados existentes ou que serão gerados até o primeiro ano de execução desse PBA:

7.2.5.6.2 Diagnóstico Ambiental

Com o objetivo de identificar e mapear as áreas de sensibilidade ambiental que farão parte do Zoneamento a ser proposto pelo Plano deverá ser realizado um diagnóstico da área de estudo do plano, com a caracterização e análise integrada dos meios físico, biótico e sócio econômico. O Diagnóstico terá por base os estudos apresentados no processo de Licenciamento Ambiental, complementados e atualizados, caso necessário, por novos levantamentos de dados primários e secundários. Deverão ser explicitados com detalhamento, no mínimo os seguintes aspectos:

- Características físicas (cota máxima de inundação das águas correntes e/ou dormentes; declividade; coberturas vegetais existentes com suas respectivas fitofisionomias; variação dos níveis de operação do reservatório e seus impactos ambientais; tempo de permanência da água nos reservatórios);
- Características gerais (tendências de evolução da população; socioeconomia da região contemplando a situação anterior e a posterior à formação dos reservatórios; capacidade investimentos nos municípios atingidos pelos reservatórios; compensação ambiental);
- Uso do solo em toda a bacia de contribuição lateral (análise do solo no contexto ambiental, por município, a fim de estabelecer critérios para o seu monitoramento, em anos sucessivos, a evolução do uso do solo e o efeito dos programas ambientais, principalmente, o de Educação Ambiental e o de Conservação do Solo e da Água);
- Uso do solo e estrutura fundiária (análise do uso do solo com o objetivo de classificar as áreas em função de sua capacidade para ocupação antrópica e usos convencionais);

- Sistema viário regional (análise desse sistema sob o ponto de vista de acesso à região e ao reservatório, de forma a avaliar a correlação entre este e as áreas com potencial de degradação).

7.2.5.6.3 Estabelecimento dos Parâmetros Socioambientais

A partir da base de informações obtidas no diagnóstico integrado serão identificadas unidades ambientais homogêneas no entorno do reservatório, que possuam características similares, ou seja, locais em que a combinação dos atributos físicos, bióticos e socioeconômicos constitua um padrão ambiental facilmente identificável e distinto de outros. Deverá ser elaborada uma lista de critérios que serão adotados para avaliar as Unidades Ambientais Homogêneas (UAHs). Cada critério ou fator ambiental será descrito e avaliado detalhadamente, conforme os dados obtidos nos levantamentos e mapeamentos a serem realizados no diagnóstico. Todos os fatores ambientais devem ser passíveis de espacialização na área de estudo e deverão compor o SIG. Os principais critérios ambientais a serem adotados são:

- Formas de relevo;
- Tipos de solos;
- Clinometria;
- Cobertura vegetal e elementos da paisagem;
- Impactos geotécnicos da operação dos reservatórios sobre o entorno (existência de pontos de talude instáveis e processos erosivos);
- Usos atuais do solo;
- Usos dos recursos hídricos;
- Presença de recursos hídricos, seu estado de conservação, uso e localização;
- Qualidade das águas nos tributários dos reservatórios e qualidade das águas dos reservatórios;
- Significância de remanescente como corredor de fauna;
- Registro de espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção nos remanescentes florestais;
- Adjacência a áreas-destino ou de reprodução de fauna;
- Tamanho, localização e conectividade dos remanescentes florestais;
- Incidência de Legislação de APP, ocorrência de uso e ocupação irregular;
- Significância do uso das propriedades na renda familiar ou uso como atividade de lazer;

- Existência de famílias dependentes da propriedade, incluindo uso como única residência.

7.2.5.6.4 Caracterização das Áreas para o Zoneamento Socioambiental da Área de Estudo

De acordo com as características das UAHS identificadas, deverão ser definidos os tipos de zonas a serem adotados no empreendimento. A área de estudo deverá ser subdividida, no mínimo, nas Zonas listadas e caracterizadas a seguir, podendo haver necessidade de subdivisão em categorias mais específicas, a depender dos resultados da análise integrada dos aspectos socioambientais da região, bem como dos planos diretores do município envolvido.

- *Zonas de Proteção Ambiental (considerando vegetação, fauna, recursos hídricos, fragilidades do meio físico, patrimônio histórico, etc.):*

- Remanescentes florestais ou corredores ecológicos de alto valor ambiental, pelo seu estado de conservação e/ou por formar abrigo ou corredores de fauna, situados na área de estudo e;
- Áreas de nascentes e recarga de aquíferos;
- Locais com alto valor histórico, paisagístico e/ou arqueológico.

- *Zonas de Recuperação Ambiental (considerando áreas frágeis e/ou degradadas):*

- Locais relevantes para a conservação do solo ou proteção do reservatório, porém degradados por atividades antrópicas, a exemplo da APP em fazendas de monocultura ou pecuária extensiva;
- Locais frágeis, com incidência de processos de instabilização de encostas ou áreas frágeis, como erosões e escorregamentos;
- Sub-bacias hidrográficas que constituem mananciais de abastecimento público ou privado (incluindo atividades agrícolas), preferencialmente a montante dos pontos de captação, se houver.

- *Zonas de Utilização Rural:*

- Locais com predomínio de solos férteis ou propícios à atividade agropecuária.
- Locais com baixa declividade, propícios às atividades mecanizadas.
- Locais pouco suscetíveis a processos erosivos.
- Locais fundamentais para a sustentabilidade de populações que tradicionalmente obtêm sua subsistência dos mesmos.
- Locais que abrigam grupos étnicos ou populações vulneráveis, cultural e economicamente dependentes dos recursos da área.

- *Zonas de Ocupação Urbana (edificações, loteamentos, etc):*

- Locais com ausência de restrições ambientais, incluindo proibições legais.

- Locais com baixa declividade (< 20%).
- Locais em que há proximidade de infraestrutura física e social (atual e futura), incluindo facilidade de acesso.
- Locais previstos para expansão de manchas urbanas de acordo com o Plano Diretor de Cada Município.
 - *Zonas de Uso Recreacional e de Lazer:*
 - Locais próximos ao reservatório.
 - Locais com relevante valor paisagístico.
 - Locais com facilidade de acesso e disponibilidade de infraestrutura.
 - Locais previstos para praias e estruturas náuticas.

O Zoneamento Ambiental é considerado um dos mais importantes instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente para servir aos propósitos do desenvolvimento sustentável. Trata-se um instrumento capaz de fornecer os meios para uma gestão planejada de espaços municipais, distritais, urbanos e rurais e, especificamente, de áreas sobre as quais se deseja estabelecer as práticas de ocupação e uso do solo compatíveis com as potencialidades e capacidade da terra. Deve ainda, ser um instrumento de planejamento dinâmico, com atualizações periódicas, resultado de um processo participativo de normatização e regulamentação.

7.2.5.6.5 Elaboração do Zoneamento Socioambiental do Entorno dos Reservatórios

O zoneamento resultará da análise das áreas situadas em uma faixa variável ao longo do perímetro do reservatório. Serão avaliadas as características, as potencialidades, restrições e vulnerabilidades de cada segmento dessa área, indicando-se as formas de utilização mais adequadas a cada uma, compatível com o Plano Diretor do município envolvido.

Essa análise considerará os fatores ambientais incorporados ao SIG e os critérios adotados nas etapas anteriores, como o substrato geológico, as formas de relevo, os tipos de solos, os recursos hídricos, as tipologias vegetais, a representatividade ecológica das áreas no

bioma, a existência de espécies raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção, as áreas com potencialidade para formar corredores de fauna, a adequação e os impactos dos usos atuais do solo e da água e os passivos ambientais da implantação e operação dos reservatórios.

Assim, será realizada a integração e o cruzamento das informações contidas nos mapas temáticos, por meio da utilização do SIG ou sistema CAD georreferenciado, produzindo uma carta única em que sejam delimitadas as diversas zonas propostas.

7.2.5.6.6 Proposição de Medidas de Conservação, Recuperação e/ou Potencialização

Para cada Zona identificada, será sugerida uma ou mais medidas específicas que visem a conservação dos recursos naturais, à recuperação de áreas degradadas ou a potencialização, adequação e incentivo das formas de utilização das terras nela existentes, como também deverá ser elaborada uma matriz de interação institucional. Esta matriz deverá apresentar os principais atores presentes em cada zona, sua natureza institucional ou organizacional, seu interesse e participação atual e potencial no processo de gestão territorial.

O uso e o manejo do solo serão de acordo com a aptidão ambiental, indicando-se os locais em que haverá necessidade de intervenção através de ações do empreendedor e de particulares para recuperação da cobertura vegetal. Devem ser obrigatoriamente contemplados, na área de estudo do Plano, os rios tributários nos quais se verificam grandes faixas de desmatamento em área de preservação permanente, no limite estabelecido na área de estudo. As medidas sugeridas deverão ser debatidas com as comunidades afetadas e as municipalidades da área dos estudos, propondo-se metodologias participativas para a construção e discussão dessas medidas. As medidas recomendadas nessa etapa serão assim traduzidas:

- Código de Usos, onde estarão normatizadas as atividades permitidas e as restrições para cada zona;
- Ações de Proteção e Recuperação da APP dos Reservatórios – indicação de áreas e espécies para recomposição das APPs dos reservatórios e formação de corredores para a fauna;
- Desenvolvimento do Plano de Gerenciamento dos Reservatórios, que apresenta a descrição das medidas de conservação, recuperação e/ou potencialização propostas para cada zona definida no Zoneamento Socioambiental, bem como os Programas Ambientais propostos.

Neste final da etapa serão definidas as responsabilidades pela implementação e pelo acompanhamento do empreendimento.

7.2.5.6.7 Consulta Pública

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 302/02, a aprovação do Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno e do Reservatório Artificial deverá ser precedida da realização de consulta pública, sob pena de nulidade do ato administrativo, na forma da Resolução CONAMA nº 09, de 3 de dezembro de 1987, naquilo que for aplicável, informando-se ao Ministério Público com antecedência de trinta dias da respectiva data. Desta forma, o empreendedor submeterá o Plano à aprovação do IBAMA, que deverá promover consulta pública para discussão do mesmo. No entanto, cabe destacar que todo o processo de construção deste plano deverá ser feito de forma participativa e transparente. Desta forma, desde a elaboração do diagnóstico até a consolidação das zonas ambientais deverão ocorrer oficinas e encontros participativos

com os principais atores socioambientais envolvidos no processo de uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos da região de interesse.

7.2.5.6.8 Equipe Técnica Envolvida

Este programa será desenvolvido por consultoria específica. Desta forma, a equipe técnica envolvida para sua realização, além de consultores, envolve técnicos da área socioambiental, moradores da região, prefeitura, secretarias de meio ambiental (estadual e municipais), atores sociais, empreendedores, entre outros que deverão interagir diretamente com os responsáveis pela elaboração dos estudos e implantação do programa.

7.2.5.6.9 Avaliação e Monitoramento

A avaliação e o monitoramento da consecução das atividades previstas neste plano serão realizadas perante o recebimento e análise dos produtos técnicos em formato de documentos a serem produzidos quando do desenvolvimento do plano. A contratação dos serviços técnicos especializados, como também a elaboração dos produtos deverá estar em conformidade ao plano de trabalho.

7.2.5.6.10 Parcerias Recomendadas

Dada a natureza participativa para a elaboração do programa, deverão ser buscadas parcerias para sua consecução, incluindo convênios de cooperação com órgãos ambientais, especialmente com a SEMACE.

7.2.5.6.11 Responsável pela Implementação

A elaboração deste Plano é de responsabilidade do empreendedor. No entanto, para sua implementação deverá ser considerada e viabilizada a formalização de parcerias de modo a potencializar os benefícios da implantação do reservatórios de Itapebussu. No entanto, cabe destacar que para seu sucesso deverá ser buscada a participação efetiva da sociedade local organizada, como também representantes de instituições públicas e privadas presentes na região de inserção do empreendimento. Deve também, incentivar a formação de grupos ou organismos que sejam capazes de contribuir com o desenvolvimento sustentado da região, a exemplo de comitês de bacias e conselhos de desenvolvimento no município de Maranguape.

7.2.6 Plano de Peixamento

Para o povoamento do Açude de Itapebussu recomenda-se, inicialmente, a adaptação de espécies nativas da bacia do rio São Gonçalo às condições lânticas do lago formado. Posteriormente devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração do valor econômico.

A escolha das espécies a serem introduzidas no açude contemplou os seguintes critérios: posição na cadeia trófica, potencial reprodutivo, produtividade da biomassa, facilidade de manejo, fonte protéica e energética, palatabilidade e boa aceitação comercial, entre outros. Dentre as várias espécies propostas para o peixamento do Açude de Itapebussu, citam - se: curimatã-comum (*Prochilodus cearensis*) piau lavrado (*Leporinus fasciatus fasciatus*), sardinha (*Triportheus angulatus angulatus*), carpa (*Cyprinus carpio*) tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piau verdadeiro (*Leporinus elongatus*) e apaiari (*Astronomus ocellatus ocellatus*).

A primeira etapa do programa de peixamento do Açude de Itapebussu deve compreender a formação de estoque de matrizes e reprodutores. A duração prevista dessa etapa é de aproximadamente 2 anos. No povoamento inicial deverão ser utilizados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e espécies reofílicas, que se reproduzem artificialmente. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento do açude. A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada 2 anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, curimatã, tambaqui, piau verdadeiro, entre outros.

Algumas espécies poderão requerer repovoamento dependendo do grau de depleção das mesmas. Caso seja necessário, recomenda-se utilizar o mesmo número de alevinos do povoamento inicial. De acordo com pesquisas realizadas em vários açudes públicos de porte similar ao de Itapebussu, um programa de alevinagem bem conduzido, pode levar à captura de aproximadamente 250 Kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento do reservatório.

À SRH-CE e a COGERH caberão implantar a administração dos recursos pesqueiros do açude, onde vigorarão as leis e normas referentes à regulamentação da pesca em águas interiores, com vistas à proteção da ictiofauna. A proibição da pesca na época das cheias, quando ocorre o fenômeno da piracema, e o controle do tamanho da malha da rede de espera, constituem umas das principais normas disciplinares a serem seguidas na área.

O empreendedor deve estimular a população ribeirinha à prática pesqueira incentivando, inclusive, a criação de um clube de pesca ou cooperativa de pesca que poderá ter as seguintes atribuições: comercialização; regulamentação e fiscalização da pesca no reservatório; promoção de cursos de treinamento e campanhas de conscientização sobre a importância deste tipo de uso do açude, entre outras.

O programa de peixamento do açude deverá ser iniciado ao longo que se complete o enchimento do lago devendo, em 4 (quatro) anos, no mínimo, estar em plena operação. A pesca comercial, no entanto, poderá ser iniciada 1 (um) ano após o enchimento do açude. Estima-se que com essa atividade, sejam criadas novas oportunidades de emprego para pescadores e mais diversos empregos indiretos. Os investimentos na atividade pesqueira do açude, bem como a receita gerada na ocasião da estabilização

do programa de peixamento deverá ser devidamente quantificada em projeto específico, cuja elaboração deverá ser contratada pela SRH-CE. Tendo em vista que o Açude de Itapebussu tem como principal objetivo o suprimento hídrico do município de Maranguape, não foi recomendado o desenvolvimento da piscicultura superintensiva no lago a ser formado, tendo em vista os riscos de poluição da água represada.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

8 Conclusão e recomendações

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu no Município de Maranguape. Os resultados encontrados revestem-se de importância à medida que permitem visualizar que a implantação do empreendimento apesar de estar associada à geração de uma série de alterações negativas para a qualidade do meio ambiente, pode ter essa situação minorada ou até sanada com a implementação das medidas de proteção ambiental preconizadas por parte do órgão empreendedor. Conclui-se, portanto, que com a adoção de tais medidas, o projeto se torna bastante recomendável, com um pronunciado caráter benéfico para o meio antrópico e um nível de adversidades perfeitamente tolerável no que se refere ao meio natural.

Quanto à possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, a barragem de itapebussu localiza-se numa bacia onde não existem grandes reservatórios a montante nem a jusante, não apresentando, portanto, este tipo de problema, ou seja, não recebe afluições significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos não podem ser armazenados a jusante.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários e industriais não precisam ser considerados já que o rio São Gonçalo não conta com núcleos urbanos na sua bacia de contribuição. Situação semelhante é observada no que se refere aos riscos de poluição das águas represadas pelo aporte de agrotóxicos. Com efeito, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição do referido reservatório e a irrigação difusa é uma prática pouco disseminada na região, dado a escassez de recursos hídricos e o baixo potencial agrícola dos solos.

A fauna da região é composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, apresentando-se diversificada. Não foram constatados endemismos na composição da flora ou da fauna, e as áreas previstas para as obras do empreendimento, bem como da bacia hidráulica do reservatório não estão posicionadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas.

A concepção do Projeto de ampliação da Barragem de Itapebussu no município de Maranguape apresenta plena viabilidade ambiental, haja vista ter como premissa os levantamentos básicos quanto ao dimensionamento e compartimentação técnica do terreno, caracterização geotécnica, topográfica e hidrográfica da área que o comportará, e ainda ser fundamentado em técnicas de remediação indispensáveis ao controle da qualidade dos parâmetros água e solo. Os resultados da avaliação dos impactos ambientais confirmam essa conclusão, recomendando para tanto, que sejam adotadas as medidas mitigadoras propostas e que, a implantação e operação do empreendimento seja acompanhada de um programa de controle e monitoramento ambiental. Finalmente, com base nos resultados da avaliação de impacto ambiental e nas medidas mitigadoras, entende-se que a SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente poderá por sua vez emitir as respectivas licenças ambientais desde que sejam cumpridas as medidas de controle ambiental e mitigadora deste estudo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9 Referencias bibliográficas

Assis, A.P., Hernandez, H.M. & Colmanetti, J.P. (2002). Apostila de Barragens. G.AP-AA006/02. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 170p.

Cruz, P.T. (1996). 100 Barragens Brasileiras – Casos Históricos, Materiais de Construção e Projeto. Oficina de Textos, São Paulo, SP, 647p.

Oliveira, S.A.M. & Brito, S.N.A. Geologia de Engenharia. 1998. São Paulo. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.

Teixeira, A.H. Projeto e execução de fundações. Seminário de engenharia de fundações especiais e geotecnia, 3., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo, 1996. V.1. p. 33-50.

CORPS OF ENGINEERS (1970). Engineering and Design – Stability of Earth and Rock Fill Dams, Engineering Manual, EM 1110-2-1902. Department of the U.S. Army, Corps of Engineers, Office of the Chief of Engineers.

DAS, B.M. (2005). Fundamentals of Geotechnical Engineering. 2ª Edição. Ed. Thompson. Canadá, 566p.

ELETRORÁS (2003). Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas. Disponível em: <http://www.eletroras.com/ELB/data/Pages/LUMISF99678B3PTBRIE.htm>. Acesso em: 29/06/2015.

GERSCOVICH, D.M. (2012). Estabilidade de Taludes. 1ª Edição. Oficina de Textos, São Paulo, SP, Brasil, 166p.

PINTO, C.S. (2002). Curso Básico de Mecânica dos Solos. 2ª Edição. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, SP, Brasil. 355p.

U.S ARMY CORPS OF ENGINEER (2003). Slope Stability Manual.Engineering and design.31Oct.2003.<http://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals>>. Acesso em setembro de 2013.

TEIXEIRA, A.H. Projeto e execução de fundações. SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, 3., 1996, São Paulo. Anais... São Paulo, 1996. V.1. p. 33-50.

VIEIRA, V.P.P.B; GOUVEIA NETO, A.; MIRANDA, A.N. de; MALVEIRA, V.T.C. (1996). Roteiro para Projeto de Pequenos Açudes. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Ceará, Brasil.

CEARÁ, IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza, 1997. 65 p. Mapa colorido, Escala 1:1.500.000.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Atlas. Fortaleza, 1992, 4v, v.1.

MÖBUS, G., SILVA, C. M. S. V. & FEITOSA, F. A. C. Perfil estatístico de poços no cristalino cearense. In: SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO NORDESTE, 3, 1998, Recife. Anais do... Recife: ABAS, 1998. p. 184-192.

ANEXOS

10 Anexos

10.1 Documentação Fotográfica



Foto 17 – Vista geral da Barragem de Itapebussu.



Foto 18 – Marco geodésico do local de ampliação da Barragem de Itapebussu.



Foto 19 – Ponto de captação de água do local da Barragem de Itapebussu.



Foto 20 – Aspecto atual da Infraestrutura implantada (Sangradouro).



Foto 21 – Aspecto atual da caixa coletora de drenagem implantada.



Foto 22 – Aspecto atual da via de acesso não pavimentada. A esq. Presença de marco geodésico.



Foto 23 – Aspecto atual da cobertura vegetal ao fundo.