

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

1.0 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	6
1.1 Identificação do Empreendimento	6
1.2 Identificação e Qualificação do Empreendedor	6
1.3 Órgão Responsável pela Gestão do Empreendimento	7
1.4 Empresa Contratada para Elaboração do Projeto Básico e Ambiental	7
1.5 Empresa Consultora Responsável na Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA	7
1.5.1 Coordenadores Responsáveis pelos Estudos Ambientais – EIA/RIMA	7
1.6 Órgão Licenciador	7
2.0 EQUIPE TÉCNICA	8
3.0 OBJETIVO JUSTIFICATIVA E ESTUDOS BÁSICOS	10
3.1 Objetivos	10
3.2 Justificativas	10
3.3 Estudos Básicos	11
3.3.1 Alternativas Tecnológicas e Locacionais	11
3.3.1.1 Alternativas Tecnológicas	11
3.3.1.2 Alternativas Locacionais	20
3.4 Análise do Plano das Águas (Política Estadual de Recursos Hídricos)	30
3.4.1 Caracterização da Bacia do Rio Abiaí	36
3.4.2 Características da barragem de Cupissura – manancial	40
3.4.3 Revisão das Vazões do Sistema	41
3.4.4 Apresentar alternativas de arranjos do empreendimento	45
3.4.5 Justificativa da localização escolhida e a viabilidade econômica do empreendimento .	48
3.4.6 Estudos de fotografia aéreas e apresentação em mapa e da descrição da foto-geologia.	50
3.4.7 Relação de Custo X Benefício	51
3.4.8 Estudos da fitofisionomia das áreas alternativas	51
3.4.9 Infraestrutura básica das cidades que serão abastecidas	52
3.4.10 Parcelamento e uso do Solo	52
3.4.11 Uso, benefício e aproveitamento do reservatório em relação às áreas de influencias	52
3.5 Caracterização do Projeto/Dados Técnicos do Empreendimento	52
3.5.1 Decreto de Desapropriação	52
3.5.2 Ficha técnica da barragem	55
3.5.3 Concepção Geral das Obras	59
3.5.3.1 A Localização	61
3.5.4 Localização em mapa dos aspectos hidrológicos, geomorfológicos e planialtimétrico identificando características das áreas das obras, sangradouros, eixo barrável	61
3.5.5 Disposição geral das obras e Localização das jazidas de empréstimo	63
3.5.6 Estudo de Risco	65
3.5.7 Caracterizar e descrever o barramento e sangradouro	65
3.5.7.1 Características do sangradouro	65
3.5.7.2 Características da tomada d'água	65
3.5.7.3 Características da barragem	65
3.5.7.4 Características da Barragem	66
3.5.7.5 Plano de Enchimento do Reservatório	68
3.5.7.6 Dimensionamento do Vertedouro	69

3.5.8 Obras Complementares	71
3.5.9 Plano de Utilização múltiplo do reservatório.....	71
3.5.10 Cronograma e Execução do Projeto juntamente com a implantação das medidas de proteção ambiental	71
4.0 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO	74
4.1 Área Diretamente Afetada – ADA	75
4.2 Área de Influência Direta – AID	79
4.3 Área de Influência Indireta – AI	83
4.4 Perfil de linha d'água	87
4.5 Anuência do DNIT e do DER.....	88
4.6 Com respeito as rodovias estaduais na área do entorno da intervenção, conforme são apresentados em mapa, as rodovias estaduais se encontram distantes da área de intervenção direta, por conseguinte não existe relação de conflitos entre o empreendimento e os interesses do DER/PB que necessitam de sua chancela.....	89
4.7 Aspectos da Cartografia.....	90
4.7.1 Base de dados cartográfica	90
4.7.2 Imagem de satélite e Modelo Digital de Elevação	91
4.7.3 Sistema de Projeção	91
4.7.4 Detalhamento dos principais mapas.....	92
5.0 DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO	94
5.1 Diagnóstico Ambiental Do Meio Físico.....	95
5.1.1 Climatologia.....	95
5.1.1.1 Temperatura Média do Ar.....	96
5.1.1.2 Umidade Relativa	97
5.1.1.3 Precipitação.....	98
5.1.1.4 Insolação	98
5.1.1.5 Direção e velocidade do vento.....	99
5.1.1.6 Balanço Hídrico	100
5.1.2 Geologia	104
5.1.2.1 Geologia Regional.....	106
5.1.2.2 Geologia Local e Estrutural	108
5.1.3 Características Geotécnicas.....	113
5.1.3.1 Análise de Estabilidade	113
5.1.4 Características Sísmicas.....	116
5.1.5 Identificação de recursos minerais.	117
5.1.6 Identificação de recursos espeleológicos e paleontológicos.	119
5.1.7 Processos de erosão/sedimentação.....	119
5.1.8 Estabilidade dos taludes marginais.	123
5.1.8.1 Estabilidade dos Taludes (FS)	127
5.1.8.2 Quantificação da Erosão (volume de terra erodido e recuo da linha de margem):	128
5.1.9 Geomorfologia	129
5.1.9.1 A Evolução do relevo	130
5.1.10 Unidades Geomorfológicas	132
5.1.10.2 Planície Flúvio Marinha:	133
5.1.11 Solos	135
5.1.11.1 Relação entre uso potencial e ocupação existente.....	137
5.1.11.2 Caracterização de terras agricultáveis – Aptidão agrícola.....	137
5.1.11.3 Suscetibilidade à erosão.....	140

5.1.11.4 Levantamento dos Processos Erosivos, de Sedimentação e Estabilização dos Solos	142
5.1.11.5 Os Processos Erosivos	143
5.1.11.6 Propriedades do Solo que Influenciam sua Erodibilidade	144
5.1.11.7 Fatores Externos ao Solo que Influenciam nos Processos de Erosão	145
5.1.11.8 Conclusão	150
5.1.12 Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos.	154
5.1.12.1 Recursos Hídricos Superficiais - Caracterização da Bacia do qual se encontra o Rio Cupissura	154
5.1.12.2 Vazões do sistema	156
5.1.13 Parâmetros de qualidade das águas, segundo a resolução CONAMA Nº 357/2005 ..	160
5.1.14 Qualidade das Águas do Cupissura	174
5.1.15 Hidrogeologia	180
5.1.15.1 Caracterização Hidrológica e Definição da área de Influência da Intervenção e sua Hidrogeologia	180
5.1.15.2 Inventário dos Pontos D'água	182
5.1.15.2.1 Usuário Outorgado do Município de Caaporã	184
5.1.15.3 Caracterização das áreas de recarga, circulação e descarga do aquífero	187
5.1.15.4 Relação das águas subterrâneas com as superfícies e com as redes de outros aquíferos.	188
5.1.15.5 Avaliação da permeabilidade da zona não saturada	196
5.1.15.6 Caracterização física e química das águas subterrâneas de acordo com a legislação vigente.	200
5.1.15.7 Mapa dos elementos hidrogeológicos em escala 1:50.000.	202
5.1.16 Referências Bibliográficas	203

ANEXOS:

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART's (EMPRESA RESPONSÁVEL PELOS ESTUDOS AMBIENTAIS, DOS TÉCNICOS ENVOLVIDOS E DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE.

PLANTAS:

RESULTADO DE INVESTIGAÇÕES GEOTECTONICAS

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL DA BARRAGEM CUISSURA

ÁREA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO – MATA CILIAR – COMPENSAÇÃO

MAPA DOS ELEMENTOS HIDROGEOLÓGICOS

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Alternativas de captação	20
Tabela 2 – Valores das disponibilidades efetivas	21
Tabela 3 - Vazão disponível nas seções de captação dos rios Abiaí, Papocas e Cupissura.....	22
Tabela 4 – Seções dos rios Papocas, Abiaí e Cupissura, com as respectivas vazões.....	23
Tabela 5 - Número de outorgas/renovações atualmente em análise e vazão solicitada	36
Tabela 6 - Número de outorgas vigentes e vazão	37
Tabela 7 - Número de outorgas vencidas há menos de seis meses, indicando a vazão	37
Tabela 8 - Número de outorgas vencidas há mais de seis meses, indicando a vazão	37
Tabela 9 - Municípios, áreas, populações segundo o CENSO IBGE 2010 e os percentuais das áreas dos municípios inseridos na bacia.....	40
Tabela 10 - Vazões e respectivas populações das cidades a serem atendidas pelo sistema denominado de Abiaí/Papocas	45
Tabela 11 - Custo Estimado de Construção da Barragem Cupissura e relação custo benefício	50
Tabela 12 - Temperatura média anual - Período 2000 a 2011.....	97
Tabela 13 - Estatísticas da série pluviométrica da bacia hidrográfica do reservatório Cupissura (mm).....	101
Tabela 14 - Estatísticas da série fluviométrica da bacia hidrográfica do reservatório Cupissura (mm).....	101
Tabela 15 - Fatores de segurança admissíveis	115
Tabela 16 - Parâmetros Geotécnicos	115
Tabela 17 - Fatores de segurança críticos	117
Tabela 18 - vazões e respectivas populações das cidades a serem atendidas pelo sistema denominado de Abiaí/Papocas	160

Lista de Figuras

Figura 1 - Bacias hidrográficas do Estado da Paraíba.....	31
Figura 2 - Bacia hidrográfica do Abiaí.....	39
Figura 3 - Temperatura média anual: Período 2000 a 2011	96
Figura 4 - Média anual da umidade relativa do ar	97
Figura 5 - Precipitação Manual no Período de 2000 a 2011	98
Figura 6 - Médias anuais de insolação	99
Figura 7 - Média anual da velocidade do vento, período de 2000 a 2011.....	99
Figura 8 - Percentual de ocorrência predominante da direção vento no período de 2000 a 2011.	100
Figura 9 - Curva de vazão regularizada x garantia do reservatório da Barragem Cupissura	102
Figura 10 - Curva de permanência de volumes no reservatório da barragem Cupissura com níveis de garantia de 90% SVA e 99% SVA	103
Figura 11 - As etapas do processo erosivo	119
Figura 12 - (Prof. Alexei Nowatski).....	121
Figura 13 - Uma erosão fluvial na margem do rio (Prof. Alexei Nowatski).....	121

1.0 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

1.1 Identificação do Empreendimento



1.2 Identificação e Qualificação do Empreendedor

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA

SECRETARIA DE ESTADO DE INFRAESTRUTURA

CNPJ: 09.210.303/0001-64

Av. João da Mata, s/n, Centro Administrativo, Bloco III, 1º andar.

Bairro Jaguaribe, João Pessoa – PB. CEP: 58.015.020 Fones: (83) 3218-4645/4648,

Fax: (83) 3218-4647 / www.pb.gov.br – e-mail: sic@secom.pb.gov.br

1.3 Órgão Responsável pela Gestão do Empreendimento

Companhia de Água e Esgoto da Paraíba- CAGEPA

CNPJ: (83) 3218.1262

Endereço: Av. Feliciano Cirne, s/n;

Bairro: Jaguaribe, João Pessoa – PB.

CEP: 58.015.020 **Fones:** (83) 3241-4215 **Fax:** (83) 3218-1230

Sítio: www.cagepa.pb.gov.br – **e-mail:** tmvalmeida@cagepa.pb.gov.br

1.4 Empresa Contratada para Elaboração do Projeto Básico e Ambiental

Emilio Falcão – Projetos, Consultoria e Construção Ltda

CNPJ: 02.212.818/0001-01

Endereço: Rua Poeta José Avelino Filho, 320/01. Bairro Peixinhos – Olinda/PE

Fone: (81) 9965.1462 – **Fax:** (81) 3444-2833 – **CEP:** 58.030-001

E-mail: falcão_carlos@ig.com.br

1.5 Empresa Consultora Responsável na Elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA

CEMAPPU - Consultoria, Engenharia, Meio Ambiente, Projetos e Publicidades Ltda.

CNPJ: 35.724.350/0001-85

Endereço: Av. Júlio Marques Luz, 1013/32 – Jatiúca – Maceió/AL - CEP: 57.035-420

Fone: (82) 3357-3020 – **Fax:** (82) 3432-9981

Registro do CREA: Nº 2584 – AL

E-mail: cemappu@ig.com.br

1.5.1 Coordenadores Responsáveis pelos Estudos Ambientais – EIA/RIMA

I - Nome: Wenner Gláucio Amorim Pereira - CEMAPPU

CREA: 1600052657

E-mail: cemappu@ig.com.br

II – Carlos Alberto Marques dos Anjos – GRENN CONSULT.

E-mail: carlosdosanjos.01@hotmail.com

1.6 Órgão Licenciador

Superintendência da Administração do Meio Ambiente – SUDEMA

CNPJ: 12.958.179/0001-73

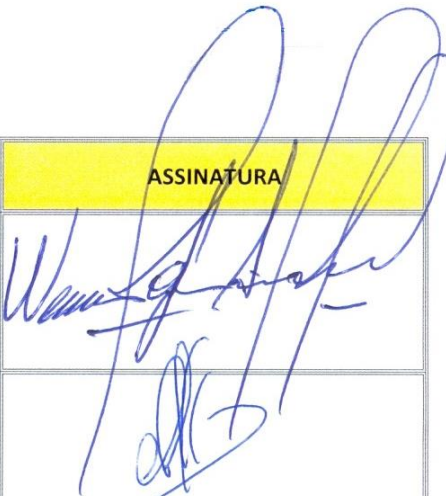


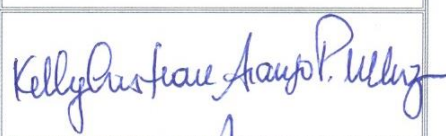




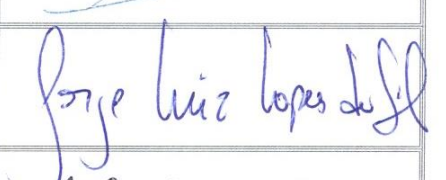
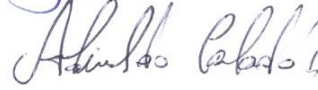
Endereço: Av. Monsenhor Walfredo Leal, 181 – Tambiá. João Pessoa - PB




Fone: (83) 3218-5627 **Fax:** (83) 3218-5580

CEP: 58.020-540

www.sudema.pb.gov.br – **e-mail:** laecogeo@yahoo.com.br

2.0 EQUIPE TÉCNICA

NOME	CPF/CTF-IBAMA/ ÓRGÃO DE CLASSE	FORMAÇÃO	ASSINATURA
Wenner Gláucio Amorim Pereira Coordenador Geral – Meio Físico e Prognósticos	205.757.424-53	Engº de minas e de segurança Pós-graduado em Engª Ambiental, Recursos Hídricos e de Petróleo e Gás	
	98486		
	CREA 1600052657		
Carlos Alberto Marques dos Anjos Coordenador Geral – Meio Físico e Prognósticos	045.906.944.68	Geólogo. MSc. e Doutor em Engenharia Ambiental	
	213917		
	CREA 1805052470		
Claudeneuza Luiza Pereira M. Luz Meio Físico	033.700.884-10	Engenheira Ambiental Sanitária. Pós em engenharia e gestão Ambiental	
	665318		
	CREA 0200019279		
Kelly Cristiane Araújo P. M. Luz Mapeamento Temático, Socioeconomia – Patrimônio Histórico Cultural	842.925.394-72	Geografa e Arquiteta	
	98482		
	CAL 85789-0		
Sinval Autran Mendes G. Junior Coordenador do Meio Socioeconômico	700.690344-00	Geógrafo. Esp. Geografia: Análise Ambiental	
	287834		
	CREA 0208074422		
Joseisa Dutra Araújo Meio Socioeconômico	333.412.144-53	Técnica em Segurança Esp. em gestão Ambiental	
	597565		
	209934867		
Kadja Angélica Tavares Meio Socioeconômico	054.788.164-93	Geografa esp. em Ciências Ambientais	
	474749		
	206583702		
Carlos Xavier de Azevedo Neto Arqueologia	383.352.717-04	Arqueólogo. MSc. e Doutor	
	1128364		
	-		
Jorge Luiz Lopes da Silva Paleontologia	411.580.324-04	Biólogo/Paleontólogo. MSc. e Doutor	
	195422		
	19.315/5-D		
Adraildo Calado Rios Advogado	240.249.294-53	Advogado	
	98395		
	OAB 4011/AL		

NOME	CPF/CTF-IBAMA/ ÓRGÃO DE CLASSE	FORMAÇÃO	ASSINATURA
Bruno A. T. P. Campos Meio Biótico - Mastofauna	311.493.498-67	Biólogo	
	1996213		
	56779/01-D		
Telton Pedro Anselmo Ramos Meio Biótico - Ictiofauna	029.888.514-09	Biólogo	Telton Pedro A. Ramos
	2269976		
	67.155/05-D		
Arnaldo Honorato Vieira Filho Meio Biótico - Avifauna	003.663.303-81	Biólogo	Arnaldo Honorato Vieira Filho
	1640548		
	59.367/05-D		
Luciana Gomes Barbosa Meio Biótico - Liminologia	080.524.167-10	Engenheira Agrônoma	
	4403045		
	1608377229		
Itamar Barbosa de Lima Meio Biótico – Botânica	025.938.694-45	Biólogo	
	1870894		
	67.221/05-D		
Carolina Nunes Liberal Meio Biótico – Entomofauna	044.120.124-50	Bióloga	Carolina Nunes Liberal
	5183462		
	67.758/05-D		
Edinaldo Leite Filho Meio Biótico – Herpetofauna	013.654.164-02	Biólogo	Edinaldo Leite Filho
	4198064		
	77.522/05-D		

Nota. As anotações de responsabilidade técnica se encontram no anexo deste volume.

CEMAPPU - Consultoria, Engenharia, Meio Ambiente, Projetos e Publicidades Ltda.

Registro do CREA: Nº 2584 - AL

CTF IBAMA: Nº 29901

3.0 OBJETIVO JUSTIFICATIVA E ESTUDOS BÁSICOS

3.1 Objetivos

O empreendimento possui os seguintes objetivos:

I - Geral

Implantação de uma barragem sobre o rio Cupissura, voltado a criação de um reservatório para acumulação de água que servirá de reforço ao sistema da CAGEPA e, com isso, a AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA.

Específico

Aumentar a oferta de água para a Grande João Pessoa, constituída pelos Municípios de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux, Santa Rita e Conde, a partir dos mananciais situados na zona do Litoral Sul do Estado da Paraíba, com capacidade para atender às respectivas populações, pelo período de alcance de 20 anos. Complementarmente atender as demandas de reforço do sistema de abastecimento nos municípios de Alhandra e Caaporã e seu Distrito de Cupissura.

3.2 Justificativas

As justificativas se materializam em três componentes básicos: a social, político administrativo e a tecnológica, conforme descrito a seguir:

Social: Atualmente, as cidades da Grande João Pessoa possuem sistemas de abastecimento de água que não mais atendem com eficiência a demanda das cidades, principalmente devido à baixa capacidade de vazão de seus mananciais, que estão no limite máximo de utilização atual do sistema de disponibilização hídrica ofertada. Tudo isso associado ao crescimento populacional.

Político administrativo: O empreendimento está planejado no âmbito do Programa Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba

Técnico: A alternativa tecnológica está baseada na opção de uma barragem de terra. Este fato se dá, em função das características locais, onde a condição de suporte do solo, que não permite, em função de sua plasticidade a adoção de estruturas rígidas (como concreto ou enrocamento).

3.3 Estudos Básicos

Para o atendimento ao Termo de Referência concernente ao levantamento das informações técnicas foram levantados informações do projeto básico intitulado Adequação do Projeto Básico do Sistema Produtor de Água Tratada da Grande João Pessoa – 2 Etapa, elaborado pela Empresa EMÍLIO FALCÃO – Projetos, Consultoria e Construção Ltda.

No desenvolvimento dos trabalhos tomou-se como diretriz básica os estudos preliminares já efetuados pela CAGEPA que modificam o projeto básico original, no que se refere às estruturas a serem projetadas, onde apontam para necessidade de: uma barragem de acumulação no rio Cupissura. Bem como informações dos trabalhos de adequação do Projeto Básico Existente da 2ª etapa, denominado Sistema Adutor Abiaí-Popocas ou Transposição Litorâneo elaborado pela Empresa ARCO Projetos e Construções Ltda.

3.3.1 Alternativas Tecnológicas e Locacionais

3.3.1.1 Alternativas Tecnológicas

No âmbito tecnológico existem os seguintes tipos de barragens:

Tipos de barragens

- I - Barragens de concreto /Arco
- II - Barragens de aterro/terra
- III - Barragens de enrocamento.

I - Barragem de Concreto/Arco

Desses tipos de barragens pode-se detalhar as informações que se seguem, iniciando pela barragem de concreto/gravidade, onde destacam-se as seguintes vantagens:

Estabilidade devido ao peso e largura da base, e Adequados a resistência da fundação.

Esse tipo de barragem têm por exigência os principais elementos técnicos referentes ao esforços atuantes:

Pc – peso do concreto

Hm – pressão da água no paramento de montante

Hj - pressão da água no paramento de jusante

Paj – peso da água sobre paramento de jusante

U – sub-pressão

Como se seguem:

Essas forças podem causar as rupturas de tombamento ou de deslizamento

Tombamento a barragem tende a girar em ponto

O deslizamento é mais comum

Desenvolvem-se esforços de tração, aumento da sub-pressão e aumentos de compressão em jusante

Deslocamento para jusante em uma superfície de baixa resistência

Fraturas com mergulho maior que 30°

Descontinuidades sub-verticais são importantes, quando localizadas, porque criam zonas de permeabilidade e recalque diferencial

Sub-pressão pode ser reduzida por meio de furos de drenagem, a partir de uma galeria no interior da barragem e injeção de calda de cimento da reduzir a vazão por baixo da barragem

Normalmente a sub-pressão deve ser reduzida $1/3$ da sub-pressão máxima
Esforços de compressão no pé de jusante ($2.5H/100$)

Estes fatos expostos, conduzem ao entendimento de inexistência de condições locais para a escolha desse tipo de barragem. Isto, pelo fato de haver uma exigência de qualidade técnica das “rochas” receptoras, enquanto fundação da barragem propriamente dita e fundação das ombreiras. Considerando que o terreno receptor da barragem, no vale do rio Cupissura, é de origem sedimentar, susceptível a recalques e que, nestas condições uma estrutura rígida estaria exposta a esforços geradores de trincas e rupturas, é de se concluir pelo descarte desta tecnologia.

Ainda no âmbito das barragens de concreto, a “Barragem em Arco” é uma tipologia tecnológica com características distintas, como se verifica a seguir:

- A forma em curva faz com que as pressões sejam transferidas para as ombreiras;
- O vale deve ser estreito e regular com relação (comprimento da crista/altura máx) da ordem de 5 (cinco) vezes;
- Exigem grandes escavações para atingir a rocha sã e para garantir geometria adequada;
- Os esforços sobre a fundação são maiores (7MPa); e
- A estabilidade depende da geologia, principalmente descontinuidades.

A geologia do vale do rio Cupissura é composta de rochas sedimentares de baixa diagênese. Não ocorre afloramentos rochosos que possam induzir uma expectativa de fundação sobre rocha. Complementarmente, o vale possui uma configuração

morfométrica de um "U" aberto. Todos estes aspectos são impeditivos para a utilização da barragem em arco.

II - Barragens de terra

São construídas com solos de granulometria fina e grossa e permeabilidade baixa. Possuem uma estrutura que exigem esforços (a partir do seu peso próprio) muito menores que as tipologias em concreto. Paralelamente, a estrutura "em terra" possuem uma plasticidade que permite se amoldar às deformações do terreno (os recalques) sem sofrer alteração estrutural no maciço. São construídas por meio da compactação do solo, podem ser:

Homogêneas

Zonadas

- As barragens homogêneas são feitas de solos argilosos e pouco permeável;
- As barragens zonadas têm um núcleo impermeável e duas zonas externas mais permeáveis, formada por material mais grosseiro, que evita deslizamentos.

Como características principais, destacam-se:

- Devido à grande área da base, transmite esforços pequenos para a fundação;
- Podem ser perfeitamente construídas sobre solos;
- Requerem taludes bastante inclinados para evitar escorregamentos e erosão: Taludes inclinados, 2.5 a 2.0H:1V;
- Os defeitos mais comuns são: deslizamentos, fissuras, galgamento (overtopping) e erosão interna (piping);
- O deslizamento pode se manifestar de várias formas:
- Durante a construção;
- Do talude de jusante causado por infiltração;
- Defeitos na fundação e abalos sísmicos, e

- Quando as tensões de cisalhamento ultrapassam a resistência do material ou quando ocorrem planos de fraqueza na fundação.

A erosão interna é um dos defeitos mais comuns:

- Arraste das partículas com pouca coesão;
- O arraste é máximo em areias finas com pouca compactação, e
- Gradiente máximo de saída é igual a um valor crítico.

As infiltrações podem ser controladas por meio de:

- Drenos chaminé;
- Tapetes drenantes;
- Injeção de impermeabilização;
- Trincheira de vedação;
- Diafragma, e
- Cortina de estacas prancha.

A barragem de terra se mostra com características compatíveis com os aspectos da geologia local, mostrando-se como tecnologia aceitável. Seus aspectos adversos, estão todos circunscritos na área de conhecimento da geotecnia, onde o domínio da temática já permite fazer as projeções das necessidades que envolvem as cautelas técnicas necessárias. O domínio e o controle técnicos é amplo.

Barragens de enrocamento

É um aterro construído com fragmentos de rocha e cascalho, compactado em camadas com rolos vibratórios. Algumas possuem núcleo de argila impermeável. Os deslizamentos são menos comuns, devido ao elevado ângulo de atrito interno do material utilizado. Construídos sobre fundações de rocha sã, mas podem ser feitos sobre rocha alterada, aluviões compactados e outros materiais resistentes. No presente caso, não se dispõe de uma fonte fornecedora de “rocha e cascalho” a uma distância de transporte

que reporte uma viabilidade econômica. Inexistem condições ideais de fundação. É uma condição tecnológica intermediária entre a barragem em concreto e a barragem em terra.

Para a definição final da escolha da alternativa tecnológica, existem ainda alguns fatores/condicionantes que necessitam ser observados. A seguir, apresenta-se alguns destaques:

Fatores geológicos: Cobertura de solo e rocha alterada constitui um fator importante para a definição do tipo de barragem. Que se leve em conta:

- Transição solo-rocha;
- Características geotécnicas dos solos e rochas;
- Permeabilidade, e
- Estruturas.

Condicionantes geológicos: O caso da cobertura de solo e de rocha decomposta, é um fator importante para a definição do tipo de barragem que deve construída.

Outros fatores: transição solo-rocha, origem do solo, características geotécnicas, permeabilidade, etc.

- Paleocanais aluvionares;
- Barragens de concreto devem ser apoiadas em fundações de rocha;
- A cobertura de solo e rocha alterada deve ser removida;
- Nas ombreiras de uma barragem de concreto ou enrocamento o solo e rocha decomposta também deve ser removida;
- Execução de ensaios *in-situ* e de laboratório para determinação da resistência mecânica para fundações e permeabilidade.

Maciço rochoso: Quando for o caso (não é o caso da barragem sobre o rio Cupissura):

- Barragens construídas sobre fundações em rochas são mais estáveis e com vantagens construtivas grandes;
- Estruturas mais esbeltas;

- Principal problema de barragens sobre rocha é a geologia estrutural (falhas e fraturas) e cavidades em rochas calcáreas;
- Campo de tensões é extremamente importante;
- Parâmetros geomecânicos como resistência à compressão do maciço, deformação do maciço rochoso, também de suma importância;
- As características de um maciço rochoso dependem muito das suas características estruturais (juntas, fraturas e falhas);
- Estratificação, xistosidade, diaclasamento, falhas, fraturas, juntas e contatos;
- Essas estruturas podem ser tratadas com contenções como concreto projetado, tirantes ou chumbadores;
- Quando existe a percolação de água, faz-se necessário a injeção de calda de cimento ou resina;
- Falhas e fraturas são tratadas individualmente pelo seu porte e extensão podem formar blocos individualizados de rochas que sofrem deslocamentos quando aplicada uma carga;
- Fraturas e juntas de descompressão ou alívio são zonas formadas durante a erosão de um vale, como decorrência da redução de esforços verticais e da modificação do campo de tensões;
- São fraturas abertas e com graus de intemperismo alto;
- Fraturas sub-horizontais, principalmente em basaltos, devem ser estudadas em sua extensão e abertura;
- Maciços metamórficos e sedimentares com estratificação e camadas intercaladas mais e menos resistentes e dobradas, podem causar cisalhamento. Depende muito da orientação das camadas, e
- Contatos em rochas com comportamentos geomecânicos diferentes constituem planos de fraqueza e percolação de água.

Por todo o exposto, se verifica que as barragens em concreto são extremamente complexas no que tange ao detalhamento geotécnico voltado a projetar

sua segurança estrutural. Essas barragens de concreto (mesmo em Arco) só devem ser projetadas sob fundação em rocha sã. Igualmente se recomenda para as barragens de enrocamento. Essas duas barragens exigem uma morfometria de vale fechado, sobretudo para minimizar os custos por unidade de volume do maciço.

Por fim, em um processo de exclusão sobre as diversas tipologias tecnológicas, verifica-se que a barragem de terra não é apenas a “mais viável”, ela é, sobretudo, a “única viável”. Trata-se ainda de uma alternativa com a vantagem do baixo risco de danos materiais e, pequeno risco de vidas humanas.

A seguir é apresentado o mapa de localização com seus acessos e nível regional, municipal, indicando o local da obra.

3.3.1.2 Alternativas Locacionais

A SCIENTEC – UFPB em 2002 elaborou um Relatório Técnico Preliminar com o estudo de concepção para ampliação da produção do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa, quando determinou as capacidades disponíveis dos rios Abiaí, Papocas, Cupissura e Pitanga, na bacia do Abiaí e elencou 6 pontos como possíveis locais de captação. A escolha destes pontos se deu considerando:

- A possibilidade de maior disponibilidade hídrica;
- A proximidade de estrada;
- O suprimento de energia;
- As alternativas de menor impactos ambientais;
- Os custos com desapropriação de terreno, e
- As conveniências quanto à altimetria e adequabilidade da geometria das seções transversais às obras de captação.

As alternativas de captação definidas e comparadas no estudo realizado pela SCIENTEC – UFPB em 2002, são indicadas na Tabela 1, com o valor para cada alternativa da área de drenagem da bacia hidrográfica contribuinte àquela seção.

Tabela 1 – Alternativas de captação

Alternativa	Nome	Área de drenagem (Km ²)
A1	Alternativa 1 – Rio Abiaí	79,6
A2	Alternativa 2 – Rio Abiaí	57,7
P1	Alternativa 1 – Rio Papocas	127,1
P2	Alternativa 2 – Rio Papocas	285,3
C1	Alternativa 1 – Rio Cupissura	116,1
T1	Alternativa 1 – Rio Pitanga	24,7

A fim de calcular a disponibilidade hídrica em cada ponto, a SCIENTEC procedeu um estudo hidrológico que consistiu basicamente na geração de deflúvios para

a bacia a partir da utilização de um modelo chuva-vazão, já que não existiam dados fluviométricos na bacia. O modelo utilizado foi o modelo SMAP mensal (Diniz, 1994), que já foi calibrado e validado com dados da bacia hidrográfica do rio Mumbaba, sub-bacia do rio Gramame, esta vizinha e com condições gerais bastante semelhante às do rio Papocas. Foram então determinadas as vazões disponíveis apresentadas na Tabela 2:

Tabela 2 – Valores das disponibilidades efetivas

Alternativa	Nome	Disponibilidade (l/s)
A1	Alternativa 1 – Rio Abiaí	420
A2	Alternativa 2 – Rio Abiaí	310
P1	Alternativa 1 – Rio Papocas	600
P2	Alternativa 2 – Rio Papocas	1.300
C1	Alternativa 1 – Rio Cupissura	560
PT1	Alternativa1 – Rio Pitanga	140

A partir daí, foram ajustadas de acordo com a melhor estratégia de captação as 06 (seis) seções hidráulicas dos cursos d'água em estudo: duas no rio Abiaí (seções A1 e A2), duas no rio Papocas (seções P1 e P2), uma no rio Cupissura (seção C1), e uma no rio Pitanga (seção T1). A razão da escolha da localização dessas seções se deveu à facilidade de acesso às mesmas, por meio de estradas já existentes, à existência de calhas regulares, com estabilidade no traçado do leito do rio, e as significativas áreas de drenagem de suas bacias. A tabela 2 apresenta as disponibilidades hídricas finais, correspondentes às seis seções transversais existentes nos rios Abiaí, Papocas e nos seus afluentes Cupissura e Pitanga. Os dados apresentados na tabela 3 foram extraídos do capítulo 5 do trabalho da SCIENTEC, referente aos estudos hidrológicos desses rios nas seções correspondentes.

Tabela 3 - Vazão disponível nas seções de captação dos rios Abiaí, Papocas e Cupissura.

Seção	Rio	Cota Altímetra (m)	Área de Drenagem (Km ²)	Vazão Regularizavel (l/s)	Vazão Disponível (l/s)
1	2	3	4	5	6
A ₁	Abiaí	2	79,6	600	420
A ₂	Abiaí	3	57,7	450	315
P ₁	Papocas	9	127,1	850	595
P ₂	Papocas	2	285,3	1900	1.330
C ₁	Cupissura	10	116,1	800	560
T ₁	Pitanga	8	24,7	140	98

Os valores das vazões disponíveis, apresentados na última coluna da tabela 1 (coluna 6), foram calculados como um percentual de 70% das vazões regularizáveis indicadas na coluna 5 do mesmo quadro. Ou seja, das vazões regularizáveis, calculadas com 98% da curva de permanência de vazões simuladas, foram reservadas 30% dessas descargas para se constituírem em vazões residuais de preservação das espécies aquáticas, para escoarem livremente à jusante das respectivas seções. Essa disponibilidade hídrica das seções em estudo, inferior às vazões regularizáveis por esses mesmos pontos de captação, faz parte de uma estratégia hidrológica, necessária para a preservação ambiental da bacia ou bacias hidrográficas em estudo. Portanto, as descargas apresentadas na coluna 6 do Quadro 3.1 representam efetivamente as vazões disponíveis nas bacias de Abiaí e Papocas. Vale salientar que as vazões das seções A₁ e A₂ não são acumulativas, já que a descarga de seção de jusante A₂, contém a descarga da seção de montante A₁. O mesmo raciocínio se aplica também para as seções P₁ e P₂, onde a bacia representada pelo exutório P₂ contém a bacia representada pela seção de descarga P₁.

Ainda nesse trabalho, no capítulo referente à Problemática do Abastecimento da Grande João Pessoa foram apresentados alguns dados relativos à disponibilidade hídrica dos mananciais que atualmente abastecem a grande João Pessoa e de acordo com as informações de projeção de demandas da CAGEPA, foi determinado que a vazão a ser importada do sistema adutor Abiaí-Papocas, para atender à Grande João Pessoa, no ano de 2030, corresponderá à diferença entre a demanda do sistema no horizonte de

projeto (3.988.1 l/s) e a atual disponibilidade dos sistemas Gramame/Mamuaba-Marés-Mumbaba/Buraquinho-poços (considerada aqui como sendo de 2.798.1 l/s) . Assim sendo, a vazão a ser retirada do sistema adutor Abiaí/Papocas deverá ser de 1.120,0 l/s, considerando uma folga de 70ls que poderia ser destinada para atender as comunidades da área da bacia.

A partir deste valor a ser aduzido de 1.120,0 l/s, as retiradas em vazão sugeridas pela SCIENTEC – 2002, estão mostradas na tabela 4 a seguir:

Tabela 4 – Seções dos rios Papocas, Abiaí e Cupissura, com as respectivas vazões

Rio	Seção	Vazão (l/s)
Papocas	P ₁	595
Abiaí	A ₂	315
Cupissura	C ₁	210

Na escolha destas seções, levou-se em conta também, o arranjo do sistema adutor no trecho próximo às captações, suas cotas altimétricas favoráveis, as facilidades de acesso e encaminhamento através da rede viária existente, além das vazões efetivamente disponíveis nestas seções.

Na elaboração do Projeto Básico para ampliação do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa, elaborado pela ARCO PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA em 2007, foi reestudado a disponibilidade dos mananciais e confirmado as captações com barragens de nível baseada nas vazões determinadas pela SCIENTEC, que entretanto possuíam algum grau de incerteza devido a deficiência de medições sistemáticas de vazões. Finalmente, no Projeto Executivo elaborado em 2009 pela CPS Engenharia, foram levantadas algumas questões relativas as captações projetadas como:

Se constatou a dificuldade de captação direta no rio Abiaí devido as sondagens mais detalhadas realizadas e que demonstraram que as fundações para o barramento ofereceriam dificuldades e custos bem superiores em relação ao projeto

básico e ainda haveria a necessidade de negociações para solução de conflitos com a população de um assentamento existente na área;

Adequação do Projeto Básico Existente da 2ª etapa, denominado Sistema Adutor Abiaí-Popocas ou Transposição Litorâneo elaborado pela Empresa ARCO Projetos e Construções Ltda. Cupissura, localizada um pouco à montante do eixo do projeto básico, com capacidade de regularizar uma vazão de 900l/s, suficiente para manter uma vazão ecológica de jusante mínima de 300l/s, e ainda somando com a vazão captada do rio Papocas com obras já concluídas de 600l/s, totalizar 1.200l/s, um pouco superior aos 1.120l/s necessários, sem os problemas técnicos de fundação, de conflitos e com menor incerteza de vazões mínimas seguras.

Finalmente, o atual estudo confirmou a capacidade de regularização de vazão do rio Cupissura afirmando: “Quanto a Hidrologia - Os estudos hidrológicos desenvolvidos consistiram na definição da acumulação da barragem em 9.562,64 m³ e sua capacidade de regularização em 1,022 m³/s, com garantia de 99%. Foram também desenvolvidos estudos de enchentes, determinando-se as vazões das cheias com 1000 e 100 anos de tempo de recorrência, cujos valores achados são respectivamente: vazão afluente (TR = 100 anos) 501 m³/s, e; vazão afluente (TR = 1000 anos) 1.220 m³/s. Para o caso de pequenas e médias barragens, a serem construídas de terra compactada, com baixo risco de danos materiais e, pequeno risco de vidas humanas (não há aglomerações urbanas nas proximidades de jusante), como no presente caso, a segurança da barragem poderá ser aceita para a cheia com tempo de retorno de 100 anos, com “Free Board” mínimo e as condições de segurança limite para cheia com tempo de retorno de 1000 anos.”

Ou seja, esta última alternativa reúne todas as vantagens relativas a segurança de disponibilidade de vazão e dispensa a construção da terceira captação no rio Abiaí nesta etapa, com os conflitos de assentamento, dificuldades de fundação e as obras complementares das unidades da própria captação, estação elevatória e adutora de água bruta para o reservatório de reunião. Como desvantagens, a necessidade de maior área alagada, com desapropriação de áreas plantadas com agricultura, fruticultura,

pastagens e cana de açúcar e a remoção de sete casas, conforme descrito em item específico.

Assim sendo, a seleção da alternativa locacional mais vantajosa se deu a partir da observação e análise dos aspectos hidrológicos como variável determinante. Neste caso, considerando fundamentalmente a segurança garantida pelo estudo de regularização de vazões apresentado, foi recomendado que a barragem no rio Cupissura é a alternativa mais vantajosa.

Embora o aspecto hidrológico seja considerado um componente ambiental dominante, visto que todas as alternativas analisadas possuem uma geoambiência similar, a análise das alternativas também observou os aspectos relativos aos impactos ambientais, no qual foram verificados os aspectos antrópicos, bióticos e abióticos.

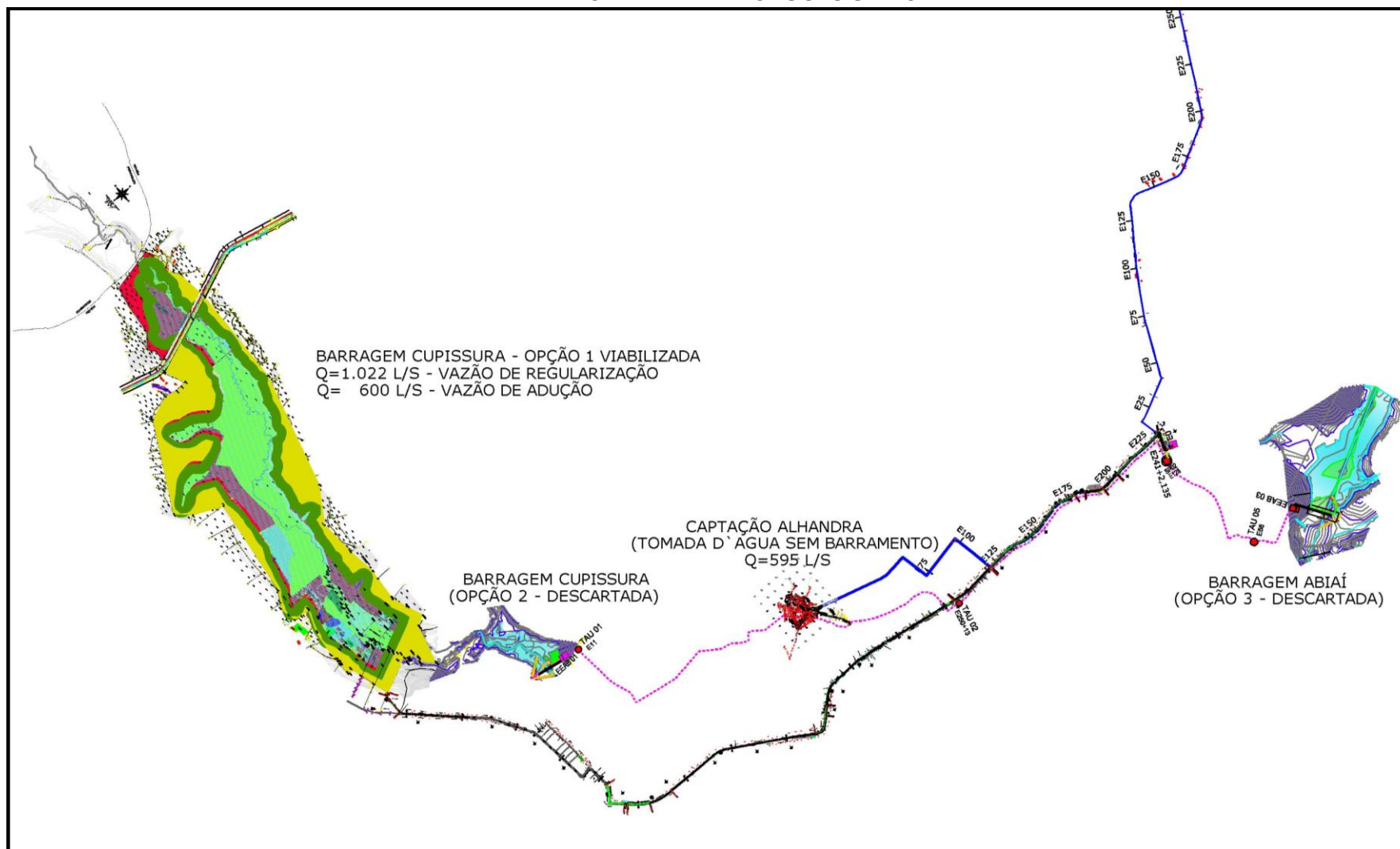
Dessa maneira, foram avaliadas as alternativas situadas nos rios Cupissura e Abiaí. No caso do rio Cupissura, estão localizadas duas opções: alternativa 1 – circunvizinho ao Povoado Retirada; e alternativa 2 – circunvizinho ao povoado Cupissura, ambos no município de Caaporã. Em se tratando do rio Abiaí, aqui denominada de alternativa 3, a única opção encontra-se localizada próximo ao Assentamento Subauma, no município de Alhandra, conforme apresentado no mapa de alternativas locacionais). Portanto, a seguir são apresentadas as considerações mais relevantes sobre as três alternativas locacionais para construção de barragem voltada a abastecimento humano.

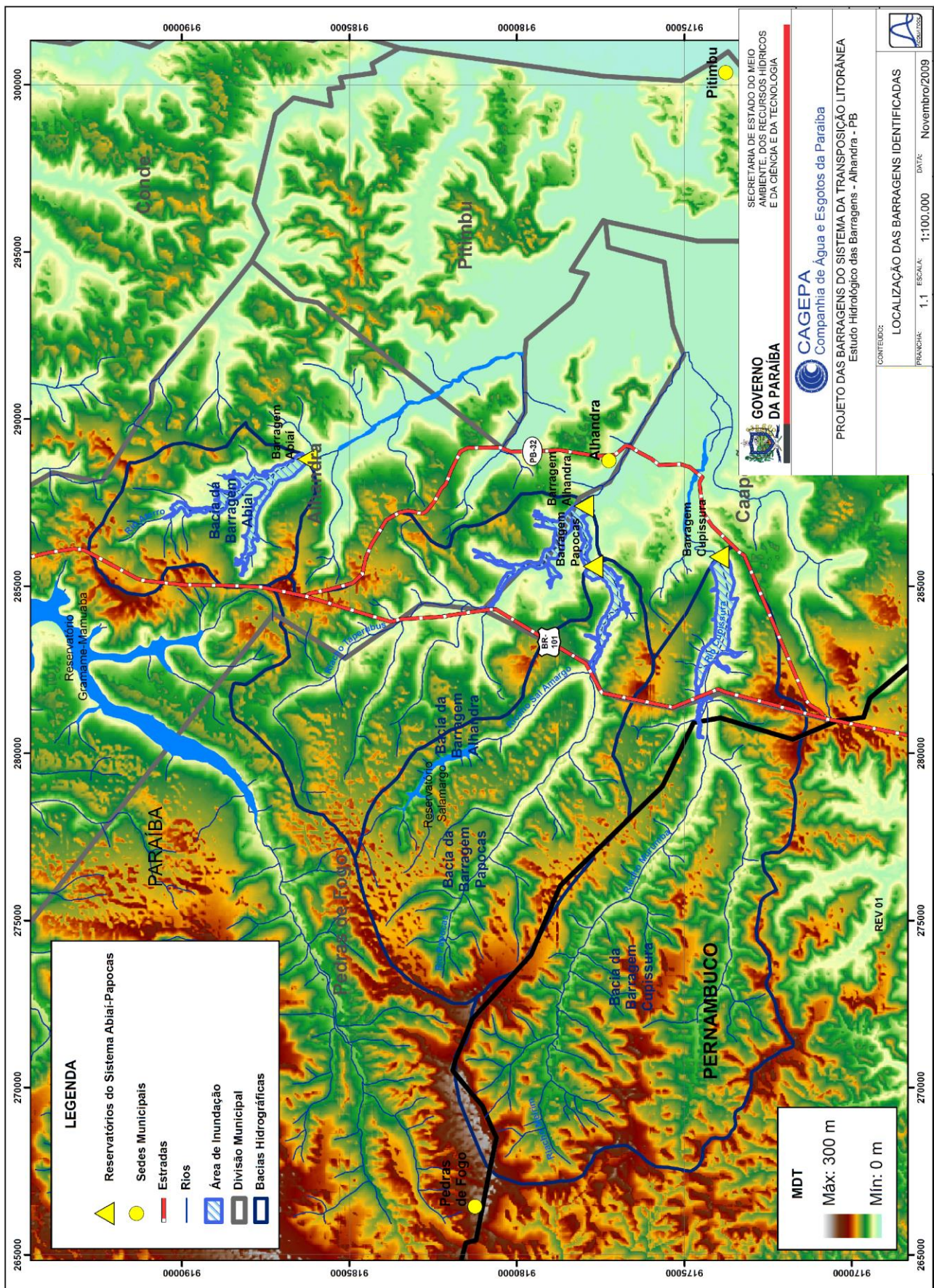
No que tange ao meio antrópico, todas as alternativas se encontram sob uso agropecuário intensivo, sendo predominante a lavoura da cana-de-açúcar, a bovinocultura, fruticultura e agricultura familiar. Observa-se ainda em todas as áreas a ocorrência de fragmentos de remanescentes florestais em maior ou menor proporção. As características sociais da população também são similares, notadamente pelo desemprego, pelo subemprego, tendo o poder público como principal empregador. Destaque ainda para os empregos de sazonalidade no corte da cana. Destaque para o fato de que todas as alternativas estão próximas a adensamentos populacionais, sendo

diretamente atingidos as comunidades circunvizinhas as alternativas 2 e 3, respectivamente o povoado de Cupissura, no rio Cupissura, e o assentamento Subauma, no rio Abiaí. Caso a implantação da barragem ocorresse nas referidas alternativas 2 e 3, essas populações seriam obrigatoriamente deslocadas, pois seriam atingidos pelo reservatório. Este fato torna as alternativas 2 e 3 inviáveis, pois causariam consequências irreparáveis sob o ponto de vista sociocultural as populações tradicionalmente residentes nestas povoações.

A seguir é apresentando mapas das alternativas locacionais.

MAPA DAS ALTERNATIVAS LOCACIONAIS 1





No que tange ao **meio físico**, a similaridade também é gritante, notadamente pela presença exclusiva da formação barreiras em quanto estrutura sedimentar hospedeira da bacia hidráulica e da fundação da barragem. Seu principal diferencial está na hidrografia dos cursos d'água envolvidos. Destaque ainda para o fato que no local previsto para barragem sob o rio Abiaí encontra-se sob influência de marés, sendo a qualidade da água comprometida. Tal fato resultaria em uso de alternativas de tratamento financeiramente inviáveis para fins de abastecimento humano. Diante deste fato, a alternativa 3, mais uma vez, apresenta-se de forma inviável.

No que se refere ao **meio biótico**, verifica-se que a partir da antropização promovida pelas pressões periféricas de ocupação e exploração da terra que, excetuando-se os pequenos remanescentes de mata atlântica (principalmente nas reservas legais das usinas de açúcar), onde existem algumas espécies de valor florístico e faunístico, encontra-se apenas espécies invasoras, oportunistas e de fácil adaptação, além de espécies faunísticas de grande mobilidade espacial.

Diante dos aspectos ambientais (antrópico, biótico e físico), especialmente aqueles inerentes as características hidrológicas, foi possível determinar a alternativa 1 como a mais vantajosa. Esta decisão está alicerçada nas seguintes observações:

A alternativa 1 está localizada em uma região geomorfologicamente com vale aberto em forma “U”; ao contrário das outras alternativas que estão em áreas predominantemente planas.

A possível implantação da barragem na alternativa 1 resultará no deslocamento de apenas sete famílias e no comprometimento de parte de propriedades rurais vocacionadas para o exclusivo cultivo da monocultura da cana-de-açúcar; ao contrário das demais alternativas que causaria deslocamento de dezenas de famílias, além de comprometer permanentemente uma quantidade considerável de pequenas propriedades rurais e familiar.

A alternativa 1 tem disponibilidade hídrica suficiente para atender a população da região beneficiada no período estimado pelo projeto, sem comprometer as condições tecnológicas de tratamento, bem como a qualidade da água pós-barramento.

A viabilidade da alternativa 1 como a opção mais vantajosa advém do fato de que os projetos hidráulicos para construção das barragens nas alternativas 2 e 3 são do tipo “barragem de nível”.

3.4 Análise do Plano das Águas (Política Estadual de Recursos Hídricos)

O estado da Paraíba encontra-se completamente inserido na grande bacia hidrográfica denominada Bacia do Atlântico Norte/Nordeste, concorrendo com 5,47 % da área, conforme divisão adotada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

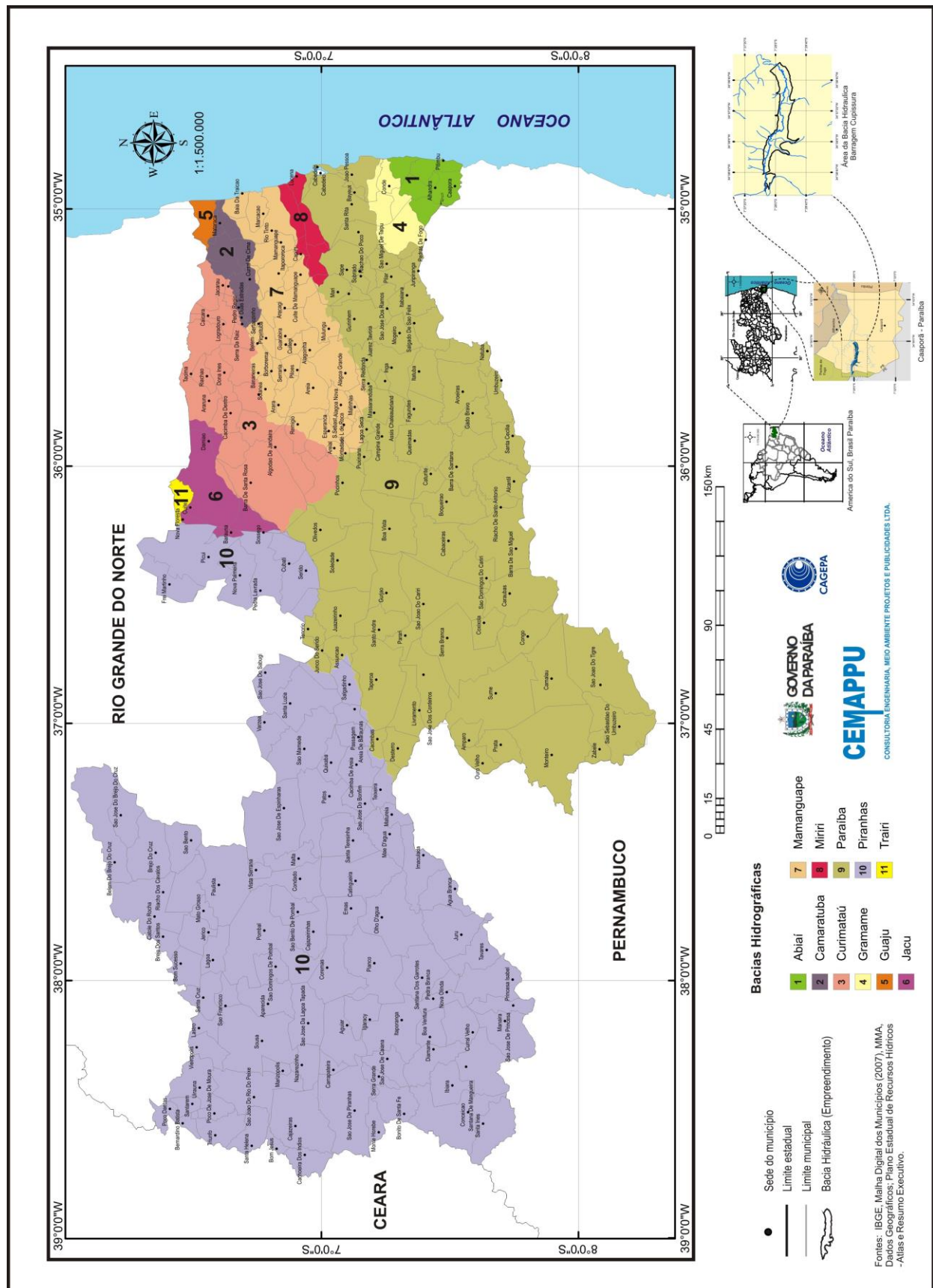
A Política Estadual de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei Nº 6.308, de 02/07/1996, onde consta entre seus princípios que a bacia hidrográfica é a unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

A Divisão do Estado da Paraíba em Bacias Hidrográficas Figura 1, é um instrumento indicado no Plano das Águas, que visa facilitar as ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Sendo assim, as Bacias Hidrográficas dos Rios Abiaí e Gramame, foram consideradas unidades de planejamento e gestão, conforme é mostrado na Figura 2.

Dessa maneira, as unidades que compõem a Divisão do estado da Paraíba em Bacias Hidrográficas, são as seguintes:

- 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas
- 2 - Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba
- 3 - Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí
- 4 - Bacia Hidrográfica do Rio Gramame
- 5 - Bacia Hidrográfica do Rio Mirirí
- 6 - Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape
- 7 - Bacia Hidrográfica do Rio Camaratuba
- 8 - Bacia Hidrográfica do Rio Guaju
- 9 - Bacia Hidrográfica do Rio Curimataú
- 10 - Bacia Hidrográfica do Rio Jacu
- 11 - Bacia Hidrográfica do Rio Trairí.

Figura 1 - Bacias hidrográficas do Estado da Paraíba



Segundo o PERH/PB:

“O trabalho da terceira etapa de elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba teve por base a formulação do Cenário Sustentável de Gestão Integrada das Demandas e das Disponibilidades Hídricas, já definidas no Capítulo 4, item 4.4, do Relatório Final da segunda etapa. Este, por sua vez, está alicerçado no extenso trabalho de diagnóstico realizado na primeira etapa de elaboração do PERH/PB, com a caracterização da demanda e da oferta hídrica, por bacia hidrográfica e por região do Estado”.

Foram definidas as principais categorias de programas necessários à gestão dos recursos hídricos, em bases sustentáveis, enfocando desde o desenvolvimento institucional do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos no Estado até o fortalecimento da Gestão propriamente dita, com ênfase em aspectos como Instrumentos, Educação Ambiental e Capacitação Técnica. Destaca-se também a necessidade de melhorar a gestão da demanda e da oferta de recursos hídricos, por meio de programas de investimentos. Os estudos, projetos e obras previstos nesses programas deverão ser implementados em um horizonte de até 20 anos, podendo ser desdobrados, na medida em que forem sendo implementados, tendo em vista o longo alcance das medidas. Destarte, novos programas poderão ser agregados ao PERH/PB, por meio de revisões sistemáticas.

Os Planos de Recursos Hídricos, instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída com a Lei nº 9433, de 1997, a Lei das Águas, caracterizam-se como “planos diretores setoriais que devem fundamentar e orientar a implementação da Política e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos em todo o território nacional, devendo ser elaborados, nos termos da referida legislação, “por bacia hidrográfica, por estado e para o País”.

A Paraíba, adotou a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos como instrumento para a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 6308, de 1996. Em seu artigo 12, parágrafo 2º, a Lei Estadual preconiza que *O Plano*

Estadual de Recursos Hídricos será composto de programas de desenvolvimento institucional, gerencial e de formação de recursos humanos, especializados no campo dos Recursos Hídricos.

Assim, o PERH/PB fornece um indicativo das principais categorias de programas e medidas que compõem o Plano, com vistas à gestão dos Recursos Hídricos em um cenário sustentável, destacando-se:

1. O Desenvolvimento Institucional;
2. O Planejamento e Gestão; e
3. A Conservação do Solo e Água e de Ecossistemas.

O Desenvolvimento Institucional, em consonância com a legislação estadual, visa ao fortalecimento do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado. O Estado conte hoje com um número expressivo de Associações de Usuários de Água, e as principais bacias hidrográficas já possuem Comitês instalados e funcionando, como preconiza a Política Estadual de Recursos Hídricos.

A Conservação do Solo e da Água e dos Ecossistemas refere-se à importante interface da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental, e dos recursos naturais renováveis de um modo geral. Do ponto de vista da dimensão político — institucional da Sustentabilidade, a gestão dos recursos hídricos é comumente associada àquela outra, como foco primordial de suas ações. Esse é, na atualidade, o desenho que prevalece no Estado da Paraíba, com a coordenação do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, o SIGERH, tendo como Órgão de Coordenação a Secretaria de Estado da dos Recursos Hídricos, de Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia, a SERHMACT.

O Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos possui caráter amplo, podendo abranger, “lato sensu”, todos os programas de ações referentes aos instrumentos da Política Estadual e de gestão de Recursos Hídricos, bem como os estudos, projetos e obras preconizados para a gestão da demanda e da oferta de água. Alguns desses programas são agrupados, de acordo com o PERH/PB, em categorias específicas:

4. Rede Hidrometeorológica e Sistemas de Informações;
5. Conservação da Quantidade e Qualidade dos Recursos Hídricos;
6. Gestão, Recuperação e Operação de Açudes e Poços;
7. Obras e Serviços de Recursos Hídricos de Interesse Local;
8. Obras e Serviços de Infraestrutura Hídrica; e
9. Obras e Serviços de Abastecimento de Água e Saneamento.

A análise dessas categorias de programas indicadas para compor o PERH/PB serviu de base para a definição das categorias e subcategorias propostas, para a elaboração do Plano, mas incorporando a visão mais atual em termos do Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos. Com esta categorização, o PERH/PB contempla todos os programas e medidas necessários face às exigências de um Cenário Sustentável de Gestão Integrada das Demandas e das Disponibilidades Hídricas no Estado da Paraíba. Destarte, a formulação e detalhamento de programas propostos neste Plano Estadual pauta-se pelas seguintes categorias e subcategorias:

- I. Desenvolvimento Institucional
- II. Planejamento e Gestão
 - a. Instrumentos da Política Estadual e de Gestão dos Recursos Hídricos
 - b. Educação Ambiental
 - c. Capacitação Técnica
 - d. Outros Programas

III. Conservação da Quantidade e Qualidade dos Recursos Hídricos

IV. Gestão, Recuperação e Operação de Açudes

V. Obras e Serviços de Recursos Hídricos de Interesse Local

VI. Obras e Serviços de Infraestrutura Hídrica

VII. Obras e Serviços de Saneamento

VIII. Conservação do Solo e Água e de Ecossistemas

Para essas categorias e subcategorias, o PERH/PB propõe um total de 24 programas, com perfis específicos”. Não há referências específicas no Plano das Águas sobre a elaboração de Plano de Monitoramento, de Operação e Manejo, Educação Ambiental ou outro programa de investimento como os acima listados, para a área da bacia do Abiaí – Papocas.

As áreas de atuação de Comitês de Bacia de domínio estadual foram definidas pela Resolução Nº 03 do CERH. Neste sentido, o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul terá como área de atuação o somatório das áreas geográficas das bacias dos Rios Gramame e Abiaí. Deverá solicitar da AESA a elaboração imediata dos Planos, Programas e Projetos para controle e manejo da bacia do Abiaí – Papocas, juntamente com a de Gramame, sendo a principal recomendação, o estudo para definição e instalação de uma Área de Proteção Ambiental – APA, como uma alternativa viável e eficaz de Unidade de Conservação para proteção de mananciais, conforme a Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000 e o Decreto Nº 4.330 que regulamenta a Lei. A APA poderá abranger parte das bacias hidrográficas dos rios Marés, Gramame e Abiaí, que são contíguas e responsáveis pelo abastecimento da Grande João Pessoa, situadas em área com elevada taxa de crescimento e tendência de ocupação acelerada.

3.4.1 Caracterização da Bacia do Rio Abiaí

A bacia hidrográfica do rio Abiaí localiza-se no litoral sul do Estado da Paraíba, na fronteira com o Estado de Pernambuco, entre as latitudes 7°10' e 7°30' Sul e entre as longitudes 34°48' e 35°06' Oeste, tendo uma área de 449,5 km² e um perímetro de 110,5 km. O rio Abiaí, com extensão de 28,2 km, apresenta como seus principais afluentes os rios Taperubus e Cupissura e o riacho Pitanga. Possui uma área de drenagem de 450 km². Identifica-se alguns conflitos a respeito de degradação da própria bacia, e além disto esta Bacia foi definida como uma das alternativas para a complementação do sistema de abastecimento d'água da Grande João Pessoa.

O rio Abiaí, com extensão de 28,2 km apresenta sua nascente na Fazenda Caboclo nas proximidades da junção da BR-101 com a estrada não pavimentada de acesso à Fazenda Caboclo no município de Alhandra, com uma altitude de 60,0 m, recebendo na sua margem direita significativa contribuição do rio Popocas que é seu principal afluente. O rio Popocas, com extensão de 27,9 km apresenta sua nascente no povoado de Riacho Preto no município de Pedras de Fogo, a uma altitude de 80,0 m. Este, por sua vez, recebe contribuições significativas na sua margem esquerda do rio Taperubus, com extensão de 15,5 km, e na sua margem direita do rio Cupissura, com extensão de 29,7 km e nascente na Mata da Guariba, no município de Itambé, a uma altitude de 115,0 m. Enquanto o rio Cupissura recebe contribuições na sua margem esquerda do riacho Muzumba e na sua margem direita do Rio Pitanga.

A situação de outorgas em toda bacia do Abiaí /Papocas disponibilizada pelo “site” da AESA acessada em julho de 2013 é:

Tabela 5 - Número de outorgas/renovações atualmente em análise e vazão solicitada

Bacia Hidrográfica	Quantidade	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /ano)
Abiaí-Papocas	5	1.198,03	1.287.318,20

Tabela 6 - Número de outorgas vigentes e vazão

Bacia Hidrográfica	Quantidade	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /ano)
Abiaí-Papocas	36	5.464,24	20.753.093,24

Tabela 7 - Número de outorgas vencidas há menos de seis meses, indicando a vazão

Bacia Hidrográfica	Quantidade	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /ano)
Abiaí-Papocas	31	1.629,10	3.642.734,00

Tabela 8 - Número de outorgas vencidas há mais de seis meses, indicando a vazão

Bacia Hidrográfica	Quantidade	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /ano)
Abiaí-Papocas	133	6.696,11	10.919.025,15

O relevo da bacia Abiaí apresenta-se como plano, onde predominam áreas de tabuleiro com vales rasos em forma de “U”. Do ponto de vista geológico, a litologia da bacia do rio Abiaí apresenta uma predominância de terrenos sedimentares, de areias pertencentes ao grupo barreiras, além de mangues e de terrenos que sofrem influência das marés. Observa-se ainda ocorrências de arenitos variegados e calcário do grupo Paraíba.

O solo predominante na bacia do rio Abiaí é do tipo Podzólico Vermelho Amarelo com fragipan textura média. São solos com horizonte B textural, argila de atividade baixa, com saturação de bases baixa e perfis profundos e bem diferenciados, com espessura variando de 150 a 250 cm. Estes solos são de fertilidade natural baixa, moderadamente a bem drenados, desenvolvidos a partir do material de rochas Sedimentares do Grupo Barreiras e apresentando-se na área normalmente com erosão laminar moderada. Os solos podzólicos com fragipan, independente da textura argilosa ou média, apresentam na parte superior da bacia permeabilidade razoável até encontrar em torno de 1,50 m de profundidade uma camada impermeável. Solos desta natureza conduzem a escoamentos superficiais relativamente elevados. O aquífero do grupo Barreiras é alimentado por fraturas ou falhas, conduzindo a água de precipitação a afluir em direção às calhas do rio com uma cinética bastante baixa. Esses solos predominam na

parte superior correspondente ao alto e até médio curso do rio principal da bacia hidrográfica.

A altitude da bacia hidrográfica varia de 0 a 180 metros, onde se observa a altitude mediana e altitude média de 80,0 m e 82,7 m, respectivamente.

Em relação ao aspecto climático, vigora o clima do tipo Aw', isto é, úmido, conforme a classificação de Köppen. As variações sobre a distribuição de temperatura é de 20º a 24ºC, quando atingem valores mínimos, e 28º a 33º, quando atingem valores máximos nos meses de novembro e dezembro.

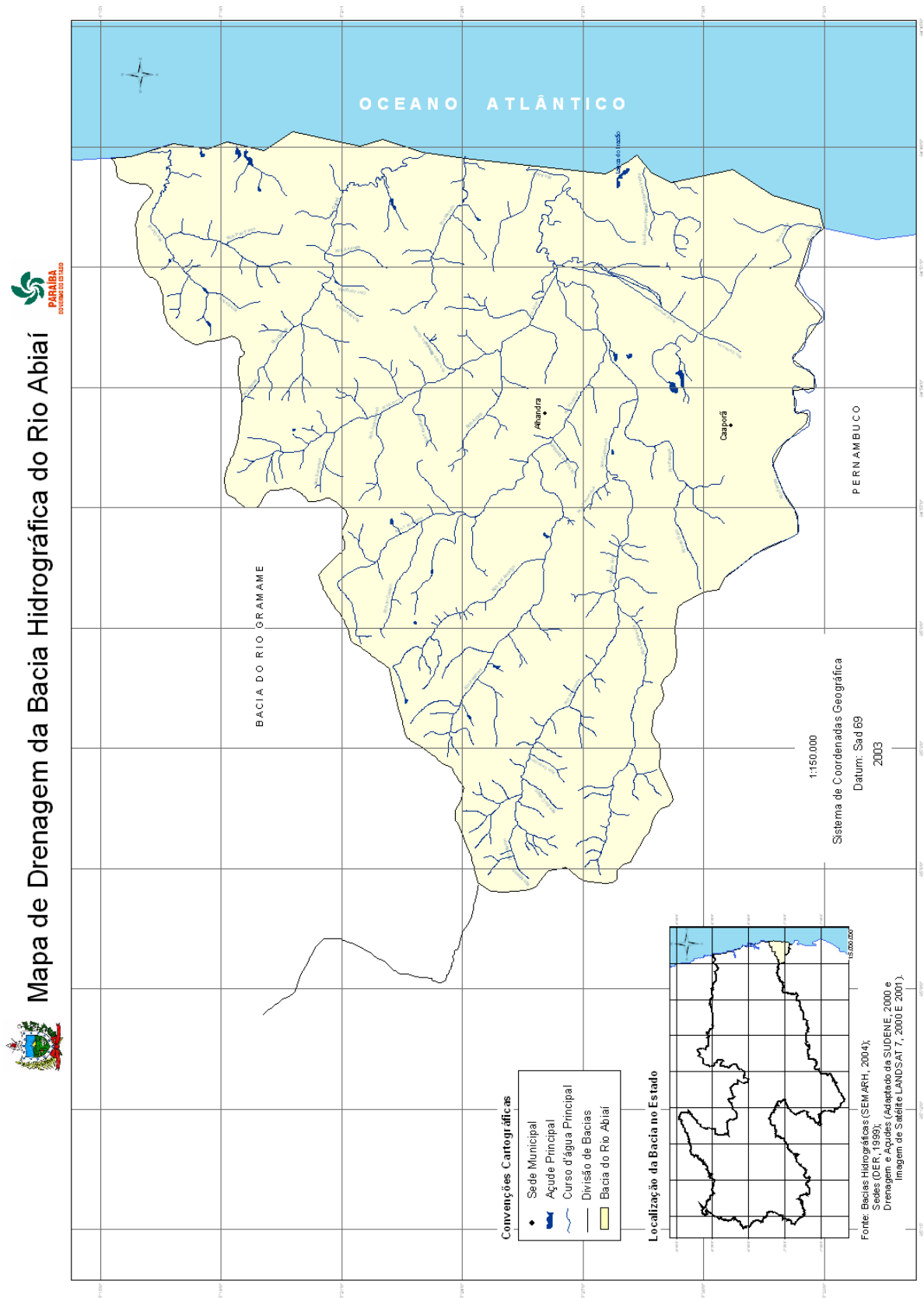
A precipitação média anual é de 1.938,7 mm, sobre a bacia com período chuvoso de abril a julho. O gradiente longitudinal de precipitações é elevado, variando de forma decrescente do litoral para o interior. A evaporação é relativamente alta. Dados obtidos a partir de tanque classe A indicam uma variação da ordem de 2.000 a 2.500 mm, onde os valores decrescem do interior da bacia para o litoral.

A umidade relativa do ar medida na bacia varia de 68 % a 85 %, onde os valores máximos ocorrem entre os meses de julho e agosto e os mínimos entre os meses de novembro e janeiro. A média anual na bacia atinge 80 %.

A vegetação natural que dominava as áreas da bacia era constituída da Mata Atlântica e ecossistemas associados, ou seja, manguezais, campos de várzeas e formações mistas dos tabuleiros, cerrados e restingas. No entanto, ao longo do processo de colonização e ocupação das terras, quase toda vegetação natural foi sendo indiscriminadamente retirada e substituída pelas culturas de cana-de-açúcar, abacaxi, mandioca, entre outras de caráter intensivo e extensivo. Atualmente, na área da bacia do rio Cupissura a partir da seção da barragem, restam somente alguns trechos de mata atlântica secundária e de seus ecossistemas.

A área da bacia abrange a microrregião do Litoral Sul da Paraíba, formada pelos municípios de Alhandra, Caaporã, Pedras de Fogo e Pitimbu.

Figura 2 - Bacia hidrográfica do Abiaí



A Tabela 9 seguinte, mostra as áreas dos municípios, suas respectivas populações e os percentuais das áreas dos municípios inseridos na bacia.

Tabela 9 - Municípios, áreas, populações segundo o CENSO IBGE 2010 e os percentuais das áreas dos municípios inseridos na bacia

Municípios	Área total (km ²)	População (hab)		Área inserida na bacia (%)
		Urbana	Rural	
Alhandra	224,4	11.153	6.854	46,2
Caaporã	150,2	17.548	2.814	72,5
Pedras de Fogo	400,4	16.358	10.674	26,2
Pitimbu	136,4	10.384	6.640	42,6

O sistema de Produção Projetado ABIAÍ/POPOCAS tem a seguinte configuração:

Manancial	Canal de derivação do rio Papocas em Alhandra Barragem Cupissura
Sistema Produtor	Captações: Canal com caixa de areia (Alhandra) e Torre de Tomada d'água (Cupissura)
	Uma Estação Elevatória de Água Bruta 1 (Alhandra); Uma E. E. A B. 2 (Cupissura) e Uma E.E.A.B. 4 conjunta, com poço de sucção/reservatório de 5.000m ³ .
	Adutoras de Água Bruta
	Estação de Tratamento de Água

3.4.2 Características da barragem de Cupissura – manancial

O curso d'água da barragem é o rio Cupissura, que tem área da bacia hidrográfica atingindo 108,2 km², com área da bacia hidráulica de 203,28 ha, o que

resulta numa capacidade de acumulação de 9.562.000 m³. Não foi detectada a utilização de água para fins industriais porém, predominam práticas agrícolas extensivas de subsistência e fruticultura e intensivas de cana de açúcar, com retiradas de água para irrigação e dessedentação animal, na área da bacia do manancial. É sempre conveniente esclarecer que a água do açude Cupissura, terá destinação exclusiva para o abastecimento urbano, sendo portanto restringidos todos os demais usos possíveis, mesmo que sejam comportados pela classificação. Foi identificado que ocorre problemas em relação aos usos das águas do manancial, bem como em relação às suas Áreas de Proteção Permanentes, o que reforça as recomendações visando permitir a futura proteção do lago, como o cercamento da área que será desapropriada, a desinstalação de outras ocupações, e o reflorestamento das novas áreas de APP ao longo do perímetro do reservatório;

O sistema de produção que está sendo ampliado para atender o abastecimento d'água da Grande João Pessoa, terá como um dos mananciais, o rio Cupissura com captação na barragem Cupissura com torre de tomada, estação elevatória de água bruta EEAB 1 e adutora de água bruta (com cerca de 10km de extensão), até o reservatório de reunião (com 5.000m³ de capacidade) que receberá também as águas provenientes do outro manancial/captação no rio Papocas, e a partir daí, serão bombeadas através da EEAB 4 por outra adutora de água bruta (com cerca de 19km de extensão), até a estação de tratamento existente e que está sendo ampliada.

3.4.3 Revisão das Vazões do Sistema

O sistema adutor Abiaí-Papocas terá como função básica a complementação do Sistema de Abastecimento de Água da Grande João Pessoa, que abrange os centros urbanos de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux, Santa Rita e Conde, devendo produzir uma vazão, na primeira etapa, de 1.120 l/s para atender à demanda prevista para o ano de 2.030. Terá como mananciais, na primeira etapa, os rios Papocas e o Cupissura, e posteriormente será acrescida a contribuição do rio Abiaí, todos pertencentes a bacia do Abiaí, no litoral sul da Paraíba.

As captações atenderão também as cidades de Alhandra, Caaporã e o distrito de Cupissura, que pertence ao município de Caaporã, que já dispõem de sistemas operados pela CAGEPA (com exceção de Cupissura) porém se encontram com deficiência de atendimento em virtude do crescimento populacional ocorrido nos últimos anos, sem ampliação da produção.

O novo sistema de produção será composto pelas seguintes unidades:

Captação no rio Papocas, em Alhandra: em função da vazão mínima garantida pelo rio no local da captação ser superior ao valor a ser retirado, a unidade constará de um canal de captação, acesso e aproximação à Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB-01, com capacidade para 600,00 l/s, com as obras de implantação em fase de conclusão; Em uma etapa posterior deverá ser construída uma barragem de acumulação à montante do atual local de captação aumentando a vazão regularizada. Observa-se que da vazão captada no rio Papocas de 600l/s, 525l/s serão destinados para a Grande João Pessoa, ficando a diferença de 75l/s para atenderem a ampliação do sistema da cidade de Alhandra.

Adutora de Água Bruta da elevatória até um Reservatório Apoiado de Reunião-RAP-01 com capacidade de 5.000m³ (primeira câmara) e uma Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-04, localizada junto a este RAP-01 que recalcará a água até um Stand-Pipe, de onde a água seguirá por gravidade até a Estação (existente) de Tratamento de Gramame, que terá sua capacidade ampliada para 3.834 l/s.

Captação no rio Cupissura em Caaporã – Será construída uma barragem de acumulação com capacidade para regularizar e fornecer a vazão de 1.022 l/s, dos quais 1.000,00 l/s serão captados, sendo 300l/s destinados a manter a vazão mínima de base (ecológica) e 700l/s para o abastecimento de água.

A Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-02, localizada a jusante da barragem, promoverá o recalque da água, através de uma Adutora de Água Bruta até ao Reservatório Apoiado de Reunião-RAP-01, de onde será bombeada juntamente com a

água proveniente do rio Papocas, através da Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-04, localizada junto a este RAP-01 até o Stand-Pipe, de onde a água seguirá por gravidade até a Estação (existente) de Tratamento de Gramame, que terá sua capacidade ampliada para 3.834 l/s.

Captação no rio Abiaí – Em uma etapa posterior deverá ser construída também, uma barragem de acumulação no rio Abiaí com Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-03, localizada a jusante da barragem, para promover o recalque da água, através de uma Adutora de Água Bruta até ao Reservatório Apoiado de Reunião-RAP-01, de onde será bombeada juntamente com as águas provenientes dos rios Papocas e Cupissura, através da Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-04, localizada junto a este RAP-01 até o Stand-Pipe, de onde a água seguirá por gravidade até a Estação (existente) de Tratamento de Gramame, que terá sua capacidade ampliada para 3.834 l/s.

Em decorrência da implantação da barragem de acumulação de Cupissura, com capacidade de regularização da vazão de 1.022 l/s, do seu posicionamento em relação às localidades de Caaporã/Cupissura, e da reivindicação das respectivas comunidades, a CAGEPA optou por captar além da vazão necessária para a primeira etapa do projeto original do Sistema Abiaí/Papocas, (595,00 l/s de Cupissura), uma vazão adicional de 105,00 l/s para reforço destas duas comunidades, totalizando 700,00 l/s para vazão de captação de Cupissura.

Foi considerada a produção atual (2013) como composta por 1.917l/s do sistema de Gramame, 905l/s do sistema de Marés e 200l/s de água subterrânea, totalizando 3.022l/s, com capacidade para abastecer cerca de 1.140.000 de habitantes, conforme estudado pela ARCO Projetos e Construções Ltda., no projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa de 2007.

No mesmo estudo, a previsão de crescimento populacional e demandas, estimou em 1.572.000 habitantes a população para o ano de 2030, com demanda de 4.142 l/s, sendo necessário portanto um acréscimo na produção de 1.120l/s.

As populações, vazões e demais parâmetros estabelecidos para o atendimento das demandas ao final da primeira etapa, com alcance previsto para o ano 2030, serão então complementadas com 1.120l/s da nova produção, atendendo com segurança uma população de cerca de 1.572.000 habitantes, a ser atingida por volta do ano 2030.

Apesar de todos os levantamentos realizados, fundamentados no método geométrico de crescimento e nas equações de regressão ao longo das várias décadas do desenvolvimento de Alhandra/Caaporã/Cupissura, além de verificações, observações sobre a economia do município, e inspeções de campo, as projeções populacionais partem da consideração de que, tanto a evolução da ocupação urbana quanto da demografia guardam relações e causas relacionadas a fatores que não podem ser previstos com exatidão e, em certas conjunturas culturais e econômicas, podem sofrer alterações abruptas de comportamento em relação aos antecedentes e dados históricos.

Assim, foram adotados os mesmos parâmetros do projeto básico, tais como quota per-cápita de 150l/hab.dia; $K_1 = 1,2$, $K_2 = 1,5$, e as vazões disponibilizadas nas captações de Papocas e Cupissura para as cidades de Alhandra e Caaporã/Cupissura, para determinar as populações abastecíveis.

Considerou-se que as taxas de crescimento resultantes, (de 6,0 e 6,4% a.a.) se justificam devido a expectativa de crescimento elevado para aquelas cidades, devido as condições específicas de desenvolvimento por que passa a região, impulsionada pela instalação de indústrias de grande porte (FIAT-Montadora, Cimenteira, Cerâmica etc.) que já estão alterando significativamente as condições locais. Toda infraestrutura está sendo melhorada e ampliada, condomínios residenciais são implantados, empresas prestadoras de serviços se instalam, se constatando à olhos vistos o crescimento acelerado da região.

Partindo-se então, das vazões disponíveis, de 75l/s para Alhandra e de 105l/s para Caaporã/Cupissura, foram calculadas as populações abastecíveis respectivamente,

observando-se que mesmo admitindo taxas elevadas de crescimento, o alcance dos sistemas seria superior ao ano de 2030.

Foram então estimadas as vazões e respectivas populações das cidades a serem atendidas pelo sistema denominado de Abiaí/Papocas, conforme tabela 10 apresentado a seguir:

Tabela 10 - Vazões e respectivas populações das cidades a serem atendidas pelo sistema denominado de Abiaí/Papocas

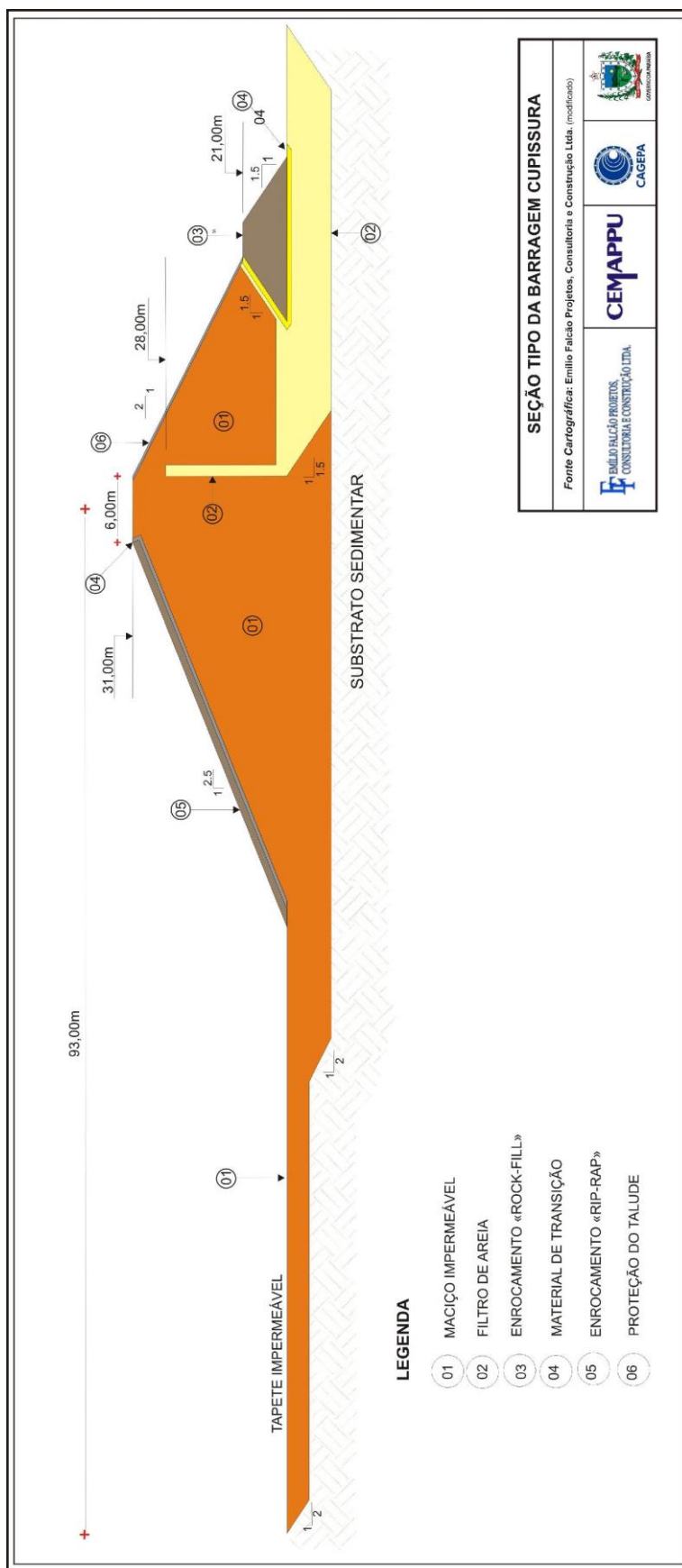
CIDADE	População-hab.	CAPTAÇÃO	VAZÃO l/sCaptada	VAZÃO p/sistema
RMGJP *	1.572.000	Papocas/Cupissura	$600 + 700 = 1.300$	$525 + 595 = 1.120$
Alhandra	36.000	Alhandra	$600 - 525 = 75$	75
Caaporã/Cupissura**	50.400	Cupissura	$700 - 595 = 105$	105

*RMGJP Região Metropolitana de João Pessoa, composta por João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cabedelo e Conde.

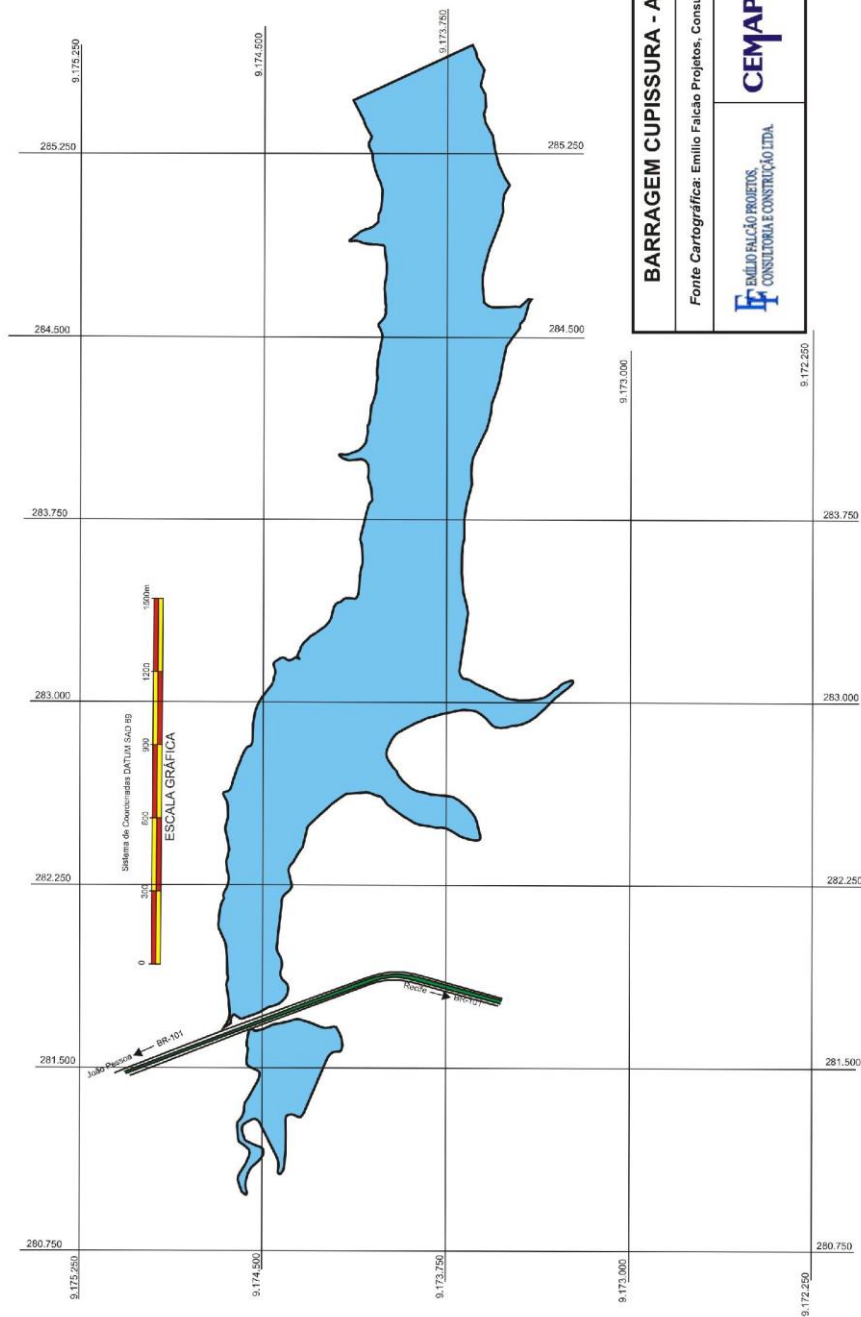
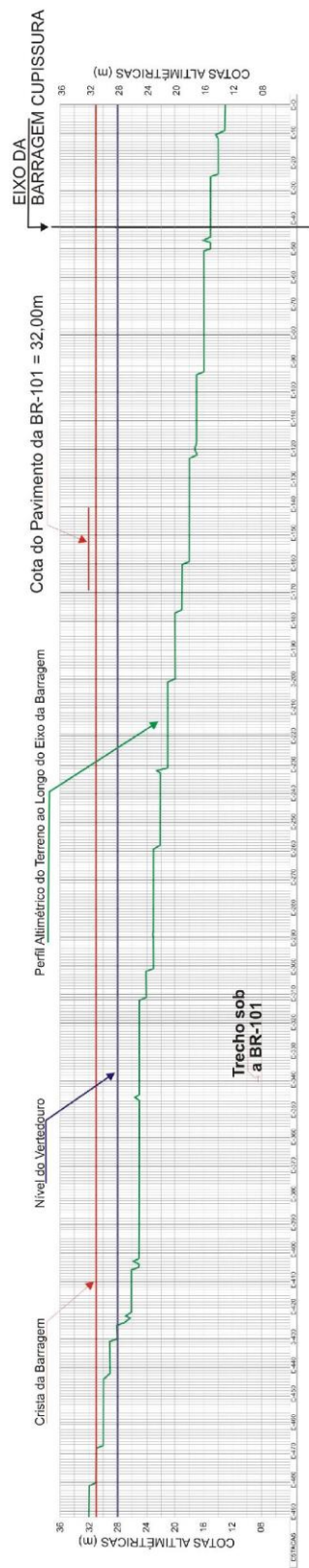
**Cupissura é um distrito de Caaporã

3.4.4 Apresentar alternativas de arranjos do empreendimento

A alternativa 1 foi escolhida como a mais vantajosa e eficaz neste estudo, sendo definido como local mais adequado sob o ponto de vista planialtimétrico, especificamente no que diz respeito ao maior volume de acumulação, maior vazão regularizada e maior possibilidade de adução. Outro elemento também condicionante da localização do eixo escolhido a busca de um distanciamento de adensamentos populacionais, buscando-se a menor necessidade de reassentamento. A seguir é apresentando um mapa de Seção Tipo da Barragem e o mapa de perfil longitudinal.



PERFIL LONGITUDINAL



BARRAGEM CUISSURA - Arranjo Geral e Perfil

Fonte Cartográfica: Emílio Falção Projetos, Consultoria e Construção Ltda. (modificado)



CEMAPPU

EMÍLIO FALÇÃO PROJETOS
CONSULTORIA E CONSTRUÇÃO LTDA.

3.4.5 Justificativa da localização escolhida e a viabilidade econômica do empreendimento

Atualmente, a região da Grande João Pessoa possui um sistemas de abastecimento de água que não mais atende as demandas das cidades, principalmente devido à baixa capacidade de vazão de seus mananciais, que estão no limite máximo de utilização dos recursos hídricos disponíveis, em contra ponto, pelo crescimento da população. Dessa forma, o empreendimento foi planejado no âmbito do Programa Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba.

Complementarmente, justifica-se ainda a intervenção, pelos elementos de caráter técnico verificados, como se segue:

Quanto a Topografia - O projeto foi desenvolvido com base na delimitação das bacias hidráulicas das barragens identificadas, bem como na determinação estimada dos comprimentos e alturas dos maciços que foi realizada mediante consulta à base de dados numéricos de relevo e da topografia do Brasil – missão conhecida como SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI), utilizando ainda a cartografia da SUDENE nas escalas 1:25.000 e 1:100.000. Não obstante, foram utilizadas as cartas na escala 1:10.000 da INTERPA de 1985 para verificar se o produto resultante da aplicação da base numérica do relevo SRTM para a região estava representando de forma satisfatória as características topográficas locais. Dessa forma, a metodologia utilizada e o material produzido foram adequados e suficientes para o desenvolvimento do projeto apresentado.

Quanto a Hidrologia - Os estudos hidrológicos desenvolvidos consistiram na definição da acumulação da barragem em 9.562,64 m³ e sua capacidade de regularização em 1,022 m³/s, com garantia de 99%. Foram também desenvolvidos estudos de enchentes, determinando-se as vazões das cheias com 1000 e 100 anos de tempo de recorrência, cujos valores achados são respectivamente: vazão afluente (TR = 100 anos) 501 m³/s, e; vazão afluente (TR = 1000 anos) 1.220 m³/s. Para o caso de pequenas e

médias barragens, a serem construídas de terra compactada, com baixo risco de danos materiais e, pequeno risco de vidas humanas (não há aglomerações urbanas nas proximidades de jusante), como no presente caso, a segurança da barragem poderá ser aceita para a cheia com tempo de retorno de 100 anos, com “Free Board” mínimo e as condições de segurança limite para cheia com tempo de retorno de 1000 anos.

Quanto a Geotecnia - Os estudos geotécnicos constaram de investigações de sub-superfície, através de sondagens percussão e ensaios de infiltração. As sondagens executadas constaram de 22(vinte e dois) furos do tipo à percussão, nesses furos foram realizados ensaios de permeabilidade à carga constante. Também foram coletadas 10(dez) as amostras de solo na jazida J1 e submetidas a Análise Granulométrica por Peneiramento, limites de Attenberg, compactação (Proctor normal) e densidade aparente seca.

Por fim, o arranjo geral das obras da barragem de Cupissura foi concebido dentro dos conceitos comuns às barragens de terra, tirando proveito dos condicionantes topográficos e geológicos locais, principalmente no projeto do sangradouro, podendo ser construída com segurança. A solução adotada na concepção, barragem de terra e sangradouro em gabião, está extremamente adequada à condição de suporte do solo na seção do eixo da barragem, que não permitiria, em função de sua plasticidade a adoção de estruturas rígidas. Os problemas detectados poderão ser sanados durante a construção através da consultoria da obra.

Para estimar os custos de construção das barragens identificadas, adotou-se o estudo intitulado “Atualização e Detalhamento do Cálculo do Custo da Água Bruta Disponibilizada por Reservatórios Localizados no Nordeste Setentrional”, concluído no ano de 2007, para a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais – FUNCATE.

O referido estudo estipulou equações paramétricas que, em função do tipo da barragem (em terra, ou em CCR/Alvenaria de Pedra) e da altura e da extensão da barragem, permite avaliar o custo de construção dessas obras. Para tanto, foram avaliados os orçamentos de mais de 89 barragens, atualizando-se os preços para valores

presentes e ajustando-se equações paramétricas com elevados coeficientes de correlação. Salienta-se que estes custos não incluem desapropriação e reassentamento involuntário da população atingida, muito variável regionalmente e sujeito a negociação com proprietários beneficiados com a oferta hídrica a ser criada. Dessa forma, tem-se os seguintes resultados para as barragens de Cupissura, aos preços calculados por ocasião da elaboração do projeto básico, conforme se verifica na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 - Custo Estimado de Construção da Barragem Cupissura e relação custo benefício

Capacidade máxima (hm³)	9,56
Cota CapMax (m)	28,00
Altura Barragem (m)	18,0
Comp. Barragem (m)	584,0
Custo Barragem em TERRA	R\$ 56.394.039,45

Trata-se de um barramento de porte pequeno (maciços que cujas alturas situam-se entre 11 e 19 m e com comprimentos entre 270 e 600m).

3.4.6 Estudos de fotografia aéreas e apresentação em mapa e da descrição da foto-geologia.

Não existem levantamentos aerofotogramétricos recentes na área alvo do estudo. Assim, os estudos sobre fotografias aéreas deixam de ser apresentados, visto que os acervos aerofotogramétricos disponíveis, datam da década de 1970, estando, por conseguinte, desatualizadas. Com isso, as características da paisagem foram modificadas em sua quase totalidade, descaracterizando as diferentes manchas texturais e suas inter-relações com os objetos a serem foto-interpretados.

Diante desse quadro, lançou-se mão de imagens de satélites atualizadas e bases cartográficas temáticas para gerar as diversas cartas que se encontram apresentadas ao longo do presente estudo.

3.4.7 Relação de Custo X Benefício

Conforme já informado no item 3.2.4, tem-se as seguintes relações de custos:

Verificou-se um custo final de R\$ 0,021/m³ de água bruta captada. Trata-se de um valor que se encontra dentro das médias praticadas no Brasil, como um todo. Conforme projeto.

No que tange aos benefícios, o próprio decreto de desapropriação, que fundamenta-se em bases de interesse social e da utilidade pública, já se denota o caráter de Política Pública voltada a melhor qualidade de vida e de atendimento às necessidades da maior aglomeração humana no estado da Paraíba - A Grande João Pessoa bem como os municípios de Alhandra e Caaporã.

Dessa forma, o abastecimento humano (objeto maior de criação do reservatório d'água a ser criado) independe da inter-relação custo x benefícios, visto que água para beber é questão de sobrevivência, água para de qualidade para as demais utilidades domésticas é questão de saúde pública e, por fim, a garantia constitucional da qualidade de vida é dever maior do Poder Público.

3.4.8 Estudos da fitofisionomia das áreas alternativas

Considerando que os estudos das alternativas locais estão alicerçados nas análises hidrológicas, sendo esta a principal variável para a seleção de áreas propícias para instalação de empreendimento dessa natureza, ou seja, bacias hidráulicas voltadas para o abastecimento humano, as análises relacionadas a fitofisionomia estão restritas a área selecionada. Uma vez que as outras áreas não atenderam aos critérios hidrológicos, especialmente a região do Abiaí que tem os níveis de salinidade da água alterados devido as variações de maré (Sizigia e Quadratura), julgou-se desnecessário os estudos relativos a fitofisionomias.

3.4.9 Infraestrutura básica das cidades que serão abastecidas

A infraestrutura básicas das cidades que irão ser atendidas em suas demandas com a garantia do abastecimento d'água de forma mais segura, salubre e continua, já se encontram contempladas no volume - 3 (três) intitulado Diagnóstico do meio antrópico.

3.4.10 Parcelamento e uso do Solo

A área da intervenção para implantação da barragem Cupissura trata-se de uma região eminentemente rural onde o parcelamento do solo é caracterizado pela monocultura da cana-de-açúcar, pela agropecuária e por minifúndios com atividade da fruticultura, complementarmente remanescente da mata atlântica.

3.4.11 Uso, benefício e aproveitamento do reservatório em relação às áreas de influencias

A implantação da barragem Cupissura tem a finalidade principal de garantir o fornecimento de água dentro dos padrões de qualidade admitido pelos os órgão de saúde e ambiental, assegurando o abastecimento durante o período estimado de aproximadamente 20 anos, atendendo prioritariamente a toda região metropolitana João Pessoa e as cidades de Alhandra e Caaporã.

3.5 Caracterização do Projeto/Dados Técnicos do Empreendimento

3.5.1 Decreto de Desapropriação

A seguir será apresentado o decreto de desapropriação que foi publicado no Diário Oficial do Estado da Paraíba.



DIÁRIO OFICIAL

Estado da Paraíba • Poder Executivo

Nº 14.365

João Pessoa - Quinta-feira, 13 de Maio de 2010

Preço: R\$ 2,00

Atos do Poder Executivo

MEDIDA PROVISÓRIA Nº 152, DE 11 DE MAIO DE 2010

Altera a Lei nº 8.815, de 09 de junho de 2009, que dispõe sobre parcelamento de débitos fiscais relacionados ao ICM e ao ICMS, na forma que especifica, e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 63, § 3º, da Constituição do Estado, e tendo em vista o disposto no Convênio ICMS 62/10, adota a seguinte Medida Provisória, com força de lei:

Art. 1º O "caput" do art. 1º da Lei nº 8.815, de 09 de junho de 2009, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 1º Fica instituído o programa de parcelamento incentivado, através do qual os débitos fiscais relacionados com o ICM e ICMS, cujos fatos geradores tenham ocorrido até 31 de dezembro de 2008, constituídos ou não, inclusive os espontaneamente denunciados pelo contribuinte, inscritos ou não em dívida ativa, ainda que ajuizados, observadas as condições e os limites estabelecidos nesta Lei."

Art. 2º O "caput" do art. 2º da Lei nº 8.815, de 09 de junho de 2009, passa a vigorar com a seguinte redação:

"Art. 2º O débito consolidado poderá ser pago, desde que o requerimento para ingresso no programa seja efetuado até 30 de junho de 2010, nas seguintes condições:"

Art. 3º Esta Medida Provisória entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 11 de maio de 2010; 122ª da Proclamação da República.



JOSE TARGINO MARANHÃO
Governador

DECRETO Nº. 31.272

DE 12 DE MAIO DE 2010.

Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, uma área de terras medindo 575,00 m², situada no Município de NAZAREZINHO que menciona e determina outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA, no uso de suas atribuições que lhe confere o art. 86, inciso IV, da Constituição do Estado, e tendo em vista o art. 5º, alínea "I" c/c o art. 6º do Decreto-lei 3.365, de 21 de Junho de 1941.

DECRETA:

Art. 1º - Fica declarado de utilidade pública, para fins de desapropriação, duas glebas de terra, medindo uma área total de 575,00 m², situada no Município de Nazarezinho, neste Estado, pertencente à MARIA ZITA MENDES, conforme registro no Cartório de Registro de Imóveis da Comarca de Sousa, sob o registro nº R-1-5.768, Livro nº 2-C, Fls. 158, em 09 de dezembro de 1997, possuindo os seguintes limites e confrontações: POLIGONAL I, medindo 200,00 m²; NORTE: Num segmento de reta, medindo 20,00 m, limitando-se com terras de Maria Zita Mendes; SUL: Num segmento de reta, medindo 20,00 m, limitando-se com terras de Maria Zita Mendes; LESTE: Num segmento de reta, medindo 10,00 m, limitando-se com terras de Maria Zita Mendes; OESTE: Num segmento de reta, medindo 10,00 m, limitando-se com a VL - 01 e distando 8,00 m do lote 01 da quadra A; POLIGONAL II, medindo 375,00 m²; NORTE: Num segmento de reta, medindo 25,00 m, limitando-se com terras de Maria Zita Mendes; SUL: Num segmento de reta, medindo 25,00 m, limitando-se com terras de Maria Zita Mendes; LESTE: Num segmento de reta, medindo 15,00 m, limitando-se com terras de Maria Zita Mendes; OESTE: Num segmento de reta, medindo 15,00 m, limitando-se com a VL - 01 e distando 28,00 m do lote 01, da quadra B.

Art. 2º - A área, a que se refere o artigo anterior, destina-se a construção do sistema de esgotamento sanitário do conjunto PRÓ-MORADIA, construído pela Companhia Estadual de Habitação Popular - CEHAP.

Art. 3º - É de natureza urgente a desapropriação de trata este Decreto, para efeito de imediata missão na posse do imóvel descrito, de conformidade com o disposto no art. 15 do Decreto Lei nº 3.365/41.

Art. 4º - Fica a Procuradoria Geral do Estado, através da Procuradoria do Domínio do Estado, autorizada a promover a desapropriação do imóvel por meios amigáveis ou judiciais.

Art. 5º - Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 12 de maio de 2010; 122ª da Proclamação da República.



JOSE TARGINO MARANHÃO
Governador

Decreto nº 31.273 de 12 de maio de 2010

Aprova o Regimento Interno da Corregedoria-Geral da Procuradoria Geral do Estado, e dá outras providências.

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 86, inciso IV, da Constituição do Estado e em consonância com artigo 13, da Lei Complementar nº 86, de 01 de dezembro de 2008,

DECRETA:

Art. 1º Fica aprovado o Regimento Interno da Corregedoria-Geral da Procuradoria Geral do Estado, o qual com este Decreto se publica.

Art. 2º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º Fica revogado o Decreto 30.477 de 27 de junho de 2009 e as demais disposições em contrário.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 12 de maio de 2010; 122ª da Proclamação da República.



JOSE TARGINO MARANHÃO
Governador

Regimento Interno da Corregedoria-Geral da Procuradoria-Geral do Estado

CAPÍTULO I DA FINALIDADE

Art. 1º - A Corregedoria-Geral é uma unidade orgânica de correção de controle interno, com sede na Capital do Estado, funciona na Procuradoria-Geral do Estado com organização dos serviços para garantir a moralidade dos atos administrativos, que obedecerão ao disposto neste Regimento.

Parágrafo único - Havendo motivo relevante a Corregedoria-Geral poderá instalar-se em outro edifício, nas Gerências Regionais ou em qualquer área, dentro dos limites do Estado da Paraíba.

CAPÍTULO II DA ORGANIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO

Art. 2º - A Corregedoria-Geral da Procuradoria-Geral do Estado, órgão de função administrativa, fiscalizadora, de disciplina e orientação, com jurisdição em todo o Estado, é exercida pelo Procurador-Corregedor, sendo assessorado por mais dois (02) Procuradores do Estado, efetivados e designados pelo Procurador-Geral, conforme estabelece o art. 13º da Lei Complementar nº 86/2008.

Art. 3º - Integra a estrutura administrativa da Corregedoria-Geral do Estado:

- I - o Gabinete do Corregedor-Geral;
- II - a Assessoria Jurídica e Correlacional;
- III - a Câmara de Ética e de Disciplina;
- IV - a Ouvidoria da Corregedoria.

CAPÍTULO III DO GABINETE DO CORREGEDOR-GERAL

Art. 4º - O gabinete do Corregedor da Procuradoria-Geral do Estado é uma unidade de assessoramento e auxílio ao Procurador-Corregedor, submetendo a sua apreciação as reclamações e irregularidades dos fatos relevantes apurados no exercício de sua competência, controlando e orientando as atividades afetas

educacionais do nosso Estado.

Art. 5º As despesas decorrentes da execução desta Lei correrão à conta de dotações orçamentárias próprias, suplementadas se necessário.

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Revogam-se as disposições em contrário.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 25 de maio de 2012; 124ª da Proclamação da República.



RICARDO VIEIRA COUTINHO
Governador

LEI Nº 9.710, DE 25 DE MAIO DE 2012
AUTORIA: DEPUTADA LÊA TOSCANO

Denomina de Doutor Francisco Monteiro da Silva a Unidade de Pronto Atendimento – UPA, localizada no Município de Guarabira, neste Estado.

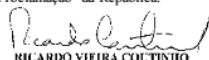
O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA:

Faço saber que o Poder Legislativo decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º Fica denominada de Doutor Francisco Monteiro da Silva a Unidade de Pronto Atendimento – UPA, localizada no Município de Guarabira, neste Estado.

Art. 2º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 25 de maio de 2012; 124ª da Proclamação da República.



RICARDO VIEIRA COUTINHO
Governador

LEI Nº 9.711, DE 25 DE MAIO DE 2012
AUTORIA: DEPUTADO ARNALDO MONTEIRO

Modifica e acrescenta ao art. 1º e revoga o art. 4º da Lei nº 8.883, de 25 de agosto de 2009.

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA:

Faço saber que o Poder Legislativo decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º O art. 1º da Lei nº 8.883, de 25 de agosto de 2009, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 1º O Poder Executivo Estadual fica autorizado a implantar cursos profissionalizantes nos seguintes locais:

I – nos bairros carentes das cidades de pequeno, médio e grande porte;

II – nos distritos e povoados dos municípios;

III – em agrovilas e assentamentos rurais;

IV – em escolas públicas estaduais que desenvolvam atividades educacionais com alunos fora das respectivas faixas etárias, com idade igual ou superior a 14 (quatorze) anos, que funcionarem em horários diversos de suas atividades normais curriculares”.

Art. 2º Fica revogado o art. 4º da Lei nº 8.883, de 25 de agosto de 2009.

Art. 3º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 25 de maio de 2012; 124ª da Proclamação da República.



RICARDO VIEIRA COUTINHO
Governador



GOVERNO DO ESTADO

Governador Ricardo Vieira Coutinho

SECRETARIA DE ESTADO DA COMUNICAÇÃO INSTITUCIONAL

A UNIÃO Superintendência de Imprensa e Editora
BR 101 - Km 03 - Distrito Industrial - João Pessoa-PB - CEP 58082-010

Fernando Antônio Moura de Lima
SUPERINTENDENTE

José Arthur Viana Teixeira
DIRETOR ADMINISTRATIVO

Gilson Renato de Oliveira
DIRETOR TÉCNICO

Albiege Lea Araújo Fernandes
DIRETORA DE OPERAÇÕES

Lúcio Falcão
EDITOR DO DIÁRIO OFICIAL

GOVERNO DO ESTADO

Fones: 3218-6533/3218-6526 - E-mail: wdesdiario@gmail.com

Assinatura: (83) 3218-6518

Anual R\$ 400,00
Semestral R\$ 200,00
Número Atrasado R\$ 3,00

LEI Nº 9.712, DE 25 DE MAIO DE 2012
AUTORIA: DEPUTADO RANIERY PAULINO

Dispõe sobre a obrigatoriedade da identificação do anunciante em propaganda ao ar livre do tipo outdoor no Estado da Paraíba.

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA:

Faço saber que o Poder Legislativo decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

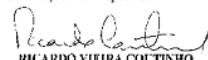
Art. 1º Fica obrigatória a identificação do anunciante em propaganda ao ar livre do tipo outdoor no Estado da Paraíba.

Parágrafo único. A identificação a que se refere o caput deste artigo deverá conter o nome do anunciante em tamanho de fácil visualização.

Art. 2º As penalidades decorrentes de infrações às disposições desta Lei serão impostas pelos órgãos estaduais de defesa do consumidor, conforme suas atribuições.

Art. 3º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 25 de maio de 2012; 124ª da Proclamação da República.



RICARDO VIEIRA COUTINHO
Governador

ATOS DO PODER EXECUTIVO

DECRETO Nº 32.975, DE 25 DE MAIO DE 2012

Altera o Decreto nº 31.274, de 12 de maio de 2010, que declara de utilidade pública e interesse social a área de terras do imóvel que indica.

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA, no uso de suas atribuições que lhe confere o art. 86, inciso IV, da Constituição do Estado, e tendo em vista o art. 5º, alínea “v” c/c o art. 6º do Decreto-Lei 3.365, de 21 de junho de 1941,


DECRETA:

Art. 1º O art. 1º do Decreto nº 31.274/2010 passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 1º Fica declarado de interesse social e utilidade pública para fins de desapropriação, como meio originário de aquisição da propriedade, uma área poligonal, localizada na zona rural dos Municípios de Caaporã e Pedras de, medindo 620 hac, compreendendo um perímetro de 12106,05m, cuja descrição inicia-se no vértice 1, de coordenadas N 9173554,485 e E 285956,939, com uma distância de 946,96m até o vértice 2, de coordenadas N 9174414,446 e E 285560,399, com uma distância de 844,46m até o vértice 3, de coordenadas N 9174380,071 e E 284716,633, com uma distância de 861,64m até o vértice 4, de coordenadas N 9174430,449 e E 283856,464, com uma distância de 1325,93m até o vértice 5, de coordenadas N 9174899,304 e E 282616,192, com uma distância de 1807,78m até o vértice 6, de coordenadas N 9174976,131 e E 280810,048, com uma distância de 192,20m até o vértice 7, de coordenadas N 9174791,981 e E 280754,999, com uma distância de 301,38m até o vértice 8, de coordenadas N 9174515,936 e E 280875,945, com uma distância de 148,13m até o vértice 9, de coordenadas N 9174370,304 e E 280903,064, com uma distância de 226,18m até o vértice 10, de coordenadas N 9174144,223 e E 280896,330, com uma distância de 2409,58m até o vértice 11, de coordenadas N 9173006,509 e E 283020,398, com uma distância de 349,41m até o vértice 12, de coordenadas N 9173200,452 e E 283311,036, com uma distância de 1418,97m até o vértice 13, de coordenadas N 9173213,879 e E 284729,944, com uma distância de 1273,39m até o vértice 1, ponto inicial da descrição deste perímetro, de propriedade desconhecida.”

Art. 2º Este Decreto entrará em vigor na data da sua publicação.

PALÁCIO DO GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, em João Pessoa, 25 de maio de 2012; 124ª da Proclamação da República.



RICARDO VIEIRA COUTINHO
Governador

Decreto nº 32.976 de 25 de maio de 2012

ABRE CRÉDITO SUPLEMENTAR PARA REFORÇO DE DOTAÇÃO CONSIGNADA NO VIGENTE ORÇAMENTO

O GOVERNADOR DO ESTADO DA PARAÍBA, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 86, inciso IV, da Constituição do Estado e, autorizado pelo artigo 6º, inciso III, da Lei nº 9.658, de 06 de janeiro de 2012, e tendo em vista o que consta do Processo SEPLAG/1335/2012,

DECRETA:

Art. 1º - Fica aberto o crédito suplementar no valor de R\$ 62.000,00 (sessenta e dois mil reais), para reforço de dotação orçamentária na forma abaixo discriminada:

19.000 – SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO
19.101 – SECRETARIA DE ESTADO DA ADMINISTRAÇÃO

Especificação	Natureza Fonte	Valor
04.122.5046-4221- VALE REFEIÇÃO/ALIMENTAÇÃO E AUXÍLIO ALIMENTAÇÃO	3390 00	62.000,00
TOTAL		62.000,00

3.5.2 Ficha técnica da barragem

FICHA TÉCNICA BARRAGEM CUISSURA

CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Localização:	Caaporã – PB , UTM 285.876 E e 9.173.975 N (zona 25 S)
Bacia Hidrográfica:	Abiai-Papocas
Rio Barrado:	Cuissura
Área da bacia hidráulica:	218,9 ha
Área da bacia hidrográfica:	108,2 km ²
Coeficiente de Escoamento	37,0%
Deflúvio Médio Anual	533 mm
Vazão regularizada G = 99%:	1,022 m ³ /s
Precipitação média anual na Bacia Hidrográfica do Reservatório:	1.441 mm
Volume de acumulação:	9.562,64 m ³
Volume mínimo operacional:	510.740,18 m ³
MACIÇO	
Tipo:	Aterro Homogêneo
Cota do coroamento:	31,0 m
Extensão do coroamento:	584 m
Altura máxima:	18,0 m
Largura do coroamento:	6,0 m
Volume de Material:	367.218,67 m ³
Talude de Montante:	2,5 (H) :1 (V)
Talude de Jusante:	Talude 2 (H):1 (V). "Rock-fill" na cota 21,0 e taludes 1,5 (H) e 1 (V) com largura de coroamento de 3,0 m.
VERTEDOURO	
Tipo:	Soleira espessa
Cota da soleira:	28,0 m
Extensão:	80 m
Vazão efluente (TR = 100 anos):	227 m ³ /s
Vazão efluente (TR = 1000 anos):	530 m ³ /s
Vazão afluente (TR = 100 anos):	501 m ³ /s
Vazão afluente (TR = 1000 anos):	1.220 m ³ /s
Lâmina de sangria:	1,53 m para TR=100 anos e 2,69 m para TR = 1.000 anos
TOMADA D'ÁGUA	
Tipo:	Tubulação de Ferro Fundido Dúctil DNØ500mm com Válvula dispersora tipo "Howell Bunger"
Cota do porão:	20 m
Diâmetro do tubo:	500 mm
Comprimento da tubulação:	76,8 m
Localização:	Entrada na estaca 0+140 m e saída na estaca 0+160 m

Segundo o Projeto da Barragem Cupissura, elaborado por Emílio Falcão Projetos Consultoria e Construção Ltda: “O eixo da Barragem Cupissura situa-se numa seção do rio Dois Rios, nas proximidades do povoado Cupissura, no município de Caaporã/Pb. Em coordenadas geográficas a barragem localiza-se aos 7º 28’ 07’’ S e 34º 56’ 25’’ W, e em UTM 285.876 E e 9.173.975 N (zona 25 S). O eixo com extensão aproximada de 584 m, margens bem definidas e estáveis. A cota mínima do leito do rio nesse ponto é de 15,0m, e o reservatório Cupissura controlará 108,2 km² da bacia hidrográfica do rio.

O acesso à Barragem Cupissura pode ser feito pela rodovia Federal BR-101 a partir de João Pessoa, seguindo pela rodovia vicinal até o povoado de Cupissura, a partir de onde se segue por uma estrada carroçável até o local de construção da barragem.

A pluviometria média na bacia hidrográfica é cerca de 1.440 mm/ano, sendo o junho o mês com a máxima precipitação média, cerca de 240 mm. Além disso, a bacia apresenta um deflúvio médio anual de 533 mm correspondendo a um coeficiente de escoamento de 37,0%.

A tomada d’água foi fixada na cota 20,0 m, correspondendo a um volume de acumulação de 510.000 m³. A cota da soleira do vertedouro foi definida em 28 m correspondendo a um volume de 9.562.000 m³, que ocupam uma bacia hidráulica de 203,28 ha de área. A borda livre da barragem é de 3,0 m, ficando o coroamento definido na cota 31 m, com largura de 6,0 m.

A seção tipo é um maciço de terra homogênea, assentado em substrato sedimentar com capacidade de suporte satisfatória. A altura máxima a partir da fundação é de aproximadamente 18 m.

Destaca-se que a cota de coroamento da Barragem Cupissura foi condicionada pela presença da rodovia BR101, dado que barrando o Rio Cupissura no local sugerido para construção da referida barragem, o lago formado atinge o aterro por onde passa tal rodovia acima do referido rio. Assim, verificou-se topograficamente que a cota sobre a

BR-101 na seção acima do Rio Cupissura é de 32,1m. O projetista optou por limitar o coroamento da Barragem Cupissura a cota 31,0m, evitando assim que o aterro fique saturado sob a rodovia, na seção acima do rio Cupissura.

O critério para escolha da capacidade de acumulação da Barragem Cupissura (estimado em 9,562 hm³) obedeceu à necessidade de se adotar uma cota de sangria que permitisse o dimensionamento de uma estrutura de vertimento capaz de dar vazão a uma lâmina d'água que, com folga, ficasse abaixo da cota de coroamento da barragem, estabelecida na cota 31,0 m, conforme explicado anteriormente. Para tal capacidade de acumulação, tem-se o vertimento na cota 28,0 m.

Com relação à propagação da onda de cheia na bacia hidrográfica do reservatório Cupissura utilizou-se a sub-rotina de Onda Cinemática do HEC-HMS. Os resultados da propagação da onda de cheia no reservatório Cupissura, destacando-se os picos de vazão de entrada e saída no reservatório (Tr = 100 e 1000 anos) demonstram a segurança para a alternativa de vertedouro selecionada, qual seja: L = 80 m.

Barragem Cupissura:

Capacidade Máxima = 9,562 hm³

Cota na Capacidade Máxima (vertedor) = 28,0m

Altura da Barragem = 18,0m

Comprimento da Barragem = 584,0m

Área da bacia hidráulica = 203,28 ha

Área da bacia hidrográfica = 108,2 km²

A Resolução n.º 237 de 19 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, acrescida e complementada pelas posteriores normativas, descrevem as Atividades ou Empreendimentos sujeitas ao Licenciamento Ambiental, e inclui dentre elas as Barragens para regularização de vazões.

Além da legislação federal especificada, há também a legislação ambiental do Estado da Paraíba, onde o ANEXO I da NORMA ADMINISTRATIVA SUDEMA/NA – 108,

aprovada através da Deliberação do Conselho de Proteção Ambiental - COPAM, Nº 3.245, publicada no Diário Oficial do Estado de 22 de fevereiro de 2003, que dispõe sobre as atividades sujeitas ao Licenciamento Ambiental no Estado da Paraíba, como parte integrante do Sistema Estadual de Licenciamento de Atividade Poluidoras - SELAP.

Para cumprir essa determinação a CAGEPA, apresentará ao órgão estadual do meio ambiente, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA, como parte do processo de licenciamento ambiental, o presente Estudo de Impacto Ambiental EIA/Relatório de Impacto Ambiental- RIMA.

A CAGEPA, como parte das exigências do processo de licenciamento ambiental, providenciou junto a Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia do Estado da Paraíba -SERHMACT, a concessão de outorga de uso das águas, para o Açude de Cupissura, para que esse possa ser utilizado regularmente sem restrições previsíveis de disputas por água na área de sua bacia hidrográfica.

A barragem que será implantada provocará interferências com as áreas de proteção permanentes – APP das margens do rio na área coberta pelo reservatório, entretanto criará nova APP, ampliada, no entorno do mesmo. Não há outras Unidades de Conservação na bacia hidráulica. Haverá interferências diretas com diversas pequenas áreas de propriedades privadas, dedicadas a plantação de cana de açúcar e a agricultura de subsistência, criação de gado bovino, fruticultura, uma área de mata conservada na APP do rio e o desalojamento de oito famílias residentes. Não há outras populações ou agrupamentos tradicionais estabelecidos na área. Considerou-se também a interferência no regime hidrológico do rio e nas saias dos taludes da BR – 101, todos devidamente tratados e detalhados no decorrer do estudo e apresentados nos desenhos correspondentes.

3.5.3 Concepção Geral das Obras

A barragem do reservatório Cupissura controlará 108,2 km² da bacia hidrográfica do rio Cupissura, no município de Caaporã, PB. O local escolhido para o barramento está inserido nas proximidades do povoado Cupissura e situa-se em uma seção do rio com condições favoráveis: eixo com extensão aproximada de 584 m, margens bem definidas e estáveis. A cota mínima do leito do rio nesse ponto é de 15,0 m.

O acesso à Barragem Cupissura pode ser feito pela rodovia Federal BR-101 a partir de João Pessoa, seguindo pela PB-034 até o povoado de Cupissura, a partir de onde se segue por uma estrada carroçável até o local de construção da barragem. Em coordenadas geográficas a barragem localiza-se aos 7º 28' 07" S e 34º 56' 25" W, e em UTM 285.876 E e 9.173.975 N (zona 25 S).

A pluviometria média na bacia hidrográfica é cerca de 1.440 mm/ano, sendo o junho o mês com a máxima precipitação média, cerca de 240 mm. Além disso, a bacia apresenta um deflúvio médio anual de 533 mm correspondendo a um coeficiente de escoamento de 37,0%.

A tomada d'água foi fixada na cota 20,0 m, com entrada na estaca 0+140 m e saída na estaca 0+160 m, correspondendo a um volume de acumulação de 510.000 m³. A cota da soleira do vertedouro foi definida em 28 m correspondendo a um volume de 9.562.000 m³, que ocupam uma bacia hidráulica de 203,28 ha de área. A borda livre da barragem é de 3,0 m, ficando o coroamento definido na cota 31 m, com largura de 6,0 m.

A seção tipo é um maciço de terra homogênea, assentado em substrato sedimentar com capacidade de suporte satisfatória. A altura máxima a partir da fundação é de aproximadamente 18 m. O talude de montante tem inclinação 1V:2,5H; o talude de jusante tem inclinação 1V:2,0H e há a presença de "rock-fill" na cota 21 m com taludes 1V:1,5H e largura de coroamento de 3,0 m.

Em virtude do substrato rochoso se encontrar a elevada profundidade, a barragem dispõe de um tapete de impermeabilização a montante do eixo, que tem como objetivo reduzir o fluxo percolado através da fundação da barragem. O máximo comprimento do referido tapete impermeabilizante, medido a partir do eixo da barragem, é de 93 metros. A formação deste tapete é feita mediante a substituição das camadas superficiais com baixa capacidade de suporte ($SPT < 10$) por uma camada de espessura mínima de dois metros de aterro compactado controlado ($GC > 95\%$).

Para a proteção do talude de montante foi projetado um “rip-rap” com um revestimento de pedras jogadas ($D_{\text{máx.}} 45 \text{ cm}$), assentes sobre uma camada de transição com $D_{\text{máx.}} 16 \text{ cm}$ e espessura de 30 cm. A drenagem interna do maciço é composta por um filtro vertical com 1,0 m de espessura além de um dreno horizontal (tapete drenante) com também 1,0 m de espessura. O filtro vertical tem topo fixado na cota 28,0 m.

A tomada d’água é constituída por uma entrada boca de sino de $0,66 \times 0,50 \text{ m}$, com uma grade de proteção de $1,0 \times 1,0 \text{ m}$, uma comporta tipo vagão de $90 \times 90 \text{ m}$ seguida de uma curva vertical quadrada. Após esta curva há uma transição quadrada redonda $L = 0,50 \times \varnothing = 0,50 \text{ m}$, uma curva horizontal tubular de 500 mm e uma sequência de tubos FoFo ponta-bolsa, projetados com um diâmetro nominal de 500 mm e comprimento de total de 76,8 m envelopados em concreto ciclópico.

Ao sair do maciço da barragem, a tubulação passa a ser do tipo flangeada com o mesmo diâmetro e material. Para operações de manutenção, estão incluídas duas juntas de desmontagem travadas axialmente e um sistema de drenagem constituído de um tê $500 \times 100 \text{ mm}$ e um registro de gaveta de $\varnothing 100 \text{ mm}$. Foi incluída a instalação de um tê $500 \times 500 \text{ mm}$ com flange cego para possibilitar futuras captações de água. As tubulações são ancoradas por meio de um bloco de concreto ciclópico.

A válvula dispersora tipo “Howell Bunger” com DN 500 mm é precedida por uma curva vertical de $22^\circ 30'$ para cima ancorada pelo bloco de concreto simples e ciclópico.

O vertedouro localiza-se na ombreira direita da barragem, com uma extensão total de 80 m em Soleira Espessa escavado em terra na área de jazida, com cinco patamares protegidos por gabião tipo colchão. Os patamares se localizam nas cotas 28, 26, 23, 20 e 17 metros, constituindo uma sequência de trechos de canal em cascata, protegidos lateralmente por muros do tipo gabião. Os umbrais dos patamares também dispõem de muros de contenção do tipo gabião que sobressaem de modo a formar sucessivas bacias de dissipação de energia. Os dados hidrológicos, hidráulicos e construtivos da Barragem Cupissura foram sintetizados em uma ficha técnica detalhada a seguir

3.5.3.1 A Localização

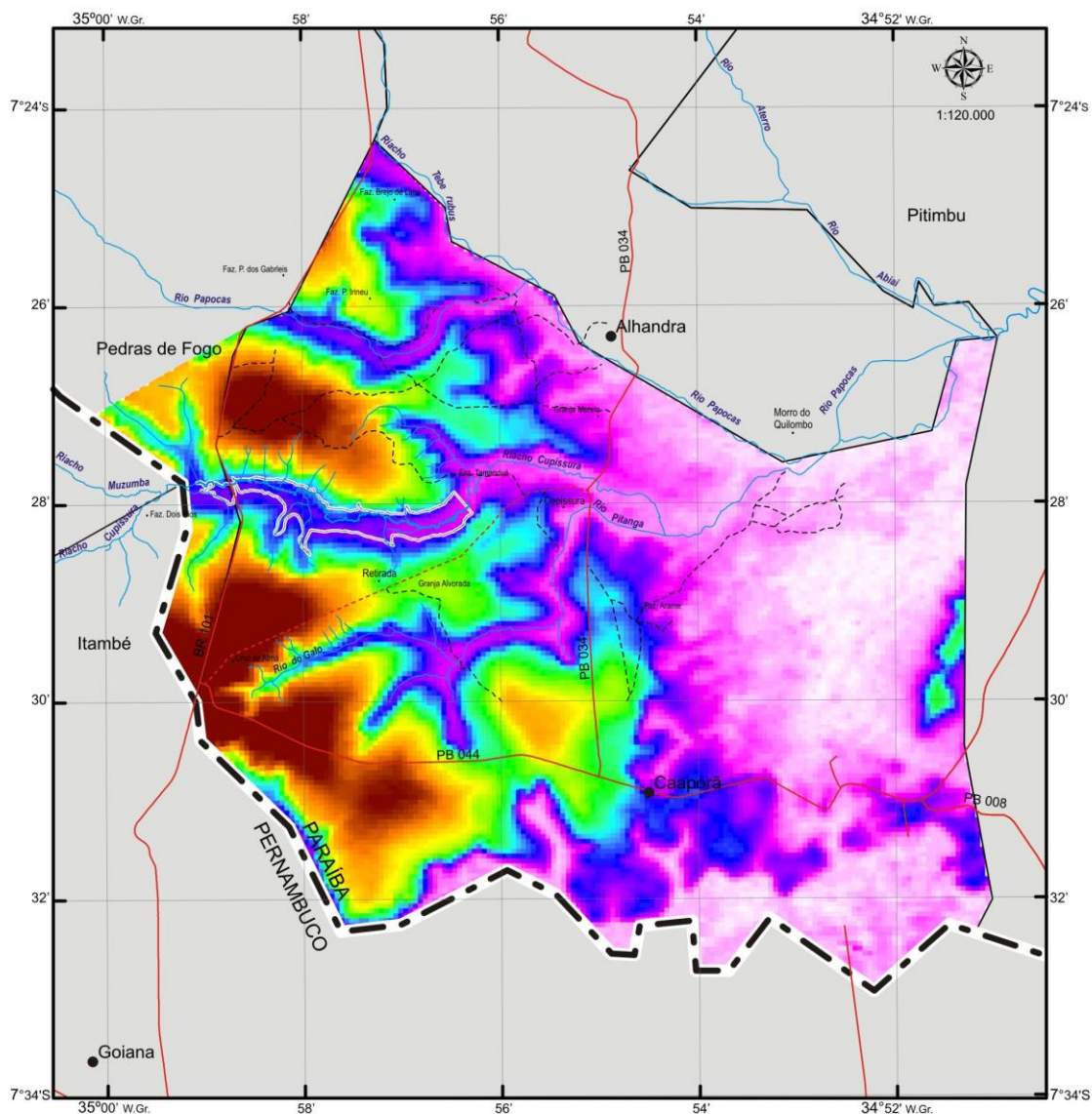
O acesso à Barragem Cupissura pode ser feito pela rodovia Federal BR-101 a partir de João Pessoa, seguindo pela PB-034 até o povoado de Cupissura, a partir de onde se segue por uma estrada carroçável até o local de construção da barragem. Em coordenadas geográficas a barragem localiza-se aos 7º 28' 07" S e 34º 56' 25" W, e em UTM 285.876 E e 9.173.975 N (zona 25 S).

3.5.4 Localização em mapa dos aspectos hidrológicos, geomorfológicos e planialtimétrico identificando características das áreas das obras, sangradouros, eixo barrável.

O detalhamento das informações acima solicitadas se encontra inseridos no diagnóstico ambiental do meio físico, entretanto estamos apresentando a seguir o mapa planialtimétrico.

CLASSES ALTIMÉTRICAS

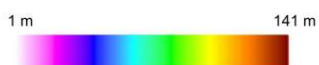
AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



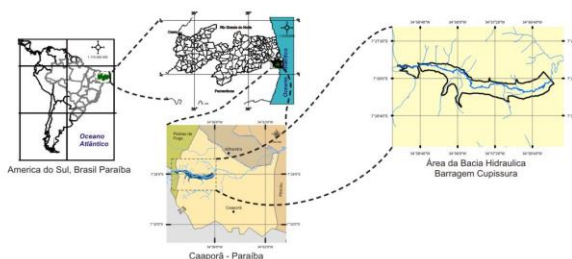
Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área do Empreendimento

Variação altimétrica



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu); SRTM, Modelo Digital de Elevação.



CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

3.5.5 Disposição geral das obras e Localização das jazidas de empréstimo

As jazidas que serão usadas para a implantação da barragem no rio Cupissura serão de intervenção totalmente licenciadas ambientalmente junto ao órgão estadual, Sudema e pelo o a Superintendencia do Departamento Nacional da Produção mineral, licenciamento mineral.

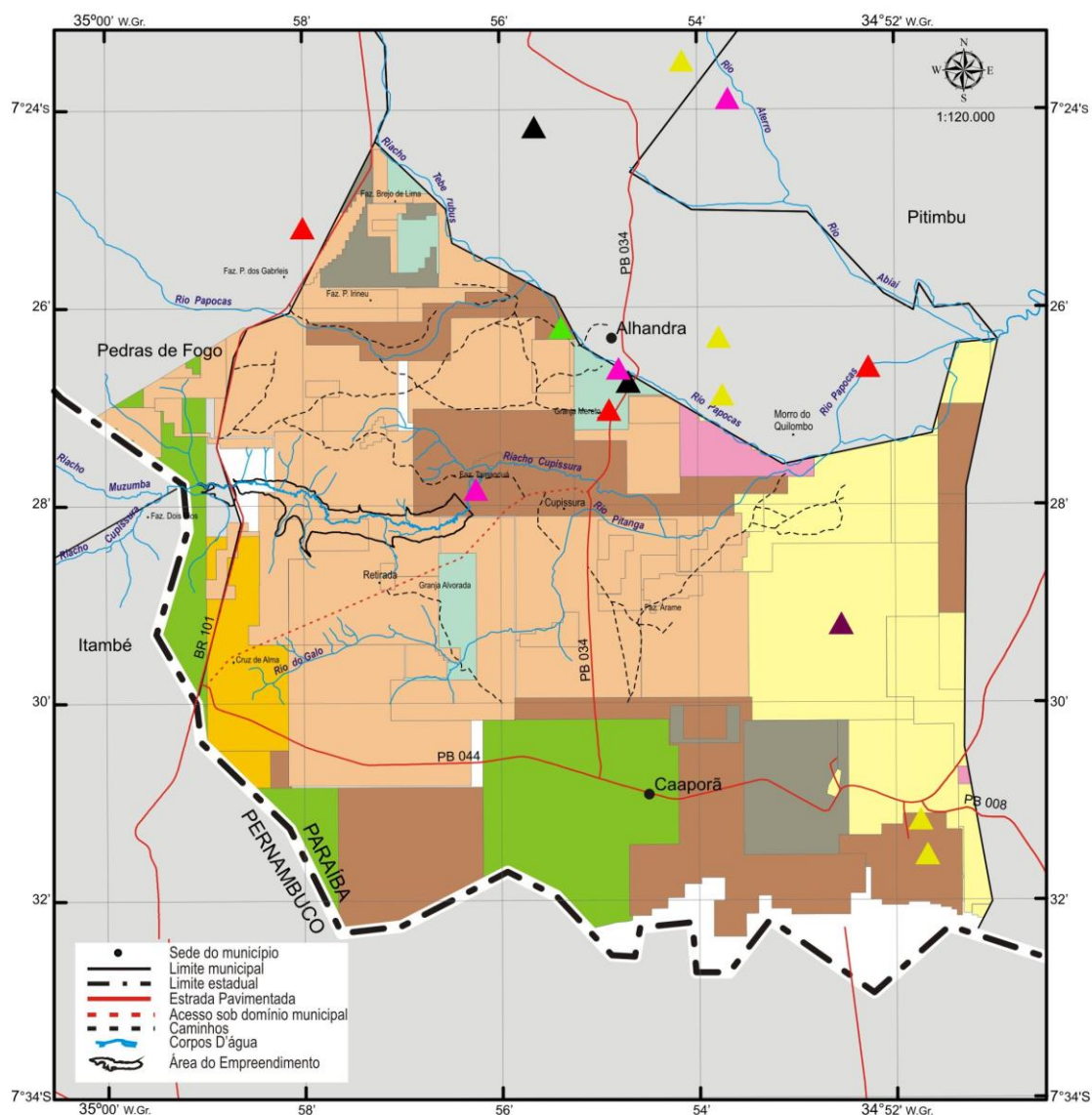
Com relação aos bens minerais denominados de classe 2 usados na construção civil, informamos de na implantação da barragem Cupissura serão usados, os seguintes bens minerais:

- **Pedreira – Pedra rachão, Britas e derivados** – A empresa minerária que fornecerá os insumos minerais será a Pedreira Potiguar localiza-se na zona rural do município de Pedras de Fogo e se encontra a uma distância da intervenção de 60 km. A empresa minerária se encontra devidamente licenciadas pelo órgão ambiental e mineral, a SUDEMA e pela Superintendência Nacional da Produção Mineral na Paraíba respectivamente, onde mantém suas licenças devidamente em dia.
- **Areia** - Com relação a areia ainda está sendo realizado ensaios mineralógicos para definir a mais adequada na implantação da Barragem Cupissura. Entretanto na área do entorno da Barragem existem várias jazidas areia e cascalho devidamente licenciado pelo órgão ambiental estadual e a superintendência do DNPM/PB. Essas jazidas se encontram aproximadamente a 3 km da área da intervenção.
- **Argila** - Com relação aos bens minerais argilosos serão utilizados os empréstimos dentro da própria área da intervenção, onde se adequa as característica mineralógicas para a intervenção.

O mapa abaixo denominado Jazidas e Substratos Minerais aponta que há varias jazidas licenciadas na área do entorno da barragem, especialmente depósitos sedimentares de areia e depósito de argila no município de Caaporã e nos municípios vizinhos que poderão ser utilizadas nas obras da barragens. Apenas pedra rachão, britas e derivados que também serão usados na intervenção virá do município de Pedras de Fogo, uma vez que pela formação geologica não há afloramentos de rochas graníticas no município de Caaporã bem como nas cidades do seu entorno, especilamente as litoraneas.

JAZIDAS E SUBSTRATOS MINERAIS

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA

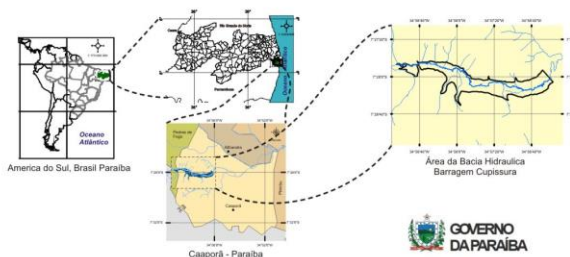


Substratos Principais

- ▲ Areia
- ▲ Argila
- ▲ Calcário
- ▲ Diatomita
- ▲ Fósforo
- ▲ Turfa

Tipos de Jazidas Minerais protocoladas no DNPM

Substrato	Principais Usos
Areia	Não Informado, Construção Civil e Industrial
Argila	Não Informado, Construção Civil e Industrial
Argila Refratária	Cerâmica Vermelha e Industrial
Calcário	Não Informado e Fabricação de Cimento
Fosfato	Não Informado e Fertilizantes
Minério de Cobre	Industrial
Minério de Ferro	Industrial
Dados Não Cadastrado	Dados não cadastrado



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu); DNPM, Dados Minerais; CPRM, Substratos Minerais

CEMAPP

CONSULTORIA EM AMBIENTE, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

3.5.6 Estudo de Risco

Este item não foi atendido uma vez que caberá a elaboração de um plano de segurança, cuja a elaboração só poderá ser feitas nas fases posteriores ao licenciamento, em face das disposições e exigências contidas no diploma legal que trata o assunto.

3.5.7 Caracterizar e descrever o barramento e sangradouro

3.5.7.1 Características do sangradouro

O vertedouro localiza-se na ombreira direita da barragem, com uma extensão total de 80 m em Soleira Espessa escavado em terra na área de jazida, com cinco patamares protegidos por gabião tipo colchão. Os patamares se localizam nas cotas 28, 26, 23, 20 e 17 metros, constituindo uma sequência de trechos de canal em cascata, protegidos lateralmente por muros do tipo gabião. Os umbrais dos patamares também dispõem de muros de contenção do tipo gabião que sobressaem de modo a formar sucessivas bacias de dissipação de energia.”

3.5.7.2 Características da tomada d’água

A tomada d’água prevista é constituída por uma entrada boca de sino de 0,66 x 0,50 m, com uma grade de proteção de 1,0 x 1,0 m, uma comporta tipo vagão de 90 x 90 m seguida de uma curva vertical quadrada. Após esta curva há uma transição quadrada redonda $L = 0,50 \times \emptyset = 0,50$ m, uma curva horizontal tubular de 500 mm e uma sequência de tubos FoFo ponta-bolsa, projetados com um diâmetro nominal de 500 mm e comprimento de total de 76,8 m envelopados em concreto ciclópico.

3.5.7.3 Características da barragem

A tomada d’água foi fixada na cota 20,0 m, correspondendo a um volume de acumulação de 510.000 m³. A cota da soleira do vertedouro foi definida em 28 m correspondendo a um volume de 9.562.000 m³, que ocupam uma bacia hidráulica de

203,28 ha de área. A borda livre da barragem é de 3,0 m, ficando o coroamento definido na cota 31 m, com largura de 6,0 m.

A seção tipo é um maciço de terra homogênea, assentado em substrato sedimentar com capacidade de suporte satisfatória. A altura máxima a partir da fundação é de aproximadamente 18 m. O talude de montante tem inclinação 1V: 2,5H; o talude de jusante tem inclinação 1V: 2,0H e há a presença de "rock-fill" na cota 21 m com taludes 1V:1,5H e largura de coroamento de 3,0 m.

Em virtude do substrato rochoso se encontrar a elevada profundidade, a barragem dispõe de um tapete de impermeabilização a montante do eixo, que tem como objetivo reduzir o fluxo percolado através da fundação da barragem. O máximo comprimento do referido tapete impermeabilizante, medido a partir do eixo da barragem, é de 93 metros. A formação deste tapete é feita mediante a substituição das camadas superficiais com baixa capacidade de suporte ($SPT < 10$) por uma camada de espessura mínima de dois metros de aterro compactado controlado ($GC > 95\%$).

Para a proteção do talude de montante foi projetado um "rip-rap", com um revestimento em pedras jogadas ($D_{máx.} 45 \text{ cm}$), assentes sobre uma camada de transição com $D_{máx.} 16 \text{ cm}$ e espessura de 30 cm.

A drenagem interna do maciço é composta por um filtro vertical com 1,0 m de espessura além de um dreno horizontal (tapete drenante) com também 1,0 m de espessura. O filtro vertical tem topo fixado na cota 28,0 m.

3.5.7.4 Características da Barragem

I - GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

A área diretamente afetada, geologicamente é composta por sedimentos terciários da formação Barreiras – são sedimentos friáveis de baixa diagênese, bom fornecedor de jazidas para aterros e boa condição de suporte para fundação de obras do porte da barragem pretendida. Em termos geomorfológicos, localmente se verifica um

vale em “U” aberto, dissecado na formação Barreiras, que hospeda a hidrografia do rio Cupissura – trata-se de um compartimento com condições plenas de funcionar como reservatório.

II - ELEMENTOS DE HIDROGRAFIA

O rio Cupissura é um rio que drena no sentido geral de Noroeste para Sudeste. Sua calha principal, esculpida sobre rochas sedimentares de baixa diagênese, drena em forma de meandros, denotando a fase senil do rio, onde nos seus processos construtivos verifica-se a predominância da sedimentação sobre a erosão. É um ambiente de baixo curso, onde o vale em “U” aberto permite alagamentos/inundações por ocasião dos períodos de chuvas mais intensas e de maiores durações.

III - ELEMENTOS DE ENGENHARIA

A tomada d’água foi fixada na cota 20,0 m, correspondendo a um volume de acumulação de 510.000 m³. A cota da soleira do vertedouro foi definida em 28 m correspondendo a um volume de 9.562.000 m³, que ocupam uma bacia hidráulica de 203,28 ha de área. A borda livre da barragem é de 3,0 m, ficando o coroamento definido na cota 31 m, com largura de 6,0 m.

A seção tipo é um maciço de terra homogênea, assentado em substrato sedimentar com capacidade de suporte satisfatória. A altura máxima a partir da fundação é de aproximadamente 18 m. O talude de montante tem inclinação 1V: 2,5H; o talude de jusante tem inclinação 1V: 2,0H e há a presença de "rock-fill" na cota 21 m com taludes 1V:1,5H e largura de coroamento de 3,0 m.

Em virtude do substrato rochoso se encontrar a elevada profundidade, a barragem dispõe de um tapete de impermeabilização a montante do eixo, que tem como objetivo reduzir o fluxo percolado através da fundação da barragem. O máximo comprimento do referido tapete impermeabilizante, medido a partir do eixo da barragem, é de 93 metros. A formação deste tapete é feita mediante a substituição das

camadas superficiais com baixa capacidade de suporte ($SPT < 10$) por uma camada de espessura mínima de dois metros de aterro compactado controlado ($GC > 95\%$).

Para a proteção do talude de montante foi projetado um “rip-rap”, com um revestimento em pedras jogadas ($D_{máx.} 45 \text{ cm}$), assentes sobre uma camada de transição com $D_{máx.} 16 \text{ cm}$ e espessura de 30 cm.

A drenagem interna do maciço é composta por um filtro vertical com 1,0 m de espessura além de um dreno horizontal (tapete drenante) com também 1,0 m de espessura. O filtro vertical tem topo fixado na cota 28,0 m.

3.5.7.5 Plano de Enchimento do Reservatório

As condições de solicitação analisadas foram as seguintes:

1. Final de Construção;
2. Reservatório Cheio;
3. Rebaixamento Rápido;
4. Ocorrência de Abalo Sísmico com o reservatório cheio.

A condição de Final de Construção representa a situação em que o aterro compactado apresenta níveis finais de terraplenagem, com pressões neutras geradas durante a construção ainda não dissipadas, sendo estimadas nas análises por parâmetros de pressão neutra (ru). Nas análises realizadas foi adotado um valor de ru constante e igual a 0,20. Foram analisados, nesta simulação, os taludes de montante e de jusante.

A condição de Reservatório Cheio admite que as pressões neutras atuantes no aterro compactado são provenientes do estabelecimento do fluxo em regime permanente pela seção estudada, considerando a linha freática do aterro posicionada no nível máximo de acumulação do lago (atingindo o topo do filtro vertical). Para esta condição somente foi analisada a estabilidade do talude de jusante, em função da ação estabilizante da pressão externa exercida pela água no talude de montante.

A condição de Rebaixamento Rápido pretende simular a situação em que o nível d'água do reservatório é repentinamente reduzido até o nível mínimo de captação da galeria, enquanto que o aterro compactado permanece com os níveis piezométricos previamente estabelecidos durante o regime permanente, i.e., com o reservatório cheio. Nesta condição, a retirada repentina da pressão externa (favorável à estabilidade) exercida pela água no talude de montante e a manutenção de níveis piezométricos parcialmente drenados no maciço levam a uma redução do Fator de Segurança (F.S.).

3.5.7.6 Dimensionamento do Vertedouro

I - Considerações Gerais

O vertedouro da barragem Cupissura foi concebido escavado em terra na área de jazida, com cinco patamares em gabião do tipo colchão, nas cotas 28, 26, 23, 20 e 17 metros, em forma de canal. Os patamares foram dimensionados para possibilitar a dissipação de energia ao longo do escoamento. Na interface entre os patamares foram dimensionados muros de contenção de gabião do tipo caixa com um dente de 1,0 m a partir do segundo patamar, para maximizar a dissipação de energia. O material obtido com a escavação do vertedouro será utilizado na construção do maciço, diminuindo o volume de empréstimo necessário.

O dimensionamento hidráulico do vertedouro seguiu a metodologia aplicada ao estudo de cheias no Estudo Hidrológico do Projeto das Barragens do Sistema de Transposição Litorânea, adotando-se outra largura do vertedouro por razões técnicas.

Para os muros de contenção do vertedouro, seguiram-se os critérios típicos para este tipo de projeto, com gabião tipo caixa e o muro assentado 1,0 m abaixo da linha de escavação dos patamares do vertedouro. Foram dimensionados muros de contenção com alturas de 3 a 7 metros, conforme descrito adiante. Fez-se a verificação ao tombamento, ao deslizamento, à capacidade de carga do solo, ruptura global e ao esforço de cisalhamento entre os gabiões. O muro guia foi dimensionado considerando o fluxo de água resultante da lâmina de vertimento máxima calculada.

II - Dimensionamento Hidráulico

Para o dimensionamento hidráulico do vertedouro utilizou-se os resultados da propagação da onda de cheia do reservatório Cupissura para as vazões de pico com tempos de recorrência de 100 e 1.000 anos.

O Estudo Hidrológico do Projeto das Barragens do Sistema de Transposição Litorânea apresentou como alternativa para o vertedouro uma largura de 100 metros. Após uma análise detalhada de viabilidade técnica, optou-se por adotar uma nova largura do vertedouro, de 80 metros, sem com isto comprometer sua eficiência hidráulica.

III - Muro de contenção

Foram dimensionados três tipos de muros de contenção:

- a) Muros de contenção transversal entre as plataformas do vertedouro;
- b) Muros de contenção longitudinal sobre os patamares do vertedouro;
- c) Muros de contenção longitudinal entre as plataformas do vertedouro.

Todos os muros de contenção foram concebidos em gabião tipo caixa com assentamento de 1 m abaixo da linha de escavação dos patamares do vertedouro.

Na interface entre os cinco patamares dos vertedouros foram dimensionados quatro muros de contenção transversais. Entre os patamares de 28 e 26 metros foi dimensionado um muro com altura de 3 metros. Já entre os demais patamares foram dimensionados muros com alturas de 5 metros, com um metro sobrepondo as plataformas para formar um colchão de água, maximizando a dissipação de energia. Ao longo dos patamares dos vertedouros foram dimensionados cinco muros de contenção, todos com 4 metros de altura.

3.5.8 Obras Complementares

Não estão previstos obras complementares, a não ser aquelas integrantes do sistema de barramento e já descritas, como: Sangradouros, captação, adução/vertedouro, corpo da barragens, filtros, prefiltros, tapetes drenantes, entre outros.

3.5.9 Plano de Utilização múltiplo do reservatório

Quanto aos usos do lago a ser formado não será permitido os multiusos da barragem, uma vez que a implantação da barragem Cupissura tem como objetivo o abastecimento de águas. Entretanto a dessedentação animal será permitido conforme é prevista por lei.

3.5.10 Cronograma e Execução do Projeto juntamente com a implantação das medidas de proteção ambiental

A seguir é apresentado os cronogramas das atividades da execução do projeto de engenharia da barragem cupissura.

CRONOGRAMA MACRO BARRAGEM				MÊS 0	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17
Descrição		Início	Término																		
1.1	BARRAGEM CUISSURA	MÊS 0	MÊS 27																		
1.1.1	LICENÇA INSTALAÇÃO	MÊS 0	MÊS 0																		
1.1.2	SERVIÇOS PRELIMINARES	MÊS 1	MÊS 9																		
1.1.2.1	Caminhos de Serviço	MÊS 1	MÊS 2																		
1.1.2.2	Raspagem barragem - 1ª Etapa - Jazidas	MÊS 1	MÊS 1																		
1.1.2.3	Raspagem (barragem, sangradouro, jazidas)	MÊS 7	MÊS 9																		
1.1.2.4	Desmatamento (bacia hidráulica)	MÊS 1	MÊS 5																		
1.1.2.5	Raspagem (bacia hidráulica)	MÊS 5	MÊS 8																		
1.1.3	BARRAGEM	MÊS 2	MÊS 27																		
1.1.3.1	FUNDAÇÃO (1ª Etapa)	MÊS 2	MÊS 5																		
1.1.3.1.1	Escavação Solo Mole - 1ª Etapa	MÊS 2	MÊS 4																		
1.1.3.1.2	Tratamento do Subleito	MÊS 5	MÊS 5																		
1.1.3.2	FUNDAÇÃO (2ª Etapa)	MÊS 8	MÊS 12																		
1.1.3.2.1	Escavação Solo Mole - 2ª Etapa	MÊS 8	MÊS 12																		
1.1.3.2.2	Tratamento do Subleito	MÊS 12	MÊS 12																		
1.1.3.3	MACIÇO (CORPO DA BARRAGEM)	MÊS 5	MÊS 15																		
1.1.3.3.1	Aterro compactado - 1ª Etapa	MÊS 5	MÊS 6																		
1.1.3.3.2	Aterro compactado - 2ª Etapa	MÊS 12	MÊS 15																		
1.1.4	SANGRADOURO	MÊS 12	MÊS 16																		
1.1.4.1	Escavação comum para aterro Barragem - 2ª Etapa	MÊS 12	MÊS 14																		
1.1.4.2	Colchão Reno	MÊS 14	MÊS 16																		
1.1.4.3	Gabião Caixa	MÊS 14	MÊS 16																		
1.1.5	ROCK-FILL, TAPETE DRENANGE, RIP RAP	MÊS 12	MÊS 16																		
1.1.5.1	Filtro Horizontal	MÊS 12	MÊS 13																		
1.1.5.2	Enrocamento	MÊS 13	MÊS 16																		
1.1.5.3	Proteção Talude - RIP-RAP	MÊS 13	MÊS 16																		
1.1.6	ENSECADEIRA	MÊS 5	MÊS 17																		
1.1.6.1	Escavação Canal Desvio	MÊS 5	MÊS 6																		
1.1.6.2	Aterro Ensecadeira	MÊS 6	MÊS 7																		
1.1.6.3	Remoção Ensecadeira	MÊS 16	MÊS 17																		
1.1.7	TOMADA D'ÁGUA - GALERIA	MÊS 2	MÊS 4																		
1.1.7.1	Galeria	MÊS 2	MÊS 3																		
1.1.7.2	Tubulações	MÊS 4	MÊS 4																		
1.2.1.18	JAZIDAS	MÊS 5	MÊS 15																		
1.1.8	Escavação p/ barragem (1ª Etapa)	MÊS 5	MÊS 6																		
1.1.8.1	Escavação p/ barragem (2ª Etapa)	MÊS 14	MÊS 15																		
1.1.8.2	Escavação p/ ensecadeiras	MÊS 6	MÊS 7																		

CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO BARRAGEM			MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	MÊS 7	MÊS 8	MÊS 9	MÊS 10	MÊS 11	MÊS 12
Descrição		VALOR (R\$)												
1	BARRAGEM CUISSURA	56.394.039,45	1,14%	3,70%	5,42%	6,41%	8,78%	7,29%	4,64%	4,99%	4,07%	3,86%	3,22%	7,90%
			641.823,81	2.088.817,89	3.054.444,11	3.617.485,19	4.952.695,00	4.111.632,71	2.619.481,62	2.815.205,43	2.297.336,69	2.179.162,60	1.815.968,83	4.457.832,04
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	16.045.595,37	4,00%	10,00%	13,00%	15,00%	17,00%	16,00%	12,00%	10,00%	3,00%			
			641.823,81	1.604.559,54	2.085.927,40	2.406.839,31	2.727.751,21	2.567.295,26	1.925.471,44	1.604.559,54	481.367,86			
1.1.1	DESMATAMENTO	2.498.491,77	10,00%	20,00%	25,00%	25,00%	20,00%							
			249.849,18	499.698,35	624.622,94	624.622,94	499.698,35							
1.2	FUNDAÇÃO	12.106.458,89		4,00%	8,00%	10,00%	12,00%			10,00%	15,00%	18,00%	15,00%	8,00%
				484.258,36	968.516,71	1.210.645,89	1.452.775,07			1.210.645,89	1.815.968,83	2.179.162,60	1.815.968,83	968.516,71
1.3	MACIÇO (CORPO DA BARRAGEM)	4.251.636,35					10,00%	20,00%						10,00%
							425.163,64	850.327,27						425.163,64
1.4	SANGRADOURO	6.887.693,41												15,00%
														1.033.154,01
1.5	ROCK-FILL, TAPETE DRENANGE, RIP RAP	13.539.984,54												15,00%
														2.030.997,68
1.6	ENSECADEIRA E CANAL DE DESVIO	3.470.050,89					10,00%	20,00%	20,00%					
							347.005,09	694.010,18	694.010,18					
1.7	SERVIÇOS DE URBANIZAÇÃO	92.620,00												
Descrição		VALOR (R\$)	MÊS 13	MÊS 14	MÊS 15	MÊS 16	MÊS 17							
1	BARRAGEM CUISSURA	56.394.039,45	9,11%	9,48%	9,48%	8,87%	1,62%							
			5.140.139,64	5.344.416,42	5.344.416,42	4.999.358,31	913.822,72							
1.1	SERVIÇOS PRELIMINARES	16.045.595,37												
1.2	FUNDAÇÃO	12.106.458,89												
1.3	MACIÇO (CORPO DA BARRAGEM)	4.251.636,35	20,00%	20,00%	20,00%									
			850.327,27	850.327,27	850.327,27									
1.4	SANGRADOURO	6.887.693,41	21,00%	22,00%	22,00%	20,00%								
			1.446.415,62	1.515.292,55	1.515.292,55	1.377.538,68								
1.5	ROCK-FILL, TAPETE DRENANGE, RIP RAP	13.539.984,54	21,00%	22,00%	22,00%	20,00%								
			2.843.396,75	2.978.796,60	2.978.796,60	2.707.996,91								
1.6	ENSECADEIRA E CANAL DE DESVIO	3.470.050,89				25,00%	25,00%							
						867.512,72	867.512,72							
1.7	SERVIÇOS DE URBANIZAÇÃO	92.620,00				50,00%	50,00%							
						46.310,00	46.310,00							

4.0 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

A delimitação das áreas de influência de um determinado projeto é um dos requisitos legais para avaliação de impactos ambientais (Resolução CONAMA Nº 01/86), constituindo-se em etapa fundamental para a elaboração do diagnóstico ambiental. As áreas de influência são aquelas afetadas direta ou indiretamente pelos impactos, positivos ou negativos, decorrentes do empreendimento, durante suas fases de implantação e operação. Estas áreas normalmente assumem tamanhos diferenciados, dependendo do meio considerado (meio físico, biótico ou socioeconômico).

Atende-se aqui a recomendação legal para considerar a bacia hidráulica como a área de influência das intervenções. Observa-se também que os impactos ocorrem a partir do ponto de barramento em direção a jusante e a montante do eixo da barragem, uma vez que aqui serão processadas quase todas as interferências empreendedoras, inclusive as obras de engenharia.

Para melhor entendimento, as áreas de influência são delimitadas em três dimensões: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII). Portanto, as áreas de influência deste Estudo de Impacto Ambiental, com níveis de abordagem diferenciados, são apresentadas nos itens a seguir.

ÁREAS	MEIO FÍSICO	MEIO BIÓTICO	MEIO ANTRÓPICO
ADA	ÁREA DA INTERVENÇÃO	ÁREA DA INTERVENÇÃO	CAAPORÃ E PEDRAS DE FOGO
AID	ÁREA DA INTERVENÇÃO + BUFFER DE 100M	ÁREA DA INTERVENÇÃO + BUFFER DE 100M	CAAPORÃ PITIMBU PEDRA DE FOGO ALHANDRA
AII	CAAPORÃ + PEDRA DE FOGO	BUFFER DE 100M + ÁREA DE INTERVENÇÃO + PROLONGAMENTO CUPISSURA ATÉ A PONTE DA PB – 032 QUE INTERLIGA O MUNICÍPIO DE CAAPORÃ/ALHANDRA	JOÃO PESSOA CONDE BAYEUR SANTA RITA CABEDELO

As áreas de influência estão igualmente apresentadas em base cartográfica em escala de adequada e compatível com a área abrangida. Considerando igualmente as áreas que sofrerão influência do empreendimento em graus variáveis, a partir dos dados colhidos, com foco na estrutura regional e também na bacia hidrográfica em que se pretende inserir o empreendimento. Para tal, foram ainda considerados, a presença de outros empreendimentos em diferentes etapas de desenvolvimento na região e na bacia hidrográfica; uso e ocupação; programas e projetos previstos, em andamento ou já desenvolvidos na região ou na bacia hidrográfica que venham a impactar ou ser impactados pela implantação do empreendimento.

Observa-se ainda que, os limites dessas áreas – em especial a Área de Influência Direta e, porventura, a Indireta – são diferentes, conforme a identificação e a abrangência da expectativa de impactos.

Foram então estabelecidas, conforme o termo de referência os seguintes limites para as diferentes áreas de influência dos impactos, conforme a seguir listado.

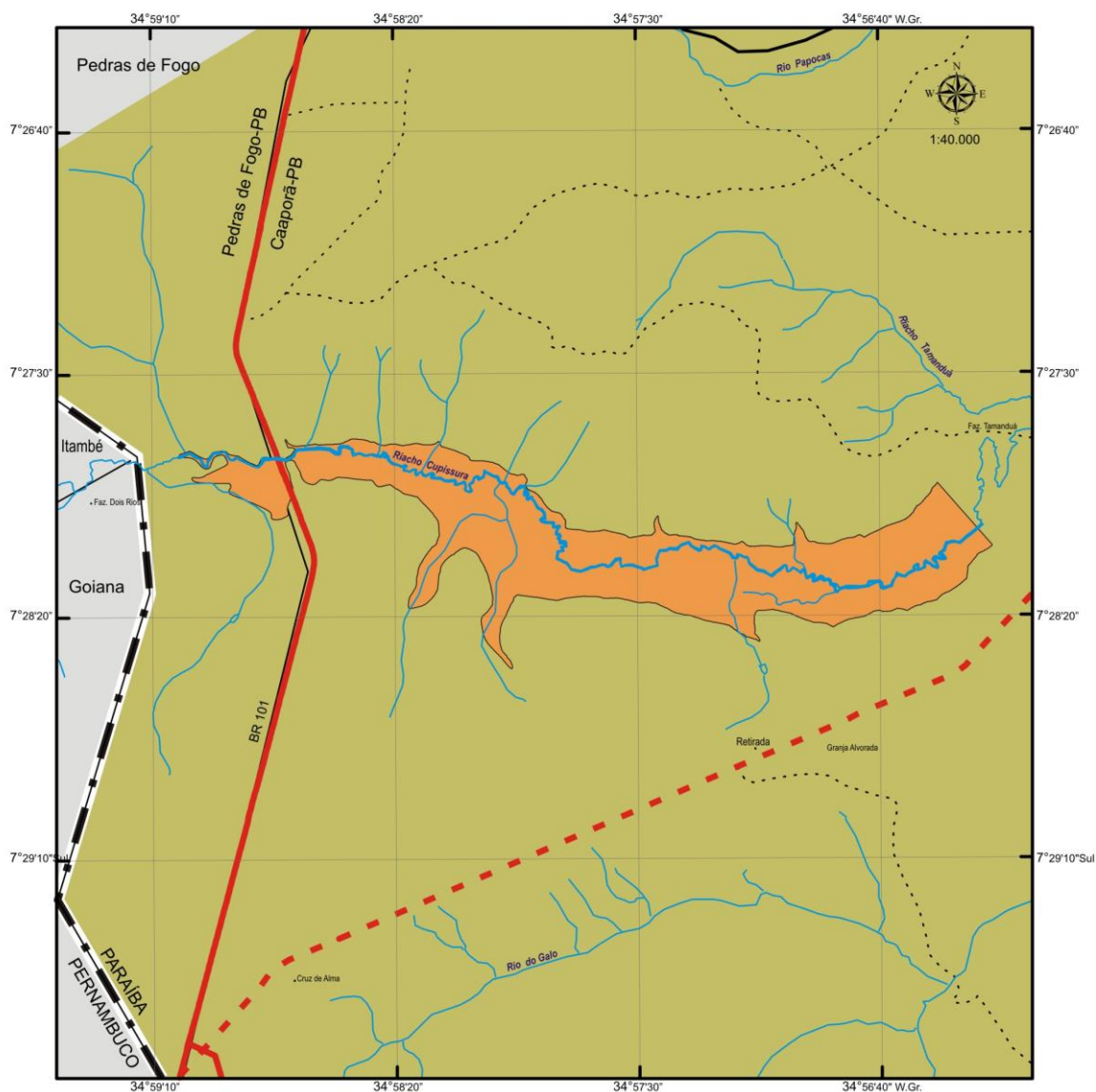
4.1 Área Diretamente Afetada – ADA

Engloba as áreas destinadas à instalação da infraestrutura necessária à implantação e operação do empreendimento, áreas inundadas e respectivas áreas de preservação permanente – APP; trechos afetados por redução de vazão, barramentos, diques, canais; pontos de localização de obras civis decorrentes ou associadas ao empreendimento como vilas residenciais, alojamentos, canteiros de obras, vias de acesso aproveitadas ou novas, áreas de empréstimo, bota-foras, linhas de transmissão e áreas de segurança, impostas pela tipologia do empreendimento.

Abaixo segue os mapas correspondente as áreas diretamente afetadas dos meio Físico, Biótico e antrópico.

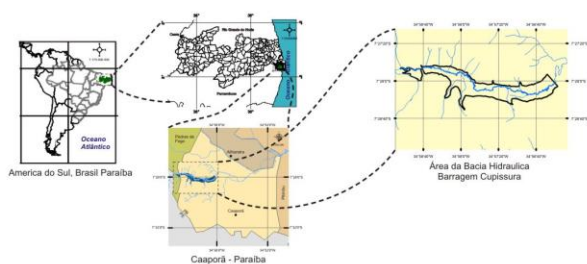
ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - MEIO FÍSICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



0 400m 1600m 2800m
Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada
- Área de Influência Indireta
- Área Fora de Análise



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitumbu).

CEMAPPU

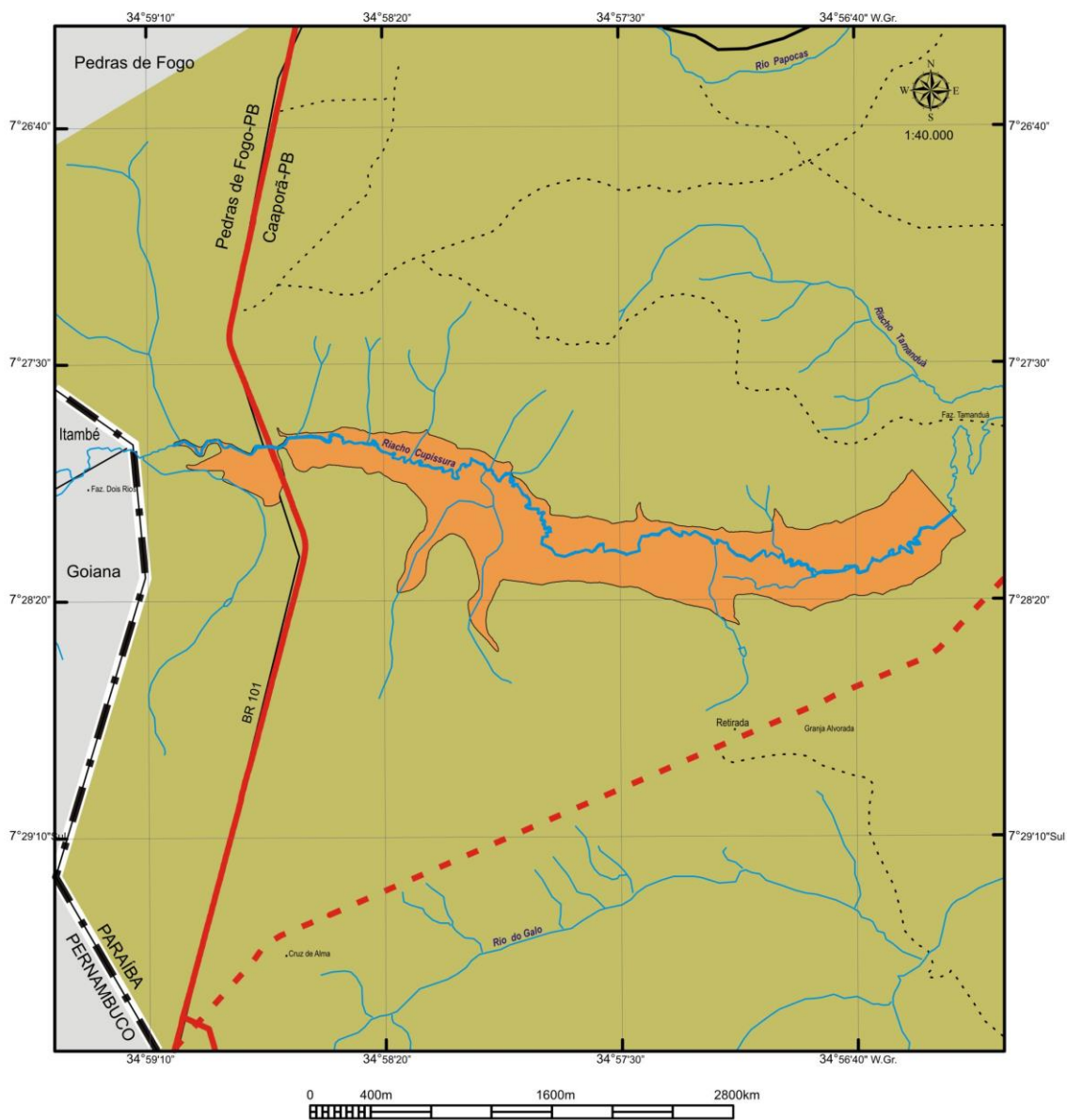
CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

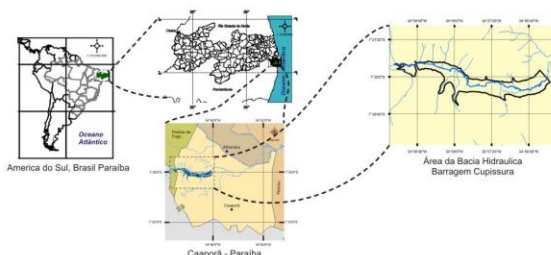
ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - MEIO BIÓTICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada
- All Meio Físico
- Área Fora de Análise



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

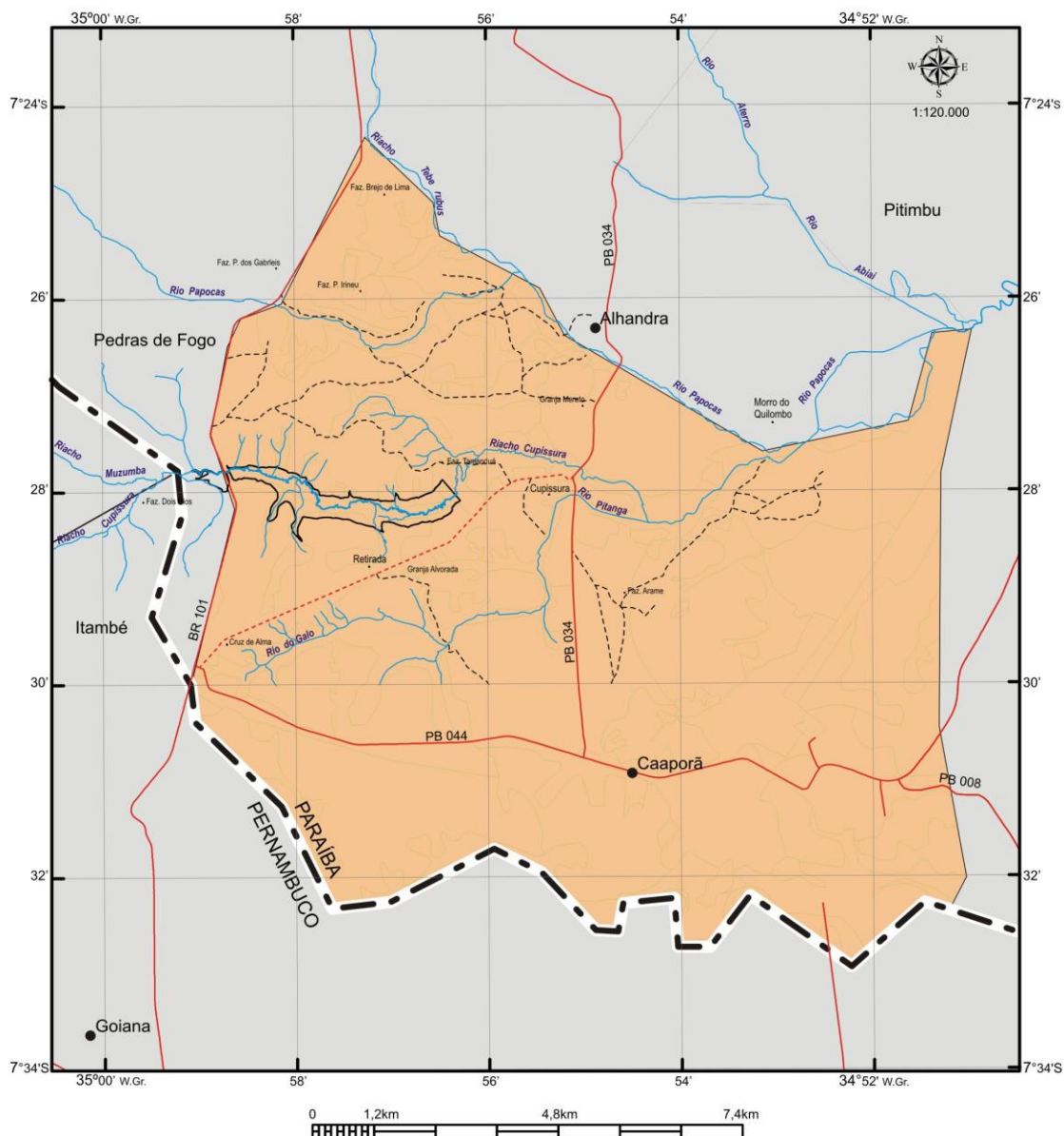
CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

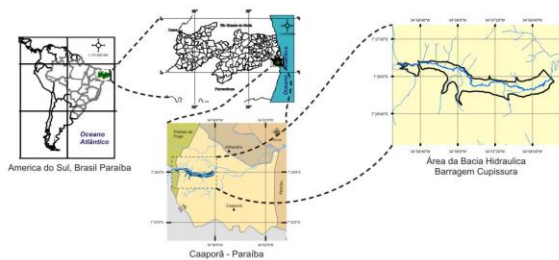
ÁREA DIRETAMENTE AFETADA - MEIO ANTRÓPICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Bacia Hidráulica (Empreendimento)
- Área Diretamente Afetada
- Área Fora de Análise



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

4.2 Área de Influência Direta – AID

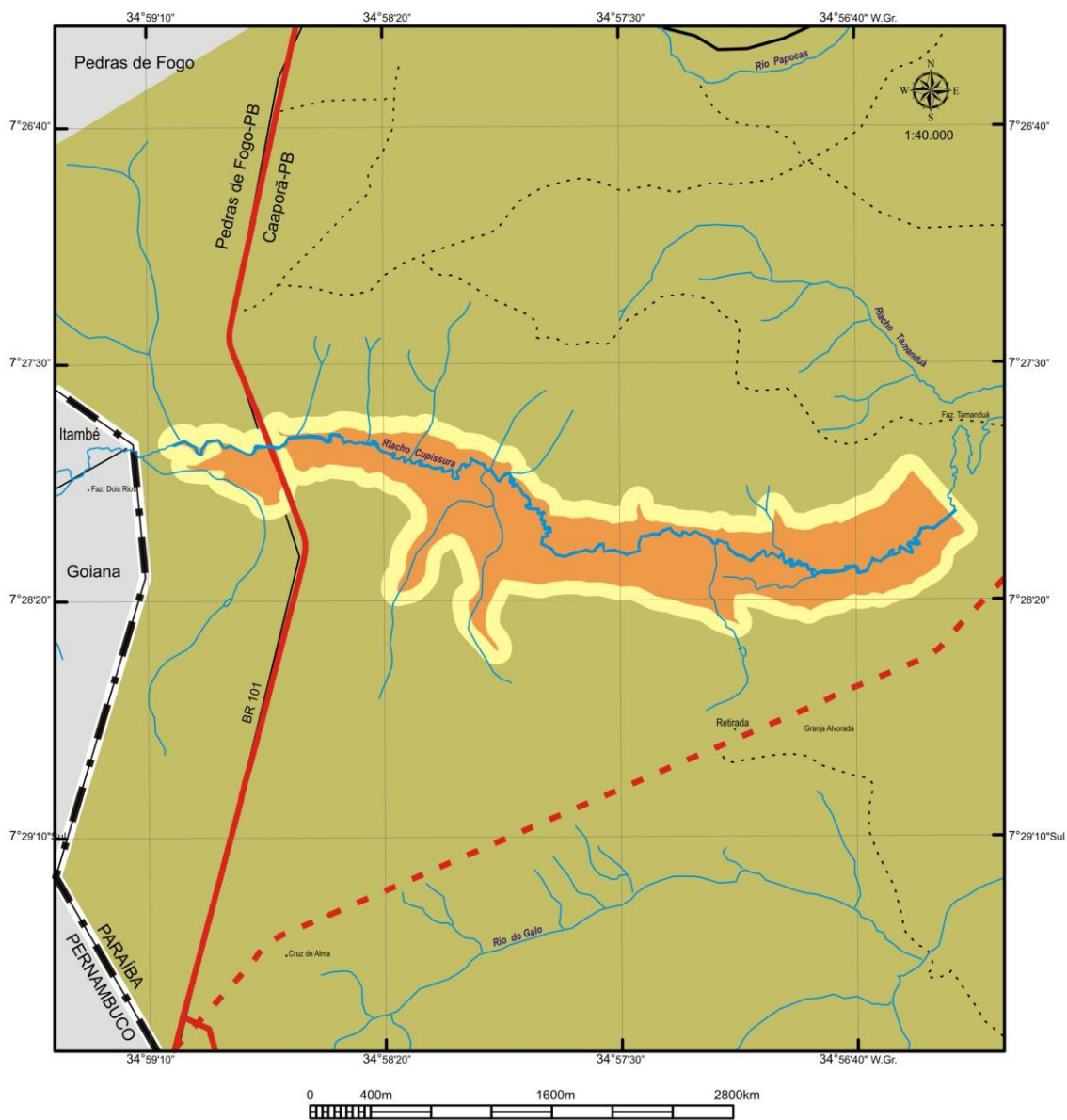
A Área de Influência Direta (AID) é definida como sendo aquele território onde as relações sociais, econômicas, culturais e os aspectos físicos e biológicos sofrem os impactos de maneira primária, tendo assim alguma característica ou elemento alterado, em uma relação direta de causa e efeito. Para os meios físico e biótico, considerando todas as intervenções necessárias às obras de implantação e para a operação da barragem Cupissura, a Área de Influência Direta (AID) compreende todo o entorno do empreendimento, que inclui a futura área de APP do lago artificial somada com uma área de buffer de 100 metros.

Para o meio socioeconômico, a Área de Influência Direta (AID) compreende os municípios da microrregião do litoral sul do Estado da Paraíba envolvendo os municípios Caaporã, Alhandra, Pedras de Fogo e Pitimbu, considerando a importância do empreendimento proposto sob as perspectivas cultural, econômica e social. As intervenções construtivas e operacionais da implantação e operação da barragem Cupissura deverão repercutir em escala regional, afetando de forma direta esses municípios no que diz respeito à geração de emprego e de renda, assim como também, à pressão sobre os serviços básicos e infraestrutura urbana, e no atendimento às demandas operacionais do empreendimento, no que se refere à demanda e fornecimento de insumos, equipamentos, serviços terceirizados, e, também, fornecimento de força de trabalho.

Abaixo segue os mapas correspondente as áreas de influencias direta dos meio Físico, Biótico e antrópico.

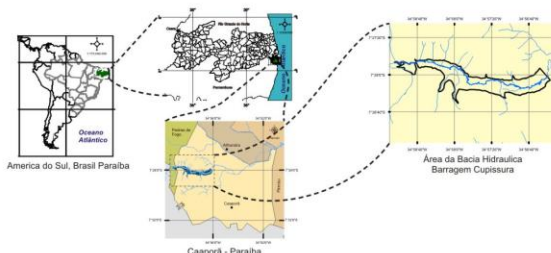
ÁREA INFLUÊNCIA DIRETA - MEIO FÍSICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada (Empreendimento)
- Área Influência Direta (Buffer 100 metros)
- All Meio Físico
- Área Fora de Análise



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitumbu).

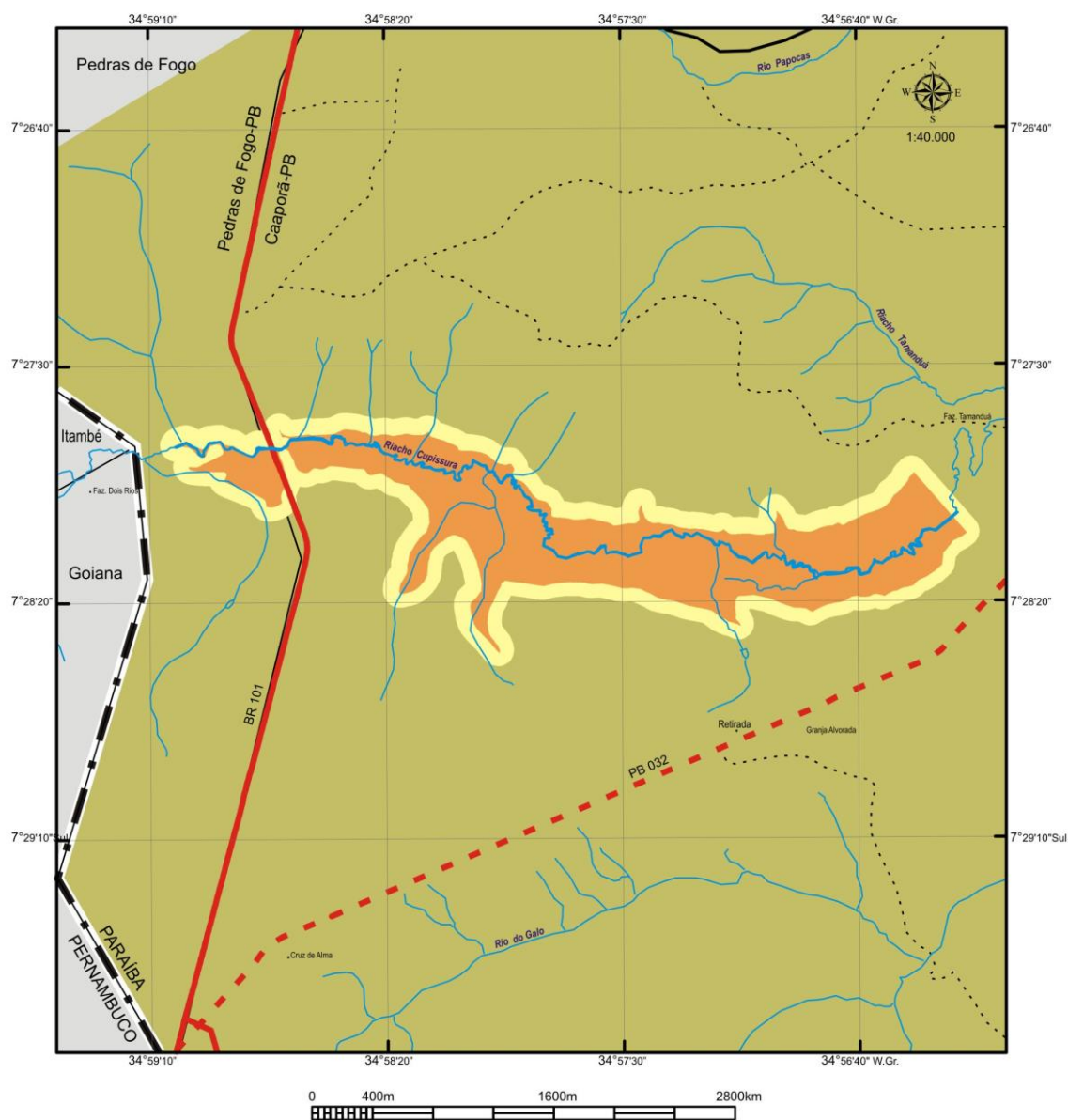
CEMAPP
CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

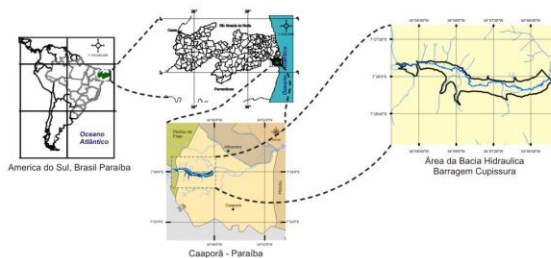
ÁREA INFLUÊNCIA DIRETA - MEIO BIÓTICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada (Empreendimento)
- Área Influência Direta (Buffer 100 metros)
- All Meio Físico
- Área Fora de Análise



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007); MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

Sistema de Coordenadas Geográficas
/alores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

4.3 Área de Influência Indireta – AII

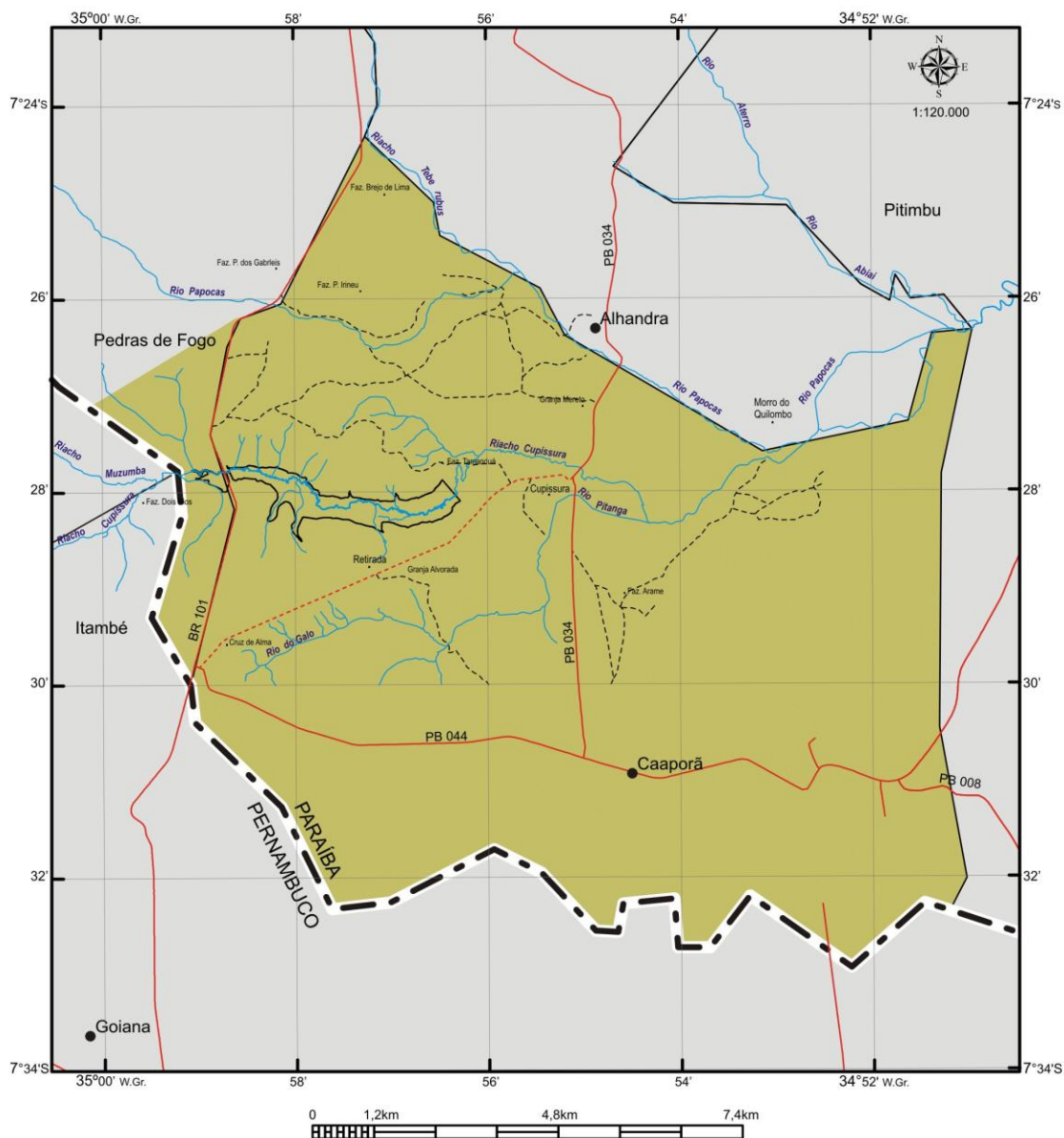
A Área de Influência Indireta (AII) é a região onde os impactos se fazem sentir de maneira secundária ou indireta e, de modo geral, com menor intensidade quando comparados à Área de Influência Direta (AID).

Considera-se, para os meios físico e biótico, como Área de Influência Indireta (AII) o Município de Caaporã e uma pequena área das terras localizadas no extremo sul do município de Pedras de Fogo. Com relação ao meio socioeconômico, compreende integralmente a região metropolitana de João Pessoa com exceção de Lucena, no que se refere à arrecadação tributária e à importância econômica devido aos incentivos a serem gerados para o setor, bem como devido aos impactos positivos decorrentes da importância estratégica, tecnológica e econômica do empreendimento e seus produtos, junto ao mercado, assim como seus reflexos na economia estadual.

Abaixo segue os mapas correspondente as áreas de influencias indireta dos meio Físico, Biótico e antrópico.

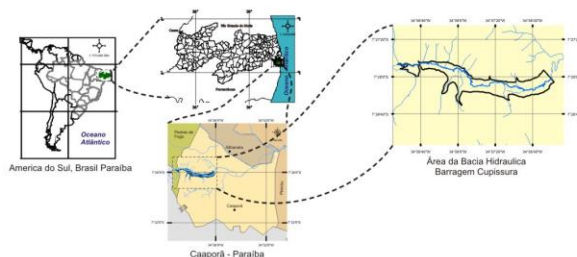
ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - MEIO FÍSICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada
- Área de Influência Indireta
- Área Fora de Análise



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007); MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05, SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

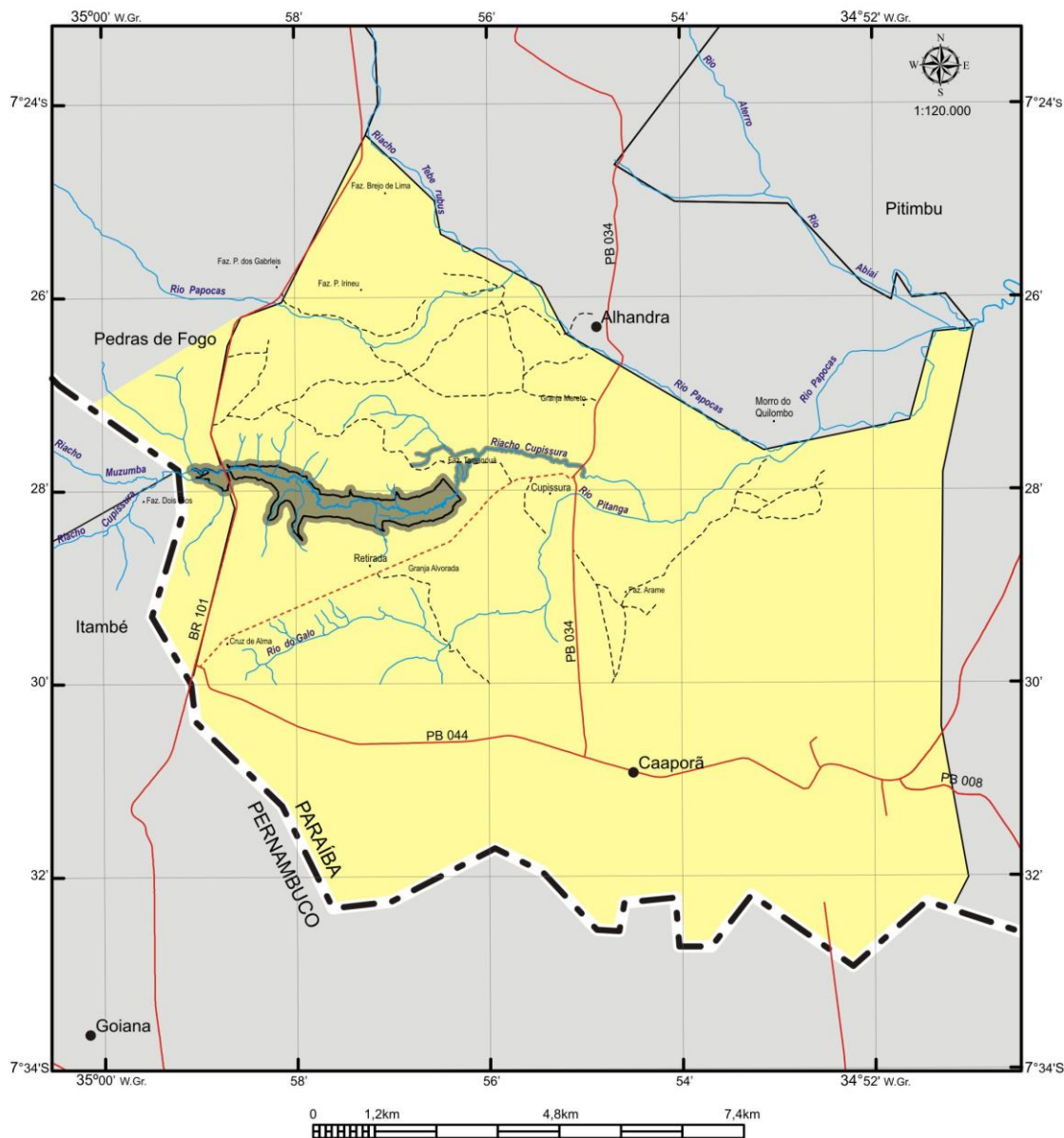
CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

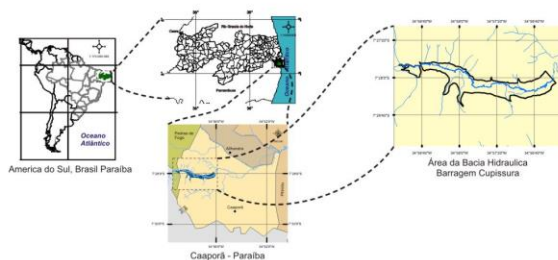
CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - MEIO BIÓTICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área do Empreendimento
- Área de Influência Indireta - Meio Biótico
- Área de Influência Indireta - Meio Físico



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

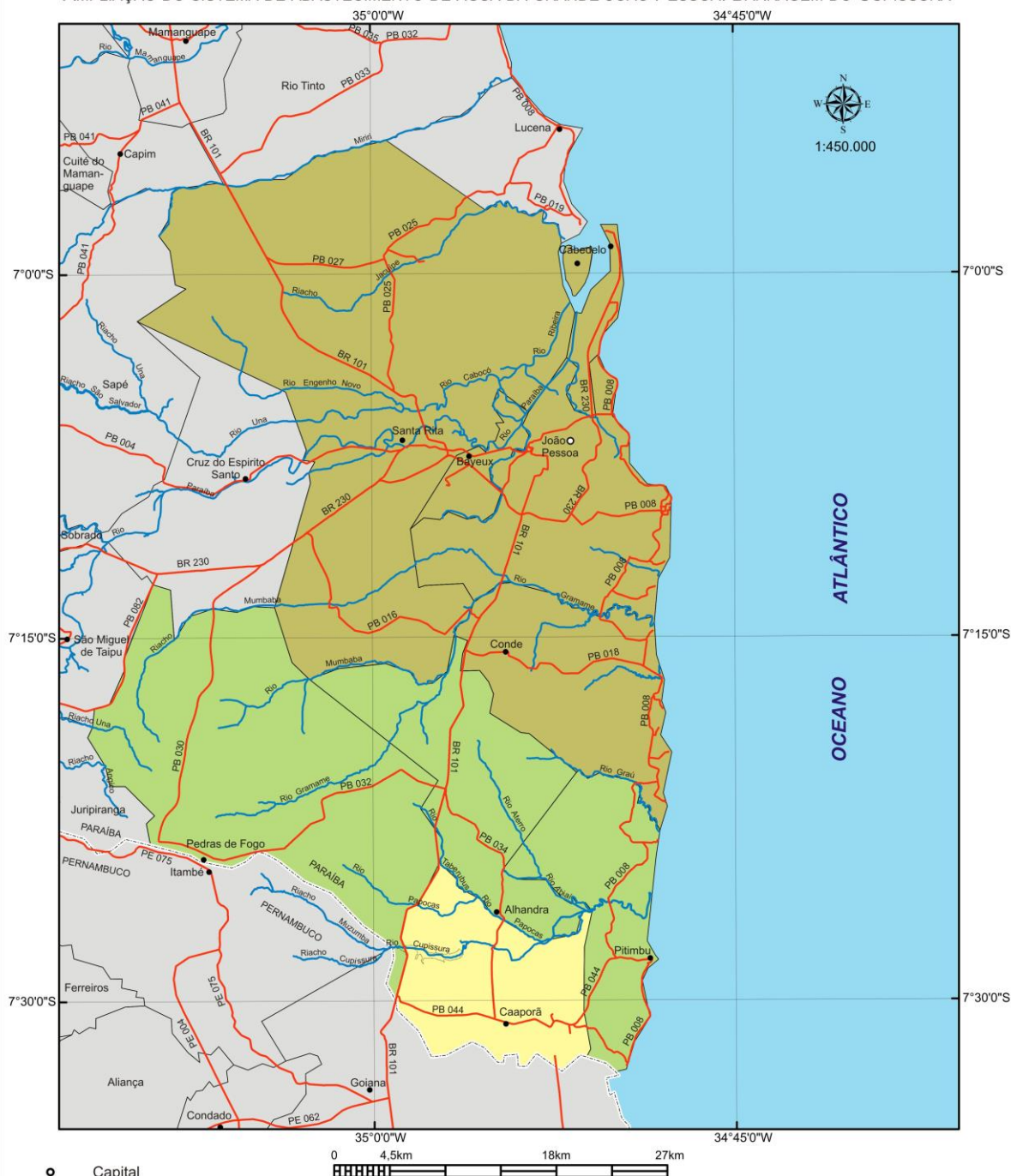
CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA - MEIO ANTRÓPICO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



- Capital
- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- Corpos D'água
- Bacia Hidráulica (Empreendimento)
- Área Diretamente Afetada
- Área de Influência Direta
- Área de Influência Indireta
- Área Fora de Análise

Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

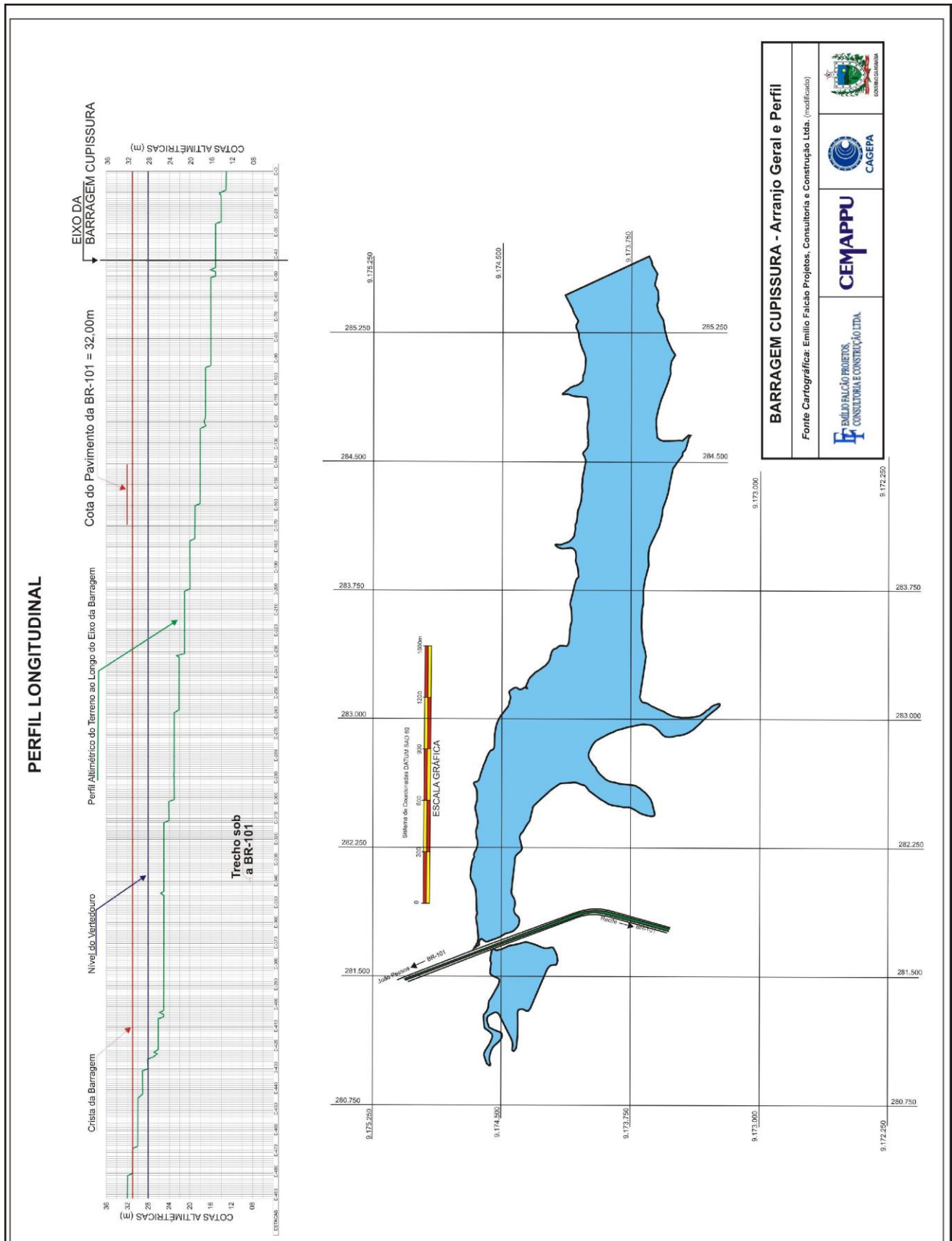
CEMAPP

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

4.4 Perfil de linha d'água



4.5 Anuência do DNIT e do DER

DNIT

Superintendência
Ofício nº 257/2012 – SR DNIT/PB

João Pessoa, 3 de maio de 2012.

A Sua Senhoria o Senhor
João Vicente Machado Sobrinho
Diretor de Expansão da CAGEPA
Rua Feliciano Cirne, s/n.º – Jaguaribe
João Pessoa/PB
CEP: 58.015 –901

Assunto: Barragem de Cupissura.

Senhor Superintendente,

1. Refiro-me ao Ofício CT DEX 040/2012 que trata da construção de uma barragem no rio "Dois Rios", denominada BARRAGEM CUPISSURA.
2. Sobre a possível interferência da barragem com a BR-101/PB, quando na cota de maior acumulação – para um tempo de recorrência de 1.000 anos, conforme informado – este Departamento não tem restrições à sua construção, pois essa cota é inferior à cota do infradorso da viga da ponte sobre o rio "Dois Rios", km 124,1.
3. Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

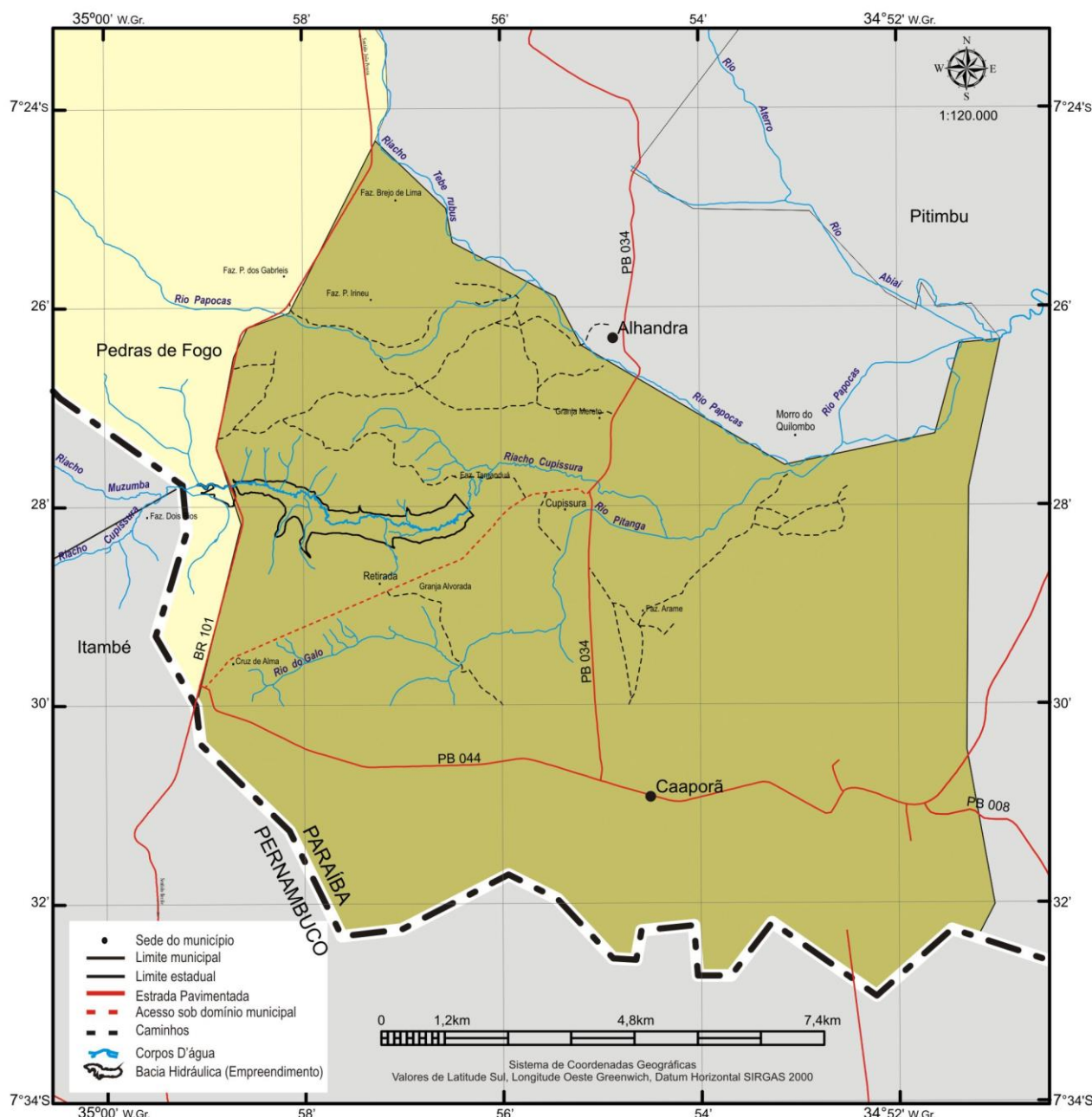
ENG.º GUSTAVO ADOLFO ANDRADE DE SÁ
SUPERINTENDENTE REGIONAL

 Sistema de Protocolo
Processo: 0012604-12 Entrada: 04/05/2012
CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM
Interessado: DNIT
Obs.: Obs.:

4.6 Com respeito as rodovias estaduais na área do entorno da intervenção, conforme são apresentados em mapa, as rodovias estaduais se encontram distantes da área de intervenção direta, por conseguinte não existe relação de conflitos entre o empreendimento e os interesses do DER/PB que necessitam de sua chacela.

RELAÇÕES DE VIZINHANÇA DA BACIA HIDRÁULICA COM AS PRINCIPAIS RODOVIAS ESTADUAIS

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra), SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu) e DER-PB, Mapa Rodoviário (2013).

CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

4.7 Aspectos da Cartografia

A descrição a seguir tem como finalidade explicar os procedimentos adotados para elaboração dos mapas apresentados neste estudo de impacto ambiental. Além disso, também são descritos informações relevantes sobre as bases de dados e suas respectivas escalas.

Os *layouts de impressão* seguem o padrão internacional ISO 216, papel do tamanho A4, com dimensões de 210 mm de largura e 297 mm de altura. Os planos de informações foram organizados a partir de diferentes bases de dados cartográficas (analógica e digital), sendo admitido como escala de visualização o menor nível de detalhamento.

Por fim, cabe ressaltar que alguns mapas temáticos foram elaborados a partir de base cartográfica com escala de detalhe aquém daquela indicada no Termo de Referência. No entanto, apesar desta situação ser considerada indesejável sob o ponto de vista da investigação ambiental, quando observado os aspectos antropogênicos, bióticos e fisiográficos da área destinada a instalação da bacia hidráulica, concluiu-se que este fato não causou e nem causará prejuízos comprometedores aos resultados inerentes a avaliação integrada de impactos.

4.7.1 Base de dados cartográfica

Os elementos cartográficos utilizados para produção de mapas temáticos e de localização foram extraídos de fontes de dados primário e secundário. No caso dos dados primários, estes estão restritos a pontos de controle coletados em campo por meio de receptores GPS (Sistema Global de Posicionamento). Os dados secundários foram obtidos a partir de cartas topográficas analógicas e mapeamentos digitais existentes. Em todos os casos, sempre que necessário, as informações espaciais foram convertidas para formato compatível com Sistema de Informação Geográfica.

- **Dado analógico**

As informações disponíveis neste formato foram utilizadas como referência para auxiliar na composição de alguns mapas temáticos e na delimitação da rede de drenagem, das principais localidades e do sistema viário do município de Caaporã e circunvizinhança. As bases cartográficas planialtimétricas em formato analógico na escala de 1:25.000, correspondentes as folhas SB-25-Y-C-III-3-SO e SB-25-Y-C-III-3-SE (Sudene, 1974) foram digitalizadas e georreferenciadas. Os mapas temáticos disponíveis no Plano Estadual de Recursos do Estado da Paraíba (PERH-PB) e no Levantamento de Recursos Naturais, volume 23, Projeto Radambrasil, escala 1:250.000, folhas SB 24/25, foram adotados como referência apenas para produção dos mapas temáticos.

- **Dado digital**

A maior parte das informações encontrava-se disponível em formato digital e em extensão compatível com softwares de Sistema de Informação Geográfica. Na sua totalidade os dados estão disponíveis em escalas cartográficas igual ou inferior a 1:250.000.

4.7.2 Imagem de satélite e Modelo Digital de Elevação

As imagens Landsat com resolução espacial de 30 metros e contendo bandas nas faixas espectrais do visível e infravermelho foram utilizadas para produção de mapas de uso do solo e cobertura vegetal. A imagem SRTM, resolução espacial de 90 metros foi usada para produção do mapa de hipsometria (classes altimétricas).

4.7.3 Sistema de Projeção

Para fins de impressão, os dados analógicos e digitais, bem como as imagens satélite foram convertidos para o sistema de coordenadas geográficas, com valores de latitude sul e longitude oeste de Greenwich, *datum* horizontal SIRGAS 2000.

4.7.4 Detalhamento dos principais mapas

Os *layouts* estão divididos em três categorias de mapas: alocação, localização e temáticos. Os mapas de alocação e localização correspondem aos planos de informações relacionados as áreas de influências (meios antrópico, biótico e físico-ambiental) e aos pontos de controle terrestre coletados por meio de receptor GPS em levantamento de campo. Os temáticos correspondem a mapas específicos e são apresentados em diferentes escalas cartográficas.

i. *Áreas de Influências Direta e Indireta*

Estes planos de informações espaciais têm como finalidade principal mostrar os polígonos correspondentes as áreas de influências e os atributos mais importantes da sua circunvizinhança. Para tanto, foram utilizados as folhas SB-25-Y-C-III-3-SO e SB-25-Y-C-III-3-SE, na escala de 1:25.000 (Sudene, 1974), a Malha Digital dos Municípios (IBGE, 2010) e as Imagens Landsat 5, resolução espacial de 30 metros. Considerando o objetivo e baseado nos referidos dados cartográficos, foi possível elaborar *layouts* de impressão nas escalas cartográficas de 1:40.000, 1:120.000, 1:350.000 e 1:450.000.

ii. *Pontos de amostras d'Água e Rejeitos Sólidos*

Com a finalidade principal de mostrar a distribuição espacial de algumas ocorrências ou eventos relevantes nas áreas de influências direta e indireta, foram utilizados os pontos de controle coletadas por meio de receptor GPS, as folhas SB-25-Y-C-III-3-SO e SB-25-Y-C-III-3-SE, na escala de 1:25.000 (Sudene, 1974), a Malha Digital dos Municípios (IBGE, 2010) e as Imagens Landsat 5, resolução espacial de 30 metros. De posse dos referidos dados cartográficos e considerando o objetivo destes planos de informações espaciais, foi possível elaborar *layouts* de impressão nas escalas de 1:60.000 e 1:120.000.

iii. *Geologia, Geomorfologia, Solos e Vegetação*

Os mapas temáticos relacionados ao meio físico-ambiental têm como objetivo principal mostrar a distribuição espacial dos diferenciados fatores que marcam a paisagem local. Além das folhas SB-25-Y-C-III-3-SO e SB-25-Y-C-III-3-SE, na escala de 1:25.000 (Sudene, 1974), a Malha Digital dos Municípios (IBGE, 2010) e as Imagens Landsat

5, resolução espacial de 30 metros, também foram utilizados como referência os mapeamentos litológicos e de recursos minerais produzidos pelos Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM), escala 1:250.000, as grandes classes fitogeográficas (MMA, 2002) e os dados disponíveis no Projeto Radambrasil, escala 1:250.000, folhas SB 24/25. Considerando o objetivo e baseado nos referidos dados cartográficos, foi possível elaborar *layouts* de impressão na escala cartográfica de 1:120.000.

iv. *Altimetria e Uso e Ocupação do Solo*

Os mapas temáticos relacionados as classes altimétricas e uso e ocupação solo mostram as grandes ocorrências na paisagem de suas respectivas categorias de mapeamento. Embora os dados básicos extraídos das folhas SB-25-Y-C-III-3-SO e SB-25-Y-C-III-3-SE, na escala de 1:25.000 (Sudene, 1974) e da Malha Digital dos Municípios (IBGE, 2010) tenham sido utilizados, a elaboração destes planos de informações estão alicerçados em levantamentos de campo e produtos de sensoriamento remoto. No caso da altimetria, foram utilizados modelos digitais de elevação (MDE) gerado por processamento de pares de imagens do satélite *Shuttle Radar Topographic Mission* – SRTM, com resoluções aproximadas de 30 metros e 90 metros. O mapeamento das classes de uso e ocupação do solo foi baseada em levantamentos em campo e nas imagens Landsat 5, com resolução de 30 metros. Considerando o objetivo e baseado nos referidos dados cartográficos, foi possível elaborar *layouts* de impressão na escala cartográfica de 1:120.000.

v. *Classes climáticas, Bacias Hidrográficas e Sistemas Aquíferos*

Os planos de informações espaciais referentes as classes climáticas e bacias hidrográficas são apresentados de forma ilustrativa, haja vista a escala cartográfica dos seus respectivos *layouts* de impressão. Contudo, apesar da região se encontrar inserida em uma única grande classe de ocorrência, o mapa de sistemas aquíferos foi produzido a partir de fonte com escala cartográfica aquém da sugerida pelo Termo de Referência. Assim sendo, considerando os dados disponíveis no estado da Paraíba, especialmente reativos ao mapeamento hidrogeológico, foi possível elaborar *layouts* de impressão nas escalas cartográficas de 1:350.000 e 1:2.200.000.

5.0 DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

A finalidade do diagnóstico ambiental é determinar a qualidade ambiental da área, o que diz respeito às características do meio físico, biótico e socioeconômico. Ela não deve servir para limitar um inventário de dados disponíveis sobre os fatores ambientais, porém devem refletir o trabalho interdisciplinar da equipe técnica analisando formas detalhadas as interações dos componentes do meio.

Os estudos de caracterização e diagnóstico ambiental, realizados para a implantação da Barragem Cupissura na bacia hidráulica do rio Cupissura na zona rural do município de Caaporã, tiveram como base a coleta e posterior análise de dados de natureza física, biológica e social e que possibilitaram uma real interpretação da situação ambiental em que se encontra a área na qual este empreendimento será implantado. Esses dados foram coletados e, mediante o tratamento adequado e a análise necessária, interpretados resultando num reflexo ambiental da localidade.

Os estudos para a caracterização e diagnóstico ambiental do empreendimento em foco foram desenvolvidos em diferentes escalas de observação, em função do material pesquisado em várias instituições como: SEPLAN/Paraíba, SEMARH /Paraíba, CPRM, SUDEMA, IBAMA, CPTEC, MET, IBGE, Universidade Federal da Paraíba, entre outras, conforme o seguinte roteiro metodológico:

- Coleta e análise das informações existentes sob forma de estudos, projetos, materiais cartográficos, com a devida corroboração das observações de campo, e outros documentos relacionados com o meio físico, vegetação e flora, fauna e o meio socioeconômico ou antrópico das Áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento;
- Descrição dos ambientes com base em dados primários e secundários. Os primeiros, com relação à área de influência direta, são mais qualitativos e foram levantados em campo, através de observações. Os dados

secundários, mais quantitativos, foram coletados em instituições especializadas.

Em suma o diagnóstico ambiental da área a ser afetada direta e indiretamente pelo empreendimento, será aqui identificada pelos seus componentes naturais e suas interações, caracterizando assim a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto de barramento. De maneira geral irá identificar o sistema ambiental existente e interações dos componentes: substrato, ar, água, clima, fauna, flora, homem e atividades socioeconômicas.

5.1 Diagnóstico Ambiental Do Meio Físico

5.1.1 Climatologia

O capítulo de Clima e Condições Meteorológicas foi elaborado com base em dados secundários, principalmente os obtidos nas "Normas Climatológicas", publicadas pelo Departamento Nacional de Meteorologia. Foram consultadas também publicações que abordam aspectos climáticos da região em estudo. Por sua natureza, este capítulo dispensa trabalhos de campo, bastando para sua elaboração, séries de dados meteorológicos, conhecimento dos elementos dinâmicos do clima (massas de ar) e características físicas de região, principalmente relevo, e latitude.

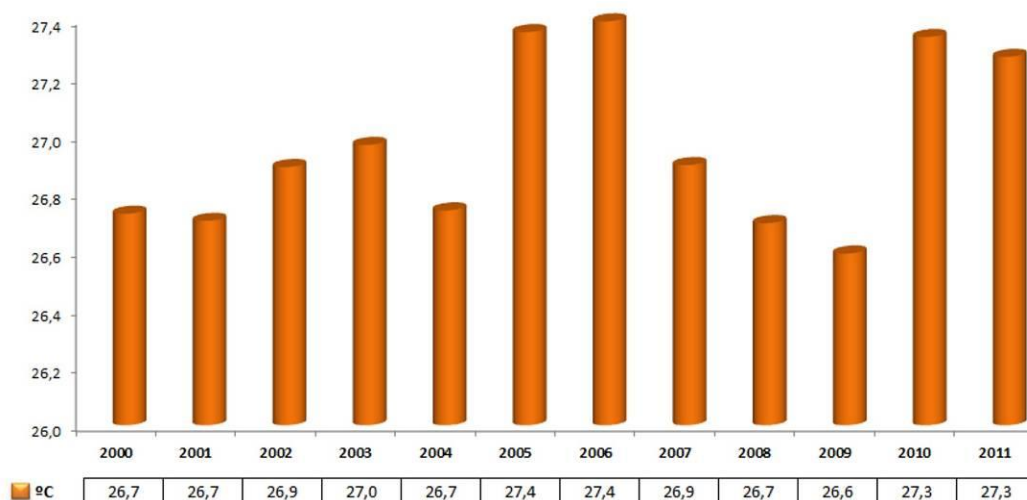
Considerando as normas definida pela Organização Meteorologia Mundial – OMM, que admite um raio representativo de até 150 km, a análise das condições climáticas regionais foi elaborada a partir das variáveis meteorológicas obtidas no banco de dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, na estação meteorológica de João Pessoa – PB (OMM: 82798).

A partir dos dados disponíveis na referida estação, foram calculadas as médias anuais relativas ao período de 2000 a 2011, onde foram observados os parâmetros relativos a temperatura, umidade relativa do ar, precipitação, insolação, direção e velocidade do vento.

5.1.1.1 Temperatura Média do Ar

As medidas de temperatura da plataforma de coleta de dados da Estação de João Pessoa no período de 2000 a 2011 indicam que neste período a média foi 26,9°C. A Figura abaixo representa a variação anual neste mesmo período.

Figura 3 - Temperatura média anual: Período 2000 a 2011



A Tabela 12 abaixo apresenta as médias das temperaturas mínima e máxima durante o período analisado. Nela é possível observar que os anos de 2009 e 2010 alcançaram os valores mínimo e máximo, com temperaturas médias de 23,09°C e 30,71°C, respectivamente.

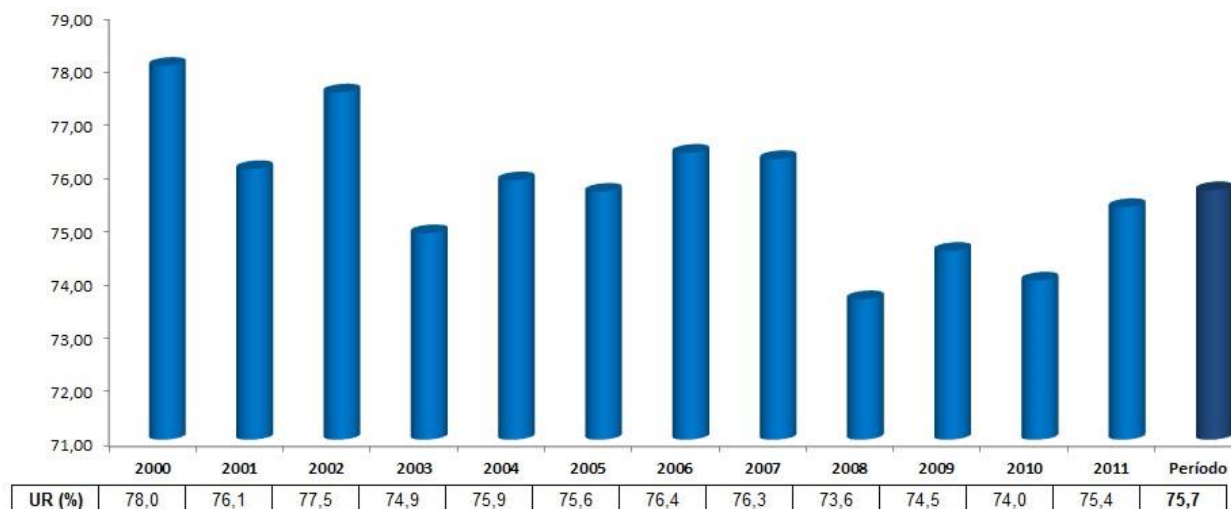
Tabela 12 - Temperatura média anual - Período 2000 a 2011

ANO	Temperatura média (°C)		
	Máxima	Mínima	Anual
2000	29,63	23,79	26,73
2001	29,87	23,54	26,70
2002	29,77	23,98	26,89
2003	30,05	23,86	26,97
2004	29,88	23,62	26,74
2005	30,22	24,43	27,36
2006	30,10	24,68	27,39
2007	29,84	23,83	26,90
2008	30,02	23,29	26,70
2009	30,33	23,09	26,59
2010	30,71	23,92	27,34
2011	30,23	24,30	27,27
Média	30,06	23,86	26,96

5.1.1.2 Umidade Relativa

Observando a Figura 4 abaixo é possível verificar que a média da umidade relativa do ar coletada pela Estação de João Pessoa-PB no período de 2000 a 2011 foi equivalente a 75,68%, sendo os valores médios máximos e mínimos alcançados durante o ano de 2000 (78,0%) e 2008 (73,6%).

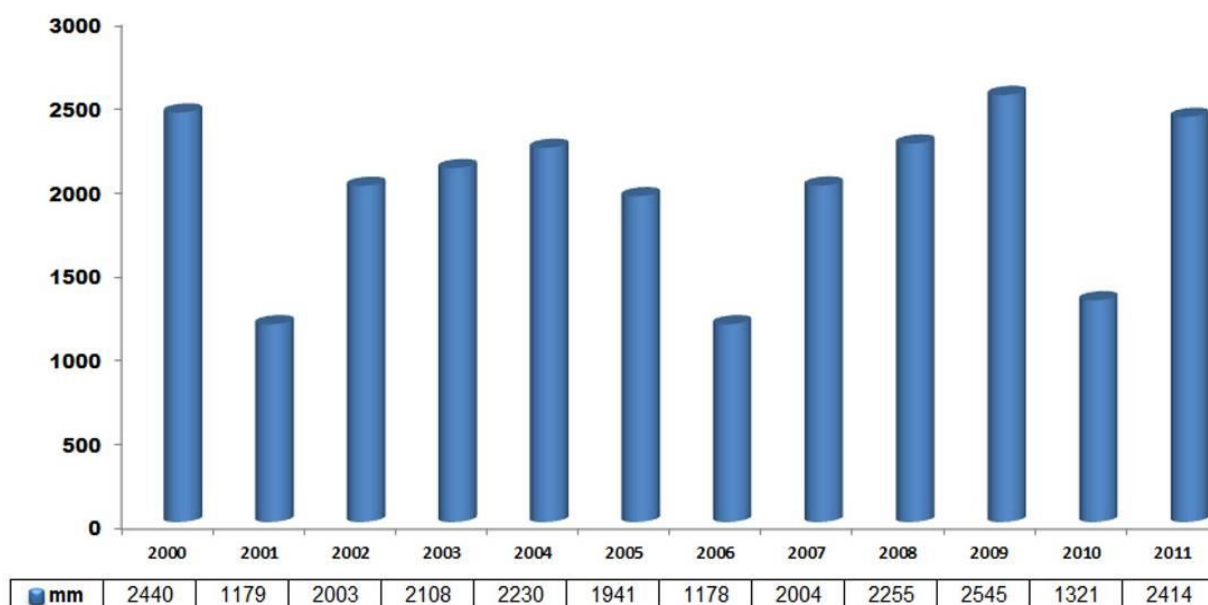
Figura 4 - Média anual da umidade relativa do ar



5.1.1.3 Precipitação

Os valores anuais de precipitação indicaram que a média do período analisado correspondeu 1968 mm. No entanto, observando a Figura 5 abaixo é possível verificar que os anos de 2001 e 2009 foram alcançaram as médias mínima e máxima de precipitação, respectivamente 1179 mm e 2545 mm.

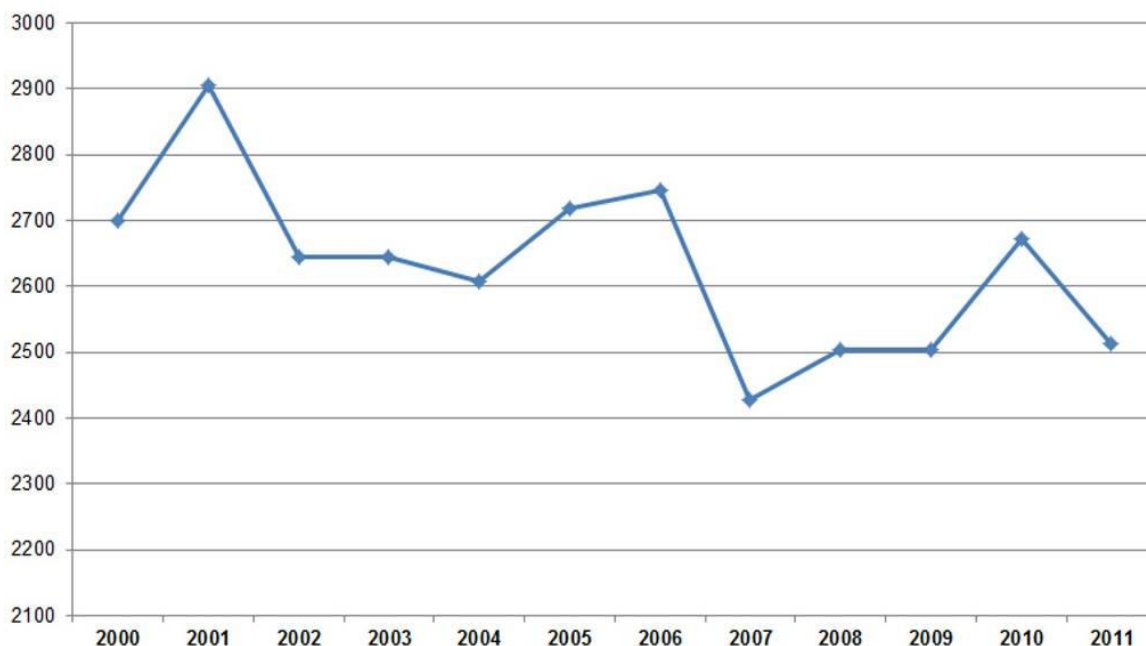
Figura 5 - Precipitação Manual no Período de 2000 a 2011



5.1.1.4 Insolação

De acordo com os dados referentes a insolação, que consiste no número de horas em que a luz do Sol atingiu a superfície da terrestre sem interferência de nuvens, a região observada apresentou uma média durante o período de 2000 a 2011 equivalente a 2632 horas. A Figura 6 a seguir mostra que a insolação máxima ao longo do referido período ocorreu no ano de 2001 (2906 horas) e a de mínima em 2007 (2429).

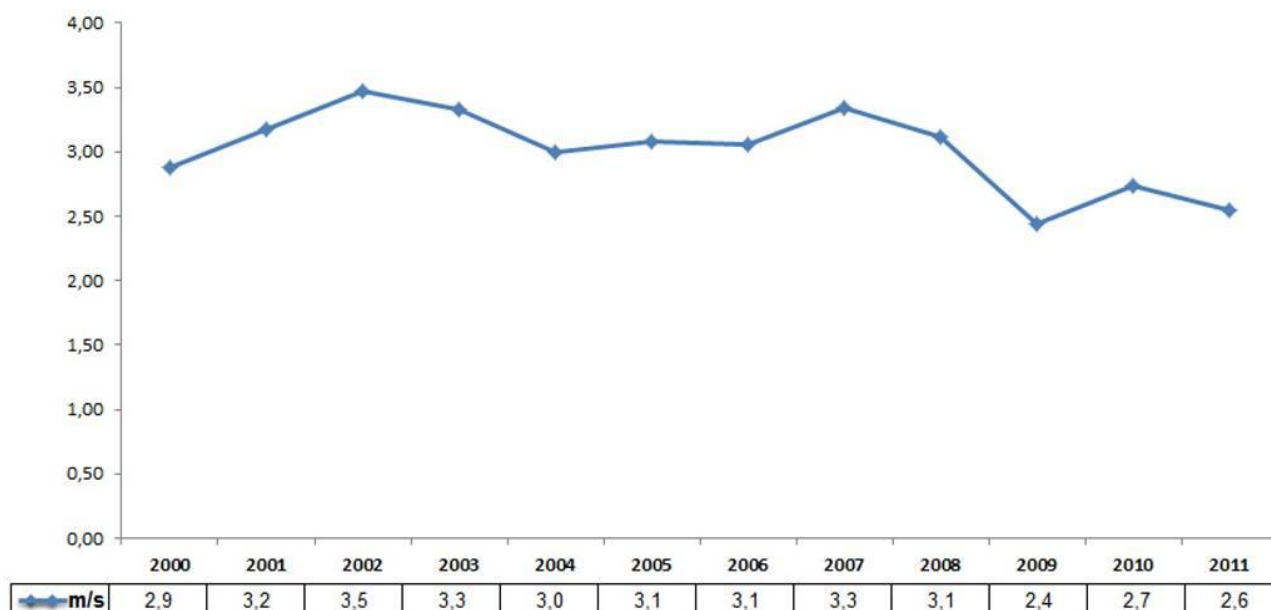
Figura 6 - Médias anuais de insolação



5.1.1.5 Direção e velocidade do vento

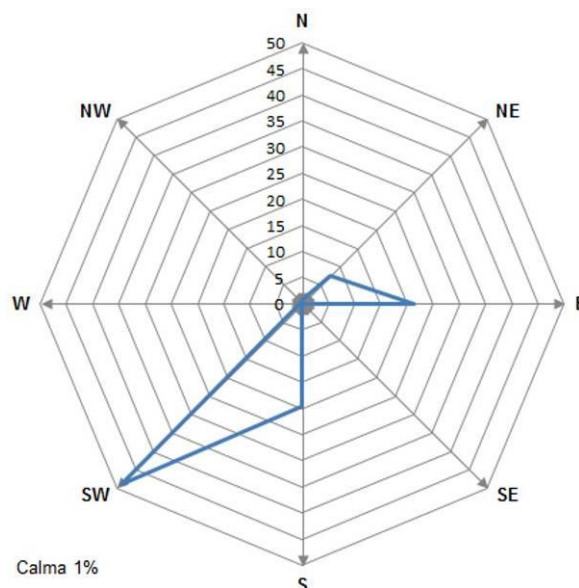
A Figura 7 abaixo mostra a média anual da velocidade do vento ao longo do período de 2000 a 2011, na qual é possível constatar que máxima ocorreu em 2002 e mínima em 2004.

Figura 7 - Média anual da velocidade do vento, período de 2000 a 2011.



No caso da direção do vento, analisando a Figura abaixo é possível constatar que predominaram os ventos sudoeste (49%) e leste (21%).

Figura 8 - Percentual de ocorrência predominante da direção vento no período de 2000 a 2011.



5.1.1.6 Balanço Hídrico

O balanço hídrico nada mais é do que o compute das entradas e saídas de água de um sistema. Várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico. Na escala macro, o “balanço hídrico” é o próprio “ciclo hidrológico”, cuja resultado nos fornecerá a água disponível no sistema (no solo, rios, lagos, vegetação úmida e oceanos), ou seja na biosfera.

No caso do levantamento do balanço hídrico do rio Cupissura especialmente para a implanta da barragem, o que podemos denominar em uma escala intermediária, representada pela bacia hidrográfica do Rio Cupissura, o balanço hídrico resulta na vazão de água desse sistema. Para períodos em que a chuva é menor do que a demanda atmosférica por vapor d’água, a vazão (Q) diminui, ao passo em que nos períodos em que a chuva supera a demanda, Q aumenta. Ou seja o balanço hídrico é a contabilização de água no solo, resultante da aplicação do Princípio de Conservação da Massa em volume

de solo vegetado. A variação do armazenamento de água em um determinado volume de solo é influenciada pelas variáveis de entrada e de saída, resultando em representações quantitativas dos níveis de deficiência hídrica (mm) ou excedente hídrico (mm).

Foi realizado pela Acqualtool Consultoria o estudo do Balanço hídrico, onde os estudos da pluviometria média na bacia hidrográfica do reservatório Cupissura, gerada a partir dos coeficientes de Thiessen, resultou em 1.441 mm/ano, sendo os meses de Abril a Julho responsáveis por quase 60% do total anual.

Com relação ao deflúvio médio anual, segundo o estudo, a bacia apresenta 533 mm, o que corresponde a um coeficiente de escoamento de 37,0%. As estatísticas inerentes à pluviometria e fluviometria estão apresentadas na Tabela 13 e 14 abaixo.

Tabela 13 - Estatísticas da série pluviométrica da bacia hidrográfica do reservatório Cupissura (mm)

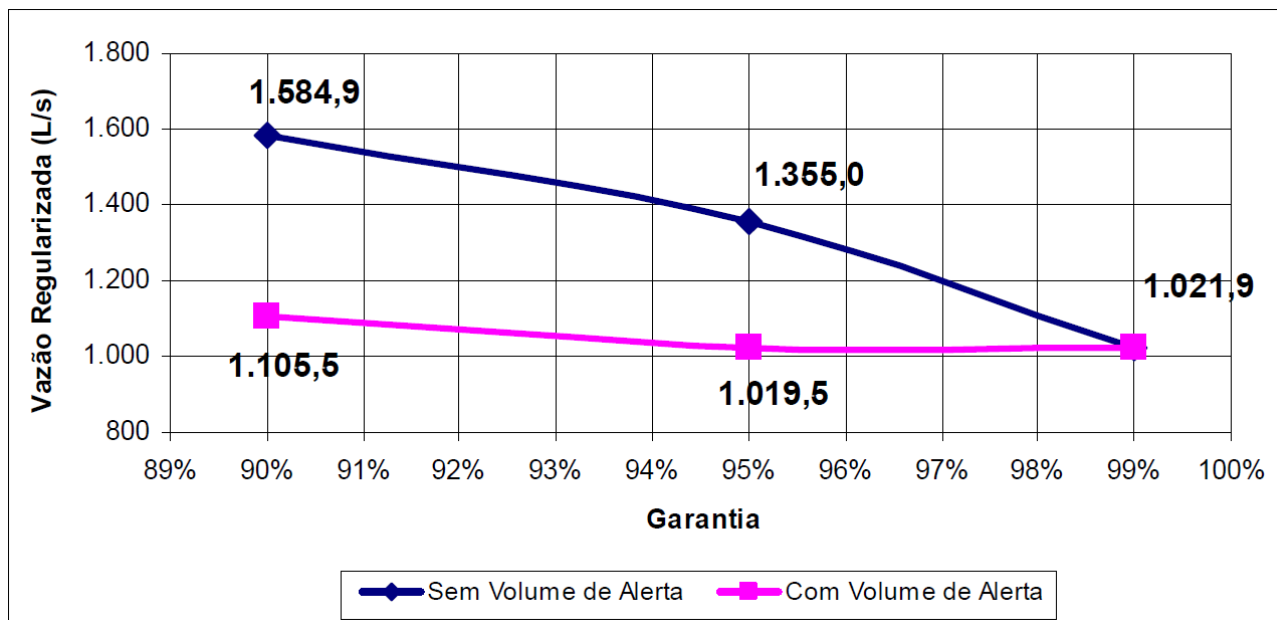
Estatísticas da série de pluviometria (mm)													
Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Média	63,98	92,87	157,94	189,73	221,86	237,46	207,75	113,78	61,28	29,78	28,09	36,59	1441,11
DVP	59,89	73,86	96,78	107,59	107,86	119,77	112,54	62,80	48,05	29,92	31,34	34,03	408,87
CV	0,94	0,80	0,61	0,57	0,49	0,50	0,54	0,55	0,78	1,00	1,12	0,93	0,28
Max	361,20	383,10	383,10	495,00	563,30	598,50	548,70	285,70	199,60	175,70	142,80	131,60	2624,20
Min	0,00	5,20	11,20	30,60	25,20	54,80	30,60	18,70	3,50	1,30	0,00	0,00	596,50

Tabela 14 - Estatísticas da série fluviométrica da bacia hidrográfica do reservatório Cupissura (mm)

Estatísticas da série de fluviometria (mm)													
Parâmetros	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Média	21,46	28,50	46,24	56,21	70,90	81,57	77,58	49,69	35,02	26,07	20,50	19,08	532,82
Desvio	15,54	26,77	30,07	33,17	36,58	44,61	45,87	22,80	13,78	9,71	9,59	9,41	183,04
CV	0,72	0,94	0,65	0,59	0,52	0,55	0,59	0,46	0,39	0,37	0,47	0,49	0,34
Max	84,20	164,30	141,10	150,60	194,40	260,70	261,30	130,40	71,70	68,50	61,10	46,40	1216,50
Min	3,30	3,70	4,00	7,30	17,60	17,60	20,50	14,50	10,30	7,60	5,60	4,40	202,20
CE	33,5%	30,7%	29,3%	29,6%	32,0%	34,4%	37,3%	43,7%	57,1%	87,5%	73,0%	52,1%	37,0%

A Figura 9 abaixo apresenta a evolução da vazão regularizada em função da garantia para do reservatório da barragem Cupissura.

Figura 9 - Curva de vazão regularizada x garantia do reservatório da Barragem Cupissura



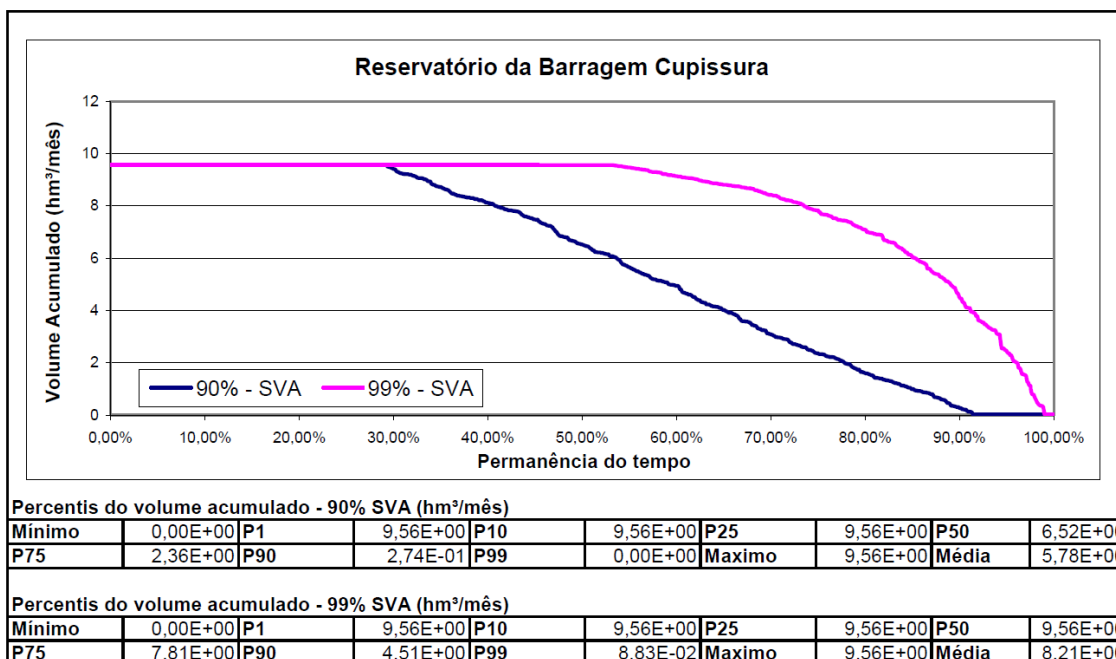
O critério para escolha da capacidade de acumulação da Barragem Cupissura (estimado em 9,56 hm³) obedeceu à necessidade de se adotar uma cota de sangria que permitisse o dimensionamento de uma estrutura de vertimento capaz de dar vazão a uma lâmina d'água que, com folga, ficasse abaixo da cota de coroamento da barragem, estabelecida na cota 31,0 m, conforme explicado anteriormente. Para tal capacidade de acumulação, tem-se o vertimento na cota 28,0 m.

Para a elaboração do Balança Hídrico, foi realizado a simulação da operação do reservatório com os dados hidrológicos descritos, o que possibilitou uma simulação contínua de 888 meses (01/1931 a 12/2004).

Assim, verifica-se que a Barragem Cupissura apresenta uma capacidade de regularizar vazões que variam entre 1.585 L/s (90% - SVA) e 1.022 L/s (99% - SVA), dependendo do nível de garantia exigido e do critério de operação adotado.

A Figura 10 a seguir apresenta a curva de permanência de volumes no reservatório, quando simulado para as condições extremas de garantia (90% SVA e 99% SVA).

Figura 10 - Curva de permanência de volumes no reservatório da barragem Cupissura com níveis de garantia de 90% SVA e 99% SVA



No estudo de chuvas extremas na bacia hidrográfica do reservatório Cupissura, foi escolhido novamente o posto pluviométrico Alhandra (3940817) por representar bem a pluviometria desta bacia. Os parâmetros estatísticos, assim como o procedimento acerca da desagregação dos valores de precipitação deste posto foram apresentados anteriormente.

Com relação à propagação da onda de cheia na bacia hidrográfica do reservatório Cupissura utilizou-se a sub-rotina de Onda Cinemática do HEC-HMS. A bacia hidrográfica do reservatório Cupissura foi subdividida em nove sub bacias, com CN = 52, de modo a representar a capacidade de escoamento superficial na mesma. Os dados básicos inerentes à bacia hidrográfica do reservatório Cupissura, com informações de localização, evaporação e precipitação representativa, além de curva cota-área-volume se

encontra no projeto executivo da ampliação do sistema de água da grande João pessoa que será apresentado em um volume aparte do estudo de impacto ambiental.

5.1.2 Geologia

Evolução geológica

A evolução geológica na abrangência das Áreas de Influência do empreendimento proposto tem sua origem relacionada à separação do continente americano e africano. Esse processo de separação atingiu a área do cretáceo inferior, a cerca de 136 milhões A. P., condicionando assim, o primeiro pacote sedimentar, que evoluiu até os dias atuais (Brito Neves, 1983; Guazelli, 1983).

Nesse intervalo de tempo geológico, diversos fatos sucederam, passando por fases geologicamente diferentes, com sedimentação em vários ambientes, condicionados para o golfo, até atingir a fase de mar aberto e finalmente, após a separação, culmina com a sedimentação continental.

Registros paleogeográficos apontam algumas das sequências estratigráficas representadas por quatro ambientes diferentes, responsáveis pela sua formação: lagos, golfo do mar e continente americano, sendo essa última a mais importante e responsável pela sua configuração atual. Verifica-se que não ocorrem nas Áreas de Influência em apreço, à sequência estratigráfica correspondente ao Continente Gondwânico, formados por sedimentos Paleozóicos, Siluro-Devonianos, Permocarboníferos e do Jurássico Superior.

As Áreas de Influência em apreço tiveram início com a Sequência Lagos, que testemunham um ambiente de intensa atividade tectônica, responsável pelo rompimento da crosta. Esse movimento provocou o fraturamento e o colapso ao longo do eixo maior de soerguimento, denominado por Almeida (1987) de reativação Wealdeniana. Esta condição proporcionou o desenvolvimento de “grabens” e “meio grabens”. Esses registros sedimentares são típicos de processo de rifteamento, condicionados por falhas marginais com sedimentação lacustre, bordejada por leques deltaicos (Brito Neves, 1983).

O término da atividade tectônica marca o início da ocorrência da deposição em ambiente lacustre, registrada na Seqüência Golfo, iniciando assim, uma fase de quietude tectônica relativa e a primeira invasão de água salgada. Foi predominante nessa etapa, a sedimentação fluvial, havendo conexões com o oceano, que favorecendo a deposição de água salobra e evaporitos. A distribuição e caracterização dos evaporitos evidenciam um regime deposicional por águas mais profundas.

A ruptura da costa oceânica, provavelmente no Albiano, provocou a separação dos continentes africano e sul-americano, criando condições de ambiente francamente marinho. Os depósitos desse ambiente compreendem ambientes de estratos marinhos dispostos segundo ciclos transgressivo-regressivos mais ou menos completos.

Após a ruptura do continente Gondwânico, estabeleceu-se uma relativa calma tectônica durante, sobretudo durante o período Terciário, possibilitando assim, o aparecimento de extensas superfícies de erosão, que posteriormente foram soerguidas até 1000m acima do nível do mar, interior do continente (Almeida, 1987). Este soerguimento foi acompanhado por intensa erosão com consequente transporte e sedimentação dos detritos nas áreas costeiras, resultando o desenvolvimento de uma seqüência composta por clásticos areno-argilosos da Formação Barreiras. A origem desta formação geológica está ligada a período de estabilidade climática e quietude tectônica relativa, formando espessos solos lateríticos. Esses períodos alternaram-se com fases de ruptura de equilíbrio, provocando a remoção destes solos e erosão das rochas subjacentes com redeposição subsequente de todo material. Este depósito cobre todos os demais e próximos ao litoral forma às falésias e paleofalésias.

No decorrer do Quaternário ocorreram às transgressões e regressões marinhas, responsáveis pela alteração do perfil de equilíbrio dos rios, intensificação da erosão, ocorrendo o aprofundamento dos vales que é facilitando pelo tipo de rocha dominante nas Áreas de Influência em apreço. Os períodos transgressivos acarretaram a invasão dos vales e promoveram a evolução de “rias” e alargamento dos leitos.

5.1.2.1 Geologia Regional

O subsolo paraibano é formado em sua maior parte por rochas precambrianas, as quais cobrem cerca de 80% da área. Esse substrato pré-cambriano está incluído na Província Borborema, de idade meso a neoproterozóica, representada no Estado pelos seguintes domínios geotectônicos: sub-província Rio Grande do Norte, que inclui os terrenos Granjeiro, Rio Piranhas e São José do Campestre e a faixa Seridó; sub-província Transversal, onde se reconhece a faixa Piancó-Alto Brígida e os terrenos Alto Pajeú, Alto Moxotó e Rio Capibaribe; e uma pequena porção da faixa Orós-Jaguaribe. Zonas de cisalhamento, principalmente de idade neoproterozóica, separam esses domínios tectono-estratigráficos e constituem as principais feições geotectônicas do Estado. A sub-província Rio Grande do Norte e a faixa Orós-Jaguaribe documentam a parte mais antiga da história pré-cambriana, envolvendo um substrato de idade paleoproterozóica e uma faixa metassedimentar plataformar à turbidítica, de idade neoproterozóica.

Os 20% restantes do Estado são representados por uma pequena fração da bacia do Araripe, pelas bacias do Rio do Peixe e Pernambuco-Paraíba, de idade cretácea e ligadas à evolução Atlantiana da plataforma sulamericana, e por coberturas continentais paleógena-neógenas continentais.

Os recursos minerais do Estado da Paraíba foram classificados pelo critério utilitário da substância de valor econômico. Assim, distinguem-se metais nobres, substâncias metálicas, substâncias energéticas, gemas e minerais de pegmatito, substâncias não metálicas (rochas e minerais industriais), rochas ornamentais e água mineral, com destaque absoluto para os minerais não-metálicos ou industriais. Ao todo foram catalogados cerca de 1.008 registros minerais, entre ocorrências, garimpos, depósitos e minas. A produção mineral do Estado é dominada pelas substâncias não-metálicas (rochas e minerais industriais), que incluem cerca de 11 itens produzidos, os quais alcançam mais de 82% do valor total da produção, refletindo a vocação mineral estadual para essa classe de substâncias.

A distribuição sedimentar superficial em uma região está intimamente ligada à herança geológica local e as forçantes ambientais no transporte e sedimentação destes ambientes.

Assim, no âmbito regional, encontra-se inserida na Bacia Sedimentar Costeira Pernambuco - Paraíba, que corresponde na região, ao Grupo Paraíba, Formação Barreiras e aluviões, repousando discordantemente sobre um embasamento pré-cambriano.

O Grupo Paraíba é composto por uma seqüência sedimentar que pode ser litologicamente dividida em duas partes: seqüência clástica basal, de caráter marcadamente terrígeno, englobando os sedimentos da Formação Beberibe; e seqüência carbonática superior - de caráter bioquímico-químico dominante, englobando os sedimentos da Formação Gramame.

A Formação Beberibe possui um caráter dominante, marcadamente continental, sendo constituída de arenitos quartzosos pouco feldspático e ocasionalmente argilosos, friáveis, cinzentos a cremes, mal selecionados. Pode-se distinguir ainda duas seções, sendo uma seção inferior onde domina os níveis de arenitos médios até grosseiros, por vezes conglomeráticos, com intercalações de níveis argilosos caulíníticos; e uma seção superior, onde domina arenitos finos, com intercalações de leitos de siltitos, argilas e folhelhos.

A Formação Gramame depositada a partir da instalação de um regime transgressivo constitui uma seqüência sedimentar essencialmente formada por biomicritos argilosos com intercalações de mangas e argilitos cinzentos. Nesta seqüência distinguem-se três fácies: a supramesolitoral que demarca a base da seqüência da formação na zona oriental da faixa sedimentar, sendo constituída de calcário dolomítico arenoso, dolomitos arenosos e fosfático, a fosfórica, também basal ocorrendo na zona ocidental da faixa sedimentar, caracterizada predominantemente pelo horizonte fosforito, arenoso; e a fácies calcária, caracterizada por biomicritos e mangas geralmente dolomíticas no nível superior e calcífico no sentido do topo.

Na Formação Barreiras, de idade compreendida entre o Terciário Superior e o Quaternário, predominam sedimentos areno-argilosos, com intercalações sílticas e conglomeráticas. As argilas apresentam coloração variegada, com tons avermelhados e amarelados. Em geral são sedimentos pouco consolidados com grau diagenético fraco. A variação lateral e vertical é marcante, podendo faltar horizontes em curtas distâncias.

5.1.2.2 Geologia Local e Estrutural

A Paraíba está inserida em sua maior parte na Província Geotectônica Borborema e em uma menor parte na Província Costeira (LIMA *et al*, 1982), onde contempla a área de implantação do empreendimento.

A formação da Bacia Sedimentar Costeira e da própria plataforma continental brasileira tem início no Cretáceo Inferior com a ruptura e afastamento das Placas continentais: Sul-americana e Africana. O rompimento se deu durante milhões de anos e a última parte que rompeu ocorreu na região que vai do norte de Alagoas a Touros no Rio Grande do Norte. Em termos geomorfológicos esta bacia sedimentar coincide com a unidade de relevo das Planícies e Tabuleiros Costeiros. Consequentemente, sua gênese coincide com a formação da própria bacia sedimentar.

A **Formação Barreiras**, de idade Plio-Pleistocênica, forma os Tabuleiros Costeiros que bordejam a costa do estado de Alagoas. Os Tabuleiros Costeiros são caracterizados pela sua grande superfície, cujo topo é de configuração plana, recortados por vales profundos, que se apresentam ora estreitos e encaixados, em forma de V e ora abertos, e com amplas várzeas do quaternário. As encostas dos tabuleiros em seu terço superior apresentam aparados verticais com declives muito fortes, sendo que nos terços médios e inferiores destas encostas predominam os relevos ondulados e suave ondulado, com este último geralmente situados nos sopés das elevações e acompanhando as várzeas dos vales mais amplos. (Boletim técnico da EMBRAPA – 1975).

A geologia, no seu sentido “*latu*” contribui no sentido de identificar as vulnerabilidades do meio físico às ações de intervenção propostas.

Em termos geológicos, a área está caracterizada por extratos sedimentares da formação Barreiras. O termo Barreiras foi designado pela primeira vez por Bigarella & Andrade (1964), após considerar uma discordância de erosões nos arenitos de Recife, subdividindo-a em duas formações: Guararapes (inferior) e Riacho Morno (superior).

Mabsoone (1972) realizou estudos e, no entendimento de que o pacote sedimentar barreiras constituía um grupo, definiram unidades edafoestratigráficas, em observações que se estenderam nas áreas dos Estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte, com as seguintes formações: Macaíba (Pleistoceno), Guararapes (Plioceno) e Serra do Martins (Mioceno). Saldanha *et al.* (1975), adotando a estratigrafia redefinida por Mabsoone (*op cit*), procurou identificar e localizar as unidades estratigráficas bem como estudá-las e distingui-las sob o ponto de vista sedimentológico. Assim verificaram que no Estado de Alagoas, a seqüência da Formação Barreiras não é completa.

Localmente, a Formação Barreiras é constituída por sedimentos pouco ou mal consolidados, de coloração variegada. São sedimentos quartzosos com cimento caulínítico e traços de ilita. Por vezes, o óxido de ferro vem conferir um incipiente processo laterítico em alguns bolsões de arenitos ferruginosos. Seu topo é aplainado por dissecação e é conhecido localmente como Tabuleiro. A predominância de areias finas impõe a esses sedimentos uma permeabilidade tal que favorece as infiltrações. Nesses sedimentos são encontradas reservas de água subterrânea de excelente qualidade. Suas encostas naturais com geometria tabular tendem a apresentar declividades predominantemente em torno de 100% ou 45°. Quando essas encostas são atingidas por processos erosivos e/ou de escorregamentos, sua geometria torna-se côncava, tangenciando o horizonte em sua parte inferior e verticalizada em sua parte superior. Esta unidade envolve os Tabuleiros (interflúvios tabuliformes) e as encostas.

O conhecimento do tipo de sedimento bem como sua distribuição granulométrica é de fundamental importância em qualquer estudo ambiental, pois estes permitem inferir ideias sobre a herança geológica da região, sobre as correntes costeiras locais responsáveis pela distribuição dos sedimentos e, também, relacionar com a ocorrência de organismos que vivem associados aos mesmos. As partículas sedimentares apresentam dimensões muito variadas. Na natureza encontram-se depósitos sedimentares constituídos por elementos com decímetros a metros de diâmetro até sedimentos compostos por partículas extremamente pequenas, da ordem de alguns micra. Por vezes, a heterogeneidade da dimensão das partículas que constituem um depósito é extremamente elevada, coexistindo elementos com metros de diâmetro numa matriz de partículas pequenas, como ocorre, por exemplo, nos depósitos formados por alguns fluxos detríticos.

O tamanho de grão é uma propriedade física dos sedimentos. Normalmente os dados granulométricos são utilizados para estudar tendências de processos superficiais relacionados às condições hidrodinâmicas de transporte e deposição. A permeabilidade e a estabilidade das partículas sedimentares podem ser um importante complemento nos estudos das reações cinéticas e afinidade de partículas finas e contaminantes. As análises granulométricas têm por objetivo medir com precisão o tamanho das partículas, para determinar sua distribuição de frequência e calcular estatisticamente as características de cada amostra.

A geologia referente a área da implantação da barragem é assim formada por depósito de arenito e conglomerado com intercalações de siltito e argilito oriundos da formação Barreiras. Essa formação é característica da área da intervenção e do seu entorno.

A partir do vale do Cupissura no sentido norte e sul, são encontrados os baixos planaltos costeiros (tabuleiros). Os tabuleiros fazem parte da "Formação Barreiras" referido ao plioceno. São constituídos de sedimentos pouco consolidados, de estratificação predominantemente horizontal, afossilíferos, apresentando sedimentos

areno-argilosos, argilo-arenosos, argilas de coloração variada, intercalando muitas vezes com camadas de seixos rolados e concreções lateríticas.

Os dois trechos do Tabuleiro eram recobertos em sua maior parte pela floresta subperenifólia, mais extensa na direção leste devido a maior umidade ali existente (decorrência da maior proximidade do litoral e do fato deste trecho, pela sua localização, se achar mais ao alcance da ação dos ventos úmidos do Atlântico). Essas formações vegetais encontram-se bastante degradadas em função da necessidade sempre crescente de novas terras exigidas pela cana-de-açúcar e, no caso da floresta subperenifólia, pela retirada indiscriminada de madeira para comercialização.

Como já dito, o empreendimento se instalará em área sedimentar mais precisamente na Planície Costeira do Estado, especialmente na zona rural do município de Caaporã, próximo as comunidades de Cupissura e Retirada. A área em questão está inserida geologicamente na bacia sedimentar costeira Pernambuco-Paraíba, mais precisamente na bacia hidráulica do rio Cupissura, sub-bacia do Abiaí.

Por suas características dimensionais e litológicas, podem ser considerados aquíferos, as formações Beberibe (os dois membros), Barreiras e os depósitos quaternários das planícies e vales aluviais. O aquífero Barreiras é de importância entre João Pessoa – PB e Natal – RN.

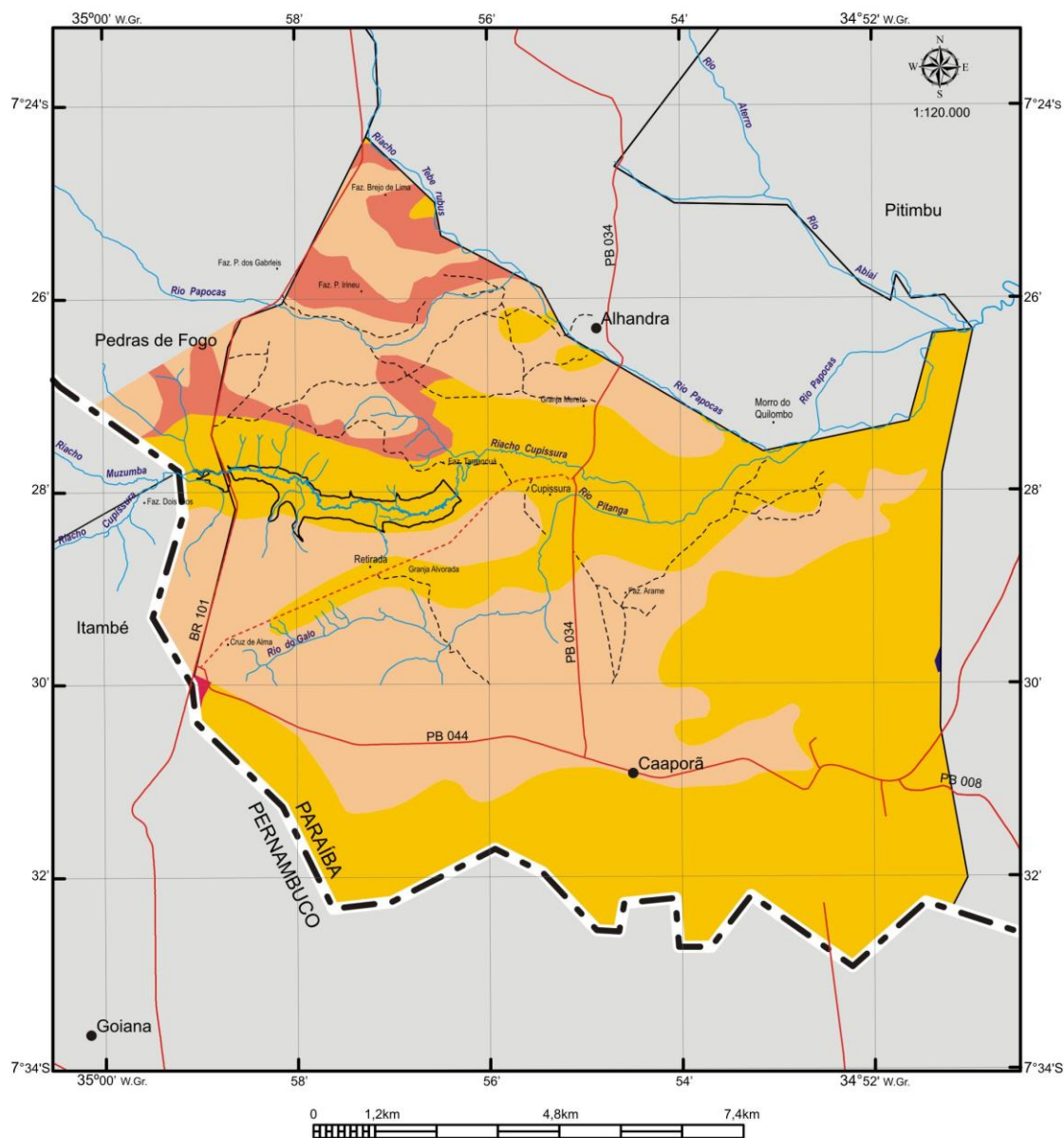
O principal aquífero é o arenito da Formação Beberibe, que apresenta um bom potencial hidrogeológico, com poços com profundidade variando de 80 a 350 m, bombeando vazões de 10 a 150 m³/h. Os poços captando o aquífero Beberibe apresentam vazões específicas médias de 4 m³/h, raramente se afastando dessas média

Localmente todo o empreendimento está sobre a formação Barreiras. Esta formação é afossilífera e atectônica. No entanto sua estratigrafia mostra camadas subhorizontais com mergulhos suaves para o litoral.

O Mapa Geológico a seguir, ilustra a distribuição dos estratos litológicos das áreas de influência dos impactos.

UNIDADES LITOLÓGICAS

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



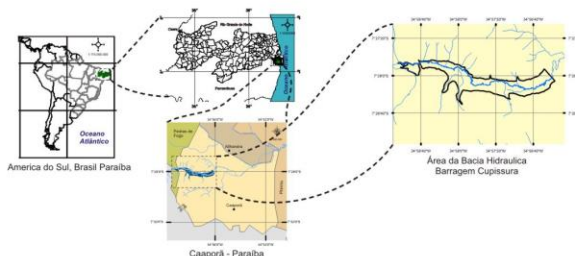
Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada
- Área Fora de Análise

Unidades Litológicas

- Formação Barreiras
- Formação Beberibe
- Depósitos flúvio-marinhos
- Formação Gramame
- Vertentes

Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007); MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE/MME, Projeto Radambrasil, Folhas 24/25 Jaguaribe/Natal; Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).



CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

5.1.3 Características Geotécnicas

5.1.3.1 Análise de Estabilidade

- **Considerações Gerais**

Esta análise foi efetuada a partir de parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito) obtidos com base em valores usuais de projeto e em resultados das investigações geotécnicas no estudo elaborado pela Acquatool Consultora para a companhia de Água e Esgoto da Paraíba.

- **Condições de Solicitação**

As condições de solicitação analisadas foram as seguintes:

- a) Final de Construção;
- b) Reservatório Cheio;
- c) Rebaixamento Rápido;
- d) Ocorrência de Abalo Sísmico com o reservatório cheio.

A condição de Final de Construção representa a situação em que o aterro compactado apresenta níveis finais de terraplenagem, com pressões neutras geradas durante a construção ainda não dissipadas, sendo estimadas nas análises por parâmetros de pressão neutra (ru). Nas análises realizadas foi adotado um valor de ru constante e igual a 0,20. Foram analisados, nesta simulação, os taludes de montante e de jusante.

A condição de Reservatório Cheio admite que as pressões neutras atuantes no aterro compactado são provenientes do estabelecimento do fluxo em regime permanente pela seção estudada, considerando a linha freática do aterro posicionada no nível máximo de acumulação do lago (atingindo o topo do filtro vertical). Para esta condição somente foi analisada a estabilidade do talude de jusante, em função da ação estabilizante da pressão externa exercida pela água no talude de montante.

A condição de Rebaixamento Rápido pretende simular a situação em que o nível d'água do reservatório é repentinamente reduzido até o nível mínimo de captação da galeria, enquanto que o aterro compactado permanece com os níveis piezométricos previamente estabelecidos durante o regime permanente, i.e., com o reservatório cheio. Nesta condição, a retirada repentina da pressão externa (favorável à estabilidade) exercida pela água no talude de montante e a manutenção de níveis piezométricos parcialmente drenados no maciço levam a uma redução do Fator de Segurança (F.S.).

- **Metodologia e Critérios de Análise**

Todas as análises realizadas acolhem a simplificação de ocorrência de ruptura por meio de superfícies de deslizamento circulares, admitindo que a resistência ao cisalhamento ao longo desta superfície é mobilizada uniformemente. Desta forma, considera-se, tal como preconizado pela teoria do equilíbrio limite, que todos os pontos ao longo da superfície analisada estão submetidos ao mesmo Fator de Segurança.

As superfícies potenciais de ruptura, correlacionadas às superfícies que apresentaram o menor Fator de Segurança, foram determinadas a partir de simulação efetuada com o auxílio do programa Slide. Nos cálculos realizados, foram empregados os métodos de Bishop simplificado, tendo sido reproduzidos neste capítulo os valores mínimos obtidos nessas análises.

As pressões neutras consideradas nas análises de estabilidade de Rebaixamento Rápido e Regime de Operação foram obtidas com base na hipótese do estabelecimento de fluxo permanente atingindo o topo do filtro vertical.

Foram considerados, como fatores de segurança admissíveis, os valores descritos na Tabela 15 a seguir:

Tabela 15 - Fatores de segurança admissíveis

Condição de Solicitação	F.S. Admissível
Final de construção	1,30
Reservatório Cheio	1,50
Reservatório Cheio com Abalo Sísmico	1,10
Rebaixamento rápido	1,10

- **Análise de Estabilidade**

Foi escolhida, para os estudos de estabilidade, a Seção 0+380 do aterro compactado acima da fundação. O nível do terreno natural, nessa seção, encontra-se em torno da cota 17,0 m, em local onde é prevista remoção de solo com 4 metros de espessura — representando, portanto, uma altura de solo compactado em torno de 18 metros.

A crista da barragem, na seção escolhida, apresenta 6,0 m de largura e está posicionada na cota 31,0 m. Os taludes do aterro apresentam as inclinações a seguir:

- Montante: 2,5H:1V;
- Jusante: 2H:1V.

- **Parâmetros Geotécnicos de Análise**

Os parâmetros geotécnicos adotados nas análises estão apresentados na Tabela 16 a seguir:

Tabela 16 - Parâmetros Geotécnicos

MATERIAL	c' kPa	ϕ'	γ_{nat} kN/m ³	$r_u^{(1)}$
Aterro compactado	15	30°	19	0,20
Filtro de Areia	0	30°	17	-
Enrocamento	0	40°	17	-
Silte argiloso superficial	10	26°	16	-
Subsolo aluvionar	10	28°	17	-

* Parâmetro de poro-pressão, empregado somente nas análises de final de construção.

- **ATERRO COMPACTADO**

Para os estudos de estabilidade, os parâmetros de resistência (coesão e ângulo de atrito efetivos) foram adotados com base na experiência da projetista em obras similares.

- **DRENOS DE AREIA E ROCKFILL**

Os parâmetros de resistência do dreno de areia e rockfill foram adotados com base em valores usuais de projeto.

5.1.4 Características Sísmicas

Tendo em vista a não disponibilidade de dados experimentais relativos à região onde será construída a Barragem Cupissura, O estudo elaborado para a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba, recorreu-se aos registros históricos de abalos sísmicos publicados pelo DNOCS em 1990. De acordo com a referida publicação, o máximo tremor de terra constante nesses registros ocorreu em Pacajus no estado do Ceará, em 1980, quando foi observado nessa cidade um abalo sísmico de intensidade 7 (Mercalli) e magnitude 5,2 (Richter).

Na tabela elaborada por Sherard et al. (1963, apud Singh e Varshney, 1995) pode ser observado que um tremor de terra de intensidade 7 (Mercalli) pode dar origem a uma aceleração de campo de até 0,1g, aproximadamente. Vale ressaltar que Seed et al. (1978 apud Singh e Varshney, 1995) afirmam que, em geral, barragens “bem construídas” não sofrem quaisquer danos mais significativos ao serem submetidas a acelerações de pico de até 0,2g.

De acordo com o U.S. Army of Engineers (Misc. Paper GL-94-13) o coeficiente de sismicidade a ser utilizado nos cálculos de estabilidade com abordagem pseudodinâmica pode ser estimado como sendo igual a aproximadamente 50% da aceleração de campo induzida por terremoto. Dessa forma, poderia ser adotado, para barragem em estudo, $\alpha=0,05$.

Por outro lado, Singh e Varshney (1995) destacam que, em alguns países (e.g., EUA), são frequentemente utilizados, em projetos de barragens, coeficientes de sismicidade empíricos variando entre 0,05 e 0,15.

Foi adotado, no trabalho de sismicidade, o coeficiente de sismicidade empírica, $\alpha = 0,10$. Obtendo como resultado conforme apresentado na tabela a seguir, onde apresenta os resultados das análises de estabilidade obtidos para as condições de solicitações supracitadas. Os valores de fator de segurança apresentados correspondem aos mínimos obtidos a partir de pesquisa de superfícies potenciais de ruptura circulares. Conforme se encontra no Projeto executivo da ampliação do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa.

São reproduzidos, na tabela 17, os resultados obtidos nas análises de estabilidade.

Tabela 17 - Fatores de segurança críticos

Condição de Solicitação	Talude de Análise	Fator de Segurança
Final de construção	Jusante	1,50
	Montante	2,04
Regime de operação	Jusante	1,61
Regime de operação com abalo sísmico (*)	Jusante	1,29
Rebaixamento Rápido	Montante	1,48

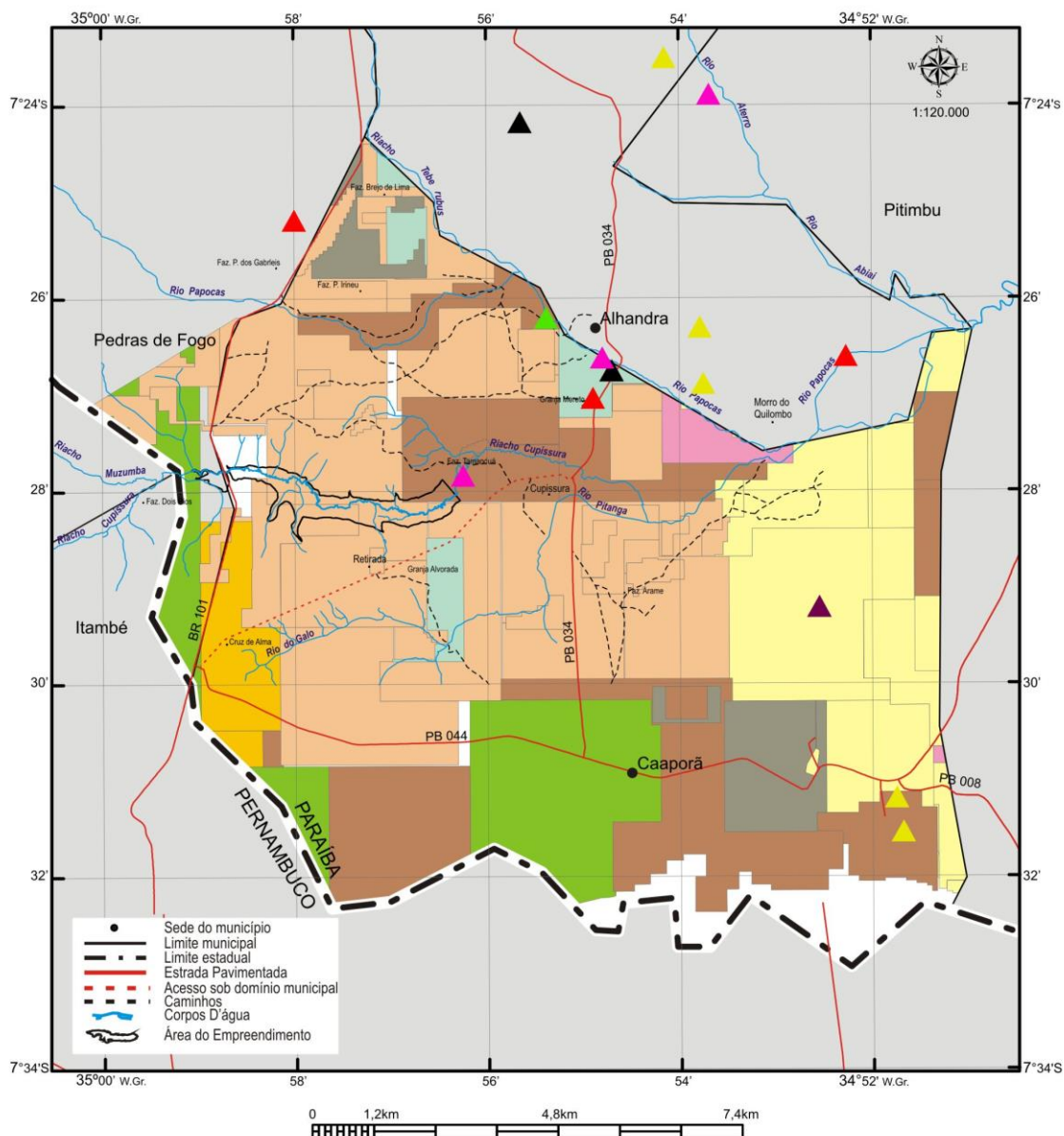
Fonte: Projeto executivo da ampliação dos sistema de abastecimento de água da grande João Pessoa.

5.1.5 Identificação de recursos minerais.

No levantamento dos recursos minerais na área da intervenção e de seu entorno, existem bens minerais de emprego imediato na construção civil, especialmente depósitos de areia. Ao passo que, o seu entorno, existem áreas requeridas junto ao DNPM para exploração de areia, argila, calcário, diatomita e turfa. Conforme apresentado no mapa a seguir – *Jazidas e substratos minerais*.

JAZIDAS E SUBSTRATOS MINERAIS

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA

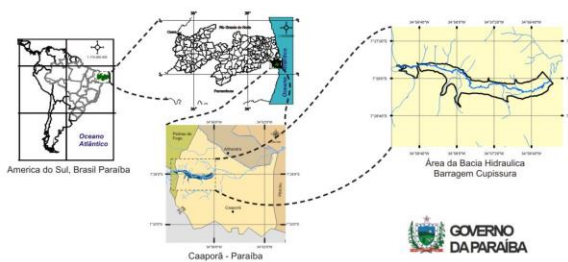


Substratos Principais

- ▲ Areia
- ▲ Argila
- ▲ Calcário
- ▲ Diatomita
- ▲ Fósforo
- ▲ Turfa

Tipos de Jazidas Minerais protocoladas no DNPM

Substrato	Principais Usos
Areia	Não Informado, Construção Civil e Industrial
Argila	Não Informado, Construção Civil e Industrial
Argila Refratária	Cerâmica Vermelha e Industrial
Calcário	Não Informado e Fabricação de Cimento
Fosfato	Não Informado e Fertilizantes
Minério de Cobre	Industrial
Minério de Ferro	Industrial
Dados Não Cadastrado	Dados não cadastrado



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu); DNPM, Dados Minerais; CPRM, Substratos Minerais

5.1.6 Identificação de recursos espeleológicos e paleontológicos.

O empreendimento se encontra inserido sob os domínios da formação Barreiras. Esta formação de origem sedimentar tem idade terciária, é composta por clásticos arenoso a argilo-siltosos, às vezes com delgado acamamento de seixos de quartzo hialino rolados. Não apresenta condições geológicas para cavernas nem idade para hospedar fósseis.

Sob a formação Barreiras ocorre ainda duas outras formações sedimentar, a Beberibe e a Gramame. Nenhuma das duas apresentam características para aspectos espeleológicos. No entanto são plenamente fossilíferas.

5.1.7 Processos de erosão/sedimentação

Esses processos que degradam o solo, prejudicam a agricultura, a vegetação natural e conseqüentemente a fauna e o homem, quando em ritmo acelerado ou agravado por atividades antrópicas, já é observada e combatida há muito tempo.

Segundo o Prof. Alexei Nowatski, os *processos erosivos* se dão em três etapas: A **erosão (desgaste)**, o **transporte** e a sedimentação (**deposição**). A erosão é o processo de desagregação e remoção de partículas do solo ou de fragmentos de partículas de rocha, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos.

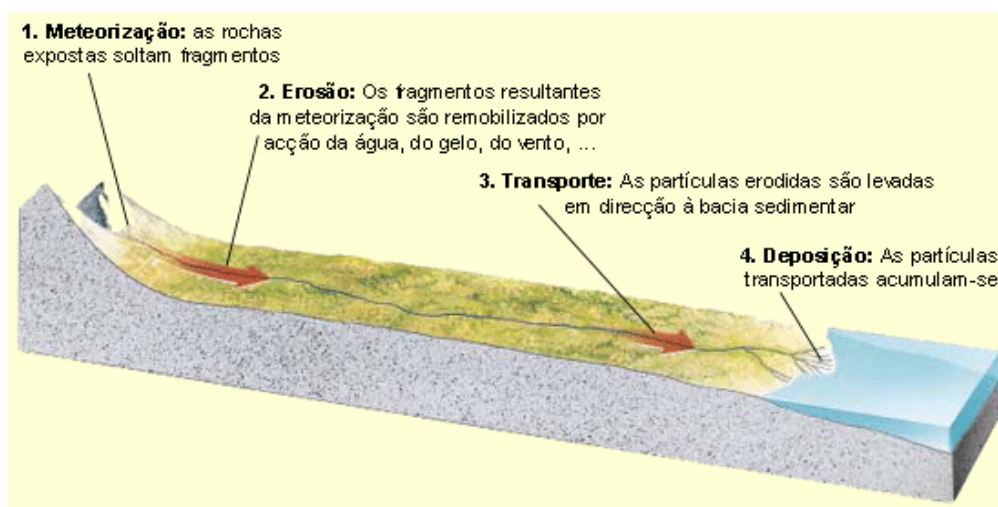


Figura 11 - As etapas do processo erosivo

Ela desenvolve-se em condições de equilíbrio com a formação do solo. Em condições naturais, o ciclo do desgaste erosivo é equilibrado pela renovação e é graças a esse equilíbrio que a vida sobre a Terra é mantida. As contínuas modificações ocorridas na superfície terrestre pelos rios, ventos, geleiras e as enxurradas das chuvas, deslocam, transportam e depositam continuamente partículas do solo, processo este denominado de erosão geológica ou natural.

Quando existe uma interferência do homem, os processos erosivos podem se intensificar, causando enormes prejuízos ao meio ambiente, como um manejo inadequado do solo. Uma erosão antrópica pode ser considerada quando sua intensidade é superior a formação do solo, não permitindo a sua recuperação natural. Isso acontece quando não se conhece as propriedades do solo, pois alguns possuem fragilidades a erosão maiores do que outros. Outros fatores como a declividade do terreno e o tipo climático, como os tropicais, acabam tornando a fragilidade à erosão ainda maior.

- **erosão pluvial (chuva)**

É uma remoção e transporte dos horizontes superiores do solo pela água. Inicia-se com o salpico de gotas de chuva diretamente sobre a superfície desprotegida e continua com a formação de enxurradas que formam **Sulcos** de diversas proporções. Estes sulcos podem evoluir (aumentar a profundidade) e passar a ser chamado de **Ravina**. Quando estas atingem magnitudes maiores ainda, como chegar à profundidade do lençol freático, passam a ser chamadas de **Voçorocas (fig. - Prof. Alexei Nowatski)**.



Figura 12 - (Prof. Alexei Nowatski)

- erosão fluvial (rios)

Este tipo de erosão acontece naturalmente pelas águas dos rios. Estas provocam um certo desgaste nos solos das margens dos rios podendo até causar o desmoronamento dos barrancos. Este processo pode se intensificar quando não há uma *mata ciliar* ao longo das margens do rio.



Figura 13 - Uma erosão fluvial na margem do rio (Prof. Alexei Nowatski)

Portanto os processos contínuos e naturais, (às vezes agravados pelas atividades antrópicas), de erosão, transporte e sedimentação no lago, do material carregado pelas enxurradas, córregos e demais afluentes do reservatório, juntamente com a inundação/enchimento do lago e a metodologia usada para desmatamento e limpeza da bacia hidráulica, são responsáveis pelo assoreamento paulatino dos açudes, além de contribuir para alterações nas características naturais da qualidade das águas acumuladas.

Em função da redução da velocidade das águas ao atingirem e formarem o lago, se estabelece uma estratificação térmica e os processos de produção e decomposição de matéria orgânica, com consequentes variações das concentrações dos teores das substâncias e características das águas, da fauna e flora locais e ainda, assoreando e reduzindo a capacidade do açude.

Para prevenir e reduzir a intensidade desses processos, deverão ser adotadas medidas de caráter preventivo e operacionais, tais como:

- Limpeza, destoca e retirada da vegetação existente na bacia hidráulica para reduzir a presença de matéria orgânica no reservatório;
- Recompôr a mata ciliar na área de Proteção Permanente no entorno do lago, reduzindo a erosão e o transporte de material carregado;
- Plano de manejo e monitoramento da área da bacia hidrográfica, controlando usos inadequados, lançamento de efluentes não outorgados e licenciados, práticas agrícolas incorretas etc.
- Instalação de acordo com o projeto, de tubulação para descarga de fundo do açude que operada de forma adequada, permite reduzir periodicamente parte do material sedimentado;

As Áreas de Preservação Permanente, são fundamentais para a proteção dos mananciais, sendo que a Resolução 302 do CONAMA, considerando a função ambiental das Áreas de Preservação Permanente 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, determina:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites para as Áreas de Preservação Permanente de reservatório artificial e a instituição da elaboração obrigatória de plano ambiental de conservação e uso do seu entorno.

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - Reservatório artificial: acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos;

II - Área de Preservação Permanente: a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, 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;

III - Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial: 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;

5.1.8 Estabilidade dos taludes marginais.

A implantação de uma barragem acarreta uma série de modificações no ambiente natural no qual ela se insere. Inicia-se com a remoção de vegetação e movimentação do solo, processos que desencadeiam ou incrementam as taxas de erosão e instabilização dos solos, depósitos de encostas e maciços rochosos. Posteriormente, o

enchimento do reservatório altera as condições de estabilidade das encostas em função das variações do nível da água. Sendo assim, é importante a definição de um programa de acompanhamento da potencial ocorrência e evolução de tais fenômenos.

O reservatório da barragem de Cupissura é contido por longas vertentes, que constituem a margens do reservatório. Essas vertentes possuem alturas que variam entre 20 e 35 metros, inclinados em ângulos que alcançam 35 graus, ou seja, são taludes de inclinação suave.

Nessas vertentes se procedem o escoamento laminar e o escoamento concentrado difuso em função das precipitações pluviométricas, enquanto componentes hidráulicos do reservatório. A combinação entre essas vertentes e o escoamento superficial é uma variável que pode induzir a ocorrência de locais propícios para a erosão das margens, prejudicando a preservação ambiental e o assoreamento do leito do rio.

É de responsabilidade do projeto de Monitoramento da Estabilidade de Taludes Marginais monitorar a nova relação entre a água e as vertentes, estabelecida pela construção do reservatório. Esse trabalho compreende desde a identificação das encostas em situação crítica até as ações preventivas e, se necessário, medidas corretivas dos problemas detectados na área de abrangência do reservatório.

O empreendedor deve registrar não apenas as condições anteriores, como promover o permanente monitoramento das condições ambientais que incidem sobre o seu empreendimento, para caracterizar tão bem quanto possível a sua responsabilidade, e os fatos devidos a terceiros se a ele indevidamente vierem a ser imputados.

Os estudos realizados para a fase de implantação da barragem de Cupissura destinou-se a avaliar a ocorrência de variações climáticas na região, atestando que os resultados obtidos nas oito variáveis observadas, a saber: precipitação, temperatura

máxima, mínima e média, umidade relativa, evaporação, insolação e radiação, estão dentro dos limites de normalidade.

Dentre outros objetivos desses registros, destaca-se a necessidade do acompanhamento da contribuição de sedimentos ao reservatório da barragem de Cupissura, obtido mediante a observação sistemática de seis estações: uma a montante da bacia hidráulica, duas no interior do lago formado pela barragem e uma a jusante do barramento.

A operação da rede de observações hidrossedimentológicas deve ser iniciada durante a construção da barragem, com estudos específicos de controle do processo de erosão marginal e assoreamento, antes e logo após o enchimento, e acompanhamento periódico no entorno do lago e à jusante da usina, após o enchimento e até a estabilização dos dados coletados. Com tais análises é possível obter a evolução do processo sedimentológico no reservatório.

Os estudos da estabilidade dos taludes marginais deve levantar todas as áreas sensíveis, em uma faixa de 100 metros a partir da cota 28 metros (cota da soleira do vertedouro) – máxima cheia do lago. Daí apontando-se e recomendando procedimentos específicos para toda e qualquer área com registros de vestígios de antigas ocorrências ou situações potenciais capazes de acarretar o súbito deslizamento de grandes volumes de material, capazes de obstruírem parcialmente o reservatório ou gerarem pulsos de ondas com alturas significativas.

A predominância de partículas grosseiras faz com que o ângulo de atrito interno do solo aumente, diminuindo sua resistência ao cisalhamento e aumentando sua vulnerabilidade a erosão. Enquanto as partículas grosseiras são benéficas ao equilíbrio estrutural do maciço terroso, são desfavoráveis na resistência a erosão. O meio termo, solos areno-argilosos, agregam um melhor conjunto, visto que associa o elevado ângulo de atrito da areia a força de coesão inerente das argilas. Igualmente necessitam ser

avaliados, o peso específico do solo e sua resistência à ruptura frente a variação de umidade.

OBJETIVOS

De forma geral, o Programa de Controle dos Processos Erosivos e da Estabilidade dos Reservatórios objetiva:

- Mapear e caracterizar a estabilidade das encostas ao longo da área de influência do lago, com base em mapeamentos de campo e levantamentos de subsuperfície, separar processos já existentes e potenciais em escalas de risco e identificar os eventuais agentes deflagradores dos processos e suas causas;
- Determinar pontos de maior susceptibilidade de deflagração de processos erosivos nos solos ocorrentes ao longo das encostas;
- Determinar as áreas de maior criticidade de instabilização das encostas ao longo do reservatório e definir medidas preventivas;
- Prover o desenvolvimento de um sistema de monitoramento da estabilidade das encostas ao longo da área de influência e ao longo da implantação e operação do empreendimento;
- Implantar um sistema de segurança em casos iminentes de instabilização de grandes volumes de massa.

METAS

As metas a serem atingidas com a implantação do Programa são:

- A delimitação e caracterização da distribuição espacial das unidades a serem

alagadas e áreas adjacentes que sejam passíveis de interferência na operação da barragem de Cupissura;

- Elaborar mapas temáticos relativos ao risco geológico em função da estabilidade dos taludes;
- Execução de estudos geotécnicos de detalhe nas áreas delimitadas como sendo de risco iminente ou de elevado potencial, provendo bases para a elaboração de medidas preventivas.

Com vistas a otimizar os trabalhos e fornecer resultados precisos, os estudos devem ser direcionados a pontos potencialmente instáveis, com mero acompanhamento dos demais locais.

5.1.8.1 Estabilidade dos Taludes (FS)

A estabilidade dos taludes é definida por meio de um Fator de Segurança (FS), relativo ao equilíbrio de momentos, aplicado usualmente em análise de movimentos rotacionais, considerando-se superfície de ruptura circular. O objetivo foi verificar a condição de segurança do talude na seção estudada. Estudos de estabilidade de encostas envolvem análise paramétricas de taludes, verificando-se a sensibilidade do Fator de Segurança para as variações impostas aos parâmetros geométricos e geotécnicos do problema. O método de análise consistiu em arbitrar uma superfície circular, com raio e centro definidos. A massa de solo foi dividida em fatias ao longo de uma superfície potencial de ruptura. O Fator de Segurança, assumido como sendo constante ao longo desta superfície, é resolvido a partir da solução de equações satisfazendo o equilíbrio estático de momentos e forças em duas direções ortogonais entre si. O Fator de Segurança é o resultado do quociente entre forças resistentes e forças atua antes. Trata-se de um método iterativo. Para cada centro varia-se o raio até atingir o menor Fator de Segurança. Em seguida adota-se novo centro e repete-se todo o procedimento até se encontrar o menor dos FS mínimos. Este será então o círculo crítico, ou seja, a superfície crítica que corresponde a um fator de segurança mínimo.

Esse procedimento deve ser repetido pelo menos 100 vezes para cada um dos taludes das seções analisadas para daí encontrar as 10 superfícies mais críticas e dentre estas determinar a que possui o menor fator de segurança FS.

O método empregado na análise de estabilidade dos taludes marginais será o de Bishop (1955), o qual possibilita a análise de solos heterogêneos e com posição variável de nível de água. Esse aplicativo permite calcular o fator de segurança (FS) de uma superfície pré-estabelecida, bem como procurar a superfície crítica dentro de uma faixa a ser estudada, determinado pela expressão abaixo.

$$FS = (1 / \sum W \text{ sem } \alpha) \cdot \sum [c \cdot b + (W - u \cdot b) \cdot \text{tg } \phi] / m\alpha$$

Onde:

c = coesão do solo;

ϕ = ângulo de atrito do solo;

u = pressão neutra

A utilização deste aplicativo teve como finalidade facilitar o estudo do nível de segurança dos taludes marginais, uma vez que o cálculo manual dos métodos de estabilidade de taludes existentes torna-se complexo e lento. Com o aplicativo, pode-se representar o solo com todas as suas características, sem maiores dificuldades e com resultados rápidos, permitindo assim sua análise paramétrica.

5.1.8.2 Quantificação da Erosão (volume de terra erodido e recuo da linha de margem):

Na quantificação da erosão toma-se como base os levantamentos topográficos cadastrais dos trechos erodidos.

Nos levantamentos de campo, serão utilizados os instrumentos topográficos teodolito e estação total e a representação gráfica destes levantamentos será gerada em ambiente computacional CAD, abreviações das palavras Computer Aided Design,

utilizando o aplicativo AutoCAD da AUTODESK. O volume de terra erodido será então determinado para cada trecho delimitado entre cada duas seções por meio da fórmula:

$$V = A \times D$$

Onde:

V – volume de terra erodido no trecho
A – área da seção transversal delimitada
D – distância entre seções

O recuo da linha de margem é obtida medindo-se a distância horizontal entre o topo do talude do primeiro levantamento e o topo do talude do segundo levantamento.

5.1.9 Geomorfologia

As áreas de influência dos impactos estão predominantemente inseridas na unidade Geoambiental dos *Tabuleiros Costeiros*. Esta unidade acompanha o litoral de todo o nordeste. Compreende platôs de origem sedimentar, que apresentam grau de entalhamento variável, ora com vales estreitos e encostas abruptas, ora abertos com encostas suaves e fundos com amplas várzeas. A sede do município fica a uma altitude aproximada de 16 metros em relação ao nível do mar.

Trata-se de um conjunto de baixos planaltos sedimentares, em posição costeira e sub-costeira, de topos planos ou ligeiramente ondulados, elaborados na formação Barreiras. Todo o conjunto apresenta suave inclinação, de oeste para leste.

Estas unidades de Tabuleiros ocupam extensa faixa paralela a costa, adentrando para o interior até contactar com as rochas cristalinas do pré-Cambriano.

A geomorfologia das áreas de influência dos impactos é caracterizada através da presença em seu território das planícies fluvio-marinhas e dos Tabuleiros costeiros com formas tabulares, que constituem as formas modeladas em terrenos sedimentares de origem continental.

5.1.9.1 A Evolução do relevo

A análise do período Quaternário é de intrínseca importância para a compreensão da gênese da paisagem atual. Este período geológico é constituído de aproximadamente 1,6 a 2 milhões de anos de acordo com a União Internacional para o Estudo do Quaternário (INQUA). O Quaternário ainda divide-se em dois períodos, o primeiro denomina-se de Pleistoceno e o segundo de Holoceno, este com duração dos últimos 10 mil anos até os dias atuais.

Os estudos dos depósitos do Quaternário - sendo a paisagem atual herdada desse período geológico – são elementos de extrema importância para a elucidação da dinâmica da evolução do relevo, já que a paisagem atual é indissociável dos fenômenos geológicos ocorridos neste período. Isto se dá pelo fato da energia desprendida para a formação dos depósitos sedimentares trazerem informações precisas da dinâmica ambiental da área, que é perceptível de acordo com a geometria dos sedimentos, bem como a sua distribuição espacial. Portanto, embora apresente um intervalo de tempo geológico extremamente curto, cerca de 2 milhões de anos, os estudos do Quaternário torna-se mais importante do que os demais eras geológicas, no que diz respeito a tentativa de elucidação da evolução da paisagem.

Como a superfície geomorfológica é formada por processos erosivos e deposicionais promovidos pelos rios, oceanos, gravidade e ventos, sem decurar da intensidade dos processos intempéricos associados ao clima, pode-se diagnosticar o sistema ambiental de construção da paisagem.

Portanto, neste contexto de contribuição da elucidação pretérita da evolução da paisagem, os estudos sedimentológicos são imprescindíveis, porque encontram na paisagem informações que indicam como se deu a evolução da mesma.

E como a meta é elucidar a evolução da geomorfologia da área, busca-se nos depósitos sedimentares, o tipo de cenário que possa evidenciar esta relação, onde tais depósitos sugerem um modelo de resposta, cujos processos podem ser reconhecidos a partir do tipo de energia que desperte no sistema, que é regulado pelas características

fitogeográficas da área. Dessa forma, a intensidade da energia dissipada vai ser reconhecida pela geometria dos sedimentos, influenciando a forma da superfície deposicional.

Portanto, caracterizar o Quaternário é entender como os processos geomorfológicos - que atuaram no passado - e deixaram evidências geológicas e geomorfológicas que ainda estão na paisagem, seja de forma parcial ou total, resistindo às intempéries e a erosão -, diferentemente de outras evidências que já foram em grande parte exumada da superfície terrestre, atuaram para formação da paisagem atual. Isto, visto que o estudo dos processos atuais nos permite correlacionar com processos pretéritos prevendo a resposta do sistema e, desta forma reconstruindo a paisagem pretérita.

Percebe-se enfim, que na construção geomorfológica de um ambiente, ocorre uma interseção de vários fatores físicos, e uma das inter-relações que intervêm de forma intensa e com respostas rápidas no sistema, é a ação climática sobre os sedimentos da superfície da terra que, em modificações físicas e químicas, deixam claras evidências na paisagem, nos permitindo fazer previsões sobre as instabilidades climáticas pretéritas.

Nestas transformações devem-se enfatizar as transformações climáticas que podem ser de longa duração, ocorrendo em escalas geológicas de milhares de anos ou de curta duração, que ocorrem em um período de tempo perceptível na escala humana.

Na região Nordeste, como um todo, as conjunções de diferentes sistemas de circulação atmosféricas são as responsáveis pela grande diversidade de temperatura e distribuição de chuvas. Um dos principais sistemas que atua anualmente é o anticiclone semifixo do Atlântico sul, que condiciona temperaturas moderadamente elevadas e forte umidade em virtude da evaporação marítima. Esta massa mantém estabilidade do tempo que cessa com a chegada das correntes perturbadas, as quais são responsáveis pela instabilidade e chuvas na região. Tomando como ponto inicial de análise os dados de pluviosidade, percebe-se uma concentração de máximas pluviométricas em alguns meses do ano. Nessa ótica, o comportamento da precipitação é de extrema complexidade e importância.

Estudos sistemáticos, baseados em mapeamento de detalhe e datações pelo método do C¹⁴, enfocando principalmente as variações do nível do mar ao longo da costa leste brasileira, vêm desempenhando importante papel na definição de um modelo básico de evolução paleogeográfica quaternária.

5.1.10 Unidades Geomorfológicas

5.1.10.1 Tabuleiros Costeiros

Os Tabuleiros constituem as feições de Paisagem que apresentam as maiores altitudes em relação ao nível do mar. A denominação “Barreiras” provém de falésias abruptas que caracterizam esses depósitos próximos ao litoral, como consequência de um processo erosivo marinho sobre um pacote sedimentar de conformação altimétricas mais elevada. Os depósitos da formação Barreiras, na área em estudo, são formados por sedimentos areno-argilosos, formando em seu topo uma superfície elevada, plana, com suave declive (2° a 3°) em direção ao oceano.

Em termos de espaço, os Tabuleiros predominam na paisagem.

Os Tabuleiros Costeiros apresentam uma superfície de agradação composta basicamente por terrenos plio-pleistocênicos, também conhecidos como Baixo Planalto Sedimentar Costeiro. Apresenta relevo tipicamente plano com suaves ondulações e altitudes em geral inferiores a 100 metros. Na faixa costeira, o trabalho de abrasão marinha entre 120.000 e 5.000 anos A.P., estabelecia contato direto do oceano sobre as encostas do tabuleiro que originou falésias.

Os Tabuleiros caracterizaram-se por apresentar formas tabulares, onde o relevo apresenta feições planas com diferentes ordens de grandeza e de aprofundamento da drenagem, separadas por vales de fundo chato, por vezes côncavo.

A drenagem apresenta padrão paralelo e sua densidade relativamente concentrada, sendo os cursos d'água nitidamente condicionados pela tectônica regional e por eventos do quaternário. Em virtude dos Tabuleiros encontrarem-se menos conservados e mais fragmentados a densidade de cursos de drenagem é maior, em consequência do maior grau de incisão das formas Tabulares. Dessa forma o relevo apresenta-se suave ondulado.

5.1.10.2 Planície Flúvio Marinha:

São superfícies planas ou levemente inclinadas formadas e depositadas as margens um curso d'água, resultantes de variações climáticas ou do nível das águas através dos tempos. Essa planície é formada a partir da dinâmica inerente às fases evolutivas da hidrografia envolvida. Dessa forma, as fases evolutivas de um rio podem ser alteradas devido ao abaixamento do nível de base geral. O nível de base pode variar devido a uma descida ou subida do nível do mar, alterações climáticas significativas e elevação dos vales fluviais.

Com base na teoria eustática, a posição dos terraços fluviais está fortemente associada às formas de relevo do entorno, aos processos climáticos e intempéricos, ao gradiente hidráulico e, sobretudo, a oscilação do nível marinho ao longo do tempo geológico.

Compõe-se de uma morfologia plana, constituída por aluviões, apresentando formas alongadas de estocagem de sedimentos, com predomínio do escoamento superficial e o entrincheiramento da drenagem, possuindo um terraço que cobre a superfície dissecada. Tais terraços podem ter origem em modelos deposicionais de climas diferentes, que se caracterizam pela presença de depósitos de fluxo de detritos. Entretanto, os detritos que têm sua origem em clima úmido, caracteriza-se pela presença de processos cíclicos de construção arenosos durante o Quaternário.

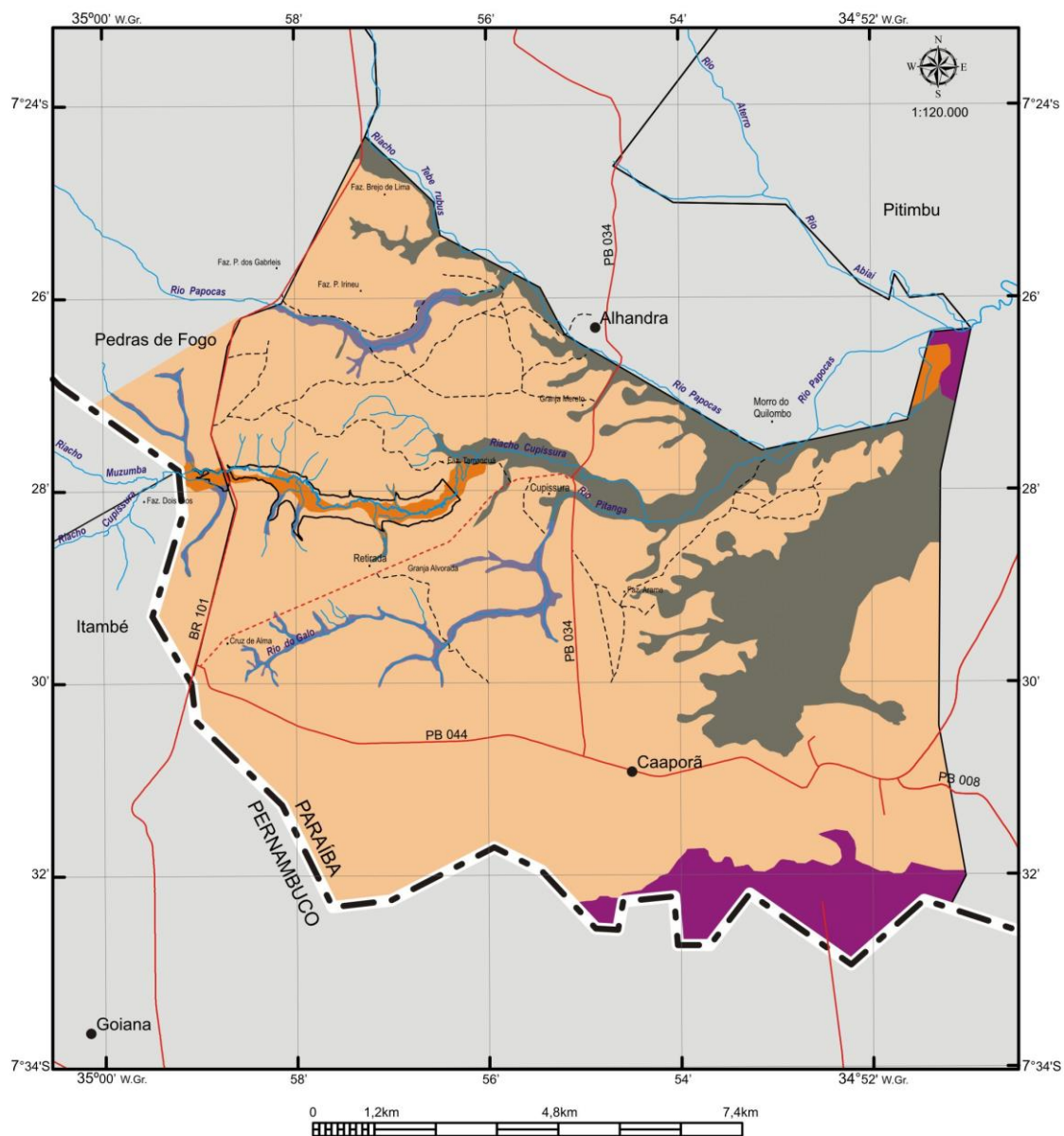
Suas areias são normalmente quartzosas e por vezes argilosas, mantendo forte semelhança litológica com o ambiente então erodido e “fornecedor” dos detritos transportados e ali depositados. Trata-se de detritos trabalhados e retrabalhados durante o seu transporte deposicional. É comum se mostrarem desarestados e mais arredondados, onde a feição esferoidal lhe confere a compreensão da sua gênese. Em função das variações dos níveis dos cursos d'água presentes, os terraços podem ainda se constituírem em área de alagamentos e/ou inundações.

São ainda caracterizados como depósitos de sedimentos finos alojados nos vales fluviais entalhados nos sedimentos da Formação Barreiras ou entre os sedimentos marinhos arenosos dos terraços pleistocênicos e holocênicos. Os sedimentos são argilo-arenosos, contendo matéria orgânica, conchas e, localmente, madeira.

O mapa geomorfológico disposto a seguir, ilustra a disposição espacial das unidades de relevo, frente a intervenção pretendida.

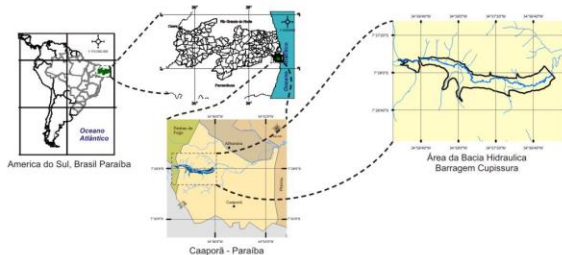
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área do Empreendimento
- Encostas e Tabuleiros Dissecados
- Terraços Colúvio-aluvionares
- Terraços Fluviais
- Terraços Fluviomarinhos
- Várzeas e Terraços Fluviais



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

5.1.11 Solos

O solo é fruto de processos intempéricos que, atuando sobre as rochas desagregam-nas ou as decompõem, fracionando-as paulatinamente. Ocorre localmente graças a ação de agentes climáticos de ações físico-químicas. Nesse processo, a ação diuturna de variação de temperaturas promovem fenômenos cíclicos de dilatação e contração de dos maciços rochosos que, após seu limite de fadiga, rompem essa massa fraturando-a e desagregando-a. De forma complementar, as chuvas periódicas e a umidade, principalmente aquela umidade oriunda de condensação noturna (orvalho), promovem processos químicos de significativas alterações naquela massa em desagregação. Complementarmente, com o auxílio dos ventos, da gravidade e das estruturas geológicas, modelam o relevo construindo paisagens próprias e específicas desse conjunto de fatores atuantes que, agronomicamente falando, permite subdividir o espaço em áreas de diferentes aptidões agrícolas.

A área do empreendimento bem como no seu entorno, é caracterizado pelo cultivo da monocultura da cana-de-açúcar e grandes áreas de pastagens, culturas de subsistências e grandes áreas com cultivo comercial frutíferas como abacaxi, inhame, mandioca, etc.

Segundo o Atlas Geográfico do Estado da Paraíba, editado pela Secretaria de Educação e UFPB, em 1985, os solos interceptados pela área onde será implantado a barragem no rio Cupissura, na zona rural do município de Caaporã, bem como a área do entorno do empreendimento são os arenosos e argilosos de baixa fertilidade, os solos de várzea ou hidromórficos e os solos indiscriminados, conforme mapa apresentado na próxima página.

Por outro lado, segundo a classificação do Projeto RADAMBRASIL, a região onde se insere a área de influência funcional do empreendimento caracteriza-se por apresentar urna composição pedogenética formada pelas seguintes classes de solos:

Podzólico Vermelho, Amarelo distrófico, Podzólico Vermelho, Amarelo Latossólico distrófico, Solos Hidromórficos Gleizados eutróficos e distróficos, Podzol heteromórfico, e Solos indiscriminados de Mangue e de planície costeira. Os solos Podzólicos Vermelho-Amarelo distrófico são, de modo geral, solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, com significativa diferença de textura entre os horizontes A e B, cujas classes texturais, quando diferentes são expressas sob a forma de fração.

Os solos classificados como Hidromórficos Gleizados distróficos e eutróficos, são pouco profundos a medianamente profundos, mal ou muito mal drenados, desenvolvidos a partir de sedimentos recentes do holoceno, em áreas de várzeas, estando sob influência do lençol freático elevado. Compreendem 1 solos Glei Húmico e Glei pouco Húmico. A diferença entre os solos desta classe é dada principalmente pelo horizonte A.

Os solos Glei Húmico apresentam horizonte A bastante espesso, de cor preta e com alto conteúdo de matéria orgânica, ao passo que os solos Glei Pouco Húmico o horizonte A é pouco espesso, com menores teores de matéria orgânica, resultando em coloração menos escura. Tem textura variável - textura indiscriminada. Ocorrem em área muito baixa, tem relevo plano, associado as porções terminais dos cursos d'água.

Quanto à composição granulométrica dos solos, caracterizara-se por urna heterogeneidade granulométrica nas várzeas, prevalecendo solo franco. Em alguns locais, a porcentagem de argila nas camadas superficiais apresenta-se acima dos 35%, chegando a valor extremo de 63,44%, o que tem implicação na permeabilidade do solo, tomando-a baixa.

O solo predominante na bacia do rio Cupissura é o tipo Podzólico Vermelho Amarelo com fragipan textura média. São solos com horizonte B textural, argila de atividade baixa, com saturação de bases baixa e perfis 32 profundos e bem diferenciados, com espessura variando de 150 a 250 cm. Estes solos são de fertilidade natural baixa, moderadamente a bem drenados, desenvolvidos a partir do material de rochas Sedimentares do Grupo Barreiras e apresentando-se na área normalmente com erosão laminar moderada.

Os solos podzólicos com fragipan, independente da textura argilosa ou média, apresentam na parte superior da bacia permeabilidade razoável até encontrar em torno de 1,50 m de profundidade uma camada impermeável. Solos desta natureza conduzem a escoamentos superficiais relativamente elevados. O aquífero do grupo Barreiras é alimentado por fraturas ou falhas, conduzindo a água de precipitação a afluir em direção às calhas do rio com uma cinética bastante baixa. Esses solos predominam na parte superior correspondente ao alto e até médio curso do rio principal da bacia hidrográfica.

5.1.11.1 Relação entre uso potencial e ocupação existente

Considerando que o uso potencial sé de terras agricultáveis, observa-se grande conflitos de ocupação. O maior dos conflitos é refletido pelas zonas edificadas, características e necessárias da ocupação humana para habitação. Secundariamente observa-se a predominância da cana de açúcar que indiscriminadamente ocupa-se área cujo o manejo adequada recomendaria outras práticas agrícolas. Em menor escala verifica-se a presença de minifúndios com a exploração comercial de frutíferas onde se aplicam um manejo rudimentar. Ainda sob o aspecto ambiental existem áreas protegidas por força do código florestal que constituem áreas de preservação permanente, nem sempre respeitadas.

Os mapas dispostos ao final deste capítulo dão a tônica real dos conflitos de ocupação.

5.1.11.2 Caracterização de terras agricultáveis – Aptidão agrícola.

A aptidão agrícola de uma área é determinada pelo potencial do solo em relação às exigências da cultura que se pretende estabelecer. As classes e as categorias de aptidão agrícola permitem aferir as possibilidades de cultivo de uma área em relação à cultura desejada, indicando qual a expectativa de sucesso dessa atividade.

A metodologia utilizada para a avaliação da aptidão agrícola, individualiza grupos, subgrupos e classes de aptidão, e classifica o potencial das terras para diversos tipos de utilização, sob três níveis de manejo considerados **A**, **B** e **C**. Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, essa metodologia visa

diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos. Os níveis de manejo supracitados são descritos a seguir:

- ✓ **Nível de Manejo A (primitivo):** baseado em práticas agrícolas que refletem um baixo nível técnico-cultural. Praticamente não há aplicação de capital para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas dependem fundamentalmente do trabalho braçal, podendo ser utilizada alguma tração animal com implementos agrícolas simples;
- ✓ **Nível de Manejo B (pouco desenvolvido):** baseado em práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico médio. Caracteriza-se pela modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. As práticas agrícolas neste nível de manejo incluem calagem e adubação com NPK, tratamentos fitossanitários simples, mecanização com base na tração animal ou na tração motorizada, apenas para desbravamento e preparo inicial do solo;
- ✓ **Nível de Manejo C (desenvolvido):** baseado em práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Caracteriza-se pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras. A motomecanização está presente nas diversas fases da operação agrícola.

Classes de aptidão agrícola - *Categorização de referencia*

Aptidão agrícola	Classe pedológica	Classes de Aptidão Agrícola
CLASSE BOA Terras com boa aptidão para lavouras de ciclo curto	Chernossolos Háplicos	1aBC
	Argissolos Vermelho-Amarelos	1ABc
CLASSE REGULAR Terras cultiváveis podendo ser usadas para lavouras de ciclo curto	Latossolos Amarelos	2BC
	Neossolos Flúvicos	2abc
	Vertissolos Háplicos	2(a)bC
	Argissolos Vermelhos	2ab(c)
CLASSE INAPTA Terras com aptidão boa para silvicultura e regular para pastagem natural	Neossolos Quartzarênicos	5Sn
CLASSE INAPTA Terras impróprias para exploração agrícola	Gleissolos Háplicos	6

FONTE: RAMALHO, A.F. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, 1995.

Legenda:

- 1aBC: Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo B e C e regular no nível A;
- 1ABc: Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo A e B e regular no nível C;
- 2BC: Terras pertencentes à classe de aptidão boa para lavouras nos níveis de manejo B e C e inapta no nível A;
- 2abc: Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A, B e C;
- 2(a)bC: Terras pertencentes à classe de aptidão restrita para lavouras no nível de manejo A, regular no nível B e boa no nível C;
- 2ab(c): Terras pertencentes à classe de aptidão regular para lavouras nos níveis de manejo A e B e restrita no nível C.
- 5Sn: Terras pertencentes à classe de aptidão boa para silvicultura e à classe regular para pastagem natural;
- 6: Terras sem aptidão para uso agrícola.

Analisando o entorno da área da intervenção, em visita a campo, mostra que a maior parte das terras do entorno, são terras cultiváveis e em menor percentual terras inaptas e outras são próprias para silvicultura e regular para pastagem natural. Seguem, abaixo, algumas observações do uso atual da área de influência indireta:

- ✓ Uso atual da área da intervenção (área do lago artificial) e do seu entorno é constituído pela predominância da cana-de-açúcar, pasto, agricultura comercial (coco, manga, jaca, acerola, banana e lavouras diversas), jazida de areia e argila.

5.1.11.3 Suscetibilidade à erosão

Erosão consiste nos processos de desprendimento e arraste das partículas de solo causadas pela ação da água e do vento e se constitui a principal causa da degradação das terras, elevando os custos relativos à produção agropecuária, uma vez que aumenta a necessidade de uso de corretivos e fertilizantes e reduz a eficiência operacional das máquinas agrícolas. A erosão causa também problemas na qualidade e disponibilidade de água, decorrentes da poluição e do assoreamento dos cursos d'água, favorecendo a ocorrência de enchentes no período chuvoso e a escassez de água no período de estiagem, provocando problemas socioeconômicos.

Suscetibilidade à erosão corresponde ao desgaste que o solo poderá sofrer quando submetido a diversos usos sem práticas conservacionistas. Depende de vários fatores, a saber: condições climáticas (regime pluviométrico, principalmente), condições dos solos (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compacta e pedregosidade), condições do relevo (declividade, extensão da pendente e microrrelevo) e cobertura vegetal.

A cobertura vegetal de um solo tem grande relevância na remoção de sedimentos, no escoamento superficial e na perda de solo. Quando um solo está descoberto, por exemplo, a gota de chuva o atinge diretamente fazendo com que haja o desprendimento e arraste das partículas. Já onde há cobertura vegetal, a gota é interceptada pela vegetação sendo dividida em diversas gotículas, reduzindo a sua força de impacto e conseqüentemente a ação erosiva, entretanto, o tipo de solo exerce grande influência sobre sua erodibilidade. Solos com textura arenosa ou média, com elevados teores de areia fina, são mais sujeitos à erosão, sendo os solos com areia grossa menos suscetíveis, pois a energia cinética da água carrega a fração areia fina com mais facilidade do que a fração areia grossa.

A inclinação do declive do terreno é outro fator que influencia fortemente as perdas de solo e água por erosão, pois, à medida que ela aumenta, crescem o volume e a velocidade da enxurrada e diminui a infiltração de água no solo. Com isso, expande a capacidade de transporte das partículas de solo pela enxurrada, assim como a própria

capacidade desta de desagregar solo, por ação de cisalhamento, principalmente quando concentrada nos sulcos direcionados no sentido da pendente do terreno.

Diante do exposto, prevaleceu o relevo como critério que favorece a ação erosiva. Assim, tem-se a suscetibilidade à erosão dos solos no Quadro abaixo onde verifica-se características ou classes de declividades suscetíveis à erosão.

Grau de suscetibilidade à erosão dos solos na alternativa do percurso do duto

Grau de suscetibilidade à erosão	Características
NULO	Solos não suscetíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solos de relevo plano ou quase plano (0 a 3% de declive), e com boa permeabilidade.
LIGEIRO	Solos que apresentam pouca suscetibilidade à erosão. Geralmente, possuem boas propriedades físicas, com declividade de 3 a 8% (relevo suave-ondulado).
MODERADO	Solos que apresentam moderada suscetibilidade à erosão. Seu relevo é normalmente ondulado, com declive de 8 a 13 %.

É imprescindível observar que na área não haverá processos erosivos. Dessa forma, o empreendimento não promoverá impactos de erosão, uma vez que a implantação do empreendimento, quando em sua operação, não disporá de “*terras nuas*” ou desprovidas de vegetação onde o sistema radicular promove o intertravamento das partículas do solo.

Analisando o entorno da área do empreendimento quando da visita em campo, observou-se que a maior parte das terras do entorno são terras cultiváveis, em menor percentual terras inaptas, outras são próprias para silvicultura e regular para pastagem natural. Seguem, abaixo, algumas observações do uso atual da área de influência indireta:

- Uso atual da área do entorno: cana-de-açúcar, pasto, agricultura comercial, jazida de areia e cascalheiras.
- Agricultura comercial: cana-de-açúcar, frutíferas e pasto.

A implantação da barragem no rio Cupissura não ocasionará indução de processos erosivos, desde que após a intervenção após a área permaneça nas mesmas condições que se encontra hoje. Mesmo porque a área atual é faixa de domínio rodoviário.

5.1.11.4 Levantamento dos Processos Erosivos, de Sedimentação e Estabilização dos Solos

Os processos erosivos e de sedimentação constituem uma dinâmica baseada no fenômeno da permanente busca de equilíbrio imposto pela natureza. A indução dessa dinâmica pode se dar pela busca do equilíbrio natural ao qual a Terra está imposta, ou pela ação do homem que, com seu trabalho, amplia o gradiente de desequilíbrio e acelera o processo.

A erosão e a sedimentação estão diretamente interligadas através de uma proporcionalidade linear e isto se revela um problema ambiental. Com o processo erosivo, verifica-se que o assoreamento é uma perigosa consequência, ele reduz a capacidade de drenagem do solo e agrava inundações. Outras descrições do processo podem ser amplamente obtidas na bibliografia disponível. Dessa forma, a erosão é um processo geológico exógeno e contínuo responsável pela remoção e pelo transporte de partículas do solo, principalmente pela ação da água das chuvas. É um importante agente na modelagem da paisagem terrestre e na redistribuição de energia.

Para o desenvolvimento da compreensão do processo, torna-se imperativo conhecer o processo de formação dos solos. O solo é à base das atividades humanas, prestando-se não somente ao desenvolvimento da agricultura, mas também à extração de recursos minerais, ao estabelecimento de áreas urbanas, de serviços e industriais, etc.

O processo de degradação ambiental tem início quando a exploração de um determinado recurso natural se torna maior do que a capacidade da natureza de repor ou reconstituir este recurso com suas características originais. A partir do momento em que a rocha aflora à superfície, ela tende a buscar um novo estado de equilíbrio, passando por uma série de alterações (intemperismo), que geram o solo. Portanto, a rocha é à base da formação do solo. Em síntese, pode-se resumir no seguinte esquema o processo de formação dos solos, ou pedogênese:

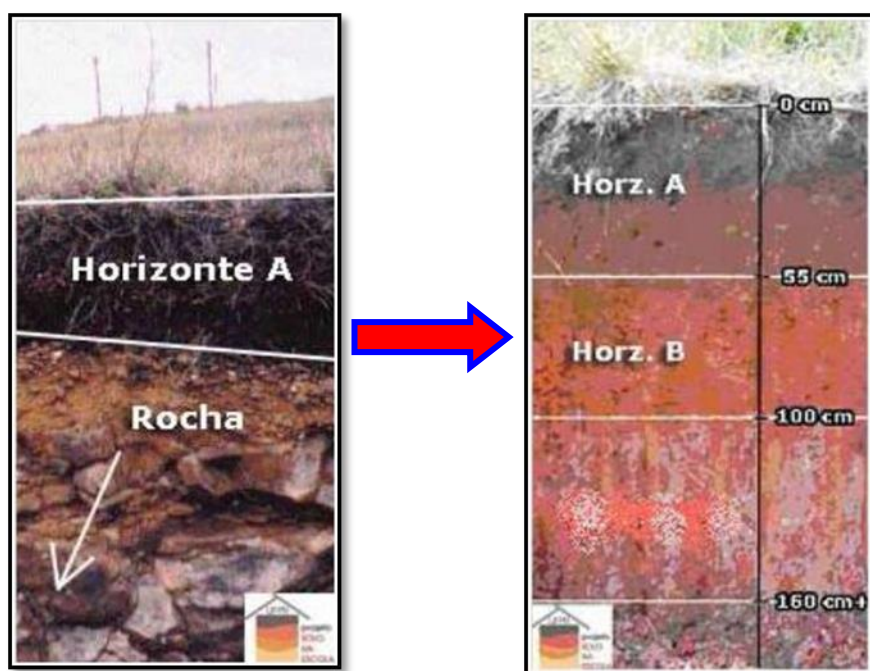


Figura 14: Evolução dos solos. *Fonte: Moreira, 2006*

5.1.11.5 Os Processos Erosivos

Em todos os casos de uso do solo mencionados, os processos erosivos podem ser intensificados dependendo das características do mesmo. A seguir são descritos os principais processos erosivos:

- Erosão - Erosão é o processo que envolve a desagregação, o transporte e a deposição de sedimentos. Como tipos de processos erosivos podem ser identificados: a erosão em lençol ou laminar, em sulcos ou canais, e por voçorocas. Todas estas formas de erosão têm como elemento desencadeador o impacto das gotas d'água, desagregando e deslocando as partículas constituintes do solo.
- Erosão laminar ou em lençol - O escoamento em lençol provoca uma erosão difusa, causada pelo escoamento de uma lâmina d'água sobre a superfície. Esta forma de erosão é mais difícil de ser identificada, uma vez que atua de forma igual sobre toda a superfície. Entretanto, é raro que, no seu curso, a lâmina d'água permaneça escoando uniformemente sobre todo o terreno. Devido às

irregularidades naturais da superfície, a tendência é a concentração do fluxo d'água em canais preferenciais;

- Erosão em Sulcos ou Ravinas - A concentração do fluxo d'água em canais pode evoluir para a forma de ravinas. As ravinas são, quase sempre, iniciadas a uma distância crítica do topo da encosta, onde o escoamento superficial se torna canalizado. Elas podem ser formadas próximas à base das encostas, onde uma pequena incisão recua em direção ao topo da encosta, e, por sua vez, podem dar origem às voçorocas;
- Voçorocas - Estas são as formas mais avançadas do processo erosivo e podem evoluir tanto em profundidade quanto lateralmente. Há casos em que a voçoroca atinge o nível freático, dificultando ainda mais o controle, pois além da erosão causada pelas águas pluviais, o processo passa a ser provocado também pelo fluxo do lençol.

5.1.11.6 Propriedades do Solo que Influenciam sua Erodibilidade

As características do solo que interferem na quantidade e velocidade da água infiltrada, bem como na estabilidade dos agregados, predominam como fatores determinantes de sua erodibilidade. Assim, têm-se como principais propriedades do solo que influenciam sua susceptibilidade à erosão:

- Textura - Este parâmetro refere-se à “Proporção relativa das partículas que constituem o solo por tamanho, isto é, argila, silte e areia. Cascalhos e calhaus constituem a pedregosidade”.
- Estrutura - A estrutura do solo é a forma como se arranjam as partículas elementares do solo. A estrutura determina a maior ou menor facilidade de trabalho das terras, permeabilidade à água, resistência à erosão e condições ao desenvolvimento das raízes das plantas. A textura do solo, associada à sua estrutura, define a porosidade deste solo, o que é fundamental para a aeração e drenagem. A porosidade influencia a permeabilidade do solo, bem como sua capacidade de armazenamento de água. Um solo muito argiloso e

de estrutura laminar, por exemplo, favorece o escoamento superficial, pois é pouco permeável por apresentar predomínio de microporos direcionados horizontalmente. Entretanto, esta característica pode ser atenuada pela presença de vegetação, pois esta, além de funcionar como obstáculo ao escoamento superficial, reduzindo sua velocidade, é fonte de matéria orgânica para o solo.

- Presença de matéria orgânica - A matéria orgânica tem grande importância na estabilidade do solo. O conteúdo de matéria orgânica no solo é de grande importância no controle da erosão. Nos solos argilosos, modifica-lhes a estrutura, melhorando as condições de arejamento e de retenção de água, o que é explicado pelas expansões e contrações alternadas que redundam de seu umedecimento e secamento sucessivos. Nos solos arenosos, a aglutinação das partículas, firmando a estrutura e diminuindo o tamanho dos poros, aumenta a capacidade de retenção de água. Como um dos principais agentes agregantes, a matéria orgânica é grande responsável pela estabilidade dos agregados do solo. Esta, por sua vez, é um dos principais fatores de controle da drenagem e erodibilidade do solo.

5.1.11.7 Fatores Externos ao Solo que Influenciam nos Processos de Erosão

Alguns fatores externos aos solos, mas que interferem em sua formação e evolução influenciam, conseqüentemente, os processos erosivos que ocorrem nestes solos. Alguns destes fatores são ressaltados a seguir:

- **Clima** - O clima influencia a erosão ao favorecer ou inibir a ocorrência de agentes do processo erosivo como a água e o gelo. A chuva tem grande potencial erosivo, pois seu impacto sobre o solo desagrega as partículas, deixando-as mais susceptível ao arraste e a água do escoamento superficial tem força para carrear grandes quantidades de solo. Quanto maior a intensidade da chuva, maior a sua erosividade. Essa influência do clima pode ser ainda mais fortalecida se associada ao relevo;

- **Topografia** - A topografia interfere de forma significativa na intensidade dos processos erosivos. Em um terreno de declividade mais acentuada, o escoamento superficial terá maior velocidade e maior força e, conseqüentemente, maior potencial erosivo. O comprimento da rampa é tão relevante quanto o seu declive, pois a velocidade de escoamento e o volume de água aumentarão de acordo com a distância percorrida;
- **Cobertura vegetal** - Uma primeira função da cobertura vegetal é impedir que a gota da chuva atinja diretamente o solo, desagregando suas partículas. Também é importante lembrar que todas as ações voltadas para a contenção de processos erosivos têm como principal efeito imediato à redução da velocidade do escoamento superficial. Neste sentido, a cobertura vegetal funciona como obstáculo tanto para o escoamento superficial como para o subsuperficial. Neste último caso, as raízes são responsáveis por controlar a velocidade e quantidade do fluxo subterrâneo, pois além de constituírem obstáculos ao fluxo, elas absorvem o excesso de água do solo. Ao interromper o fluxo superficial, a vegetação faz com que este corra mais lentamente, havendo mais tempo para a infiltração da água no solo. Portanto, a vegetação é um fator importante na medida em que favorece a infiltração em detrimento do escoamento superficial;
- **Grau de erodibilidade do solo** - Quanto ao risco à erosão dos solos, os processos geomorfológicos de escoamento concentrado nos vales principais, reptação, ravinamentos localizados e movimentos de massa nas encostas são considerados, principalmente nos períodos de maior intensidade pluviométrica, constituindo assim, os mais significativos na contribuição desse evento. Os dois primeiros tipos atuam no Sistema de Encostas, diferenciando-se pela área de exposição do solo aos agentes erosivos. Por exemplo, nas médias colinas ocupadas pelo pisoteio do gado, mesmo que rarefeito ou cobertas por cultivos sem práticas preservacionistas e conservacionistas, há uma maior capacidade de

escoamento superficial, velocidade do fluxo inversamente proporcional à infiltração da água, acarretando a remoção dos sedimentos e a instalação de sulcos e ravinamentos. Por vezes, em outros locais de forte declive, onde ocorreu a remoção de parte das encostas para retirada de argila, houve a exposição do solo, representados por “*bad lands*”, ravinamentos e localmente voçorocas.

Destaque para as condicionantes externas como declividade, textura do solo, escoamento superficial maior que a capacidade de infiltração, ausência de cobertura vegetal, subordinados a erodibilidade da chuva, e também internos, destacando-se entre outros, a presença de estratos relativamente permeáveis e a fluxos subterrâneos (“*piping*”). Estas condicionantes induzem a um alto grau de erodibilidade do solo, gerando os escorregamentos de terra. O assoreamento constitui outro processo importante. Associados aos terraços colúvio-aluvionares. Denominam os altos-médios vales fluviais.

Quanto aos solos, estes apresentam uma alta significância no tocante ao desenvolvimento de processos erosivos em larga escala. O próprio solo como alicerce natural, permite o abrigo de uma variedade de propriedades físicas, químicas e biológicas, afetadas por um complexo conjunto de fatores e agentes contribuidores para diferentes sustentabilidades do solo à erosão. Isso pode ser traduzido por grupos de solos que, com suas características singulares, apresentam efeitos diversos com relação aos processos e formações erosivas.

As mais relevantes categorias indutoras à erosão do solo estão representados pela associação de **Argissolos e Latossolos Vermelho-Amarelo**, ambos na sua maioria distróficos e distribuídos nas encostas, respectivamente nas altas/médias encostas e topo dos tabuleiros. A constituição friável dos horizontes superficiais (colúvio) e o aspecto litoestratigráfico destes ambientes (colúvio, pavimento detrítico e elúvio) induzem as diferentes ações pedogenéticas, como por exemplo, a interferência do paleossolo no fluxo vertical e lateral das águas provenientes dos horizontes superficiais mais permeáveis. Isso acarreta uma série de consequências pedomorfológicas, como o

desenvolvimento de ravinas, voçorocas e remoção de colúvio, como acontece nas na base das encostas.

A declividade é uma variável morfométrica do relevo (gradiente topográfico/comprimento do declive), que exercem significativa influência sobre a erosão do solo. Como parâmetro influenciador tem-se a inclinação do terreno, o comprimento e a forma do declive (convexa, côncava, retilínea), influenciando na velocidade do escoamento e no volume das massas de enxurradas que descem pelas encostas por gravidade, interferindo assim, nas propriedades e composição do solo, em grande erodibilidade ou não. Quanto mais íngreme o terreno, maior energia cinética aos processos hídricos, removendo os horizontes superficiais e desenvolvimento de formas erosivas (ravinas, voçorocas e movimentos de massa). O comprimento do declive, também tem seu papel, contribuindo para a perda do solo, havendo um maior espaço para o aumento progressivo do volume de água e transporte dos sedimentos e formações erosivas.

Com relação à interferência da morfometria, seja côncava, convexa ou retilínea, ocorre uma maior perda de solo nas encostas convexas, pois constitui em dispersoras de água, contribuindo para o aceleração dos processos erosivos. Os maiores graus de riscos à erosão do solo correspondem aos setores das encostas de vales fluviais e encostas, cujos solos foram e são usados intensivamente pela monocultura da cana-de-açúcar de forma irracional. Apresentam diferentes níveis de instabilidade ambiental, dependendo do grau de erodibilidade do solo. O rápido processo de erosão do solo pode ser ampliando por um conjunto de fatores (chuva, escoamento, solo, encosta, cobertura vegetal e prática conservacionista), agrupados em três grupos:

- a) Energia representada pela erosividade da chuva, em função da sua intensidade, duração e também, pelas condições morfométricas do relevo;
- b) Resistência, indicada pela erodibilidade do solo, ou seja, pela sua resistência ao desprendimento dos sedimentos e transporte, pela capacidade de infiltração e finalmente pelo tipo de manejo do solo (uso

de práticas conservacionistas); e

- c) Proteção do solo, em virtude da sua ocupação e manejo, como a densidade populacional (adensamentos suburbanos e urbanos sem planejamento), cobertura vegetal (fraca densidade) e manejo do solo (com ou sem práticas).

No caso da área diretamente afetada e da área de influência direta, esse conjunto de fatores desencadeadores dos processos erosivos é resposta a diferentes ações ou imposições antrópicas indicados por inúmeros fatos indisciplinados como:

- a) Desmatamentos das encostas para a implantação da monocultura da cana-de-açúcar e o plantio da fruticultura os solos expostos aos efeitos erosivos ou substituição da mata por cultivos temporários (feijão, mandioca e milho). Esses procedimentos já foram realizados na área do entorno da futura barragem há muito tempo;
- b) O pisoteio do gado (mesmo sendo pastagens rarefeitas) nas médias/baixas declividades das encostas e colinas, facilitando o desprendimento de partículas do solo e transporte de sedimentos, principalmente durante a época chuvosa (agindo a erosividade da chuva associada a fraca resistência do solo, o que acarretará, altas taxas de escoamento superficial); e,
- c) Abertura de segmentos viários para o escoamento da cana-de-açúcar e da cultura frutífera, já realizados há muito tempo, em conjuntos de relevo declivosos desprovidos de proteção vegetal e a ocupação desses declives intervenções irregulares, como pode ser observado na área de expansão urbana da comunidade de Cupissura e Retirada, ou franja rural urbana, próximo entorno do empreendimento. Todos esses fatores causais induzem os processos erosivos traduzidos por escoamentos pluviais (laminar e/ou filetes), ocasionando efeitos de remoção do horizonte A por ravinamentos e voçorocamentos; dependendo das condicionantes naturais externas as encostas (declividade, textura, estrutura rochosa e ocupação) e as de subsuperfície (proximidade do lençol freático, coesão das partículas, extratos de relativa impermeabilidade, etc.).

Acresce ainda que, em função de suas propriedades físicas (absorção d'água, permeabilidade, porosidade, etc.) os solos serão mais ou menos vulneráveis à erosão. No tocante à área de influência direta, o risco à erosão do solo é considerado de moderado a alto. Uma vez que esta característica está relacionada ao tipo de cobertura vegetal representadas por campos (pastagens), a cultura da indústria sucroalcooleira (Monocultura da cana-de-açúcar) caracterizado por grandes extensões de terra, não só na região onde será implantado da barragem, mas também no município de Caaporã e nos municípios do seu entorno.

5.1.11.8 Conclusão

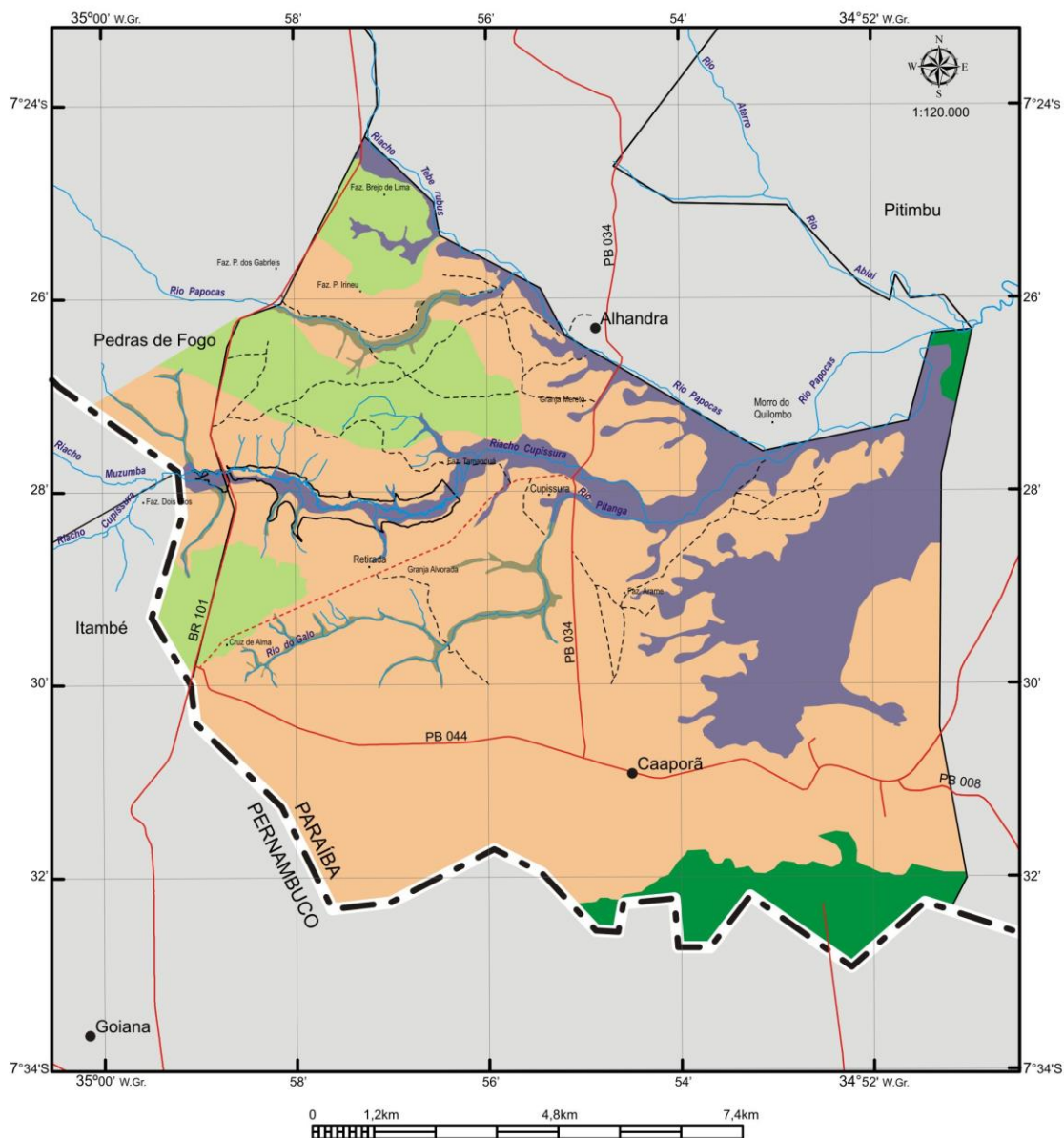
Considerando o exposto até aqui, é importante observar que a análise isolada de um único fator normalmente explica pouco a erosão dentro do contexto completo do fenômeno e é até difícil de ser discutida desta forma. A análise dos diversos fatores e, principalmente, a análise integrada das relações que os fatores possuem entre si fornecem subsídios práticos e ideais que contribuem para a compreensão holística do processo e fornecem bases sólidas para encontrar a melhor forma de manejar o solo e sua cobertura. Portanto, um fator por si só não explica a ocorrência ou susceptibilidade ao processo erosivo.

Um solo facilmente erodível apenas sofrerá erosão se houver o agente erosivo (água) e condições ambientais favoráveis à erosão (relevo movimentado, ausência de cobertura vegetal, etc.).

Na próxima página apresentaremos o mapa de Classes do Solo, Uso da Terra e Zonas de Uso e Ocupação do Solo da área do empreendimento e do seu entorno.

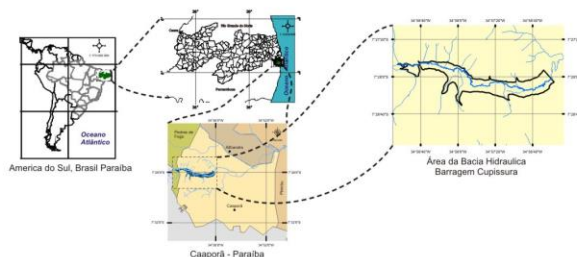
CLASSES DE SOLOS

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- == Estrada Pavimentada
- . - . Acesso sob domínio municipal
- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área do Empreendimento
- Argilossolo Vermelho-Amarelo
- Espodossolo Ferrocárbico
- Gleissolo Sáfico
- Neossolos Flúvicos
- Organossolo



Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007); MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05, SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).

CEMAPPU

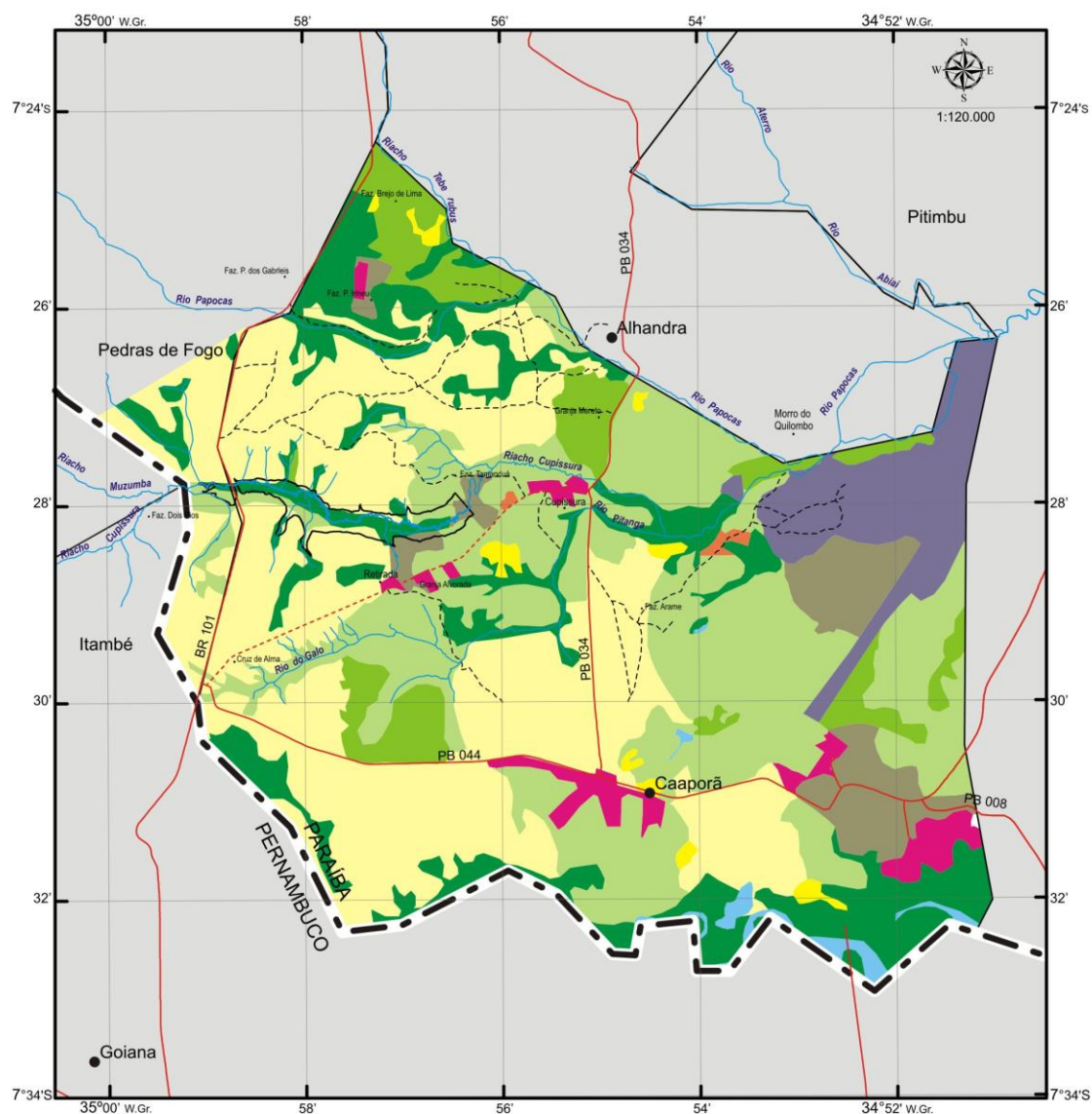
CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUISSURA



Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

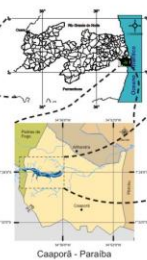
- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- - - Acesso sob domínio municipal

- - - Caminhos
- Corpos D'água
- Área Diretamente Afetada
- Fora de Análise

Uso da Terra

Classes de uso da terra	hectar	%
Área agrícola	839,52	5,34
Área edificada	386,16	2,46
Área agrícola + Pastagem	4.345,29	27,66
Cana de açúcar	5.537,80	35,24
Fragmento florestal	2.384,47	15,18
Formação de várzea	952,77	6,06
Mineração de areia	31,40	0,20
Pastagem	1.097,86	6,99
Solo exposto	137,22	0,87

Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007), MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE/MME, Projeto Radambrasil, Folhas 24/25 Jaguaribe/Natal; Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).



CEMAPPU

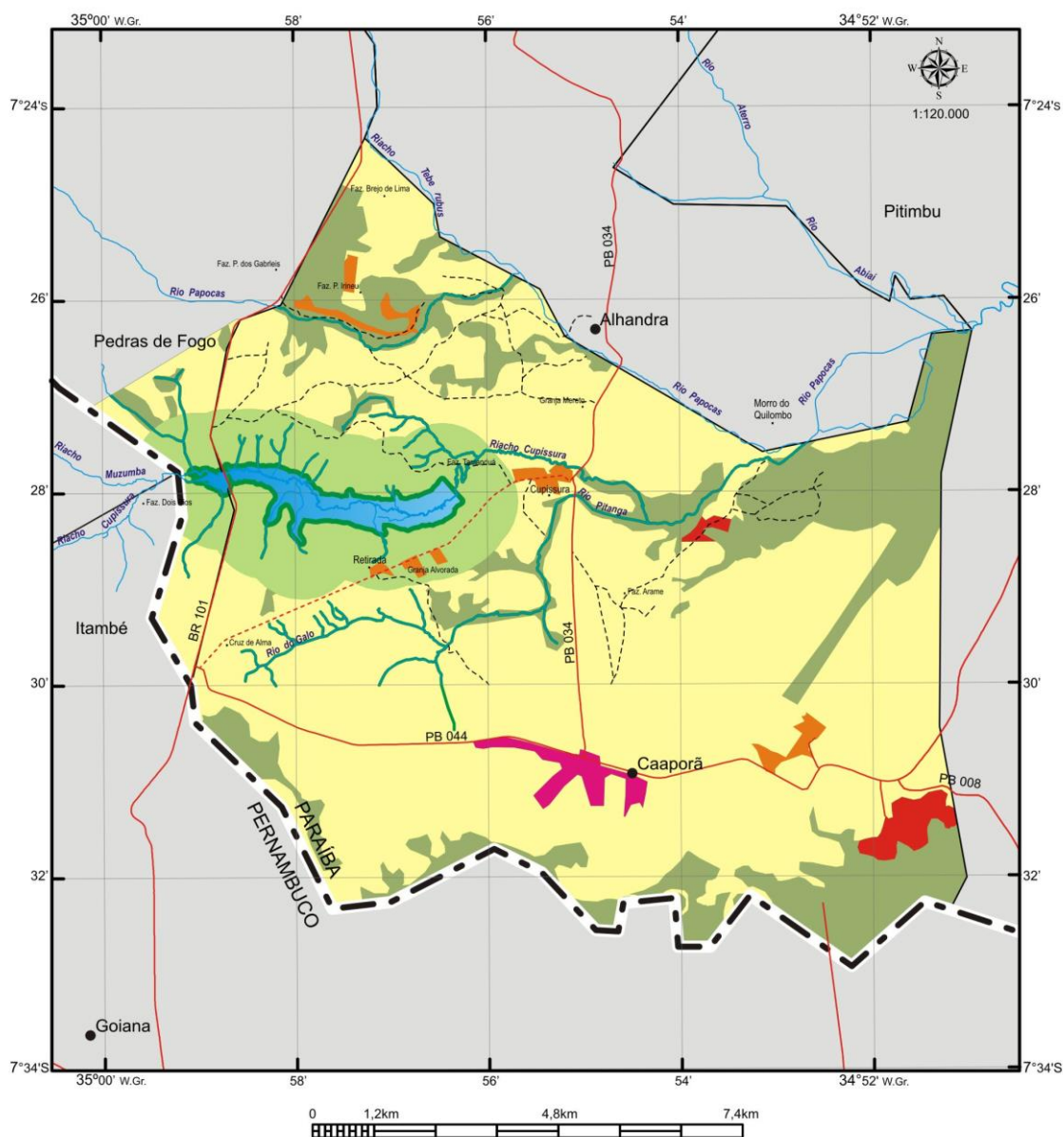
CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

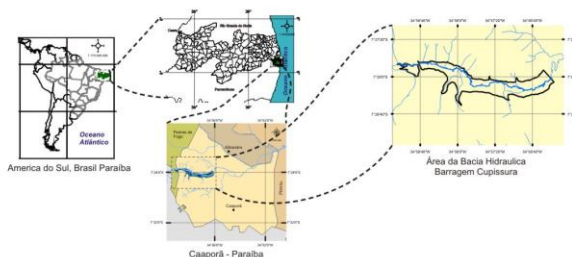
ZONAS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA: BARRAGEM DO CUPISSURA



- Sede do município
 - Limite municipal
 - - - Limite estadual
 - Estrada Pavimentada
 - - - Acesso sob domínio municipal
 - - - Caminhos
 - Corpos D'água
 - Área do Empreendimento
- Zonas de Uso e Ocupação**
- Zona Centro Urbano
 - Zona Urbanizada e Uso Industrial
 - Zona de Uso Agrosilvipastoril
 - Zona de Uso Intensivo
 - Zona Proteção Integral
 - Zona Especial de Uso Sustentável
 - Zona de Amortecimento e Uso Especial

Fontes: IBGE, Malha Digital dos Municípios (2007); MMA, Dados Geográficos; Imagem de Satélite Landsat comp. R03G04B05; SUDENE, Carta Topográfica, Folhas SB-25-Y-C-III-3-SO (Alhandra) e SB-25-Y-C-III-3-SO (Pitimbu).



CEMAPPU

CAGEPA

GOVERNO DA PARAÍBA

CONSULTORIA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE PROJETOS E PUBLICIDADES LTDA.

5.1.12 Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos.

5.1.12.1 Recursos Hídricos Superficiais - Caracterização da Bacia do qual se encontra o Rio Cupissura

A bacia hidrográfica do rio Abiaí localiza-se no litoral sul do Estado da Paraíba, na fronteira com o Estado de Pernambuco, entre as latitudes 7°10' e 7°30' Sul e entre as longitudes 34°48' e 35°06' Oeste, tendo uma área de 449,5 km² e um perímetro de 110,5 km. O rio Abiaí, com extensão de 28,2 km apresenta sua nascente na Fazenda Caboclo nas proximidades da junção da BR-101 com a estrada não pavimentada de acesso à Fazenda Caboclo no município de Alhandra, com uma altitude de 60,0 m, recebendo na sua margem direita significativa contribuição do rio Popocas que é seu principal afluente. O rio Popocas, com extensão de 27,9 km apresenta sua nascente no povoado de Riacho Preto no município de Pedras de Fogo, a uma altitude de 80,0 m. Este, por sua vez, recebe contribuições significativas na sua margem esquerda do rio Taperubus, com extensão de 15,5 km, e na sua margem direita do rio Cupissura, com extensão de 29,7 km e nascente na Mata da Guariba, no município de Itambé, a uma altitude de 115,0 m. Enquanto o rio Cupissura recebe contribuições na sua margem esquerda do riacho Muzumba e na sua margem direita do Rio Pitanga.

O relevo da bacia Abiaí apresenta-se como plano, onde predominam áreas de tabuleiro com vales rasos em forma de “U”. Do ponto de vista geológico, a litologia da bacia do rio Abiaí apresenta uma predominância de terrenos sedimentares, de areias pertencentes ao grupo barreiras, além de mangues e de terrenos que sofrem influência das marés. Observa-se ainda ocorrências de arenitos variegados e calcário do grupo Paraíba.

O município de Caaporã encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Abiaí. Os principais cursos d'água são: os rios Papocas, Camocim, Pitanga, Dois Rios, do Galo e Goiana, além dos riachos: Taperubus, Cupissura, Tamanduá e Farias. Os principais cursos d'água no município têm regime de escoamento perenizado e o padrão de drenagem é o dendrítico. A área de influência funcional da barragem no rio Cupissura se encontra entre as bacias hidrográficas do rio Gramame e Abiaí, que escoam no sentido geral Oeste-Nordeste.

BACIAS HIDROGRÁFICAS E SISTEMA DE DRENAGEM

AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA GRANDE JOÃO PESSOA

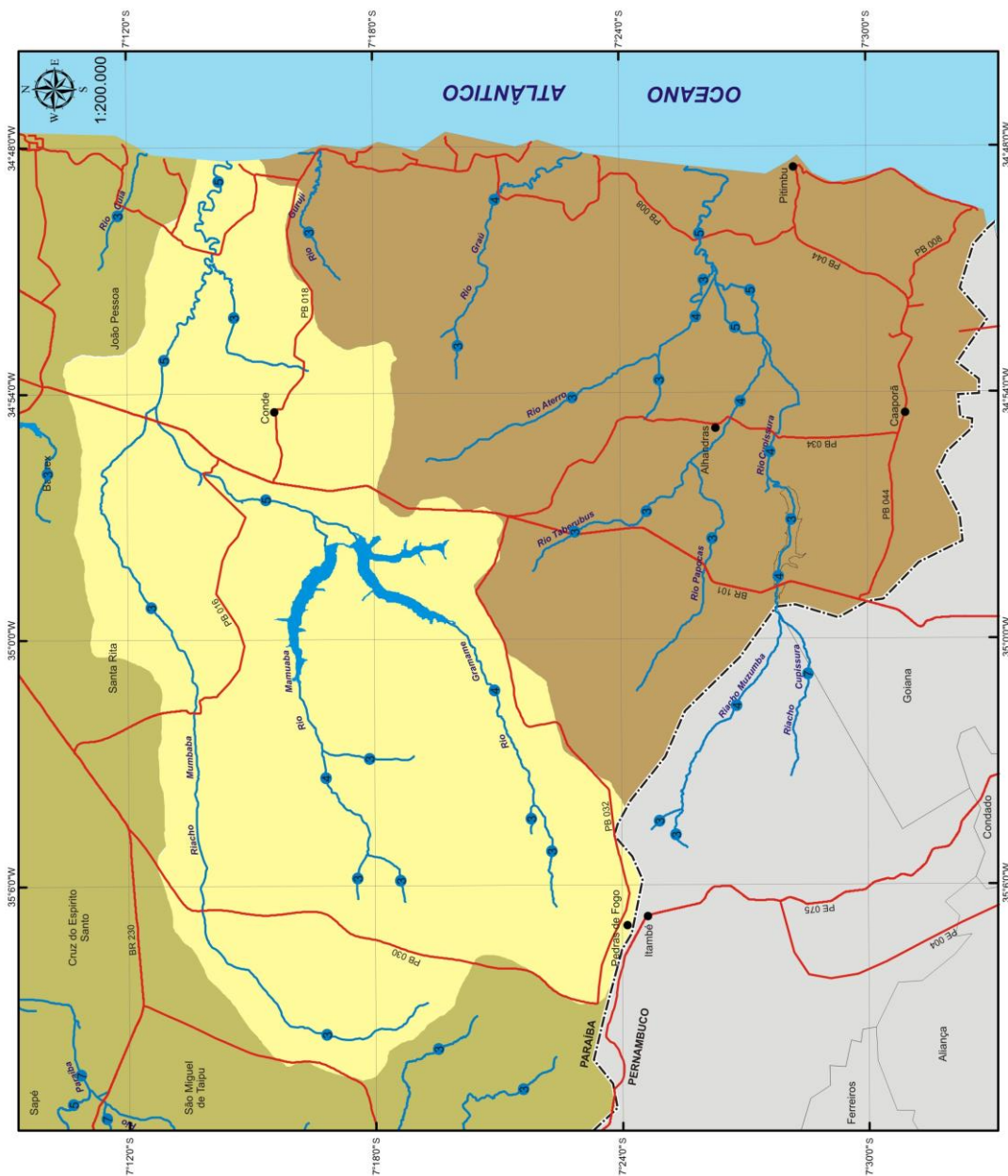
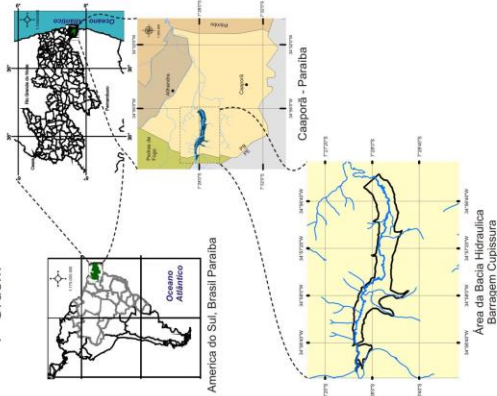
BARRAGEM DO CUPISSURA

- Sede do município
- Limite municipal
- - - Limite estadual
- Estrada Pavimentada
- Corpos D'água
- Limite do Empreendimento (Cota 28 metros)

- Bacia Hidrográfica do Abiaí
- Bacia Hidrográfica do Gramame
- Bacia Hidrográfica do Paraíba
- Área Fora de Análise

Hierarquização do sistema de drenagem

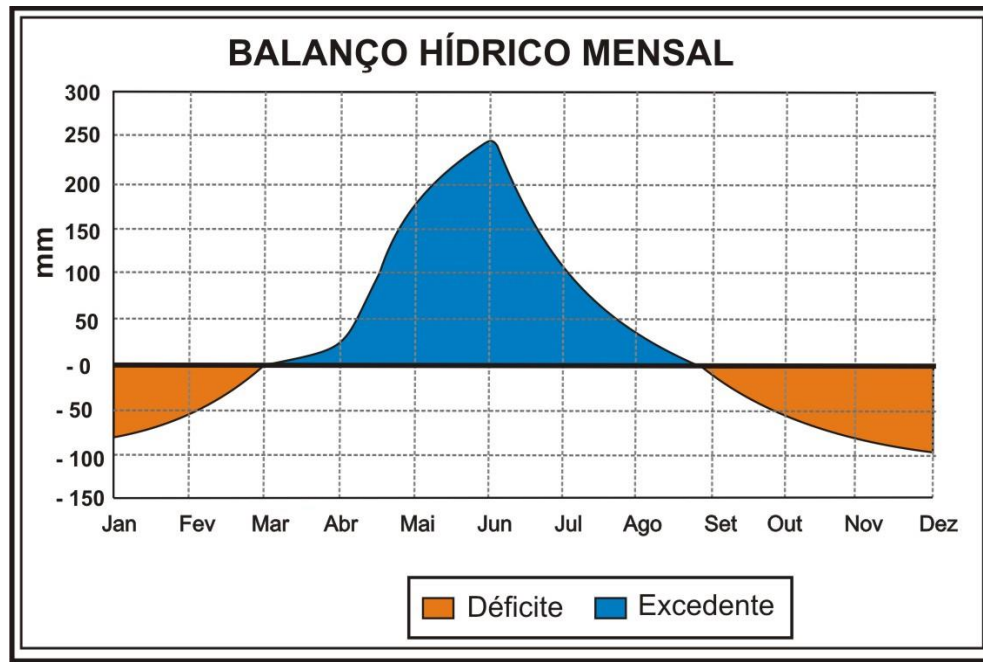
- 3ª Ordem
- 4ª Ordem
- 5ª Ordem
- 7ª Ordem



0 2,0km 6,0km 18 km

Sistema de Coordenadas Geográficas
Valores de Latitude Sul, Longitude Oeste Greenwich, Datum Horizontal SIRGAS 2000

Balanço hídrico da grande João Pessoa



5.1.12.2 Vazões do sistema

O sistema adutor Abiaí-Papocas terá como função básica a complementação do Sistema de Abastecimento de Água da Grande João Pessoa, que abrange os centros urbanos de João Pessoa, Cabedelo, Bayeux, Santa Rita e Conde, devendo produzir uma vazão, na primeira etapa, de 1.120 l/s para atender à demanda prevista para o ano de 2.030. Terá como mananciais, na primeira etapa, os rios Papocas e o Cupissura, e posteriormente será acrescida a contribuição do rio Abiaí, todos pertencentes a bacia do Abiaí, no litoral sul da Paraíba.

As captações atenderão também as cidades de Alhandra, Caaporã e o distrito de Cupissura, que pertence ao município de Caaporã, que já dispõem de sistemas operados pela CAGEPA (com exceção de Cupissura) porém se encontram com deficiência de atendimento em virtude do crescimento populacional ocorrido nos últimos anos, sem ampliação da produção.

O novo sistema de produção será composto pelas seguintes unidades:

- Captação no rio Papocas, em Alhandra: em função da vazão mínima garantida pelo rio no local da captação ser superior ao valor a ser retirado, a unidade constará de um canal de captação, acesso e aproximação à Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB-01, com capacidade para 600,00 l/s, com as obras de implantação em fase de conclusão; Em uma etapa posterior deverá ser construída uma barragem de acumulação à montante do atual local de captação aumentando a vazão regularizada. Observa-se que da vazão captada no rio Papocas de 600l/s, 525l/s serão destinados para a Grande João Pessoa, ficando a diferença de 75l/s para atenderem a ampliação do sistema da cidade de Alhandra.

Adutora de Água Bruta da elevatória até um Reservatório Apoiado de Reunião-RAP-01 com capacidade de 5.000m³ (primeira câmara) e uma Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-04, localizada junto a este RAP-01 que recalcará a água até um Stand-Pipe, de onde a água seguirá por gravidade até a Estação (existente) de Tratamento de Gramame, que terá sua capacidade ampliada para 3.834 l/s.

- Captação no rio Cupissura em Caaporã – Será construída uma barragem de acumulação com capacidade para regularizar e fornecer a vazão de 1.022 l/s, dos quais 1.000,00 l/s serão captados, sendo 300l/s destinados a manter a vazão mínima de base (ecológica) e 700l/s para o abastecimento de água.
- A Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-02, localizada a jusante da barragem, promoverá o recalque da água, através de uma Adutora de Água Bruta até ao Reservatório Apoiado de Reunião-RAP-01, de onde será bombeada juntamente com a água proveniente do rio Papocas, através da Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-04, localizada junto a este RAP-01 até o Stand-Pipe, de onde a água seguirá por gravidade até a Estação (existente) de Tratamento de Gramame, que terá sua capacidade ampliada para 3.834 l/s.

- Captação no rio Abiaí – Em uma etapa posterior deverá ser construída também, uma barragem de acumulação no rio Abiaí com Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-03, localizada a jusante da barragem, para promover o recalque da água, através de uma Adutora de Água Bruta até ao Reservatório Apoiado de Reunião-RAP-01, de onde será bombeada juntamente com as águas provenientes dos rios Papocas e Cupissura, através da Estação Elevatória de Água Bruta EEAB-04, localizada junto a este RAP-01 até o Stand-Pipe, de onde a água seguirá por gravidade até a Estação (existente) de Tratamento de Gramame, que terá sua capacidade ampliada para 3.834 l/s.

Em decorrência da implantação da barragem de acumulação de Cupissura, com capacidade de regularização da vazão de 1.022 l/s, do seu posicionamento em relação às localidades de Caaporã/Cupissura, e da reivindicação das respectivas comunidades, a CAGEPA optou por captar além da vazão necessária para a primeira etapa do projeto original do Sistema Abiaí/Papocas, (595,00 l/s de Cupissura), uma vazão adicional de 105,00 l/s para reforço destas duas comunidades, totalizando 700,00 l/s para vazão de captação de Cupissura.

Foi considerada a produção atual (2013) como composta por 1.917l/s do sistema de Gramame, 905l/s do sistema de Marés e 200l/s de água subterrânea, totalizando 3.022l/s, com capacidade para abastecer cerca de 1.140.000 de habitantes, conforme estudado pela ARCO Projetos e Construções Ltda, no projeto de ampliação do sistema de abastecimento de água da Grande João Pessoa de 2007.

No mesmo estudo, a previsão de crescimento populacional e demandas, estimou em 1.572.000 habitantes a população para o ano de 2030, com demanda de 4.142 l/s, sendo necessário portanto um acréscimo na produção de 1.120l/s.

As populações, vazões e demais parâmetros estabelecidos para o atendimento das demandas ao final da primeira etapa, com alcance previsto para o ano 2030, serão então complementadas com 1.120l/s da nova produção, atendendo com

segurança uma população de cerca de 1.572.000 habitantes, a ser atingida por volta do ano 2030.

Apesar de todos os levantamentos realizados, fundamentados no método geométrico de crescimento e nas equações de regressão ao longo das várias décadas do desenvolvimento de Alhandra/Caaporã/Cupissura, além de verificações, observações sobre a economia do município, e inspeções de campo, as projeções populacionais partem da consideração de que, tanto a evolução da ocupação urbana quanto da demografia guardam relações e causas relacionadas a fatores que não podem ser previstos com exatidão e, em certas conjunturas culturais e econômicas, podem sofrer alterações abruptas de comportamento em relação aos antecedentes e dados históricos.

Assim, foram adotados os mesmos parâmetros do projeto básico, tais como quota per-cápita de 150l/hab.dia; $K_1 = 1,2$, $K_2 = 1,5$, e as vazões disponibilizadas nas captações de Papocas e Cupissura para as cidades de Alhandra e Caaporã/Cupissura, para determinar as populações abastecíveis.

Considerou-se que as taxas de crescimento resultantes, (de 6,0 e 6,4% a.a.) se justificam devido a expectativa de crescimento elevado para aquelas cidades, devido as condições específicas de desenvolvimento por que passa a região, impulsionada pela instalação de indústrias de grande porte (FIAT-Montadora, Cimenteira, Cerâmica etc.) que já estão alterando significativamente as condições locais. Toda infraestrutura está sendo melhorada e ampliada, condomínios residenciais são implantados, empresas prestadoras de serviços se instalam, se constatando à olhos vistos o crescimento acelerado da região.

Partindo-se então, das vazões disponíveis, de 75l/s para Alhandra e de 105l/s para Caaporã/Cupissura, foram calculadas as populações abastecíveis respectivamente, observando-se que mesmo admitindo taxas elevadas de crescimento, o alcance dos sistemas seria superior ao ano de 2030.

Foram então estimadas as vazões e respectivas populações das cidades a serem atendidas pelo sistema denominado de Abiaí/Papocas, conforme a tabela 18 apresentado a seguir:

Tabela 18 - vazões e respectivas populações das cidades a serem atendidas pelo sistema denominado de Abiaí/Papocas

CIDADE	População-hab.	CAPTAÇÃO	VAZÃO l/sCaptada	VAZÃO p/sistema
RMGJP *	1.572.000	Papocas/Cupissura	$600 + 700 = 1.300$	$525 + 595 = 1.120$
Alhandra	36.000	Alhandra	$600 - 525 = 75$	75
Caaporã/Cupissura**	50.400	Cupissura	$700 - 595 = 105$	105

*RMGJP Região Metropolitana de João Pessoa, composta por João Pessoa, Bayeux, Santa Rita, Cabedelo e Conde.

**Cupissura é um distrito de Caaporã

5.1.13 Parâmetros de qualidade das águas, segundo a resolução CONAMA Nº 357/2005

RESOLUÇÃO CONAMA N.º 396, DE 3 DE ABRIL DE 2008

Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelo art. 8º, inciso VII, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e o que consta do Processo no 02000.003671/2005-71, e Considerando que o art. 26 da Constituição Federal inclui entre os bens dos Estados as águas subterrâneas;

Considerando que a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, visa assegurar a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental através da racionalização do uso dos meios, controle e zoneamento das atividades potencialmente poluidoras e o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

Considerando a Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, particularmente em seus arts. 9º e 10, que tratam do enquadramento dos corpos de água em classes, ratifica que cabe à legislação ambiental estabelecer as classes de corpos de água para proceder ao enquadramento dos recursos hídricos segundo os usos preponderantes;

Considerando que a Resolução no 12, de 19 de julho de 2000, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH, determina que cabe às Agências de Águas ou de Bacias, no âmbito de sua área de competência, propor aos respectivos Comitês de Bacias Hidrográficas o enquadramento de corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes;

Considerando que a Resolução no 15, de 11 de janeiro de 2001, do CNRH, estabelece que o enquadramento dos corpos de água em classes dar-se-á segundo as características hidrogeológicas dos aquíferos e os seus respectivos usos preponderantes, a serem especificamente definidos;

Considerando a necessidade de integração das Políticas Nacionais de Gestão Ambiental, de Gestão de Recursos Hídricos e de uso e ocupação do solo, a fim de garantir as funções social, econômica e ambiental das águas subterrâneas;

Considerando que os aquíferos se apresentam em diferentes contextos hidrogeológicos e podem ultrapassar os limites de bacias hidrográficas, e que as águas subterrâneas possuem características físicas, químicas e biológicas intrínsecas, com variações hidrogeoquímicas, sendo necessário que as suas classes de qualidade sejam pautadas nessas especificidades;

Considerando ser a caracterização das águas subterrâneas essencial para

estabelecer a referência de sua qualidade, a fim de viabilizar o seu enquadramento em classes;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando que a prevenção e controle da poluição estão diretamente relacionados aos usos e classes de qualidade de água exigidos para um determinado corpo hídrico subterrâneo;

Considerando a necessidade de se promover a proteção da qualidade das águas subterrâneas, uma vez que poluídas ou contaminadas, sua remediação é lenta e onerosa, resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.

CAPÍTULO DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas subterrâneas: águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo;

II - análises toxicológicas: análises químicas ou bioquímicas realizadas com a função de determinar compostos tóxicos, seus produtos de biotransformação ou seus efeitos em materiais biológicos de organismos potencialmente expostos;

III - aquífero: corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos;

IV - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros;

V - classificação: qualificação das águas subterrâneas em função de padrões de qualidade que possibilite o seu enquadramento;

VI - condição de qualidade: qualidade apresentada pelas águas subterrâneas, num determinado momento, frente aos requisitos de qualidade dos usos;

VII - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;
VIII - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (Classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um aquífero, conjunto de aquíferos ou porção desses, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

IX - Limite de Detecção do Método (LDM): menor concentração de uma substância que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada, pelo método utilizado;

X - Limite de Quantificação Praticável (LQP): menor concentração de uma substância que pode ser determinada quantitativamente com precisão e exatidão, pelo método utilizado;

XI - Limite de Quantificação da Amostra (LQA): LQP ajustado para as características específicas da amostra analisada;

XII - metas: realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XIII - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade ou quantidade das águas subterrâneas, em frequência definida;

XIV - padrão de qualidade: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água, estabelecido com base nos valores de referência de qualidade e nos valores máximos permitidos para cada um dos usos preponderantes;

XV - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XVI - remediação: técnica ou conjunto de técnicas utilizadas para a remoção ou atenuação dos contaminantes presentes na água subterrânea;

XVII - teste de toxicidade: testes realizados com organismos específicos (animais, plantas, microrganismos ou culturas de células) sob condições padronizadas que permitem estabelecer os possíveis efeitos adversos da amostra avaliada;

XVIII - usos preponderantes: principais usos das águas subterrâneas que incluem, consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação;

XIX - Valor de Referência de Qualidade-VRQ: concentração ou valor de um dado parâmetro que define a qualidade natural da água subterrânea; e

XX - Valor Máximo Permitido-VMP: limite máximo permitido de um dado parâmetro, específico para cada uso da água subterrânea.

CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 3º As águas subterrâneas são classificadas em:

I - Classe Especial: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial;

II - Classe 1: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

III - Classe 2: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

IV - Classe 3: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais;

V - Classe 4: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e

VI - Classe 5: águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

CAPÍTULO III DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Art. 4º Os Valores Máximos Permitidos - VMP para o respectivo uso das águas subterrâneas deverão ser observados quando da sua utilização, com ou sem tratamento, independentemente da classe de enquadramento.

Art. 5º As águas subterrâneas da Classe Especial deverão ter suas condições de qualidade naturais mantidas.

Art. 6º Os padrões das Classes 1 a 4 deverão ser estabelecidos com base nos Valores de Referência de Qualidade-VRQ, determinados pelos órgãos competentes, e nos Valores Máximos Permitidos para cada uso preponderante, observados os Limites de Quantificação Praticáveis-LQPs apresentados no Anexo I. Parágrafo único. Os parâmetros que apresentarem VMP para apenas um uso serão válidos para todos os outros usos, enquanto VMPs específicos não forem estabelecidos pelo órgão competente.

Art. 7º As águas subterrâneas de Classe 1 apresentam, para todos os parâmetros, VRQs abaixo ou igual dos Valores Máximos Permitidos mais Restritivos dos usos preponderantes.

Art. 8º As águas subterrâneas de Classe 2 apresentam, em pelo menos um dos parâmetros, Valor de Referência de Qualidade - VRQ superior ao seu respectivo Valor Máximo Permitido mais Restritivo - VMPr+ dos usos preponderantes.

Art. 9º As águas subterrâneas de Classe 3 deverão atender ao Valor Máximo Permitido mais Restritivo-VMPr+ entre os usos preponderantes, para cada um dos parâmetros, exceto quando for condição natural da água.

Art. 10. As águas subterrâneas de Classe 4 deverão atender aos Valores Máximos Permitidos menos Restritivos-VMPr- entre os usos preponderantes, para cada um dos parâmetros, exceto quando for condição natural da água.

Art. 11. As águas subterrâneas de Classe 5 não terão condições e padrões de qualidade conforme critérios utilizados nesta Resolução.

Art. 12. Os parâmetros a serem selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento das águas subterrâneas em classes deverão ser escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes

de poluição e outros critérios técnicos definidos pelo órgão competente. Parágrafo único. Dentre os parâmetros selecionados, deverão ser considerados, no mínimo, Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes.

Art. 13. Os órgãos competentes deverão monitorar os parâmetros necessários ao acompanhamento da condição de qualidade da água subterrânea, com base naqueles selecionados conforme o artigo 12, bem como pH, turbidez, condutividade elétrica e medição de nível de água.

§ 1º A frequência inicial do monitoramento deverá ser no mínimo semestral e definida em função das características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas dos aquíferos, das fontes de poluição e dos usos pretendidos, podendo ser reavaliada após um período representativo.

§ 2º Os órgãos competentes deverão realizar, a cada cinco anos, uma caracterização da qualidade da água contemplando todos os parâmetros listados no Anexo I, bem como outros que sejam considerados necessários.

§ 3º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 4º A avaliação da qualidade da água subterrânea deverá ser complementada, quando tecnicamente justificado, por meio de testes de toxicidade com organismos apropriados para cada um dos usos ou por análises toxicológicas adequadas.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão às suas expensas.

Art. 14. Independentemente dos valores máximos permitidos para as Classes 3 e 4,

qualquer aumento de concentração de contaminantes deverá ser monitorado, sua origem identificada e medidas adequadas de prevenção e controle deverão ser adotadas pelos órgãos competentes.

Art. 15. As amostragens e as análises de água subterrânea e sua interpretação para avaliação da condição de qualidade serão realizadas pelo órgão competente, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado.

Art. 16. As amostragens e análises das águas subterrâneas deverão ser realizadas por laboratórios ou instituições que possuam critérios e procedimentos de qualidade aceitos pelos órgãos responsáveis pelo monitoramento.

Art. 17. Para atendimento desta Resolução, as amostragens, as análises e o controle de qualidade para caracterização e monitoramento das águas subterrâneas deverão adotar os seguintes procedimentos mínimos:

I - as amostras de água subterrânea deverão ser coletadas utilizando métodos padronizados em pontos de amostragem que sejam representativos da área de interesse;

II - no caso da amostragem ser realizada em poços tubulares e de monitoramento, estes deverão ser construídos de acordo com as normas técnicas vigentes;

III - as análises deverão ser realizadas em amostras íntegras, sem filtração ou qualquer outra alteração, a não ser o uso de preservantes que, quando necessários, deverão seguir as normas técnicas vigentes;

IV - as análises mencionadas no inciso III, quando tecnicamente justificado, deverão também ser realizadas na fração dissolvida;

V - as análises físico-químicas deverão ser realizadas utilizando-se métodos padronizados,

em laboratórios que atendam aos limites de quantificação praticáveis, listados no Anexo I desta Resolução;

VI - no caso de uma substância ocorrer em concentrações abaixo dos limites de quantificação praticável-LQP, aceitar-se-á o resultado como ausente para fins de atendimento desta Resolução;

VII - no caso do limite de quantificação da amostra-LQA ser maior do que o limite de quantificação praticável-LQP, este também será aceito para atendimento desta Resolução, desde que tecnicamente justificado; e

VIII - no caso de a substância ser identificada na amostra entre o LDM e o LQA, o fato deverá ser reportado no laudo analítico com a nota de que a concentração não pode ser determinada com confiabilidade, não se configurando, neste caso, não conformidade em relação aos VMPs definidos para cada classe.

Art. 18. Os resultados das análises deverão ser reportados em laudos analíticos contendo, no mínimo:

I - identificação do local da amostragem, data e horário de coleta entrada da amostra no laboratório, anexando a cadeia de custódia;

II - indicação do método de análises utilizado para cada parâmetro analisado;

III - limites de quantificação praticados pelo laboratório e da amostra, quando for o caso, para cada parâmetro analisado;

IV - resultados dos brancos do método e "surrogates" (rastreadores);

V - incertezas de medição para cada parâmetro; e

VI - ensaios de adição e recuperação dos analitos na matriz (spike).

Parágrafo único. Outros documentos, tais como cartas controle, cromatogramas e

resultados obtidos em ensaios de proficiência, poderão ser solicitados a qualquer tempo pelo órgão ambiental competente.

Art. 19. Os órgãos competentes poderão acrescentar outras condições e padrões de qualidade para as águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica, bem como estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário.

CAPÍTULO IV DAS DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DA POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 20. Os órgãos ambientais em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos deverão promover a implementação de Áreas de Proteção de Aquíferos e Perímetros de Proteção de Poços de Abastecimento, objetivando a proteção da qualidade da água subterrânea.

Art. 21. Os órgãos ambientais, em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos e da saúde, deverão promover a implementação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da Água Subterrânea, em caráter excepcional e temporário, quando, em função da condição da qualidade e quantidade da água subterrânea, houver a necessidade de restringir o uso ou a captação da água para proteção dos aquíferos, da saúde humana e dos ecossistemas.

Parágrafo único. Os órgãos de gestão dos recursos hídricos, de meio ambiente e de saúde deverão articular-se para definição das restrições e das medidas de controle do uso da água subterrânea.

Art. 22. As restrições e exigências da classe de enquadramento das águas subterrâneas, aprovado pelo conselho de recursos hídricos competente, deverão ser observadas no

licenciamento ambiental, no zoneamento econômico-ecológico e na implementação dos demais instrumentos de gestão ambiental.

Art. 23. A recarga artificial e a injeção para contenção de cunha salina em aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses, das Classes 1, 2, 3 e 4, não poderá causar alteração da qualidade das águas subterrâneas que provoque restrição aos usos preponderantes.

Art. 24. A injeção em aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses com o objetivo de remediação deverá ter o controle dos órgãos competentes com o objetivo de alcançar ou manter os padrões de qualidade para os usos preponderantes e prevenir riscos ambientais.

Parágrafo único. A injeção a que se refere o caput deste artigo não deverá promover alteração da condição da qualidade dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, adjacentes, sobrejacentes e subjacentes, exceto para sua melhoria.

Art. 25. Nos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses onde ocorrerem injeção ou recarga, conforme especificado nos arts. 21 e 22, deverá ser implantado um programa específico de monitoramento da qualidade da água subterrânea.

Art. 26. Nos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, em que as águas subterrâneas estão enquadradas em Classe 5, poderá ser admitida a injeção direta, mediante controle dos órgãos competentes, com base em estudos hidrogeológicos apresentados pelo interessado, demonstrando que a injeção não provocará alteração da condição de qualidade em relação ao enquadramento das águas subterrâneas adjacentes, sobrejacentes e subjacentes, por meio de monitoramento.

Art. 27. A aplicação e disposição de efluentes e de resíduos no solo deverão observar os critérios e exigências definidos pelos órgãos competentes e não poderão conferir às águas subterrâneas características em desacordo com o seu enquadramento.

§ 1o A aplicação e a disposição, referidas no caput, não serão permitidas nos casos em que as águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses estejam enquadrados na Classe Especial.

§ 2o A aplicação e a disposição serão precedidas de plano específico e programa de monitoramento da qualidade da água subterrânea a serem aprovados pelo órgão competente.

CAPÍTULO V DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Art. 28. O enquadramento das águas subterrâneas dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, observadas as diretrizes ambientais apresentadas neste Capítulo.

Parágrafo único. De acordo com esta Resolução, o enquadramento das águas subterrâneas nas classes será efetuado com base nos usos preponderantes mais restritivos atuais ou pretendidos, exceto para a Classe 4, para a qual deverá prevalecer o uso menos restritivo.

Art. 29. O enquadramento das águas subterrâneas será realizado por aquífero, conjunto de aquíferos ou porções desses, na profundidade onde estão ocorrendo as captações para os usos preponderantes, devendo ser considerados no mínimo:

- I - a caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica;
- II - a caracterização da vulnerabilidade e dos riscos de poluição;
- III - o cadastramento de poços existentes e em operação;
- IV - o uso e a ocupação do solo e seu histórico;

V - a viabilidade técnica e econômica do enquadramento;

VI - a localização das fontes potenciais de poluição; e

VII - a qualidade natural e a condição de qualidade das águas subterrâneas.

Art. 30. Nos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porções desses, em que a condição de qualidade da água subterrânea esteja em desacordo com os padrões exigidos para a classe do seu enquadramento, deverão ser empreendidas ações de controle ambiental para a adequação da qualidade da água à sua respectiva classe, exceto para as substâncias que excedam aos limites estabelecidos devido à sua condição natural.

§ 1º As ações de controle ambiental referidas no caput deverão ser executadas em função das metas do enquadramento, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias.

§ 2º A adequação gradativa da condição da qualidade da água aos padrões exigidos para a classe deverá ser definida levando-se em consideração as tecnologias de remediação disponíveis, a viabilidade econômica, o uso atual e futuro do solo e das águas subterrâneas, devendo ser aprovada pelo órgão ambiental competente.

§ 3º Constatada a impossibilidade da adequação prevista no parágrafo anterior, deverão ser realizados estudos visando o reenquadramento da água subterrânea.

§ 4º Medidas de contenção das águas subterrâneas deverão ser exigidas pelo órgão competente, quando tecnicamente justificado.

Art. 31. Os estudos para enquadramento das águas subterrâneas deverão observar a interconexão hidráulica com as águas superficiais, visando compatibilizar as respectivas propostas de enquadramento.

Art. 32. Ficam estabelecidos como condicionantes para o enquadramento das águas subterrâneas em Classe 5 que as mesmas estejam em aquíferos, conjunto de aquíferos ou

porções desses, confinados, e que apresentem valores de Sólidos Totais Dissolvidos superiores a 15.000 mg/L.

CAPÍTULO VI DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 33. A classe de enquadramento das águas subterrâneas, bem como sua condição de qualidade, deverão ser divulgadas, periodicamente, pelos órgãos competentes por meio de relatórios de qualidade e placas de sinalização nos locais de monitoramento.

Art. 34. Os Valores Máximos Permitidos-VMP e os Limites de Quantificação Prática - LQP, constantes no Anexo I, deverão ser reavaliados a cada cinco anos, ou em menor prazo quando tecnicamente justificado.

Parágrafo único. Os órgãos competentes gestores podem, a qualquer momento, incluir outros usos da água subterrânea ou substâncias não listadas, desde que tecnicamente justificado, definindo seus respectivos VMP e LQP.

Art. 35. Deverão ser fomentados estudos para definição de Valores Máximos Permitidos que reflitam as condições nacionais, especialmente para dessedentação de animais e irrigação.

Art. 36. Nas regiões onde houver ocorrência de elementos radioativos, os órgãos competentes deverão caracterizar radioquimicamente as águas subterrâneas.

Art. 37. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.


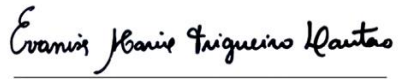
5.1.14 Qualidade das Águas do Cupissura



Sobre a qualidade das águas do rio Cupissura, as análises físico-químicas e bacteriológicas realizadas pela CAGEPA, demonstram que todos os indicadores estão dentro dos limites estabelecidos para a classe 2, mesmo assim está previsto que durante as obras, serão procedidas novas análises para elaboração de um diagnóstico que subsidiará no início da fase de operação, estabelecendo o plano de controle e


monitoramento das águas. O Boletim da qualidade das água será apresentado logo a seguir, de forma que será considerado como o marco zero da intervenção.


Para a fase de implantação foi apresentado no capítulo dos prognósticos ambientais, Volume 4, o Plano da qualidade da água. O mapa abaixo apresenta os pontos de coletas que deverão ser monitorados continuamente, a jusante e a montante do eixo da barramento. Onde serão coletados três amostras no Rio Cupissura e uma amostra no poço tubular profundo no SAAE, localizado na comunidade de Retirada.

A seguir é apresentado o boletim de análise físico-química.

 <p>CAGEPA GERÊNCIA REGIONAL DO LITORAL JOÃO PESSOA-PB</p>		<p>BOLETIM DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA</p>		<p>BOLETIM Nº 307/2013</p>	
DADOS DA AMOSTRA DE ÁGUA					
SOLICITANTE: CAGEPA			MUNICÍPIO: CAAPORÃ - PB		
PROCEDÊNCIA: DOIS RIOS			COLETADOR: AILTON		
MANANCIAL: SUPERFÍCIE			PONTO DE COLETA: PONTE BR 101		
NATUREZA DA AMOSTRA: IN NATURA			DATA E HORA DA COLETA: 09/08/2013 – 09:30 hs		
APRESENTAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA: GARRAFA PLÁSTICA 01 LITRO			APRESENTAÇÃO BACT: FRASCO APROPRIADO		
			DATA DA EMISSÃO: 26/08/2013		
PARÂMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	PORTARIA Nº 2914/11	RESOLUÇÃO Nº 357	
ASPECTO IN NATURA		AMARELADO	LIMPIDO	-----	
ODOR, A FRIO.	QUALITATIVO	*****	NÃO OBJETÁVEL	-----	
TEMPERATURA	o C	27,0	AMBIENTE	-----	
PH	-----	6,7	ENTRE 6,0 A 9,5	ENTRE 6,0 A 9,0	
COR APARENTE (Pt-CO)	UH	97,9	15	75	
TURBIDEZ (unidades Jackson)	UT	24,4	5	100	
COLOR RESIDUAL	mg/l	****	ENTRE 0,2 A 2,0	-----	
NITROGENIO NITRITOS (NO ₃)	mg/l	0,00	1,0	1,0	
NITROGÊNIO NITRATOS (NO ₂)	mg/l	0,0	10,0	10,0	
ALC. EM HIDRÓXIDO (OH)	mg/l CaCO ₃	0,0	1,0	-----	
ALC. EM CARBONATO (CO ₃)	mg/l CaCO ₃	0,0	-----	-----	
ALC. EM BICARBONATO (HCO ₃)	mg/l CaCO ₃	23,0	-----	-----	
ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	23,0	-----	-----	
DIÓXIDO CARBONO (CO ₂)	mg/l	10,6	-----	-----	
OXIG.CONSUMIDO (MEIO ÁCIDO)	mg/l	5,9	-----	-----	
CLORETOS (Cl)	mg/l / Cl	20,0	250	250,0	
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	16,4	500	-----	
DUREZA DE CÁLCIO	mg/l CaCO ₃	10,0	-----	-----	
DUREZA DE MAGNÉSIO	mg/l CaCO ₃	6,4	-----	-----	
FERRO	mg/l / Fe	1,54	0,3	0,3	
MANGANÊS	mg/l / Mn	0,209	0,1	0,1	
CONDUTIVIDADE	µS/cm	88,4			
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/l	89,0	1.000	500	
SALINIDADE	‰	0,0		≤0,5 água doce; >0,5 a <30 água salobra; ≥30 água salgada	
			Data e Hora da Análise: 12/08/2013 – 14:00 hs		
RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA – MÉTODO: COLILERT					
COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	> 2.419,2 NMP/100 ml	E. COLI	24:00 HORAS	1.046,2 NMP/100 ml
			Data e Hora da Análise: 09/08/2013 – 14:00 hs		
LEGENDA E INTERPRETAÇÃO					
<p>Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano.</p> <p>Resolução nº 357 de 17/03/2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. VMP = Valor máximo permitido</p> <p>Obs: Os resultados das análises restringem apenas as amostras analisadas.</p>					
OBSERVAÇÃO:			 <p>Evanisa Maria Trigueiro Dantas CRQ 19.200-077 Químico ETA-Marés</p>		

 CAGEPA GERENCIA REGIONAL DO LITORAL JOÃO PESSOA-PB		BOLETIM DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA		BOLETIM Nº 308/2013	
DADOS DA AMOSTRA DE ÁGUA					
SOLICITANTE: CAGEPA			MUNICÍPIO: CAAPORÃ - PB		
PROCEDÊNCIA: DOIS RIOS			COLETADOR: AILTON		
MANANCIAL: SUPERFÍCIE			PONTO DE COLETA: BR CUISSURA		
NATUREZA DA AMOSTRA: IN NATURA			DATA E HORA DA COLETA: 09/08/2013 – 10:00 hs		
APRESENTAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA: GARRAFA PLÁSTICA 01 LITRO			APRESENTAÇÃO BACT: FRASCO APROPRIADO		
			DATA DA EMISSÃO: 26/08/2013		
PARÂMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	PORTARIA Nº 2914/11		RESOLUÇÃO Nº 357
ASPECTO IN NATURA		AMARELADO	LIMPIDO		-----
ODOR, A FRIO.	QUALITATIVO	*****	NÃO OBJETÁVEL		-----
TEMPERATURA	o C	26,7	AMBIENTE		-----
PH	-----	6,6	ENTRE 6,0 A 9,5		ENTRE 6,0 A 9,0
COR APARENTE (Pt-CO)	UH	73,7	15		75
TURBIDEZ (unidades Jackson)	UT	18,6	5		100
COLORO RESIDUAL	mg/l	****	ENTRE 0,2 A 2,0		-----
NITROGENIO NITRITOS (NO ₃)	mg/l	0,003	1,0		1,0
NITROGENIO NITRATOS (NO ₂)	mg/l	0,0	10,0		10,0
ALC. EM HIDRÓXIDO (OH)	mg/l CaCO ₃	0,0	1,0		-----
ALC. EM CARBONATO (CO ₃)	mg/l CaCO ₃	0,0	-----		-----
ALC. EM BICARBONATO (HCO ₃)	mg/l CaCO ₃	18,0	-----		-----
ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	18,0	-----		-----
DIÓXIDO CARBONO (CO ₂)	mg/l	7,9	-----		-----
OXIG.CONSUMIDO (MEIO ÁCIDO)	mg/l	5,3	-----		-----
CLORETOS (Cl)	mg/l / Cl	16,8	250		250,0
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	16,2	500		-----
DUREZA DE CÁLCIO	mg/l CaCO ₃	7,8	-----		-----
DUREZA DE MAGNÉSIO	mg/l CaCO ₃	8,4	-----		-----
FERRO	mg/l / Fe	1,42	0,3		0,3
MANGANÊS	mg/l / Mn	0,082	0,1		0,1
CONDUTIVIDADE	µS/cm	82,7			
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/l	83,0	1.000		500
SALINIDADE	‰	0,0			≤0,5 água doce; >0,5 a <30 água salobra; ≥30 água salgada
			Data e Hora da Análise: 12/08/2013 – 14:30 hs		
RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA – MÉTODO: COLILERT					
COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	> 2.419,2 NMP/100 ml	E. COLI	24:00 HORAS	238,2 NMP/100 ml
			Data e Hora da Análise: 09/08/2013 – 14:05 hs		
LEGENDA E INTERPRETAÇÃO					
Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano. Resolução nº 357 de 17/03/2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. VMP = Valor máximo permissível Obs: Os resultados das análises restringem apenas as amostras analisadas.					
OBSERVAÇÃO:			 Evanisa Maria Trigueiro Dantas CRQ 19.200-077 Químico ETA-Marés		

 <p>CAGEPA GERENCIA REGIONAL DO LITORAL JOÃO PESSOA-PB</p>		<p>BOLETIM DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA</p>		<p>BOLETIM Nº 309/2013</p>	
DADOS DA AMOSTRA DE ÁGUA					
SOLICITANTE: CAGEPA			MUNICÍPIO: CAAPORÃ - PB		
PROCEDÊNCIA: RIO CUISSURA			COLETADOR: AILTON		
MANANCIAL: SUPERFÍCIE			PONTO DE COLETA: PB 034		
NATUREZA DA AMOSTRA: IN NATURA			DATA E HORA DA COLETA: 09/08/2013 – 11:00 hs		
APRESENTAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA: GARRAFA PLÁSTICA 01 LITRO			APRESENTAÇÃO BACT: FRASCO APROPRIADO		
			DATA DA EMISSÃO: 26/08/2013		
PARÂMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	PORTARIA Nº 2914/11	RESOLUÇÃO Nº 357	
ASPECTO IN NATURA		AMARELADO	LIMPIDO	-----	
ODOR, A FRIO.	QUALITATIVO	*****	NÃO OBJETÁVEL	-----	
TEMPERATURA	o C	28,4	AMBIENTE	-----	
PH	-----	6,6	ENTRE 6,0 A 9,5	ENTRE 6,0 A 9,0	
COR APARENTE (Pt-CO)	UH	85,6	15	75	
TURBIDEZ (unidades Jackson)	UT	22,4	5	100	
CLORO RESIDUAL	mg/l	****	ENTRE 0,2 A 2,0	-----	
NITROGENIO NITRITOS (NO ₃)	mg/l	0,003	1,0	1,0	
NITROGÊNIO NITRATOS (NO ₂)	mg/l	0,0	10,0	10,0	
ALC. EM HIDRÓXIDO (OH)	mg/l CaCO ₃	0,0	1,0	-----	
ALC. EM CARBONATO (CO ₃)	mg/l CaCO ₃	0,0	-----	-----	
ALC. EM BICARBONATO (HCO ₃)	mg/l CaCO ₃	19,0	-----	-----	
ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	19,0	-----	-----	
DIÓXIDO CARBONO (CO ₂)	mg/l	7,9	-----	-----	
OXIG.CONSUMIDO (MEIO ÁCIDO)	mg/l	6,1	-----	-----	
CLORETOS (Cl)	mg/l / Cl	17,4	250	250,0	
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	18,0	500	-----	
DUREZA DE CÁLCIO	mg/l CaCO ₃	6,0	-----	-----	
DUREZA DE MAGNÉSIO	mg/l CaCO ₃	12,0	-----	-----	
FERRO	mg/l / Fe	1,59	0,3	0,3	
MANGANÊS	mg/l / Mn	0,164	0,1	0,1	
CONDUTIVIDADE	µS/cm	84,5			
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/l	84,0	1.000	500	
SALINIDADE	‰	0,0		≤0,5 água doce; >0,5 a <30 água salobra; ≥30 água salgada	
			Data e Hora da Análise: 12/08/2013 – 15:00 hs		
RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA – MÉTODO: COLILERT					
COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	> 2.419,2 NMP/100 ml	E. COLI	24:00 HORAS	261,3 NMP/100 ml
			Data e Hora da Análise: 09/08/2013 – 14:10 hs		
LEGENDA E INTERPRETAÇÃO					
<p>Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano.</p> <p>Resolução nº 357 de 17/03/2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. VMP = Valor máximo permitido</p> <p>Obs: Os resultados das análises restringem apenas as amostras analisadas.</p>					
OBSERVAÇÃO:			<p><i>Evanis Maria Trigueiro Dantas</i></p> <p>Evanis Maria Trigueiro Dantas CRQ 19.200-077 Químico ETA-Marés</p>		

 <p>CAGEPA GERENCIA REGIONAL DO LITORAL JOÃO PESSOA-PB</p>		<p>BOLETIM DE ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA</p>		<p>BOLETIM Nº 310/2013</p>	
DADOS DA AMOSTRA DE ÁGUA					
SOLICITANTE: CAGEPA			MUNICÍPIO: CAAPORÃ - PB		
PROCEDÊNCIA: R FREDERICO, S/N			COLETADOR: AILTON		
MANANCIAL: SUBTERRÂNEO			PONTO DE COLETA: TORNEIRA		
NATUREZA DA AMOSTRA: IN NATURA			DATA E HORA DA COLETA: 09/08/2013 – 12:00 hs		
APRESENTAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA: GARRAFA PLÁSTICA 01 LITRO			APRESENTAÇÃO BACT: FRASCO APROPRIADO		
			DATA DA EMISSÃO: 26/08/2013		
PARÂMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	PORTARIA Nº 2914/11	RESOLUÇÃO Nº 357	
ASPECTO IN NATURA		LÍMPIDO	LÍMPIDO	-----	
ODOR, A FRIO.	QUALITATIVO	*****	NÃO OBJETÁVEL	-----	
TEMPERATURA	o C	27,6	AMBIENTE	-----	
PH	-----	6,4	ENTRE 6,0 A 9,5	ENTRE 6,0 A 9,0	
COR APARENTE (Pt-CO)	UH	0,2	15	75	
TURBIDEZ (unidades Jackson)	UT	0,65	5	100	
CLORO RESIDUAL	mg/l	****	ENTRE 0,2 A 2,0	-----	
NITROGENIO NITRITOS (NO ₃)	mg/l	0,018	1,0	1,0	
NITROGÊNIO NITRATOS (NO ₂)	mg/l	2,1	10,0	10,0	
ALC. EM HIDRÓXIDO (OH)	mg/l CaCO ₃	0,0	1,0	-----	
ALC. EM CARBONATO (CO ₃)	mg/l CaCO ₃	0,0	-----	-----	
ALC. EM BICARBONATO (HCO ₃)	mg/l CaCO ₃	62,0	-----	-----	
ALCALINIDADE TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	62,0	-----	-----	
DIÓXIDO CARBONO (CO ₂)	mg/l	37,8	-----	-----	
OXIG.CONSUMIDO (MEIO ÁCIDO)	mg/l	2,0	-----	-----	
CLORETOS (Cl)	mg/l / Cl	14,6	250	250,0	
DUREZA TOTAL (CaCO ₃)	mg/l CaCO ₃	60,0	500	-----	
DUREZA DE CÁLCIO	mg/l CaCO ₃	37,6	-----	-----	
DUREZA DE MAGNÉSIO	mg/l CaCO ₃	22,4	-----	-----	
FERRO	mg/l / Fe	0,05	0,3	0,3	
MANGANÊS	mg/l / Mn	0,021	0,1	0,1	
CONDUTIVIDADE	µS/cm	176,6			
SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS	mg/l	177,0	1.000	500	
SALINIDADE	‰	0,0		≤0,5 água doce; >0,5 a <30 água salobra; ≥30 água salgada	
			Data e Hora da Análise: 12/08/2013 – 15:30 hs		
RESULTADOS DA ANÁLISE BACTERIOLÓGICA – MÉTODO: COLILERT					
COLIFORMES TOTAIS	24:00 HORAS	0,0 NMP/100 ml	E. COLI	24:00 HORAS	0,0 NMP/100 ml
			Data e Hora da Análise: 09/08/2013 – 14:15 hs		
LEGENDA E INTERPRETAÇÃO					
<p>Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano.</p> <p>Resolução nº 357 de 17/03/2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. VMP = Valor máximo permissível</p> <p>Obs: Os resultados das análises restringem apenas as amostras analisadas.</p>					
OBSERVAÇÃO:			<p><i>Evanisa Maria Trigueiro Dantas</i></p> <p>Evanisa Maria Trigueiro Dantas CRQ 19.200-077 Químico ETA-Marés</p>		

5.1.15 Hidrogeologia

A caracterização hidrogeológica do Estado da Paraíba é melhor visualizada quando a abordagem territorial é feita por sistema aquífero, assim definido como uma estrutura hidrogeológica organizada, podendo ser composto de dois subsistemas, um livre e um confinado, hidraulicamente inter-relacionados, ou por, apenas, um subsistema do tipo livre. Estes subsistemas podem estar contidos em uma ou mais formação geológica, constituindo uma unidade aquífera que apresenta condições intrínsecas de armazenamento e de recarga, circulação e descarga.

Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - Aesa, ocorrem, no território paraibano, os seguintes sistemas aquíferos: Cristalino, Rio do Peixe, Paraíba-Pernambuco, Serra dos Martins, Aluvial e Elúvio-coluvial, no caso da implantação da barragem Cupissura na zona rural do município de Caaporã, a intervenção se encontra localizada Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco.

5.1.15.1 Caracterização Hidrológica e Definição da área de Influência da Intervenção e sua Hidrogeologia

No que tange aos aquíferos subterrâneos, a área de influência direta foi definida como a área da bacia hidráulica acrescida de uma faixa marginal de 100 metros. E a área de influência indireta foi definida pelo somatório dos municípios de Caaporã e Pedras de Fogo. Verifica-se no mapa de sistema aquíferos que a região é composta por aquíferos sedimentares. Mais precisamente, a área de influência indireta, composta pelos municípios de Caaporã e Pedras de fogo, que apenas o aquífero sedimentar é contemplado. O sistema sedimentar é assim representado pelo Sistema Aquífero Paraíba-Pernambuco.

O sistema Paraíba-Pernambuco ocupa uma área de cerca de 3.400 km² na região litorânea, situada ao leste do Estado. Tem por arcabouço as formações que compõem a bacia sedimentar homônima. De acordo com as características hidro-

estratigráficas e hidrostáticas, os aquíferos da bacia costeira, de uma maneira geral, podem ser reunidos em dois subsistemas distintos que são:

- O subsistema livre, contido predominantemente no Grupo Barreiras e, eventualmente, nos sedimentos não consolidados do Quaternário (sedimentos de praia, dunas e aluviões) que se lhe sobrepõem e, mais restritamente, nos calcários sotopostos da formação Gramame, podendo englobar, ainda, embora que localmente, os arenitos calcíferos da formação Beberibe superior, também chamada formação Itamaracá; e,
- O subsistema confinado está contido nos arenitos quartzosos e/ou calcíferos da formação Beberibe/Itamaracá, cujo nível confinante superior é variável, ora representado pelas margas da formação Gramame, ora pelos níveis argilosos inferiores da formação Guararapes do Grupo Barreiras, ora por lentes argilosas ou de folhelhos que ocorrem no topo da formação Beberibe superior (formação Itamaracá), e cujo nível impermeável inferior é, invariavelmente, o substrato cristalino Pré-Cambriano. Os recursos hídricos desse sistema se repartem entre as bacias hidrográficas que drenam a região litorânea dos rios Abiaí, Gramame, Paraíba (baixo curso), Miriri, Mamanguape (baixo curso), Camaratuba (médio e baixo cursos) e Guaju. Bem como a área da intervenção da barragem Cupissura está inserido dentro deste sistema hidrogeológico bem o seu entorno.

Em relação às formações aquíferas, predomina na área da intervenção da implantação da barragem Cupissura e na região do entorno, como foi dito, anteriormente, o Sistema Paraíba-Pernambuco e, sendo este um sistema sedimentar, propicia uma maior oferta hídrica, pois além de sua exploração por poços, também alimenta os reservatórios de superfície. Em sua totalidade a Região Geo-Administrativa de João Pessoa encontram-se totalmente inserida as bacias do Guaju e do Miriri e,

parcialmente, as bacias do Abiaí, Gramame, Mamanguape, Camaratuba, Curimataú e a Região do Baixo Curso do Rio Paraíba, destacando-se os açudes Miriri, Pacatuba, Marés, Anta do Sono e Gramame-Mamuaba, que juntos são responsáveis pelo abastecimento humano de mais de 33 % da população do Estado da Paraíba.

As condições regionais de alimentação destes subsistemas são excelentes, em função das características climáticas e fisiográficas (com ênfase à morfologia) muito favoráveis. A circulação regional dos dois subsistemas é a mesma: em gradientes suaves e com significativos volumes, ou restituídos aos rios, via de regra, perenizando-os, ou escoados diretamente ao mar, anualmente.

Não há maiores restrições qualitativas nas águas de todo o sistema, qualquer que seja o uso, já que o resíduo seco é sempre inferior aos 500 mg/L e, em média, 250 mg/L. Apenas na orla marítima, onde o aquífero captado é o Beberibe/Itamaracá calcífero, o subsistema inferior oferece restrições em razão da alta dureza de suas águas, odor e sabor acre e um teor de ferro além do recomendado.

5.1.15.2 Inventário dos Pontos D'água

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA é responsável pela a gestão de recursos hídricos no Estado da Paraíba que tem o objetivo de efetivar várias ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção dos recursos hídricos, em conformidade com a legislação e normas pertinentes.

Através da concessão da Outorga, que é um instrumento que assegura ao interessado o direito de utilizar a água de uma determinada fonte hídrica, com uma vazão e finalidade determinadas e por um período definido. A outorga significa anuência, consentimento, permissão, concessão e ato ou efeito de outorgar. Onde os usos de água que dependem de outorga são:

- ✓ Abastecimento humano e animal;
- ✓ Irrigação;

- ✓ Aquicultura (psicultura, carcinicultura, etc.);
- ✓ Usos industriais e comerciais;
- ✓ Lazer;
- ✓ Lançamento de efluentes (esgotos) em corpos d'água para fins de diluição, transporte e assimilação;
- ✓ Outros tipos de uso que alterem o regime, a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.
- ✓ No Estado da Paraíba a gestão dos recursos hídricos está prevista na Lei Nº 6.308, de 02/07/1996, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e tem os seguintes princípios básicos:
- ✓ O acesso aos recursos hídricos é direito de todos e objetiva atender às necessidades essenciais da sobrevivência humana;
- ✓ Os recursos hídricos são um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser tarifada;
- ✓ A bacia hidrográfica é a unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos;
- ✓ O gerenciamento dos recursos hídricos far-se-á de forma participativa e integrada, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos desses recursos e as diferentes fases do ciclo hidrológico;
- ✓ O aproveitamento dos recursos hídricos deverá ser feito racionalmente, de forma a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente;
- ✓ O aproveitamento e o gerenciamento dos recursos hídricos serão utilizados como instrumento de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca e do assoreamento.

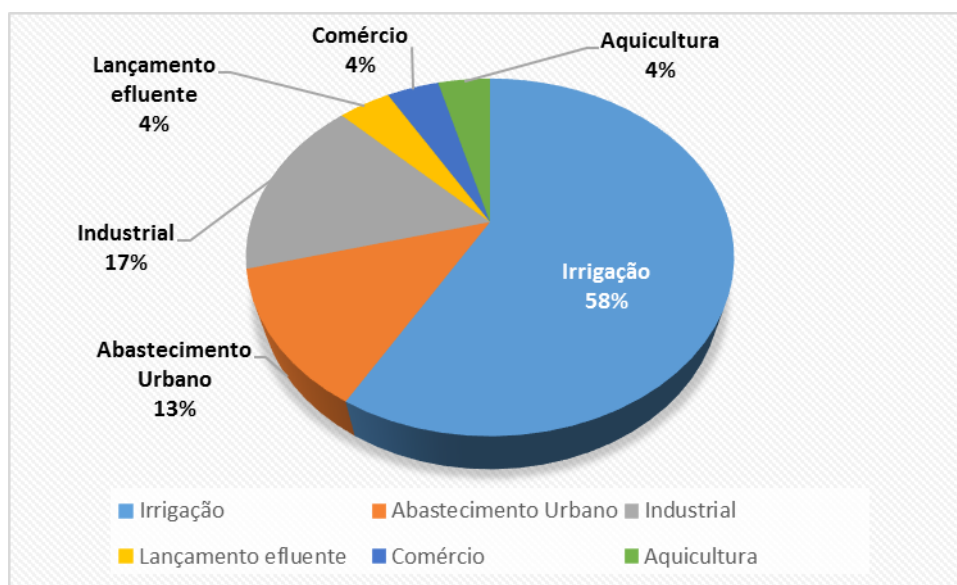
No tocante ao arranjo institucional da Política Estadual de Recursos Hídricos, foi criado pela Lei Nº 6.308/1996 o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGERH, que tem como finalidade a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos e a formulação, atualização e aplicação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, em consonância com os órgãos e entidades federais, estaduais e

municipais, com participação da sociedade civil organizada. O SIGERH tem a seguinte composição:

- ✓ Órgão de Deliberação: Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH;
- ✓ Órgão de Coordenação: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia - SERHMACT;
- ✓ Órgão de Gestão: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA;
- ✓ Órgãos de Gestão Participativa e Descentralizada: Comitês de Bacias Hidrográficas.

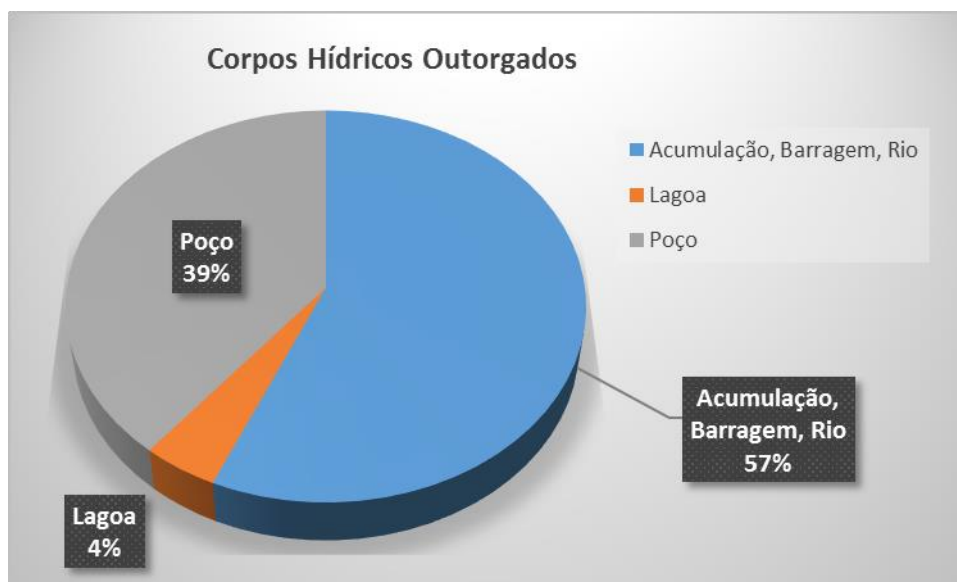
5.1.15.2.1 Usuário Outorgado do Município de Caaporã

A situação de outorgas dos usuários no território municipal de Caaporã disponibilizada pelo “site” da AESA acessada em julho de 2013, são 24 usuários envolvendo as atividades do setor da agroindústria sucroalcooleira, abastecimento urbano, lançamento de efluentes, setor comercial, fruticultura, industrial e no setor da aquicultura, conforme demonstrados no gráfico abaixo.



Fonte AESA-2013

No quadro a seguir são apresentados as fontes hídricas outorgadas em função do corpo hídrico no município de Caaporã, onde se destaca a indústria sucroalcooleira denominada Usina Tabu com 15 outorgas em diversos corpos hídricos no território municipal de Caaporã, bem como a indústria cimenteira Lafarge Brasil S.A com 3 outorgas.



Fonte AESA-2013

5.1.15.2.2 Usuários Outorgados no Rio Cupissura

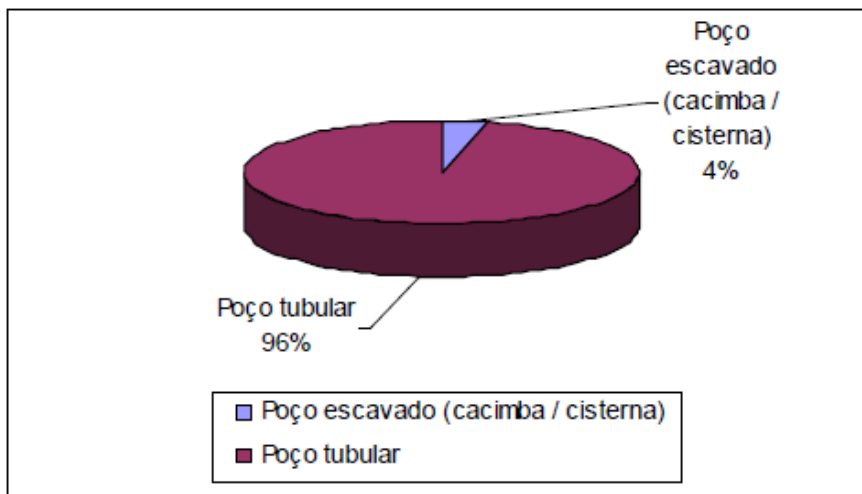
Na bacia do rio Cupissura, especificamente no Rio Cupissura é contemplado com duas outorgas sendo para abastecimento de água solicitado pela Cagepa e para irrigação outorgado para a indústria sucroalcooleira denominada Agro Industria Tabu S.A.

5.1.15.2.3 Levantamento dos Pontos d'água (Subterrâneo) no Município de Caaporã

Projeto de levantamento do cadastro de fontes de abastecimento por Água subterrânea do Estado da Paraíba elaborado pelo Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios – PRODEEM, órgão ligado ao ministério das Minas e Energia e executado através do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, levantou e registrou a existência de 25 pontos d'água, sendo 01 poço escavado e 24 poços tubulares, conforme mostra o gráfico abaixo. Em relação ao uso da água, 40% dos pontos cadastrados são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano para

beber); 45% são utilizados para o uso doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral); e 15% para outros usos.

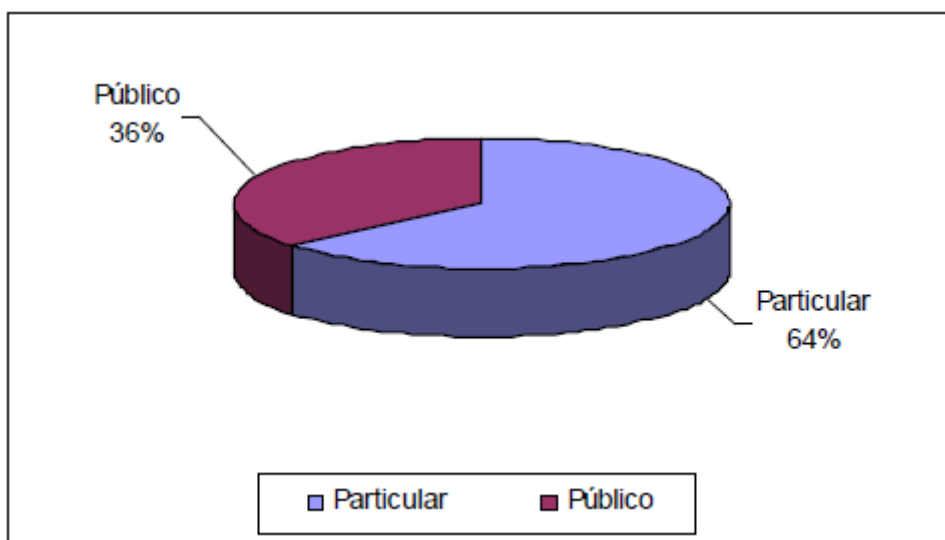
Tipos de pontos d' água cadastrados no município



Fonte:CPRM.

Com relação à propriedade dos terrenos onde estão localizados os pontos d'água cadastrados, podem os ter: terrenos públicos, quando os terrenos forem de serventia pública e, particulares, quando forem de uso privado. Conforme ilustrado na no gráfico abaixo, existem 09 pontos d'água em terrenos públicos e 16 em terrenos particulares.

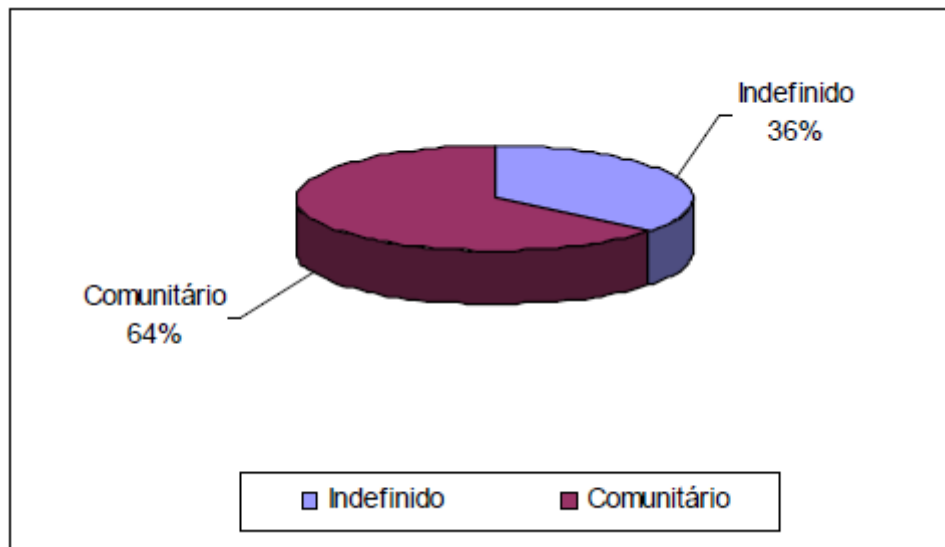
Natureza da propriedade dos terrenos onde existem poços tubulares.



Fonte:CPRM.

Quanto ao tipo de abastecimento a que se destina a água, os pontos cadastrados foram classificados em: comunitários, quando atendem a várias famílias e, particulares, quando atendem apenas ao seu proprietário. O gráfico a seguir mostra que 16 pontos d'água destinam-se ao atendimento comunitário e 09 pontos não tiveram a finalidade do abastecimento definida.

Finalidade do abastecimento dos poços.



Fonte CPRM.

5.1.15.3 Caracterização das áreas de recarga, circulação e descarga do aquífero

As condições geológicas, hidrológicas e morfológicas da Bacia Sedimentar Costeira Paraíba/Pernambuco indicam que a recarga dos principais aquíferos se processa essencialmente por infiltração de chuva, diretamente nas áreas de afloramento das formações, secundariamente por processo de infiltração vertical de um aquífero a outro, devido à diferença de pressão hidrostática entre eles (SUDENE, 1975). Sobre os tabuleiros arenosos das formações Beberibe e Barreiras, a recarga do sistema aquífero também se processa, durante o período de cheias, por transferência de uma parte das águas fluviais que adquirem carga hidráulica superior à do sistema aquífero (Costa et al,

2007). Diante do exposto também caracteriza a área da intervenção da barragem Cupissura na zona rural de Caaporã por estar inserido nesta importante bacia.

Com a implantação da barragem Cupissura acarretará um efeito positivo, uma vez que com o barramento ocorrerá uma elevada carga hidrostática sobre o terreno e o aumento da área para infiltração favorecem maior recarga de água aos mananciais subterrâneos. O aumento do escoamento de base é garantido pelo abastecimento de aquíferos subterrâneos. Sendo assim, as oscilações de vazão em cursos d'água superficiais serão minimizadas.

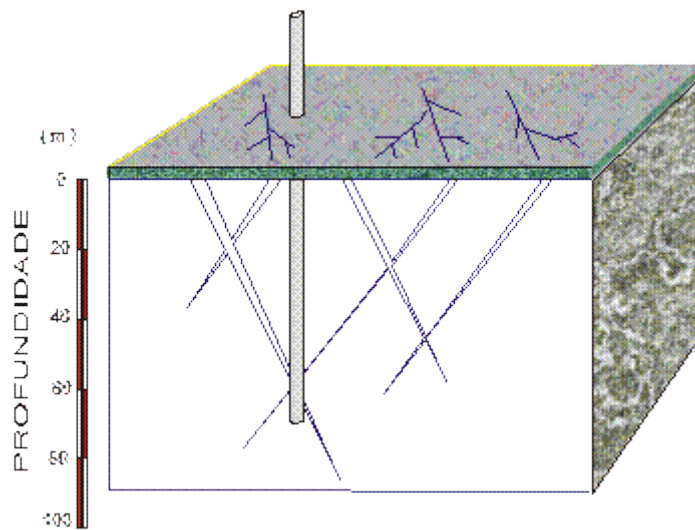
A elevação do nível freático pode proporcionar uma maior disponibilidade de água para as plantas, devido ao efeito da ascensão capilar, e, também, possibilitar fluxo de água subterrânea suficiente para a manutenção da vazão e perenização de pequenos córregos que são influenciados pelas águas freáticas. O aumento da retenção (abstração superficial) de água na bacia hidrográfica possibilitará o aumento da vazão de base.

5.1.15.4 Relação das águas subterrâneas com as superfícies e com as redes de outros aquíferos.

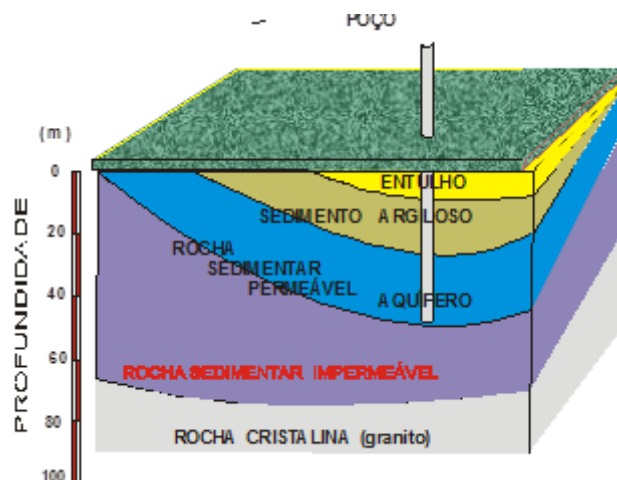
Aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. Assim, uma litologia só será aquífera se, além de ter seus poros saturados (cheios) de água, permitir a fácil transmissão da água armazenada.

Etimologicamente, aquífero significa: *aqui* = água; *fero* = transfere; ou do grego, suporte de água.

Os aquíferos subterrâneos podem ser subdivididos em duas grandes unidades: o poroso e o fissural. As ilustrações abaixo dão a tônica das características de cada um.



Bloco diagrama ilustrativo do sistema fissural, onde a captação de água se processa através do bombeamento de água represada em um reservatório fissural (fraturas das rochas). Esse tipo de aquífero é exclusivo de rochas cristalinas.



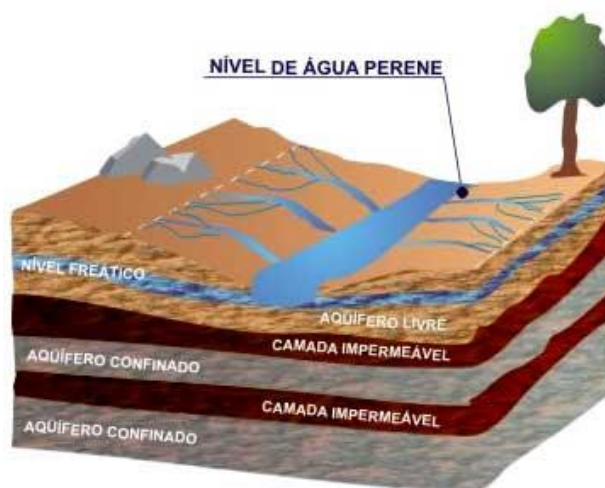
Bloco diagrama ilustrativo do aquífero poroso. Esse tipo de aquífero é exclusivo de rochas sedimentares porosas.

Para uma descrição detalhada, aponta-se as informações constantes do sítio http://www.passeiweb.com/na_ponta_lingua/sala_de_aula/geografia/geografia_geral/hidrografia/brasil_aquifero_2

Onde:

- **Aquífero poroso ou sedimentar** - é aquele formado por rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados ou solos arenosos, onde a circulação da água se faz nos poros formados entre os grãos de areia, silte e argila de granulação variada. Constituem os mais importantes aquíferos, pelo grande volume de água que armazenam, e por sua ocorrência em grandes áreas. Esses aquíferos ocorrem nas bacias sedimentares e em todas as várzeas onde se acumularam sedimentos arenosos. Uma particularidade desse tipo de aquífero é sua porosidade quase sempre homogeneamente distribuída, permitindo que a água flua para qualquer direção, em função tão somente dos diferenciais de pressão hidrostática ali existente. Essa propriedade é conhecida como isotropia.
- **Aquífero fraturado ou fissural** - formado por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, duras e maciças, onde a circulação da água se faz nas fraturas, fendas e falhas, abertas devido ao movimento tectônico. Ex.: basalto, granitos, gabros, filões de quartzo etc. A capacidade dessas rochas de acumularem água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação, permitindo a infiltração e fluxo da água. Poços perfurados nessas rochas fornecem poucos metros cúbicos de água por hora, sendo que a possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá, tão somente, desse poço interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Nesses aquíferos, a água só pode fluir onde houverem fraturas, que, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais. São ditos, portanto, aquíferos anisotrópicos. Um caso particular de aquífero fraturado é representado pelos derrames de rochas vulcânicas basálticas, das grandes bacias sedimentares brasileiras.

Quanto à superfície superior (segundo a pressão da água), os aquíferos podem ser de dois tipos: Aquífero Livre ou aquífero confinado. A figura a seguir, verificada o sítio acima apontado, ilustra o processo.



Bloco diagrama ilustrativo da configuração dos aquíferos livres e confinados.

A descrição desses novos sistemas é a seguir apontada:

- **Aquífero livre ou freático** - é aquele constituído por uma formação geológica permeável e superficial, totalmente aflorante em toda a sua extensão, e limitado na base por uma camada impermeável. A superfície superior da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica, com a qual se comunica livremente. Os aquíferos livres têm a chamada recarga direta. Em aquíferos livres o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população. São também os que apresentam maiores problemas de contaminação.
- **Aquífero confinado ou artesianos** - é aquele constituído por uma formação geológica permeável, confinada entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis. A pressão da água no topo da zona saturada é maior do que a pressão atmosférica naquele ponto, o que faz com que a água ascenda no poço para além da zona aquífera. O

seu reabastecimento ou recarga, através das chuvas, dá-se preferencialmente nos locais onde a formação aflora à superfície. Neles, o nível da água encontra-se sob pressão, podendo causar artesianismo nos poços que captam suas águas. Os aquíferos confinados têm a chamada recarga indireta e quase sempre estão em locais onde ocorrem rochas sedimentares profundas (bacias sedimentares).

Um aquífero subterrâneo apresenta uma reserva permanente de água cuja manutenção se dá através de uma recarga oriunda de infiltrações que se processam através da infiltração da chuva. Por outro lado, a as zonas por onde se processam essas recargas são denominadas de “zonas de recargas”. Por outro lado, por vezes ocorrem o escoamento de parte dessa água, denominada de zona de descarga. O escoamento de parte da água do aquífero ocorre na zona de descarga.

A seguir a descrição dessas diferentes zonas:

- **Zona de recarga direta:** é aquela onde as águas da chuva se infiltram diretamente no aquífero, através de suas áreas de afloramento e fissuras de rochas sobrejacentes. Sendo assim, a recarga sempre é direta nos aquíferos livres, ocorrendo em toda a superfície acima do lençol freático. Nos aquíferos confinados, o reabastecimento ocorre preferencialmente nos locais onde a formação portadora de água aflora à superfície. As maiores taxas de recarga se verificam com maior facilidade nas áreas de relevo plano (ex.: tabuleiro), bem arborizadas, e nos aquíferos livres. Nas regiões de relevo acidentado, sem cobertura vegetal, sujeitas a um manejo de solo que favorecem o escoamento rápido, a recarga ocorre mais lentamente e de maneira bastante limitada.
- **Zona de descarga:** é aquela por onde as águas emergem do sistema, alimentando rios e jorrando com pressão por poços artesianos.

Dessa maneira, os aquíferos subterrâneos acham-se relativamente melhor protegidos dos agentes de contaminação que afetam rapidamente a qualidade das águas dos rios, na medida em que ocorre sob uma zona não saturada (aquífero livre), ou está protegido por uma camada relativamente pouco permeável (aquífero confinado). Mesmo assim, está sujeito a impactos ambientais por contaminação.

A contaminação ocorre pela ocupação inadequada de uma área que não considera a sua vulnerabilidade, ou seja, a capacidade do solo em biodegradar as substâncias tóxicas introduzidas no ambiente, principalmente na zona de recarga dos aquíferos. A contaminação pode se dar por fossas sépticas e negras; infiltração de efluentes industriais; fugas da rede de esgoto e galerias de águas pluviais; vazamentos de postos de serviços; por aterros sanitários e lixões; uso indevido de fertilizantes nitrogenados; depósitos de lixo próximos dos poços mal construídos ou abandonados. Entretanto, a mais perigosa, é a contaminação provocada por produtos químicos, que acarretam danos muitas vezes irreversíveis, causando enormes prejuízos, à medida que impossibilita o uso das águas subterrâneas em grandes áreas.

5.1.15.4.1 Área da Barragem Cupissura

A Política Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, regida pela Lei nº 6.308/1996, alterada pela Lei nº 8.446/07, dispõe que a Política Estadual de Recursos Hídricos será desenvolvida de acordo com a proteção dos recursos hídricos contra ações comprometedoras da sua qualidade, quantidade e usos.

O órgão responsável por promover a elaboração de normas e padrões relativos ao controle da poluição e à administração do meio ambiente e dos recursos hídricos no estado da Paraíba é a SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba. Este órgão estuda, avalia, coordena e controla, no nível estadual, as atividades referentes à proteção ambiental, controle da

poluição e à administração de recursos hídricos, desenvolvidas por entidades públicas e privadas no estado.

O órgão responsável pela emissão de outorga no estado é a AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. O estado possui um decreto que regulamenta a outorga do direito de uso dos recursos hídricos, o Decreto nº 19.260/97.

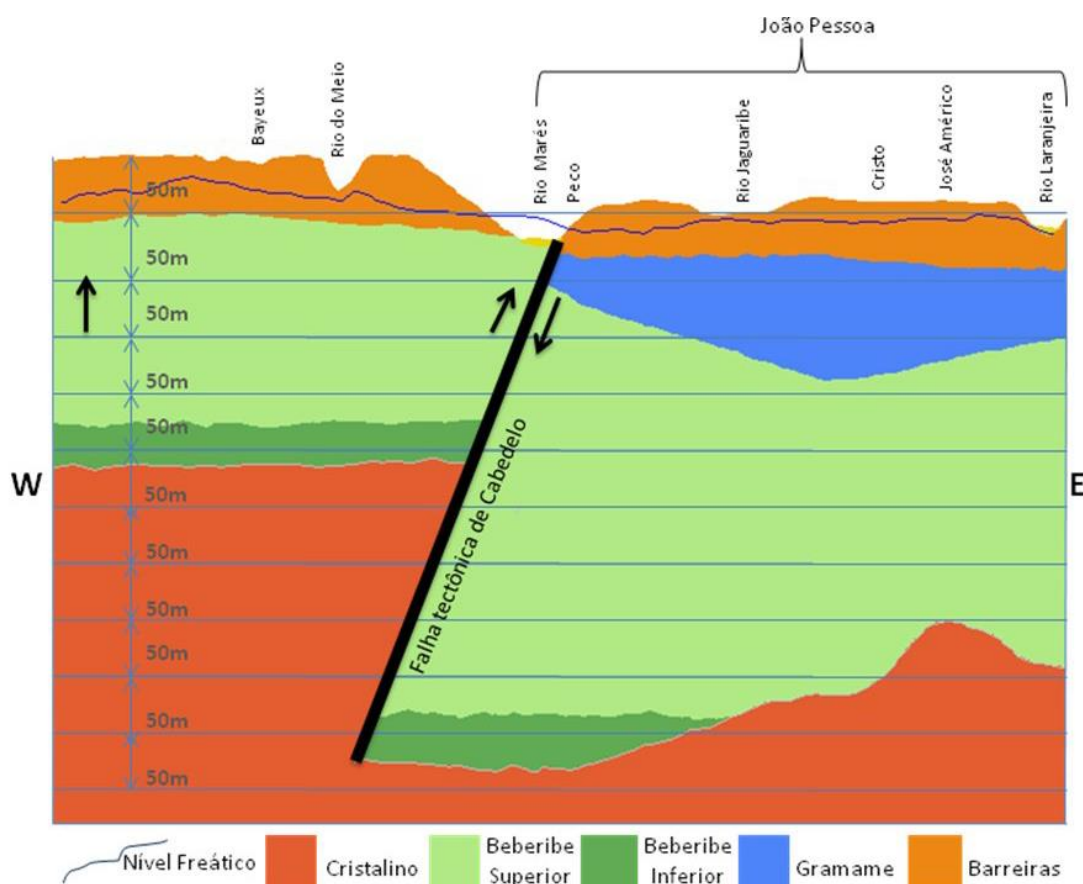
O Sistema aquífero Paraíba Pernambuco é o sistema de maior e melhor potencial hídrico do Estado da Paraíba e ocupa uma área de cerca de 3.400km² da região litorânea, situada ao leste do estado. Os recursos hídricos desse sistema, no Estado da Paraíba se repartem entre as bacias hidrográficas que drenam a região litorânea dos rios Abiaí, Gramame, Paraíba (baixo curso), Miriri, Mamanguape (baixo curso), Camaratuba (médio e baixo curso) e Guaju.

Em relação às suas características hidrogeológicas, a área de estudo situa-se sobre o sistema aquífero Pernambuco-Paraíba que tem por arcabouço geológico a bacia sedimentar homônima. Trata-se de uma bacia de origem tectônica (semi-graben) preenchida por sedimentos continentais e marinhos constituintes das Formações Beberibe Inferior, de arenitos de granulometria variada, com base de conglomerados; Beberibe Superior também denominada Itamaracá, composta em sua maior parte de arenitos calcíferos, com intercalações de litologias pelíticas, todas estas formações de idades Cretáceas. Elas são cobertas, em sua parte mais litorânea, pela Formação Barreiras, originada no Terciário e por sedimentos fluviais (areias, calcários conchíferos, etc.) e aluviais (areias, siltes e argilas), de idades Quaternárias.

Assim, ocorrem nesta área três subsistemas aquíferos: um sistema livre ou não-confinado contido na Formação Barreiras e nos sedimentos fluviais constituinte da Planície Costeira, possuindo espessura entre 20 e 70 metros; e um subsistema confinado, sotoposto, contido nas Formações Gramame e Beberibe Inferior e Superior, com

espessura entre 200 e 350 metros, tendo como camada confinante superior o *Topo* da formação Gramame e o Cristalino como embasamento confinante inferior.

O Corte geológico exposto na figura a seguir é ilustrativo de toda a bacia sedimentar, no Estado da Paraíba. Nela se observa que o Aquífero Barreiras possui importância significativa na configuração das nascentes de toda a rede de drenagem da área de estudo. Por ser “não confinado” é bastante susceptível a contaminação pela infiltração de efluentes advindos de fossas sépticas/sumidouros (bastante comum na área), percolação de fertilizantes e agrotóxicos, dentre outros contaminantes. Já os demais aquíferos, pelo sistema confinado ao qual estão submetidos associados às grandes profundidades, não estão localmente expostos à contaminação – neste caso, a poluição poderá ocorrer apenas pelas zonas de recarga em locais fora das áreas de influência dos impactos da presente intervenção.



Corte geológico da Bacia Sedimentar Costeira PB/PE. Este corte foi elaborado para uma área mais a norte, no entanto é representativo da bacia sedimentar PB/PE, onde sua extrapolação para a região de estudo é plenamente aceita. **Fonte:** Medeiros et ali in XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

5.1.15.4.2 Inter-relação entre águas subterrâneas e águas superficiais

Verifica-se que na área objeto do estudo existem dois sistemas aquíferos explotáveis. O Barreiras enquanto aquífero livre (não confinado) e os Aquíferos Gramame e Beberibe, enquanto aquíferos confinados.

O **aquífero Barreiras** mostra-se como um aquífero livre de pequena profundidade e nível freático bastante elevado, por vezes constituindo exutórios que materializam nascentes; trata-se de um aquífero subterrâneo de estreita relação com as águas superficiais, visto que as alimenta. Sua profundidade média, a partir dos Tabuleiros, gira em torno dos 50 metros, sendo comum sua exploração por “poços amazonas” (cacimbas) e seu nível freático é bastante elevado, variando com a posição altimétrica do terreno.

Já o **aquífero Gramame e Beberibe** mostram-se como confinados e de grandes profundidades explotatórias. Haja visto que o poço do SAEE de Cupissura possui uma profundidade de 125m. Esse aquífero é utilizado para exploração de grandes vazões. Sua recarga se dá em zonas a montante muito distantes da área de estudo. Não possui relação direta com as águas superficiais. Sua posição altimétrica o conduz para um contato direto com a cunha salina marinha em áreas mais próximas com o litoral.

5.1.15.5 Avaliação da permeabilidade da zona não saturada

5.1.15.5.1 Zona não saturada

Água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da Terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas, e que sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos. As águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada.

Após a precipitação, parte das águas que atinge o solo se infiltra e percola no interior do subsolo, durante períodos de tempo extremamente variáveis, decorrentes de muitos fatores:

- ✓ **Porosidade do subsolo:** a presença de argila no solo diminui sua permeabilidade, não permitindo uma grande infiltração;
- ✓ **Cobertura vegetal:** um solo coberto por vegetação é mais permeável do que um solo desmatado;
- ✓ **Inclinação do terreno:** em declividades acentuadas a água corre mais rapidamente, diminuindo a possibilidade de infiltração;
- ✓ **Tipo de chuva:** chuvas intensas saturam rapidamente o solo, ao passo que chuvas finas e demoradas têm mais tempo para se infiltrarem.

Durante a infiltração, uma parcela da água sob a ação da força de adesão ou de capilaridade fica retida nas regiões mais próximas da superfície do solo, constituindo a zona não saturada. Outra parcela, sob a ação da gravidade, atinge as zonas mais profundas do subsolo, constituindo a **zona saturada**.

Também chamada de zona de aeração ou vadosa, é a parte do solo que está parcialmente preenchida por água. Nesta zona, pequenas quantidades de água distribuem-se uniformemente, sendo que as suas moléculas se aderem às superfícies dos grãos do solo. Nesta zona ocorre também o fenômeno da transpiração pelas raízes das plantas, de filtração e de autodepuração da água. Dentro desta zona encontra-se:

- ✓ **Zona de umidade do solo:** é a parte mais superficial, onde a perda de água de adesão para a atmosfera é intensa. Em alguns casos é muito grande a quantidade de sais que se precipitam na superfície do solo após a evaporação dessa água, dando origem a solos salinizados ou a crostas ferruginosas (lateríticas). Esta zona serve de suporte

fundamental da biomassa vegetal natural ou cultivada da Terra e da interface atmosfera / litosfera;

- ✓ **Zona intermediária:** região compreendida entre a zona de umidade do solo e da franja capilar, com umidade menor do que nesta última e maior do que a da zona superficial do solo. Em áreas onde o nível freático está próximo da superfície, a zona intermediária pode não existir, pois a franja capilar atinge a superfície do solo. São brejos e alagadiços, onde há uma intensa evaporação da água subterrânea.
- ✓ **Franja de capilaridade:** é a região mais próxima ao nível d'água do lençol freático, onde a umidade é maior devido à presença da zona saturada logo abaixo.

5.1.15.5.2 Zona Saturada:

É a região abaixo da *zona não saturada* onde os poros ou fraturas da rocha estão totalmente preenchidos por água. As águas atingem esta zona por gravidade, através dos poros ou fraturas até alcançar uma profundidade limite, onde as rochas estão tão saturadas que a água não pode penetrar mais. Para que haja infiltração até a zona saturada, é necessário primeiro satisfazer as necessidades da força de adesão na zona não saturada. Nesta zona, a água corresponde ao excedente de água da zona não saturada que se move em velocidades muito lentas, formando o manancial subterrâneo propriamente dito. Uma parcela dessa água irá desaguar na superfície dos terrenos, formando as fontes, olhos de água. A outra parcela desse fluxo subterrâneo forma o caudal basal que deságua nos rios, perenizando-os durante os períodos de estiagem, com uma contribuição multianual, ou desagua diretamente nos lagos e oceanos.

A superfície que separa a zona saturada da zona de aeração é chamada de nível freático, ou seja, este nível corresponde ao topo da zona saturada. Dependendo das características climatológicas da região ou do volume de precipitação e escoamento da água, esse nível pode permanecer permanentemente a grandes profundidades, ou se

aproximar da superfície horizontal do terreno, originando as zonas encharcadas ou pantanosas, ou convertendo-se em mananciais (nascentes) quando se aproxima da superfície através de um corte no terreno.

Diz-se que uma formação aquífera é porosa quando é formada por um agregado de grãos entre os quais existem espaços vazios que podem ser ocupados pela água. Aos espaços vazios chamamos poros. Existem outras formações formadas por material rochoso onde os espaços vazios correspondem a diaclases e fraturas e não propriamente a poros, estes aquíferos são ditos fissurais e confinados.

5.1.15.5.3 A Zona não Saturada na Área de Estudo

Os extratos da formação Barreiras (Terciário) são os únicos com afloramentos expostos aos processos locais de infiltração permitindo exposição a impactos na zona saturada e na zona não saturada. A zona saturada é caracterizada por horizontes eminentemente arenosos com porosidade elevada, onde se acumulam as reservas hidrogeológicas. Por sua vez a zona não saturada é caracterizada por uma intercalação de horizontes argilosos a areno-argilosos em delgados acamamentos sub-horizontais com permeabilidade vertical com magnitudes que giram em torno de 10^{-4} cm/seg (baixa permeabilidade). Essa zona não saturada recebe a contribuição das chuvas para que, com as infiltrações, se desenvolva a recarga daquele aquífero livre. Paralelamente também recebe considerável contribuição de esgotos domésticos localmente lançados a-céu-aberto e em fossas sépticas/sumidouros. É na zona não saturada da formação Barreiras que os contaminantes são depurados, minimizando em quantidade e velocidade, os contaminantes que atingem o aquífero subterrâneo. Como este aquífero alimenta as nascentes dos cursos d'água superficiais, a qualidade do primeiro reflete na qualidade do segundo.

Abaixo da formação Barreiras, ocorrem os sedimentos cretáceos da formação Gramame e da formação Beberibe. Cujos horizontes superiores-confinantes possuem

permeabilidade inferior a 10^{-7} cm/seg. Em função da profundidade localmente elevada e da camada confinante/impermeável, a zona não saturada não se submete a contribuição local por infiltração ou lixiviação

5.1.15.6 Caracterização física e química das águas subterrâneas de acordo com a legislação vigente.

Com relação à qualidade das águas dos pontos cadastrados no município de Caaporã realizado pela CPRM, foram analisados in loco Medidas de condutividade elétrica, que é a capacidade de uma substância conduzir a corrente elétrica estando diretamente ligada ao teor de sais dissolvidos sob a forma de íons.

Na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade elétrica multiplicada por um fator, que varia entre 0,55 a 0,75, gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) na água. Para as águas subterrâneas analisadas, a condutividade elétrica multiplicada pelo fator 0,65 fornece o teor de sólidos dissolvidos. Conforme a Portaria nº1.469/FUNASA, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, o valor máximo permitido para os sólidos dissolvidos (STD) é 1000 mg/l.

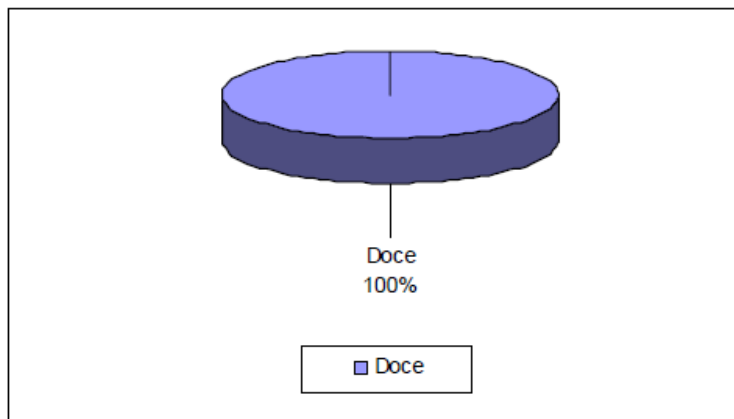
Teores elevados deste parâmetro indicam que a água tem sabor desagradável, podendo causar problemas digestivos, principalmente nas crianças, e danifica as redes de distribuição. Para efeito de classificação das águas dos pontos cadastrados no município de Caaporã, foram considerados os seguintes intervalos de STD (Sólidos Totais Dissolvidos)

0 a 500 mg/l	água doce
501 a 1.500 mg/l	água salobra
> 1.500 mg/l	água salgada

Foram coletadas e analisadas amostras de 23 pontos d'água no município em 2005. Os resultados das análises mostraram valores oscilando de 104,65 e 320,45 mg/l, com valor médio de 188,61mg/l. Observando o a figura abaixo, que ilustra a classificação

das águas subterrâneas no município, verifica-se a predominância de água doce em 100% dos pontos amostrados.

Qualidade das águas subterrâneas do município de Cupissura.



Fonte CPRM.

Com relação às características físicas e químicas das águas subterrâneas, para efeito de definir o marco zero, a Cagepa realizou uma amostra do poço que abastece a comunidade de Cupissura, próximo à área da intervenção. As análises físico-químicas foram baseadas nos parâmetros da Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que estabelece padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano, bem como na Resolução nº 357 de 17/03/2005 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. VMP = Valor máximo permissível.

Os resultados dos dados da amostra da água ficaram bem abaixo do limite determinado pelas portarias nº 2914/11 do Ministério da Saúde, Resolução e do Conama nº 357/2005. Ao passo que o resultado da análise bacteriológica para Coliformes totais foi 0,0 NMP/100ml. Os estudos contemplam o programa de monitoramento da Qualidade da Água onde determinará a qualidade da água antes e após a implantação da barragem Cupissura.

5.1.15.7 Mapa dos elementos hidrogeológicos em escala 1:50.000.

Os elementos hidrogeológicos verificados são caracterizadores do comportamento dos extratos geológicos frente a sua funcionalidade enquanto aquífero. Verificou-se regionalmente dois diferentes tipos de aquíferos, o poroso e o fissural. O sistema aquífero poroso é composto pelas formações sedimentares da bacia Paraíba/Pernambuco, com pacotes do Cretáceo e do Terciário. E o aquífero fissural é composto por cristalinas ígneas do arqueno, paleoproterozóico, mesoproterozóico e neoproterozóico, constituídas de migmatitos, ortognaisses, gnaisses e granitos do embasamento.

Localmente ocorre apenas ao aquíferos porosos da bacia sedimentar. Onde a barragem de Cupissura será implantada.

O mapa disposto no anexo deste volume reflete todos os elementos hidrogeológicos.

5.1.16 Referências Bibliográficas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989). NBR nº 12.712 – **Projeto de Sistema de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível**. São Paulo.

ABRH (1996). *Hidrologia Ambiental*. Editora da ABRH.

AGUIAR, R.L. (1994). **Análise do mapeamento geotécnico nos processos de gestão ambiental**. (Revisão Bibliográfica). DGS/ EESC/ USP.

ALONSO HERRERO, E. & CENDRERO, A. (1988). Valoración territorial de unidades valle para diferentes actividades, a partir de parámetros abióticos y biótico, en la Montaña de Riaño (Leon). **CONGRESSO DE BIOLOGÍA AMBIENTAL/ CONGRESSO MUNDIAL VASCO, II**. Actas. (I): 235-253.

ALONSO HERRERO, E.; FRANCÉS, E. & CENDRERO, A. (1990). Environmental – geological mapping and avaluation in Cantabrian Mountains, Spain. In: **INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IAEG, 6., Amsterdam, 1990**. Anais Amsterdam, BALKEMA/ROTTERDAN, v. I, p. 31-35.

ANDRADE, Manuel Correia de. **A terra e o homem do nordeste**. São Paulo: Brasiliense, 1973.

ALONSO, S. G. et al. (1991). **Guias meteorológicas para elaboración de estudios de impacto ambiental: carreteras y ferrocarrilles**. Madrid/Espanha. MOPT.

ANJOS, C. A. M. dos; FERREIRA NETO, J. V.; CERRI, L. E. S.; GANDOLFI, N.. 1999. **Um Modelo para Avaliação de Risco em Encostas Urbanas**. 9º Congresso Brasileiro de Engenharia ABGE. São Paulo. No prelo.

ARAÚJO, J. E. V. 1983. **Desenvolvimento e Aplicação de Metodologias Apropriadas de Análise de Impactos Ambientais**. Brasília. SEMA.

Argel de Oliveira, M. M. *Aves Urbanas* in Anais do V. Congresso Brasileiro de Ornitologia, UNICAMP. Campinas/SP. 1996;

BATALHA, B. L. (1996). **Glossário de engenharia ambiental**. Brasília/DF, DNPM-MME.

BRANCO, S. M. & ROCHA, A. A. (1987). Elementos de ciência do ambiente. São Paulo/SP, CETESB.

BURSZTYN, Marcel. **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. Editora brasiliense, 1993.

CAMPOS, J. N. B. (1996), *Dimensionamento de Reservatórios*, Edições UFC, Fortaleza, 56 p.

CHESF/ELETRONBRÁS. 1987. **Fontes Energéticas Brasileiras. Inventário/Tecnologia/Gás Natural**. Vol. 3. Planejamento. Rio de Janeiro. 390p.

CHIOSSI, N. J. 1983. **Impactos Ambientais e Sociais no Uso e Ocupação do Solo** – XXVII Congresso Estadual dos Municípios – SOMA – Secretaria de Obras e Meio Ambiente do Estado de São Paulo/ CETESB – Cia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. São Paulo.

DIEFFY, P. J. B. (1985). **The development and practice of EIA concepts in Canada**. Ottawa/Canada, Environment Canada.

EMBRAPA- CNPS – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: EMBRAPA- SPI. 1999. 412p.

Emmons, L. H. *Neotropical Rainforest Mammals – A Field Guide*. University of Chicago Press. 1990;

FARIAS, I. C. et al. (1984). Guia para la elaboration de estudios del medio físico: contenido y metodología. Madrid/Espanha, Serie Manuales, nº 3, 2ª edición, CEOTMA/MOPU.

GASTO, J. (1980). Bases ecológicas de la modernización de la agricultura. Estilos de Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina, México, Fondo de Cultura Económica, p. 58-71.

Ministério das Minas e Energia e Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba. (2002). Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba.

IBGE 2012. – Censo Demográfico 2012.

IBGE 2012 – Socioeconômico da Paraíba. 2012.

IBGE 2012 – Indicadores Sociais da Paraíba. 2012.

IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba 2011

IBAMA, Coletânea de Legislação Federal de Meio Ambiente, Brasília, 1992.

IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração. 1987. **Mineração e Meio Ambiente**. 2ª ed. Revisada. Belo Horizonte.

MARINHO, Sérgio Túlio Vasconcelos. **Coletânea de legislação ambiental**. Projeto IMA/GTZ., 1994.

MOLLE, FRANCOIS & CADIER, ERIC. *Manual do Pequeno Açude*. SUDENE – DPG – PRN – DPP – APR, Recife – PE, 1992.

MOREIRA, I. V. D. (1990). Vocabulário básico de meio ambiente. Rio de Janeiro/RJ, FEEMA/PETROBRÁS.

OLIVEIRA, A. M. dos S.; BITAR, O. Y. & FORNAZARI Fº, N. (1995). Geologia de engenharia e meio ambiente. Curso de geologia aplicada ao meio ambiente, coord. O. Y. Bitar. São Paulo, BGE/IPT (Série Meio Ambiente). P. 7-15.

PINTO, Valdir de Deus e ALMEIDA, Marília – **Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA** – Ed. Ambiental, 1999.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos (1995). **Bacias Hidrográficas: integração entre meio**

ambiente e desenvolvimento. Ciência Hoje. v. 19, n 110, p. 40-45.

Ramalho Filho, A.; Beek, K.J. Sistema de Avaliação de aptidão de terra. 3 Ed. Rio de Janeiro. EMBRAPA. 1995. 65p.

ROHDE, G.M. (2000). **Geoquímica Ambiental e Estudo de Impacto**. Editora Signus. São Paulo. 156 p.

SILVA, José Afonso da. **Direito Ambiental Constitucional**. Malheiros Editores: São Paulo, 1994.

SILVA, Elias – Impactos do manejo florestal sustentável sobre a avifauna – Resumos do VICBO-BH/MG-1997.

SUDENE – **Aspectos do Quadro Social do Nordeste**. Recife, 1985.

SUDENE – **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste** – Paraíba. Recife, 1990.

TOMMASI, Luiz Roberto. **Estudo de Impacto Ambiental**. CETESB – Terragraph Arts e Informática: São Paulo, 1993.

UFPB/GOV. ESTADO PARAÍBA. 1985. Atlas Geográfico do Estado da Paraíba. João Pessoa. 99p.

VERDUM, Roberto e MEDEIROS, Rosa Maria Vieira – organizadores. **RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**. Ed Universidade UFRGS: Porto Alegre, 1992.

TUCCI, C.E.M. (org.) (1993). *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade/ABRH/EDUSP. 943p.

VILLOTA, I. de; GOY, J. L.; ZAZO, C.; PARRERA, I. & PEDRAZA, J. (1996). **Análisis de Paisaje por Evaluación de Cuencas Visuales y Unidades Ambientales**: La Vall de Gallinera. Alicante. España. In: CONGRESSO NACIONAL Y CONFERENCIA INTERNACIONAL DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO, 6, Granada, 1996. Anais. Granada. v. 1, p. 115-135.

ZAN, P. **EIA – RIMA: o conflito e a solução**. Rio de Janeiro, 1990.

ANEXOS

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA E DECLARAÇÕES DE RESPONSABILIDADE

PLANTAS:

RESULTADO DE INVESTIGAÇÕES GEOTECTONICAS

LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL DA BARRAGEM CUISSURA

ÁREA DE SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO – MATA CILIAR – COMPENSAÇÃO

MAPA DOS ELEMENTOS HIDROGEOLÓGICOS