

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DA INFRA-ESTRUTURA – SEINFRA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA - AAE
DO COMPLEXO INDUSTRIAL - PORTUÁRIO DO
PECÉM - CIPP E ÁREA DE INFLUÊNCIA**

**RELATÓRIO Nº 02
DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DA
AAE/CIPP**

**MEIO FÍSICO NATURAL
VOLUME 01**



ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA ENGº PAULO DE FRONTIN - ASTEF
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

JULHO-2004
FORTALEZA-CEARÁ



GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ

LÚCIO GONÇALO DE ALCÂNTARA

SECRETÁRIO DE INFRA-ESTRUTURA

LUIS EDUARDO BARBOSA DE MORAIS



ELABORAÇÃO

ASSOCIAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA ENG. PAULO DE FRONTIN - ASTEF

COORDENAÇÃO

AIRTON IBIAPINA MONTENEGRO JR. – Urbanista / Sub-coordenador – Estruturação do Território
HAMILTON FERREIRA GOMES DE ABREU – Engenheiro Mecânico / Sub-coordenador 01 – Arcabouço Infra-estrutural
JOANA D'ARC DE OLIVEIRA – Economista / Sub-coordenadora – Demografia e Sócio-Economia
MARCO AURÉLIO HOLANDA E CASTRO – Engenheiro Civil / Sub-coordenador 02 – Arcabouço Infra-estrutura
MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA – Geógrafo / Sub-coordenador – Meio Físico Natural
SÉRGIO ARMANDO DE SÁ BENEVIDES – Engenheiro Civil / Coordenador Geral

EQUIPE TÉCNICA

QUADRO Nº 01 -

MEIO FÍSICO NATURAL

AFRÂNIO GOMES FERNANDES – Botânico
EDSON VICENTE DA SILVA – Geógrafo
JORGE SATANDER FREIRE – Geólogo
LÚCIA BRITO DA CRUZ – Geógrafa
LUIZ GONÇAZAGA SALES – Zoológico
MARIA ALDEMIZA GADELHA DE ALMEIDA – Geoprocessamento
MARIA LÚCIA BRITO DA CRUZ – Geógrafa
MARCOS AURÉLIO H. CASTRO – Engenheiro Civil
MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA – Geógrafo
MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA FILHO – Advogado
MANUEL RODRIGUES DE FREITAS FILHO – Geoprocessamento
VLADIA PINTO VIDAL DE OLIVEIRA – Geóloga

QUADRO Nº 02 -

DEMOGRAFIA E SÓCIO-ECONOMIA

ABRAHAM BENZAQUEM SICCÚ – Engenheiro de Produção
ALEXANDRE WEBER ARAGÃO VELOSO – Economista
JOANA D'ARC DE OLIVEIRA – Economista
LUCIANA CÉSAR TORRES MELO LIMA – Engenheira Civil

QUADRO Nº 03 -

INFRA-ESTRUTURA

ANTONIO PAULO DE HOLLANDA CAVALCANTE – Engenheiro Civil
CAMILLA ARAÚJO COLARES DE FREITAS – Advogada
FERNANDO ANTONIO BEZERRA DE MENESES – Engenheiro Civil
HAMILTON FERREIRA GOMES DE ABREU – Engenheiro Mecânico
JESUALDO PEREIRA DE FARIAS – Engenheiro Mecânico
MARCO AURÉLIO HOLANDA E CASTRO – Engenheiro Civil
MÁRIO ÂNGELO NUNES DE AZEVEDO FILHO – Engenheiro Civil
SÉRGIO ARMANDO DE SÁ BENEVIDES – Engenheiro Civil

QUADRO Nº 04 -

ESTRUTURAÇÃO DO TERRITÓRIO

ANA CRISTINA GIRÃO BRAGA – Arquiteta e Urbanista
EDUARDO ARAÚJO SOARES – Arquiteto e Urbanista
FAUSTO NILO COSTA JÚNIOR – Arquiteto e Urbanista
RENATA PARENTE PAULA PESSOA – Arquiteta e Urbanista

EQUIPE DE APOIO

ADRIANO DUARTE VIEIRA – Estagiário de Engenharia Civil
ANDRÉ MOURA DA SILVA – Corelista
DANIELLE ALVES LOPES – Digitadora
FERNANDA ELIAS FERNANDES – Secretária
HENRIQUE SOARES DE COIMBRA – Corelista
JEFFERSON GIRÃO BESSA – Estagiário de Engenharia Civil
MARCELO MAXIMILIANO DA COSTA – Digitador

VOLUME 1

APRESENTAÇÃO	17
1 INTRODUÇÃO	18
2 MEIO FÍSICO NATURAL	24
2.1 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS E OPERACIONAIS	25
2.1.1 MONTAGEM DA BASE CARTOGRÁFICA	25
2.1.1.1 Material Cartográfico e Equipamentos	25
2.1.1.2 Etapas do Geoprocessamento	25
2.1.1.3 Preparação da Cartografia Básica	28
2.1.2 CONCEITOS E PRINCÍPIOS	29
2.1.3 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	30
2.1.3.1 Análise dos Atributos Geoambientais	31
2.1.3.2 Análise Integrada	32
2.1.3.3 Etapas do Roteiro Metodológico	32
2.2 DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL	33
2.2.1 CONFIGURAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA	33
2.2.2 ESTUDOS GEOLÓGICOS E DA HIDRODINÂMICA MARINHA	36
2.2.2.1 Embassamento Cristalino	36
2.2.2.2 Coberturas Sedimentares	37
2.2.3 ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS E DA ECODINÂMICA	49
2.2.3.1 A Geomorfologia da Área do CIPP	51
2.2.3.2 As Unidades Geomorfológicas e as Feições do Modelado	51
2.2.4 ESTUDOS HIDRO-CLIMÁTICOS	70
2.2.4.1 Recursos Hídricos Superficiais	70
2.2.4.1.1 Fonte de Suprimento Atual de Água Bruta para o CIPP	78
2.2.4.1.2 Alternativa 1 para Suprimento Extra de Água Bruta para o CIPP	79
2.2.4.1.3 Alternativa 2 para Suprimento Extra de Água Bruta para o CIPP	80



2.2.4.2	Recursos Hídricos Subterrâneos	83
2.2.4.2.1	Diagnóstico Atual da Exploração e Estimativa de Disponibilidade Potenciais no Município de Caucaia	85
2.2.4.2.2	Diagnóstico Atual da Exploração e Estimativa de Disponibilidades Potenciais no Município de São Gonçalo do Amarante	86
2.2.4.3	Mecanismo de Circulação Atmosférica	87
2.2.4.4	Caracterização Climática	100
2.2.4.5	Parâmetros Climáticos	100
2.2.4.6	Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas	115
2.2.4.7	Precipitação Média sobre uma Área	125
2.2.4.8	Levantamento da Cobertura Vegetal das Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP	130
2.2.4.9	Zoneamento da Permeabilidade nas Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP	131
2.2.5	ESTUDOS DE SOLOS E DA BIODIVERSIDADE	149
2.2.5.1	Classificação dos Solos e Avaliação das suas Características	149
2.2.5.2	Condições Fitoecológicas: Vegetação e Flora	160
2.2.5.3	Diagnóstico Faunístico	175
2.3	ELEMENTOS DE SUPORTE À ELABORAÇÃO DA AAE	199
2.3.1	DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL E MATRIZ DE CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS NATURAIS HOMOGÊNEOS	199
2.3.1.1	Procedimentos Adotados	200
2.3.1.2	Os Sistemas Ambientais	202
BIBLIOGRAFIA		214
VOLUME 2		
3.0	DEMOGRAFIA E SÓCIO-ECONOMIA	237
3.1	SIGNIFICADO DO CIPP PARA O ESTADO DO CEARÁ	237
3.1.1	AS INTER-RELAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS	238
3.2	A DEMOGRAFIA NO ESTADO DO CEARÁ	241
3.2.1	DEMOGRAFIA	242
3.2.2	EVOLUÇÃO RECENTE DOS INDICADORES SÓCIO-ECONÔMICOS	244



3.2.2.1	Educação	245
3.2.2.2	Saúde	247
3.2.2.3	Força de Trabalho e Renda	250
3.2.2.4	Setores Produtivos	253
3.2.2.5	Setor Público	256
3.3	ASPECTOS POPULACIONAIS E DA DINÂMICA DEMOGRÁFICA DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	260
3.3.1	A ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO CIPP	260
3.3.2	AVALIAÇÃO DO PROCESSO DEMOGRÁFICO EM CURSO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	261
3.3.3	O CIPP E SEU IMPACTO NO CRESCIMENTO POPULACIONAL DA ÁREA EM ESTUDO	266
3.3.3.1	Análise dos Impactos sobre a Distribuição Espacial da População Face aos Investimentos Públicos Já Realizados.....	266
3.3.3.2	Caracterização do Processo de Transformação Demográfica Recente: Espacialização do Quadro Demográfico Atual e Evolução da Taxa de Urbanização e das Densidades Populacionais	267
3.3.4	CONCLUSÃO	278
3.4	DIAGNÓSTICO DA ECONOMIA DA ÁREA DE ESTUDO (CAUCAIA E SÃO GONÇALO DO AMARANTE) E VINCULAÇÃO COM A ÁREA DE INFLUÊNCIA	278
3.4.1	ATIVIDADE ECONÔMICA ENVOLVENDO OS SETORES PRIMÁRIO, SECUNDÁRIO E TERCIÁRIO.....	278
3.4.2	INSERÇÃO E PERSPECTIVAS TURÍSTICAS DA REGIÃO	287
3.4.3	ANÁLISE DA ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA	296
3.5	CONHECIMENTO E SÍNTESE DO QUADRO ECONÔMICO DA ESTRUTURAÇÃO PORTUÁRIA COMPROMETIDA NA ÁREA	299
3.5.1	LEVANTAMENTO DA INFLUÊNCIA PORTUÁRIA NA ESTRUTURAÇÃO DAS ATIVIDADES ECONÔMICAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA	299
3.5.1.1	Importância de um Terminal Portuário	299
3.5.1.2	O Terminal Portuário e a Comunidade: Integração e Eficiência ...	300
3.5.1.3	O Terminal Portuário do Pecém	300
3.5.2	CONHECIMENTO E SÍNTESE DOS ESTUDOS ECONÔMICOS - INDUSTRIAIS DESENVOLVIDOS NA ÁREA	304



3.5.3	ESTÁGIO E PROGRAMAÇÃO DE MATURAÇÃO DOS INVESTIMENTOS EM MARCHA OU PROJETADOS PARA A ÁREA	309
3.5.4	CONCLUSÕES	323

LISTA DE QUADROS, FIGURAS, MAPAS E FOTOS

QUADROS

VOLUME 1

Nº 01	RELAÇÃO DAS CARTAS NA ESCALA DE 1:100.000	25
Nº 02	RELAÇÃO DAS ÓRBITAS E PONTO DAS IMAGENS	25
Nº 03	RELAÇÃO DAS CARTAS NA ESCALA DE 1:50.000	28
Nº 04	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA. FAIXA PRAIAL	61
Nº 05	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA	62
Nº 06	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE FLUVIAL	66
Nº 07	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: GLACIS PRÉ-LITORÂNEOS	67
Nº 08	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: MACIÇOS RESIDUAIS E CRISTAS – ÁREAS SERRANAS E CRISTAS (FORMAS AGUÇADAS) RESIDUAIS DISPERSAS PELA DEPRESSÃO SERTANEJA	68
Nº 09	UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: DEPRESSÃO SERTANEJA – SUPERFÍCIE PLANA OU LIGEIRAMENTE ONDULADA ELABORADA POR PROCESSOS DE PEDIPLANAÇÃO (SUPERFÍCIE DE EROÇÃO) TRUNCANDO VARIADOS TIPOS DE ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO	69
Nº 10	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE SÍTIOS NOVOS	72
Nº 11	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA	73
Nº 12	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE GAVIÃO	74
Nº 13	INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE CAHUIPE	76
Nº 14	SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA ...	85
Nº 15	ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL E POTENCIAL DAS ROCHAS CRISTALINAS DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA	86
Nº 16	SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	86
Nº 17	ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL E POTENCIAL DAS ROCHAS CRISTALINAS E SEDIMENTOS DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	87



Nº 18	TEMPERATURA MÉDIA, MÍNIMA MÉDIA, MÁXIMA MÉDIA, MÍNIMA ABSOLUTA E MÁXIMA ABSOLUTA (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE FORTALEZA)	101
Nº 19	EVAPORAÇÃO DE PICHÉ (MM)	104
Nº 20	EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE "A" (MM)	105
Nº 21	EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL EM FORTALEZA (MM)	105
Nº 22	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA AAE DO CIPP	107
Nº 23	PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS (MM) SEGUNDO A FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO PEARSON III	108
Nº 24	BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO <i>THORNTHWAITE & MATHER</i> (FORTALEZA)	111
Nº 25	TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DO I_{EU} (%)	112
Nº 26	SUB-TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DO I_A (%) OU DO I_U (%)	112
Nº 27	TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DO I_{ET} (MM)	113
Nº 28	TIPOS SUB-TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i> , EM FUNÇÃO DA PORCENTAGEM DE VERÃO, DO I_{ET} (MM)	113
Nº 29	ÍNDICES E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICOS SEGUNDO <i>THORNTHWAITE</i>	113
Nº 30	QUADRO-RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	125
Nº 31	ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO	130
Nº 32	VALORES DE CN PARA USO E CONDIÇÕES DO SOLO – ADAPTADA DE WILKEN, 1978, TUCCI, 1997 E RIGHETTO, 1998	132
Nº 33	PRECIPITAÇÃO MÉDIA DIÁRIA NAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO CIPP	145
Nº 34	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL NAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO CIPP	149
Nº 35	CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS SOLOS	150
Nº 36	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E LIMITAÇÕES NATURAIS DO SOLO	150
Nº 37	UNIDADES DE VEGETAÇÃO, ESPÉCIES VEGETAIS REPRESENTATIVAS, FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS NAS UNIDADES GEOSISTÊMICAS DA AAE DO PORTO DO PECÉM	159
Nº 38	INVENTÁRIO DA MASTOFAUNA OBSERVADA NA REGIÃO DO COMPLEXO INDUSTRIAL - PORTUÁRIO DO PECÉM, DURANTE O PERÍODO DE 2003	172
Nº 39	INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003	189



Nº 40	INVENTÁRIO DA HERPTOFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL DO PECÉM E NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM, DURANTE O PERÍODO DE 2002/2003.....	198
Nº 41	CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL	204
VOLUME 2		
Nº 42	EVOLUÇÃO POPULACIONAL NO PERÍODO 1980/2000 - BRASIL, NORDESTE E CEARÁ.....	242
Nº 43	DENSIDADE DEMOGRÁFICA E TAXA DE URBANIZAÇÃO NO BRASIL, NA REGIÃO NORDESTE E NO ESTADO DO CEARÁ - EVOLUÇÃO NO PERÍODO 1980/2000	243
Nº 44	EVOLUÇÃO DO PERFIL EDUCACIONAL DA POPULAÇÃO (COM 10 ANOS OU MAIS) CEARÁ E BRASIL - 1992/2002	247
Nº 45	DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA POR FAIXA DE RENDA BRASIL, NORDESTE E CEARÁ - 1992/2002	250
Nº 46	POPULAÇÕES TOTAIS, URBANAS E RURAIS DAS SEDES MUNICIPAIS E DOS DISTRITOS PERTENCENTES À REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DO CIPP - DADOS CENSITÁRIOS DE 1970, 1980, 1991, 1996 E 2000	274
Nº 47	TAXAS DE CRESCIMENTO DAS POPULAÇÕES DOS MUNICÍPIOS PERTENCENTES À REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DO CIPP - DADOS CENSITÁRIOS DE 1970, 1980, 1991, 1996 E 2000	275
Nº 48	DENSIDADE DEMOGRÁFICA E TAXA DE URBANIZAÇÃO NOS MUNICÍPIOS COMPONENTES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP – EVOLUÇÃO NO PERÍODO 1991/2000	278
Nº 49	PRODUTO INTERNO BRUTO E <i>PER CAPITA</i> A PREÇO DE MERCADO CORRENTE	279
Nº 50	ESTRUTURA SETORIAL DO VALOR ADICIONADO MUNICIPAL (%) - 1998	279
Nº 51	EMPRESAS DE SERVIÇOS POR ATIVIDADE ECONÔMICA – 2000	280
Nº 52	ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS, POR SETOR - 2000	281
Nº 53	ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS VAREJISTAS, POR GÊNEROS DE ATIVIDADES, 2000	282
Nº 54	EMPRESAS INDUSTRIAIS ATIVAS POR TIPO - 2000	282
Nº 55	INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO - GÊNEROS DE ATIVIDADE - 2000	283
Nº 56	CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA, POR CLASSES DE CONSUMO – 2001	285



Nº 57	EMPREGOS EXISTENTES EM 31/12/2001, SEGUNDO O GÊNERO	286
Nº 58	FATORES DETERMINANTES NA ESCOLHA DO CEARÁ COM DESTINO TURÍSTICO	289
Nº 59	GASTOS MÉDIOS (EM R\$ 1,00)	289
Nº 60	POSIÇÃO NO <i>RANKING</i> DE MUNICÍPIOS VISITADOS POR TURISTAS	290
Nº 61	PERCENTUAL DE DEMANDA TURÍSTICA COM RELAÇÃO AO ESTADO DO CEARÁ	290
Nº 62	NÚMERO DE TURISTAS QUE VISITARAM OS MUNICÍPIOS	291
Nº 63	PERCENTUAL DA DEMANDA (%) - SEM CONSIDERAR O MUNICÍPIO DE FORTALEZA	291
Nº 64	TEMPO MÉDIO DE PERMANÊNCIA DO TURISTA EM DIAS	292
Nº 65	ATRATIVOS TURÍSTICO VOCAÇÕES E POTENCIALIDADES	294
Nº 66	INDICADORES DE RECEITA TOTAL E RECEITA TRIBUTÁRIA EM 2000 (EM REAIS)	297
Nº 67	PARTICIPAÇÃO DA RECEITA TRIBUTÁRIA NA RECEITA TOTAL	297
Nº 68	DÍVIDA ATIVA / RECEITA TOTAL	298
Nº 69	DÍVIDA ATIVA / RECEITA TRIBUTOS	298
Nº 70	PRINCIPAIS MERCADORIAS / EXERCÍCIO 2002 - TONELADAS	304
Nº 71	SÍNTESE DOS ESTUDOS ECONÔMICOS-INDUSTRIAIS DESENVOLVIDAS NA ÁREA	304
Nº 72	ÁREAS POR SETOR INDUSTRIAL	305
Nº 73	ÁREA DESTINADA ÀS INDÚSTRIAS PRIMÁRIAS I	306
Nº 74	ÁREA OCUPADA POR FASES DE DESENVOLVIMENTO	306
Nº 75	ÁREAS DESTINADAS ÀS INDÚSTRIAS PRIMÁRIAS II	306
Nº 76	ÁREAS DESTINADAS ÀS INDÚSTRIAS POR CATEGORIAS	306
Nº 77	EMPREENDEMENTOS ATRAÍDOS PELO PROGRAMA DE PROMOÇÃO INDUSTRIAL E ATRAÇÃO DE INVESTIMENTOS NO CEARÁ	311
Nº 78	INVESTIMENTOS E EMPREGOS DIRETOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E NO CEARÁ, POR STATUS DO EMPREENDEMENTO - JAN/1995 A JAN/2003	312
Nº 79	RELAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DOS GÊNEROS INDUSTRIAIS	313
Nº 80	DADOS DOS EMPREENDEMENTOS IMPLANTADOS E EM IMPLANTAÇÃO POR SETOR	314
Nº 81	DADOS DOS EMPREENDEMENTOS EM FASE DE PROTOCOLO DE INTENÇÕES POR SETOR	315



Nº 82	PRINCIPAIS EMPREENDIMENTOS ATRAÍDOS E JÁ IMPLANTADOS NO CEARÁ .	316
Nº 83	PRINCIPAIS EMPREENDIMENTOS ATRAÍDOS E EM IMPLANTAÇÃO NO CEARÁ	317
Nº 84	PRINCIPAIS EMPREENDIMENTOS EM FASE DE PROTOCOLO DE INTENÇÕES COM DESTINO AO CEARÁ	318
Nº 85	EMPRESAS ATRAÍDAS NO PERÍODO DE JAN/95 A JAN/2003	319
Nº 86	EMPRESAS DE IMPLANTAÇÃO	320
Nº 87	EMPRESAS ATRAÍDAS NO PERÍODO DE JAN/95 A JAN/2003	321

FIGURAS

VOLUME 1

Nº 01	ASPECTO GERAL DA COMPANHIA PETROQUÍMICA <i>THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY</i> APÓS O INCÊNDIO	21
Nº 02	FLUXOGRAMA METODOLÓGICO	35
Nº 03	VARIAÇÃO DO NÍVEL DAS MARÉS REGISTRADA NO PORTO DE MUCURIBE REFERENTE AO PERÍODO ENTRE MAIO E JUNHO DE 1995	48
Nº 04	CURVAS DE GARANTIA, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE SÍTIOS NOVOS	73
Nº 05	CURVAS DE GARANTIA DE VAZÕES, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE GAVIÃO	75
Nº 06	CURVAS DE GARANTIA DE VAZÕES, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE CAHUIPE	77
Nº 07	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO INDICANDO A POSIÇÃO MAIS AO NORTE DAS FRENTES FRIAS QUE AFETAM, O NORDESTE DO BRASIL E A NEBULOSIDADE ASSOCIADAS A ELAS ESTENDENDO-SE AO OESTE DA REGIÃO E AMAZÔNIA	90
Nº 08	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÉRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR - VCAS	91
Nº 09	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA A LINHA DE INSTABILIDADE	92
Nº 10	ESQUEMATIZAÇÃO DA CÉLULA DE <i>WALKER</i> SOBRE A BACIA DO PACÍFICO TROPICAL	93
Nº 11	ESQUEMATIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE GRANDE ESCALA NO SENTIDO ZONAL (CÉLULA <i>WALKER</i>) MODIFICADA EM ASSOCIAÇÃO AO EPISÓDIO EL-NIÑO SOBRE O OCEANO PACÍFICO	94
Nº 12	DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA TÍPICA DA DISTRIBUIÇÃO DE TSM NO ATLÂNTICO	96



Nº 13	EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS PENTADAS DO EIXO MÉDIO DA ZCIT SOBRE A LONGITUDE DE 35°W, SOBRE O ATLÂNTICO TROPICAL	100
Nº 14	TEMPERATURAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE FORTALEZA	101
Nº 15	FIGURA REPRESENTATIVA DAS DIREÇÕES E VALORES DOS VENTOS ESTUDADOS	103
Nº 16	EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MÉDIA DE <i>THORNTHWAITE</i> E DE <i>HARGREAVES</i>	106
Nº 17	BALANÇO HÍDRICO DE <i>THORNTHWAITE</i> E <i>MATHER</i>	110
VOLUME 2		
Nº 18	TAXA DE ANALFABETISMO ADULTO (PESSOAS COM 15 ANOS OU MAIS) BRASIL, NORDESTE, CEARÁ E RMF - 1992/2002	245
Nº 19	TAXA DE ESCOLARIDADE DO ENSINO FUNDAMENTAL. BRASIL, NORDESTE, CEARÁ E RMF - 1992/2002	245
Nº 20	TAXA DE ESCOLARIDADE DO ENSINO MÉDIO. BRASIL, NORDESTE, CEARÁ E RMF - 1992/2002	246
Nº 21	NÚMERO E PERCENTUAL DE PESSOAS COM PELO MENOS O 2º GRAU COMPLETO CEARÁ - 1992/2002	246
Nº 22	PERCENTUAL DA POPULAÇÃO COM PELO MENOS O 2º GRAU COMPLETO. BRASIL, NORDESTE, CEARÁ E RMF - 1992/2002	247
Nº 23	MORTALIDADE INFANTIL NO BRASIL, NORDESTE E CEARÁ (POR MIL HABITANTES) - 1992/2000	248
Nº 24	EXPECTATIVA DE VIDA AO NASCER DO BRASIL, NORDESTE E CEARÁ - 1991/2000	248
Nº 25	PROPORÇÃO DE DOMICÍLIOS COM ABASTECIMENTO DE ÁGUA REGULAR. CEARÁ, NORDESTE E BRASIL (EM %) - 1992/2002	248
Nº 26	NÚMERO DE PROFISSIONAIS DE SAÚDE COM NÍVEL SUPERIOR. BRASIL, NORDESTE E CEARÁ (POR MIL HABITANTES) - 1997/2001	249
Nº 27	PROPORÇÃO DE DOMICÍLIOS COM ACESSO A REDE DE COLETA DE ESGOTOS FORTALEZA (RMF), CEARÁ, NORDESTE E BRASIL (EM %) - 1992/2002	249
Nº 28	PROPORÇÃO DE DOMICÍLIOS COM ACESSO A COLETA DE LIXO CEARÁ, NORDESTE E BRASIL (EM %) - 1992/2002	249
Nº 29	EVOLUÇÃO DO EMPREGO FORMAL NO CEARÁ - 2003	250
Nº 30	PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO OCUPADA E DESEMPREGADA NA PEA BRASIL, NORDESTE, CEARÁ E FORTALEZA - 1992/2002	250



Nº 31	PARTICIPAÇÃO DOS TRABALHADORES COM CARTEIRA ASSINADA NA POPULAÇÃO OCUPADA - 1992/2002	251
Nº 32	PARTICIPAÇÃO DOS TRABALHADORES NA PRODUÇÃO PARA CONSUMO PRÓPRIO NA POPULAÇÃO OCUPADA - 1992/2002	251
Nº 33	ÍNDICE DE GINI - IPEA - 1992/2002	251
Nº 34	EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE GINI - IPEA BRASIL E CEARÁ - 1992/2002	252
Nº 35	EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE GINI - IBGE BRASIL E CEARÁ - 1992/2002	252
Nº 36	PROPORÇÃO DE PESSOAS ABAIXO DA LINHA DA POBREZA BRASIL, NORDESTE, CEARÁ E RMF - 1992/2002	252
Nº 37	EVOLUÇÃO DO PIB CEARÁ POR SETORES - 2002/2003 (%)	253
Nº 38	PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) CRECIMENTO ACUMULADO CEARÁ, NORDESTE E BRASIL - 1985/2003	253
Nº 39	AGROPECUÁRIA - 2003	254
Nº 40	INDÚSTRIA - 2003	254
Nº 41	INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO - 2003	254
Nº 42	SERVIÇOS - 2003	255
Nº 43	BALANÇA COMERCIAL DO CEARÁ - 2003/2004	255
Nº 44	DEMANDA TURÍSTICA VIA FORTALEZA - 2003	255
Nº 45	VENDAS REAIS DO COMÉRCIO VAREJISTA CEARENSE (%) - 2003	256
Nº 46	PRINCIPAIS RECEITAS DO ESTADO (MILHÕES DE REAIS - PREÇOS CORRENTES) - 2002/2003	256
Nº 47	PRINCIPAIS DESPESAS DO ESTADO (MILHÕES DE REAIS - PREÇOS CORRENTES) - 2002/2003	257
Nº 48	RESULTADO PRIMÁRIO DO ESTADO - 1998/2003	257
Nº 49	RESULTADO PRIMÁRIO DO CEARÁ EM % DO PIB - 1998/2003	257
Nº 50	GASTOS SOCIAIS (EDUCAÇÃO) - 2003	258
Nº 51	GASTOS SOCIAIS (SAÚDE) - 2003	258
Nº 52	GASTOS NO INTERIOR DO ESTADO - 2002/2003	258
Nº 53	TOTAL DE SERVIDORES ATIVOS EM RELAÇÃO AOS INATIVOS E PENSIONISTAS - CEARÁ - 1991/2003	259
Nº 54	DÍVIDA PÚBLICA - CEARÁ - 2000/2003	259
Nº 55	DÍVIDA EM % PIB - CEARÁ - 2000/2003	259
Nº 56	SERVIÇO DA DÍVIDA - CEARÁ - 2003	260



Nº 57	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL NOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	260
Nº 58	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA NOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	267
Nº 59	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL NOS MUNICÍPIOS INTEGRANTES DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	268
Nº 60	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA	269
Nº 61	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA	270
Nº 62	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA	270
Nº 63	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL NO MUNICÍPIO DE PARACURU	271
Nº 64	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE PARACURU	271
Nº 65	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL NO MUNICÍPIO DE PARACURU	272
Nº 66	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO TOTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	272
Nº 67	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	273
Nº 68	EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO RURAL NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE	273
Nº 69	PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL POR ESCOLARIDADE DE EMPREGOS EXISTENTES EM 31/12/2001	286

FOTOS

VOLUME 1

Nº 01	AÇUDE SÍTIOS NOVOS	72
Nº 02	AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA	74
Nº 03	AÇUDE GAVIÃO	75
Nº 04	AÇUDE CAHUIPE	76
Nº 05	1ª FASE DO EIXO DE INTEGRAÇÃO (CASTANHÃO - MORADA NOVA)	83
Nº 06	ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL-ZCIT	89
Nº 07	IMAGEM DE SATÉLITE MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DA ZCIT E DE UMA FRENTE FRIA	90
Nº 08	IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-5, CANAL INFRA-VERMELHO	91
Nº 09	IMAGEM DE SATÉLITE MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NOITORAL DO MARANHÃO	92



Nº 10	IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-5 NO CANAL INFRA-FERMELHO	93
Nº 11	COMBINAÇÃO DAS IMAGENS GLOBAIS DO SATÉLITE METEOSAT-VI NO CANAL INFRA-VERMELHO ENTRE OS DIAS 21 - 28/MARÇO/97	99

MAPAS

VOLUME 1

Nº 01	BASE CARTOGRÁFICA	27
Nº 02	GEOAMBIENTAL	34
Nº 03	GEOMORFOLÓGICA	50
Nº 04	MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA ÁREA DO CIPP	70
Nº 05	RESERVATÓRIOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS NA REGIÃO DA AAE	71
Nº 06	AÇUDE SÍTIOS NOVOS E SISTEMA DE EDUCAÇÃO DE ÁGUA BRUTA PARA O CIPP	78
Nº 07	ALTERNATIVA 01: CANAL DE LIGAÇÃO DO AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA COM O AÇUDE SÍTIOS NOVOS	79
Nº 08	ALTERNATIVA 02: LIGAÇÃO ENTRE O SISTEMA DA RMF E O CIPP	80
Nº 09	EIXO DE INTEGRAÇÃO CASTANHÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA	82
Nº 10	EQUIPOTENCIAIS NA ÁREA DA AAE	84
Nº 11	DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS DE CAPTAÇÃO NA ÁREA LIMITE DO CIPP	85
Nº 12	EIXO DE CONFLUÊNCIA DOS VENTOS ALÍSIOS DE SUDESTE COM NORDESTE - ZCIT	89
Nº 13	TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO PACÍICO	95
Nº 14	EVOLUÇÃO ESQUEMÁTICA DAS OSCILAÇÕES NO CAMPO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA (ROL) CO ESCALA DE TEMPO ENTRE 28-72 DIAS	97
Nº 15	SÉRIE TEMPORAL DAS ANOMALIAS PENTADAIS DE ROL, MEDIDAS ENTRE 5°N - 5°S AO LONGO DO GLOBO, DE 01/OUTUBRO/96 ATÉ 20/ABRIL/97	98
Nº 16	POSTOS PLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP .	108
Nº 17	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	109
Nº 18	ISSO CV'S NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	110
Nº 19	CLASSIFICAÇÃO DE <i>KOPPEN</i>	114
Nº 20	CLASSIFICAÇÃO DE <i>GAUSSEN</i>	115
Nº 21	BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP	116
Nº 22	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO JUÁ	117



Nº 23	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO CAHUIPE	117
Nº 24	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO GERERAÚ	118
Nº 25	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO GONÇALO	118
Nº 26	BACIAS HIDROGRÁFICA DO RIO CURU	119
Nº 27	ISOZONAS DO CEARÁ	129
Nº 28	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO JUÁ	133
Nº 29	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO CAHUIPE	133
Nº 30	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO GERERAÚ	134
Nº 31	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DE SÃO GONÇALO	134
Nº 32	ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO CURU	135
Nº 33	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	136
Nº 34	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	136
Nº 35	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	137
Nº 36	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	137
Nº 37	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	138
Nº 38	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	138
Nº 39	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAHUIPE (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	139
Nº 40	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAHUIPE (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	139
Nº 41	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAHUIPE (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	140
Nº 42	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	140
Nº 43	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	141
Nº 44	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ) PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	141



Nº 45	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	142
Nº 46	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	142
Nº 47	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	143
Nº 48	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	143
Nº 49	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	144
Nº 50	ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)	144
Nº 51	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO MARANGUAPINHO	146
Nº 52	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CEARÁ ..	146
Nº 53	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO JUÁ	147
Nº 54	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CAUHIPE	147
Nº 55	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO GERERAÚ	148
Nº 56	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO	148
Nº 57	ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CURU	149
Nº 58	SOLOS	152
Nº 59	COBERTURA VEGETAL / USO DA TERRA	161
VOLUME 2		
Nº 61	O CIPP NO CONTEXTO INTERNACIONAL E NACIONAL	239
Nº 62	O CIPP NO CONTEXTO REGIONAL	240

APRESENTAÇÃO

Os presentes documentos técnicos, RELATÓRIOS 02 e 03 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS INTEGRANTES DA AAE - CIPP, caracterizam a segunda fase do estudo Avaliação Ambiental Estratégica, AAE do CIPP e Área de Influência.

Estes relatórios seqüenciam as informações preliminares consolidadas no relatório anterior (Relatório 01 - Análises Técnicas Introdutórias), estabelece as bases de informação, registra levantamentos e procede a análises sobre o contexto geral atual da área de estudo. Formula também, por sistema, cenários prováveis para a área de estudo. Estes cenários, ainda com visão sistêmica insuficiente e em plano muito preliminar, deverão apoiar a fase seguinte do trabalho, denominada **Programa de Desenvolvimento Econômico e Físico-Territorial do CIPP e Área de Influência**.

Na INTRODUÇÃO que se segue, serão apresentados os conteúdos básicos que caracterizarão os RELATÓRIOS 02 e 03, no âmbito de cada sistema.

Os **Relatórios 02 e 03 – Diagnóstico dos Sistemas Integrantes da AAE-CIPP e Área de Influência** – realizam levantamento abrangente do quadro atual dos diferentes sistemas que, em conjunto, definem de forma completa a contextualização do território do CIPP e da sua Área de Influência.

Esses sistemas e seus componentes específicos estão a seguir identificados e, ao longo deste relatório, em capítulos específicos, passam por processo analítico, com registro em textos, mapas, figuras e quadros.

Nesta fase do trabalho, também são delineados prognósticos, na forma de cenários prováveis, a partir da evolução e da consolidação dos investimentos industriais programados, do aumento da atratividade da área como território já beneficiado por algumas infra-estruturas, como área de forte potencial de paisagem e clima favorável ao investimento turístico e como integrante do aglomerado metropolitano.

Nos Relatórios 02 e 03, já aparece, em todas as suas nuances, o estado atual do território estudado, sob o ponto de vista ambiental, conformando a base de apoio a partir da qual a microrregião será desenhada, ao nível do seu macrozoneamento, incorporando uma proposta de programa de desenvolvimento econômico industrial e tecnológico e suprido pelas infra-estruturas pertinentes.

A configuração do documento está subdividida em capítulos, conforme a discriminação que se segue:

2. MEIO FÍSICO NATURAL

Os estudos referentes ao meio físico-biótico abordam, principalmente, os aspectos referentes às condições geológicas e da hidrodinâmica marinha; análise geomorfológica e da ecodinâmica estabelecida com base no balanço entre processos morfogenéticos e pedogenéticos; contexto hidroclimático, com ênfase na análise dos parâmetros climáticos, incluindo-se a identificação dos mecanismos de circulação atmosférica e dos sistemas atuantes, além de avaliar o potencial dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, tendo em vista os diversos tipos de utilização; análise das condições dos solos, incluindo sua classificação e avaliando-se seu estado de conservação; estudos da biodiversidade, compreendendo as condições bioecológicas da vegetação, da flora e da fauna.

A integração dos estudos do meio físico-natural é feita mediante as relações mútuas entre os componentes do potencial ecológico e da exploração biológica, visando à identificação, delimitação e caracterização dos sistemas ambientais, hierarquicamente espacializados. O diagnóstico geoambiental culmina com a organização de uma matriz de caracterização dos sistemas naturais homogêneos que contém as seguintes informações básicas: síntese das condições naturais dominantes; avaliação da capacidade de suporte por meio dos indicadores de potencialidades e limitações do uso; vulnerabilidades, impactos e riscos de ocupação.

O relatório técnico contém a delimitação e caracterização das unidades de conservação compreendidas na área de influência do CIPP, incluindo as unidades de proteção integral e de uso sustentável. Propõe-

se também a configuração geográfica da zona de amortecimento da Estação Ecológica do Pecém.

3. DEMOGRAFIA

Esse item tem por objetivo o estudo e análise da população na Área de Influência Direta do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, envolvendo a avaliação do processo demográfico em curso na Área de Influência do CIPP, a espacialização do quadro demográfico atual, a análise dos impactos sobre a distribuição espacial da população em face dos investimentos públicos já realizados no CIPP e Área de Influência, e a caracterização do processo de transformação demográfica recente (transição demográfica e seus efeitos), além da recente evolução da taxa de urbanização e das densidades populacionais.

4. SOCIOECONOMIA

Nesse item traça-se, inicialmente, perfil das atividades econômicas dos municípios localizados na Área de Influência Direta do CIPP. É dado um destaque ao setor turístico, visto que o potencial da área é incontestável e que essa atividade é relevante quanto à geração de emprego e renda. Uma análise dos impactos na economia do setor público é outro ponto destacado, haja vista as preocupações com o aumento da demanda por serviços públicos ocasionada pelo crescimento demográfico que será ampliado em virtude da nova estrutura produtiva que vêm se implantando na área. Em seguida, faz-se uma síntese do quadro econômico ante a interferência da estrutura portuária e é apresentada a síntese dos estudos econômicos para determinação das indústrias a serem desenvolvidas na área. Finalmente, é exposto um balanço referente ao estádio e programação de maturação dos investimentos em marcha na área.

5. INFRA-ESTRUTURA

5.1 ACESSIBILIDADES

A função acessibilidade é aquela desempenhada pelo sistema de transportes, no sentido de possibilitar o desenvolvimento adequado da maioria das atividades propostas para a área de influência do Complexo Industrial - Portuário do Pecém, CIPP. O Sistema de Transportes deve ser planejado para atender às demandas, podendo também ajudar na sua ordenação. Este sistema envolve o deslocamento de pessoas e bens e estes movimentos devem ser considerados desde a fase de planejamento e implantação da infra-estrutura, ou seja, as rodovias, ferrovias e terminais, passando pela escolha dos veículos e outros equipamentos, sendo complementado pelos sistemas de informação e gerência. Neste relatório, apresenta-se um diagnóstico da situação do sistema de transportes da área em estudo, incluindo a descrição de análises e propostas provenientes de outros destacados estudos realizados para a área. São feitas considerações sobre as malhas rodoviária e ferroviária atuais e aquelas propostas para a área do CIPP, incluindo uma discussão sobre as questões da segurança das áreas cortadas por essas vias. Trata-se ainda do Sistema de Transporte Público de Passageiros, STPP, com uma caracterização dos serviços atuais e as formas de regulamentação. O STPP, em conjunto com o transporte não motorizado, deverá ter importância fundamental nos deslocamentos de pessoas nas novas áreas propostas para desenvolvimento. Analisa-se ainda a questão do transporte aeroviário, o

qual deverá ter, ainda, importância pequena para a região, podendo esta ser atendida pelo aeroporto de Fortaleza. Um aspecto fundamental para o Sistema de Transportes é a possibilidade de integração modal, principalmente no transporte de carga, facilitando a escolha da alternativa mais econômica e mais adequada. O sistema de transportes deverá ser planejado em conjunto com os demais sistemas de ocupação e desenvolvimento, de modo a minimizar as necessidades de grandes deslocamentos, tornando-os mais econômicos e também, no caso dos passageiros, mais confortáveis.

5.2 INFRA-ESTRUTURAS DE SUPORTE E GRANDES EQUIPAMENTOS

Estão previstas para serem implantadas dentro da área da AAE do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP) indústrias-âncoras tais como: a siderúrgica; a refinaria; a usina termelétrica e unidade de re-gaseificação e o centro de tancagem. Como consequência da implantação dessas indústrias-âncoras, serão instalados pelo menos dois grandes pólos industriais: um metal-mecânico e outro petroquímico. Estas perspectivas apontam para um grande desenvolvimento sócioeconômico com significativa oferta de emprego e renda.

Investimentos desta envergadura requerem, para serem consolidados, condições específicas de infraestrutura. Torna-se, portanto, imprescindível para nuclear o processo de industrialização do CIPP um estudo detalhado das condições atuais e também projetar cenários para desenvolvimento e ocupação industrial.

Neste relatório é apresentado um diagnóstico da situação atual de infra-estrutura na área de estudo da AAE, bem como são projetadas necessidades referentes a infra-estrutura. Os itens abordados são: Projeção de Cenários de Fases de Implantação Industrial, Necessidade de Disponibilidade de Água Bruta e Tratada, Controle de Cheias e Macrodrenagem, Microdrenagem, Sistemas de Esgotamento Sanitário, Disposição de Resíduos Sólidos Domésticos e Industriais, Suprimento de Energia (elétrica e gás natural) e Transmissão de Dados e Comunicações.

5.3 AVALIAÇÃO DE RISCOS

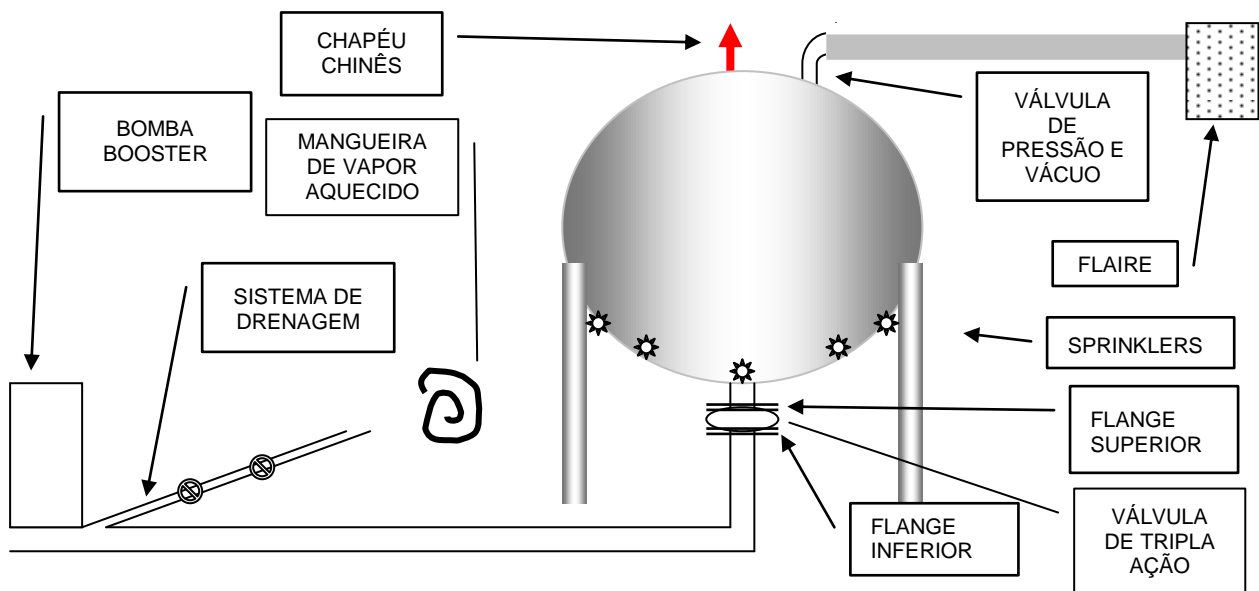
Este item do relatório geral tem como finalidade apresentar as situações mais perigosas, possíveis de ocorrência, em qualquer um conglomerado de atividades industriais localizadas em uma mesma região, como será o caso da Estrutura Industrial do CIPP.

Logicamente, quando se apresenta um exemplo de um BLEVE e suas consequências catastróficas, não se quer dizer que a possibilidade de tal acidente seja algo comum, mas se tem, na verdade, a responsabilidade técnica de, até para um fato como esse, o CIPP estar em condições de absorver com o mínimo de danos para com o homem e para com o meio ambiente. Os BLEVEs já ocorridos no mundo tiveram como causas, além da negligência humana e operacional, a falta de normas técnicas mais rigorosas. As esferas e cilindros em operação nos dias de hoje seguem, como já comentado na parte inicial do item retrocitado, normas e procedimentos que projetam, quase para estatisticamente impossível, a repetição de fatos similares.

Normalmente, o bleve para acontecer tem que ocorrer um incêndio, com intensa propagação de calor sobre os cilindros ou esferas de armazenamento de GLP (gás de cozinha), que, em razão das altas temperaturas, permitem que o gás passe de seu estado líquido para o estado gasoso, aumentando a intensidade da pressão interna dentro dos recipientes, que, ao ultrapassarem o limite de tolerância da estrutura de aço, essa se fissa, partindo-se, e liberando o gás em ebulição que se incendia, formando uma gigantesca bola de fogo e cai sobre uma extensa área ao redor da planta industrial.

As instalações hoje existentes, porém, são projetadas, para, na incidência de algum foco de incêndio, apagarem o mais rápido possível, não permitindo aumento de temperatura na superfície dos equipamentos que possam permitir incremento nas pressões internas das esferas e cilindros (FIGURA Nº 01).

FIGURA Nº 01 - ASPECTO GERAL DA COMPANHIA PETROQUÍMICA THE PHILLIPS PETROLEUM COMPANY, APÓS O INCÊNDIO



O modelo da Figura mostra um esquema operacional de uma esfera moderna, onde todo o conjunto de acessórios está previsto para minimizar qualquer evento que venha a pôr em risco a integridade da esfera. Para melhor ser compreendido, entenda-se o exemplo abaixo:

- se ocorrer vazamento de gás, seguido de incêndio, no flange superior, a válvula de tripla ação, que tem como finalidade fechar o fluxo da esfera para o duto e vice-versa, nada poderá ajudar, pois o gás continuará saindo da esfera e incendiando-se, provocando, portanto, um ponto de aquecimento rápido da fase líquida do gás, possibilitando aumento da pressão interna. Com a pressão interna aumentando, a válvula de pressão e vácuo abriria e o gás seguiria em um duto até o *flaire* onde queimaria sob controle. De qualquer forma, mesmo que o gás da válvula de pressão e vácuo fosse desviado para o *flaire*, o risco de um *bleve* continuaria. Assim, caso haja uma situação como a do exemplo, a técnica para se resolver esse princípio de incêndio é bastante simples: aciona-se a bomba *booster* que tem como função bombear gás ou água para a esfera, e, nesse caso, bombeia-se água, cessando, assim, o incêndio e permitindo que o flange seja reapertado; e

- caso haja um princípio de incêndio através do *flange* inferior, o combate se torna mais rápido e eficiente, pois basta acionar a válvula de tripla ação (assim chamada, pode ser acionada de forma remota, manual e por autodestruição do inserto interno). Com seu acionamento, o gás da esfera é interrompido, deixando de alimentar o fogo iniciado no *flange* inferior.

Esses, como diversos ou outros casos, poderiam ser citados como uma demonstração de como as possibilidades de eventos catastróficos na área industrial do CIPP se encontram estatisticamente bastante remotas de virem a ocorrer.

O mesmo sucede quando se analisam os efeitos da siderúrgica, das termelétricas e do porto do Pecém. Existem possibilidades de risco, mas a probabilidade é a favor de uma coexistência pacífica entre o desenvolvimento tecnológico e meio ambiente.

6. ESTRUTURAÇÃO DO TERRITÓRIO

6.1 VISÃO DO CIPP E ÁREA DE INFLUÊNCIA

Nesse item é apresentada uma visão das características mais relevantes da área de estudo, do ponto de vista da organização espacial do território, com destaque para as suas relações com a RMF e demais regiões do Estado, a distribuição dos núcleos urbanos e suas acessibilidades, a relação das estruturas construídas com o ambiente natural e as vantagens e desvantagens apresentadas hoje pela rede urbana.

6.2 A ESTRUTURAÇÃO URBANA

Nesta parte do relatório, se buscará identificar e avaliar a evolução das áreas urbanas e a configuração atual da rede de cidades quanto às suas funções, à distribuição espacial (forma) dos aglomerados – núcleos adensados, corredores urbanizados etc – e tendências de expansão das manchas urbanas.

6.3 TIPOLOGIAS E ABRANGÊNCIA ESPACIAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA MICRORREGIÃO

Este segmento estará voltado para a espacialização dos diferentes usos no território e comentários sobre as características da ocupação do solo desses diferentes usos. Deverão ser analisadas as legislações urbanísticas e as características dos cadastros imobiliários (se disponíveis). À configuração resultante, serão sobrepostas intenções de novos projetos de grande porte e avaliados seus possíveis impactos sobre as estruturas construídas e o surgimento de outras.

6.4 CENÁRIO PROVÁVEL DA CONFIGURAÇÃO DO TERRITÓRIO A PARTIR DA CONSOLIDAÇÃO DO CIPP

Nesta parte final do capítulo **Estruturação do Território**, a partir das diretrizes do **Plano de Gestão do Crescimento Urbano do CIPP e Área de Influência**, já produzido, deverá ser esboçado um cenário provável da futura ocupação do território em estudo, ainda sem suporte detalhado dos vetores

econômicos – indústria, comércio, turismo, agricultura e serviços de um modo geral (incluindo atividades institucionais), das possibilidades de expansão das infra-estruturas e do contexto ambiental e tendencial.

Idêntico exercício de prognose será realizado pelos sistemas: 1. Meio Físico Natural, 2. Demografia e Socio-economia e 3. Infra-estrutura, visando a estabelecer as bases de compreensão do território para o desenvolvimento do Programa de Desenvolvimento Econômico e Físico-Territorial, que darão seqüência ao Diagnóstico, e para desencadear os procedimentos de compatibilização dos 04 (quatro) sistemas que integram a AAE.

GLOSSÁRIO

Registro do significado de expressões e siglas referidas no texto, cuja utilização não é costumeira.

BIBLIOGRAFIA

Referências completas das obras consultadas e/ou citadas pela equipe técnica responsável pela produção do Relatório.

2 MEIO FÍSICO NATURAL

Para a Avaliação Ambiental Estratégica, AAE de qualquer território – especialmente de uma área onde será implantado um complexo industrial-portuário – será de fundamental importância um conhecimento profundo desse território e dos seus componentes. Esse conhecimento requer a adoção de metodologia sistêmica que visa a atender aos objetivos da AAE, privilegiando as sínteses e correlações interdisciplinares, no lugar de estudos estanques e setoriais.

Os procedimentos adotados na elaboração dos estudos físico-ambientais têm merecido a devida atenção, ao tratar de estabelecer as diretrizes das políticas do meio ambiente. Os resultados e experiências alcançados na última década se baseiam em um modelo sistêmico, revelando-se mais adequado para incorporar a variável ambiental ao processo de organização territorial. Parte-se do pressuposto de considerar o ambiente como um sistema complexo que deriva das relações e interações dos componentes do potencial ecológico e componentes da exploração biológica. Essas relações assumem grau maior de complexidade, quando são incorporadas às variáveis socioeconômicas.

Os sistemas ambientais tendem a apresentar um arranjo espacial decorrente da similaridade de relações entre os componentes naturais – de natureza geológica, geomorfológica, hidroclimática, pedológica e biogeológica – materializando-se nos diferentes padrões de paisagens.

Parte-se do pressuposto básico de que os sistemas naturais (geossistemas) são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia. Cada sistema representa unidade de organização do ambiente natural. Em cada sistema, verifica-se, comumente, um relacionamento harmônico entre seus componentes e eles são dotados de potencialidades e limitações próprias sob o ponto de vista de recursos ambientais. Como tal, reagem também de forma singular no que tange às condições históricas de uso e ocupação.

Considerando os pressupostos retromencionados, o estudo do meio físico-natural busca atingir os objetivos delineados a seguir:

- identificar e caracterizar as principais variáveis ambientais relativas ao **suporte** (condições geológicas, geomorfológicas e hidrogeológicas), ao **envoltório** (clima e hidrologia de superfície) e à **cobertura** (solos e condições de biodiversidade);
- elaborar o diagnóstico ambiental do meio físico, com base na aplicação de metodologia sistêmica;
- delimitar os sistemas ambientais com base nas relações entre os componentes abióticos e bióticos de cada sistema;
- utilizar produtos de sensoriamento remoto na elaboração da cartografia básica e temática das áreas de influência do CIPP em escala compatível com os objetivos do Projeto (1:50.000);
- indicar as potencialidades, as limitações e a ecodinâmica dos sistemas ambientais, definindo sua capacidade de suporte em função da implementação do CIPP;

- identificar impactos a serem gerados em virtude da implementação do CIPP;
- prognosticar a composição de cenários por meio de tendências temporais e espaciais futuras; e
- analisar a legislação ambiental pertinente.

2.1 ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS E OPERACIONAIS

2.1.1 MONTAGEM DA BASE CARTOGRÁFICA (MAPA Nº 01)

2.1.1.1 Material Cartográfico e Equipamentos

A base cartográfica utilizada para a delimitação da área foi o mapeamento sistemático planialtimétrico, em escala de 1:100.000, elaborado pela SUDENE/DSG. As folhas e sua respectiva nomenclatura são as seguintes: (QUADRO Nº 01)

QUADRO Nº 01 – RELAÇÃO DAS CARTAS NA ESCALA DE 1:100.000

FOLHAS	NOMENCLATURA
Baturité	SB - 24- X – A- I
Fortaleza	SA – 24 – Z – C – IV
Paracuru	SB. 24 - Y - D - III
Lagoa de São Pedro	SA. 24 - Z - C - I

Para a execução do mapeamento, foram utilizadas imagens ETM/LANDSAT 5 em composição nas bandas 5, 4 e 3 (R, G, B), escala 1:50.000, de acordo com as referências apresentadas a seguir: (QUADRO Nº 02)

QUADRO Nº 02 – RELAÇÃO DAS ÓRBITAS E PONTO DAS IMAGENS

ÓRBITAS/PONTOS	QUADRANTE
217/063	A, B, C e D

- Equipamentos / *software*;
- microcomputador Pentium ATX e periféricos;
- mesa digitalizadora *Van Gogh* – DIGIGRAF;
- *plotter* – HP 2500; e
- *software SPRING*.

2.1.1.2 Etapas do Geoprocessamento

As etapas de desenvolvimento das atividades operativas do geoprocessamento partiram desde a confecção dos diversos *overlays* temáticos, organizados em função dos dados geocartográficos disponíveis, da interpretação das imagens do sensor ETM *Landsat 7* e dos resultados das expedições de campo.

INSERIR **MAPA Nº 01** - BASE CARTOGRÁFICA

A seleção e a entrada de dados foram procedidas a partir da escolha criteriosa daqueles a serem geocodificados em função do seu nível de importância para o estudo. O mapa básico foi organizado de modo a conter informações sobre a rede de drenagem superficial, infra-estrutura viária e localização de suas sedes.

Foi realizada a correção geométrica de modo a unificar a base de dados nas várias escalas de trabalho, considerando os limites da área de influência direta e indireta da AAE.

Por meio da mesa digitalizadora e *scanner* utilizados como periférico de entrada, de um computador do tipo *Pentium* e do *software* SGI-INPE (Sistema de Informações Geográficas), realizou-se a entrada de dados, anteriormente mencionada, por meio do algoritmo de digitalização de dados. Para isso, trabalhou-se cada dado, individualmente, denominando-os de PI's (planos de informações), com aplicativos de ajustes de linhas, identificação de polígonos, regionalização e edição dos dados. Ainda na construção da base foi utilizado o SPRING, que permite a atualização direta da imagem proveniente do satélite *Landsat 7*.

Após a preparação da cartografia básica na escala de 1:50.000, retromencionada, cada subgrupo da equipe técnica forneceu os elementos requeridos para a organização dos diversos mapas temáticos.

Na produção da carta-imagem, também disponibilizada para as demais equipes, utilizou-se a composição das faixas espectrais 5, 4 e 3 (R5+G4+B3) mais a faixa PAN (pancromático), com 30m (trinta) e 15m (quinze) respectivamente, gerando a imagem MERGE, que serviu de base para a carta-imagem.

Na manipulação e geração de mapas, foi feita a regionalização dos dados, que consiste no reconhecimento das diferentes classes para cada tema trabalhado, onde, por meio dos aplicativos de manipulação, se obteve para cada plano de informação (PI) os dados quantitativos de área para as respectivas classes dos temas trabalhados. Foram gerados os mapas básicos e temáticos na escala de 1:500.000. Os dados dos solos, geologia/geomorfologia, dos recursos hídricos e de uso e ocupação foram organizados em bases digitais na escala de 1:50.000, para elaboração de cartas temáticas, na escala de 1:250.000.

Na produção do mapa de uso e ocupação, optou-se pela segmentação de dados, que consiste na rotulação da imagem por regiões com características semelhantes, a partir do agrupamento de *pixel* associado a um valor estabelecido para o limiar das amostras. As regiões foram reconhecidas como um determinado tipo de vegetação e uma forma de uso e ocupação que constitui da sua classificação.

Com base nos indicadores gerados, montou-se um banco de dados temáticos formado pelos PI's e seus atributos, mediante o qual foi realizado o cruzamento para cálculos de áreas e de determinação de índices climáticos e qualificação das condições socioambientais da área.

2.1.1.3 Preparação da Cartografia Básica

LEVANTAMENTO, DELIMITAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA NA ESCALA DE 1:50.000, A PARTIR DO MATERIAL DISPONÍVEL EM ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA

A cartografia básica foi obtida com fundamento na compilação, atualização das informações planimétricas contidas nas folhas planialtimétricas na escala de 1:100.000, sobre a rede viária, áreas urbanas e espelhos d'água, cuja sistematização permitiu a ampliação da informação para a escala de 1:50.000. de acordo com o mapeamento sistemático com abrangência de 15' X 15' cada. Como produto resultante, foram geradas para a Avaliação Ambiental Estratégica, AAE do Porto do Pecém 08 (oito) cartas na escala de 1:50.000. São elas: (QUADRO Nº 03)

QUADRO Nº 03 – RELAÇÃO DAS CARTAS NA ESCALA DE 1:50.000

CARTAS	NOMENCLATURA
Fortaleza	SA. 24 - Z - C - IV - 2
São Gonçalo do Amarante	SA. 24 - Z - C - IV - 1
Tucunduba	SA. 24 - Z - C - IV - 3
Lagoa de São Pedro	SA. 24 - Z - C - I - 3
Paracuru	SA. 24 - Y - D - III - 4
Canaã	SA. 24 - Y - D - III - 1
Croatá	SA. 24 - V - D - VI - 2
Serrote	SA. 24 - V - D - VI - 1

ATUALIZAÇÃO DA PLANIMETRIA E CONFERÊNCIA TOPOGRÁFICA POR MEIO DOS PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO E GPS, CHECAGEM DE CAMPO DA TOPONÍMIA E REAMBULAÇÃO.

- A utilização de imagens orbitais do sensor ETM/LANDSAT 7 nas bandas 5, 4 e 3 (R, G, B) mais a PAN viabilizou a correta identificação e interpretação dos alvos analisados.

Da utilização de imagens orbitais do sensor ETM do satélite LANDSAT-7 nas bandas 3, 4, 5 associada à PAN, gerou-se a imagem MERGE, que permitiu a ampliação e melhoramentos quanto à resolução espacial, podendo chegar com qualidade dos dados até uma escala aproximada de 1:25.000, sendo imprescindível para a correta identificação dos alvos analisados. Foi assim viabilizada a atualização da base cartográfica, mediante a discriminação de corpos d'água, as modificações ocorridas na linha de costa, permitindo a identificação de novas rodovias e áreas urbanas.

A identificação dos alvos foi feita com a análise digital das imagens. Levou-se em conta, basicamente, o padrão de resposta espectral caracterizado pelas diferentes tonalidades atribuídas às tonalidades nas composições coloridas.

DIGITALIZAÇÃO, VETORIZAÇÃO, EDIÇÃO DA PLANIALTIMETRIA BÁSICA E REGISTRO DOS DADOS ORBITAIS COM A PLANIMETRIA BÁSICA POR FOLHAS E COMPOSIÇÃO DE 06 CARTAS IMAGENS

Com apoio das imagens, foi possível a vetorização e, conseqüentemente, foi possibilitada a atualização das bases. Como produto, foram reproduzidas 8 (oito) cartas-imagens da área total, apresentadas na forma de mosaico.

Disponibilização no formato digital extensão DXF em CD para as demais equipes.

Edição e geração das cartas básicas finais, disponibilização em formato digital na extensão DXF e GRIB na escala de 1:50.000 e na extensão TIF o mosaico das cartas-imagens em CD para as demais equipes.

2.1.2 CONCEITOS E PRINCÍPIOS

Os resultados do diagnóstico ambiental do meio físico derivam de uma revisão sistemática dos levantamentos anteriormente procedidos sobre a base dos recursos naturais. As análises desse material e dos produtos do sensoriamento remoto, além dos trabalhos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre, constituem os meios utilizados para o alcance dos objetivos propostos.

As análises temáticas são apresentadas de modo a demonstrar o estreito relacionamento entre os componentes geoambientais. Estas análises, que encerram a primeira etapa do diagnóstico, foram conduzidas de modo a definir as características das diversas variáveis que compõem o meio físico. Seqüencialmente, são apresentadas as condições litoestratigráficas (geológicas) e as características das feições geomorfológicas; características climáticas e hidrológicas; distribuição dos solos, suas principais propriedades e os padrões de cobertura vegetal, além de estudos da fauna. Essa seqüência apresenta uma cadeia de produtos parciais que expõe uma relação de dependência entre as variáveis geoambientais. Cada uma delas apóia-se nas anteriores e fundamenta as seguintes.

O diagnóstico do meio físico representa uma proposta de síntese da compartimentação geoambiental mediante um quadro sinótico. Essa proposta é apoiada na análise das variáveis anteriormente procedidas e nas relações mútuas dessas variáveis. É definido, assim, com maior clareza, o significado geoambiental das variáveis relacionadas com o *suporte*, o *envoltório* e com a *cobertura*. Visa-se, com isso, a atender aos pressupostos de uma análise integrada do ambiente físico-natural.

Na etapa subsequente do diagnóstico, é priorizada a visão de totalidade para a caracterização das unidades geossistêmicas. Destacam-se, nesse aspecto, as concepções metodológicas consagradas em trabalhos ligados aos diagnósticos e zoneamentos ambientais.

As unidades geossistêmicas foram posteriormente delimitadas em função de combinações mútuas específicas entre as variáveis geoambientais. Destacando-se as diversidades internas dos geossistemas, foram delimitadas as unidades elementares (geofácies) contidas em um mesmo sistema de relações. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assume significado para delimitar as subunidades, em função da exposição de padrões uniformes ou relativamente homogêneos. A paisagem encerra o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo

dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.

Na preparação da legenda do mapa da compartimentação geoambiental, foram destacadas as características dos principais atributos ambientais. Elas serviram de base para indicar condições potenciais ou limitativas, quanto às possibilidades de uso dos recursos naturais e das reservas ambientais.

Com o objetivo de avaliar a dinâmica ambiental e o estado de evolução dos geossistemas/geofácies, foram estabelecidas categorias de meios ecodinâmicos, com base em critérios de Tricart (1977). Cada categoria está associada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos processos degradacionais.

Com o enquadramento dos geossistemas/geofácies em uma determinada categoria de meio ecodinâmico, viabiliza-se a possibilidade de destacar o grau de vulnerabilidade do ambiente e sua sustentabilidade futura-tendencial e desejada.

Após a caracterização do contexto geoambiental da área, foi organizado um quadro sinótico das unidades geoambientais, contemplando, seqüencialmente, os seguintes aspectos: **a.** Características Naturais Dominantes; **b.** Ecodinâmica e Vulnerabilidade; **c.** Capacidade de Suporte; e **d.** Impactos e Riscos de Ocupação.

A capacidade de suporte inclui condições de potencialidade e limitações. As potencialidades são tratadas como atividades ou condições que têm exeqüibilidades de serem praticadas em cada unidade geoambiental, sendo propícias à implantação de atividades ou de infra-estruturas. As limitações ao uso produtivo, além das restrições ligadas à legislação ambiental, são identificadas com base na vulnerabilidade e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e do estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pela ocupação da terra. Os riscos se referem aos impactos negativos oriundos de uma ocupação desordenada do ambiente.

A organização do mapeamento é feita com base na utilização de imagens de sensoriamento remoto, em produtos cartográficos básicos e temáticos disponíveis, e em trabalhos de campo.

2.1.3 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

A Avaliação Ambiental Estratégica, AAE dá ênfase ao conhecimento integrado e à delimitação dos espaços territoriais modificados ou não pelos fatores econômicos e sociais. Desse modo, a AAE deverá incluir uma vertente de variáveis físicas e bióticas ou das variáveis geoambientais, que se materializará por meio de uma série de unidades espaciais homogêneas que constituem heranças da evolução dos fatores fisiográficos e biológicos.

2.1.3.1 Análise dos Atributos Geoambientais

A caracterização e a delimitação dos sistemas ambientais foram precedidas de uma análise sobre cada componente ou atributo natural, como se faz neste Relatório. Desse modo, a caracterização dos atributos geoambientais deverá atender aos requisitos descritos a seguir.

Condições Geológicas – analisadas de modo a apresentar a distribuição dos principais tipos litológicos, agrupando-os em formações e identificando a cronoestratigrafia. A hidrodinâmica marinha é enfocada conforme seus fatores condicionantes.

Análise Geomorfológica – mostra a distribuição das formas de relevo e das principais feições do modelado, classificando-as de acordo com seus processos morfogenéticos. A morfodinâmica é enfocada para subsidiar a interpretação ecodinâmica dos geossistemas. A delimitação dos compartimentos de relevo, que constituem elementos estáveis do ambiente, é o indicador fundamental de identificação e de delimitação das unidades ambientais.

Análise Hidroclimática – é discutida com base na contextualização dos principais parâmetros climáticos, dando-se ênfase às condições termopluviométricas, balanço hídrico e dinâmica das massas de ar responsáveis pelos estados de tempo que marcam as condições climáticas regionais e locais. A análise hidrológica ou dos recursos hídricos inclui tanto as condições essenciais das águas de superfície como as potencialidades hidrogeológicas das áreas de influência direta e indireta do CIPP.

Estudos dos Solos e da Biodiversidade – conduzidos mediante a consideração dos diversos geossistemas da área pesquisada. Eles são a principal evidência das interações geoambientais e seu grau de conservação subsidia a compreensão da dinâmica do meio ambiente ou o estado de degradação dos recursos ambientais. Além dos aspectos fitofisionômicos, foram enfocadas as características da fauna, abordadas no contexto dos diversos sistemas ambientais.

Identificação e Delimitação dos Sistemas Ambientais Homogêneos – configurados no mapa das unidades geoambientais resultantes do agrupamento de áreas dotadas de condições específicas quanto às relações mútuas entre os fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e aqueles da exploração biológica, compostos essencialmente pelo mosaico de solos e pela cobertura vegetal. Esse mapa, organizado por intermédio da interpretação das imagens de sensoriamento remoto e da análise do acervo cartográfico temático oriundo de levantamentos sistemáticos dos recursos naturais, será imprescindível para a AAE.

Análise Ecodinâmica – é procedida com base em critérios consagrados, com as necessárias adaptações às características naturais da área. São consideradas como categorias de ambientes as seguintes: 1. ambientes estáveis; 2. ambientes de transição (intergrade) e 3. ambientes fortemente instáveis.

Cada uma dessas categorias, definidas e enquadradas para os diferentes sistemas, serve de base para avaliar a tipologia da vulnerabilidade ambiental.

2.1.3.2 Análise Integrada

Com base em sucessivos níveis de sínteses por meio de relações interdisciplinares, considerando os fatores do potencial ecológico (geologia + geomorfologia + climatologia + hidrologia), da exploração biológica (solos + cobertura + vegetação + fauna) e das condições de ocupação e de exploração dos recursos naturais, são estabelecidas, delimitadas e hierarquizadas as unidades espaciais homogêneas, configurando, cartograficamente, a AAE em cada escala compatível com os objetivos, interesses e aplicabilidades práticas do Projeto.

A análise dos atributos e da dinâmica natural que identificam os sistemas ambientais têm caráter globalizante e integrativo. Essa visão holístico-sistêmica, a ser adotada, faculta a compreensão dos sistemas de inter-relações e interdependências que conduzem à formação de combinações dos atributos geoambientais.

Desse modo, fica descartado o tratamento linear cartesiano, que privilegia os estudos setoriais e distorce a visão sistêmica e de conjunto que configura a realidade regional.

2.1.3.3 Etapas do Roteiro Metodológico

- Levantamento de acervo bibliográfico, documentário e de informações disponíveis sobre o contexto geoambiental da Área de Influência do CIPP.
- Análise dos temas de estudo, tendo em vista a elaboração do diagnóstico ambiental.
- Preparação da cartografia básica a ser elaborada por meio do Sistema de Informações Geográficas, SIG, contendo as principais informações planialtimétricas.
- Análise e utilização dos produtos de levantamentos sistemáticos de recursos naturais disponíveis sobre a área.
- Análise e interpretação de produtos do sensoriamento remoto, tendo em vista os estudos temáticos e as integrações parciais e progressivas dos temas, com vistas à preparação da AAE.
- Levantamentos de campo para fins de reconhecimento da verdade terrestre sob os pontos de vista dos recursos naturais.

Relatório Técnico da AAE contendo:

- documentos cartográficos configurando a AAE e definição de estratégias para subsidiar o monitoramento ambiental;
- elaboração de quadro de orientação ou sinótico da AAE, visando, na prática, à definição de parâmetros de avaliação permanente do processo de planejamento ambiental; e
- organização do acervo produzido para fins de armazenamento dos resultados, visando à formação do banco de dados do meio ambiente e da qualidade dos recursos naturais das áreas focalizadas.

O fluxograma metodológico (FIGURA Nº 02) apresentado a seguir sintetiza os procedimentos a serem adotados no estudo da AAE, sob o ponto de vista geoambiental.

2.2 DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL (MAPA Nº 02)

2.2.1 CONFIGURAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA

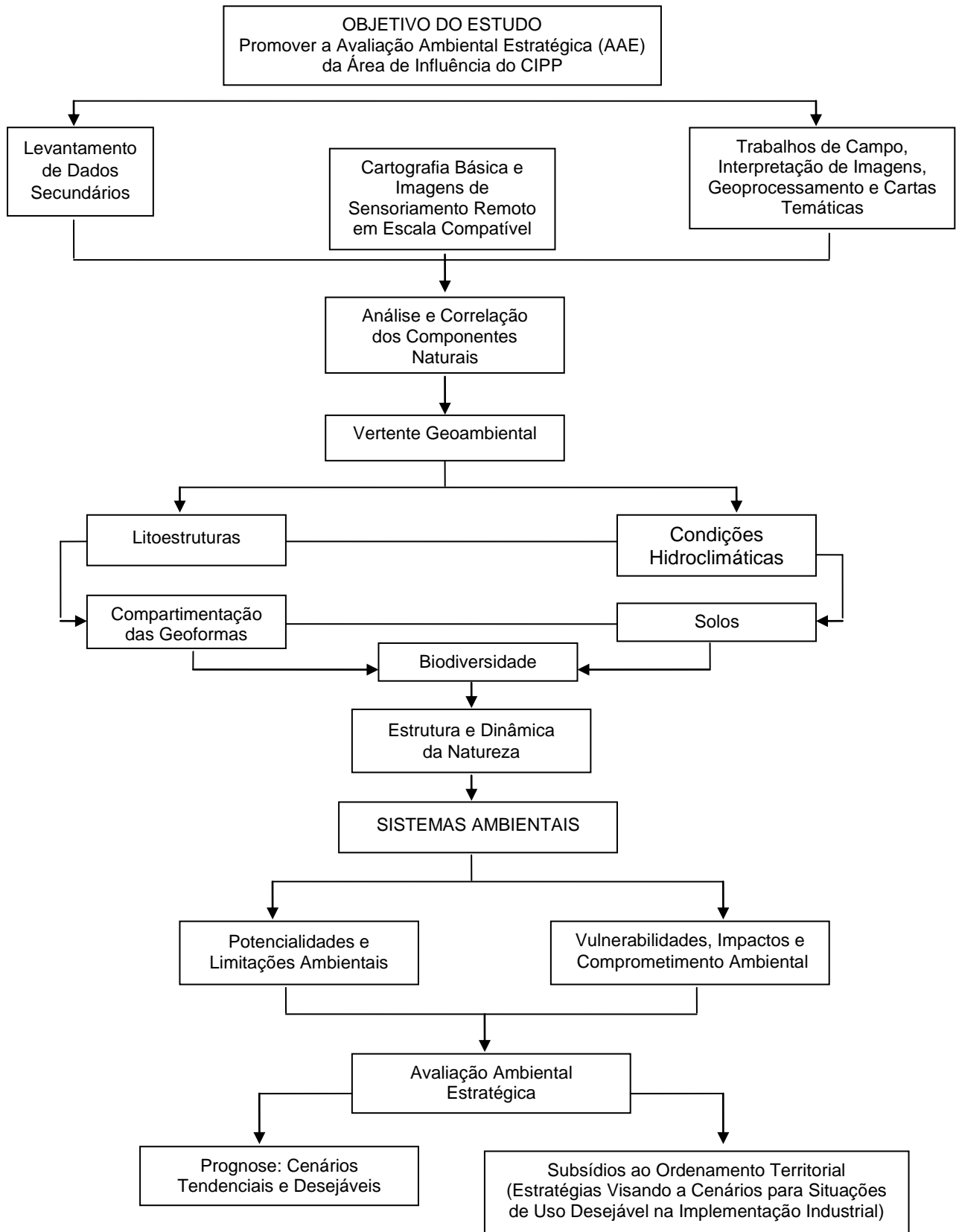
A Área de Influência Indireta do CIPP, em estudo, foi delimitada com base em critérios naturais, dando-se ênfase aos limites das bacias hidrográficas de rios que drenam as superfícies pré-litorâneas. Trata-se, no caso, das pequenas bacias dos rios Juá, Cahuype e Anil e os baixos vales do Curu, Ceará e São Gonçalo. Esta área abriga significativa diversidade de domínios naturais e paisagísticos, compondo parcelas representativas da macrocompartimentação geoambiental do Ceará.

Suas condições geológicas são variadas, apesar da primazia de terrenos cristalinos de consolidação antiga em toda a porção meridional do contexto espacial. Há também ocorrência muito expressiva de coberturas sedimentares detríticas depositadas ao longo da história geológica recente do território. Dentre estas coberturas, os terrenos pertencentes à Formação Barreiras têm grande abrangência e compõem vasta superfície que tem caimento topográfico suave em direção à costa. O entalhamento proporcionado pela rede de drenagem, apesar de incipiente, configura uma dissecação morfológica em forma de interflúvios tabulares, os chamados tabuleiros pré-litorâneos. É neste ambiente que se projeta a instalação efetiva dos grandes empreendimentos industriais do CIPP, situando-se entre os terrenos de recente formação da planície litorânea com campos de dunas e planícies fluviomarinhas, legalmente protegidos e os terrenos cristalinos da depressão sertaneja. A superfície dos tabuleiros é positivamente vocacionada para o CIPP. Trata-se de ambiente estável que tem uma história morfogenética antiga em função da fraca atividade do potencial erosivo, havendo equilíbrio entre os fatores do potencial ecológico (condições geológicas, geomorfológicas e hidroclimáticas) e os fatores da exploração biológica (solos e condições de biodiversidade).

Estes terrenos reúnem, em suma, baixas vulnerabilidades ao uso e ocupação urbano/industrial ou agro-extrativista. Dentre as características positivas para o CIPP, se alinham as seguintes: relevo suavizado e estabilizado; baixo potencial para ocorrência de movimentos normais de massas; topografias muito favoráveis à implantação de todos os modelos de loteamentos e arruamentos; solos bem drenados, permeáveis e com baixa erodibilidade natural; manto de alteração muito espesso, superior a 20m, apresentando excelentes condições de escavação até grandes profundidades e tendo alta estabilidade quando escavado e exposto em taludes de corte. Mostram-se também muito favoráveis à implantação de fundações e infra-estruturas subterrâneas.

INSERIR **MAPA Nº 02** - GEOAMBIENTAL

FIGURA Nº 02 – FLUXOGRAMA METODOLÓGICO



Fonte: Adaptado de Souza 2002

Na Área de Influência do CIPP, encontram-se unidades de conservação de proteção integral, como a Estação Ecológica do Pecém e o Parque Botânico de Caucaia, além de unidades de uso sustentável. Dentre estas se incluem as áreas de proteção ambiental, APA'S dos estuários dos rios Ceará, Curu e do rio Cahuype, das dunas de Paracuru e APA da lagoa do Pecém.

Apresentam-se, a seguir, as características do meio físico-biótico da área de CIPP, culminando com a análise da interação dos componentes naturais mediante da identificação e delimitação dos sistemas naturais homogêneos.

1.2.5 ESTUDOS GEOLÓGICOS E DA HIDRODINÂMICA MARINHA

1.2.5.1 Embasamento Cristalino

A localização destas rochas distribui-se fisiograficamente em zonas emersa e submersa e é bem representada na ponta do Pecém, que forma o promontório conspícuo da região em estudo. São essas rochas compostas essencialmente por quartzitos e gnaisses, distribuídas principalmente em duas seqüências contínuas que se iniciam em pós-praia, continuam em toda zona intertidal e se estendem em porções isoladas até a profundidade de 20m. Ocorre ainda um pequeno afloramento na praia do Cumbuco, na linha perto da foz do rio da Barra Nova.

A análise petrográfica dos quartzitos revelou predominância de quartzo e feldspato do tipo microclina com geminação albita/karlsbad, apresentando textura geral granomatoblástica. O quartzo apresenta com extinção ondulante com formas eu-hedral a subedral. Nos acessórios, distinguem-se os opacos, zircão e turmalina.

Nas áreas de influência indireta, o embasamento pré-cambriano contém rochas cristalinas / cristalofílicas.

São formadas por um complexo migmatítico granitóide, recobertos por sedimentos da Formação Barreiras e colúvios eluviais. Os serrotes de Juá e Conceição constituem as duas principais ocorrências da área, secundadas pelas serras de Maranguape e Pacatuba.

Ao sul do Município de Caucaia, perto da localidade de Tabapuá, este complexo cristalino é formado por migmatitos e granitos que também se fazem presentes nas serras de Maranguape e Aratanha. O posicionamento estrutural deste complexo é de domo migmatítico, com o contato transicional com a rocha encaixante, estendendo-se na direção NNE-SSW.

No contexto regional e área de influência indireta da área do empreendimento, o Pré-Cambriano é formado pelo complexo migmatítico granitóide com rochas proterozóicas do grupo Ceará, arqueanas.

Segundo Caby e Arthaud (1986), o embasamento acha-se representado por metaquartzitos aluminosos e grande quantidade de mármores e calcisilicatos que definem horizontes mapeáveis, intercalados com rochas pelíticas. Rochas subalcalinas, alcalinas e gnaisses sieníticos, muitos dos quais, tendo

acamamento migmatítico de pequena escala, também são comuns no contexto do Proterozóico monocíclico.

Aqueles autores identificaram estruturas no norte e centro do Ceará e feições geradas por tectonismo horizontal extensivo, que envolvem também tanto o embasamento arqueano quanto as unidades proterozóicas, e *nappe* de rochas proterozóicas, além de *nappe* de distensão com empurrão sul-sudoeste sobre o embasamento arqueano.

Os serrotes de Juá e Conceição constituem as duas principais ocorrências da área circundadas pelas serras de Maranguape e Pacatuba.

2.2.2.2 Coberturas Sedimentares

- **Terciário**

Na Área de Influência Direta, a Formação Barreiras está sotoposta aos sedimentos quaternários e ocorrem como tabuleiros ou como falésias, conforme é o caso da praia de Taíba.

Na área de influência indireta, esta Formação está sobreposta ao embasamento cristalino e, juntamente com as dunas, contém os principais lençóis freáticos da área.

Branner (1902) usou pela primeira vez o termo *Barreiras* para sedimentos variegados e inconsolidados que ocorrem, de forma contínua, por toda faixa costeira, desde o Rio de Janeiro até o Amazonas.

Estratigraficamente, pertence ao Tércio-Quaternário (Plio/Pleistoceno) e ocorre em forma de rampas com caimento topográfico suave em direção ao mar e em falésias.

Esta seqüência repousa, discordantemente, ora sobre rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino, ora sobre sedimentos mesozóicos, podendo formar nítidas escarpas.

A Formação Barreiras é composta litologicamente por sedimentos areno-argilosos, de colorações cinza claro, avermelhadas e de granulação que varia de média a grosseira e um acamamento indistinto. Normalmente, ocorrem formando tabuleiros ao longo do litoral, apresentando suaves inclinações para o mar. Considerados sedimentos afossilíferos, já houve, no entanto, registros de ocorrência de pólen (ARAI et al, 1989, in: MAIA, 1993). O contato dos tabuleiros com as rochas mais antigas é discordante e pode formar nítidas escarpas. Por vezes, há ocorrências de faixas esbranquiçadas em virtude da maior concentração de caulim. São depósitos continentais que tiveram sua formação a partir de retrabalhamento de extensas capas lateríticas tropicais, desenvolvidas em ciclos sucessivos de relativa estabilidade tectônica e climática em épocas cenozóicas, assim como de rochas metamórficas de alto grau, sob altas temperaturas e pressões extremamente elevadas, possivelmente rochas de metamorfismo dinamo-termal e rochas ígneas alcalinas. Em resumo, o relevo do embasamento seria a principal fonte de materiais.

São os sedimentos desta formação representados localmente por falésias mortas, falésias vivas em Taíba e recifes ferruginosos ao lado de rochas de praia.

Os trabalhos sobre a Formação Barreiras basearam-se principalmente num empilhamento de várias unidades, como conseqüência da evolução do relevo, dos movimentos tectônicos e dos paleoclimas. Os trabalhos mais recentes levam em consideração estudos palinológicos indicando que o Barreiras começou a ser depositado no Mioceno, entretanto, a maioria dos autores aceita a idade como pliocênica a pleistocênica. O sistema deposicional destes sedimentos tem se mostrado variado ao longo da costa brasileira, com fácies variando desde leques aluviais às planícies de maré.

- **Quaternário**

Os sedimentos quaternários emersos na área do empreendimento estão presentes nas planícies lacustres, dunas, mangues, lagoas, lagunas, praias, arenitos de praias, terraços holocênicos, cordões litorâneos e aluviões.

O primeiro trabalho tratando da sedimentação e transporte de sedimentos eólicos na costa do Ceará foi realizado por Morais & Souza (1971), seguido por outros como Morais & Pitombeira (1974), Morais et al (1979), e Smith & Morais (1984), tratando sobre dunas, aspectos geomorfológicos e geológicos dos sedimentos.

Enquadrados cronologicamente dentro do período Quaternário, são representados na região por sedimentos litorâneos, constituídos de arenitos de praias e cordões litorâneos de idade recente, formados pelos arenitos fluviomarinhas e os sedimentos inconsolidados de origem eólica ou dunas. As paleodunas são sedimentos formados pela ação dos ventos alísios fixados pela vegetação e repousam discordantemente sobre os sedimentos da Formação Barreiras, estando distribuídos aleatoriamente por toda faixa litorânea.

As aluviões são representadas por todos os depósitos fluviais ou lagunares recentes, recobrando rochas pré-cambrianas. Litologicamente, estão representadas por areias escuras, cascalhos de cores variadas e argilas com material em decomposição.

As rochas de praia ou *beach-rocks* da região costeira do Ceará apresentam características muito semelhantes entre si, ou seja, normalmente ocorrem em forma de arrecifes em faixas alongadas e descontínuas paralelas à linha de costa ou em blocos associados aos recifes da Formação Barreiras, acentuando-se a idéia de que as rochas da Formação Barreiras participam de forma fundamental no fornecimento de materiais para formação destas rochas. Sua composição é predominantemente quartzo-feldspática e de alto conteúdo carbonático (cimento). Ocorrem principalmente na praia de Taíba e ao oeste da embocadura do rio Cahuype.

Diversos trabalhos sobre os *beach-rocks* do Ceará e Nordeste do Brasil foram realizados, entre os quais se destacam de Morais (1968) e Morais e Ferreira (1969), sempre com a preocupação de elucidar diversos problemas relacionados com a origem dessas rochas, sendo as divergências, mais acentuadas, no que concerne às condições sob as quais se processam a precipitação e, conseqüentemente, a cimentação dessas rochas.

- **Geologia e Hidrodinâmica Marinha**

A plataforma continental do Estado do Ceará tem profundidade máxima em torno de 80m, quando começa a quebra para formar o talude continental. Até a profundidade em torno de 20m, recebe influência terrígena evidenciada em princípio pela fácies terrígena constituída predominantemente de areias médias a finas quartzosas com manchas esparsas de biodetritos e algas. Apesar desta fácies terrígena ter relação direta com a influência continental, estes sedimentos parecem assumir um caráter reliquiar, uma vez que são oriundos do retrabalhamento de sedimentos da plataforma durante as últimas variações do nível do mar. Encontra-se, também nessa faixa, em algumas localidades, o afloramento do embasamento cristalino.

O topo do embasamento na área do empreendimento encontra-se entre as cotas -14m e -28m; as cotas mais altas, nas proximidades da zona de praia, e as mais baixas em direção ao largo, apresentando um mergulho suave na direção NE, aproximadamente.

A plataforma continental do Estado do Ceará tem largura máxima na altura de Camocim, com 101km de extensão, e a mínima em Tremembé, com 41km. Medindo-se a largura da plataforma em vários locais e observando-se a maior freqüência, pode-se dizer que na plataforma continental do Ceará a largura média é de 63km.

Em quase toda a sua extensão, junto à linha de costa, encontra-se um pequeno declive, que é característico e constante; esse declive é o gradiente de passagem da parte emersa para a plataforma propriamente dita. É normalmente estreito e, próximo a Fortaleza e ao Pecém, a largura é mínima.

Este primeiro declive abrange a cota batimétrica de 0 a 15m, tendo maior freqüência na isóbata de 10m, com declividade variando em torno de 1:670. A cobertura sedimentar é basicamente areia quartzosa, sendo então classificada como plataforma interna.

Vários bancos de areias são encontrados na plataforma interna do Estado do Ceará, e estão muito próximos ao litoral. Os mais notáveis são: o banco de Cajuás e do Retiro, entre a barra dos rios Mossoró e Jaguaribe, e o banco do Acaraú, que é o mais importante e se estende da barra da Almofala à ponta de Jericoacoara.

As feições estruturais não apresentam reflexos notáveis no fundo dos oceanos rumo aos altos de Fortaleza, Ceará e o platô do Rio Grande do Norte, evidenciando que o controle morfotectônico desta plataforma é delineado pela convivência dos lineamentos estruturais e morfológicos permanentes.

A borda da plataforma continental entre Fortaleza e o setor da área apresentam acentuado paralelismo entre a linha de costa e a borda da plataforma que está a uma profundidade variável de 70-80 metros.

Também depressões são encontradas sobre a plataforma, que podem ter sido originadas por fenômenos tectônicos (grabens) ou por erosão subaérea fluvial. No caso das depressões de origem tectônica, cabe salientar os degraus ou patamares, que serão discutidos adiante, degrau de Paraipaba e o meio graben jacaúna, todos na costa. Estas depressões ou vales podem também ser resultado de erosão atual

realizada por correntes de turbidez ou colmatadas por sedimentos marinhos. Podem também ocorrer, na plataforma submarina, cursos muito diferentes dos atuais (paleovales) detectados por sismica de reflexão.

As formações bioconstruídas predominam na plataforma externa, nas proximidades do Pecém, ocorrendo também em manchas esparsas na plataforma interna. O desenvolvimento de bio-hermas é favorecido em vista do pobre suprimento sólido em suspensão, em consequência do semi-árido da região costeira adjacente, que favorece a sedimentação carbonática.

Em muitas regiões da terra, vários autores têm descrito uma série de terraços sobre a plataforma submarina. Estes interpretaram como níveis de erosão marinha (superfície de abrasão), relacionada às diversas oscilações do nível do mar no Quaternário.

Sua origem é bastante controversa, podendo ser glácio-eustática, correspondendo ao decursado nível marinho, como também terraços locais que podem ter uma origem tanto das regressões marinhas como do movimento do continente em razão da subsidência.

A plataforma interna, em princípio, é formada pela fácies terrígena constituída predominantemente de areias de médias a finas quartzosas com manchas esparsas de biodetritos, algas e lamas. Apesar desta fácies terrígena ter relação direta com a influência continental, estes sedimentos parecem assumir um caráter reliquo, uma vez que são oriundos do retrabalhamento de sedimentos da plataforma durante as últimas variações do nível do mar.

Freire (op cit.) caracteriza a plataforma externa do Ceará como uma região abundante em sedimentos organógenos, com predominância de algas dos gêneros *Halimeda* e *Lithothamium*, podendo a *Halimeda* ocorrer também na plataforma interna. A distribuição da fácies terrígena está localizada principalmente na plataforma interna, mas ocorrendo também em parte da plataforma externa. A fraca competência dos cursos d'água que drenam o Estado do Ceará implica baixa concentração de material em suspensão, refletindo baixa taxa de contribuição de sedimentos terrígenos à plataforma, e a pouca quantidade que é drenada fica retida nos estuários, sendo observada somente em áreas restritas numa pequena quantidade de areias modernas. Vale salientar que os sedimentos de caráter terrígeno encontrados na plataforma continental, mais especificamente na plataforma externa, são considerados como produtos retrabalhados pela transgressão holocênica, ou seja, são reliquias.

Na área do empreendimento, a análise das amostras coletadas mostra que a plataforma interna é coberta por 04 (quatro) fácies bem características:

- a primeira que se encontra mais próximo da costa é representada por areias biodetríticas que ocorrem até aproximadamente a isóbata de 10m;
- a segunda fácies é composto por areias finas quartzosas e localiza-se após as areias biodetríticas até o começo da fácies - areia média quartzosa que se encontra aproximadamente na isóbata de 17 metros, e uma segunda área como uma faixa paralela à praia entre a isóbata de 20 e 25m;
- a terceira fácies, a mais importante, é composta por areias médias quartzosas e localiza-se da isóbata de 17m até o limite da área do empreendimento;

- nas bordas norte da área de estudo, encontram-se dois núcleos de areias grossas em razão da ocorrência de algas calcárias junto às areias quartzosas; e
- a quarta fácies é composta por areias grosseiras de algas calcárias.

- **Dinâmica Costeira**

A dinâmica compreende o comportamento dos processos eólicos, da ação das ondas, das correntes marinhas, das marés e das correntes costeiras em que se destaca a corrente longitudinal costeira ou deriva litorânea. Acrescente-se a isto o comportamento estrutural das camadas estratigráficas dispostas na linha de costa e da interação das feições morfo-estruturais com os padrões hidrodinâmicos sedimentológicos da linha de costa.

- **Deriva Litorânea**

A área do Distrito de Pecém, no Município de São Gonçalo do Amarante, com os seus afloramentos emersos e submersos, está diretamente sob influência de sua condicionante fisiográfica. Eles induziram os fluxos hidrodinâmicos interativos de deriva litorânea e fluxos eólicos na acumulação de sedimentos de dunas à retaguarda da ponta do Pecém, contribuindo para elaboração de extenso campo de dunas desde a região da embocadura do rio Cauhybe até a vila local. Os afloramentos rochosos deste local tomam a forma de uma feição geomórfica do tipo promontório e atuam no sentido de redirecionar o ataque das ondas à linha de costa como também a deriva litorânea dos sedimentos, provocando erosão geogênica na ponta da Taíba, que não é constituída de embasamento cristalino e sim de rochas menos resistentes terciário-quadernárias já em decurso de retrogradação.

Os estudos de localização batimétrica e petrográfica dos afloramentos submersos que se estendem até a profundidade aproximada de 12m contribuíram sobremaneira para a definição da localização do porto de embarque provisório (TEP) para construção do *pier* de atracação de navios no posicionamento do viaduto vazado e do quebra-mar. A disposição deste equipamento na direção perpendicular à linha de costa segue o alinhamento do afloramento contínuo. Ao lado disto, a idéia de colocá-lo na posição em L favorece a condição única de manobra de navios e de bacia de evolução fora da área de ocorrência de afloramentos submersos de quartzitos. Se este fato não fosse levado em consideração, com certeza, aconteceriam impactos de ordem ambiental e, sobretudo, riscos de choque e naufrágio.

As análises de sismogramas mostraram que o topo do embasamento na área do empreendimento do porto do Pecém encontra-se entre as cotas -14m e -28m. As cotas mais altas nas proximidades da zona de praia e as mais baixas em direção ao largo, apresentam um mergulho suave na direção NE, aproximadamente. O estudo destes sismogramas, associado à análise dos sedimentos coletados por *jet probe*, resultou na interpretação de ocorrência de sedimentos subsuperficiais calcíferos, isto é, cimentação com carbonato de cálcio. Isto constituiu fator geotécnico decisivo para implantação de fundações submersas para obras de Engenharia Civil. No caso do porto do Pecém, este método de Geofísica (sísmica de reflexão) situou o topo do embasamento em profundidade adequada sotoposto aos sedimentos calcíferos, evitando, portanto, a possibilidade de recalque e rebaixamento.

O transporte de sedimentos pelas águas contíguas à linha de costa é chamado de transporte litorâneo gerado pelas ondas, correntes e ventos. Tem como resultado imediato o transporte de areia nas praias, fator preponderante na variação e evolução na linha de costa. Este transporte ocorre entre a linha de praia e a parte externa da linha de arrebentação da onda, a chamada zona de *surf*, de modo transversal e longitudinal à praia, e a relação entre estes dois tipos de transporte afeta efetivamente a morfologia praial.

O transporte transversal, ou seja, perpendicular à linha de praia, decorre das mudanças ocorrentes nas ondas ao tocar o fundo em água rasa, quebra de ondas e conseqüente movimento de espraiamento e refluxo das ondas na praia. A energia da arrebentação (quebra de onda), revolve os sedimentos do fundo na área de quebra, colocando-os em suspensão, levando-os até o limite do espraiamento, voltando pelo refluxo das ondas.

As ondas altas de curta freqüência e abruptas transportam areia para o largo, enquanto as ondas baixas de longa freqüência e mais suaves carregam sedimento para a praia, mas a granulometria e o declive da praia também afetam este tipo de transporte. Para a determinação deste tipo de transporte, é necessária a confecção de cartas precisas de batimetria ou mesmo estudos de traçadores fluorescentes.

O transporte longitudinal é paralelo à linha de praia e ocorre como resultado da incidência oblíqua das ondas na linha de praia. O movimento combinado destes dois tipos de transporte produz um movimento residual também paralelo à praia e chamado de deriva litorânea ou transporte litorâneo.

O transporte litorâneo é formado de dois componentes: o movimento pelo deslocamento de correntes litorâneas e o movimento em ziguezague pela subida e descida das águas na praia. O *momentum* (massa vezes a velocidade) das ondas quebrantes induz a corrente litorânea, pelo qual as águas e os sedimentos postos em suspensão pelas ondas são transportados na direção da quebra da onda.

As águas que sobem praia acima mantêm o ângulo oblíquo igual ao de quebra das ondas, mas, quando as águas retornam, elas voltam pela ação da gravidade e mantêm uma direção paralela ao declive da praia.

O transporte longitudinal é também chamado de *deriva litorânea* e depende, entre outras coisas, do declive da praia, ângulo de quebra da onda, ou seja, o ângulo entre a crista de onda e a linha de praia, altura e período da onda, sendo que o ângulo de quebra e altura da onda são os parâmetros predominantes. As correntes marinhas têm uma velocidade geralmente menor do que 1m/seg. O transporte de areia, feito pelas correntes, é medido no período de um ano e representa o volume de sedimento que passa por uma estação na praia em metros cúbicos de areia por ano. Para se calcular o transporte num determinado ponto, é uma prática comum de Engenharia usar os valores mais bem conhecidos de uma área vizinha e extrapolar adaptando para as condições locais. Fontes de informações para avaliação de transporte são as cartas hidrográficas, fotografias aéreas, registros de engorda e emagrecimento de praias, registros de dragagem e levantamentos geológicos. Quando não há realmente nenhum dado, o transporte litorâneo pode ser inferido da observação das condições de ondas existentes, especialmente os dois parâmetros predominantes - ângulo na arrebentação e altura da onda - , todo dia ou durante dias representativos ao longo do ano. Modelos reduzidos são efetuados em laboratórios especializados, como é o caso do INPH no Rio de Janeiro, que está avaliando por meio de

modelos físicos o comportamento sedimentológico do porto do Pecém. Técnicas em computador também são utilizadas. Para que haja transporte de sedimentos, é necessária a presença de fontes supridoras.

As principais fontes de material para a linha de costa podem ser consideradas de duas formas: as fontes primárias e as fontes secundárias.

As fontes primárias de material são o sistema de drenagem das terras interiores, onde os rios são os componentes principais; terras firmes e afloramentos de depósitos terrestres ao largo. Estes materiais no momento não ultrapassam as zonas de antepraia nem se dirigem normalmente às regiões mais profundas da plataforma continental.

As fontes secundárias, produzidas ao longo do tempo pelas fontes primárias, são as praias, dunas e depósitos do largo. Os principais agentes responsáveis pela remoção ou movimentação deste material são a água e o vento. Perturbações em qualquer uma destas fontes leva à erosão, destruindo praias, trazendo impactos extremamente negativos.

A degradação física de uma praia depende muito da manutenção ou não do seu estoque de sedimentos. Segundo Komar, 1983, o balanço da praia (*beach budget*) está na dependência de créditos favorecidos pela erosão de falésias, aporte fluvial, aporte pela própria deriva litorânea, suprimento a partir da plataforma, deposição biogênica, deposição química, aporte eólico e alimentação artificial de praias. Por outro, lado as perdas ou débitos são provocadas pela retirada por deriva litorânea, retirada pelo vento, suprimento para a plataforma, deposição em *canyons* submarinos, mineração, solução e abrasão.

Além do suprimento e retirada de materiais costeiros, a linha de costa recebe impactos naturais relativos à ocupação inadequada e construção de obras civis desordenada. Em linhas de costa caracterizadas por falésias, as rochas se projetam para dentro do oceano (promontórios) e se tornam cada vez mais alvo de ação das ondas e conseqüente erosão costeira. Ao atingir a praia, as ondas gastam mais energia nas áreas protuberantes do que nas áreas de enseadas, erodindo o promontório e depositando o material nas áreas adjacentes de enseadas. Por conseguinte, o efeito da erosão é tornar a praia mais retilínea.

Ao longo da zona litorânea cearense, o transporte litorâneo se dá na direção de noroeste, mas a cada especificação morfológica diferenciada deixa impresso seu maior ou menor grau de erosão ou acreção. Por exemplo, no caso dos pontais rochosos, há aproximação da onda via refração. No caso do Pecém, sempre a refração foi predominante. Isto acontece porque a altura das ondas na arrebentação varia em função da variação na batimetria e da convergência e divergência das ortogonais. A energia da onda não é distribuída igualmente ao longo das praias. A influência de ilhas, promontórios, pontais, altos ou baixos batimétricos e a própria orientação da praia diversifica esta energia. A partir daí, ocorre a refração de ondas como o processo pelo qual, ao se aproximar da linha de costa, as cristas das ondas dobram até ficar paralelas aos contornos do fundo. Isto é um processo fundamental para a geologia ambiental costeira. A celeridade da onda decresce com a profundidade e o comprimento de onda também decresce proporcionalmente ocorrendo, portanto, variações na velocidade ao longo da crista da onda, que se move fazendo um ângulo com os contornos batimétricos. Isto ocorre porque a parte da onda que

se move sobre uma batimétrica mais rasa é mais devagar do que a que se move sobre um contorno batimétrico mais fundo. Esta variação conduz a onda a se dobrar em direção aos contornos das linhas batimétricas. Um trem de ondas que atinge a praia em ângulo oblíquo com a praia e seus contornos de fundo terá, num dado instante, a porção da crista voltada para a praia, em água rasa e a porção voltada para o mar, em água profunda. Como a velocidade de fase da onda é diretamente relacionada com a profundidade da água, isto significa que parte da crista da onda mais perto da praia estará se movendo mais devagar do que a porção da mesma situada mais ao largo. O resultado é que a onda dobra para frente na sua parte mais rasa, tornando curva a crista da onda. Este processo continua até que todas as partes da crista estejam na mesma profundidade, quando então a fase de velocidade igual da onda é restabelecida e a crista da onda é paralela aos contornos do fundo, à batimetria e à praia. Este processo resulta em uma divergência das linhas ortogonais das ondas (linhas desenhadas em ângulo reto com as cristas das ondas) na enseada ou sua convergência nos promontórios. Esta convergência/divergência também resulta numa concentração de energia nos promontórios e uma dispersão de energia nas enseadas, de maneira que a altura da onda cresce no promontório e decresce na baía. A refração tem influência significativa na altura da onda e distribuição da energia ao longo da costa. A mudança de direção da crista de onda resulta na concentração ou divergência da energia da onda, afetando, portanto, as forças exercidas sobre estruturas na costa. A refração também contribui para a alteração da topografia de fundo pelo efeito de erosão e deposição de sedimentos.

Outro processo ondulatório fundamental para a deriva litorânea, principalmente no que diz respeito à implantação de obras costeiras, é a difração. Neste caso, a energia é transferida lateralmente ao longo de uma crista de onda quando encontra uma barreira como um quebra-mar, molhe, *pier*, ou qualquer outra estrutura oceânica/costeira. Esta transferência lateral de energia ocorre a sotamar da estrutura pela zona de descontinuidade. Se este processo de transferência lateral de energia não ocorre nem nas cristas nem nas ortogonais, a região a sotamar da estrutura permanece calma. Ocorrem em torno de quebra-mar ao largo, podendo causar zonas de sombra e conseqüente formação de tómbolos na linha de costa adjacente como poderá ocorrer futuramente na ponte de ligação aos *piers* do porto do Pecém. Outro movimento ondulatório importante é a reflexão da onda que é a reflexão da energia da onda em oposição à dissipação de energia. O processo de reflexão pode se tornar problemático em áreas portuárias onde ocorram reflexões múltiplas, pois a agitação das águas e o *surfing* ou vagalhão podem dificultar muito a atracação de navios. Um exemplo clássico da reflexão de ondas são as conhecidas ressacas da praia dos Diários, em Fortaleza, e as degradações praias que ocorreram na praia da vila do Pecém em 1999-2000. Isto está também ligado ao processo de ondas altas que, associadas às marés de sizígia, causam grande impacto erosivo nas praias da região metropolitana de Fortaleza. Neste caso, há que considerar dois outros tipos de movimentos ondulatórios, chamados de *sea* e *swell*. *Seas* são ondas altamente irregulares de cristas pontudas, produzidas e influenciadas diretamente pelo vento, soprando sobre a superfície do mar, dentro do limite do local do sistema de ondas. Elas geralmente incluem uma variedade grande de freqüências e comprimento de ondas. A altura neste tipo de onda depende em proporção direta de três fatores: velocidade do vento, duração do vento e do *fetch*, que é a pista de corrida do vento em água aberta. O *fetch* é a área em mar aberto sobre a qual o vento sopra com velocidade e direção constantes, criando um sistema de ondas; portanto é uma área de geração de ondas. *Swell* são ondas mais suaves, aproximando-se da forma sinusoidal e se propagam fora do local

da ação do vento. Elas viajam em grupos com aproximadamente a mesma velocidade, já que a velocidade depende da frequência e comprimento de onda.

Os *seas* e *swells* são transformados quando se aproximam da praia em virtude do efeito de fricção, à medida que a profundidade diminui. Esta fricção faz também com que a velocidade diminua, com o comprimento de onda se tornando menor e a altura da onda aumentando. As ondas quebram quando a profundidade da água é aproximadamente 1,3 vez a altura das ondas. Quando a onda quebra, a água proveniente da quebra sobe a praia até um determinado limite, o que chamamos de espraiamento. O retorno das águas forma o refluxo.

A relação entre os dois tipos de transporte - transversal e longitudinal - em determinada área praias, afeta a morfologia costeira e as características granulométricas dos sedimentos que compõem o perfil de praia.

Halermeier (1978) divide o perfil costeiro em três zonas: (1) a zona litoral, onde o movimento dos sedimentos é iniciado primariamente pela quebra da onda; (2) a zona de transição ou de *shoaling*, onde o transporte é iniciado pelo movimento induzido pelas ondas sobre os *ripples*; e (3) a zona de *offshore*, onde os efeitos da onda na superfície são desprezíveis.

Para se fazer um cálculo direto da mudança de taxa de sedimentação, o primeiro passo é a medida da posição da linha de praia, com a confiabilidade possível, por meio de fotografias aéreas, mapas históricos, cartas náuticas ou batimétricas e perfis de praia.

A tendência atual da utilização generalizada do sistema de posicionamento GPS poderá diminuir os erros encontrados pelos métodos há pouco descritos, pois a observação de fotografias aéreas representa as condições oceanográficas da hora do vôo, as cartas batimétricas nem sempre são bem corrigidas em relação às marés, além de outros problemas.

O valor encontrado para Fortaleza, por Maia *et al*, (1997) foi de $860.000\text{m}^3/\text{ano}$, cujo valor será utilizado como real nas calibrações das fórmulas de cálculo de transporte de sedimentos na área do Pecém.

Os modelos matemáticos para estimar o transporte longitudinal de sedimentos consistem na definição do padrão principal do fluxo calculado, utilizando o regime de ondas e batimetria local, o cálculo das taxas de transporte com os dados do fluxo das características dos sedimentos que compõem o perfil e a definição das mudanças morfológicas utilizando as taxas de transporte.

Os modelos mais simples para o cálculo do transporte dos sedimentos foram elaborados a partir da asserção de que a incidência oblíqua da onda é o fator responsável pela geração da corrente longitudinal de sedimentos. Eles podem ser colocados em dois grandes grupos. O primeiro corresponde às formulações de caráter empírico, que estabelecem relação direta entre a taxa longitudinal de sedimentos transportados e a componente longitudinal do fluxo de energia da onda por unidade longitudinal da costa. O mecanismo de transporte está relacionado com a dissipação de energia na zona de quebra e o resultado é o transporte de sedimentos em uma seção perpendicular à linha de praia. Neste grupo, estão as fórmulas de *Watts* (1953), *Caldwel* (1956), *Savage* (1959) e *Cerc* (1966).

O segundo grupo considera, como base teórica, que o movimento orbital induzido pelas ondas coloca os sedimentos em suspensão e que a corrente longitudinal gerada, em superposição a este movimento, produz o transporte de sedimentos. Nesta linha estão Inmann e Bagnold (1963), Komar e Inmann (1970) e o modelo de Bijker (1968).

Para o cálculo do transporte longitudinal por meio de modelos matemáticos, foram utilizados dois sistemas computacionais distintos, o *LITPACK* (DHI-DK) e o *CERC* (USA), que estabelece a relação entre a taxa longitudinal de transporte de sedimentos e a componente longitudinal do fluxo de energia da onda.

- **Ondas**

As informações espectrais das ondas são recepcionadas pelo medidor do tipo *Waverider* direcional, instalado a 18m de profundidade na praia do Pecém no mesmo horário do monitoramento. Para isto, foi observada uma média de 365 ondas no dia e hora das medições em campo. Essas informações foram cedidas pela base do Instituto Nacional de Pesquisa Hidrográfica, localizada no Distrito de Pecém.

Em estudos realizados por Maia (1998) na região do porto do Pecém, ao longo de um intervalo de um ano, a altura máxima da onda foi de 3,98m, verificada em julho de 1997 e a maior ocorrência de ondas máximas de 2,4 a 2,5m constatada entre agosto e setembro de 1997, representando 16,6% de frequência, enquanto 85,8% das ondas máximas de 1,8 a 2,9m foram distribuídas ao longo do mês de julho de 1998, além de ondas máximas de 3 a 4m, que correspondem à ocorrência representativa de 2% do período de um ano de observações.

A altura significativa das ondas (H_s) mostra uma distribuição bastante homogênea, com um período de menores alturas no primeiro semestre do ano, que passa gradualmente para as maiores alturas entre os meses de junho e outubro, demonstrando o forte controle das características das ondas pela velocidade e direção dos ventos. Na estação do INPH no porto do Pecém, a direção predominante para os anos de 1997 e 1998 foi de 90° , seguindo-se de 60° e 105° . Foi verificada a direção de 120° nos meses de maio, julho, setembro, outubro, fevereiro e março. Na área em estudo, as direções predominantes são de 100° a 110° ao largo e de 75° a 95° na arrebentação em relação ao norte magnético.

Na análise integrada das direções das ondas, o Instituto de Pesquisa Hidroviária dividiu em dois grupos de tendências a direção das ondas no litoral em foco, com o propósito de compreender a movimentação dos sedimentos na área. O primeiro grupo de direções de 0° a 45° apresenta frequência de 39,45%, e o segundo de 46° a 12° com 60% de frequência. No primeiro semestre, a frequência de ondas *swell* é bem maior, em virtude da diminuição da influência dos ventos alísios de SE e aumento da turbulência no Atlântico Norte no início do semestre, associado à estabilização da ZCIT. Na análise integrada das direções, observou-se aumento na frequência de ondas provenientes do quadrante norte entre os períodos de 1991 e 2001.

Com relação aos períodos das ondas que banham a Região Metropolitana de Fortaleza, Maia (1998) trabalhou com um universo de 141 ondas no período de um ano (1991-1992). Em 99% dos casos, corresponderam às ondas do tipo *sea*, 0,51% do tipo *swell* e 0,15% que não puderam ser identificadas.

Isto demonstra que a maioria das ondas registradas na bóia do Mucuripe são geradas e influenciadas pelos ventos locais.

Com relação aos períodos de pico, os quais são utilizados para classificar os tipos de ondas (*sea* e *swell*), comentados anteriormente, distinguem-se ondas acima de 10s como *swell* e entre 4 e 9s como *sea*. Na estação do INPH no Pecém, para os anos de 1997 e 1998, observou-se que 27,5% dos períodos de pico estão compreendidos entre 10 a 16s, indicando ondas do tipo *swell*. Ocorre um período de 0,4% entre 17 e 19s, porém, a maioria dos períodos de pico (72%) ocorreu entre 4 e 9s, relacionados com ondas do tipo *sea*. Dentre os 72% ora mencionados, cerca de 58% dos períodos variaram entre 4 e 7s.

Considerando os dados dos portos do Mucuripe e Pecém, observa-se que, de 1991 a 2001, a frequência das ondas do tipo *swell* aumentou de 0,51% a 27,5%. Essas mudanças possivelmente resultam de oscilações de pressão e/ou instabilidade das correntes do Atlântico Norte, onde esses tipos de ondas são geradas.

As alternâncias cíclicas do clima de ondas têm um papel fundamental no volume de sedimentos transportados.

Morais (1981) verificou, por meio de flutuadores, que a velocidade das correntes próximas à linha de costa de Fortaleza apresentaram velocidades variando de 0,24 e 0,31m/s. No porto do Pecém esses valores ficaram em torno de 0,15 a 0,30m/s (MAGALHÃES, 2000). As direções predominantes observadas no Porto do Mucuripe são de N-(NW), com variações entre W-SW e NNW (MORAIS, 1980).

- **Marés**

A ação das marés representa um papel relevante na morfodinâmica e hidrodinâmica costeira, principalmente no sentido de ampliar a área de ataque das ondas, gerando correntes em estuários, canais lagunares e em águas rasas próximas à costa, além de apresentar importância para o transporte de sedimentos (KJERVE, 2001). Na costa cearense, o trabalho pioneiro sobre o comportamento das marés e ondas foi de Moraes (1980), quando observou para Fortaleza, baseado em dados medidos na bacia do porto de Mucuripe, que as marés na região são representadas por ondas semidiurnas com período médio de 12,4h e defasagem média de 50 minutos. Determinou a amplitude máxima de 2,7m para o equinócio de março no ano de 1976 e amplitude de 3,3m para máximas de sizígia no ano de 1980.

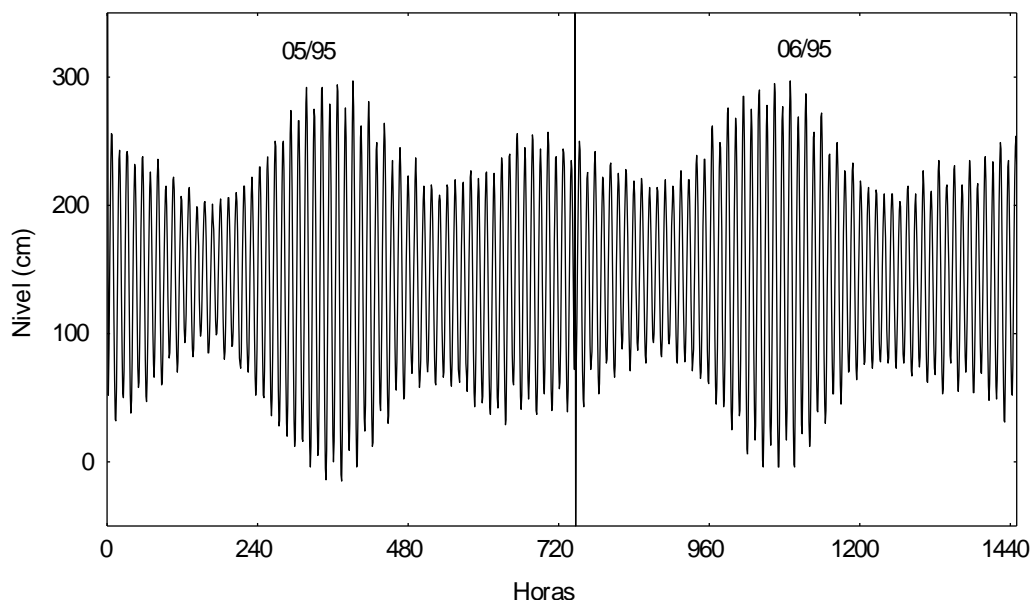
Em estudo mais recente, Maia (1998), utilizando 14 registros analógicos mensais do marégrafo instalado no porto do Mucuripe, verificou que durante o período de maio de 1995 a junho de 1996, a amplitude máxima da maré foi de 3,23m, na maré de sizígia do mês de dezembro de 1995, enquanto a amplitude mínima, de 0,75m, ocorreu na quadratura do mês de março de 1996. O mesmo autor observou que, durante os meses de junho a dezembro, a amplitude das marés aumenta tanto de quadratura quanto de sizígia, ocorrendo o inverso nos meses de setembro e março, em virtude das diferenças temporais de amplitude de marés de sizígia de 0,30 - 0,40m e de 0,40 - 0,50m nas quadraturas.

No porto do Pecém, onde o marégrafo está fundeado em mar aberto, a cota máxima atingida no ano de 1996 foi de 3,41 na maré de sizígia de janeiro de 1996 e a mínima de - 0,15m nos meses de maio, julho

e outubro de 1995. Considerou ainda, o autor, que a amplitude máxima possível de ser alcançada pelo nível do mar em ação conjunta da maré e das ondas meteorológicas, durante o período analisado, corresponde a 3,6m. Com base nos autores citados, o regime de marés na região costeira do Estado do Ceará pode ser caracterizado como de mesomaré com periodicidade semidiurna. A FIGURA Nº 03 mostra uma série de registros de marés no porto do Mucuripe do período entre maio e junho de 1995.

A dinâmica costeira sempre atuou na região do Pecém alternando épocas de degradação da linha de costa pela presená que sempre existiu das ondas *swell*, da obstaculização parcial da deriva litorânea pelos afloramentos graníticos e gnáissicos ocorrentes ao longo da linha de costa situada entre a foz do rio Cauhype e a ponta do Pecém, pela ação natural da refração da onda na referida ponta; e após estes estádios naturais de evolução costeira, o promotório do Pecém passou a agir como um agente provocador da difração de ondas, a exemplo da área do Mucuripe, trazendo processos erosivos associados.

FIGURA Nº 03 – VARIACÃO DO NÍVEL DAS MARÉS REGISTRADA NO PORTO DE MUCURIBE, REFERENTE AO PERÍODO ENTRE MAIO E JUNHO DE 1995



Fonte: MAIA, 1998

Se compararmos a fisiografia da área do Pecém à da área do Mucuripe, é possível observar que são praticamente idênticas, sujeitas, portanto, a comportamentos evolutivos idênticos.

A comparação do comportamento das ondas, marés, da deriva litorânea, ação dos ventos, migração das dunas da área do Pecém com os fatos semelhantes ocorridos na área de Mucuripe serviu de base para a decisão de construir de um porto no estilo *offshore*, ou seja, com *piers* situados ao largo, o que minimizou os impactos ambientais porventura existentes na área. Os métodos geofísicos na determinação consistente de embasamento cristalino e camada calcífera muito bem cimentada traduzem o comportamento de uma zona portuária livre de recalques de terrenos e sobretudo do desenvolvimento nas áreas adjacentes de um complexo industrial bem estabelecido.

2.2.3 ESTUDOS GEOMORFOLÓGICOS E DA ECODINÂMICA (MAPA Nº 03)

Os estudos geomorfológicos e da ecodinâmica foram conduzidos de modo a mostrar as condições atuais dos compartimentos de relevo do território estudado e o seu grau de estabilidade em função do balanço entre processos morfogenéticos e processos pedogenéticos.

A análise de componente geomorfológico como integrante do potencial natural tem o propósito de avaliar o aproveitamento das formas de relevo. Faz-se sua classificação de acordo com a indicação de áreas propícias à implantação de projetos que têm o relevo como fator potencialmente favorável ou limitante. Além disso, visa-se a definir áreas vulneráveis, em diferentes graus, à incidência dos processos erosivos. Servirá de suporte, igualmente, para estabelecer a zona de amortecimento das unidades de conservação ambiental existentes na Área de Influência do Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

Para a análise ecodinâmica, fundamental para estudos de Avaliação Ambiental Estratégica, AAE, serão identificadas as condições de estabilidade e/ou instabilidade das formas de relevo e, por conseqüência, das unidades ambientais. Foram seguidos os critérios estabelecidos por Tricart (1977), que admite a existência de três grandes categorias de meios geodinâmicos, ou seja: (A) meios estáveis; (B) meios intergrades ou de transição; e (C) meios fortemente instáveis.

Os meios estáveis têm sua estabilidade realizada desde longo tempo. O balanço pedogênese e morfogênese é francamente favorável à pedogênese. Tais condições são realizadas em regiões de fraca atividade geodinâmica interna e de débil intensidade dos processos mecânicos da geodinâmica externa. A evolução superficial do modelado é lenta e pouco perceptível, estando em equilíbrio com as condições bioclimáticas atuais. Nos ambientes que adquirem tais características, não há maiores empecilhos à instalação de qualquer empreendimento agrícola ou industrial e de instalação de infra-estruturas.

Nos meios intergrades ou de transição, a dinâmica atual caracteriza-se pelas interferências simultâneas pedogênese / morfogênese. O balanço entre esses processos favorece a pedogênese ou a morfogênese, mas sempre de maneira pouco perceptível e pouco sensível. Conforme acentua Tricart (*op cit.*), desde que nitidamente a favor da pedogênese, passa-se aos meios estáveis; quando favorece a morfogênese passa-se aos meios instáveis e os diversos casos formam uma série contínua, na qual as ruturas são arbitrárias.

Nos meios fortemente instáveis, há sempre forte predominância da morfogênese sobre a pedogênese. Trata-se de ambientes submetidos a condições bioclimáticas muito agressivas, inviabilizando a manutenção da cobertura vegetal. A intensa atuação dos processos morfodinâmicos impede a persistência das heranças da evolução ambiental e o equilíbrio ecológico é continuamente rompido, impedindo a possibilidade de instalações humanas.

INSERIR **MAPA Nº 03** - GEOMORFOLÓGICA

Para a consecução dos estudos geomorfológicos e da ecodinâmica, partiu-se do levantamento e análise do material geocartográfico disponível. O mapa geológico-geomorfológico, que integra esses dois componentes naturais, foi organizado com base na interpretação de produtos do sensoriamento remoto (imagens de satélite e de radar) e na realização de trabalhos de campo. Esses trabalhos, visando ao reconhecimento da verdade terrestre, foram feitos para a checagem de *overlays* produzidos por meio da delimitação dos compartimentos de relevo e da identificação das feições geomorfológicas, contidas em cada compartimento. As formas foram classificadas com base nas condições morfogenéticas e avaliadas de acordo com a morfodinâmica atual.

2.2.3.1 A Geomorfologia da Área do CIPP

A geomorfologia da área enfocada decorre de uma convergência de fatores de onde se destacam as condições geológicas, paleoclimáticas, eustáticas e a morfodinâmica atual. De maneira evidente, uma parcela expressiva da área encerra um grau elevado de instabilidade, como na planície litorânea. Isto se manifesta pela preponderância de processos erosivos sobre as alterações e acréscimos de materiais sedimentares superficiais. Os setores mais estáveis do ambiente são oriundos de uma evolução prolongada e duradoura e os processos degradacionais têm sua atividade sensivelmente atenuada, a exemplo do que se verifica nos tabuleiros pré-litorâneos.

A análise a ser procedida é fundamentada na documentação geocartográfica disponível, na interpretação das imagens de sensoriamento remoto e no conhecimento da verdade terrestre. O relatório contém três partes fundamentais que contemplam, seqüencialmente, os seguintes aspectos:

- as unidades geomorfológicas e as feições do modelado;
- a análise morfogenética e as condições atuais de evolução; e
- as categorias dos meios ecodinâmicos: influências para a ocupação.

2.2.3.2 As Unidades Geomorfológicas e as Feições do Modelado

De acordo com a compartimentação do relevo estabelecido para o Estado do Ceará (SOUZA, 1983, 1988), a Área de Influência do CIPP integra parte do domínio dos depósitos sedimentares cenozóicos com formas e feições muito variadas. Esta denominação é feita com base na ocorrência de sedimentos inconsolidados ou pouco consolidados depositados ao longo do Cenozóico. As feições morfológicas do domínio refletem as influências dos processos de acumulação gerados por ações fluviais, marinhas, eólicas ou combinadas. Estas ações trazem influências nas características das feições geomorfológicas e na capacidade de dissecação do relevo, compondo quatro unidades distintas e diversas feições de modelado: **a.** planície litorânea; **b.** tabuleiros; **c.** maciços residuais e cristas; e **d.** depressão sertaneja.

a. PLANÍCIE LITORÂNEA

Ocupa uma faixa relativamente estreita que se expande, preferencialmente, no sentido NW-SE, ao longo do litoral. Ela se estreita em determinados trechos onde os sedimentos da Formação Barreiras formam altos topográficos na faixa praial e que representam setores terminais das vertentes dos tabuleiros. Postos no alcance da abrasão marinha, formam-se falésias vivas com taludes escarpados, como nas praias de

Icarai e Iparana, no Município de Caucaia e na praia da Taiba, em São Gonçalo do Amarante. Via de regra, porém, a planície litorânea tem largura média em torno de 2 a 3km, superando esses valores quando vai para o interior por meio das planícies estuarinas dos rios Ceará, São Gonçalo e Curu.

A planície litorânea é constituída por sedimentos quaternários que repousam em discordância sobre os depósitos da Formação Barreiras. As feições morfológicas são muito variadas, incluindo-se as planícies fluviomarinhas, fluviolacustres, lacustres, as feições praias e um expressivo campo de dunas.

A maioria das feições aludidas, e que serão a seguir caracterizadas, tem origem nos processos de acumulação. Esses processos são engendrados, em primazia, por agentes marinhos, eólicos e fluviais.

O limite setentrional da planície é a própria linha da costa que apresenta estado avançado de retificação. Exibem-se caracteres nítidos das costas de emersão. O aporte de sedimentos é feito pela densa rede de drenagem que demanda o oceano ou por transferências laterais de sedimentos marinhos ao largo do litoral. Considerando a influência dos fatores morfodinâmicos e a evolução morfogenética plioquaternária, serão considerados os seguintes subconjuntos de feições morfológicas que compõem a planície litorânea:

- faixa praial;
- planícies fluviomarinhas e lacustres;
- campos de dunas; e
- feições erosivas.

- **Faixa Praial**

As feições morfológicas da faixa praial encerram a ocorrência da praia propriamente dita, da alta praia, das plataformas de abrasão e rochas de praia, além das falésias. Algumas dessas formas se incluem no grupo das feições erosivas.

A praia (estirâncio, *foreshore*) fica situada no trecho submetido às amplitudes de marés, ou seja, entre os níveis de preamar e de baixamar, onde há o fluxo e refluxo das ondas marinhas. Os sedimentos arenosos que recobrem toda a superfície são continuamente lavados, favorecendo a compactação do material e inviabilizando sua mobilização por processos eólicos. Ela fica numa posição de transição entre a antepraia (*offshore*) e a pós-praia (*backshore* ou berma).

A antepraia é geralmente submersa e, no contato com a praia, tem sua porção mais rasa correspondente ao setor de arrebatamento das ondas.

A alta praia, berma ou pós-praia (*backshore*), se desenvolve por meio de um contorno pouco sinuoso de baixa altura, sendo formada por terraços desenvolvidos na zona superior, ao abrigo da influência das águas marinhas. Excepcionalmente, ela pode ser inundada por altas marés ou ressacas.

Perpendicularmente, da linha de costa na direção do continente, o litoral da alta praia é assimétrico. A superfície frontal de contorno sinuoso e voltada para o mar é íngreme, embora de baixa altura. Daí até a base do campo de dunas, os aclives topográficos se orientam gradativamente com inclinações suaves.

Comumente, a faixa praias tem largura variável entre 0,5 – 1,0km, alargando-se quando se estende até o campo de dunas e estreitando-se com a ocorrência dos altos topográficos das falésias.

As plataformas de abrasão e as falésias serão consideradas dentro do grupo de feições erosivas. As rochas de praia (*beach rocks*) se expõem de maneira dispersa e em manchas restritas nas praias da Taíba e Iparana. São arenitos com matriz areno-argilosa de tons cinzentos ou esverdeados e cimento calcífero. Elas indicam um desenvolvimento recente e são submersas durante a preamar.

- **Planícies Fluvio-marinhas e Lacustres**

O sistema hidrológico superficial é responsável pelos setores de planícies de acumulação que envolvem porções territoriais restritas comparativamente às áreas de deposição eólica ou marinha.

As planícies fluvio-marinhas desenvolvidas nas proximidades das embocaduras fluviais constituem os principais tipos de feições que têm sua gênese associada à deposição de origem mista. Nos estuários como nos dos rios Ceará, Curu e São Gonçalo, ou em pequenos cursos fluviais que têm seus fluxos hídricos no próprio litoral, é nítida a penetração das águas do mar nos baixos vales. Durante a maré baixa, esse fato não é nítido, apesar da maior densidade das águas oceânicas. Na preamar, mesmo durante o período de escoamento normalizado pelas chuvas, a energia da maré dificulta o fluxo fluvial. A água doce é deslocada para montante pela força mecânica da maré. Há então a difusão de água salgada na água doce que, aliada a uma sedimentação de clásticos finos com húmus e vasas, propiciam a criação de condições favoráveis ao desenvolvimento dos mangues. Eles representam a vegetação típica das planícies fluvio-marinhas. Próximo às desembocaduras dos maiores cursos d'água, os sedimentos são seccionados por canais distributários antigos e por único canal ativo, que apresenta esparsos bancos emersos e ilhas inundáveis. Nas faixas parcialmente estáveis marginais, além das planícies de inundações, incluem-se setores de mangues, cordões arenosos e as porções basais dos campos de dunas.

Em geral, os canais fluviais com o transporte e a deposição dos sedimentos finos contribuem para o avanço das embocaduras ou das frentes estuarinas. Esse avanço se verifica de modo lento, quase paralelo à linha de costa, assumindo formas de restingas ou de barras de embocaduras.

As restingas, como feições de acumulação, obstruem as embocaduras dos pequenos cursos d'água com baixa capacidade energética e das lagoas. Ocasionalmente, as restingas chegam a formar feixes complexos e inter cruzados que são, eventualmente, penetrados pela maré.

Os baixos cursos dos rios exibem traços de evidências das flutuações eustáticas, ou seja, de regressões e transgressões ocorridas no Quaternário. Sendo as planícies fluvio-marinhas compartimentos embudados nos tabuleiros da Formação Barreiras, formam-se lateralmente terraços nítidos entalhados pelos baixos cursos fluviais.

As planícies lacustres e fluviolacustres são muito comuns no litoral, especialmente entre as desembocaduras dos rios Ceará e Curu. Elas bordejam os setores marginais de lagoas que possuem alimentação fluvial ou que são oriundas do lençol freático.

As planícies fluviolacustres são mais comuns em posições à retaguarda dos campos de dunas. Elas representam barreira natural ao fluxo hídrico dos pequenos ou médios cursos d'água que têm limitações para se superimpor na superfície e são barrados. Nesses casos, as lagoas têm uma disposição longitudinal perpendicular à linha de costa, como no lagamar do Cahuype.

As planícies lacustres têm dimensões bem mais restritas e são oriundas da menor profundidade do lençol freático nas bacias de deflação das depressões interdunares.

- **Campos de Dunas**

A análise dos campos de dunas constitui objetivo prioritário do presente memorial geomorfológico. Cabe ressaltar que a faixa praial e o campo de dunas – apesar de formar feições inconfundíveis do litoral – se completam em termos paisagísticos.

Dentre as feições que compõem a planície litorânea, são os campos de dunas que possuem maior expressão espacial. Parte significativa desses campos expõe um comportamento migratório dos sedimentos arenosos postos em trânsito pela ação eólica. Isso implica forte instabilidade ambiental. As dunas adquirem maior mobilidade durante a estação seca. Contribuem para sua movimentação os ventos de E e SE, com pequenas alternâncias. Deslocando-se com intensidade e constância, esses ventos impõem condições fortemente instáveis ao ambiente.

- Tipologia do Modelado

Na área em estudo, os campos de dunas têm disposição praticamente contínua de acordo com as condições apresentadas pela linha de costa. Eles se esboçam a partir da porção terminal da alta praia. Os sedimentos holocênicos inconsolidados repousam discordantemente sobre a seqüência da Formação Barreiras.

A tipologia dos campos de dunas é fundamentada nos aspectos estritamente morfológicos e no grau de estabilidade.

De acordo com o critério de feição morfológica, identificam-se as dunas longitudinais (*seif*) e as dunas transversais (*barkanas*).

As longitudinais são comuns nas partes marginais dos campos móveis de dunas e têm alturas mais consideráveis. Elas se posicionam, geralmente, após as dunas embrionárias que se desenvolvem logo após a pós-praia. As dunas longitudinais ocorrem comumente em séries, mais ou menos contínuas, dispendo-se em espigões paralelos e alinhados conforme as direções preferenciais dos ventos.

As dunas transversais têm forma em crescente e são ordinariamente assimétricas. Dispõem-se em posição perpendicular em relação ao deslocamento dos ventos dominantes. Em geral, a face convexa é voltada para barlavento e a côncava para sotavento. Em corte, a face convexa tem declives suaves (3 a 8%) enquanto a oposta é mais íngreme e com declives de até 30%.

Na face de barlavento, o declive suave da vertente apresenta marcas de ondas, fato não verificado na face de sotavento. Da interseção das duas faces, esboça-se uma crista que se exhibe na paisagem de modo arqueado ou sinuoso.

De acordo com o grau de estabilidade, podem ser identificadas as dunas vivas ou móveis e as dunas fixas. Um tipo intermediário, semifixo, também pode ser constatado nos campos de dunas da área do CIPP.

As dunas móveis não têm cobertura vegetal e a mobilidade das areias é intensificada durante a estação seca, quando não há compactação dos sedimentos. O trânsito das areias é livre e se processa de modo quase ininterrupto. Entre os espigões das dunas móveis longitudinais, formam-se setores deprimidos alongados que representam típicos corredores de deflação eólica. Nesses locais, as dunas têm pequenas dimensões em face do contínuum de mobilização das areias.

As dunas semifixas têm cobertura vegetal esparsa e em tufo, prevalecendo a distribuição de um tapete herbáceo, descontínuo, de gramíneas resistentes às condições ambientais. Parte significativa da superfície arenosa fica exposta e favorece o trabalho de deflação.

As dunas fixas e paleodunas, já submetidas à ação dos processos pedogenéticos, foram colonizadas por espécies de porte arbustivo e/ou arbóreo. A alta densidade das plantas impede a manifestação dos processos eólicos. Quando desmatadas para as implantações humanas, as ações erosivas são retomadas, tornando-as móveis e provocando rupturas no frágil equilíbrio ambiental.

A distribuição espacial expõe as dunas embrionárias e as dunas móveis longitudinais mais próximas das linhas de praia, desenvolvendo-se a partir da pós-praia. As dunas fixas e semifixas ficam mais à retaguarda e mais distantes da linha de costa.

- Feições Erosivas

As mais representativas feições oriundas da ação erosiva constituem falésias e plataformas de abrasão, conforme referências anteriores em que se tratou da sua localização. Ambas as feições são relacionadas com os sedimentos pertencentes à Formação Barreiras.

As falésias vivas têm bases solapadas pela ação marinha durante a preamar. O processo de recuo das falésias dá-se de modo desigual, comandado pela ação erosiva diferencial.

De modo geral, o recuo das falésias implica abandono do material existente na linha de praia, justificando a formação das plataformas de abrasão. A superfície superior e as vertentes íngremes são também afetadas pelos efeitos da pluviação e das enxurradas. Isso ocasiona o desenvolvimento de feições ruiformes, além da ocorrência de ravinas e voçorocas.

b. TABULEIROS

Apresentam-se dispostos à retaguarda da planície litorânea, contactando para o interior, praticamente sem ruptura topográfica, com a depressão sertaneja. A penetração dos tabuleiros atinge, em média,

20km. Em alguns locais, como nas praias de Iparana, Icaraí e Taíba, eles atingem o mar, com escarpas esculpidas em falésias.

São constituídos, basicamente, pelos sedimentos da Formação Barreiras e têm altitudes variáveis em torno de 30 – 40m. Raramente ultrapassam o nível de 60m. A área dos sedimentos mencionados evidencia-se como uma rampa suavemente inclinada para o litoral com declives que não superam a classe de 5%. Representam, assim, um típico glacis de deposição, que, sulcado pela drenagem que demanda o litoral, isola interflúvios de feições tabuliformes. Daí o termo popular – *tabuleiro* – consagrado pela literatura geográfica brasileira.

A pequena capacidade de incisão linear, proporcionada por uma drenagem de fluxo hídrico lento, confere a inexpressiva amplitude altimétrica entre o topo dos interflúvios e os fundos de vales. Esta amplitude dificilmente supera 10m, mesmo quando se consideram os coletores principais de drenagem.

As vertentes que se inclinam de modo gradativo para os fundos de vales têm, quase sempre, feições retilíneas, expondo, às vezes, um material concrecionário, cuja natureza ferralítica do cimento dificulta o trabalho erosivo. O que melhor identifica as feições do relevo em análise é a cobertura arenosa, cuja espessura chega a ser superior a 2m. Apenas em porções muito restritas e de pequena expressão territorial, referida cobertura é substituída por material de textura argilosa, o que dá à superfície feições irregulares, contrastantes com a uniformidade dos relevos de topos horizontais com cobertura arenosa. As boas condições para percolação da água conferem aos solos uma drenagem excessiva, limitando a ação erosiva dos processos pluviais e acentuando os efeitos da lixiviação. Assim, o trabalho de desgaste só chega a se tornar mais pronunciado, quando os sedimentos argilosos sotopostos à cobertura arenosa chegam a aflorar. Dificulta-se a ablação superficial às custas do escoamento difuso.

Nos tabuleiros pré-litorâneos, as classes de solos são variadas e a distribuição destes configura a distinção notada no tocante à fisionomia do recobrimento vegetal. Via de regra, é uma vegetação de porte arbóreo-arbustivo com componentes da caatinga e dos cerrados, em grande parte, fortemente degradada pela ação antrópica.

Os tabuleiros são sulcados por drenagem de padrão paralelo cujo poder de deposição dos rios é responsável pelo desenvolvimento das planícies aluviais que têm significativa importância para as atividades agrícolas. Isso se verifica no perímetro de irrigação Curu/Paraipaba.

- **Áreas de Transição entre as Depressões Semi-Áridas e os Tabuleiros**

Trata-se das porções meridionais dos municípios litorâneos, abrangendo os setores de contato entre o embasamento cristalino – onde se desenvolvem as depressões sertanejas – e os sedimentos da Formação Barreiras com tabuleiros. O contato não se manifesta na paisagem por meio de rupturas topográficas nítidas.

A espessura do manto arenoso superficial é maior próximo à linha de costa, tornando-se mais delgada para o interior no contato com o embasamento. Nos baixos vales dos rios, o entalhe de drenagem assume maiores proporções, permitindo a exumação de rochas cristalinas até próximo do mar. À medida

que se penetra, as condições geoambientais assumem características típicas dos sertões. As superfícies degradacionais são submetidas aos efeitos da semi-aridez e acham-se revestidas por caatingas de padrões fisionômicos e florísticos variados.

c. MACIÇOS RESIDUAIS E CRISTAS

As áreas aqui consideradas como maciços residuais e cristas se distribuem de modo disperso pela depressão sertaneja e configuram verdadeiros subespaços de exceção. Correspondem às serras de Conceição, Juá e Bico Fino, cristas residuais e morros isolados (*inselbergs*).

São de superfícies topograficamente elevadas de relevos serranos com dimensões variadas e que são submetidos às influências de mesoclimas de altitude. Representam verdadeiras *ilhas verdes* no domínio morfoclimático das caatingas que recobrem as depressões interplanálticas e intermontanas semi-áridas.

Desse modo, se o relevo interfere nas mudanças locais de clima, condicionando suas características termopluviométricas e os demais parâmetros, esse clima tende a comandar os processos erosivos que operam sobre a superfície. A abundância de chuva impõe maior permanência ao escoamento fluvial, intensificando, por conseqüência, a capacidade de escavamento dos vales pelos rios. Isso faz com que haja maior acidentamento do relevo pelos processos erosivos lineares (rios) que originam feições morfológicas aguçadas (cristas), convexas (colinas) e de topos planos (interflúvios tabulares). Essas feições são intercaladas por vales estreitos (em forma de V) ou ligeiramente alargados nos setores de suavização topográfica.

Em geral, nas áreas de enclaves que têm substrato cristalino, as classes de declives são mais pronunciadas e, comumente, superiores a 10 – 15%. Em alguns setores e nos diferentes enclaves, os declives assumem valores muito mais significativos e as classes variam de 30 a 45% ou mais, configurando feições escarpadas, onde as alterações superficiais e os solos se adelgaçam e as vertentes rochosas se expõem.

d. DEPRESSÃO SERTANEJA

Abrange as porções meridionais dos Municípios de Caucaia, São Gonçalo do Amarante e Paracuru, a partir do contato entre os depósitos da Formação Barreiras na superfície dos tabuleiros e os terrenos do embasamento cristalino.

Evidencia-se como um vasto compartimento de relevo rebaixado com altitudes médias entre 60 e 80m. Compreende área de topografia esbatida, cuja superfície é pouco afetada pelos efeitos da dissecação. A tônica é a ocorrência de pedimentos (rampas de erosão) bem conservados que decaem suavemente no sentido da costa ou dos fundos de vale. Apenas na direção dos maciços residuais de Maranguape, Aratanha ou dos contrafortes da serra de Baturité, a dissecação do relevo com superfície mais ondulada assume aspecto mais nítido.

A depressão apresenta grande variedade litológica, cujo material rochoso foi indistintamente truncado por superfície de erosão ou de aplainamento. Esse fato não invalida o trabalho de erosão diferencial, pondo em realce os setores de rochas mais resistentes e rebaixando ou dissecando as litologias tenras.

Dentre as características naturais que individualizam o compartimento em questão, podem ser assinaladas as seguintes: acentuadas variações litológicas; truncamento indistinto das litologias por processos de morfogênese mecânica; revestimento generalizado por caatingas que revestem solos e alterações superficiais de pequenas espessuras; ocorrência freqüente de chãos pedregosos (pavimentos e paleopavimentos); deficiente capacidade de erosão linear em face da intermitência sazonal dos cursos d'água, justificando a pequena amplitude altimétrica entre os interflúvios e os fundos de vales; ocorrência dispersa de morros residuais e de cristas nos setores de rochas mais resistentes; ocorrência eventual de áreas sazonalmente inundáveis.

- **A Análise Morfogenética e as Condições Atuais de Evolução**

Os diferentes tipos de modelados observados na área do CIPP são indicadores de diferentes estádios de evolução da área.

A análise morfogenética evidencia uma convergência de fatores complexos – de natureza geológica, climática e de ocupação antrópica. A importância de cada fator se exerceu de maneira desigual no decorrer da evolução morfogenética.

Os eventos precedentes ao Cenozóico se traduziram na morfologia por meio das propriedades litológicas e das estruturas que balizaram as alterações e as ações erosivas. Os fatores paleoclimáticos influenciaram na diferenciação dos processos morfogenéticos e nas feições do modelado.

Um fato significativo a ser destacado é que as influências estuarinas foram minimizadas pelas ações de degradação e acumulação conduzidas pelas oscilações paleoclimáticas.

A evolução do Cenozóico Superior culminou no Plioquaternário com evidente primazia dos processos degradacionais por climas secos / semi-áridos. Eles foram responsáveis pela elaboração da superfície pediplanada sertaneja e pelo acúmulo de grande volume de sedimentos levados em direção ao litoral. Essa sedimentação de origem continental é responsável pelos depósitos da Formação Barreiras.

A maioria dos trabalhos que tratam de evolução morfogenética nordestina indica o início do Pleistoceno com as condições morfogenéticas propícias à instalação de rede de drenagem. A então distribuição dessa rede apresentava-se já em condições similares às atuais. Começaram também a se configurar as condições do zoneamento climatobotânico do litoral, bem como as unidades e feições geomorfológicas anteriormente esboçadas.

O Quaternário teve evolução também marcada por flutuações do nível marinho subordinadas às influências do glacioeustatismo. As alternâncias das transgressões e regressões marinhas estiveram sincronicamente ligadas às mudanças climáticas úmidas e secas.

Durante as fases secas do Quaternário, prevaleciam as condições degradacionais com forte atuação eólica na faixa litorânea. As alternâncias climáticas tendentes para condições de maior umidade favoreciam as alterações das rochas, a dissecação dos relevos e os processos de morfogênese química. Os vales escavados nestas condições foram aos poucos barrados pelos cordões litorâneos subseqüentes que tenderam a formar a densa rede de lagoas do litoral.

Sobre a planície litorânea, os campos de dunas dispostos paralelamente à linha de costa recobrem parcialmente as planícies fluviomarinhas e os estuários. As dunas mais antigas, de coloração amarelo-avermelhada, são parcialmente fitoestabilizadas e tiveram origem subordinada ao retrabalhamento das areias de antigos setores de pós-praia ou de terraços marinhos antigos. As gerações de dunas mais recentes, de tonalidades mais claras, foram acumuladas durante o último episódio de regressão que ocorreu subseqüentemente à dissipação das paleodunas antes referidas.

A morfodinâmica atual, além das influências estritamente naturais, exhibe os reflexos de uma ocupação desordenada, que tem contribuído para a reativação de processos degradacionais.

De modo geral, os processos de acumulação têm evidente preponderância no litoral e são gerados pelas ações marinhas, eólicas e fluviais e, subsidiariamente, por processos localizados de pluviação e deslocamentos de massas.

Nas planícies fluviomarinhas, a deposição de sedimentos argilosos, que colmata as áreas de manguezais, é intensificada pelas baixas amplitudes das marés e pela topografia plana. Os sedimentos arenosos de origem fluvial chegam à plataforma através do fluxo e refluxo das ondas. Sendo depositados em áreas onde as correntes marinhas não têm ação destacada, desenvolvem-se as feições da faixa de praia e os cordões arenosos. Na pós-praia ou berma, as areias, sem qualquer compactação, alimentam através dos ventos de E – SE os campos de dunas móveis.

O vento, ao contrário de outros agentes erosivos como a água, é muito pouco denso e praticamente não possui viscosidade. Isso justifica as limitações que esse agente tem para remover os sedimentos em solução. O transporte em solução é praticamente nulo.

Deve-se considerar, contudo, que, se tratando de área dotada de abundante estoque de sedimentos arenosos, em grande parte sem qualquer proteção de vegetação, as ações eólicas são fortalecidas. Elas tendem a comandar o modelamento da superfície, especialmente no que tange aos campos de dunas e parte da faixa praial. Assim, a evolução de dunas móveis dá-se às custas do estoque de areia disponível. Quando os ventos de E – SE encontram qualquer obstáculo, a deflação eólica é minimizada e a areia é progressivamente retida. O volume das dunas e dos campos de dunas vai, por conseqüência, assumindo maiores proporções.

Nos setores de dunas semifixas, a atividade eólica é atenuada, tornando-se praticamente nula nas dunas fixas pela vegetação e nos setores mais restritos de paleodunas tornadas edáficas.

A instabilidade das areias é particularmente sensível nas embocaduras fluviais. Como já se referiu, no caso dos pequenos cursos d'água com capacidade energética deficiente, os estuários são bloqueados

pela migração das dunas. Nos estuários maiores, as correntes de vazante tornam-se incapazes de arrastar as areias acumuladas pelos ventos e pelas correntes litorâneas, obstruindo parcialmente a entrada dos canais.

Da instabilidade dos sedimentos que vigora na estação seca, passa-se, durante a estação chuvosa, para maior estabilidade das areias. As dunas adquirem estabilidade pela coesão que a água imprime aos mantos arenosos expostos.

A superfície dos tabuleiros comparativamente à planície litorânea é dotada de estabilidade e não apresenta os problemas de vulnerabilidade ambiental exibidas pelas feições que compõem a planície litorânea. O mesmo se verifica nos setores espaciais abrangidos pelas áreas de transição entre as depressões sertanejas semi-áridas e os tabuleiros.

As unidades de conservação existentes na área do CIPP se localizam nas planícies fluviolacustres (APA's do Lagamar do Cahuype e da Lagoa do Pecém), fluviomarinhas (APA's dos estuários dos rios Ceará e Curu) e nas dunas fixas (Estação Ecológica do Pecém) e móveis ou semifixas (APA das Dunas de Paracuru).

Pretende-se, como um dos objetivos da AAE, apresentar a configuração da zona de amortecimento da Estação Ecológica, tendo como um dos critérios a junção das diversas unidades de conservação ambiental, incluindo as de proteção integral e as unidades de uso sustentável.

Apresenta-se, a seguir, uma síntese a respeito das características naturais dominantes nas diversas unidades geomorfológicas, sua ecodinâmica e vulnerabilidade, além dos aspectos ligados às limitações ambientais e aos riscos de ocupação (QUADROS N^{os} 04 a 09).

QUADRO Nº 04 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA. FAIXA PRAIAL

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Faixa de praias com larguras variadas e ocorrência circunstancial de rochas de praias e promontórios, como em Pecém. A faixa de praias arenosas tem largos estirâncios. A alta praia desenvolve-se a partir de uma faixa de terras com os contornos pouco sinuosos e altura inferior a 2m, ficando ao abrigo de altas marés. As restingas são freqüentes ao longo da zona costeira, apresentando-se como cordões litorâneos depositados subparalelamente à faixa de praia, tendo algumas saliências como pontos de apoio.</p>	<p>Ambientes instáveis e com alta vulnerabilidade à erosão, sendo parcialmente submersos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação viária. • Loteamentos. • Baixo suporte para edificações. • Mineração desordenada. • Restrições legais associadas aos terrenos de marinha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão marinha e recuo da linha de costa. • Processos erosivos muito ativos.

Obs.: **Feições de Relevô** – faixa praial: área plana ou de declive muito suave para o mar, resultante de acumulação marinha, localmente comportando existência de restinga. Há ocorrência de ressaltos formados em consequência de variações do nível do mar ou por influência da neotectônica.

QUADRO Nº 05 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>A área do campo de dunas móveis se desenvolve a partir da alta praia, em disposição quase contínua. Os sedimentos arenosos das dunas repousam em discordância sobre a Formação Barreiras. As dunas longitudinais bordejantes ocorrem em séries mais ou menos contínuas, dispostas em espigões paralelos, alinhados conforme os ventos de quadrante E-SE. As dunas transversais têm forma em crescente, são assimétricas e se dispõem em posição perpendicular em relação ao direcionamento dos ventos dominantes. A interseção das faces convexas e côncavas forma cristas nítidas que são arqueadas e sinuosas. Desprovidas de solos e de cobertura vegetal, têm boas condições de aquíferos e emprestam grande beleza ao litoral.</p>	<p>Ambientes fortemente instáveis e com alta vulnerabilidade à ocupação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implantação viária. • Loteamentos. • Baixo suporte para edificações. • Susceptibilidade à poluição dos recursos hídricos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Processos erosivos muito ativos. • Desmonte ou interrupção do deslocamento de dunas por ocupação desordenada podem implicar intensificação da erosão costeira (retrogradação), descaracterização paisagística e perda de atrativos para atividades ligadas à recreação e ao turismo, além de comprometer a hidrodinâmica costeira. • Desencadeamento de processos erosivos costeiros por ocupação inadequada e desvio do caminho das dunas.

Continua

Obs.: **Feições de Relevo** – campos de dunas móveis: morros de areias de origem marinha e/ou continental retrabalhadas e modeladas pelo vento. Sem cobertura vegetal para anular a atividade eólica as dunas são continuamente deslocadas, assumindo formas, alturas e posições muito variadas.

QUADRO Nº 05 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA (CONTINUAÇÃO)

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>As áreas do campo de dunas fixas e paleodunas ocorrem em proporções espaciais muito inferiores aos campos de dunas móveis. Não apresentam continuidade espacial ao longo da planície litorânea e se acham encravadas ou isoladas em meio ao cordão de dunas móveis. As paleodunas têm cores amareladas e desenvolvem solos do tipo areias quartzosas que são profundos, excessivamente drenados, ácidos e dotados de baixa e muito baixa condições de fertilidade natural. São mantidas por plantas de porte arbóreo-arbustivo e eventualmente pela vegetação pioneira psamófila que não tem a mesma função fixadora que a vegetação arbóreo-arbustiva.</p>	<p>AMBIENTES DE TRANSIÇÃO COM TENDÊNCIA À INSTABILIDADE E COM ALTA VULNERABILIDADE À EROSÃO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mineração. • Implantação viária. • Loteamentos. • Baixo suporte para edificações. • Susceptibilidade à poluição dos recursos hídricos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desestabilização das dunas por desmatamento, pode reativar as ações erosivas e intensificar o trânsito de sedimentos arenosos, assoreando manguezais, áreas urbanas e espelhos d'água. • (Vede observações complementares sobre o campo de dunas móveis).

Continua

Obs.: **Feições de Relevo** – dunas fixas e paleodunas: morros de areia pertencentes às gerações mais antigas de dunas, algumas eventualmente dissipadas, submetidas a processos de semi-“edafização” e com cobertura fitoestabilizadora que impede a mobilização.

QUADRO Nº 05 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA (Continuação)

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Corpos de águas calmas e com profundidades variadas, derivadas do barramento dos setores inferiores de cursos d'água sem energia suficiente para transpor obstáculos representados pelos campos de dunas. Em alguns casos, são oriundas da pequena profundidade do lençol freático, ocupando pequenas faixas de deflação inseridas nas depressões interdunares. As águas lacustres têm salinidade variada, comunicando-se eventualmente com o mar através de emissários estreitos, como no Lagamar do Cahupe. As áreas ribeirinhas formam planícies arenosas e com solos do tipo planossolos e aluviais que são revestidos por gramíneas e matas ciliares. Incluem-se nesse ecossistema as áreas de acumulação inundáveis, incipientemente incorporadas à rede de drenagem.</p>	<p>AMBIENTES DE TRANSIÇÃO TENDENDO À ESTABILIDADE QUANDO EM EQUILÍBRIO AMBIENTAL E POUCO IMPACTADOS PELO ANTROPISMO; VULNERABILIDADE MODERADA À OCUPAÇÃO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições legais. • Inundações periódicas. • Poluição dos recursos hídricos. • Loteamentos sem controle. • Baixo suporte para edificações. • Mineração desordenada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Despejo de efluentes e de resíduos sólidos. • Degradação da mata ciliar pode implicar o agravamento de cheias periódicas.

Continua

Obs.: **Feições de Relevô** – espelhos d'água lacustres e planícies ribeirinhas: lagoas e lagunas litorâneas de origem fluvial ou freática e planícies arenosas ribeirinhas de acumulação lacustre ou fluviolacustre, incluindo as lagoas freáticas.

QUADRO Nº 05 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE LITORÂNEA (Continuação)

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Superfícies planas derivadas de ações combinadas de processos de deposição fluvial e marinha, sujeitas a inundações periódicas ou permanentes, revestidas por mangues. As planícies fluviomarinhas de maior expressão espacial se desenvolvem próximas das embocaduras dos rios Ceará, Curu e São Gonçalo, que têm seus fluxos hídricos submetidos à penetração das águas do mar nos baixos vales. Os canais fluviais têm padrões anastomóticos e o escoamento das águas é feito de modo tortuoso, havendo mudanças bruscas de direção, de angulosidade, com alargamento ou estreitamento dos canais. Em outros pontos onde a colmatagem dos sedimentos é maior, os pequenos setores de fluxos retelinizados se alternam com canais meândricos e ilhas. Os estuários, de modo indistinto, recebem as influências marinhas rio adentro até onde se exerce o limite máximo da preamar.</p>	<p>AMBIENTES ESTÁVEIS QUANDO EM EQUILÍBRIO NATURAL E COM ALTA VULNERABILIDADE À OCUPAÇÃO; AMBIENTES FORTEMENTE INSTÁVEIS QUANDO SUBMETIDOS À DEGRADAÇÃO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições legais (Código Florestal). • Inundações periódicas. • Salinidade. • Implantação viária. 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação dos manguezais. • Diminuição da produtividade biológica. • Eliminação ou diminuição de espécies piscícolas. • Despejos de efluentes, resíduos sólidos e detritos. • Aterramento.

Obs.: **Feições de Relevo** – planícies fluviomarinhas com manguezais: áreas planas em depósitos sedimentares de origem fluviomarinha, sujeitas a inundações periódicas com solos indiscriminados de mangues e solonétzico revestidos por manguezais.

QUADRO Nº 06 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: PLANÍCIE FLUVIAL

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Faixas de acumulação aluvial das planícies dos baixos rios Curu, Ceará e São Gonçalo e dos pequenos canais fluviais litorâneos e pré-litorâneos. As aluviões são constituídas de areias finas a médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados e argilas com materiais orgânicos em decomposição. Tem bom potencial de recursos hídricos superficiais e subsuperficiais. As associações de solos têm predominância de solos aluviais dotados de fertilidade natural média e alta; são solos normalmente profundos, com grande variação textural e de drenagem, a qual se apresenta, em geral, imperfeita; os solos aluviais se associam a solos halomórficos e planossolos solódicos, geralmente submetidos a uma baixa saturação com sódio, nos horizontes subsuperficiais onde a drenagem é imperfeita. Têm características distróficas ou baixa saturação de bases trocáveis. Eventualmente e em pequenas manchas, ocorrem vertissolos que possuem elevados teores de argila.</p>	<p>AMBIENTES DE TRANSIÇÃO TENDENDO À ESTABILIDADE EM CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO NATURAL; VULNERABILIDADE MODERADA À OCUPAÇÃO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Restrições legais visando à preservação das matas ciliares. • Drenagem imperfeita dos solos. • Inundações sazonais. • Salinização. • Mineração descontrolada. • Expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais. 	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação da mata ciliar desencadeando processos erosivos e assoreamento dos leitos fluviais. • Poluição dos recursos hídricos. • Salinização dos solos. • Inundações e cheias.

Obs.: **Feições de Relevo** – planícies fluviais: áreas planas em depósitos sedimentares aluviais com areias e outros sedimentos finos bordejando calhas fluviais, sujeitas a inundações periódicas, com solos aluviais predominantemente revestidos por matas ciliares.

QUADRO Nº 07 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: GLASIS PRÉ-LITORÂNEOS

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Os tabuleiros são compostos por sedimentos mais antigos pertencentes à Formação Barreiras e se dispõem de modo paralelo à linha de costa e à retaguarda dos sedimentos eólicos, marinhos e fluviomarinhos que constituem a planície litorânea. A largura média desses terrenos é em torno de 25 – 30Km, contactando para o interior com rochas do embasamento cristalino. O sistema deposicional da Formação Barreiras é variado e inclui desde leques aluviais coalescentes até planícies de marés. As fácies sedimentares superficiais têm, igualmente, variações que dependem de condições diversas, tais como: da área fonte dos sedimentos, dos mecanismos de mobilização e das condições de deposição. Sob o aspecto litológico, há predominância de sedimentos areno-argilosos de tonalidades esbranquiçadas, vermelho-amareladas e cremes. O material é mal selecionado e tem variação textural de fina a média e estratificação indistinta. Os sedimentos da Formação Barreiras compõem o glaciais de acumulação que é entalhado pela rede de drenagem que demanda o oceano. As áreas interfluviais constituem os tabuleiros pré-litorâneos. São terrenos firmes, estáveis, com topografias planas e solos espessos, constituindo áreas muito propícias à expansão urbana e à instalação industrial e onde as condições de estabilidade ambiental não oferecem maiores empecilhos ao uso e ocupação.</p>	<p>Ambientes estáveis em condições de equilíbrio natural. Vulnerabilidade baixa à ocupação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa fertilidade dos solos. • Deficiência hídrica durante a estiagem. • Carência de locais favoráveis para represamento de água. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desencadeamento de processos erosivos em áreas fortemente degradadas. • Riscos de poluição dos recursos hídricos. • Mineração descontrolada. • Impermeabilização do solo por expansão urbana pode comprometer a recarga dos aquíferos.

Obs.: **Feições de Relevo** – tabuleiros: superfície com caimento topográfico suave para o litoral, com interflúvios tabuliformes, fraco entalhamento de drenagem de padrão paralelo que demanda a linha de costa.

QUADRO Nº 08 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: MACIÇOS RESIDUAIS E CRISTAS – ÁREAS SERRANAS E CRISTAS (FORMAS AGUÇADAS) RESIDUAIS DISPERSAS PELA DEPRESSÃO SERTANEJA

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Áreas serranas da Conceição e Juá, contrafortes terminais do maciço de Baturité e residuais elevados em formas de cristas e de <i>inselbergs</i>. Distribuem-se de modo disperso pela depressão sertaneja, compondo “ilhas” de umidade com recobrimento vegetal de mata pluvionebular sobre solos profundos e, eventualmente, rasos. As feições de relevo são dissecadas em face do aprofundamento da drenagem que escava vales em forma de V.</p>	<p>Ambientes de transição com tendência à instabilidade em face de desequilíbrios provocados por desmatamentos. Vulnerabilidade moderada a alta aos processos de ocupação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Declividade das vertentes. • Alta susceptibilidade à erosão. • Impedimentos à mecanização agrícola. • Áreas protegidas pela legislação nas encostas e topos de elevações recobertas por matas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão acelerada nas vertentes em função dos desmatamentos desordenados e do uso de técnicas agrícolas rudimentares. • Empobrecimento da biodiversidade. • Assoreamento dos fundos de vales. • Processos erosivos ativos. • Descaracterização da paisagem serrana.

Obs.: **Feições de Relevo** – formas dissecadas em feições dos topos convexos (colinas) e aguçados (cristas), exibindo fortes declives nas vertentes.

QUADRO Nº 09 – UNIDADE GEOMORFOLÓGICA: DEPRESSÃO SERTANEJA – SUPERFÍCIE PLANA OU LIGEIRAMENTE ONDULADA, ELABORADA POR PROCESSOS DE PEDIPLANAÇÃO (SUPERFÍCIE DE EROÇÃO), TRUNCANDO VARIADOS TIPOS DE ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO

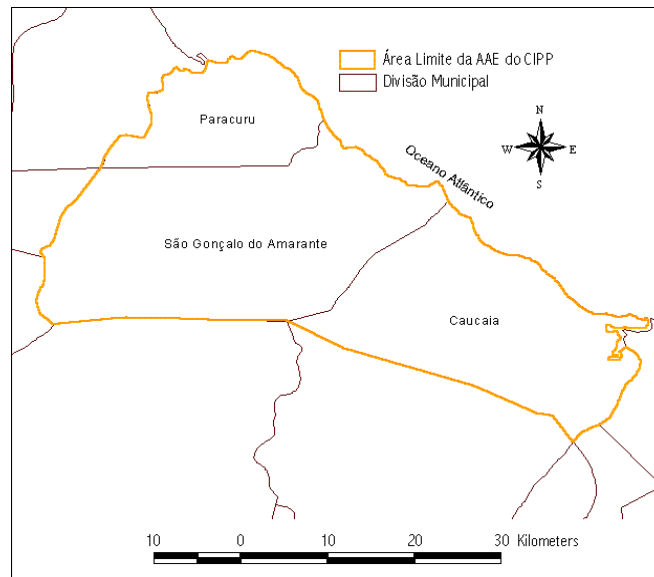
CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	ECODINÂMICA E VULNERABILIDADE	LIMITAÇÕES AMBIENTAIS	RISCOS DE OCUPAÇÃO
<p>Superfície pediplanada nas depressões sertanejas semi-áridas e subúmidas, truncando rochas variadas do embasamento cristalino, com rampas de erosão que têm caimento suave (inferior a 5% de declividade) na direção dos fundos de vales. A superfície pode se apresentar, eventualmente, dissecada em colinas rasas que intercalam com planícies fluviais. Solos rasos revestidos por caatingas parcialmente degradadas.</p>	<p>Ambientes de transição tendente a estabilidade ou instabilidade em função do estado de conservação da vegetação. Vulnerabilidade baixa à ocupação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pluviosidade escassa e irregular. • Baixo potencial de águas superficiais e subterrâneas. • Biodiversidade degradada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desencadeamento de processos erosivos em áreas fortemente degradadas. • Empobrecimento progressivo da biodiversidade. • Degradação dos solos e assoreamento dos fundos de vales.

Obs.: **Feições de Relevo** – rampas de erosão (pedimentos) com caimento topográfico para os fundos de vales.

2.2.4 ESTUDOS HIDROCLIMÁTICOS

Estes estudos estão baseados na área de abrangência da Avaliação Ambiental Estratégica do Complexo Industrial do Porto do Pecém (AAE do CIPP), a qual se limita ao norte com o oceano Atlântico e intercepta os Municípios de Caucaia, São Gonçalo do Amarante e Paracuru, conforme mostra o MAPA Nº 04.

MAPA Nº 04 – MUNICÍPIOS INTERCEPTADOS PELA ÁREA-LIMITE DO CIPP



2.2.4.1 Recursos Hídricos Superficiais

Considerando a região da Avaliação Ambiental Estratégica, AAE, os principais recursos hídricos superficiais são:

- açude Sítios Novos (atual fonte principal de água bruta do CIPP);
- açude Pereira de Miranda (fonte de recursos hídricos alternativa);
- açude Gavião (fonte de recursos hídricos alternativa); e
- açude Cauhype (fonte de recursos hídricos alternativa).

Estes reservatórios superficiais estão distribuídos em relação à área da AAE de acordo com o MAPA Nº 05.

A seguir serão descritas as características destas fontes hídricas.

- **Açude Sítios Novos – Concluído Em 1999** (QUADRO Nº 10, FOTO Nº 01 e FIGURA Nº 04)

QUADRO Nº 10 – INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE SÍTIOS NOVOS

LOCALIZAÇÃO	
Município:	Caucaia
Coordenada E:	504.434,40
Coordenada N:	9.583.153,20
Bacia:	Metropolitana
Rio/riacho barrado:	Rio São Gonçalo
Capacidade (milhões de m ³):	123,2
Bacia hidrográfica (Km ²):	446,000
Bacia hidráulica (ha):	2.010,000
Vazão regularizada (m ³ /s):	1,1
Extensão pelo coroamento (m):	1.818,0
Largura do coroamento (m):	7,80
Cota do coroamento (m):	49,20
Altura máxima (m):	21,5

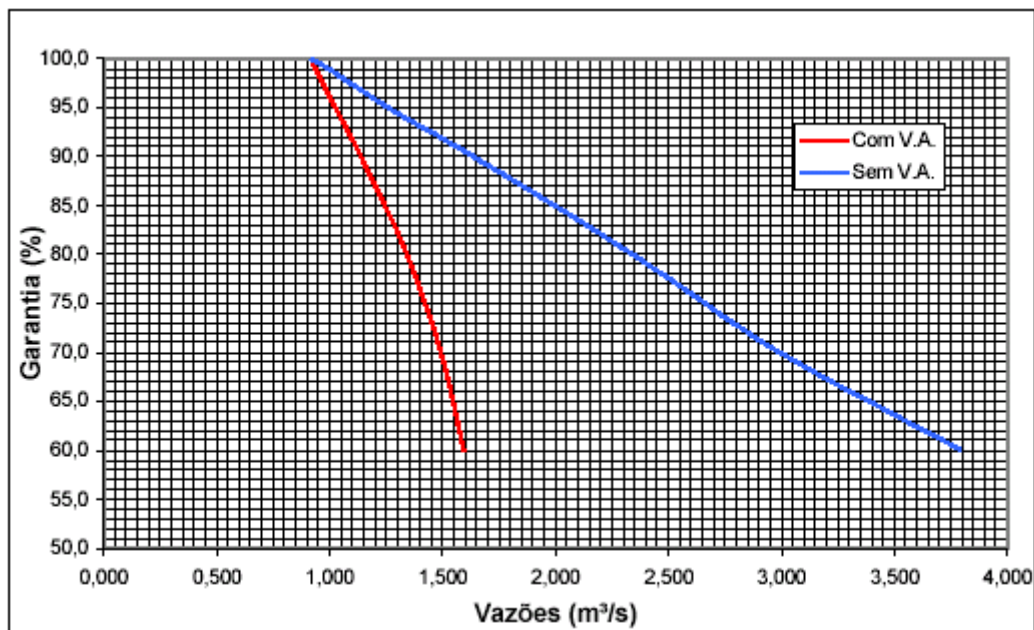
Fonte: SRH - Jun/2004

FOTO Nº 01 – AÇUDE SÍTIOS NOVOS



Fonte da Foto: Sohidra - 7/2003

FIGURA Nº 04 – CURVAS DE GARANTIA, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE SÍTIOS NOVOS



Fonte: COGERH

- **Açude Pereira de Miranda (General Sampaio) – Concluído em 1935 (QUADRO Nº 11 e FOTO Nº 02)**

QUADRO Nº 11 – INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA

LOCALIZAÇÃO	
Município:	General Sampaio
Coordenada E:	449.473,58
Coordenada N:	9.551.045,23
Bacia:	Curu
Rio/riacho barrado:	Curu
BARRAGEM	
Tipo:	Terra Zoneada
Capacidade (milhões de m ³):	322,2
Bacia hidrográfica (km ²):	1.720,000
Bacia hidráulica (ha):	3.300,000
Vazão regularizada (m ³ /s):	3,1
Extensão pelo coroamento (m):	222,0
Largura do coroamento (m):	8,00

Fonte: SRH - Jun/2004

FOTO N° 02 – AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA



Fonte da Foto: COGERH - 7/2003

- **Açu de Gavião – Concluído em 1973 (QUADRO N° 12, FOTO N° 03 e FIGURA N° 05)**

QUADRO N° 12 – INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE GAVIÃO

LOCALIZAÇÃO	
Município:	Pacatuba
Coordenada E:	549.265,52
Coordenada N:	9.568.233,91
Bacia:	Metropolitana
Rio/riacho barrado:	Cocó
BARRAGEM	
Tipo:	Terra Homogênea
Capacidade (milhões de m ³):	32,9
Bacia hidrográfica (Km ²):	94,540
Bacia hidráulica (ha):	5,820
Vazão regularizada (m ³ /s):	3,8
Extensão pelo coroamento (m):	668,0
Cota do coroamento (m):	37,00

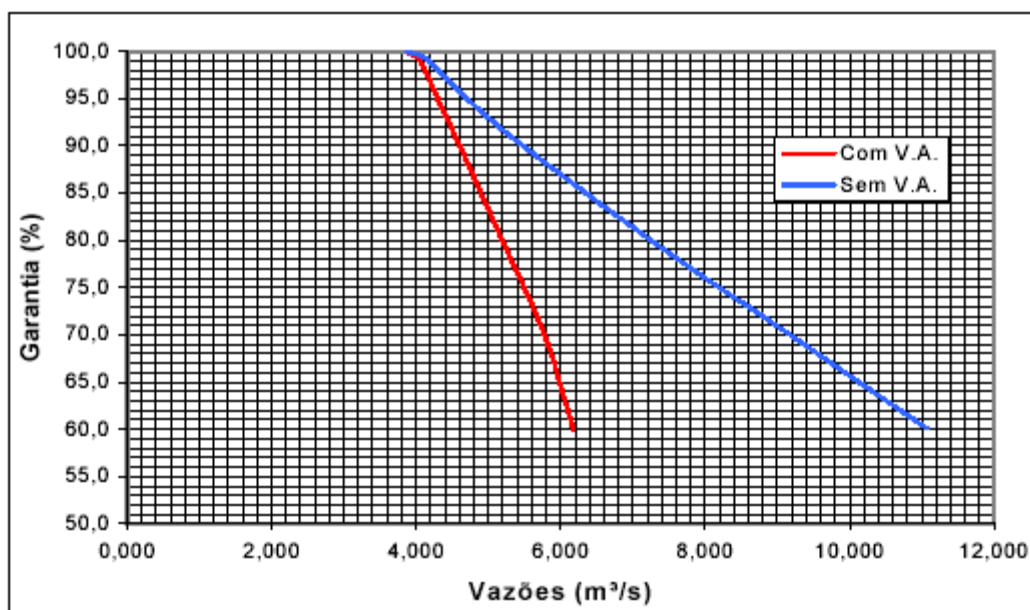
Fonte: SRH - Jun/2004

FOTO N° 03 – AÇUDE GAVIÃO



Fonte da Foto: SRH - 7/2003

FIGURA N° 05 – CURVAS DE GARANTIA DE VAZÕES, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE GAVIÃO



Fonte: COGERH

- **Açude Cauhype – Concluído em 1999** (QUADRO Nº 13, FOTO Nº 04 e FIGURA Nº 06)

QUADRO Nº 13 – INFORMAÇÕES SOBRE O AÇUDE CAHUIPE

LOCALIZAÇÃO	
Município:	Caucaia
Coordenada E:	514.756,54
Coordenada N:	9.586.823,35
Bacia:	Metropolitana
Rio/riacho barrado:	Riacho Cauhype
BARRAGEM	
Tipo:	Terra / Enrocamento
Capacidade (milhões de m ³):	12,0
Bacia hidrográfica (km ²):	94,000
Bacia hidráulica (ha):	370,000
Vazão regularizada (m ³ /s):	0,2
Extensão pelo coroamento (m):	1.298,0
Largura do coroamento (m):	35,50
Cota do coroamento (m):	39,00
Altura máxima (m):	11,3

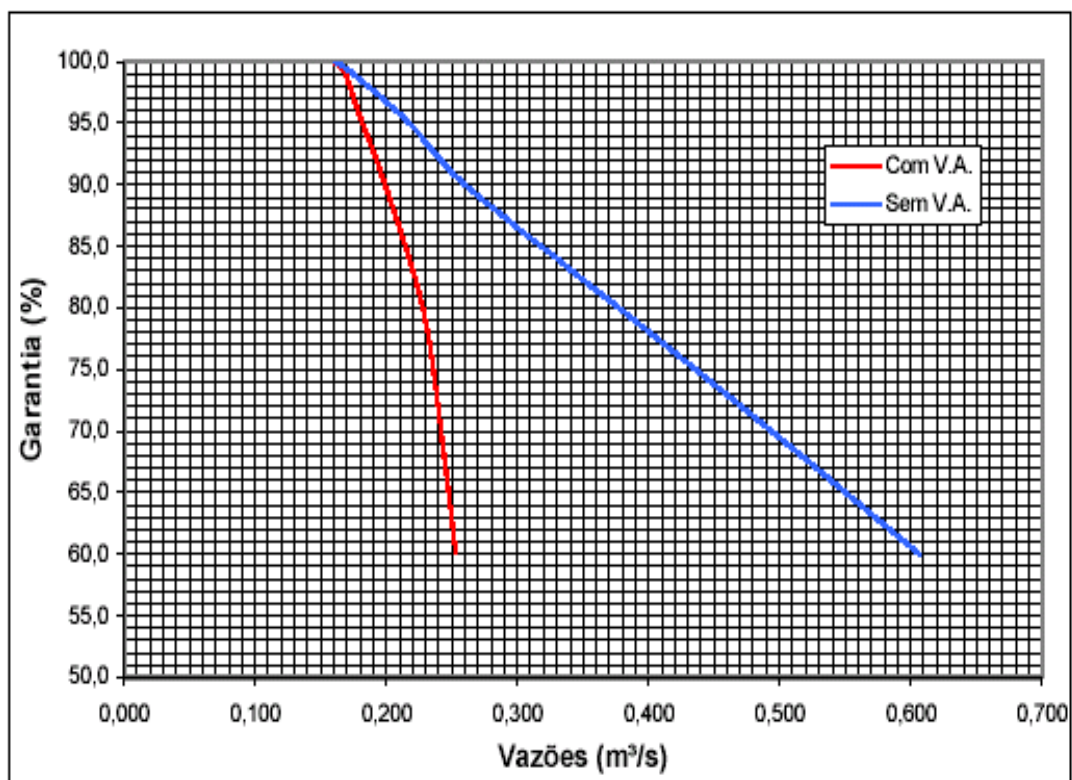
Fonte: SRH – Jun/2004

FOTO Nº 04 – AÇUDE CAHUIPE



Fonte da Foto: SOHIDRA - 7/2003

FIGURA Nº 06 – CURVAS DE GARANTIA DE VAZÕES, COM E SEM VOLUME DE ALERTA, DO AÇUDE CAHUYPE

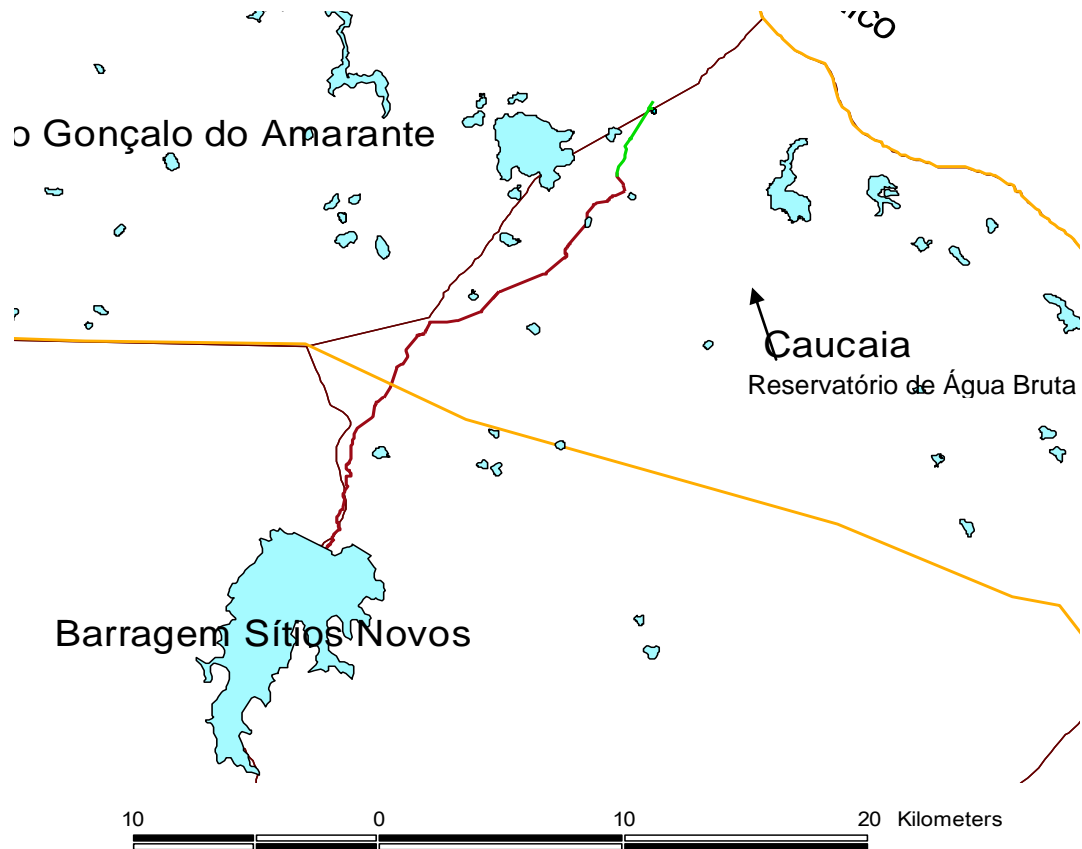









Fonte: COGERH

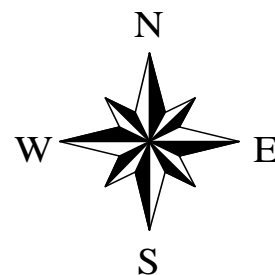
2.2.4.1.1 Fonte de Suprimento Atual de Água Bruta para o CIPP

Um canal de 23,5km de comprimento transporta atualmente água do açude Sítios Novos para o Complexo Industrial e áreas urbanas, conforme o MAPA Nº 06:

MAPA Nº 06 – AÇUDE SÍTIOS NOVOS E SISTEMA DE EDUÇÃO DE ÁGUA BRUTA PARA O CIPP



-  Lagoas e Açudes Principais Recursos Hídricos
-  Área Limite da AAE do CIPP
-  Porto
-  Adutora
-  Canal
-  Reservatórios
-  Divisão Municipal



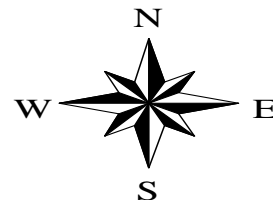
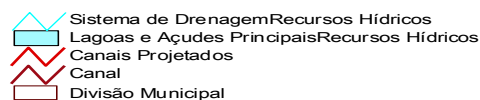
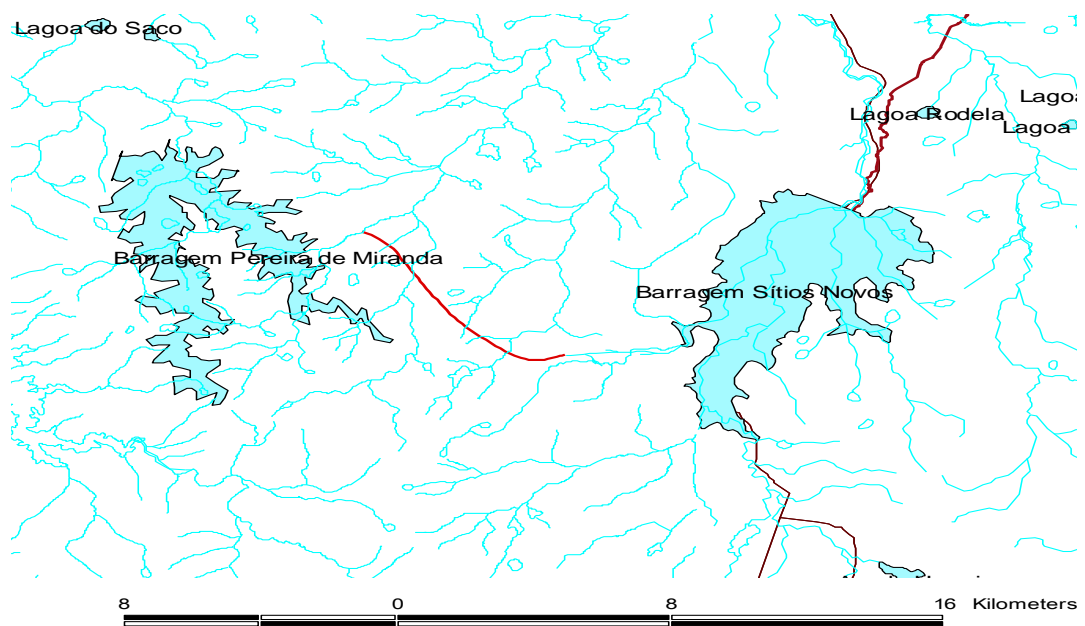
Este canal tem capacidade de vazão máxima de 2,0m³/s e, de acordo com a COGERH, terá uma vazão de 1,5m³/s considerando 90% de garantia (sem volume de alerta) de fornecimento pelo açude Sítios Novos e 1,1m³/s considerando 99% de garantia.

No caso de haver necessidade de suprimento extra de recursos hídricos para a área da AAE, existem duas opções viáveis que podem ser prontamente implementadas:

2.2.4.1.2 Opção 1 para Suprimento Extra de Água Bruta para o CIPP

Ligação do açude Pereira de Miranda ao sistema de fornecimento de água bruta, de acordo com o MAPA Nº 07.

MAPA Nº 07 – OPÇÃO 01: CANAL DE LIGAÇÃO DO AÇUDE PEREIRA DE MIRANDA COM O AÇUDE SÍTIOS NOVOS

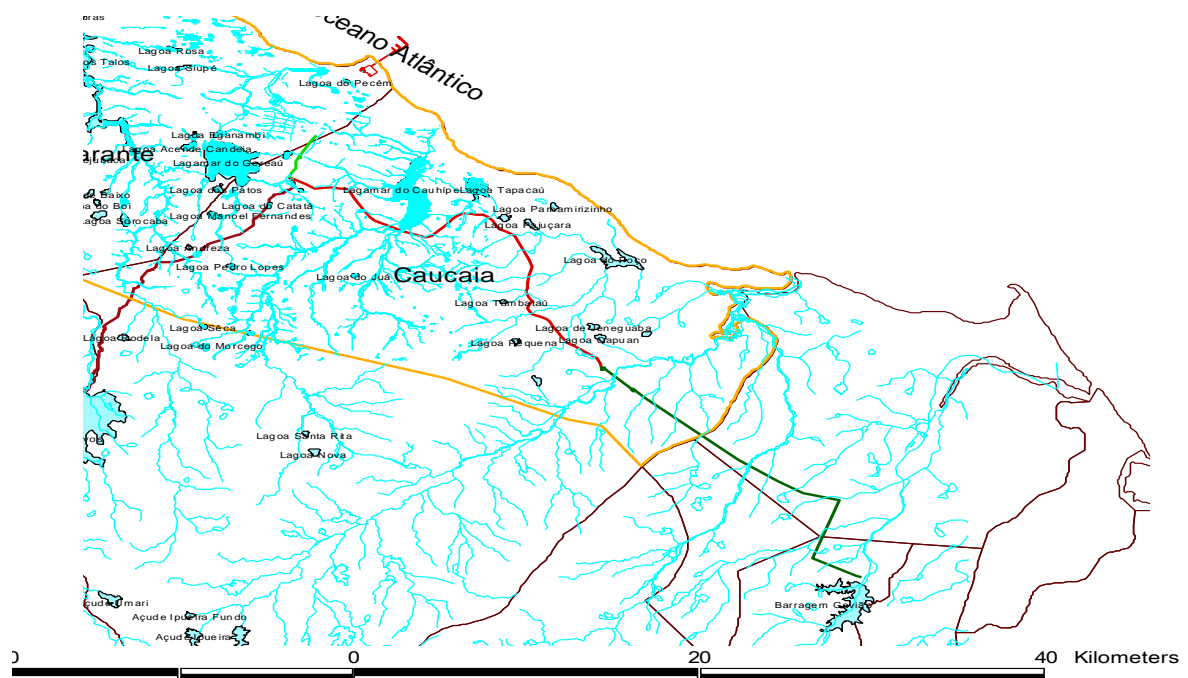











O volume deste açude é de 322.200.000m³ e sua inclusão acarretaria um aumento de vazão no canal de 1,5m³/s (considerando 90% de garantia do açude Sítios Novos) para a capacidade máxima do canal, que é de 2,0m³/s ou, no mínimo, para 1,612m³/s.

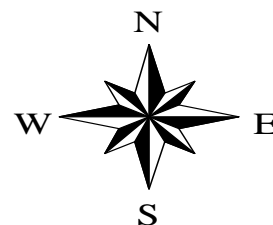
2.2.4.1.3 Opção 2 para Suprimento Extra de Água Bruta para o CIPP

Ligação do Açude Gavião como o reservatório de água bruta do Complexo através da construção de um canal e de uma adutora, de acordo com o MAPA Nº 08.

MAPA Nº 08 – OPÇÃO 02: LIGAÇÃO ENTRE O SISTEMA DA RMF E O CIPP



-  Sistema de Drenagem Recursos Hídricos
-  Lagoas e Açudes Principais Recursos Hídricos
-  Área Limite da AAE do CIPP
-  Adutora Projetada
-  Canais Projetados
-  Porto
-  Adutora
-  Canal
-  Divisão Municipal



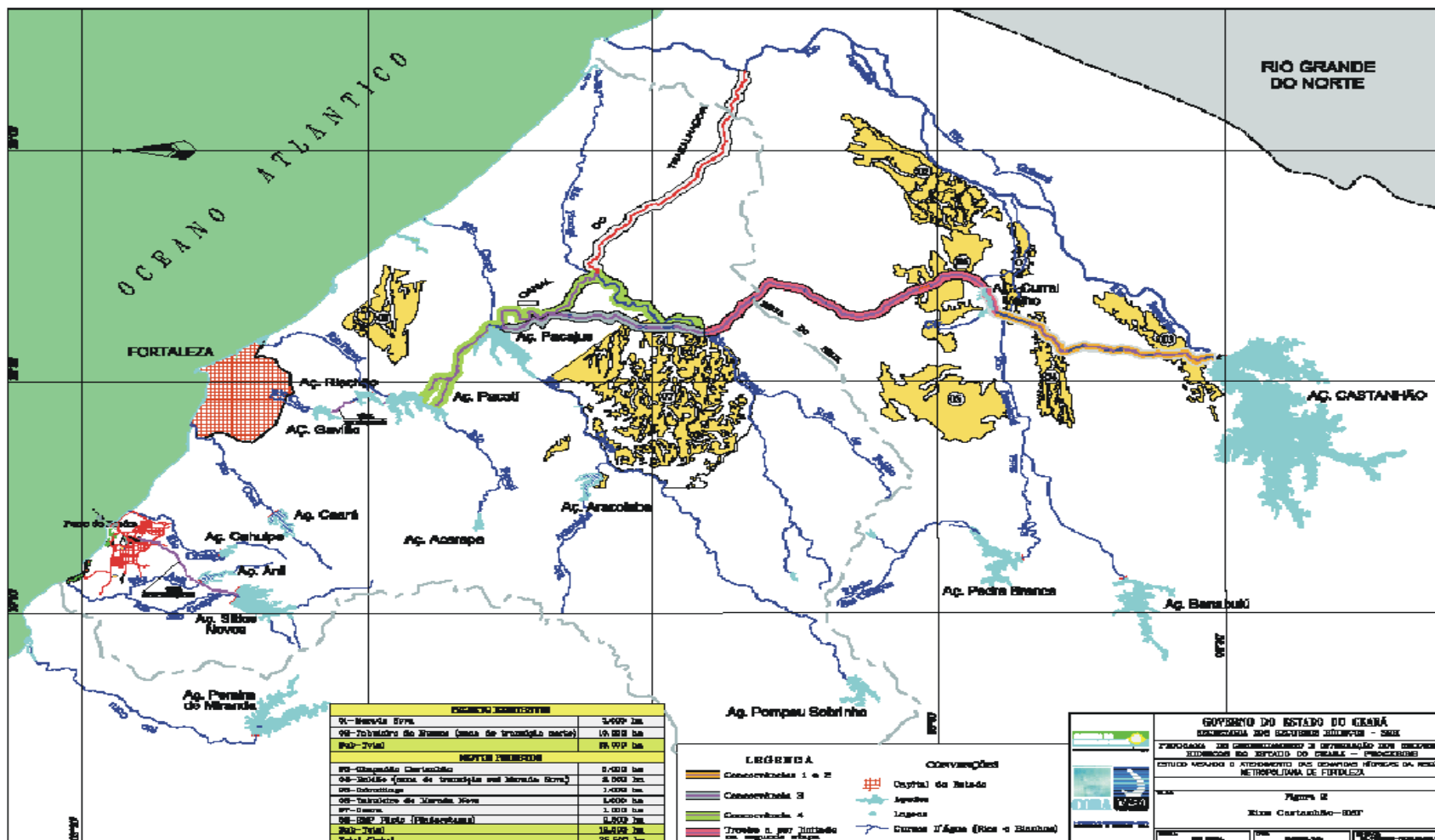
Esta opção praticamente garante (em um futuro próximo) o suprimento de água bruta para toda a área da AAE, visto que, uma vez concretizada, ela interligará o sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza com a região abrangida pela AAE, considerando que o sistema de abastecimento de Fortaleza já se encontra interligado com a grande bacia hidrográfica do rio Jaguaribe através do canal do Trabalhador, e que brevemente estará concluído o eixo de integração que é o canal de ligação da barragem do Castanhão (volume de 6,7 bilhões de m³) com o sistema de abastecimento de Fortaleza.

O eixo de integração Castanhão-RMF constitui-se de um conjunto complexo de estação de bombeamento, canais, adutoras e túneis, cujo objetivo é permitir a transposição de água desde o açude Castanhão até a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), bem como garantir o atendimento a projetos de irrigação a serem implantados ao longo de seu traçado, sendo a vazão máxima de dimensionamento igual a 22,0m³/s.

O eixo Castanhão-RMF tem seu início imediatamente a jusante da barragem do açude Castanhão, derivando sua vazão diretamente da tubulação da tomada d'água do respectivo reservatório. A transposição, então, é realizada através de canal até o açude Pacoti, reservatório integrante do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza (SARMF). O percurso estende-se ao longo de aproximadamente 200km (MAPA Nº 09):



MAPA Nº 09 - EIXO DE INTEGRAÇÃO CASTANHÃO - REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA



Fonte: VBA Consultores

A primeira fase deste canal (trecho Castanhão – Morada Nova) já está em fase de conclusão (FOTO Nº 05):

FOTO Nº 05 – 1ª FASE DO EIXO DE INTEGRAÇÃO (CASTANHÃO - MORADA NOVA)



2.2.4.2 Recursos Hídricos Subterrâneos (Fonte: CPRM)

Na área da AAE, podem-se distinguir três domínios hidrogeológicos distintos: rochas cristalinas, coberturas sedimentares (Formação Barreiras) e depósitos aluvionares.

As rochas cristalinas predominantes representam o que é denominado comumente de *aquífero fissural*. Como basicamente não existe uma porosidade primária nesse tipo de rocha, a ocorrência da água subterrânea é condicionada por uma porosidade secundária representada por fraturas e fendas, o que se traduz como reservatórios aleatórios, descontínuos e de pequena extensão. Neste contexto, em geral, as vazões produzidas por poços são pequenas e a água, em virtude da falta de circulação e dos efeitos do clima semi-árido é, na maior parte das vezes, salinizada. Essas condições atribuem um potencial hidrogeológico baixo para as rochas cristalinas sem, no entanto, diminuir sua importância como alternativa de abastecimento em casos de pequenas comunidades ou como reserva estratégica em períodos prolongados de estiagem.

O domínio representado pelos sedimentos da Formação Barreiras caracteriza-se por uma expressiva variação faciológica, com intercalações de níveis mais e menos permeáveis, o que lhe confere parâmetros hidrogeológicos variáveis de acordo com o contexto local. Essas variações induzem

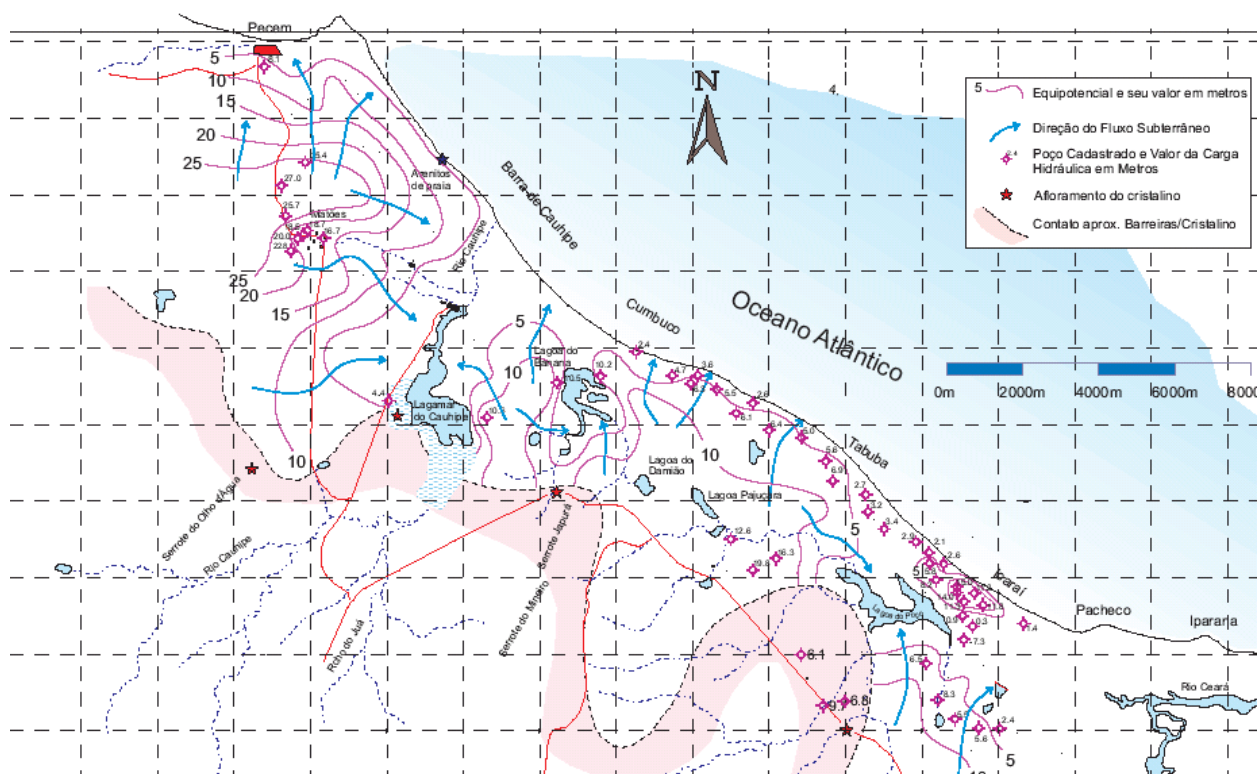
potencialidades diferenciadas quanto à produtividade de água subterrânea. Em determinadas áreas, sua exploração é bastante desenvolvida. Ainda no contexto do domínio hidrogeológico sedimentar, as dunas destacam-se como unidade geológica de alta potencialidade aquífera, produzindo vazões da ordem de 5 a 10m³/h.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, boa alternativa como manancial, tendo importância relativamente alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, que ocorrem margeando as calhas dos principais rios e riachos que drenam a região, e apresentam, em geral, uma boa alternativa como manancial, tendo uma importância relativa alta do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas com predomínio de rochas cristalinas. Normalmente, a alta permeabilidade dos termos arenosos compensa as pequenas espessuras, produzindo vazões significativas.

A seguir será apresentada uma figura que resume a potencial de exploração de recursos hídricos subterrâneos na área da AAE, em função da profundidade do lençol freático e da presença de afloramentos rochosos (MAPA Nº 10).

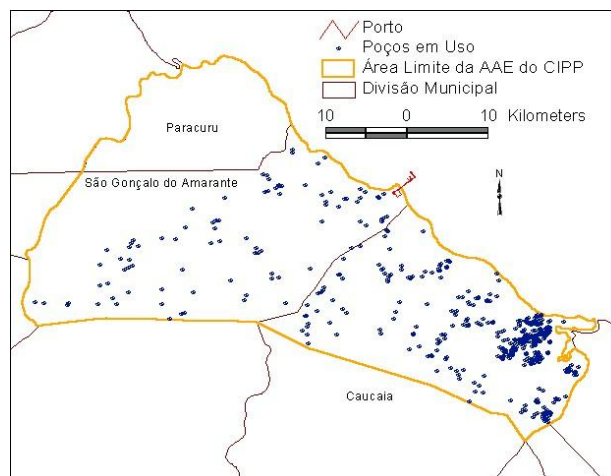
MAPA Nº 10 – EQUIPOTENCIAIS NA ÁREA DA AAE



Fonte: COGERH

Na Área de Influência da AAE do CIPP, no MAPA Nº 11, os poços de captação de água subterrânea se distribuem de acordo com o seguinte mapa.

MAPA Nº 11 – DISTRIBUIÇÃO DOS POÇOS DE CAPTAÇÃO NA ÁREA-LIMITE DO CIPP



2.2.4.2.1 Diagnóstico Atual da Exploração e Estimativa de Disponibilidades Potenciais no Município de Caucaia (Fonte: CPRM)

O levantamento realizado no Município de Caucaia registrou a presença de 643 poços tubulares, dos quais 138 são públicos e 505 são particulares.

Com respeito à distribuição desses poços por domínios hidrogeológicos, verificou-se que existem, no Município de Caucaia, 594 poços em rochas cristalinas e 49 poços no domínio dos sedimentos do Grupo Barreiras, conforme o QUADRO Nº 14 a seguir:

QUADRO Nº 14 – SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE CAUCAIA

PÚBLICO				
TIPO DE POÇO	ABANDONADO	DESATIVADO	EM USO	NÃO INSTALADO
Tubular	14	24	85	15
PRIVADO				
TIPO DE POÇO	ABANDONADO	DESATIVADO	EM USO	NÃO INSTALADO
Tubular	30	70	365	37

Fonte: CPRM

Para os poços tubulares privados, verifica-se que 73% do total (368 poços) estão em uso e 21% (107 poços) são passíveis de entrar em funcionamento (desativados - 70 poços; não instalados - 37 poços). Com relação aos poços tubulares públicos, 28% (39 poços) encontram-se desativados ou não instalados e, conseqüentemente, podem ser aproveitados, enquanto que 62% (85 poços) estão sendo utilizados.

QUADRO Nº 15 – ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL E POTENCIAL DAS ROCHAS CRISTALINAS DO MUNICÍPIO DE CAUCAIA

POÇOS TUBULARES	ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL			ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA POTENCIAL			
	EM USO	Q _E UNIT. (M ³ /H)	Q _E TOTAL (M ³ /H)	DESATIVADOS/NÃO INSTALADOS	Q _E UNIT. (M ³ /H)	Q _E TOTAL (M ³ /H)	% DE AUMENTO DA DISPONIBILIDADE ATUAL
Públicos	79	1,7	134,3	37	1,7	62,9	46,8
Privados	331	1,7	562,7	103	1,7	175,1	31,1
Total	410	-	697,0	140	-	238,0	34,1

Fonte: CPRM

Q_e = Vazão de exploração

O QUADRO Nº 15, mostra que, considerando-se 410 poços tubulares em uso no cristalino, pode-se inferir uma produção atual da ordem de 697,0m³/h de água para todo o Município de Caucaia, sendo que 134,3m³/h decorrem de poços públicos e 562,7m³/h de poços privados. Caso seja implantada uma política de recuperação e/ou instalação dos poços que atualmente não estão em uso, estima-se que seria possível atingir um aumento da ordem de 34,1% (238,0m³/h) em relação à atual oferta d'água subterrânea. Considerando-se somente os poços de domínio público, o aumento estimado seria de 62,9m³/h, ou seja, 46,8%.

2.2.4.2 Diagnóstico Atual da Exploração e Estimativa de Disponibilidades Potenciais no Município de São Gonçalo do Amarante (Fonte: CPRM)

O levantamento realizado no Município de São Gonçalo do Amarante registrou a presença de 147 poços, dos quais 27 são públicos e 120 são particulares, conforme o QUADRO Nº 16 a seguir:

QUADRO Nº 16 – SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS CADASTRADOS NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE

PÚBLICO				
TIPO DE POÇO	ABANDONADO	DESATIVADO	EM USO	NÃO INSTALADO
Tubular	5	7	13	2
PRIVADO				
TIPO DE POÇO	ABANDONADO	DESATIVADO	EM USO	NÃO INSTALADO
Tubular	3	19	85	13

Fonte: CPRM

Para o caso do Município de São Gonçalo do Amarante, foram considerados, nos cálculos, de forma individual, os domínios das rochas cristalinas e sedimentar. Lecando em conta a diretriz proposta, foi adotada, para o domínio das rochas cristalinas, uma vazão média de 1,7m³/h, resultado de uma análise estatística de cerca de 3.000 poços no cristalino do Estado do Ceará, e, para o domínio dos sedimentos,

uma vazão média de 3,8m³/h, com base numa análise estatística das informações de vazão de 177 poços, obtidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE, 1992).

O QUADRO Nº 17 mostra que, considerando-se 43 poços tubulares em uso no domínio das rochas sedimentares, pode-se inferir uma produção atual da ordem de 163,4m³/h, sendo que 19,0m³/h precedem de poços públicos e 144,4m³/h de poços privados. No domínio das rochas cristalinas, uma produção da ordem de 93,5m³/h, sendo 13,6m³/h oriundos de poços públicos e 79,9m³/h de poços privados. Caso seja implantada uma política de recuperação e/ou instalação dos poços que atualmente não estão em uso, estima-se que seria possível atingir um aumento da ordem de 33% (86,5m³/h) em relação à atual oferta d'água subterrânea. Considerando-se somente os poços de domínio público, o aumento estimado seria de 66% (21,6m³/h).

QUADRO Nº 17 – ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL E POTENCIAL DAS ROCHAS CRISTALINAS E SEDIMENTOS DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE

POÇOS TUBULARES	ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA ATUAL			ESTIMATIVA DA DISPONIBILIDADE INSTALADA POTENCIAL			
	Em Uso	Q _E UNIT. (M ³ /H)	Q _E TOTAL (M ³ /H)	DESATIVADOS/NÃO INSTALADOS	Q _E UNIT. (M ³ /H)	Q _E TOTAL (M ³ /H)	% DE AUMENTO DA DISPONIBILIDADE ATUAL
ROCHAS CRISTALINAS							
Públicos	8	1,7	13,6	6	1,7	10,2	11%
Privados	47	1,7	79,9	27	1,7	45,9	49%
Total	55	-	93,5	33	-	56,1	60%
ROCHAS SEDIMENTARES							
Público	5	3,8	19,0	3	3,8	11,4	4%
Privado	38	3,8	144,4	5	3,8	19,0	12%
Total	43	-	163,4	8	-	30,4	11%
Total Geral	-	-	256,9	-	-	86,5	33%

Fonte: CPRM

Q_e = Vazão de exploração

2.2.4.3 Mecanismos de Circulação Atmosférica (Fonte: Funceme)

a. ESCALAS ATMOSFÉRICAS

Sendo um meio fluido, a atmosfera apresenta movimentos erráticos com um alto nível de complicação. Para que possam ser entendidos, faz-se necessária a separação em termos do tempo de vida e dimensão dos fenômenos atmosféricos.

Os fenômenos de grande escala apresentam uma escala de tempo da ordem de meses e de distância que corresponde ao próprio tamanho do globo terrestre. Na escala sinótica, os fenômenos apresentam

uma escala de tempo da ordem de alguns dias e uma de distância de milhares de quilômetros, equivalente ao tamanho de um continente, por exemplo. Os fenômenos de mesoescala são aqueles que apresentam um ciclo de vida de algumas horas e cobrem áreas com dimensões de centenas de quilômetros, como um estado. Finalmente, os fenômenos de microescala abrangem a escala de tempo de minutos e dimensões de metros.

b. FENÔMENOS METEOROLÓGICOS CAUSADORES DE CHUVA NO NORDESTE DO BRASIL

O principal fenômeno meteorológico de grande escala causador de chuva na Região, no período de fevereiro a maio, é a Zona de Convergência Intertropical-ZCIT. As frentes frias-FF também são sistemas atmosféricos de grande escala e uma proximidade, interagindo com a ZCIT influenciam as chuvas na Região. O fenômeno de escala sinótica denominado Vórtice Ciclônico de Ar Superior-VCAS é mais um dos causadores de chuva. Dentre os fenômenos meteorológicos de mesoescala, estão os Complexos convectivos de mesoescala-CCM e as linhas de instabilidade-LI, geradas pelos efeitos de brisas e os efeitos locais como relevo, vegetação etc.

c. INFLUÊNCIA DOS OCEANOS ATLÂNTICO E PACÍFICO NAS CHUVAS DA REGIÃO

O fenômeno El-Niño (águas mais aquecidas que o normal na bacia do Pacífico Tropical) é um dos responsáveis pela redução das chuvas, principalmente quando ocorre juntamente com o dipolo positivo do Atlântico (norte mais aquecido). O dipolo negativo (sul mais aquecido), juntamente com águas cujas temperaturas estão normais ou abaixo da média (fenômeno La-Niña), são normalmente responsáveis por chuvas abundantes na Região.

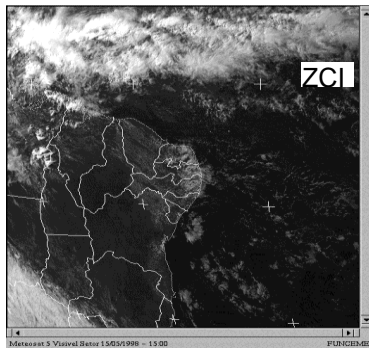
d. ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL - ZCIT

A ZCIT é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 14°N, em agosto-setembro para posições mais ao sul, aproximadamente 4°S, em março-abril.

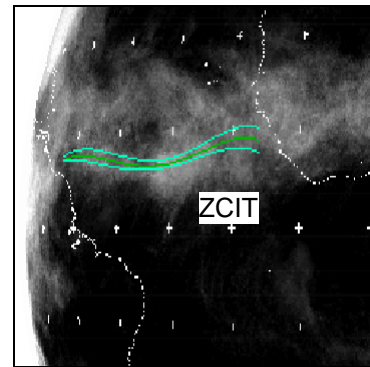
A ZCIT é uma banda de nuvens que circunda a faixa equatorial do globo terrestre (FOTO Nº 06), formada principalmente pela confluência dos ventos alísios do hemisfério norte com os ventos alísios do hemisfério sul (MAPA Nº 12). O choque entre eles faz com que o ar, quente e úmido, ascenda e haja a formação das nuvens.

A ZCIT é mais significativa sobre os oceanos e, por isso, a temperatura da superfície do mar-TSM é um dos fatores determinantes na sua intensidade de nuvens e precipitação.

FOTO Nº 06 – ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL-ZCIT



a) Imagem Setorial

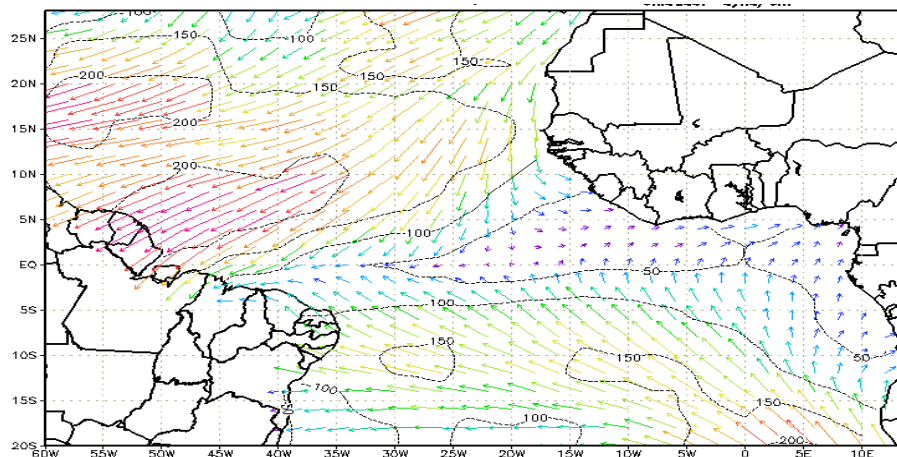


b) Imagem Global

Fonte: FUNCEME

MAPA Nº 12 – EIXO DE CONFLUÊNCIA DOS VENTOS ALÍSIOS DE SUDESTE COM NORDESTE - ZCIT

Frentes Frias



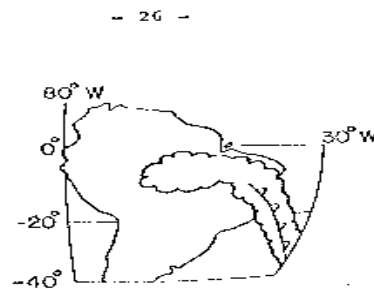
Fonte: FUNCEME

e. FRENTE FRIAS

O outro importante mecanismo causador de chuvas no Nordeste do Brasil está ligado à penetração de frentes frias até as latitudes tropicais, entre os meses de novembro e janeiro.

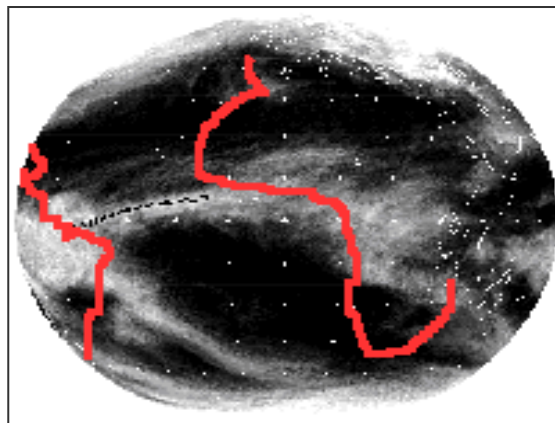
As frentes frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas (FIGURA Nº 07 e FOTO Nº 07).

FIGURA Nº 07 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO INDICANDO A POSIÇÃO MAIS AO NORTE DAS FRENTES FRIAS QUE AFETAM O NORDESTE DO BRASIL E A NEBULOSIDADE ASSOCIADA A ELAS, ESTENDENDO-SE AO OESTE DA REGIÃO E AMAZÔNIA



Fonte: FUNCEME

FOTO Nº 07 – IMAGEM DE SATÉLITE MOSTRANDO O POSICIONAMENTO DA ZCIT E DE UMA FRENTE FRIA



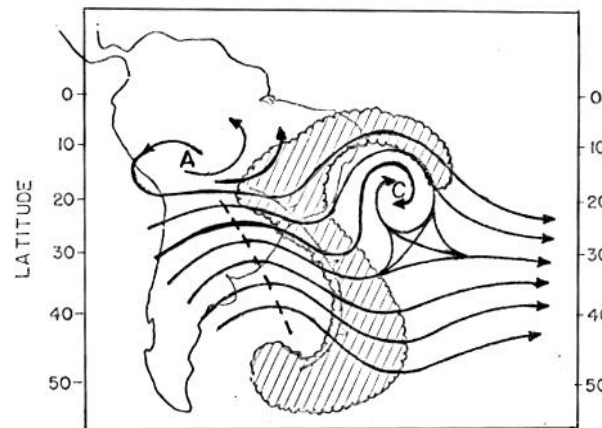
Fonte: FUNCEME

f. VÓRTICE CICLÔNICO DE AR SUPERIOR - VCAS

Os vórtices ciclônicos de ar superior que penetram o Nordeste formam-se no oceano Atlântico entre os meses de outubro e março e sua trajetória normalmente é de leste para oeste.

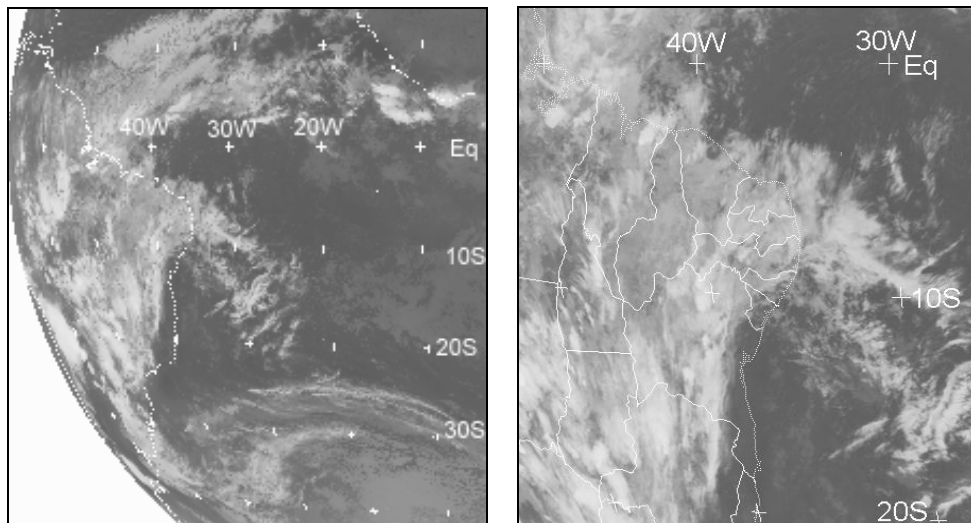
Os VCAS são um conjunto de nuvens que, observado pelas imagens de satélite, tem a forma aproximada de um círculo girando no sentido horário. Na sua periferia, há formação de nuvens causadoras de chuva e no centro há movimentos de ar de cima para baixo, aumentando a pressão e inibindo a formação de nuvens (FIGURA Nº 08 e FOTO Nº 08).

FIGURA Nº 08 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA AOS VÉRTICES CICLÔNICOS DE AR SUPERIOR - VCAS



Fonte:FUNCEME

FOTO Nº 08 – IMAGENS DO SATÉLITE METEOSAT-5, CANAL INFRAVERMELHO.



A) Amostragem Global
Fonte: FUNCEME

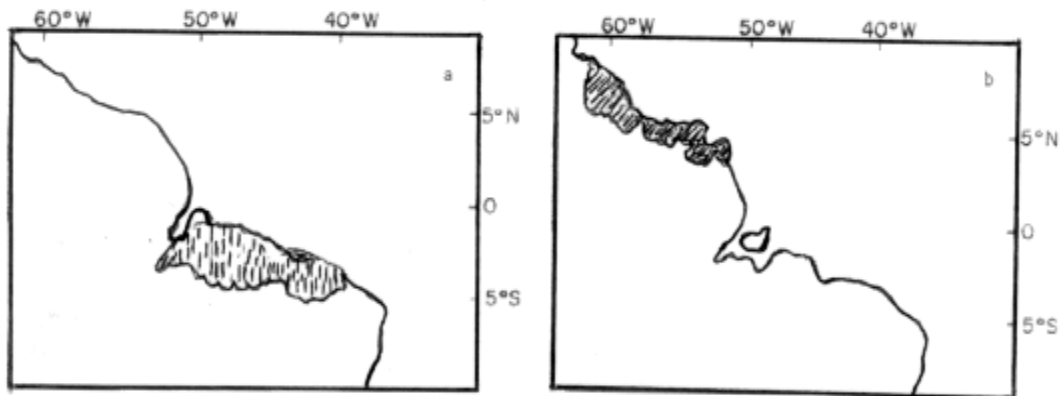
B) Amostragem SetORIZADA para o Neb.

g. LINHAS DE INSTABILIDADE - LI

As linhas de instabilidade que se formam nos meses de novembro a março encontram-se ao sul da linha do equador, afetando a costa norte do Nordeste e ocorrem no período da tarde e início da noite.

As linhas de instabilidade são bandas de nuvens, organizadas em forma de linha (FIGURA Nº 09), causadoras de chuva, formadas por influência da brisa marítima e incrementada pela proximidade da ZCIT (FOTO Nº 09).

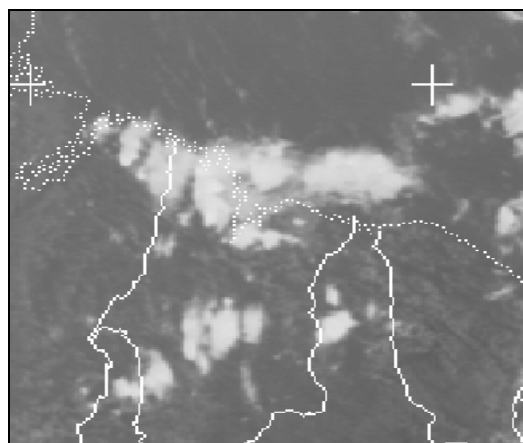
FIGURA Nº 09 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA NEBULOSIDADE ASSOCIADA À LINHA DE INSTABILIDADE



A) Fevereiro a maio
 Fonte: FUNCEME

B) Agosto a novembro

FOTO Nº 09 – IMAGEM DE SATÉLITE MOSTRANDO UMA LINHA DE INSTABILIDADE NO LITORAL DO MARANHÃO

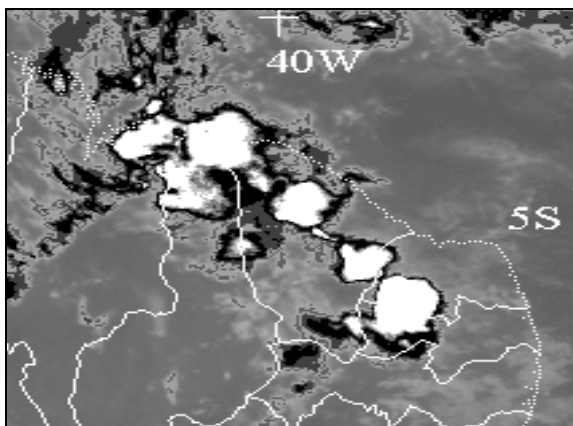


Fonte: FUNCEME

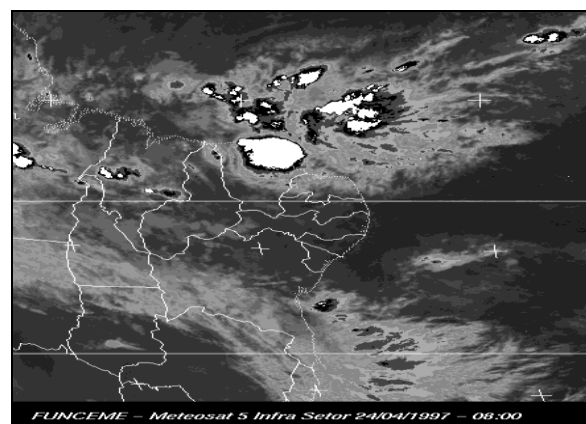
h. COMPLEXOS CONVECTIVOS DE MESOESCALA - CCM

Os CCM's são aglomerados de nuvens que se formam em decorrência de condições locais favoráveis (temperatura, relevo, pressão etc) e provocam chuvas fortes e de curta duração. Normalmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada (FOTO Nº 10).

FOTO Nº 10 – IMAGEM DO SATÉLITE METEOSAT-5 NO CANAL INFRAVERMELHO



A) Dia 21/01/96 às 21h00min Local
Fonte: FUNCEME

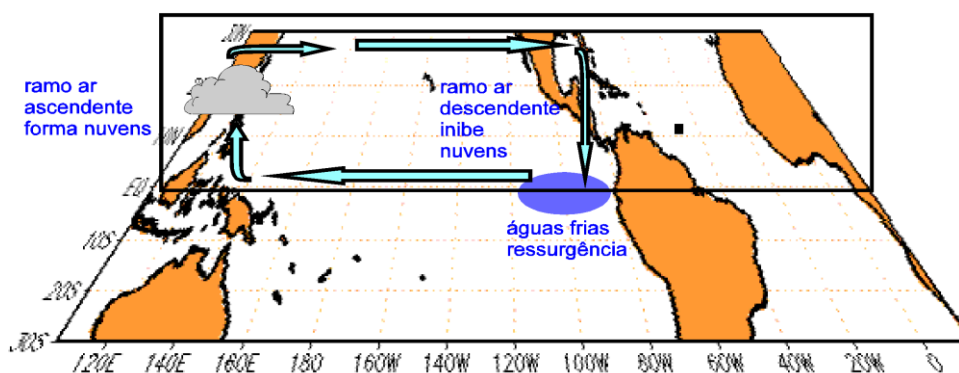


B) Dia 24/04/98 às 08h00min Local

i. INFLUÊNCIA DO OCEANO PACÍFICO NAS CHUVAS

Na bacia do oceano Pacífico, normalmente as águas são mais aquecidas no setor centro oeste da bacia (Indonésia e Austrália) e mais frias no setor centro-leste, em particular a costa oeste da América do Sul. Os ventos junto à superfície da bacia sopram no sentido leste para oeste, empilhando as águas mais aquecidas no setor oeste onde muitas chuvas ocorrem. O ar seco viaja a aproximadamente 12km de altura, vindo descender próximo à costa do Equador e do Peru (FIGURA Nº 10).

FIGURA Nº 10 – ESQUEMATIZAÇÃO DA CÉLULA DE WALKER SOBRE A BACIA DO PACÍFICO TROPICAL



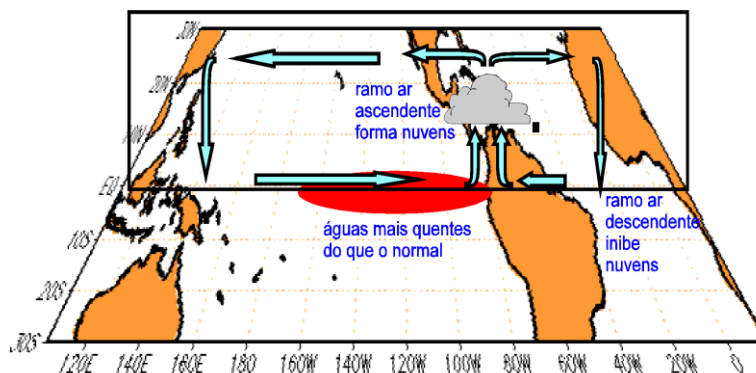
Fonte: FUNCEME

Obs.: Sob condições normais, observa-se o ramo ascendente da Célula de Walker (favorável à formação de nuvens convectivas profundas) sobre o Pacífico oeste e Austrália, onde se tem águas quentes e pressões baixas. Por outro lado, sobre a região do Pacífico leste, próximo do Peru e Equador, onde se constata a presença de águas frias (em razão da ressurgência - afloramento na superfície das águas oceânicas advindas do fundo do oceano Pacífico) e pressões altas, manifesta-se o ramo subsidente da Célula de Walker (que inibe a formação de nuvens).

j. **EL-NIÑO**

É o aquecimento anormal das águas do oceano Pacífico equatorial centro-leste da bacia, onde normalmente são mais frias. Em resposta, a circulação atmosférica modifica-se, levando chuvas para áreas onde havia seca e vice-versa. Um dos ramos descendente do ar seco posiciona-se sobre o oceano Atlântico e Nordeste do Brasil, aumentando a pressão e inibindo a formação das nuvens de chuva (FIGURA Nº 11).

FIGURA Nº 11 – ESQUEMATIZAÇÃO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE GRANDE ESCALA NO SENTIDO ZONAL (CÉLULA WALKER) MODIFICADA EM ASSOCIAÇÃO AO EPISÓDIO EL NIÑO SOBRE O OCEANO PACÍFICO



Fonte: FUNCEME

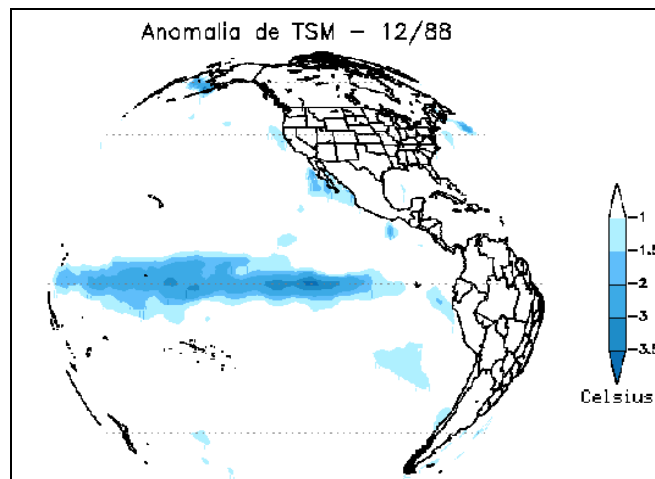
Obs.: Esquemática da circulação atmosférica de grande escala no sentido zonal (Célula de Walker) modificada em associação ao episódio El Niño sobre o Oceano Pacífico. Sobre a região do Pacífico centro-leste, incluindo Peru/Equador, observa-se a ramo ascendente (favorável à formação de nuvens) da Célula de Walker e, por outro lado, sobre o Pacífico oeste/norte da Austrália e também no Atlântico equatorial, incluindo o leste da Amazônia e norte do semi-árido nordestino tem-se, conseqüentemente, o ramo descendente (que inibe a formação de nuvens).

k. **LA-NIÑA**

Caracteriza-se como um resfriamento das águas na faixa equatorial do oceano Pacífico (MAPA Nº 13), em particular no setor centro-leste da bacia. A circulação atmosférica tende a apresentar características de anos normais.

Relacionada às chuvas no Nordeste do Brasil, nos anos de *La-Niña*, a precipitação é normalmente mais abundante no Estado da Bahia, centro-sul do Maranhão e Piauí, nos meses de novembro a janeiro. No setor norte da Região, na qual esta inserido o Estado do Ceará, o período chuvoso tende a ser normal e em alguns anos verificou-se um certo aumento no índice pluviométrico (1984, 1985 e 1989).

MAPA Nº 13 – TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO PACÍFICO



Fonte: FUNCEME

I. INFLUÊNCIA DO OCEANO ATLÂNTICO NAS CHUVAS

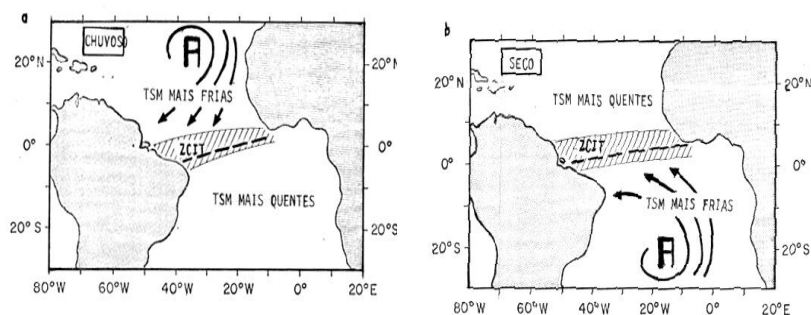
Muitos trabalhos mostram a influência do oceano Atlântico tropical na distribuição das chuvas nas regiões tropicais do Continente sul-americano, principalmente sobre o setor norte do Nordeste do Brasil.

Quando as águas no Atlântico norte estão mais frias, a pressão tende a ficar mais intensa e os ventos alísios de nordeste intensificam-se, empurrando a ZCIT para posições latitudinais mais ao sul (FIGURA Nº 12). Este padrão chama-se dipolo favorável às chuvas para o setor norte do Nordeste do Brasil.

Quando ocorre o contrário, ou seja, o sul está mais frio, a pressão aumenta e os ventos alísios de sudeste intensificam-se, forçando o posicionamento da ZCIT para posições latitudinais mais ao norte (FIGURA Nº 12). Este padrão é chamado de dipolo desfavorável às chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil.

As águas mais aquecidas perto da costa norte do Nordeste também favorecem a evaporação, tornando-se mais uma condição de chuvas para a Região.

FIGURA Nº 12 – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA TÍPICA DA DISTRIBUIÇÃO DE TSM NO ATLÂNTICO



Fonte: FUNCEME

Obs.: Diagrama esquemático da circulação atmosférica típica da distribuição de TSM no Atlântico para: a) anos chuvosos e b) anos secos. A área hachurada indica a posição da ZCIT. O A estilizado representa a alta pressão subtropical e as linhas grossas com flechas indicam a intensificação dos ventos alísios.

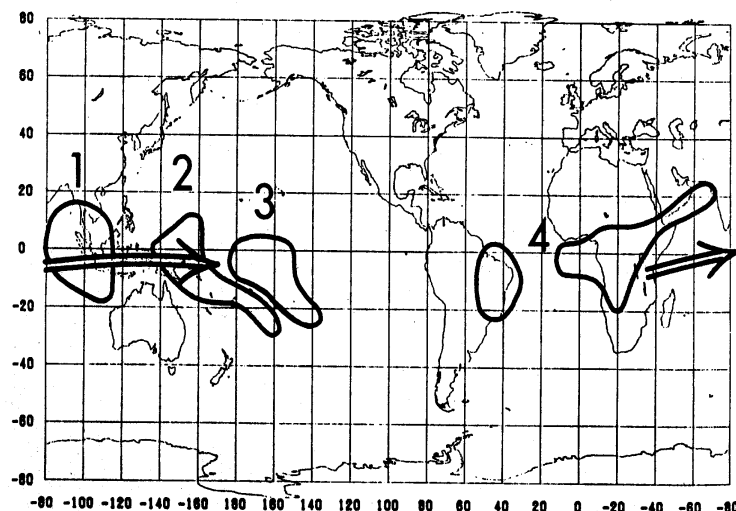
m. INFLUÊNCIA DA OSCILAÇÃO 30-60 DIAS NAS CHUVAS

• **A Oscilação Intrasazonal**

A oscilação intrasazonal de 30-60 dias ou oscilação de Madden e Julian (MADDEN & JULIAN, 1971; 1972) consiste basicamente na propagação, para leste, de uma onda atmosférica no sentido zonal ao longo da globo terrestre e em torno do equador e cuja origem se dá sobre o Pacífico oeste. Essas oscilações constituem o principal fenômeno de escala intrasazonal capaz de ocasionar variações na convecção de grande escala no cinturão tropical ao redor do globo. Estas oscilações são mais evidentes nos campos de anomalias de radiação de onda longa (ROL). A ROL é uma medida de radiação, em ondas longas, emitida por uma determinada superfície em função da sua temperatura. Áreas com temperaturas mais quentes (frias) emitem em magnitude mais (menos) ROL. No caso das áreas tropicais, anomalias negativas (positivas) de ROL indicam áreas com convecção acima (abaixo) da climatologia, associadas a precipitação acima (abaixo) da média.

O MAPA Nº 14 mostra esquematicamente as regiões-padrão detectadas por Weickmann et al. (1985), em que a convecção anômala oscila durante a manifestação da oscilação 30-60 dias. Nota-se sobre a América do Sul uma região de influência que engloba todo o semi-árido nordestino (Região 4).

MAPA Nº 14 – EVOLUÇÃO ESQUEMÁTICA DAS OSCILAÇÕES NO CAMPO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA (ROL) COM ESCALA DE TEMPO ENTRE 28-72 DIAS



Fonte: FUNCEME

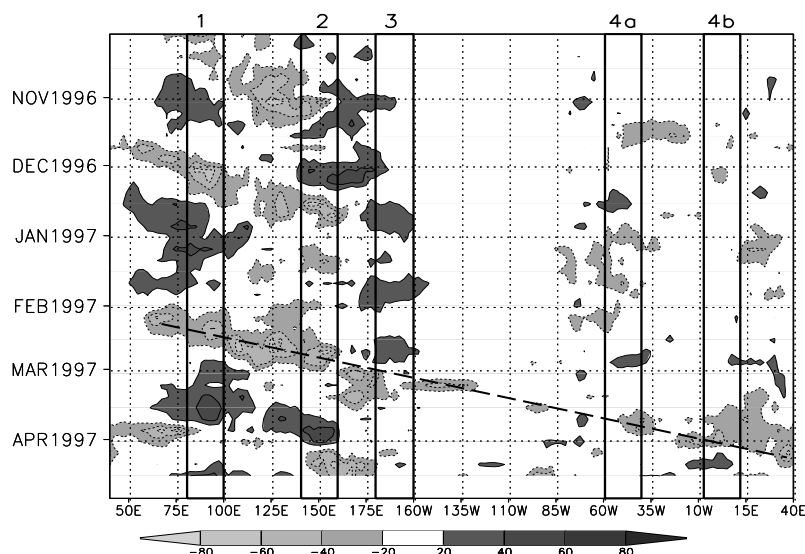
Obs.: Evolução esquemática das oscilações no campo de radiação de onda longa (ROL) com escala de tempo entre 28-72 dias. O ciclo de nebulosidade propaga-se na direção especificada pela seta, ou seja, da região 1 para 2, 3 e 4, respectivamente, sendo que as regiões 1 e 3 oscilam fora de fase com as regiões 2 e 4. Fonte: Weickmann et al. (1985), pg. 948.

Tanto na sua fase positiva (quando a onda faz com que haja uma intensificação da nebulosidade convectiva), quanto na fase negativa (quando a onda está inibindo a nebulosidade), a passagem da oscilação 30-60 dias influencia nas chuvas do Ceará, mesmo nos anos secos.

O melhor entendimento e monitoramento da oscilação 30-60 dias, associado às suas fases positiva e negativa, é importantíssimo para implementação de calendários agrícolas e tomadas de decisão na área de recursos hídricos nas diferentes áreas do setor norte do NEB.

O MAPA Nº 15 apresenta um diagrama longitude versus tempo das anomalias pentadais (médias a cada cinco dias) de ROL desde 01/outubro/96 até 20/abril/97, observando-se sobre a Região da Indonésia e norte da Austrália (entre 75°E e 100°E) o início do pulso da onda associada à oscilação intrasazonal (núcleos de anomalias negativas de ROL, indicativo de nebulosidade convectiva mais ativa do que o normal), por volta do começo de fevereiro/97, a qual se propagou no sentido oeste-leste e levou aproximadamente 60 dias para alcançar o Continente africano. Pelo mapa, nota-se que a oscilação começou a influenciar a região do setor norte do NEB por volta da quinta pênstada de março/97 (a partir do dia 21), ficando até o início de abril/97.

MAPA Nº 15 – SÉRIE TEMPORAL DAS ANOMALIAS PENTADAIS DE ROL, MEDIDAS ENTRE 5°N – 5°S AO LONGO DO GLOBO, DE 01/OUTUBRO/96 ATÉ 20/ABRIL/97

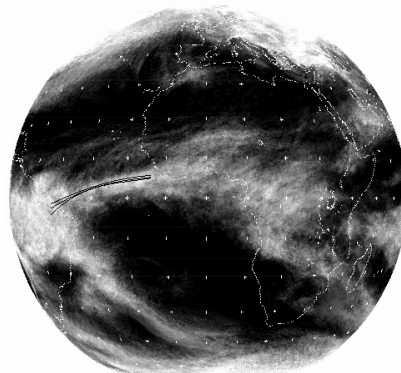


Fonte: FUNCEME

Obs.: Série temporal das anomalias pentadais de ROL, mediadas entre 5°N-5°S ao longo do globo, de 01/outubro/96 até 20/abril/97. O espaçamento entre as isolinhas é de 20Wm². As regiões 1, 2, 3 e 4 referem-se às mesmas mostradas na FIGURA Nº 13. A linha tracejada indica a propagação da onda associada a fase positiva da oscilação 30-60 dias que influenciou o semi-árido nordestino, por volta do final de março/97.

Segundo o monitoramento operacional de clima feito na FUNCEME (Monitor Climático, fevereiro a abril de 1997), até o início da segunda quinzena do mês de março de 97 as chuvas sobre a Região Nordeste estiveram bastante abaixo da média em quase todos os estados, e ainda assim ocorreram de forma isolada. Com a passagem da onda, ou seja, a partir do início da atuação de sua fase positiva sobre a região, houve um favorecimento das condições meteorológicas para ativar a convecção e ocorrerem chuvas mais homogêneas a partir do dia 21/março/97.

FOTO Nº 11 – COMBINAÇÃO DAS IMAGENS GLOBAIS DO SATÉLITE METEOSAT-VI NO CANAL INFRAVERMELHO ENTRE OS DIAS 21 – 28/MARÇO/97

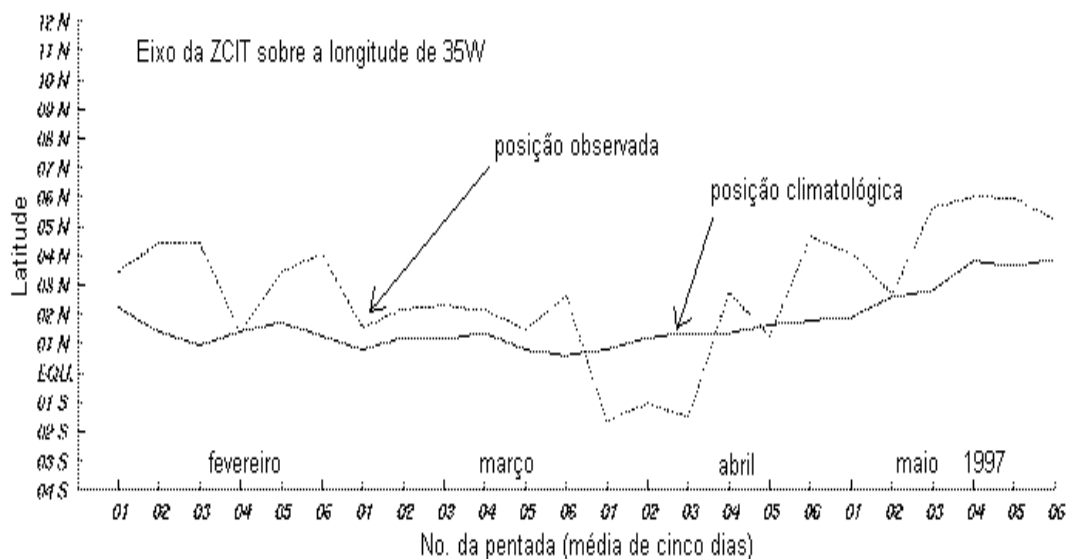


Fonte: FUNCEME

Obs.: A FIGURA Nº 32 mostra a combinação das imagens globais do satélite Meteosat-VI no canal infravermelho entre os dias 21-28/março/97. Observa-se claramente a convecção de grande escala ativada, em associação à passagem da fase positiva da oscilação 30-60 dias sobre a América do Sul, atingindo toda a região do semi-árido nordestino. A convecção de grande escala ativada intensificou uma frente fria que se encontrava em fase de dissipação no litoral da Bahia e, ainda, propiciou o deslocamento do eixo da ZCIT ao sul do equador. As linhas tracejadas representam o posicionamento do eixo da ZCIT sobre a bacia do oceano Atlântico tropical. Linhas pretas representam o posicionamento médio do eixo da ZCIT sobre o Atlântico tropical. Fonte: Monitor Climático Especial, v.2, 1997.

Na FOTO Nº 11, que mostra o posicionamento pentadal do eixo da ZCIT sobre a longitude de 35°W, observada durante os meses da estação chuvosa de 1997 (fevereiro a maio), nota-se que a ZCIT atuou no sentido de favorecer a ocorrência de chuvas na região do semi-árido, somente no final de março e início de abril de 1997 (posições localizadas ao sul do equador). Neste ano, as condições de grande escala sobre os oceanos Pacífico e Atlântico tropicais modularam a estação chuvosa para condições de precipitação abaixo do normal; entretanto, a manifestação da fase positiva da oscilação 30-60 dias atuou de maneira contrária às condições de grande escala, provocando modificações significativas nas condições de tempo e ocasionando a ocorrência de precipitação, durante o final de março e início de abril/97. (FIGURA Nº 13)

FIGURA Nº 13 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DAS PENTADAS DO EIXO MÉDIO DA ZCIT SOBRE A LONGITUDE DE 35°W, SOBRE O ATLÂNTICO TROPICAL



Fonte: Monitor Climático Especial, v.2, 1997.

Obs.: Evolução temporal das pentadas do eixo médio da zcit sobre a longitude de 35°w, sobre o Atlântico tropical, observada durante a estação chuvosa de 1997 (fevereiro a maio)

2.2.4.4 Caracterização Climática

Os estudos climatológicos são de fundamental importância no *diagnóstico ambiental* de qualquer projeto, não somente para a identificação do clima da região, como também para a quantificação dos recursos hídricos de superfície.

2.2.4.5 Parâmetros Climáticos

A área de abrangência da AAE do Complexo Industrial do Porto do Pecém terá seu comportamento climático representado, com razoável aproximação, pela estação meteorológica do Município de Fortaleza.

Essa estação meteorológica é operada pelo INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, o qual publicou em 1992 as normais climatológicas do período 1961-1990, fornecendo, portanto, valores médios dos diversos parâmetros meteorológicos da estação, utilizada no presente estudo.

- **Temperatura**

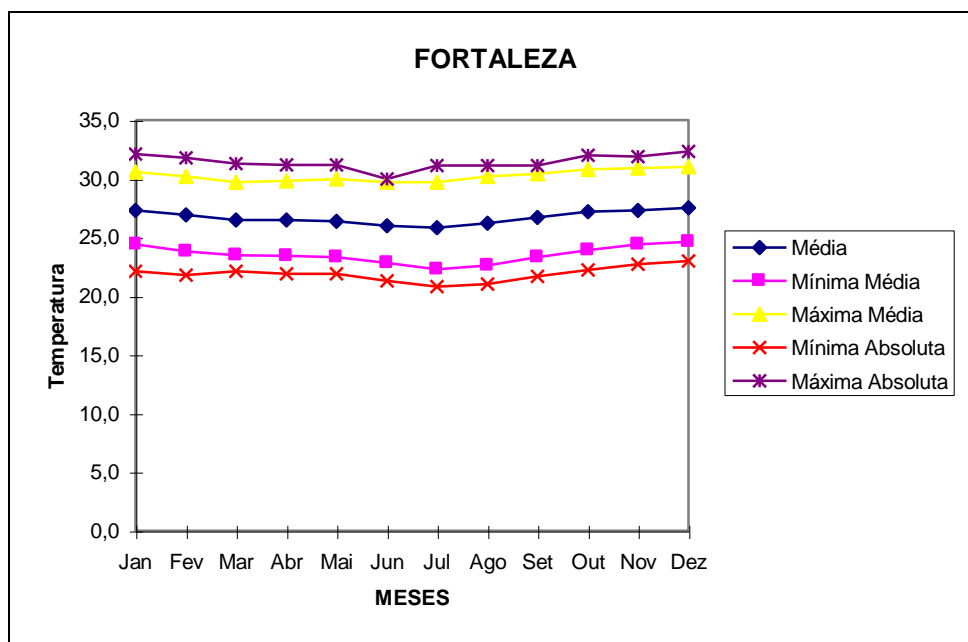
O QUADRO Nº 18 e a FIGURA Nº 14, a seguir, mostram o comportamento climático representado pela estação de Fortaleza.

QUADRO Nº 18 – TEMPERATURA MÉDIA, MÍNIMA MÉDIA, MÁXIMA MÉDIA, MÍNIMA ABSOLUTA E MÁXIMA ABSOLUTA (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE FORTALEZA)

TEMPERATURA	MESES												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Média	27.3	26.9	26.5	26.5	26.4	26.0	25.8	26.2	26.7	27.2	27.3	27.5	26.7
Mínima Média	24.4	23.8	23.5	23.4	23.3	22.8	22.3	22.6	23.3	23.9	24.4	24.6	23.5
Máxima Média	30.6	30.2	29.7	29.8	30.0	29.7	29.7	30.2	30.4	30.8	30.9	31.0	30.3
Mínima Absoluta	22.1	21.8	22.1	21.9	21.9	21.3	20.8	21.0	21.7	22.2	22.7	23.0	21.9
Máxima Absoluta	32.1	31.8	31.3	31.2	31.2	30.0	31.1	31.1	31.1	32.0	31.9	32.3	31.4

Fonte: INEMET (1992)

FIGURA Nº 14 – TEMPERATURAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE FORTALEZA



• **Umidade Relativa do Ar**

A cidade de Fortaleza possui alto índice de umidade relativa em virtude da influência marítima e a taxa de evaporação. A média anual da umidade relativa do ar, segundo dados da FUNCEME, fica em torno de 78,3%, com médias mínimas de 70% e máximas de 86%. O clima é úmido durante todo o ano, oscilando segundo o regime pluvial.

As maiores freqüências de umidade, entre 80% e 90%, ocorrem no período compreendido entre meses de janeiro a julho, predominando nos meses de março e abril. Elas correspondem a 43,7% das horas do

ano. Valores de umidade menores que 70% ocorrem de julho a dezembro e correspondem a 12,5% das horas do ano.

A variação da umidade relativa é inversamente proporcional à variação de pressão, isto é, se a pressão cai, a umidade relativa cresce e sua variação é positiva.

Durante os meses de fevereiro, março e abril (período chuvoso), é notório um aumento da umidade, pois corresponde ao período de maior precipitação.

- **Velocidade do Vento**

Por sua localização na linha de costa, os ventos que incidem sobre a região em estudo devem ter os dados de ventos relativos a áreas costeiras. As medidas de ventos de que se dispõem em Fortaleza não são realizadas nesta área, mas como está em pleno andamento uma campanha de medição de ventos em Pecém, pelas características físicas do local destas medições, tais dados podem perfeitamente ser utilizados em Fortaleza, pois seu comportamento é idêntico.

A estação anemográfica encontra-se implantada na localidade de Pecém-CE, possuindo as seguintes coordenadas geográficas: Lat. 03° 33' 04"S e Long. 38° 49' 51"W

- Instantânea (Seg. Escala *Beaufort*)

Utilizando-se os dados da pior época de ocorrência de ventos na região costeira, constata-se que, de 26/abril/00 a 21/setembro/00, ocorreram velocidades que registraram grau 8, correspondente a ventos "muito fortes", cujas velocidades situam-se entre 17,5 e 21,1m/s, de uma maneira geral com baixa frequência (2,8% máximo); com maior frequência ocorreram velocidades com grau variando entre 7 a 6, correspondentes a ventos "fortes" e "muito frescos", cujas velocidades situam-se entre 17,5 e 11,3m/s. Os ventos de grau 9, entretanto, ocorreram com frequência de 0,2% (baixa) para 66,0 registros obtidos.

As frequências maiores ocorreram para os graus 4, 5, 6 e 7 com 22,3% no mês de julho, 37% no mês de setembro, 29,1% também no mês de set/00, respectivamente. Esses ventos possuem intensidades de 8,7 a 17,5m/s e são caracterizados como ventos de "frescos" a "fortes".

O mês de setembro/00 apresentou ventos com rajadas de grau 6 e de maior frequência de 37% no período, seguido do mês de julho/00, com ventos de grau 6 e frequência de 33,2%, segunda maior frequência.

Os meses que apresentaram rajadas mais fortes foram os meses de setembro e agosto/2000, com rajadas de grau 9 e 8 e frequência de 0,2% e 2,8%, respectivamente.

- Velocidade Média (Seg. Escala *Beaufort*)

No período considerado, 85% das velocidades registradas dos ventos estiveram entre 2 e 8,7m/s, variando a designação de "aragem" a "moderado".

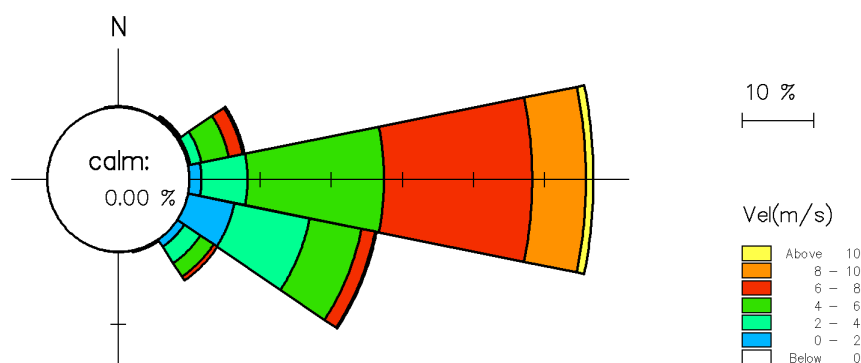
Ocorreram ainda ventos com velocidades médias com grau 5 e 6 com baixa frequência (4,1% e 0,1%), respectivamente, cujas intensidades variam entre 8,7 a 14,4m/s.

- Velocidade Média e Direção dos Ventos

Ainda tendo como base de dados o período considerado, a direção dominante dos ventos foi de leste, com frequência de 56,96% e intensidade variando de 12,8m/s a 1,40m/s, sendo a velocidade média ponderada igual a 6,03m/s. A segunda e terceira dominâncias em termos de direção, com 27,11% e 8,15% de frequências, são as direções ESE e ENE, respectivamente.

A velocidade média máxima observada teve direção E, com valor de 12,8m/s. Na FIGURA Nº 15 estão as direções e valores das velocidades dos ventos.

FIGURA Nº 15 – FIGURA REPRESENTATIVA DAS DIREÇÕES E VALORES DOS VENTOS ESTUDADOS



- Considerações sobre o Regime de Ventos

A velocidade máxima instantânea registrada no período atingiu a classe 9, vento “duro”, no mês de setembro/2000, mas com frequência muito baixa, de 0,2%.

No período analisado, foram registrados ventos “muito fortes”, classe 8, nos meses de abril/2000 a setembro/2000. Destacou-se o mês de setembro/2000, com ventos “muito fortes”, classe 8, com frequência de 0,7%.

A direção dominante e reinante, no mesmo período, foi de leste, representando 56,96% das medidas.

- **Insolação**

A insolação média está em torno de 2.900 a 3.000 horas de sol/ano. O valor médio de horas de sol é de 8 horas/diárias, atingindo seu máximo de setembro a novembro, quando ultrapassa as 9h. O valor mínimo da insolação é de 6 a 7 horas/diárias de radiação solar e ocorre geralmente no mês de março.

É importante salientar que Fortaleza possui o segundo maior índice de insolação das capitais do Brasil, perdendo somente para João Pessoa.

Os menores valores são registrados nos meses de março a abril. Durante os meses de agosto a novembro, têm-se as maiores insolações, ou seja, o maior número de horas de sol.

O maior percentual de insolação é observado no período seco, enquanto que no período chuvoso são observados os menores índices.

Nos meses de março e setembro, acontece o equinócio, quando, ao meio dia, o ângulo da altura do sol é de 90°. Nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto, a inclinação do ângulo solar acontece para o norte e seu menor valor ao meio dia acontece no solstício de inverno em 22 de junho (67° 47'). Nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, a inclinação do ângulo solar acontece para o sul e seu menor valor ocorre ao meio dia no solstício de verão no dia 22 de dezembro (70° 19').

- **Evaporação**

A evaporação normalmente é medida pelos seguintes aparelhos: evaporímetro de Piché e evaporímetro Tanque Classe "A".

O evaporímetro de Piché mede apenas o poder evaporativo do ar, porquanto é instalado no abrigo meteorológico da estação e, conseqüentemente, ao abrigo de radiação solar e de fortes ventos. O QUADRO N° 19 apresenta seus valores médios.

QUADRO N° 19 – EVAPORAÇÃO DE PICHÉ (MM)

POSTO	MESES												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Fortaleza	129.9	98.7	75.3	69.8	80.4	96.5	116.9	157.1	164.3	178.5	167.2	151.7	1486.3

O Tanque Classe "A" mede a evaporação, porquanto exposto ao vento e à radiação solar. Esse aparelho, contudo, não fornece a evaporação real de lagos e açudes, medindo apenas o seu potencial evaporativo. No Estado do Ceará, usa-se o coeficiente igual a 0,80 para estimar a evaporação dos açudes, a partir da evaporação do Tanque Classe "A" - conhecido como Coeficiente do Tanque Classe "A".

Na publicação do INMET - Normais Climatológicas (1961-1990) é apresentada a evaporação de Piché e não a do Tanque Classe "A". Como na referida publicação não está especificado o aparelho utilizado, é bastante possível sua utilização como sendo a evaporação do Tanque Classe "A", o que seria bastante lamentável, uma vez que a evaporação de Piché é bem inferior à do Tanque Classe "A".

No QUADRO Nº 20, encontra-se demonstrada a evaporação medida no evaporímetro Tanque Classe "A".

QUADRO Nº 20 – EVAPORAÇÃO TANQUE CLASSE "A" (MM)

POSTO	MESES												ANO
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
Fortaleza	223.7	171.5	150.1	145.0	162.8	161.5	200.2	247.1	265.8	272.9	264.8	262.4	2527.8

- **Evapotranspiração**

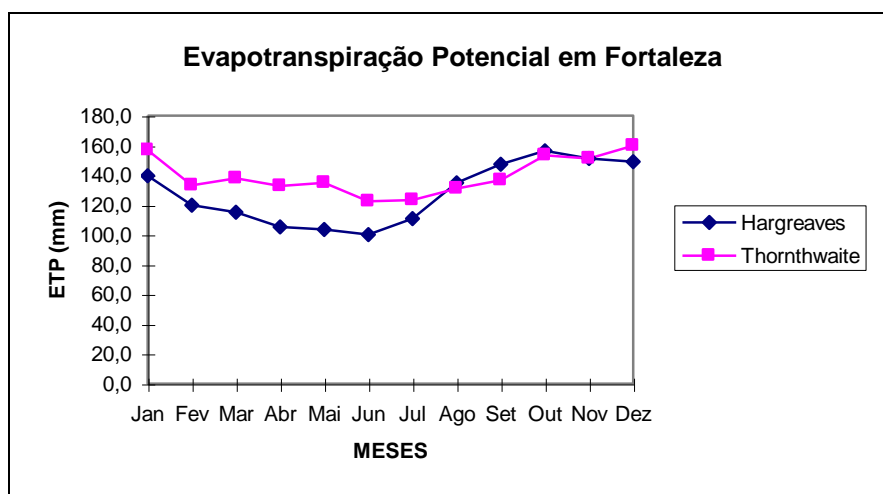
A evapotranspiração potencial pode ser avaliada pelos métodos de *Thorntwaite* e de *Hargreaves*, sendo este o mais utilizado, pois foi desenvolvido no Nordeste brasileiro.

O QUADRO Nº 21 e a FIGURA Nº 16 mostram a evapotranspiração potencial em Fortaleza.

QUADRO Nº 21 – EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL EM FORTALEZA (MM)

MÉTODO	MESES												ANO
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
<i>Hargreaves</i>	139.8	119.9	115.1	105.1	103.4	100.3	110.9	134.8	147.4	156.4	151.1	149.0	1533.2
<i>Thorntwaite</i>	157	133	138	133	135	123	123	131	136	153	151	160	1674.0

FIGURA Nº 16 – EVAPOTRANSPIRAÇÃO POTENCIAL MÉDIA DE THORNTHWAITE E DE HARGREAVES



A estação chuvosa concentra-se fortemente no primeiro semestre, chegando a atingir 93% do total da precipitação anual. Os meses-limite, janeiro e julho, possuem média de 13 dias de chuva e os demais meses 21 dias.

No segundo semestre, a distribuição de chuvas se caracteriza pela escassez, atingindo níveis de apenas 257,9mm, sendo os meses de setembro a novembro os mais secos, apresentando uma média de nove dias por mês.

Nos meses restantes, as precipitações são insignificantes, com exceções feitas, em alguns anos, quando o período chuvoso começa no mês de dezembro, consolidando-se a partir da segunda quinzena de fevereiro, com as maiores precipitações sendo registradas entre os meses de março e maio, sendo abril o mês em que mais chove.

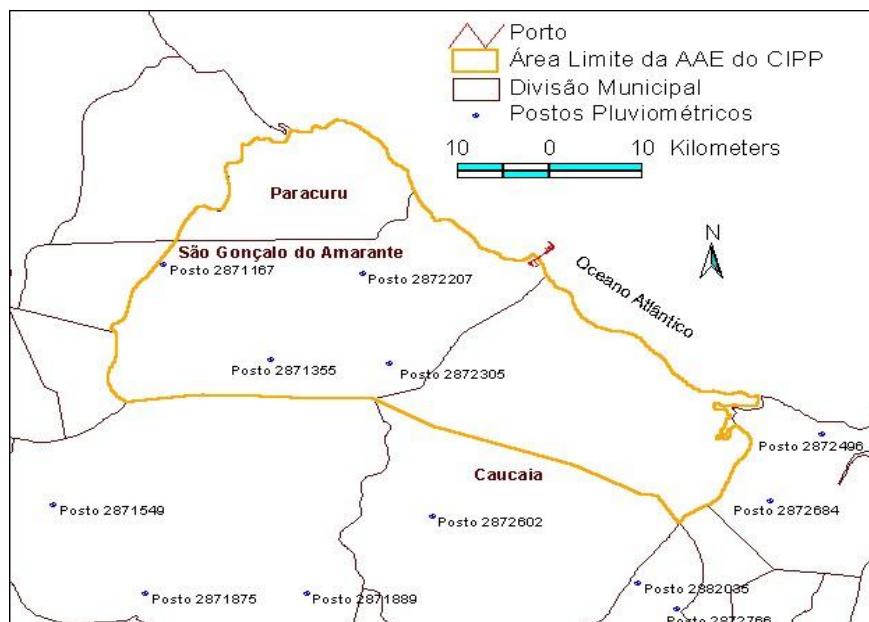
Os estudos pluviométricos na área de influência da Avaliação Ambiental Estratégica, AAE do CIPP requer em uma análise das informações pluviométricas existentes, as quais serão baseadas nos postos pluviométricos apresentados no QUADRO Nº 22, onde são mostradas suas principais características.

QUADRO Nº 22 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS POSTOS PLUVIOMÉTRICOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA AAE DO CIPP

Nº DE ORDEM	CÓDIGO	NOME DO POSTO	MUNICÍPIO	COORDENADAS		ALTITUDE (M)	DATA DA INSTALAÇÃO
				LATITUDE	LONGITUDE		
1	2871875	Irapuã	Pentecoste	03º 55'	39º 08'	200	12/1961
2	2871889	Matias	Pentecoste	03º 56'	39º 04'	100	01/1962
3	2872305	Umarituba	S. Gonçalo do Amarante	03º 40'	38º 59'	085	03/1962
4	2872602	Sítios Novos de Cima	Caucaia	03º 49'	39º 00'	090	04/1962
5	2872766	Maranguape	Maranguape	03º 53'	38º 41'	067	10/1910
6	2872496	Fortaleza / Central	Fortaleza	03º 44'	38º 32'	026	11/1912
7	2871549	Pentecoste (aç)	Pentecoste	03º 47'	39º 16'	050	03/1951
8	2872207	S. Gonçalo do Amarante	S. Gonçalo do Amarante	03º 36'	38º 58'	084	05/1927
9	2871355	S. Luis do Curu	S. Luis do Curu	03º 40'	39º 14'	035	01/1912
10	2871167	Serrote	S. Gonçalo do Amarante	03º 33'	39º 10'	050	12/1961
11	2872684	Mondubim	Fortaleza	03º 48'	38º 35'	030	01/1910
12	2882035	Columinjuba	Maranguape	04º 01'	38º 50'	350	11/1915

A distribuição desses postos nessa área está no MAPA Nº 16.

MAPA 16 – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS UTILIZADOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP



No QUADRO Nº 23, os valores de precipitação (em milímetros) obtidos segundo a função de distribuição de Pearson tipo III para vários períodos de retorno (em ano) de cada um dos postos acima.

QUADRO Nº 23 – PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS (MM) SEGUNDO A FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO PEARSON III

PERÍODOS DE RETORNO	PRECIPITAÇÃO MÁXIMA DIÁRIA (MM)			
	Posto 2871167	Posto 2872207	Posto 2871355	Posto 2872305
2 anos	74,50	77,13	70,89	76,13
5 anos	99,27	103,33	101,09	108,84
10 anos	113,92	119,96	121,57	129,47
20 anos	127,17	135,45	141,45	148,88
50 anos	143,65	155,07	167,57	173,90
100 anos	155,74	169,58	187,52	192,86
500 anos	183,59	203,00	235,33	238,30
1.000 anos	195,76	217,47	256,79	258,87
10.000 anos	238,11	266,68	332,98	333,52

PERÍODOS DE RETORNO	PRECIPITAÇÃO (MM)			
	Posto 2872496	Posto 2872684	Posto 2871549	Posto 2872602
2 anos	85,09	104,94	63,93	78,63
5 anos	115,56	138,78	80,73	119,30

Continua

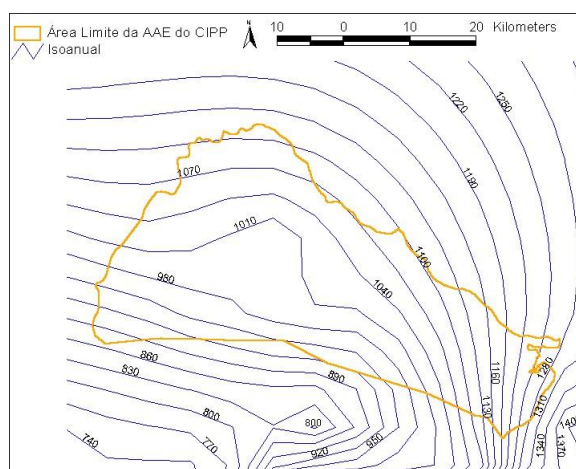
QUADRO Nº 23 – PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DIÁRIAS (MM) SEGUNDO A FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO PEARSON III (Continuação)

PERÍODOS DE RETORNO	PRECIPITAÇÃO (MM)			
	Posto 2872496	Posto 2872684	Posto 2871549	Posto 2872602
10 anos	137,53	159,21	90,66	148,04
20 anos	159,47	177,91	99,68	177,16
50 anos	188,93	201,41	110,95	217,63
100 anos	211,77	218,79	119,29	250,46
500 anos	267,25	259,24	138,72	336,76
1.000 anos	292,37	277,06	147,33	379,33
10.000 anos	381,93	339,63	177,84	552,02

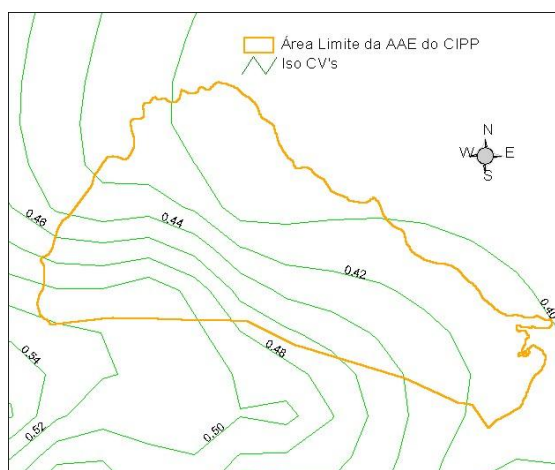
PERÍODOS DE RETORNO	PRECIPITAÇÃO (MM)			
	Posto 2871875	Posto 2871899	Posto 2872766	Posto 2882035
2 anos	65,21	63,84	78,91	73,15
5 anos	87,93	95,14	101,53	102,35
10 anos	102,02	117,50	117,00	122,82
20 anos	115,18	140,01	131,99	143,06
50 anos	132,08	170,82	151,58	170,14
100 anos	144,86	195,28	166,41	191,14
500 anos	175,54	257,24	201,43	242,46
1.000 anos	189,47	286,58	216,88	265,89
10.000 anos	240,41	398,44	270,35	350,81

Os MAPAS Nºs 17 e 18, a seguir, representam as isoietas de precipitação média anual e iso CV's, respectivamente, na área de influência da AAE do CIPP.

MAPA Nº 17 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM) NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP



MAPA Nº 18 – ISSO CV'S NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP



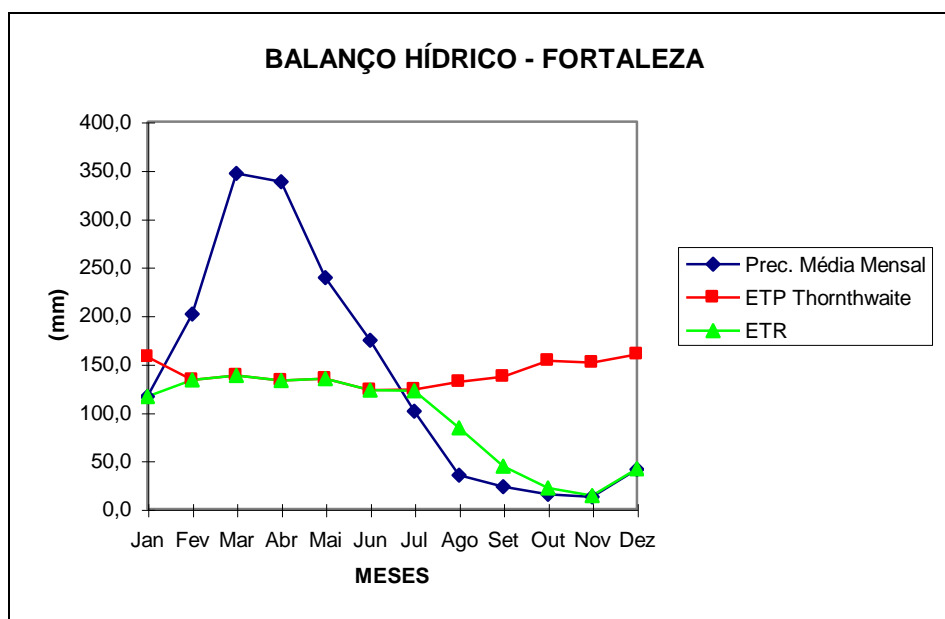
• **Balanço Hídrico**

A fim de possibilitar o conhecimento da necessidade de irrigação de qualquer bacia, utiliza-se normalmente o balanço hídrico de *Thornthwaite* e *Mather*, o qual mostra os excessos e deficiências hídricas da bacia considerada.

Além disso, o balanço hídrico de *Thornthwaite* e *Mather* permite o cálculo de alguns índices, tornando possível a definição climática da bacia estudada.

No verão - janeiro a março - e no outono - abril a junho, o balanço hídrico em Fortaleza mostra que há substancial excesso hídrico, conforme constata-se facilmente na FIGURA Nº 17 e QUADRO Nº 24.

FIGURA Nº 17 – BALANÇO HÍDRICO DE THORNTHWAITE E MATHER



QUADRO Nº 24 – BALANÇO HÍDRICO SEGUNDO THORNTHWAIE & MATHER (FORTALEZA)

MÊS	PREC. MÉDIA MENSAL (MM)	ETP THORNTHWAITE (MM)	P-ETP (MM)	NEGATIVO ACUMULADO (MM)	ARMAZ	ALTERAÇÃO DO ARMAZ.	ETR (MM)	DÉFICT (MM)	EXCESSO (MM)
Jan	116.4	157.0	-40.6	-669.6	0	0	116.4	40.6	0.0
Fev	201.5	133.4	68.1	0.0	68.1	68.1	133.4	0.0	0.0
Mar	346.7	138.0	208.7	0.0	100	31.9	138.0	0.0	176.8
Abr	338.1	132.6	205.5	0.0	100	0	132.6	0.0	205.5
Mai	238.7	134.7	104.0	0.0	100	0	134.7	0.0	104.0
Jun	174.1	122.5	51.6	0.0	100	0	122.5	0.0	51.6
Jul	100.8	123.5	-22.7	-22.7	79	-21	121.8	1.7	0.0
Ago	34.7	131.2	-96.5	-119.2	30.0	-49	83.7	47.5	0.0
Set	23.0	136.5	-113.5	-232.6	9.0	-21	44.0	92.5	0.0
Out	15.0	153.3	-138.3	-371.0	2.0	-7	22.0	131.3	0.0
Nov	12.6	151.4	-138.8	-509.8	1.0	-1	13.6	137.8	0.0
Dez	40.8	160.0	-119.2	-629.0	0.0	-1	41.8	118.2	0.0
ANO	1642.4	1674.0				0.0	1104.5	569.6	537.9

• **Classificação Climática**

Os estudos climatológicos são de fundamental importância no diagnóstico ambiental de qualquer projeto, não somente para a identificação do clima da região, como, também, para a quantificação dos recursos hídricos de superfície.

Os dados climatológicos utilizados no presente estudo foram obtidos da Fundação Cearense de Meteorologia – FUNCEME, relativos aos últimos 20 anos.

- **Classificação de Thornthwaite**

A classificação climática, segundo THORNTHWAITE, a qual é a mais adequada para a região do Nordeste do Brasil, baseia-se nos resultados apresentados pelo BALANÇO HÍDRICO de THORNTHWAITE & MATHER (QUADROS Nºs 25 a 28).

Essa classificação climática é obtida através dos seguintes índices:

Índice de Umidade, $I_u(\%)$, dado pela expressão:

$$I_u(\%) = 100 * (EXC / ETP) \quad (1)$$

Onde:

EXC - Excesso hídrico do ano, em mm; e

ETP - Evapotranspiração potencial do ano, em mm.

Índice de Aridez, $I_a(\%)$, dado pela expressão:

$$I_a(\%) = 100 * (DEF / ETP) \quad (2)$$

Onde:

DEF - Déficit hídrico do ano, em mm; e

ETP - Evapotranspiração potencial do ano, em mm.

Índice de Eficiência Térmica, I_{et} (mm), dado por:

$$I_a(\%) = ETP \quad (3)$$

Onde:

ETP - Evapotranspiração potencial do ano, em mm.

Índice de Efetivo de Umidade, I_{eu} (%), dado por:

$$I_{eu}(\%) = I_u(\%) - 0,6 * I_a(\%) \quad (4)$$

QUADRO Nº 25 – TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITE, EM FUNÇÃO DO I_{EU} (%)

ÍNDICE EFETIVO DE UMIDADE $I_{eu}(\%)$	TIPO CLIMÁTICO
$I_{eu}(\%) > ou = a 100$	A - Super úmido
$80 < ou = I_{eu}(\%) < 100$	B ₄ - Úmido
$60 < ou = I_{eu}(\%) < 80$	B ₃ - Úmido
$40 < ou = I_{eu}(\%) < 60$	B ₂ - Úmido
$20 < ou = I_{eu}(\%) < 40$	B ₁ - Úmido
$0 < ou = I_{eu}(\%) < 20$	C ₂ - Úmido e Sub-úmido
$-20 < ou = I_{eu}(\%) < 0$	C ₁ - Seco e Sub-úmido
$-40 < ou = I_{eu}(\%) < -20$	D - Semi-árido
$-60 < ou = I_{eu}(\%) < -40$	E - Árido

QUADRO Nº 26 – SUBTIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITE, EM FUNÇÃO DO I_A (%) OU DO I_U (%)

CLIMAS SECOS	CLIMAS ÚMIDOS
ÍNDICE DE UMIDADE SUBTIPOS CLIMÁTICOS	ÍNDICE DE ARIDEZ SUBTIPOS CLIMÁTICOS
0 – 10d – pequeno ou nenhum excesso hídrico	0 – 16,7r – pequeno ou nenhuma deficiência hídrica
10 – 20S – moderado excesso hídrico no inverno	16,7 – 33,3S – moderado deficiência hídrica no verão
10 – 20W - moderado excesso hídrico no verão	16,7 – 33,3W – moderado deficiência hídrica no inverno
> 20S ₂ – grande excesso hídrico no inverno	> 33,3S ₂ – grande deficiência hídrica no verão
> 20W ₂ – grande excesso hídrico no inverno	> 33,3W ₂ – grande deficiência hídrica no inverno

QUADRO Nº 27 – TIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITE, EM FUNÇÃO DO I_{ET} (MM)

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA TÉRMICA I_{ET} (mm)	TIPO CLIMÁTICO
< 142	E' - Gelo perpétuo
142 < ou = I_{EU} (%) < 285	D' - Tundra
285 < ou = I_{EU} (%) < 427	C'1 - Microtérnico
427 < ou = I_{EU} (%) < 570	C'2 - Microtérnico
570 < ou = I_{EU} (%) < 712	B'1 - Mesotérnico
712 < ou = I_{EU} (%) < 855	B'2 - Mesotérnico
855 < ou = I_{EU} (%) < 997	B'3 - Mesotérnico
997 < ou = I_{EU} (%) < 1140	B'4 - Mesotérnico
I_{EU} (%) > ou = 1140	A' - Megatérnico

QUADRO Nº 28 – TIPOS SUBTIPOS CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITE, EM FUNÇÃO DA PORCENTAGEM DE VERÃO, DO I_{ET} (MM)

ÍNDICE DE EFICIÊNCIA TÉRMICA CONCENTRAÇÃO DE VERÃO (%) - MESES DE NOVEMBRO A JANEIRO	SUBTIPO CLIMÁTICO
< 48	a'
48,0 - 51,9	b' 4
51,9 - 56,3	b' 3
56,3 - 61,6	b' 2
61,6 - 68,0	b' 1
68,0 - 76,3	c' 2
76,3 - 88,0	c' 1
> ou = 88,0	d'

Para Fortaleza, obteve-se os seguintes valores para os índices descritos acima: (QUADRO Nº 29)

QUADRO Nº 29 – ÍNDICES E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICOS SEGUNDO THORNTHWAITE

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	ÍNDICES CLIMÁTICOS				CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE
	I_{EU} (%)	I_a (%)	I_{ET} (mm)	I_u (%)	
Fortaleza	11,7	34,0	1674,0	32,1	C ₂ W ₂ A'a'

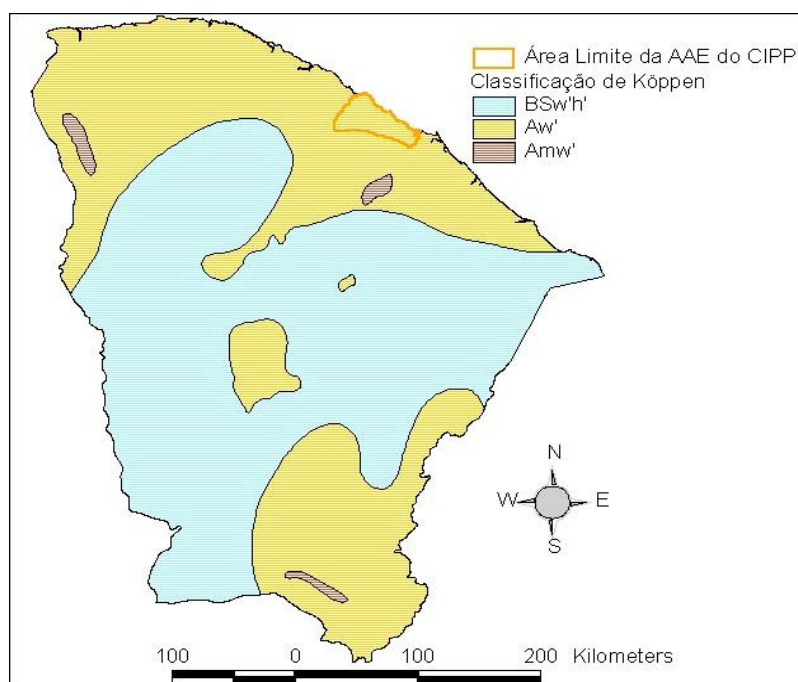
Conforme a classificação climática de Thornthwaite, Fortaleza possui clima sub-úmido, com grande deficiência hídrica no inverno e primavera (julho a dezembro), megatérnico, apresentando pequena variação da evapotranspiração potencial ao longo do ano.

- Classificação de Köppen

A classificação de Köppen é de fácil aplicação, uma vez que os parâmetros utilizados, precipitação e temperatura, são determinados mesmo pelas estações climatológicas mais simples.

A determinação do clima de acordo com a classificação de Köppen é possível com a utilização do ArcView GIS, onde se faz a intersecção do mapa de Classificação Climática de Köppen do Estado do Ceará com o tema que representa a área de influência da AAE do CIPP (MAPA Nº 19). O clima na área em estudo é do tipo Aw, característico de “clima tropical chuvoso”, com dois períodos distintos, correspondendo um deles ao período seco, que se prolonga por sete a oito meses, e outro ao período chuvoso, que, na maioria das vezes, não ultrapassa cinco meses.

MAPA Nº 19 – CLASSIFICAÇÃO DE KÖPPEN



- Classificação de Gaussen

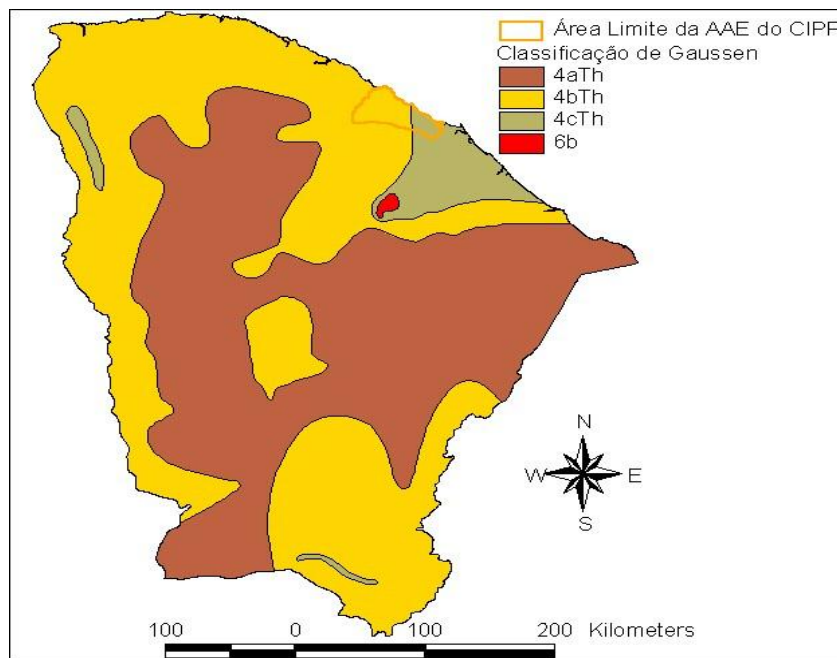
A adoção da classificação de Gaussen permite melhor relacionamento com as paisagens fitogeográficas. Esta classificação leva em conta o ritmo das temperaturas e precipitações durante todo o ano, utilizando médias mensais e considerando os estados favoráveis e desfavoráveis à vegetação. Fundamenta-se na determinação do período seco e índice xerotérmico.

As características gerais desse clima são: curva térmica sempre positiva; dias curtos secos; índice xerotérmico, variando entre 0 e 200; período seco, variando entre 1 e 8 meses consecutivos. O período seco (verão) e o período úmido (inverno) são bem acentuados e nitidamente marcados. A região termaxérica é caracterizada por curva térmica sempre positiva (entre 15°C e 20°C para mês mais frio).

A determinação do clima de acordo com a classificação de *Gausсен* é possível com a utilização do *ArcView GIS*, onde se faz a intersecção do Mapa de Classificação Climática de *Gausсен*, do Estado do Ceará com o tema que representa a área de influência da AAE do CIPP (MAPA Nº 20).

A área em estudo enquadra-se no clima 4cTh - (tropical quente de seca atenuada. Seca de inverno. Índice xerotérmico entre 40 e 100. Número de meses secos entre 3 e 4) e no clima 4bTh. A vegetação predominante nessa área é complexo vegetacional da zona litorânea.

MAPA Nº 20 – CLASSIFICAÇÃO DE GAUSSEN



2.2.4.6 Caracterização Fisiográfica das Bacias Hidrográficas

Em linhas gerais, o ciclo hidrológico pode ser visto como um sistema hidrológico fechado, uma vez que a quantidade total de água na terra é constante, entretanto, é comum o estudo, pelos hidrologistas, de subsistemas abertos. Dentre as regiões hidrológicas, a bacia hidrográfica destaca-se como região de efetiva importância prática em razão de simplicidade que oferece na aplicação do balanço hídrico.

Segundo Chow et al. (1998), bacia hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, dispendo de uma simples saída para que toda vazão efluente seja descarregada.

- **Divisores**

A bacia hidrográfica é necessariamente contornada por um divisor, assim designado por ser a linha de separação que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminham o escoamento superficial resultante para um ou de outro sistema fluvial. São 3 os divisores de uma bacia:

- Geológico;
- freático; e
- topográfico.

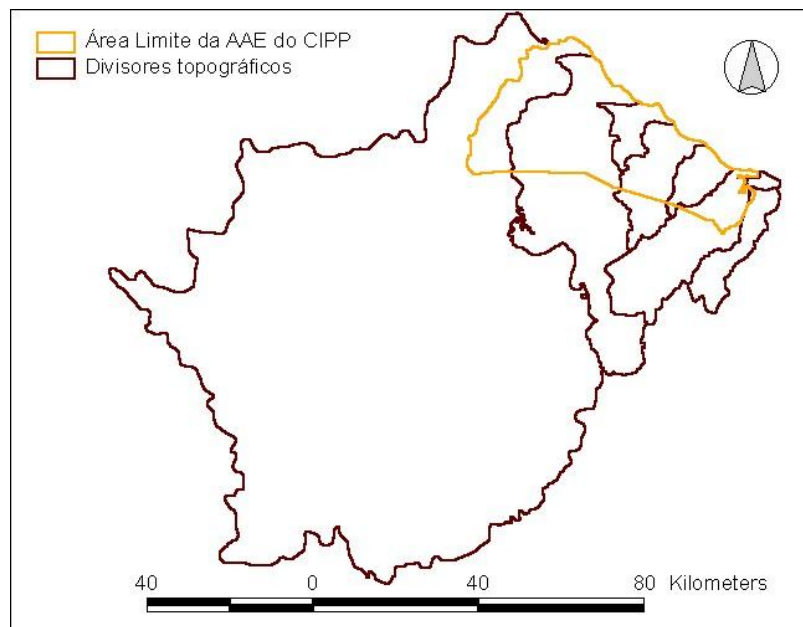
Na prática, o que se faz é limitar a bacia a partir de curvas de nível, tomando pontos de cotas mais elevadas para comporem a linha de divisão topográfica, em razão das dificuldades de se efetivar o traçado limitante com base nas formações rochosas (os estratos não seguem um comportamento sistemático e a água precipitada pode escoar antes de infiltrar) e no nível freático (em virtude das alterações ao longo das estações do ano).

- **Características Físicas de uma Bacia Hidrográfica**

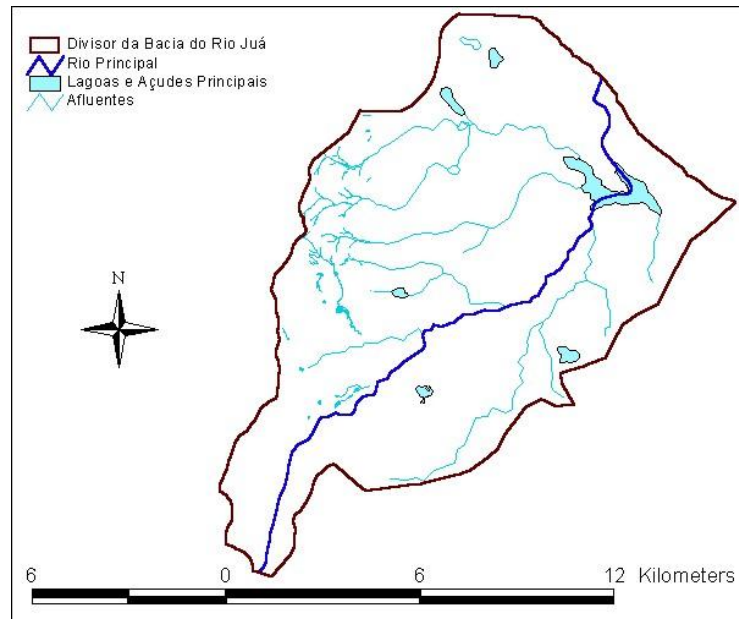
As características físicas de uma bacia são elementos de grande importância em seu comportamento hidrológico. De fato, existe estreita correspondência entre o regime hidrológico e estes elementos, sendo, portanto, de grande utilidade prática o conhecimento destes elementos, pois, ao se estabelecerem relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, podem ser determinados indiretamente os valores hidrológicos em seções ou locais de interesse nos quais faltem dados ou em regiões onde, por causa de fatores de ordem física ou econômica, não seja possível a instalação de estações hidrométricas.

A Área de Influência da AAE do CIPP intercepta sete bacias hidrográficas: a bacia do rio Maranguapinho, do rio Ceará, do rio Juá, do rio Cahuype, do rio Gereraú, do rio São Gonçalo e do rio Curu, conforme mostram os MAPAS N^{os} 21 a 26.

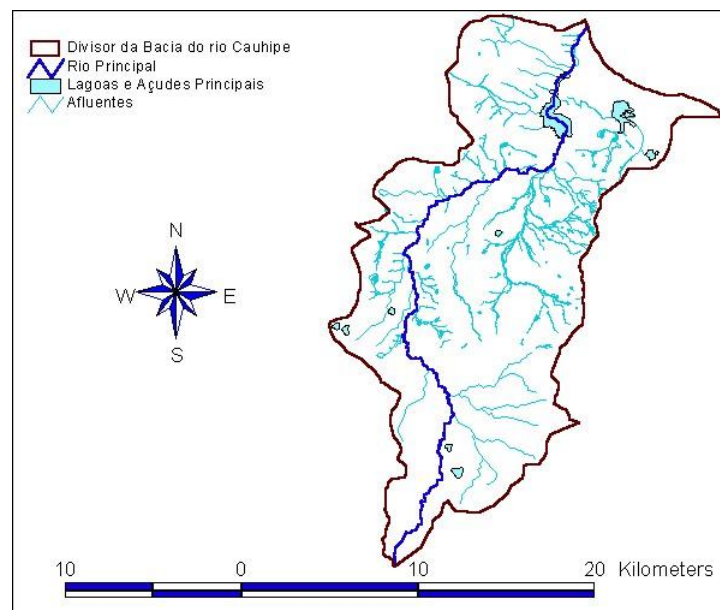
MAPA N^o 21 – BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP



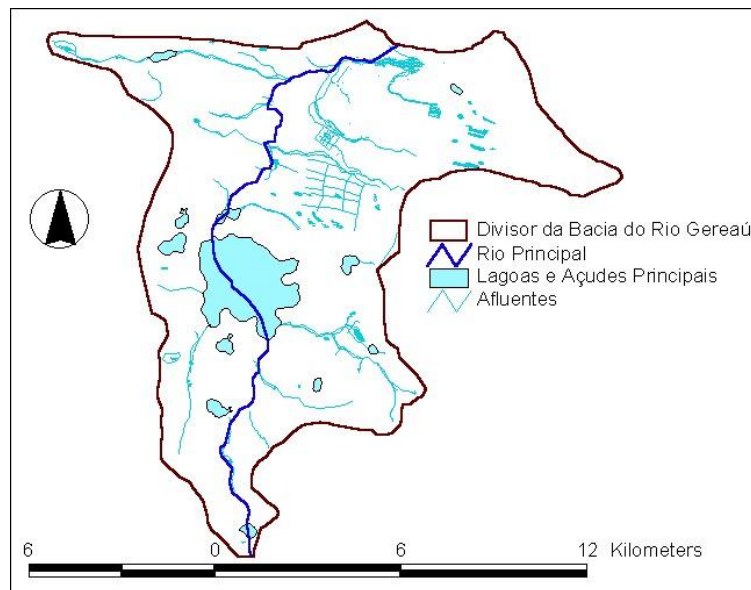
MAPA Nº 22 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUÁ



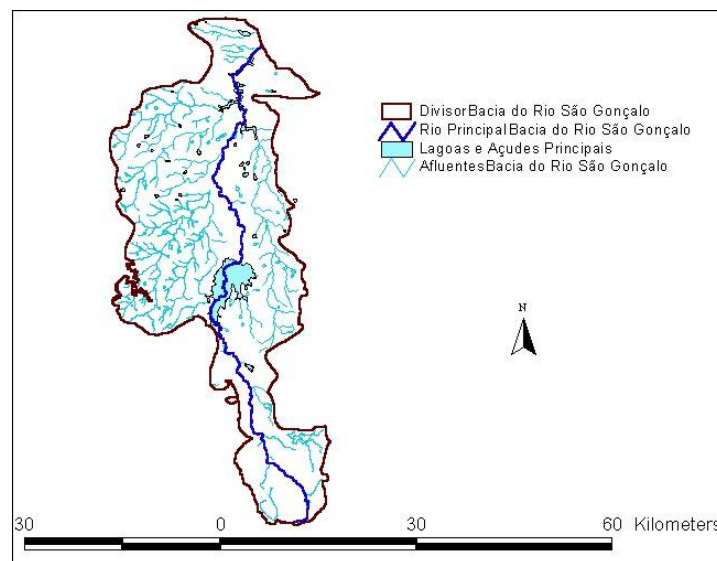
MAPA Nº 23 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAHUYPE



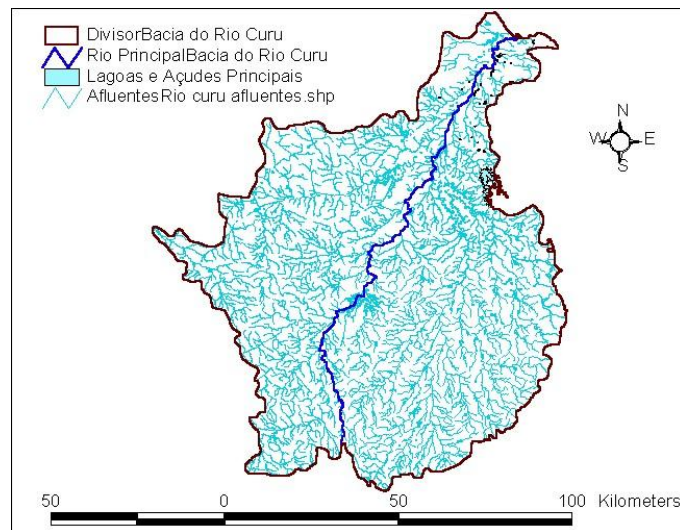
MAPA Nº 24 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GEREAÚ



MAPA Nº 25 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO GONÇALO



MAPA Nº 26 – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CURU



A seguir, será feita, de forma sucinta, uma abordagem de cada uma dessas características.

- **Área de Drenagem**

A área de uma bacia de drenagem é a área plana inclusa entre seus divisores topográficos (VILLELA, 1975). As áreas das bacias nos mapas há pouco mostradas foram determinadas com a utilização do ArcView GIS 3.2, a partir das cartas planimétricas de Fortaleza, Baturité, São Luís do Curu, Paracuru, Irauçuba, Taperuaba e Lagoa de São Pedro, digitalizadas na escala 1:100.000.

- **Forma da Bacia**

A bacia hidrográfica apresenta um formato, após ter seu contorno definido.

O formato da área plana de uma bacia de drenagem exerce influência no tempo de concentração, ou seja, no tempo decorrido pela água a partir dos limites da bacia até o seu exutório (seção de controle). O formato depende da estrutura geológica do terreno.

Os índices que determinam a forma da bacia procuram relacioná-la com formas geométricas conhecidas, como o coeficiente de compacidade, que a relaciona com um círculo, e o fator de forma, que a relaciona com um retângulo.

- Coeficiente de compacidade (Kc)

É a relação entre os perímetros da bacia e de um círculo de área igual à da bacia.

$$A = \pi r^2 \quad [L^2] \quad (5)$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad [L]$$

$$(6) K_c = \frac{P}{2\pi r} = \frac{P}{2\pi \sqrt{A}/\sqrt{\pi}}$$

$$\cong 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (7)$$

P = perímetro da bacia, [L]

Um coeficiente mínimo igual a 1 corresponderia à bacia circular; portanto, inexistindo outros fatores, quanto maior o K_c menos propensa a enchente é a bacia.

- Fator de forma (K_f)

É a relação entre a largura média da bacia (\bar{L}) e o comprimento axial do curso d'água (L). O comprimento axial (comprimento do rio principal) é medido seguindo-se o curso d'água mais longo desde a cabeceira mais distante da bacia até a desembocadura. A largura média é obtida pela divisão da área da bacia pelo comprimento axial da bacia. Este fator também indica a maior ou menor tendência de cheias de uma bacia. Uma bacia com K_f baixo (L grande) será menos propensa a cheias do que outra com mesma área, mas K_f maior. Isto ocorre pelo fato de que numa Bacia estreita e longa (K_f baixo), é baixa a probabilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo toda a sua extensão.

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L} \quad (8)$$

Sendo $\bar{L} = \frac{A}{L}$, temos

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (9)$$

- **Sistema de Drenagem**

O sistema de drenagem de uma bacia é constituído por todos os canais, quer sejam perenes, intermitentes ou efêmeros. Uma bacia bem drenada tem menor tempo de concentração, ou seja, o escoamento superficial concentra-se mais rapidamente e os picos de enchente são altos.

As características de uma rede de drenagem podem ser razoavelmente descritas pela ordem dos cursos d'água, densidade de drenagem, extensão média do escoamento superficial e sinuosidade do curso d'água.

- **Ordem dos Cursos D'água**

O grau de ramificação ou bifurcação da rede de drenagem dentro de uma bacia é identificado pela ordem dos cursos d'água.

Segundo Chow (1964), designam-se todos os pequenos canais que não se ramificam (podendo desembocar no rio principal ou em seus ramos) como sendo de primeira ordem. A junção de dois canais de primeira ordem forma um canal de segunda ordem; quando dois rios de segunda ordem se juntam, forma-se um rio de terceira ordem, e assim por diante.

A ordem do rio principal mostra a extensão da ramificação da bacia.

- Densidade de Drenagem (Dd)

A densidade de drenagem é expressa pela relação entre o comprimento total de todos os cursos d'água de uma bacia (sejam eles efêmeros, intermitentes ou perenes) e sua área total.

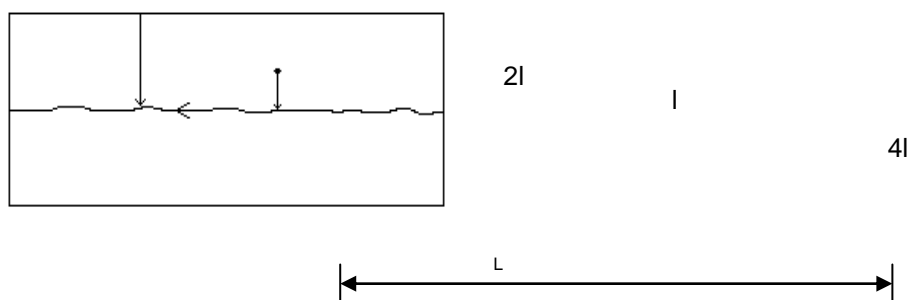
$$D_d = \frac{\sum l_i}{A} \quad (10)$$

Apesar de existirem poucas informações sobre a densidade de drenagem de bacias hidrográficas, este índice varia de 0,5km/km², para bacias com drenagem pobre, a 3,5km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas (VILLELA, 1975).

- Extensão Média do escoamento Superficial (I)

Este índice é definido como sendo a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água qualquer da bacia.

As bacias em estudo são transformadas em retângulo de mesma área, onde o lado maior é o comprimento do rio principal (L) que passa pelo centro.



$$4L \times l = A$$

$$\text{assim, } l = \frac{A}{4L} \quad (11)$$

- Sinuosidade do curso d'água (Sin)

É a relação entre o comprimento do rio principal (L) e o comprimento do talvegue (L_r).

$$\text{Sin} = \frac{L}{L_t} \quad (12)$$

- **Relevo da Bacia**

Segundo Righetto (1998), a declividade do terreno de uma bacia é responsável pela velocidade de escoamento superficial; a determinação do relevo de uma bacia hidrográfica é de grande importância.

- Declividade Média da Bacia

O escoamento superficial é influenciado pela declividade dos terrenos de uma bacia. Quanto mais íngreme for o terreno, mais rápido será o escoamento superficial, o tempo de concentração será menor e os picos de enchente maiores.

Para determinação dos valores representativos da declividade dos terrenos de uma bacia, utiliza-se o método das quadrículas associadas a um vetor. Esse método consiste em determinar a distribuição percentual das declividades dos terrenos por meio de uma amostragem estatística de declividades normais às curvas de nível em um grande número de pontos na bacia. A cada um desses pontos associa-se um vetor perpendicular à curva de nível mais próxima (orientado no sentido do escoamento). As declividades em cada vértice são obtidas pelo quociente entre a diferença de cota e a distância medida em planta entre as curvas de nível.

Como há poucas curvas de nível no terreno da bacia do rio Coaçu, não foi possível a utilização do método das quadrículas. No *ArcView GIS 3.2* usou-se, na escala de 1:100.000, um tema, representando as características curvas de nível e outro representando o divisor topográfico desta bacia, numa mesma visualização. E fez-se o seguinte: determinou-se a área entre duas curvas de nível subseqüentes e dividindo-a pela média dos comprimentos dessas curvas, obtendo-se, assim, o comprimento médio de um retângulo de área equivalente; dividiu-se, então, o desnível entre curvas por esse comprimento médio para obter a declividade média entre essas curvas. A declividade na área total da bacia foi encontrada pela média ponderada das declividades parciais, tomando-se como peso as áreas entre curvas de nível. Assim:

$$\bar{d} = \frac{\sum \bar{d}_i A_i}{A} \quad (13)$$

\bar{d} = declividade média na área total da Bacia

\bar{d}_i = declividades parciais

A_i = área entre curvas de nível, [L²]

A = área total da bacia

- Curva Hipsométrica

Segundo Tucci (1993), esta curva representa uma análise da variação de cotas do terreno da bacia em relação ao nível médio do mar.

Esta curva é traçada lançando-se em sistema cartesiano a cota *versus* o percentual da área de drenagem com cota superior.

- Elevação Média da Bacia

Grandes variações da altitude do terreno de uma bacia implicam variações significativas na temperatura média, causando, portanto, variações na evapotranspiração e de precipitação anual (CHOW et al., 1998).

Dois métodos podem ser utilizados para determinação da elevação média de uma bacia: o de um retângulo de área equivalente à limitada pela curva hipsométrica e os eixos coordenados, onde a altura do retângulo é a elevação média; no outro, a elevação média da bacia, em metros, é obtida mediante a soma do produto do ponto médio entre duas curvas de nível e a área compreendida entre elas, dividida pela área total das respectivas bacias.

$$E = \frac{\sum (P_m \times A_i)}{A} \quad (14)$$

Onde E: elevação média da bacia

P_m : elevação média entre duas curvas de nível consecutivas, [L]

A_i : área entre curvas de nível

A : área total da bacia

- Retângulo Equivalente

Segundo Villela (1975), esse método foi introduzido por hidrologistas franceses com o intuito de melhor comparar a influência das características da bacia sobre o escoamento.

Consiste de um retângulo de mesma área e mesmo perímetro que a bacia. Neste retângulo, as curvas de nível são dispostas paralelamente ao menor lado, de tal forma que se mantenha sua hipsometria natural.

Seja:

$$E = \frac{\sum (P_m \times A_i)}{A} \quad (14)$$

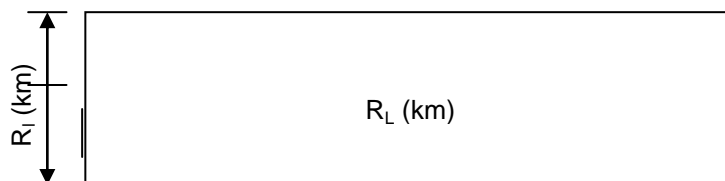
Onde E: elevação média da bacia

P_m : elevação média entre duas curvas de nível consecutivas, [L]

A_i : área entre curvas de nível

A : área total da bacia

Aplicando-se os valores da área e do perímetro de ambas as bacias no sistema abaixo, obtém-se o valor de " R_L " e o valor de " R_i " para cada uma.



$$A = R_L \times R_i \quad (15)$$

$$P = 2 (R_i + R_L) \quad (16)$$

- Declividade do Álveo

A declividade do terreno da bacia influencia na velocidade de escoamento superficial da água precipitada sobre a mesma (CHOW et al., 1998).

Obtêm-se a declividade de três maneiras, cada uma com diferente grau de representatividade.

S_1 : Linha com declividade obtida pela divisão da diferença total de elevação do leito pela extensão horizontal do curso d'água.

$$S_1 = \frac{C_n - C_f}{D} \quad (17)$$

Com C_n : cota da nascente do rio principal, [L]

C_f : cota da foz do rio principal, [L]

D : distância acumulada na horizontal, [L]

S_2 : Linha com declividade obtida por compensação de áreas, de forma que a área entre ela e a abscissa seja igual à compreendida entre a curva do perfil e a abscissa. Segundo Pinto et al. (1976), obtém-se um valor mais representativo e racional, traçando-se no gráfico do perfil longitudinal uma linha S_2 .

$$S_2 = \frac{h_t}{D} \quad (18)$$

Com: h_t = altura do triângulo de área equivalente, [L]

D = distância acumulada na horizontal

S₃: Linha obtida a partir da consideração do tempo de percurso; é a média harmônica ponderada da raiz quadrada das declividades dos diversos trechos retilíneos, tomando-se como peso a extensão de cada trecho, em quilômetros.

$$S_3 = \left(\frac{\sum L_i}{\sum (L_i / \sqrt{D_i})} \right)^2 \quad \longleftrightarrow \quad (19)$$

L_i: distância de cada trecho de rio entre duas curvas de nível medida na horizontal, [L]

D_i: declividade de cada trecho de rio

Com o auxílio do *ArcView GIS*, foi possível a automatização de alguns parâmetros hidrológicos. No QUADRO Nº 30 a seguir estão algumas Características fisiográficas das bacias interceptadas pela Área de Influência da AAE do CIPP determinadas pelo *ArcView GIS*.

QUADRO Nº 30 – QUADRO-RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CIPP

PARÂMETROS HIDROLÓGICOS AUTOMATIZADOS NO ARCVIEW GIS	VALOR	BACIA
Área	8995,54km ²	Rio Curu
Perímetro	612,28km	
Comprimento do rio principal	177,50km	
Coefficiente de compacidade	1,82	
Fator de forma	0,283	
Densidade de drenagem	0,824km/km ²	
Sinuosidade do rio principal	1,83	

2.2.4.7 Precipitação Média sobre uma Área

Os dados hidrológicos obtidos de uma estação de medição só são válidos para uma área relativamente pequena em torno dessa estação. Para determinar a precipitação média em uma área qualquer, é necessário lançar mão das observações das estações dentro dessa área e nas suas vizinhanças.

A precipitação média numa área é considerada como a altura d'água uniforme interceptada por essa área num período de tempo. Por isso é que existe na literatura a precipitação média anual, mensal ou diária. Segundo Sanchez (1986), apud Carvalho Jr. (1992, p.3), "Isto não deixa de ser uma abstração, porquanto a chuva real obedece a distribuições espaciais muito mais complexas, variáveis inclusive temporariamente."

Os métodos mais conhecidos para a ponderação dos valores pontuais fornecidos pelas estações pluviométricas na tentativa de se obter a precipitação média sobre uma área são: Métodos Aritmético, de *Thiessen* e das isoietas.

- **Método Aritmético**

Consiste simplesmente em somar as precipitações observadas num certo intervalo de tempo, simultaneamente, em todos os postos e dividir o resultado pelo número deles. Portanto, a precipitação média na área (\bar{P}), em milímetros, será:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (20)$$

P_i : precipitação de cada posto pluviométrico, [L]

n : número de pluviômetros

“Este método só apresenta uma boa estimativa se os aparelhos forem distribuídos uniformemente e a área for plana ou de relevo muito suave. É necessário também que a medida efetuada em cada aparelho individualmente varie pouco da média.” (VILLELA, 1975).

- **Método de Thiessen**

Consiste em dar pesos aos totais precipitados em cada posto pluviométrico, proporcionais às áreas de influência de cada um. O procedimento gráfico para obtenção dessas áreas é feito assim:

os postos adjacentes são ligados por linhas retas, formando uma rede triangular;

traçam-se perpendiculares a essas linhas a partir das distâncias médias entre os postos (mediatrizes), localizando-se, assim, os baricentros desses triângulos;

os polígonos definidos pela união dos baricentros dos triângulos delimitam a área de influência de cada posto;

na teia de polígonos formada, os que estiverem na extremidade são delimitados pelo contorno da bacia hidrográfica.

A precipitação média (\bar{P}), em milímetros, é calculada pela média ponderada entre a precipitação de cada posto e o peso a ele atribuído (Ap_i). Assim:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Ap_i}{\sum_{i=1}^n Ap_i} \quad (21)$$

Ap_i : área de influência de cada posto, [L²]

$$\sum_{i=1}^n Ap_i : \text{área total da bacia hidrográfica}$$

É aplicável somente em áreas levemente acidentadas, pois este método não considera as influências orográficas.

- **Método das Isoietas**

Consiste no uso de curvas de igual precipitação. O traçado das isoietas é semelhante ao de curvas de nível, em que a altura de chuva substitui a cota do terreno. Traçadas as curvas, medem-se as áreas (Ai_i) entre as isoietas sucessivas (h_r e h_{r+1}) e a precipitação média, em milímetros, é calculada pela ponderação das alturas de chuva entre as isoietas, tendo como pesos as áreas delimitadas por elas e pelo contorno topográfico da bacia hidrográfica. Assim:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{h_r + h_{r+1}}{2} \right) Ai_i}{\sum_{i=1}^n Ai_i} \quad (22)$$

h_r : valor da isoietas de ordem r , [L]

h_{r+1} : valor da isoietas de ordem $r+1$, [L]

Ai_i : áreas entre isoietas sucessivas, [L²]

Segundo Villela (1975), o mapa de isoietas deve levar em consideração a topografia, dando pesos às precipitações, de acordo com a altitude da estação pluviométrica para que, assim, ele possa representar um modelo de precipitação mais real do que o obtido por medidas pontuais.

- **Chuvas Intensas**

Uma chuva é considerada intensa desde que, para qualquer duração (5min, 10min, 15min, 1h, 2h, 3h, ...), sua intensidade supere determinado limite mínimo associado a essa duração.

Aplicações da Engenharia de Recursos Hídricos fazem uso da chuva de maior intensidade que se pode esperar que ocorra com dada frequência.

Trabalhos práticos de Engenharia requerem não apenas informações isoladas acerca de características da chuva, mas também que se estabeleça uma relação analítica entre as grandezas características de uma precipitação, quais sejam, a intensidade, a duração e a frequência (relacionada à expectativa de precipitação de determinada altura em um dado tempo).

A representação geral de uma equação de chuvas intensas, em milímetros por hora ou milímetros por minuto, tem a forma:

$$i = \frac{B \cdot T_r^d}{(t + c)^b} \quad (23)$$

T_r : período de retorno, [T]

t : duração da precipitação, [T]

B, d, c, b : parâmetros a determinar

A equação de chuva de cada localidade é obtida a partir dos registros pluviográficos, estabelecendo-se para cada duração de chuva as máximas intensidades.

- **Método de *Taborga Torrico***

Os dados sobre precipitações intensas são obtidos dos registros pluviográficos, mas como as informações pluviográficas são escassas, *Taborga Torrico* propôs um método, mediante o qual é possível determinar os valores de precipitações intensas numa bacia hidrográfica para durações menores que 24h, sendo suficientes dados diários de pluviômetros.

O método se baseia no estabelecimento de zonas geográficas chamadas de “isozonas”, nas quais a relação entre as alturas de chuva de 1h e 24h é constante para um dado período de retorno.

Uma vez determinada a média das chuvas máximas diárias sobre uma bacia hidrográfica para o período de retorno desejado, pode-se aplicar a metodologia de *Taborga – Torrico* para determinar a precipitação para uma duração igual ao tempo de concentração dessa bacia. Para isso, devem ser obedecidas os seguintes passos:

transformar a precipitação máxima diária em precipitação máxima de uma chuva de duração igual a 24h;

$$P_{24hs} = 1,1 P_{\text{max. diária}} \quad (25)$$

determinar a Isozona à qual pertence a bacia de seu interesse. Essa determinação é possível com a utilização do *ArcView GIS*, onde se faz a intersecção do Mapa de Isozonas do Estado do Ceará (MAPA N° 27) com o tema que representa o divisor topográfico dessa bacia;

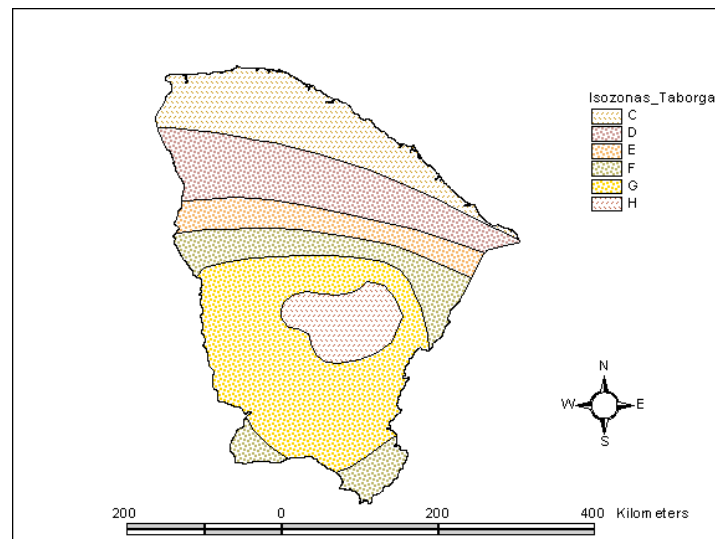
constatada a isozona, à qual a bacia pertence, extrair do QUADRO N° 31 de isozonas o valor da percentagem (chame-se de R) associado ao período de retorno desejado para a referida isozona e calcular a precipitação máxima para 1h de duração;

$$P_{1h} = R \cdot P_{24hs} \quad (26)$$

Calcular a precipitação máxima para a duração de 6min;

$$P_{6\text{min}} = R \cdot P_{24hs} \quad (27)$$

MAPA Nº 27 – ISOZONAS DO CEARÁ



A seguir, delimitam-se, em um papel com escala semilogarítmica, as alturas de chuva para 24h, 1h e 6min de duração (0,1h); traça-se as retas das precipitações de 6min para 1h e 1h para 24h para o período de retorno desejado e, finalmente, lê-se, nas retas, a altura correspondente ao tempo de concentração. Este passo é facilmente realizado numa planilha eletrônica de cálculos. Assim: as alturas de chuva para 24h, 1h e 0,1h são delimitadas num gráfico elaborado na planilha de cálculos Excel (escolha o tipo de gráfico dispersão com pontos de dados conectados por linhas) em que os valores do eixo X correspondem ao tempo de duração, em horas, e cuja escala é logarítmica com mínimo em 0,1 e máximo em 100; os valores do eixo Y correspondem à altura da chuva, em milímetros; Depois, clicar, com o botão direito, na reta de precipitação que contém a altura de chuva correspondente ao tempo de concentração da bacia de interesse; optar por “Adicionar linha de tendência ...”; pinçar a opção “Logarítmica”; clicar na guia “Opções”, escolher “Exibir equação no gráfico” e, confirmar esta operação, clicando no botão “OK”. Pronto! Ter-se-á a equação da reta que relaciona a altura de chuva (o que se quer) com o tempo de concentração (já calculado).

QUADRO Nº 31 – ISOZONAS DE IGUAL RELAÇÃO

TEMPO DE RECORRÊNCIA EM ANOS													
ZONA		1 HORA / 24 HORAS CHUVA										6 Min	Chuva
												24 H	
		5	10	15	20	25	30	50	100	1000	10000	5-50	100
C		40,1	39,7	39,5	39,3	39,2	39,1	39,0	38,4	37,2	36,2	9,6	9,0
D		42,0	41,6	41,4	41,2	41,1	41,0	40,7	40,3	39,0	37,8	11,2	10,0
E		44,0	43,6	43,3	43,2	43,0	42,9	42,6	42,2	40,9	39,6	12,6	11,2
F		46,0	45,5	45,3	45,1	44,9	44,8	44,5	44,1	42,7	41,3	13,9	12,4
G		47,9	47,4	47,2	47,0	46,8	46,7	46,4	45,9	44,5	43,1	15,4	13,7
H		49,9	49,4	49,1	48,9	48,8	48,6	48,3	47,0	46,3	44,8	16,7	14,9

A relação 6 minutos / 24 horas (QUADRO Nº 31, referenciado) é válida somente para tempos de duração entre 6min e 1h.

2.2.4.8 Levantamento da Cobertura Vegetal das Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP

A cobertura vegetal é um recurso natural importante porque protege o solo do impacto da chuva, da violência do vento, ameniza as temperaturas externas, além de permitir maior retenção dos recursos hídricos. O ambiente físico determina o tipo de cobertura vegetal natural.

O levantamento dos recursos vegetais para as bacias, ora em estudo, está baseado no de vegetação do Estado do Ceará elaborado no formato do *ArcView* GIS pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Este mapa foi realizado com base nos dados das imagens do sensor TM-LANDSAT 5 e foram efetuadas investigações de campo, visando ao esclarecimento de dúvidas surgidas durante os trabalhos de geoprocessamento e para controle das áreas consideradas confiáveis quanto à interpretação realizada. Após a integração dos dados obtidos nas imagens de satélite e daqueles oriundos dos trabalhos de campo, foram processados os resultados das classificações para a geração da carta temática de vegetação, com auditoria visual e edições específicas em função da classe de mapeamento.

O Código Florestal, no parágrafo único do artigo 2º da Lei Federal Nº 4771/65 e modificada pelas Leis Nºs 6535/78 e 7803/89, prevê a proteção da cobertura vegetal. Segundo essa legislação, todas as florestas e demais formas de vegetação natural situadas em regiões metropolitanas são consideradas como de preservação permanente.

Com o *ArcView* GIS, foram determinadas quais características geográficas representativas das principais unidades fitoecológicas são interceptadas pela característica que representa o divisor topográfico das bacias dos rios Maranguapinho, Ceará, Juá, Cahuype, Gereraú, São Gonçalo e Curu. No QUADRO 33 a seguir, as unidades vegetacionais dessas bacias.

2.2.4.9 Zoneamento da Permeabilidade nas Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP

Nesta etapa, foi determinada, para as bacias em estudo, a permeabilidade, que é o fator de marcante influência na geração dos escoamentos superficiais. Foi utilizado o conceito de tipos de solos desenvolvido pelo *SOIL CONSERVATION SERVICE*, dos Estados Unidos, que apresenta a vantagem de ser compatível com o ponto de vista hidrológico, além de ser amplamente empregado em diversas metodologias e estudos hidrológicos no Nordeste e no Brasil.

Nesta classificação, são estabelecidos quatro tipos de solos, os quais serão utilizados para a escolha do coeficiente de escoamento (CN), conforme descrição a seguir:

tipo A – baixo potencial de escoamento: solos muito permeáveis tendo alta taxa de infiltração, mesmo quando continuamente umedecidos, consistindo principalmente de solos profundos, de bem a excessivamente drenados, arenosos ou cascalhentos e alta taxa de transmissão d'água;

tipo B – solos tendo moderada taxa de infiltração (acima da média), mesmo quando continuamente umedecidos, de moderadamente profundos a profundos, moderadamente bem a bem drenados, com textura moderadamente fina a moderadamente grossa e moderada taxa de transmissão d'água;

tipo C – baixa taxa de infiltração (abaixo da média), quando continuamente umedecidos, consistindo principalmente de solos com um estrato que impede o movimento descendente da água, solos com textura de moderadamente fina a fina, alta percentagem de argila e colóide e baixa taxa de transmissão;

e

tipo D – alto potencial de escoamento: solos tendo muito baixa taxa de infiltração, quando continuamente umedecidos, consistindo principalmente de solos argilosos com alto potencial de expansão, solos com um lençol freático permanentemente alto, com camada argilosa na superfície, rasos, sobre camada impermeável próximo à superfície, muito baixa taxa de transmissão d'água.

Analisou-se, então, qual tipo de solo, segundo o conceito SCS, se assemelha melhor aos tipos de solos existentes nas bacias e a relação entre a legenda do Mapa do Uso do Solo digitalizado pela FUNCEME no formato do *ArcView* GIS e os tipos de usos descritos no QUADRO Nº 32.



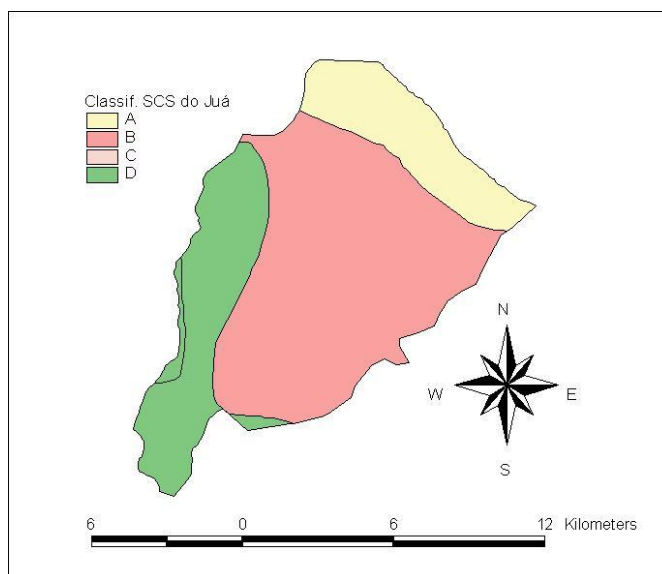
QUADRO Nº 32 – VALORES DE CN PARA USO E CONDIÇÕES DO SOLO – ADAPTADOS DE WILKEN, 1978, TUCCI, 1997 E RIGHETTO, 1998

BACIAS RURAIS					
Uso do Solo	CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLOS			
		A	B	C	D
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	73	79	82
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou campos cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de terra	Normais	59	74	82	86
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Terrenos cultivados	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90

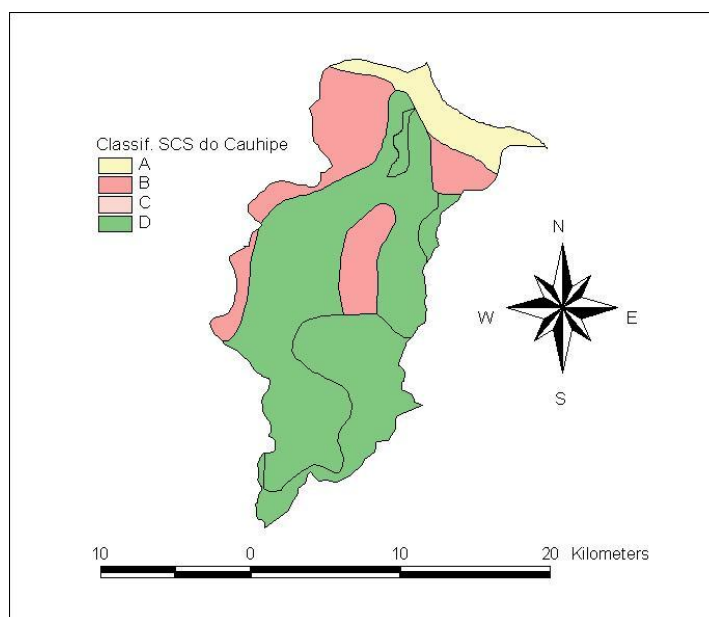
BACIAS URBANAS E SUBURBANAS					
Uso do Solo	CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE	TIPOS DE SOLOS			
		A	B	C	D
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Zonas cultivadas	Sem conservação do solo	72	81	88	91
	Com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos baldios	Más condições	68	79	86	89
	Boas condições	39	61	74	80
Bosques ou zonas florestais	Cobertura ruim	45	66	77	83
	Cobertura boa	25	55	70	77
Arruamentos e estradas	Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Áreas impermeáveis	-	98	98	98	98

O zoneamento da permeabilidade das bacias dos rios Maranguapinho, Ceará, Juá, Cahuype, Gereraú, São Gonçalo e Curu é mostrado, a seguir, nos MAPAS N^{os} 28 a 32, respectivamente.

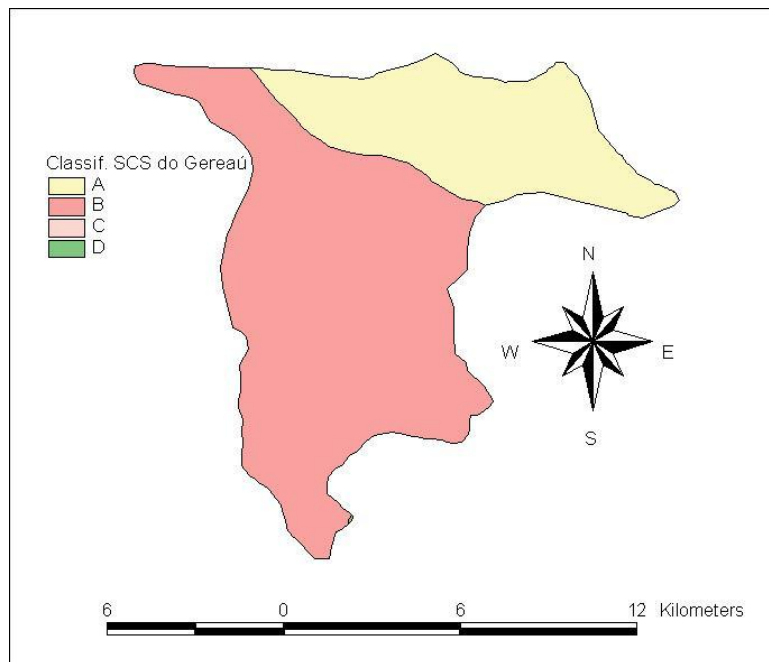
MAPA Nº 28 – ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO JUÁ



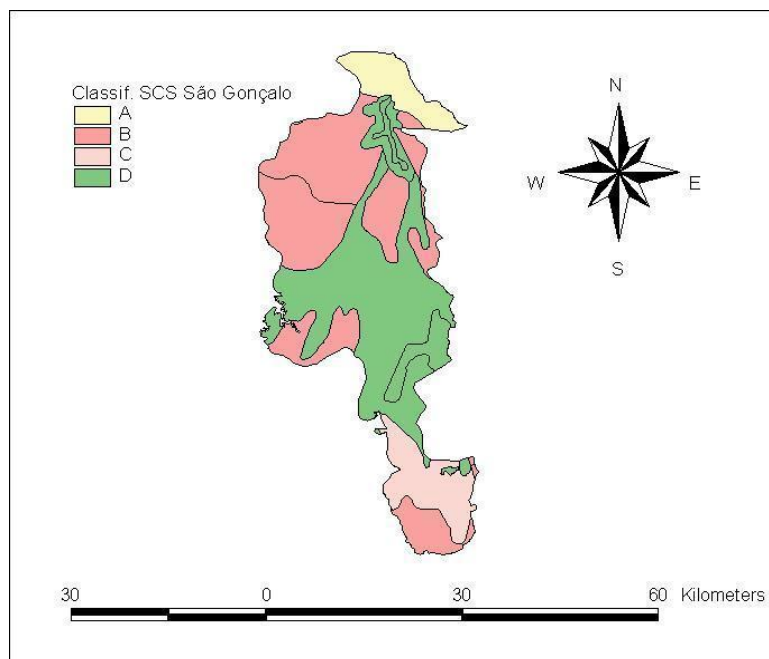
MAPA Nº 29 – ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO CAHUYPE



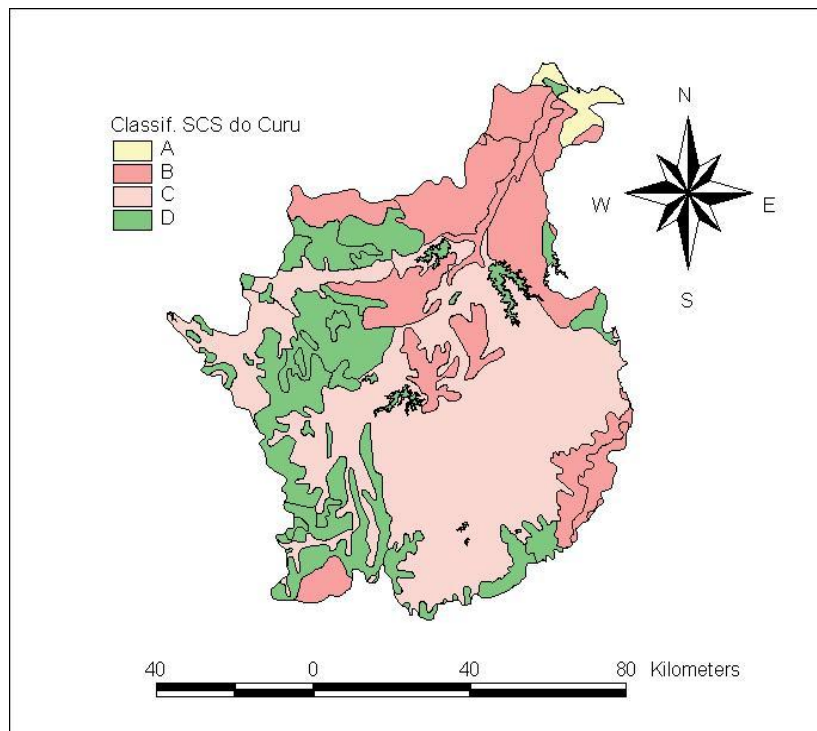
MAPA Nº 30 – ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO GERERAÚ



MAPA Nº 31 – ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DE SÃO GONÇALO



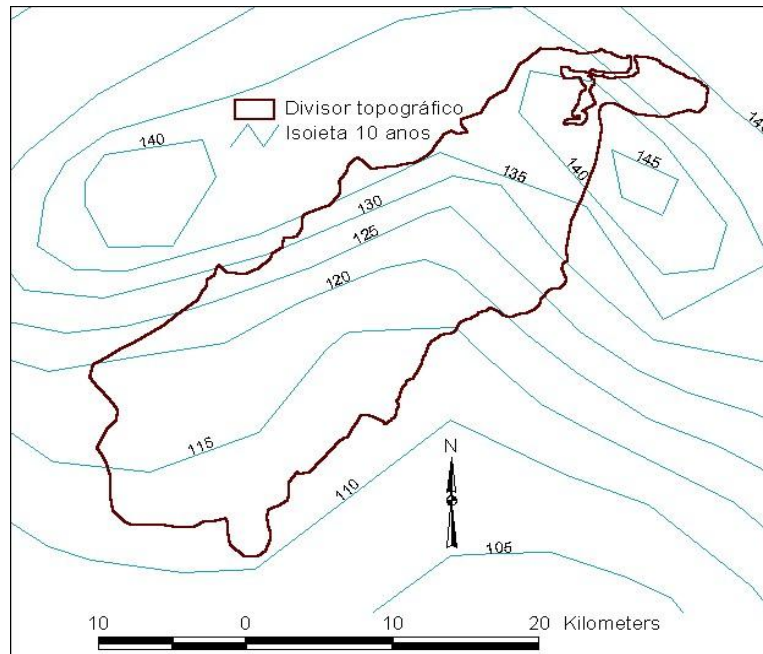
MAPA Nº 32 – ZONEAMENTO DE PERMEABILIDADE DA BACIA DO CURU



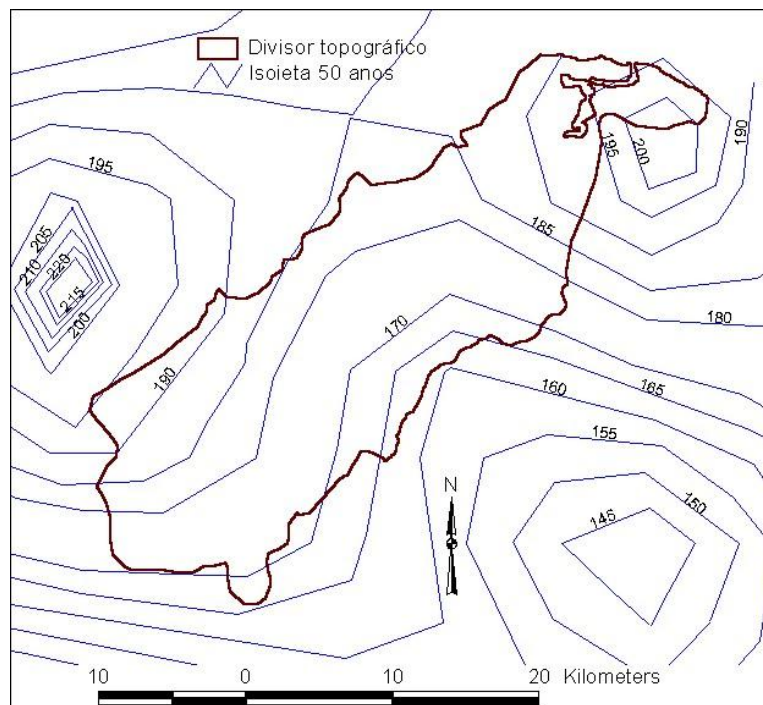
- **Determinação de Chuvas Intensas nas Bacias Interceptadas pela Área de Abrangência da AAE do CIPP**

A determinação da intensidade de chuva para as bacias dos rios Maranguapinho, Ceará, Juá, Cahuype, Gereraú, São Gonçalo e Curu foi feita com o emprego de curvas de isoprecipitação (isoietas) para o Estado do Ceará obtidas de um projeto conjunto entre o Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes (DERT) e a Universidade Federal do Ceará. Tal estudo usou dados de precipitações diárias de 129 postos pluviométricos no Estado do Ceará, ajustando a função de distribuição *Pearson* Tipo III. É importante salientar que cada um dos postos teve no mínimo 15 (quinze) anos de dados diários completos e que todos passaram no teste Qui-quadrado, usando um nível de significância $\alpha = 0,05$. As isoietas para essas bacias, para um período de retorno de 10, 50 e 100 anos e duração de 01 (um) dia, estão apresentadas nos MAPAS N^{os} 33 a 50, a seguir.

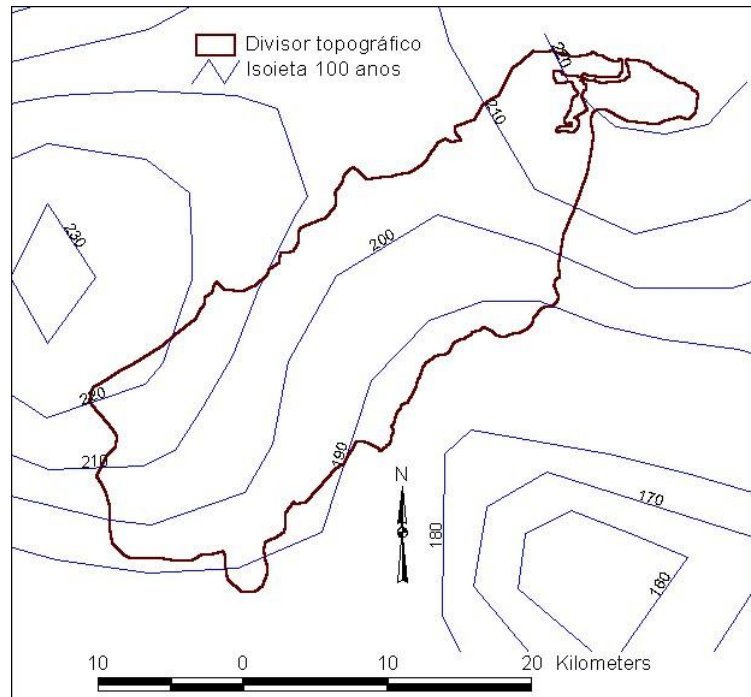
MAPA Nº 33 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



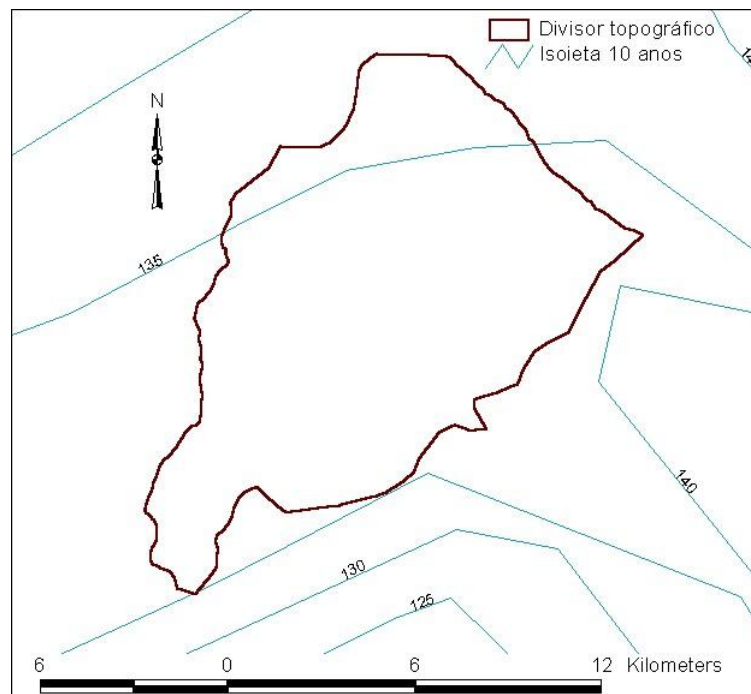
MAPA Nº 34 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



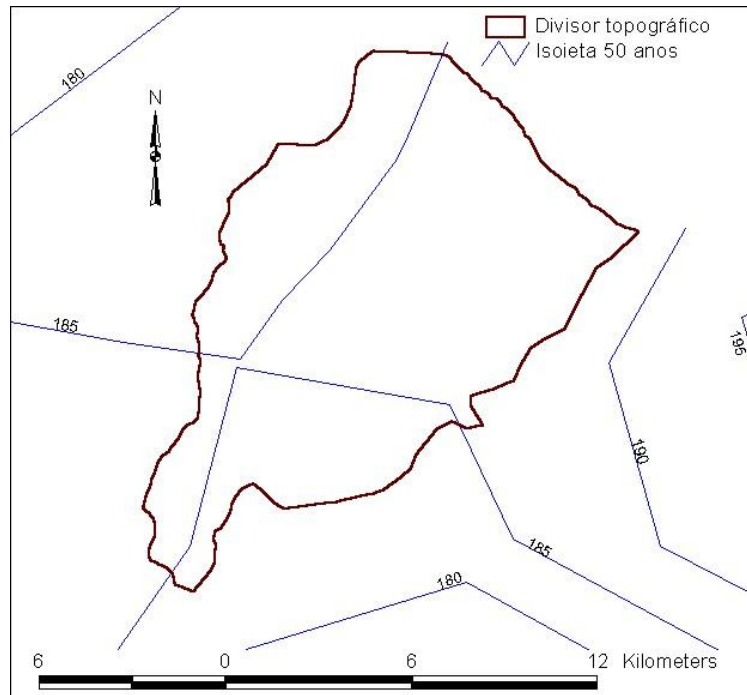
MAPA Nº 35 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CEARÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



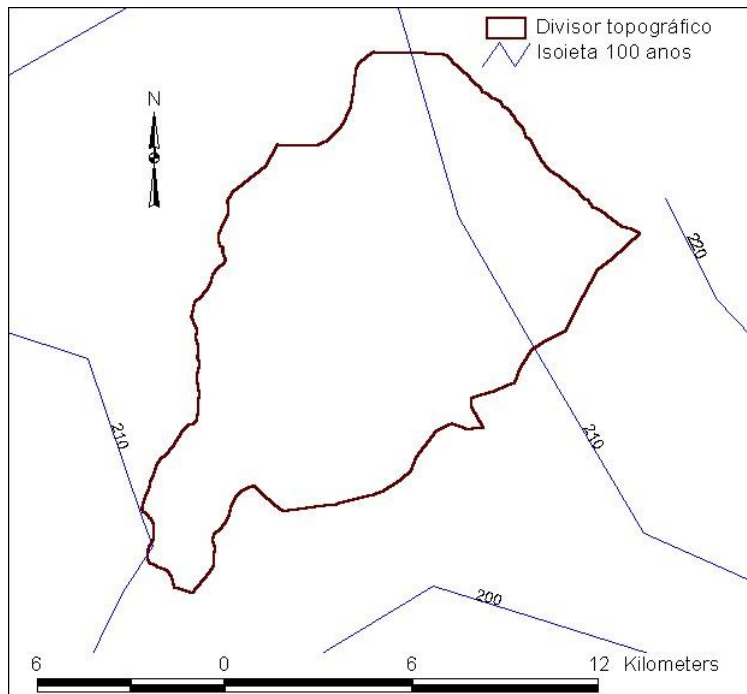
MAPA Nº 36 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



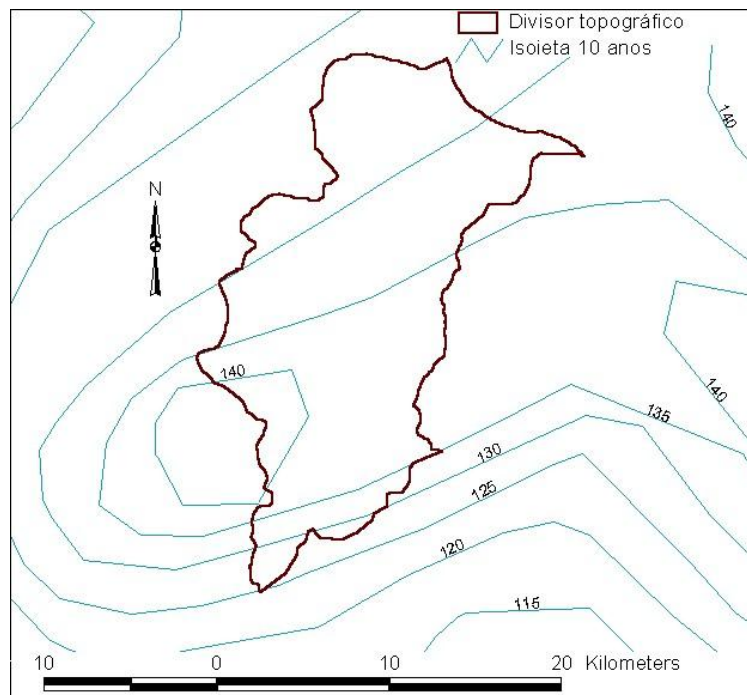
MAPA Nº 37 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



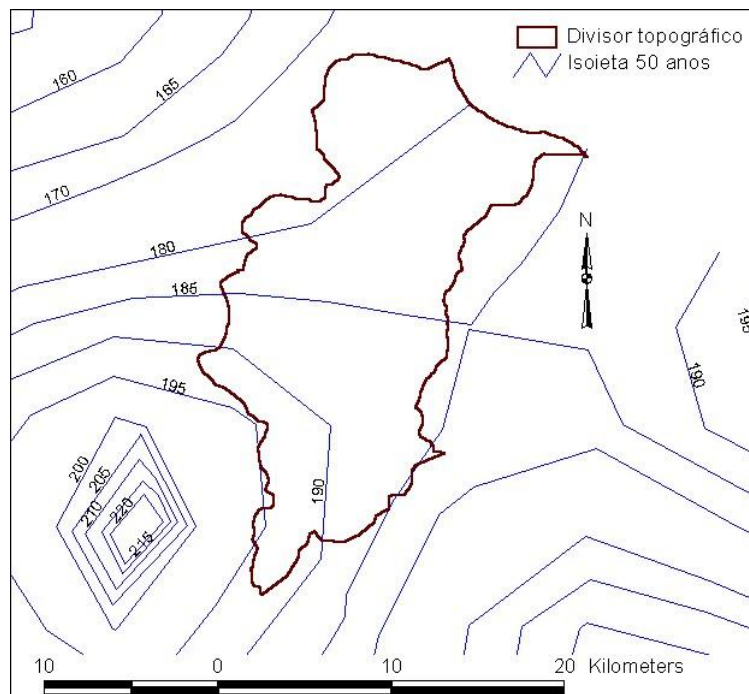
MAPA Nº 38 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO JUÁ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



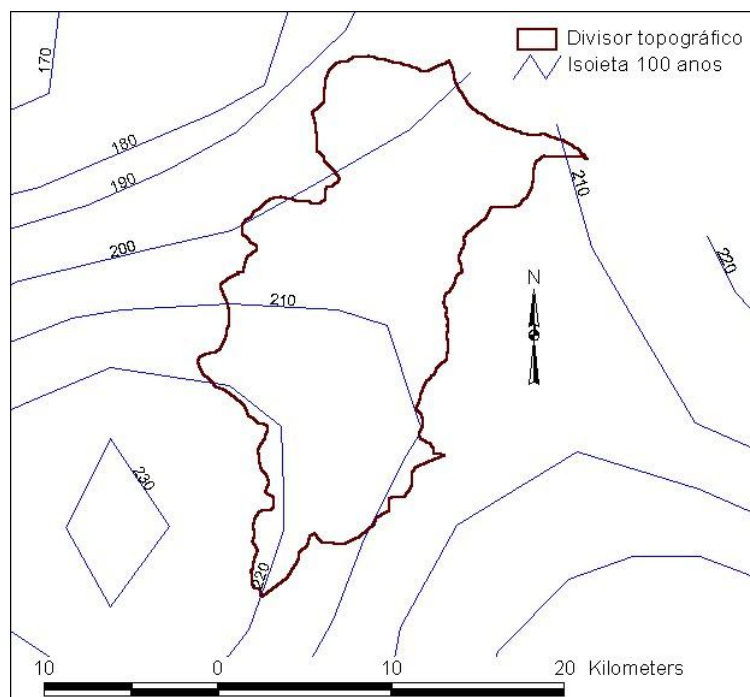
MAPA Nº 39 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAUHYPE (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



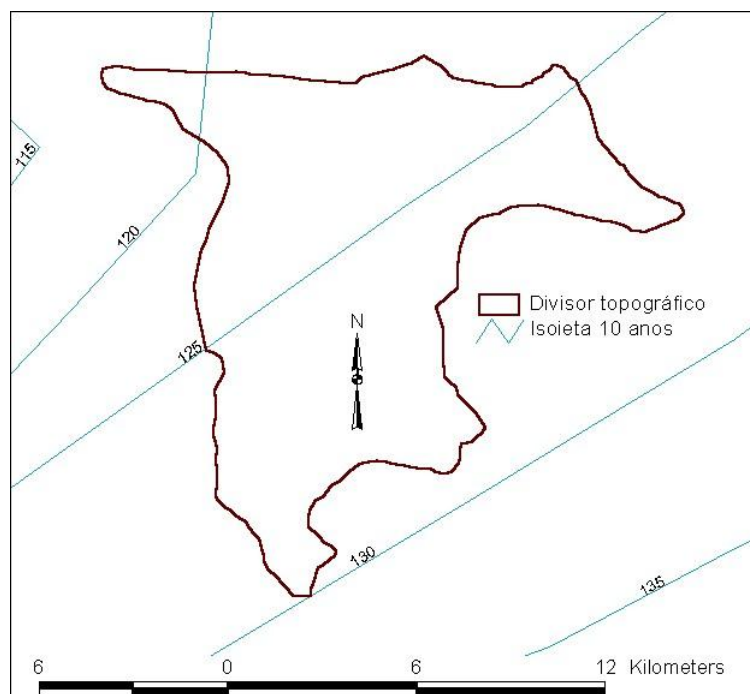
MAPA Nº 40 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAUHYPE (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



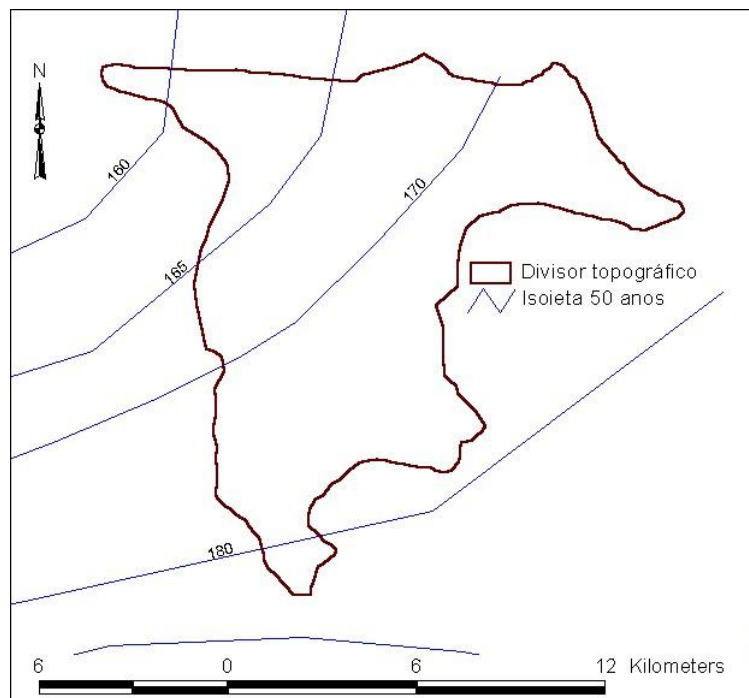
MAPA Nº 41 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CAUHYPE (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



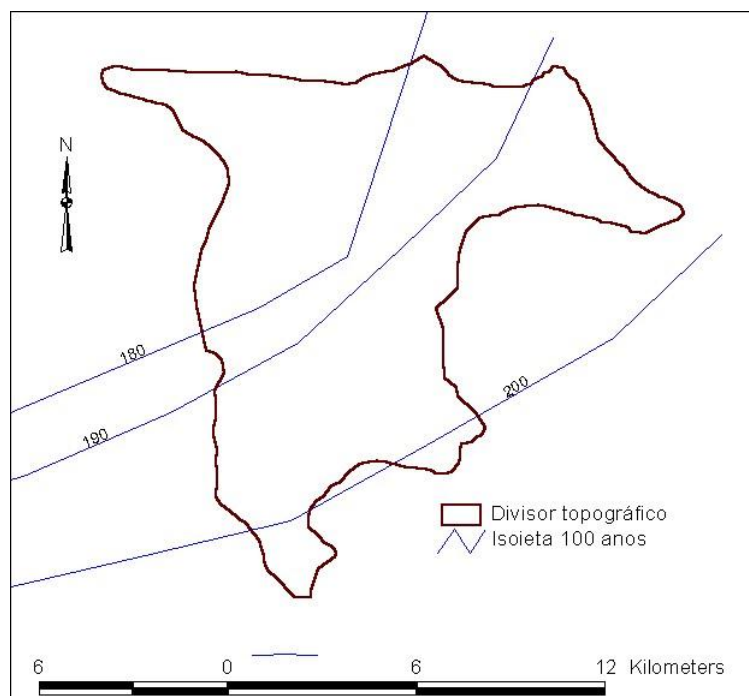
MAPA Nº 42 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



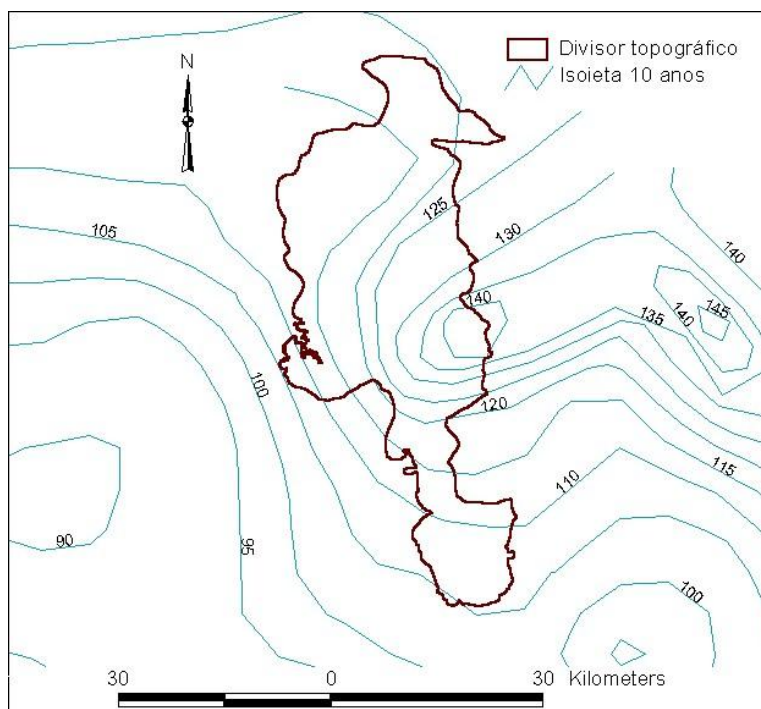
MAPA Nº 43 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



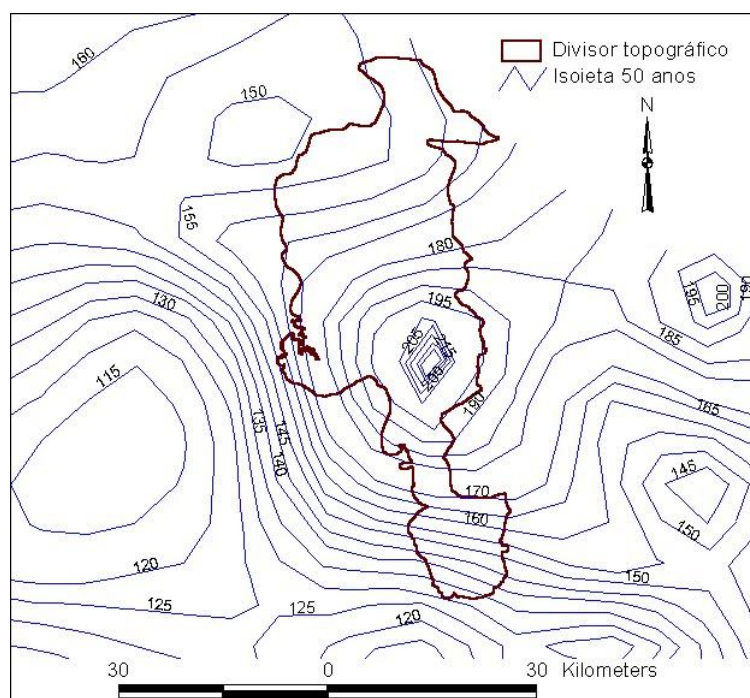
MAPA Nº 44 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO GERERAÚ (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



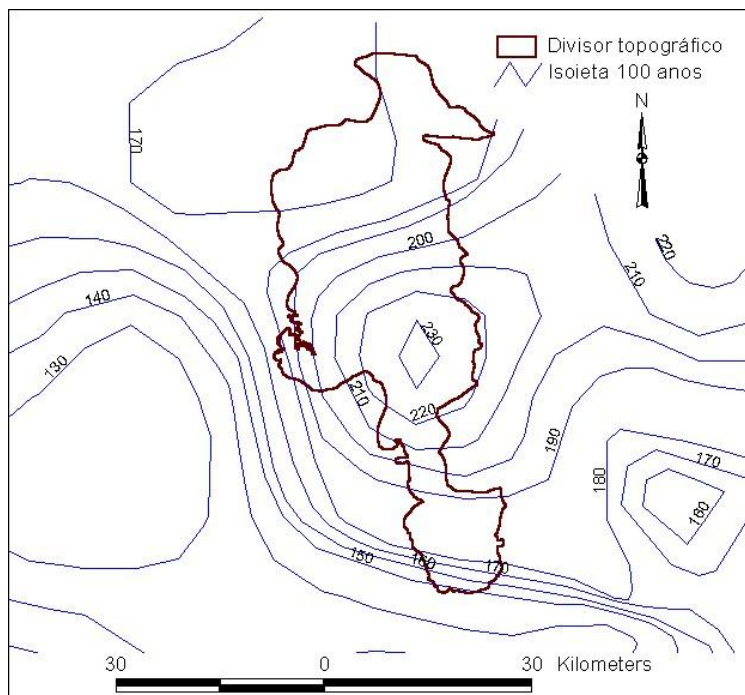
MAPA Nº 45 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



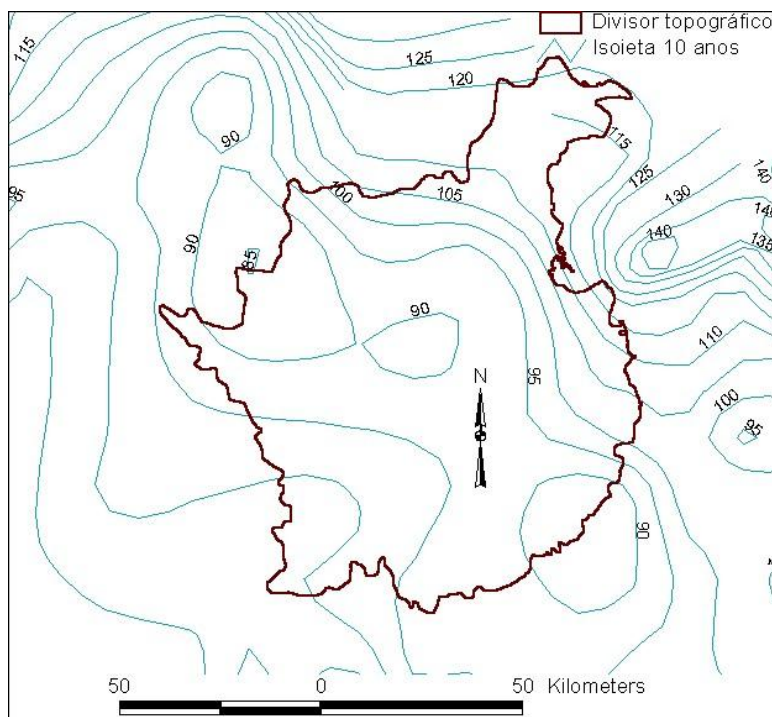
MAPA Nº 46 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



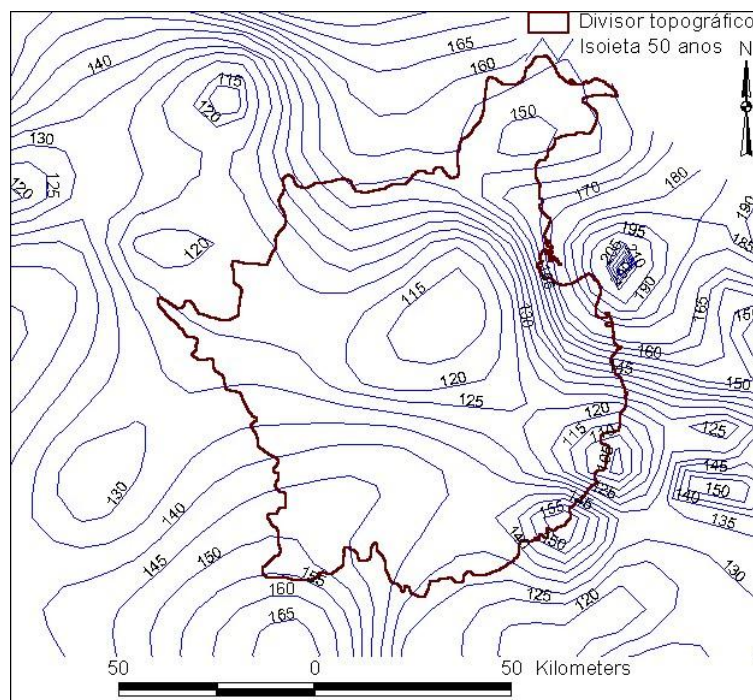
MAPA Nº 47 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



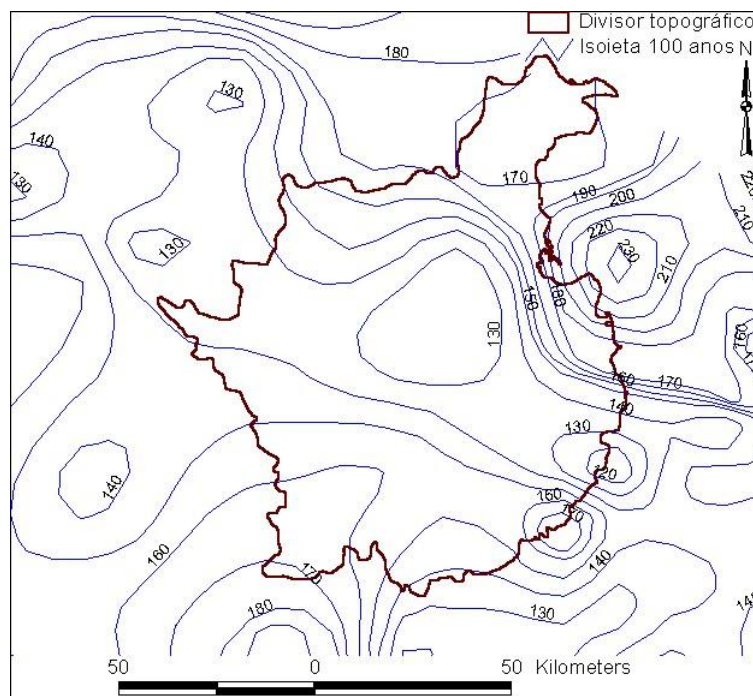
MAPA Nº 48 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



MAPA Nº 49 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



MAPA Nº 50 – ISOIETAS (MM) DA BACIA DO RIO CURU (PERÍODO DE RETORNO DE 100 ANOS E DURAÇÃO DE UM DIA)



No ArcView GIS, utilizando o recurso da intersecção de características geográficas de um tema representando o divisor topográfico de uma bacia de drenagem com as características de um tema representando as Isoietas para diversos períodos de retorno numa mesma visualização, é possível a determinação do valor da precipitação média para as bacias em estudo. Mediante o ArcView GIS, foi possível automatizar o cálculo da precipitação média diária de cada uma dessas bacias. A seguir, apresentam-se esses valores no QUADRO Nº 33.

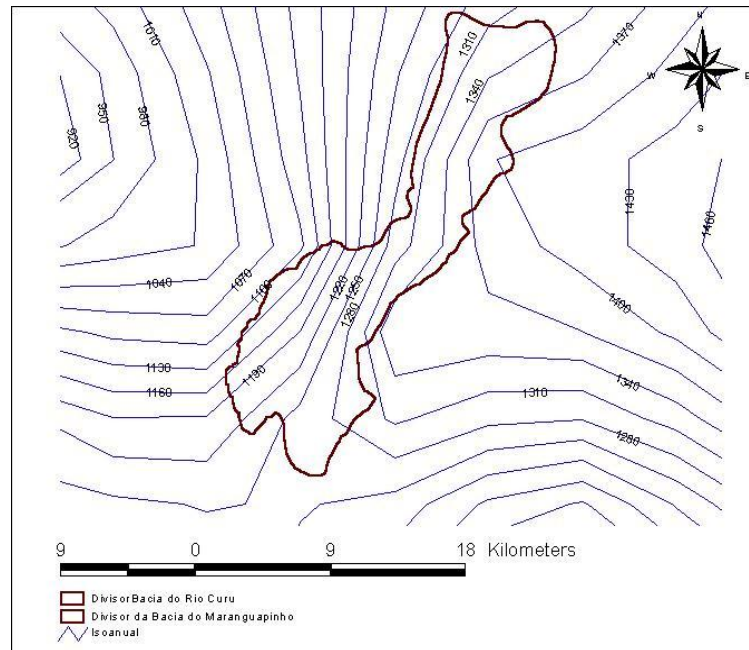
QUADRO Nº 33 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA DIÁRIA NAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO CIPP

PERÍODOS DE RETORNO	BACIAS			
	RIO CURU	Rio São Gonçalo	RIO GERERAÚ	RIO CAUHIPE
2 anos	66,07mm	78,36mm	85,00mm	84,02mm
5 anos	90,55mm	107,49mm	112,54mm	113,83mm
10 anos	100,09mm	121,39mm	125,25mm	139,81mm
20 anos	122,64mm	149,78mm	148,49mm	157,98mm
50 anos	139,77mm	177,82mm	171,24mm	184,71mm
100 anos	153,55mm	198,49mm	191,59mm	222,36mm
500 anos	199,58mm	261,01mm	248,00mm	308,94mm
1.000 anos	248,25mm	254,89mm	275,59mm	312,34mm
10.000 anos	277,17mm	403,38mm	353,19mm	467,07mm

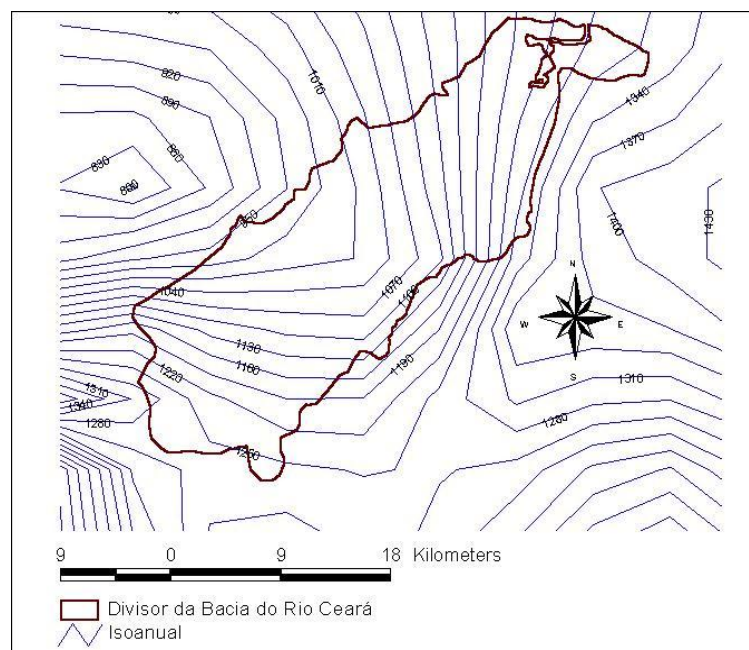
PERÍODOS DE RETORNO	BACIAS		
	RIO JUÁ	RIO CEARÁ	RIO MARANGUAPINHO
2 anos	90,00mm	84,72mm	87,24mm
5 anos	114,53mm	112,19mm	113,31mm
10 anos	135,00mm	125,49mm	126,45mm
20 anos	157,62mm	154,10mm	150,57mm
50 anos	185,00mm	183,59mm	174,78mm
100 anos	210,00mm	207,28mm	193,49mm
500 anos	260,00mm	299,53mm	245,79mm
1.000 anos	325,92mm	338,35mm	286,87mm
10.000 anos	453,07mm	466,50mm	346,68mm

As linhas de precipitação média anual para as bacias interceptadas pela área limite da AAE do CIPP estão apresentadas nos MAPAS Nº^{os} 51 a 57, a seguir.

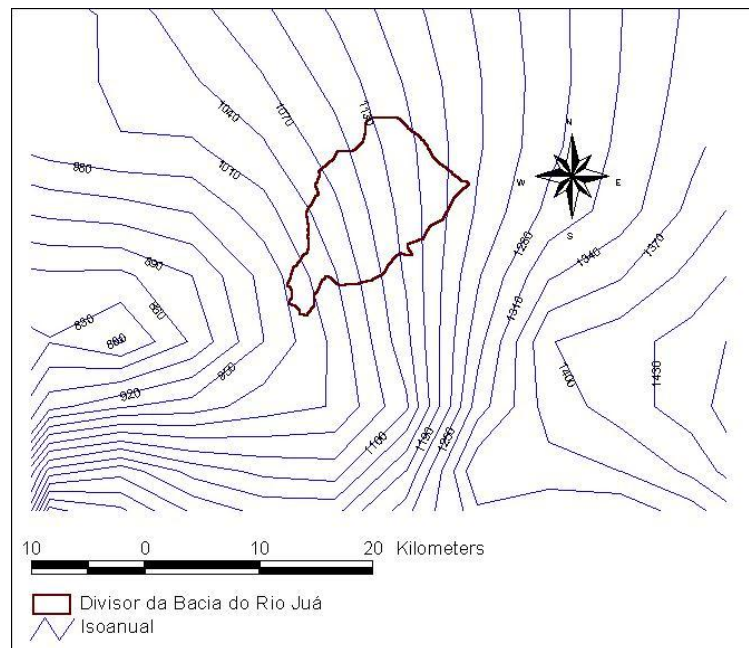
MAPA Nº 51 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO MARANGUAPINHO



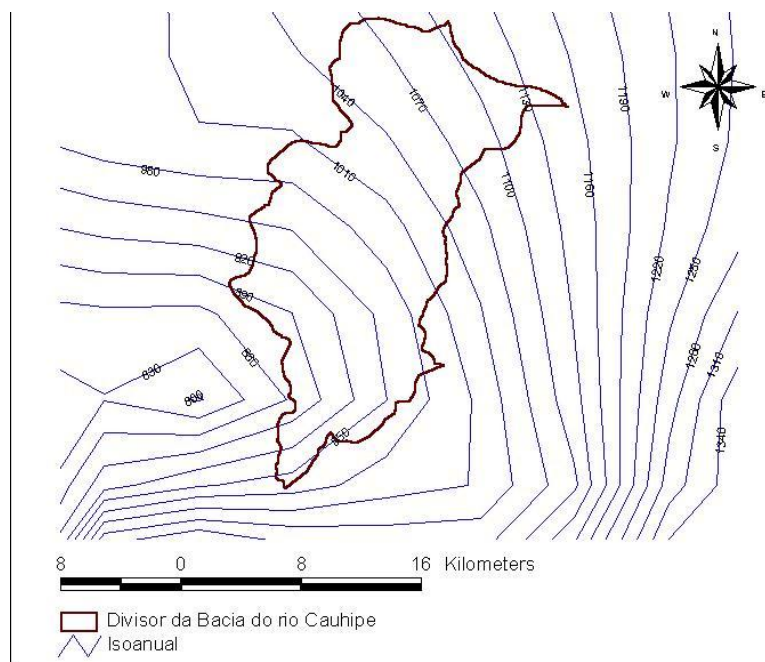
MAPA Nº 52 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CEARÁ



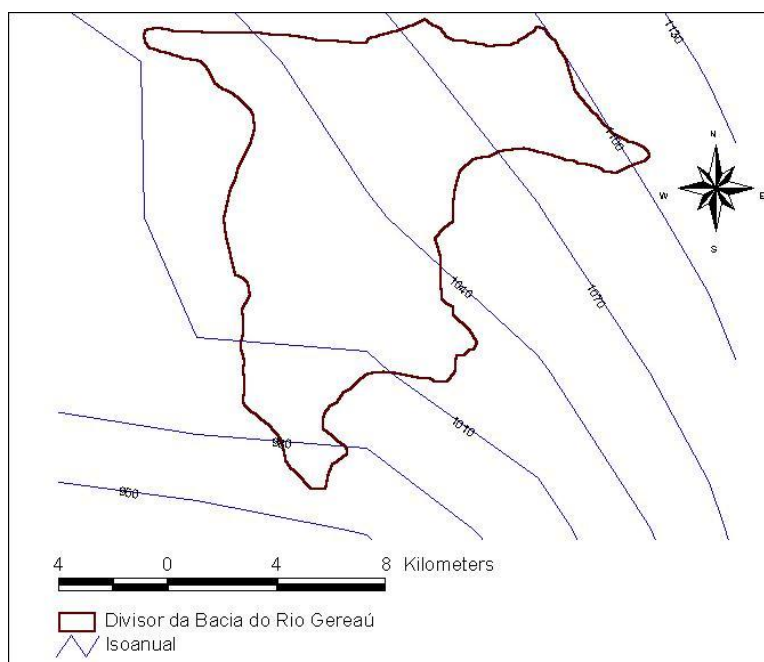
MAPA Nº 53 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO JUÁ



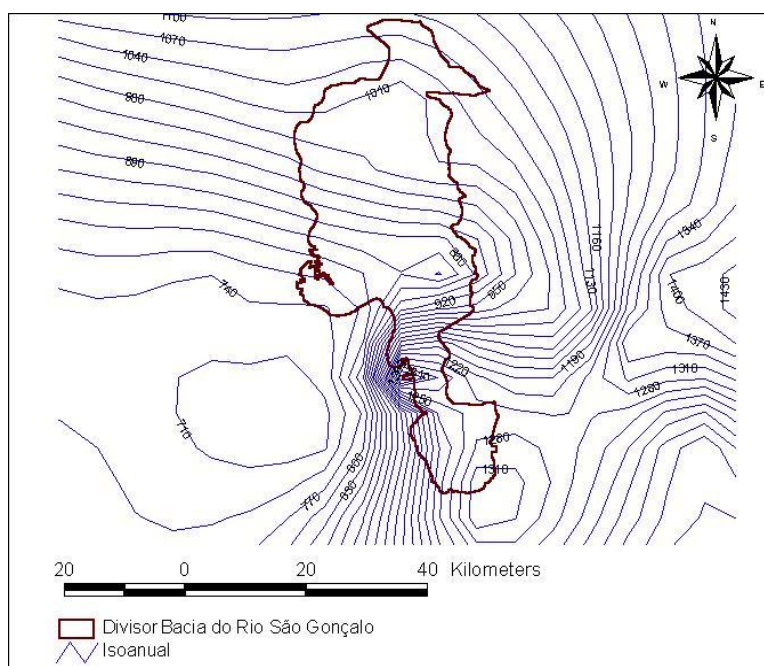
MAPA Nº 54 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CAUHIPE



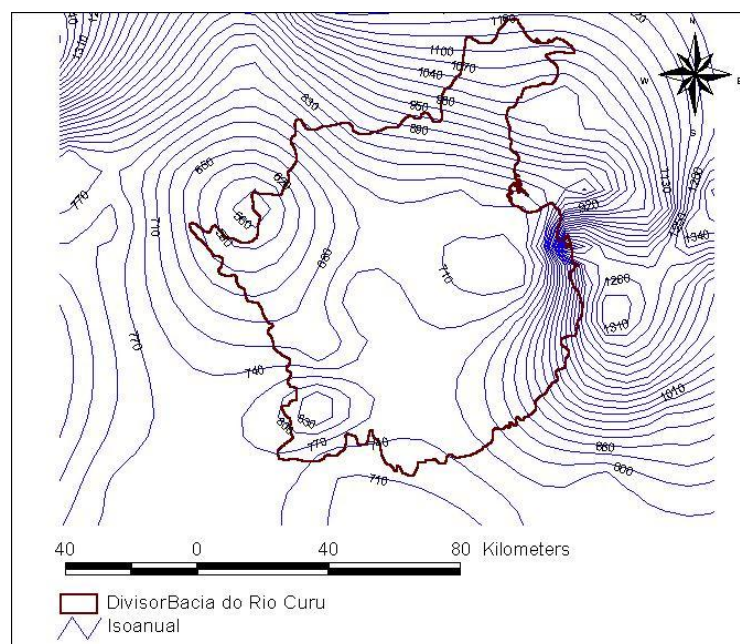
MAPA Nº 55 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO GERERAÚ



MAPA Nº 56 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO SÃO GONÇALO



MAPA Nº 57 – ISOIETAS (MM) DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DA BACIA DO RIO CURU



Através do ArcView GIS foi possível automatizar o cálculo do valor da Precipitação Média Anual de cada uma das Bacias interceptadas pela área limite da AAE do CIPP. Veja, a seguir, esses valores no QUADRO Nº 34.

QUADRO Nº 34 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL NAS BACIAS INTERCEPTADAS PELA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO CIPP

BACIA	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL EM MM
Rio Curu	872,61mm
Rio São Gonçalo	1012,72mm
Rio Gereraú	1068,57mm
Rio CahuYpe	1020,95mm
Rio Juá	1132,08mm
Rio Ceará	1161,91mm
Rio Maranguapinho	1316,24mm

2.2.5 ESTUDOS DE SOLOS E DA BIODIVERSIDADE

2.2.5.1 Classificação dos Solos e Avaliação das suas Características (MAPA Nº 58)

A área de que trata o presente estudo exhibe expressiva diversidade de solos conferida por doze classes principais, conforme relação constante do QUADRO Nº 35. Essa diversidade parece estar associada, basicamente, à significativa variação da tipologia dos materiais originários dos solos, provenientes das

diversas formações litocronológicas ocorrentes na área, além das influências determinadas pelas variações do relevo.

A compartimentação da paisagem da área se configura a partir de seis unidades naturais básicas, apoiadas nas unidades morfológicas: planície litorânea, planícies de acumulações fluviais e fluviolacustres, tabuleiro pré-litorâneo, superfícies pedimentadas interiores e relevos residuais pré-litorâneos e interiores. Nesses compartimentos naturais, os solos se formam e se distribuem conforme a intensidade de manifestação dos diferentes processos pedogenéticos e o comportamento da morfogênese.

A distribuição espacial dessas classes de solos (QUADRO N° 35) figura no mapa, conforme legenda, sob a forma de associações constantes de dois ou três componentes, e uma unidade simples.

QUADRO N° 35 – CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS SOLOS

CLASSIFICAÇÃO		MATERIAL DE ORIGEM	LOCALIZAÇÃO GEOAMBIENTAL
ATUAL (EMBRAPA, 1999)	ANTERIOR (EMBRAPA, 1998)		
Neossolos quartzarênicos órticos	Areias quartzosas marinhas distróficas	Sedimentos quartzosos não consolidadas do Holoceno	Faixa praial, campo de dunas móveis e fixas
	Areias quartzosas distróficas	Sedimentos arenosos terció-quadernários (Formação Barreiras)	Tabuleiro arenoso pré-litorâneo
Argilosos vermelho-amarelos distróficos	Podzólicos vermelho-amarelos distróficos	Sedimentos argilo-arenosos terció-quadernários (Formação Barreiras)	Tabuleiro areno-argiloso pré-litorâneo
Argilosos vermelho-amarelos eutróficos	Podzólicos vermelho-amarelos eutróficos	Produtos de alteração de rochas cristalinas do Pré-Cambriano (gnaisses e migmatitos)	Relevos residuais pré-litorâneos e interiores, e superfícies aplainadas interiores.
Plintossolo argilúvico	Laterita hidromórfica	Material argilo-arenoso da Formação Barreiras influenciado pelo Pré-Cambriano	Contatos tabuleiro pré-litorâneo / superfícies Interiores
Planossolo háplico eutrófico solódico	Planossolo solódico	Produtos de alteração de gnaisses, micaxisto e migmatito com influência superficial de material pedimentar.	Planícies fluviais / áreas de espraiamento fluvial.
Planassolo nátrico	Solonetz solodizado	Produtos de decomposição de rochas cristalinas (gnaisses) influenciado superficialmente por sedimentos aluviais.	Planícies fluviais / margens imediatas dos cursos d'água favoráveis à deposição de sais (sódio).

Continua

QUADRO N° 35 – CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS SOLOS (Continuação)

CLASSIFICAÇÃO		MATERIAL DE ORIGEM	LOCALIZAÇÃO GEOAMBIENTAL
ATUAL (EMBRAPA, 1999)	ANTERIOR (EMBRAPA, 1998)		
Luissolos crômicos órticos típicos e vérticos	Brunos não cálcicos Indiscriminados	Materiais de decomposição de gnaiss, micaxisto anfíbolito, com ligeira influência em superficial de material retrabalhado.	Depressões pedimentadas interiores.
Neossolos litólicos eutróficos	Solos litólicos eutróficos	Materiais de rochas cristalinas (gnaisses, migmatitos, granito, micaxisto).	Serras cristalinas baixas, depressões pedimentadas.
Gleissolos sálicos	Solonchak solonézico	Sedimentos fluviais holocênicos de natureza e granulometria variada.	Planícies fluviomarinhas e fluviolacustres litorâneas.
Gleissolos tiomórficos	Solos gleitiomórficos	Sedimentos holocênicos de natureza e granulometria variada com adições locais de materiais orgânicos.	Planícies fluviomarinhas / manguezais.
Neossolos flúvicos eutróficos	Solos aluviais eutróficos	Sedimentos de deposição fluvial quaternários não consolidados, de natureza e granulometria variada.	Planícies de acumulação fluvial.
Vertissolos	Vertissolos	Materiais de decomposição de calcários metamórficos; sedimentos holocênicos de várzea; gnaisses.	Depressões pedimentadas interiores / planícies de acumulação fluvial.

INSERIR **MAPA Nº 58** - SOLOS

- **Conceitos e Características Gerais das Classes de Solos**

- Neossolos Quartzarêmicos Órticos

Os Neossolos quartzarêmicos ocupam as paisagens litorâneas e Pré-litorâneas, nelas distribuindo-se em formas de faixas e campo de dunas ou ocupando porções do tabuleiro pré-litorâneo.

Constituem solos pouco desenvolvidos, profundos, originários de sedimentos areno-quartzosos não consolidados. A seqüência de horizontes é A e C, muito profundos, com elevada permeabilidade. A areia representa pelo menos 80% e a argila é inferior a 15%.

São solos pouco ou não afetados por processos pedogenéticos, e na área distinguem-se dois tipos de formações quanto às suas condições de gênese: os neossolos, formados pelos sedimentos holocênicos marinhos, e os que se encontram mais relacionados ao tabuleiro pré-litorâneo.

Os neossolos que abrangem a faixa praias e as dunas compreendem tipos de terrenos arenosos, com ou sem desenvolvimento de vegetação. Nas posições mais próximas ao mar, sob a ação mais direta dos ventos e ausência de cobertura vegetal, verifica-se a permanente mobilização de postículas, implicando ineficiente evolução pedogenética e ocorrência de forte instabilidade. Nas partes em que a vegetação se estabeleceu, permitindo a fixação dos depósitos arenosos, já se manifesta um incipiente processo pedogenético propiciando a formação de um horizonte A do tipo fraco, como acontece nas dunas fixas, formando-se então perfis do tipo A-C.

O horizonte A exibe normalmente, além da textura arenosa característica, coloração acinzentada ou cinza-escuro. O horizonte C apresenta coloração mais clara, notadamente cinza-claro e Bruno-avermelhado, sem formação de agregados estruturais.

A porção desses solos, que ocupa tabuleiro pré-litorâneo, associados com argissolos vermelho-amarelos distróficos, são originalmente relacionados aos depósitos arenosos terciário-quaternários da Formação Barreiras. Constituem, igualmente, solos arenosos muito profundos, de coloração entre branca a avermelhada e excessivamente drenados.

O horizonte A, fracamente desenvolvido, possui cores bruno acinzentada e estrutura fraca granular ou em grãos simples. O horizonte C, geralmente muito espesso, pode compreender vários sub-horizontes (C1, C2, C3, ...) de tonalidades variando de vermelho-amareladas a tons mais claros ou esbranquiçados, normalmente sem desenvolvimento de unidades estruturais, constando sempre de grãos simples ou ainda maciça e fracamente coesas.

Ambas as formações constituem solos muito ácidos, distróficos, de baixa a muito baixa fertilidade natural e praticamente destituídos de reservas de minerais primários facilmente intemperizáveis, que constituam fortes nutrientes para as plantas. Quanto ao uso agrícola, apresentam fortes limitações, basicamente em razão das suas próprias características químicas e mineralógicas, podendo, entretanto, suportar culturas como o côco-da-baía e o cajueiro.

– Argissolos Vermelho-Amarelados Distróficos

Ocorrem na unidade geoambiental do tabuleiro pré-litorâneo, em relevo plano e suave ondulado, onde são derivados dos sedimentos terciário-quadernários da Formação Barreiras.

São solos de profundos a muito profundos com seqüência de horizontes A, Bt, C nitidamente diferenciados, tendo assim horizontes subsuperficiais mais argilosos do que os superficiais, implicando a presença de horizontes b-textural. Possuem coloração variada com tonalidades desde vermelho-amareladas até branco-acinzentadas. Em alguns trechos, podem ocorrer também com o caráter plíntico, quando exibem tons vermelhos e intensa individualização do ferro.

Os tipos de horizonte A variam de fraco a moderado, comumente, textura arenosa ou média e estrutura fraca moderadamente desenvolvida. Os horizontes B são, geralmente, de textura argilosa ou média e coloração ora mais ou menos vermelho-amarelada, sendo que, nos solos com plintita, os tons se tornam variegados, exibindo intenso mosqueado.

A diferença textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais torna propício, nestes solos, riscos maiores de suscetibilidade a erosão, embora o relevo, nesta unidade geoambiental, não seja um fator agravante.

O potencial químico revela baixa fertilidade natural (saturação por bases inferior a 50%) e forte acidez, que constituem limitações para o uso agrícola, somada à deficiência de água que se registra durante o período seco.

– Argilosos Vermelho-Amarelados Eutróficos

Ocupam preferencialmente porções dos relevos residuais cristalinos existentes na área – como o conjunto de serras de Conceição-Juá –, além de porções das superfícies aplainadas interiores, associados com neossolos litólicos, plintossolos e planossolos.

São solos comumente profundos, ou rasos em alguns trechos das áreas das serras, possuindo perfis bem diferenciados dos tipos A, Bt, C, textura arenosa ou média no A e média ou argilosa no B, às vezes com cascalho ou concreções em virtude da oxidação do ferro. Como variantes a essas características, ocorrem também solos apresentando mudança textural “abrupta” do A para o B, além de solos com plintita nos horizontes B, o que lhe confere nesses casos os caracteres “abruptos” e plínticos. Isso ocorre, sobretudo, nos trechos das superfícies aplainadas interiores, para sudoeste da área.

São solos que possuem de média a alta saturação por bases (V%), de moderadamente ácidos a ácidos e freqüentemente apresentando, na sua composição, minerais primários de fácil intemperização.

Suas principais limitações decorrem da dificuldade e mecanização nas áreas de serras ou presença de pedregosidade, deficiência de água e suscetibilidade à erosão.

– Planossolo Háptico Eutrófico Solódico

Ocorrem nas áreas de várzeas, distribuídos nas planícies fluviais e áreas de sua influência, nas planícies flúvio-lacustres e nas depressões pedimentadas mais interiores, originados de materiais constituídas de produtos de alteração de rochas cristalinas, com influências superficiais de materiais resultantes de transporte fluvial.

São solos de rasos a pouco profundos, com perfis do tipo A, Bt, C, mudança textural “abrupta” do A para o B, sendo freqüente observar-se nos horizontes subsuperficiais B ou C, ou em ambos, evidências de drenagem imperfeita que se revelam pelo excesso de água no solo durante os períodos de chuvas, resultando no surgimento de manchas e tons de redução nesses horizontes.

O horizonte A é quase sempre fraco ou moderado, de tonalidades claras, textura arenosa e estruturas em grãos simples ou maciça. O horizonte Bt distingue-se bem por seus tons acinzentados com ou sem mosqueado, textura argilosa ou média, adensado, pouco permeável e estrutura prismática de moderada a forte, de consistência muito dura quando seco.

Nas condições em que ocorrem na planície fluvial, apresentam alta saturação por bases; entretanto possuem, também, característica solódica, ou seja, saturação por sódio trocável ($100. Na/T$) entre 6 e 15%, no horizonte B ou C, ou em ambos. São comumente ácidos a praticamente neutros. As limitações mais fortes ao uso agrícola destes solos decorrem das suas propriedades físicas, sobretudo do horizonte B, da considerável saturação por sódio neste horizonte, e do excesso de água na estação chuvosa, tornando ressecados nos períodos secos.

– Planossolo Nátrico

São encontrados em associação com o planossolo solódico nas áreas das planícies fluviais, em posições adjacentes as planícies fluviomarinhas, ou bordejando diretamente trechos longitudinais dos cursos d’água da área.

Compõem solos halomórficos de rasos a pouco profundos, com seqüência de horizontes bem diferenciados dos tipos A, E, Btn ou A, Btn, Cn, de mal drenados a imperfeitamente drenados e de permeabilidade de lenta a muito lenta subsuperficialmente.

O horizonte A é predominantemente fraco, podendo às vezes estar ausente, de tons geralmente claros. O horizonte Btn se apresenta entre bruno-acinzentado até amarelo-claro, às vezes apresentando mosqueado ou mesmo coloração variegada, textura média ou argilosa, estrutura colunar e consistência muito dura, quando seco.

São solos ácidos na parte superficial e praticamente de neutros a alcalinos nos horizontes subjacentes. Apresentam alta saturação por bases (V%) nos horizontes Btn e C; entretanto possuem saturação por sódio trocável elevada, ou seja, relação $100.Na^+/T$ acima de 15%, em ambos ou algum desses horizontes, o que determina o seu caráter sódico.

– Luvisolos Crômicos Típicos e Vérticos

Ocorrem em áreas de relevo de suave ondulado a ondulado das superfícies aplainadas interiores localizadas mais para a parte sul da área, originados de rochas cristalinas do Pré-Cambriano, como gnaisses e micaxistos.

Constituem solos de pouco profundos e profundos, de drenagem livre, tendo perfis bem diferenciados com seqüência de horizontes A, Bt, C e mudança textural “abrupta” do A para o B. O horizonte do A é normalmente de tonalidades bruno-acinzentado, textura arenosa ou média ou argilosa. Sua ocorrência está em muito associada com a presença de um revestimento pedregoso composto de calhaus que podem também ser encontrados dentro do horizonte A.

São solos que, além de possuírem argila de atividade alta na sua composição, apresentam alta saturação por bases, alta fertilidade natural e são dotados de altos conteúdos de minerais primários de fácil intemperização na sua constituição.

Suas principais limitações decorrem da deficiência de água, dificuldade de mecanização, em virtude de pedregosidade e suscetibilidade à erosão.

Nas áreas de ocorrência, estes solos se apresentam tanto com suas características típicas como com o caráter vértico. Em função deste caráter, os solos passam a apresentar, durante a estação seca, acentuado fendilhamento no horizonte B, além da presença de *slikenside*, resultante da presença de elevado conteúdo de argila de atividade alta (grupo 2/1). Encontram-se ainda em associação com planossolos, neossolos litólicos e argissolos vermelho-amarelados eutróficos.

– Neossolos Litólicos Eutróficos

São solos que ocupam preferencialmente os relevos residuais pré-litorâneos e interiores, como o serrote do Camará e as serras do Conceição-Juá, derivados de materiais de rochas cristalinas, como gnaisses, migmáticos e granitos.

Constituem solos de fraca evolução pedológica, com perfis rasos caracterizados apenas pela presença de um horizonte A diretamente assente sobre a rocha R – ou sobre a camada de alteração desta – Cr, geralmente de pequena espessura.

O horizonte possui cores muito variadas, desde claras a escuras e textura quase sempre média. Abaixo deste horizonte, surge a rocha R ou o horizonte C com elevados conteúdos de minerais primários e blocos de rochas semi-intemperizados sobre a rocha – R.

Em geral possuem pedregosidade e presença de rochosidade na superfície. Podem assim, normalmente ser encontrados associados com afloramentos de rocha, além de argissolos. Apresentam boa drenagem e quimicamente são indicados com elevada saturação por bases (eutróficos) e reação de moderadamente ácida a praticamente neutra.

Possuem fortes limitações ao uso agrícola pela pedregosidade, rochosidade, deficiência de água e pequena profundidade.

– Gleissolos Sálcos

Ocorrem na área de abrangência da planície fluviomarinha, onde são originados de sedimentos fluviais recentes, de natureza e granulometria variados. Sob essas condições, encontram-se constante ou periodicamente submetidos a excesso de água, causado principalmente pelas penetrações da água do mar.

São solos hidromórficos com altas concentrações de sais solúveis, possuindo saturação por sódio superior a 15%, perfis pouco diferenciados do tipo A – Cgz ou Az – Cgz, portanto “gleizado” e com presença de um ou mais horizonte sálico. Em grande parte, são moderadamente alcalinos e, sob certas condições, tornam-se fortemente ácidos.

O horizonte A é pouco espesso, de coloração escura, sendo que, durante as épocas secas, freqüentemente apresenta-se, na parte superficial, o fenômeno da cristalização de sais (eflorescências esbranquiçadas). Isso ocorre em razão da forte presença dos sais, que nesse período seco migram por ascensão capilar e se precipitam em superfície, por efeito da evaporação. O horizonte C exibe, em geral, coloração escuras, acinzentadas ou azuladas, com ou sem presença de mosqueado, evidenciando o intenso processo de “gleização”, a que freqüentemente estão submetidos.

Considerando a alta salinidade que possuem, aliada ao excesso de umidade, estes solos tornam-se impróprios para o uso agrícola, tendo sua exploração praticamente restrita ao extrativismo vegetal da carnaúba ou para o desenvolvimento de atividade salinera.

– Gleissolos Tiomórficos

Ocupam as áreas de relevo plano das planícies fluviomarinhas associadas aos mangues. Sua ocorrência se efetiva de forma indiscriminada em uma associação com gleissolos sálcos.

Constituem solos halomórficos, pouco desenvolvidos e pouco diferenciados, de mal drenados a muito mal drenados, “gleizados” e formados em ambientes de sedimentação recente, nas partes adjacentes à orla marítima, sob a influência das marés.

Possuem perfis do tipo ACg, apresentando altos teores de compostos de enxofre. Quando drenados e conseqüentemente oxidados, exibem mosqueados de coloração branco-amarelado e amarelo-brunado de sulfato de ferro, tornando-se também, nessas condições, extremamente ácidas. As suas características químicas, com a presença de sais solúveis e acidez, além do excesso de água, os tornam solos com limitações muito fortes para o uso agrícola.

– Neossolos Flúvicos Eutróficos

São solos desenvolvidos nas planícies fluviais, distribuídos em formas de faixas ao longo das margens dos cursos d’água. São originados a partir de deposições de sedimentos fluviais recentes, de composição granulométrica e mineralógica muito variada. A mais expressiva ocorrência desses solos na área encontra-se na planície do rio Curu.

São solos fracamente evoluídos, de pouco profundos a muito profundos, de textura variada, de moderadamente a bem drenados, de pouco ácidos a ligeiramente alcalinos. Morfologicamente apresentam perfis com horizonte A assente sobre o C, normalmente composto por uma seqüência de camadas diferenciadas geneticamente entre si, e com características físicas, químicas e mineralógicas variadas, em função dos tipos de sedimentos acumulados e da pouca evolução pedogenética.

O horizonte A é comumente de fraco ou moderado, de tons escuros e textura desde arenosa até argilosa. As camadas subjacentes mostram variação acentuada de classes texturais em profundidade, indo de arenosa até muito argilosa, com diferentes aspectos de cores, exibindo, em maioria, tonalidades bruno-escuras, às vezes com mosqueados nas seções mais argilosas e com ocorrência de drenagem imperfeita.

São solos dotados de alta fertilidade natural, representando um componente de destacado potencial agrícola, considerando-se, porém, as possibilidades naturais de riscos de inundações durante as épocas chuvosas.

– Plintossolos Argilúvicos

Esta classe de solos ocorre principalmente em associação com os argissolos vermelho-amarelos eutróficos plínticos, existentes na porção oeste da área, desenvolvidos de recobrimento dos sedimentos argilo-arenosos sobre rochas do Pré-Cambriano.

São solos imperfeitamente drenados, de profundos a muito profundos, tendo como característica diagnóstica a presença de plintita nos horizontes B e C, formando perfis com seqüência de horizontes A, Bt_f, C. A plintita, cuja presença determina as características do horizonte B, exibe coloração variegada preferencialmente, colorações avermelhadas e acinzentadas, possuindo ainda, comumente, textura argilosa no Bt_f, às vezes com ocorrência de cascalho. O horizonte A tem tons com predominância de bruno-escuro e bruno-acinzentado e estrutura comumente fraca ou maciça.

Na área de ocorrência, constituem solos eutróficos, entretanto exibem fortes limitações ao uso agrícola pelas más condições físicas, alta suscetibilidade à erosão, compactação do horizonte B plíntico e baixa permeabilidade.

– Vertissolos

Distribuem -se preferencialmente no sul da área em porções nas várzeas ou próximas a estas, derivadas de materiais oriundos de calcário metamórfico, sedimentos holocênicos de várzea ou ainda de gnaisses.

São solos de pouco profundos a profundos, com seqüência de A, C_v, C_{vg}, de argilosos a muito argilosos, dotados de horizonte vértico e pequena variação textural ao longo do perfil. Possuem, como constituinte principais, altos teores de argila do grupo 2/1 (grupo da montmoril lonita) que provocam expansões e contrações da massa do solo e o aparecimento de superfícies de deslizamento (*slikensides*) nas partes inferiores do perfil.

Durante a estação seca, mostram-se fendilhados e extremamente duros, passando a muito plásticos e pegajosos nos períodos úmidos quando a sua massa se expande. O horizonte A apresenta espessuras em

torno de 30cm, com tons bruno-escuros ou scuras e estruturas bem desenvolvidos. O horizonte C apresenta cores variáveis prevalecendo tonalidades escuras, com estrutura forte ou moderada do tipo prismática.

São imperfeitamente drenados em razão da baixa permeabilidade, que os tornam, durante os períodos chuvosos, bastante encharcados, muito plásticos e pegajosos, restringindo as ações de manejo com máquinas agrícolas.

Quimicamente são apontadas como solos de elevada soma de bases (S), alta saturação por bases (V%) e reação praticamente neutra a alcalina (QUADRO N° 36).

QUADRO N° 36 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E LIMITAÇÕES NATURAIS DO SOLO

CLASSES DE SOLOS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS/POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES NATURAIS AO USO
Neossolos quartzarêmicos	Solos arenosos fracamente desenvolvidos, ou simplesmente terrenos arenosos desprovidos de desenvolvimento pedogenético, drenagem excessiva no perfil, acidez elevada e baixa fertilidade natural / baixo potencial químico.	Deficiência de fertilidade, dinâmica eólica acentuada, instabilidade ecológica, reduzida quantidade de água disponível para as plantas em razão da textura muito arenosa.
Argissolos vermelho-amarelos distróficos	Solos profundos e muito profundos, bem diferenciados, textura média/argilosa, bem a moderadamente drenados, às vezes com presença de plintita no Bt, ácidos, baixa fertilidade natural / baixo potencial químico.	Baixa fertilidade, forte acidez, deficiência de água no período seco.
Argissolo vermelho-amarelo eutrófico	Solos profundos e muito profundos, textura arenosa ou média no A e média ou argilosa no B, bem a moderadamente drenados exceto os plíntitos, alta saturação por bases, moderadamente ácidos e ácidos / potencial agrícola em geral elevado.	Limitações à mecanização em algumas áreas em decorrência do relevo ou presença de pedregosidade; suscetibilidade à erosão, deficiência de água no período seco.
Planossolo háplico eutrófico solódico	Solos pouco profundos, textura arenosa / média, imperfeitamente drenados, presença marcante de sódio no horizonte Bt / potencial agrícola muito fraco.	Elevado risco de erosão, condições físicas desfavoráveis, dificultando a penetração das raízes, caráter solódico (elevada concentração de sódio trocável).
Planossolo Nátrico	Solos halomórficos, pouco profundos, textura arenosa / média, imperfeitamente mal drenados, estrutura maciça colunar no horizonte Bt, elevada saturação por sódio trocável / potencial químico desfavorável ao uso agrícola.	Condições físicas do perfil, excessivo conteúdo de sódio, alto risco de erosão, acumulação excessiva de água no período chuvoso e deficiência no período seco; grande dificuldade de desenvolvimento das raízes em profundidade.
Luvissolos crômicos órticos típicos e vérticos	Solos rasos e pouco profundos, relevo suave ondulado e ondulado, bem drenados, mudança textura abrupta do horizonte A para o B, alta fertilidade natural, moderadamente ácidos e neutros, forte presença de minerais primários / potencial químico elevado.	Deficiência de água, alta suscetibilidade à erosão, pedregosidade.

Continua

QUADRO N° 36 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E LIMITAÇÕES NATURAIS DO SOLO
(Continuação)

CLASSES DE SOLOS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS/POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES NATURAIS AO USO
Neossolos litólicos	Solos rasos, textura média ou arenosa, bem drenados a moderadamente drenados, relevo plano a forte ondulado, alta saturação por bases (eutróficos).	Pequena profundidade, pedregosidade, impedimento à mecanização, deficiência de água.
Gleissolos sálicos	Solos holomórficos, fracamente evoluídos, textura indiscriminada, muito mal drenados, alta presença de sódio, moderadamente alcalinos impróprios para o uso agrícola.	Excessiva concentração de sódio, excesso de água.
Gleissolos tiomórficos	Solos salinos, fracamente desenvolvidos, muito mal drenados e constantemente alagados, altos teores de sais e compostos de enxofre impróprios para a prática agrícola.	Excessiva concentração de sais, excesso de água, forte acidez.
Neossolos flúvicos	Solos profundos, pouco desenvolvidos, textura variada, drenagem moderada e imperfeita, fertilidade natural alta, elevado potencial agrícola.	Riscos de inundações periódicas, deficiência de água no período seco, dificuldade de mecanização quando argilosos.
Vertissolos	Solos pouco profundos e profundos, textura argilosa e muito argilosa, imperfeitamente drenados, relevo plano e suave ondulado, alta presença de nutrientes essenciais; neutros a alcalinos / elevado potencial químico.	Condições restritivas para o manejo em face das condições físicas desfavoráveis (drenagem, dureza, pegajosidade, plasticidade; deficiência de água, suscetibilidade à erosão nos relevos suave ondulados.

2.2.5.2 Condições Fitoecológicas: Vegetação e Flora (MAPA N° 59)

A área em questão é constituída por diferentes feições ambientais, como praia, pós-praia, planícies fluviomarinhas, campos de dunas, tabuleiros costeiros, planícies fluviais, depressão sertaneja e maciços residuais. Apresenta em sua superfície uma grande diversidade fisionômica e florística vegetacional. Além das heterogeneidades naturais, as ações humanas por meio das diferentes formas de uso e ocupação causaram intensa modificação na tipologia e conservação da cobertura vegetal original.

Historicamente, as atividades econômicas - como o extrativismo vegetal, a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência - causaram os primeiros impactos sobre as condições fitoecológicas locais. O fato de a área estar inserida na Região Metropolitana de Fortaleza, onde há a maior densidade demográfica do Estado do Ceará nas últimas décadas, levou a que outros fatores - como a expansão urbana, o crescimento industrial e portuário, além das especulações imobiliárias - causassem novas formas de pressão sobre os recursos vegetais e as áreas de vegetação ainda conservadas.

Atualmente percebe-se que há forte modificação na fisionomia e composição taxonômica de todas as unidades vegetacionais identificadas por meio de interpretação de imagens de satélite e de checagens de campo. Buscando diagnosticar o estado atual do conjunto vegetacional, estabeleceram-se como critério inicial a delimitação das principais unidades fitoecológicas e as formas de uso e ocupação predominantes.

INSERIR **MAPA Nº 59** - COBERTURA VEGETAL / USO DA TERRA

A análise das condições fitoecológicas, a vegetação e a flora local permitiram a identificação e o mapeamento das seguintes unidades: vegetação pioneira psamófila, vegetação subperenifolia de dunas, vegetação subcaducifolia de tabuleiro, vegetação paludosa marítima de mangue, vegetação caducifolia de caatinga arbustiva, vegetação caducifolia de caatinga arbóreo-arbustiva, vegetação subcaducifolia de várzea, vegetação subcaducifolia estacional arbórea, além de áreas ocupadas por atividades agropecuárias e por uso urbano e residencial.

Os levantamentos das condições fitoecológicas foram acompanhados por uma revisão bibliográfica que servirão de fonte complementar na avaliação e no diagnóstico final. Entre os autores considerados destacam-se Fernandes (1990), Figueiredo (1989), Iplance (1989), M. A/IBDF (1984), SDU/SEMACE (1998), Silva (1996), Vicente da Silva (1998) e Zakia (1993).

Objetivando fornecer informações precisas e detalhadas, optou-se por descrever as condições fitoecológicas de cada uma das oito unidades identificadas, bem como as duas formas de uso e ocupação.

- **A Vegetação Pioneira Psamófila**

Os ambientes de gênese deposicional recentes e que são constituídos por sedimentos arenosos costeiros, após um período de formação, começam, em parte, a ser colonizados por uma vegetação de caráter pioneiro. Entre os ambientes e feições geomorfológicas que começam a ser estabilizados biologicamente por espécies vegetais pioneiras, destacam-se a faixa de pós-praia, as antedunas, as dunas móveis e as depressões interdunares.

Denomina-se de vegetação psamófila a unidade fitoecológica comum a estes ambientes, sendo constituídas por espécies de pequeno porte, de fisionomia reptante e herbácea, com muitas delas assumindo um caráter de xerófita. Apresenta ciclos anuais, vinculados principalmente ao período chuvoso.

Há diferentes fatores ecológicos que impõem limitações ao desenvolvimento da vegetação, favorecendo portanto as espécies vegetais que se adaptam melhor a tais condições. Entre os principais fatores limitantes destacam-se: intensidade dos ventos, salinidade edáfica e atmosférica, inconsolidação de substrato, deficiência de nutrientes edáficos e intensa dinâmica geomorfogênica.

Dessa forma, há espécies herbáceas e reptantes que possuem melhores condições morfo-estruturais, fisiológicas e fenológicas, predominando nos ambientes arenosos recém-formados.

Esta cobertura vegetal tem funções essenciais na estabilização do substrato e conseqüentemente do relevo. Atua principalmente nos processos de pedogênese e, na consolidação do substrato, um adensamento do estrato gramíneo-herbáceo aporta nutrientes ao solo, favorecendo e possibilitando uma posterior ocupação local por espécies arbustivas ecologicamente mais exigentes.

O conhecimento da ecologia das espécies pioneiras dessa unidade fitoecológica é de fundamental importância para a viabilização de projetos de fixação de dunas móveis e recuperação de ambientes dunares desmatados.

Levantamentos de campo efetivados na área pôde constatar a presença das seguintes espécies pioneiras psamófilas: *Bulbostilis sp*, *Cyperus sp* (barba-de-bode), *Canavalia obtusifolia*, *Borreria capitata* (gurgutão), *Chamaecrista hispidula* (moeda-de-vintém), *Dodonea viscosa*, *Euphorbia brasiliensis*, *Heliotropium indicum* (grinalda-de-noiva), *Ipomoea asarifolia* (salsa), *Ipomea pes-caprae* (salsa-de-praia), *Panicum vaginatum* (capim gengibre), *Paspalum maritimum* (grama), *Phyllanthus lathryroides*, *Portulaca oleracea* (beldroega-da-praia), *Richardia grandiflora*, *Remirea maritima* (pinheirinho-da-praia), *Sesuvium portulacastrum* (brede) e *Xyris spp*.

Fatores ecológicos localizados, como o distanciamento da linha das marés, compactação do substrato, variações do microrelevo e profundidade do lençol freático, influem diretamente na composição florística das associações de espécies que se distribuem sobre o conjunto do substrato arenoso. Em função desses aspectos, é possível diferenciar-se algumas associações florísticas nos distintos ambientes do estrato arenoso local.

Alguns outros fatores impostos pelas atividades humanas influem sobre a conservação dessa unidade vegetacional. Citam-se o trânsito de veículos e transeuntes sobre a zona de pós-praia e superfícies dunares, bem como o sobrepastoreio em alguns trechos das depressões interdunares. A especulação imobiliária, uso residencial, extração mineral e outras atividades de ocupação permanente contribuem para uma eliminação completa de vegetação pioneira em alguns trechos localizados.

É recomendável a utilização de estratégias de proteção a essa unidade fitoecológica, uma vez que compõe um estágio básico no processo de estabilização das feições geomorfológicas litorâneas. Medidas de recuperação vegetacional merecem ser implantadas nos trechos superficiais onde a vegetação tenha sido degradada.

- **Vegetação Subperenifólia de Dunas**

Esta unidade vegetacional ocupa as superfícies dunares de geração mais antiga, onde a estabilização geomorfológica e os processos de pedogênese encontram-se consolidados. Situam-se geralmente nas dunas de maior altitude que se dispõem a maiores distâncias da linha de costa.

As dunas fixas passaram pelo processo inicial de colonização por espécies vegetais pioneiras e atualmente estão revestidas pela vegetação subperenifólia de dunas. A composição fisionômica e estrutural dessa unidade fitoecológica é constituída por espécies arbóreas e arbustivas, com algumas plantas escandentes e lianas, sendo espécies predominantemente perenifólias. O estrato herbáceo é incipiente, ocorrendo apenas algumas plantas durante o período chuvoso ou nos espaços e clareiras abertas entre a vegetação arbóreo-arbustiva mais densa.

A vegetação desempenha função bioestabilizadora do ambiente, amenizando os processos geomorfogênicos, ampliando a capacidade de formação dos solos e principalmente preservando a capacidade potencial dos aquíferos dunares. Representa também um habitat essencial para a sobrevivência de uma fauna abundante e diversificada.

Há diferenciações quanto à fisionomia da vegetação, que são determinantes em parte pelo fator de exposição à ação dos ventos dominantes. Dessa forma, a vegetação que recobre as encostas a sotavento e o topo estão mais expostas à ação eólica, tendo portanto um crescimento vegetal menos significativo, pois sofrem o efeito de tosqueamento do vento. Nesta feição morfológica das dunas fixas, constata-se uma predominância de espécies arbustivas e a presença de plantas com algum caráter xeromórfico, ou seja, cactáceas e arbustivas caducifólias.

A encosta sotavento, por estar mais protegida da intensidade dos ventos e por dispor geralmente de um ambiente mais úmido, com um lençol freático próximo da superfície, é ocupada por um estrato vegetal predominantemente arbóreo. Em alguns casos, a presença de lagoas perenes ou intermitentes próximo às encostas a sotavento das dunas, favorece ainda mais a evolução de uma vegetação de porte elevado e fechada, com um maior sombreamento sobre o solo.

Destaca-se o fato de que a composição florística da vegetação subperenifólia de dunas é bastante complexa em sua origem, pois é constituída por elementos da caatinga, cerrado, mata seca, além de componentes próprios. A análise local da flora possibilitou a identificação das principais espécies arbóreas e arbustivas: *Anacardium occidentale* (cajuieiro), *Anacardium microcarpum* (cajuí), *Andira retusa* (angelim), *Byrsonima crassifolia* (murici), *Capparis cynophallophora* (feijão-bravo), *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Combretum leprosum* (mofumbo), *Guettarda angelica* (angélica), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Maytenus parvifolia* (casca-grossa), *Ouratea fieldigiana* (batiputá) e *Ximenia americana* (ameixa).

Em áreas degradadas ou onde as condições eólicas são mais intensas, observa-se a presença de subarbustos de *Manihot glaziovii* (pinhão) e *Solanum paniculatum* (jurubeba), além de algumas cactáceas como o *Pilosocereus sp* (cardeiro) e o *Cereus jamacaru* (mandacaru). Nas superfícies onde se inicia o processo de sucessão vegetal a partir da vegetação pioneira, as espécies arbustivas que primeiro ocupam o ambiente são arbustos de *Byrsonima crassifolia* (murici) e *Chrysobalanus icaco* (guajaru).

O extrativismo vegetal efetuado inicialmente pela população das comunidades litorâneas dedicava-se à coleta de frutos e retirada de madeira. Esta última forma de aproveitamento de recursos vegetais não chegava a representar maiores impactos sobre a vegetação dunar, pois era efetuada de forma esporádica e selecionada. A partir do adensamento populacional e da tomada de terras pela especulação imobiliária, no entanto, intensificaram-se as ações de desmatamento, chegando inclusive a haver a comercialização de madeira para olarias da região.

O desmonte de dunas para exploração de areias para aterros também contribuiu para a redução da cobertura vegetal original. Sem dúvida, porém, a especulação imobiliária, com os loteamentos, foi a grande responsável pela eliminação de grande parte da vegetação dunar, mesmo infringindo a legislação ambiental, uma vez que esta é protegida pelo Código Florestal.

Atualmente algumas medidas, como a efetivação de APA's – áreas de proteção ambiental, tem sido incrementadas, buscando proteger o que ainda permanece de dunas fixas e sua vegetação estabilizadora. Fazem-se necessário também um monitoramento e uma fiscalização eficiente para que realmente se preservem os resquícios de vegetação dunar.

Por outro lado, é preciso o desenvolvimento de ações a fim de recuperar-se parte de superfícies dunares que foram desmatadas e que hoje se encontram instabilizadas geomorfologicamente. Apesar de serem ações que requer em tempo e custos elevados, a recuperação de dunas por via da recomposição de sua cobertura vegetal arbóreo-arbustiva é uma necessidade para a proteção de ambientes e estruturas situadas a sotavento do campo dunar.

- **Vegetação Paludosa Marítima de Mangue**

As planícies fluviomarinhas que se formam no contato entre os mares tropicais e o meio terrestre e fluvial, quando evoluem com um estado de equilíbrio e conservação ambiental, são recobertas pela vegetação paludosa marítima de mangue. O litoral cearense, apesar de possuir uma hinterlândia com clima semi-árido, apresenta um ambiente com as condições atmosféricas de sub-umidade. A disponibilidade hídrica subterrânea do aquífero da Formação Barreiras e as águas subsuperficiais dos campos de dunas permitem a perenização da drenagem dos estuários, o que favorece o desenvolvimento ecológico dos manguezais.

Condições de elevada salinidade hídrica e edáfica, além de constantes variabilidades deste parâmetro químico, oscilações de níveis de marés dos fluxos de água doce, além de escassez de oxigênio no solo, impõem restrições ao desenvolvimento de plantas que não estejam adaptadas ao ambiente do manguezal. Adaptações morfológicas e fisiológicas permitem que cinco espécies arbóreas se desenvolvam nas planícies fluviomarinhas no litoral cearense.

As espécies arbóreas freqüentes na composição da vegetação de mangue são a *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue-branco), *Avicennia germinans* e *Avicennia schaueriana* (mangue-preto) e *Conocarpus erecta* (mangue-botão). Esta última espécie ocupa as faixas mais externas dos manguezais, onde o substrato é mais arenoso, e podendo ocorrer também em outros ambientes, como o campo de dunas.

A vegetação paludosa marítima de mangue assume diversas funções ecológicas nos processos de estabilidade da planície fluviomarinha e na produtividade biológica dos estuários e mar litorâneo. Diferentes espécies de moluscos, crustáceos e peixes marinhos dependem diretamente do manguezal para o desenvolvimento de seus ciclos biológicos. Em função da pesca e da mariscagem, o manguezal, como habitat, não possui apenas uma grande relevância ecológica, como também econômica.

Em termos de estabilização ambiental a vegetação contribui na retenção de sedimentos, absorve parte da matéria orgânica que poderia intensificar a eutrofização hídrica, protege os mangues e terraços fluviomarinhas dos processos erosivos do escoamento hídrico e dos impactos das marés. A amenização dos efeitos das enchentes durante o período chuvoso e a melhoria das condições microclimáticas também ajudam a conservar uma qualidade ambiental melhor.

Na evolução da ocupação do litoral do setor oeste da Região Metropolitana de Fortaleza, a vegetação de mangue foi sofrendo crescentes processos de degradação, acompanhando a intensidade da ocupação humana. A princípio as formas de aproveitamento dos recursos vegetais dos mangues ocorriam de

forma seletiva, havendo a retirada de algumas árvores para determinados usos específicos, como construções de casas ou embarcações.

A partir da década de 1970, a proliferação de loteamentos e a construção de segundas residências não se estenderam apenas à faixa de pós-praia e campo de dunas, mas elas atingiram também o ecossistema manguezal. Desmatamentos, aterramentos e construções nas margens das planícies fluviomarinhas provocaram retiradas da vegetação original, destruindo o habitat natural.

Deve-se destacar o fato de que a perda da vegetação provoca de forma imediata a destruição da biodiversidade local constituída por uma fauna abundante e diversificada, composta por animais de espécies diferentes e funções ecológicas. Simultaneamente ocorre a desestabilização ambiental provocada pela intensificação de processos erosivos e deposicionais, além das modificações dos fluxos hídricos.

O Código Florestal Brasileiro define a vegetação de mangue e o próprio ecossistema manguezal como áreas de preservação permanente, indicando que devem ser tomadas medidas de monitoramento, proteção e fiscalização das áreas remanescentes de manguezais. É recomendável também que as áreas desse ecossistema que foram desmatadas sejam reconstituídas mediante programas de reflorestamento.

- **Vegetação Subcaducifólia de Tabuleiro**

A zona de tabuleiro ocupa grande parte da área pesquisada, estendendo-se para o interior logo após as superfícies dos campos de dunas. São terrenos correspondentes à Formação Barreiras, constituídos por solos arenosos e permeáveis, sendo recortados em alguns trechos por planícies fluviais.

Em sua constituição original, a vegetação subcaducifólia de tabuleiro era constituída predominantemente por espécies arbóreas. A retirada seletiva dessas espécies, as atividades agropecuárias e a expansão da ocupação residencial provocaram alterações na composição florística e fisionômica da vegetação.

Atualmente há maior freqüência de espécies arbustivas, com algumas árvores dispersas em algumas áreas mais conservadas. Um estrato herbáceo recobre os terrenos mais abertos, durante o período chuvoso.

Entre as espécies arbóreas e arbustivas predominantes na composição da vegetação destacam-se: *Anacardium microcarpum* (cajuí), *Anacardium occidentale* (catu), *Bauhinia unguolata* (momoró), *Byrsonima crassifolia* (murici), *Byrsonima gardneriana* (murici-pitanga), *Byrsonima verbascifolia* (murici), *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Curatela americana* (lixeira), *Guettarda angelica* (angélica), *Hymenea courbaril* (jatobá), *Mouriri cearensis* (manipuçá), *Ouratea fieldingiana* (batiputá) e *Ximenia americana* (ameixa). Em terrenos próximos ao contato da Formação Barreiras com as rochas ígneas do complexo cristalino, ocorre a presença de algumas cactáceas, como o *Cereus jamacarau* (mandacaru), *Pilosocereus squamosus* (cardeiro) e *Arbustos xerófilos* como o *Croton sonderianus* (mameleiro) e a *Piptadenia stipulacea* (jurema-branca).

A vegetação de tabuleiro constitui habitat de variadas espécies de animais, onde se destacam por sua diversidade os grupos faunísticos de répteis, aves e mamíferos. Infelizmente grande número de componentes de fauna foi eliminado nos locais onde a degradação da cobertura vegetal foi efetivada.

Em função de apresentar maior estabilidade geomorfológica e edáfica, dentro do contexto regional litorâneo, o tabuleiro sempre foi uma área mais explorada pelas atividades agropecuárias. O predomínio desta atividade levou a intensos desmatamentos nesta unidade geoambiental, levando a uma descaracterização da vegetação original. A ocupação por sítios, com a função de segundas residências, contribui para os desmatamentos, além da introdução de espécies exóticas, principalmente árvores frutíferas.

No contexto atual, já não há extensões significativas de vegetação de tabuleiro conservadas. Em função de tal fato e da própria condição de maior estabilidade ambiental desta unidade de relevo, os tabuleiros devem ser as áreas que podem ser ocupadas de forma mais intensa pelas diferentes formas de uso. Recomenda-se, no entanto, que se procure conservar o restante de vegetação que ocupe as proximidades de margens das planícies fluviais e lacustres, no contato com a vegetação de várzea.

- **Vegetação Subcaducifólia de Várzea**

Os pequenos e médios cursos d'água que se estendem da depressão sertaneja e recortam o tabuleiro litorâneo até chegar na planície litorânea, formam planícies fluviais e fluviolacustres constituídas por sedimentos aluvionais. O relevo relativamente plano, com solos eutróficos com elevada capacidade de retenção hídrica, favorece ao desenvolvimento de uma vegetação de porte arbóreo-arbustivo elevado.

Espécies vegetais que compõem esta unidade fitoecológica estão adaptadas a períodos de inundação dos solos, como também às secas induzidas pelas condições climáticas de semi-aridez e sub-umidade. Em decorrência da irregularidade da distribuição das chuvas na região, a vegetação assume um caráter subcaducifólio.

O elevado potencial edáfico das planícies fluviais e fluviolacustres favoreceu um intenso processo de uso agrícola, principalmente durante o período chuvoso, e a exploração pecuária extensiva na época das estiagens. Estas atividades econômicas induziram diretamente a uma degradação da cobertura vegetal, principalmente em razão da retirada de árvores maiores para a abertura de clareiras que facilitassem o desenvolvimento das atividades agropecuárias.

Outras formas de uso dos recursos vegetais sempre se efetivou historicamente com o extrativismo vegetal da cera e palha de carnaubeira (*Copernicia prunifera*), palmeira xerófita que predomina na composição florística da vegetação de várzea. Com o aumento da construção de residências, o tronco das carnaubeiras passou a ser um material requisitado pela construção civil, provocando impactos sobre a vegetação natural.

Atualmente ainda há um predomínio da *Copernicia prunifera* (carnaubeira), uma palmeira de porte elevado, entre 7 e 12 metros, que se encontra acompanhada por espécies arbóreas e arbustivas

subcaducifólias. Entre as principais espécies que compõem florísticamente a vegetação de várzea, destacam-se o *Combretum leprosum* (mofumbo), *Croton sonderianus* (marmeleiro), *Mimosa malacocentra* (calumbi), *Mimosa hostilis* (jurema-branca), *Triplaris gardneriana* (pajeú), *Zizyphus joazeiro* (juazeiro).

Significativo número de espécies de répteis, aves e mamíferos depende da conservação desta unidade fitoecológica, além dos peixes e crustáceos que habitam os cursos fluviais, lagoas e aguadas. A proteção contra processos erosivos e a colmatagem dos leitos de drenagem constituem outra função ecológica importante dessa vegetação.

Há uma legislação específica que protege as margens dos cursos fluviais, incluindo a vegetação natural das planícies fluviais. É necessário incorporar normas e técnicas conservacionistas no desenvolvimento do uso agropecuário, visando a evitar conflitos de uso entre esta atividade, o extrativismo vegetal das carnaubeiras e a proteção da vegetação.

Em áreas das planícies fluvial e lacustre, onde haja processos erosivos de maior intensidade, recomenda-se o reflorestamento com espécies arbóreas nativas.

- **Vegetação Caducifólia de Caatinga Arbustiva**

Ocupando a maior parte das superfícies interioranas, da área onde as condições de semi-aridez são mais acentuadas em função do distanciamento da influência das brisas marinhas, desenvolve-se a caatinga. Esta unidade fitoecológica está vinculada à presença de um substrato geológico cristalino e ao domínio da depressão sertaneja e pequenos serrotes.

A exemplo de outras áreas do domínio das caatingas no Estado de Ceará, a pecuária extensiva é a principal atividade econômica, seguida pela agricultura de subsistência desenvolvida apenas durante o período chuvoso. Práticas agropecuárias irracionais, como os desmatamentos e as queimadas para o crescimento de pastagens e uso agrícola, ao longo dos tempos, causaram danos ambientais irreversíveis. Com a degradação da vegetação original, que possuía em sua composição de início espécies arbóreas e foi progressivamente sendo explorada, originou-se uma cobertura vegetal secundária de porte arbustivo. Surgiram também áreas com afloramentos rochosos em decorrência da ação intensiva de processos erosivos, principalmente nas encostas dos serrotes semi-áridos locais.

A configuração fisionômica atual das áreas de caatinga é de arbustos e subarbustos com alturas inferiores a três metros. Há ainda um estrato herbáceo que se desenvolve apenas durante o período chuvoso.

Em decorrência dos desmatamentos, houve perda progressiva das espécies arbóreas, e plantas arbustivas com maior capacidade de desenvolvimento e adaptação ecológica passaram a ter maior frequência. Há uma predominância dos arbustos *Croton sonderianus* (marmeleiro) e *Piptadenia stipulacea* (jurema-branca), em áreas com processo de sucessão vegetal, após os desmatamento e queimadas.

Outras espécies que compõem o estrato arbustivo/subarbustivo que constitui a caatinga arbustiva são, entre outras: *Acácia glomerosa* (espinheiro-preto), *Aspidosperma pirifolium* (pereiro), *Capparis flexuosa*

(feijão-bravo), *Cnidoculus urens* (cansanção), *Dalbergia cearensis* (violeta), *Lantana camara* (camará), *Solanum paniculatum* (jurubeba) e *cactáceas* como o *Cereus jamacaru* (mandacaru) e o *Pilosocereus squamosus* (cardeiro). A vegetação local constitui um habitat essencial à sobrevivência de diferentes espécies do ecossistema caatinga.

A exemplo de outras áreas do domínio semi-árido cearense, faz-se necessária a implantação de um programa de reflorestamento da caatinga. A recuperação da cobertura vegetal original, mesmo que efetivada parcialmente, ajudaria a estabilização do relevo e dos solos, amenizando a ação dos processos erosivos e deposicionais.

O reflorestamento aumentaria o potencial dos recursos vegetais, que poderia ser aproveitado de forma racional com um manejo adequado. Atualmente a retirada de madeira para fornos de padarias, olarias e outra indústrias causa impactos significativos na área em estudo.

O replantio de árvores e arbustos xerófilos forrageiros permitiria ainda um aprimoramento da atividade pecuária extensiva.

- **Vegetação Caducifolia de Caatinga Arbóreo-Arbustiva**

A denominada vegetação caducifolia de caatinga arbóreo-arbustiva é uma unidade fitoecológica que teve uma representação espacial muito mais significativa dentro do contexto regional. Atualmente permanecem apenas alguns resquícios dessa vegetação.

Os ambientes de caatinga arbóreo-arbustiva estão relacionados a terrenos férteis e com solos de maior profundidade. Correspondem também a áreas de matas que foram protegidas, de alguma forma, contra a ação degradadora das atuais e passadas formas de uso e ocupação. Geralmente são algumas fazendas onde os proprietários optaram por manter conservada a caatinga, mantendo assim suas condições naturais pouco alteradas.

Da mesma forma que a caatinga arbustiva, essa unidade vegetacional está vinculada às terras mais interioranas, onde o efeito da maritimidade é praticamente nulo e se inicia o domínio das rochas cristalinas do Pré-Cambriano. Esta vegetação relaciona-se às unidades geomorfológicas da depressão sertaneja e dos maciços residuais.

O estrato arbóreo é predominante na fisionomia vegetal, com espécies arbustivas compondo uma sinúcia mais baixa e fechada. Um conjunto de plantas herbáceas e gramíneas forma um tapete vegetal que se desenvolve apenas durante o período chuvoso e que é explorado pela pecuária extensiva.

O dossel arbóreo possui altura de 8 a 15 metros, podendo-se mencionar as espécies: *Anadenanthera macrocarpa* (angico), *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro), *Auxemma oncocalyx* (pau-branco), *Commiphora leptophloeos* (imburana), *Mimosa tenuiflora* (jurema-preta), *Myracrodum urundeuira* (aroeira), *Schinopsis brasiliensis* (baraúna), *Tabebuia impetiginosa* (pau-d'arco), *Torresea cearensis* (cumaru) e *Zizyphus joazeiro* (juazeiro).

Já o estado arbustivo é constituído basicamente pelas mesmas espécies da caatinga arbustiva, sendo que as plantas possuem um porte maior, variando de 3 a 5 metros. Entre as espécies arbustivas mais representativas destacam-se *Acácia glomerosa* (espinheiro-preto), *Aspidosperma pirifolium* (pereiro), *Capparis flexuosa* (feijão-bravo), *Lantana camara* (camará) e as *cactáceas* *Cereus jamaracu* (mandacaru), *Pilosocereus squamosus* (cardeiro).

Os resquícios de caatinga arbóreo-arbustiva são de extrema importância ecológica como habitat de uma fauna, composta principalmente pelos répteis, aves e mamíferos, e que se encontram em perigo de extinção. O efeito de tamponamento vegetal contribui na efetivação de um microclima mais ameno e na conservação dos recursos hídricos superficiais, atenuação dos processos erosivos e equilíbrio da pedogênese local.

A potencialidade dos recursos genéticos vegetais dessa unidade fitoecológica pode propiciar a base para futuros planos de reflorestamento e adensamento da cobertura vegetal das áreas de caatinga degradadas. A preservação dos núcleos remanescentes de caatinga arbóreo-arbustiva deve ser instituída a partir de medidas de caráter particular e institucionais.

- **Vegetação Subcaducifolia Estacional Arbórea**

A vegetação subcaducifolia estacional arbórea, que também é denominada popularmente na região como mata seca, ocupa as vertentes de serras, em cotas altimétricas a partir de 400 até 600 metros. Em virtude da presença de colúvios, solos mais profundos e férteis, além de uma umidade atmosférica mais elevada em decorrência da altitude, é favorecida a formação de uma vegetação densa e de porte elevado.

Durante o período chuvoso e alguns meses após, a vegetação mantém-se perene e verdejante, e, quando chega a época da estiagem, uma parte das espécies assume um caráter caducifólio. Há também algumas espécies arbustivas, embora o estrato arbóreo seja predominante. A exemplo da caatinga, durante a época das chuvas, desenvolve-se um estado herbáceo que contribui para amenizar os efeitos da erosão pluvial.

Entre as principais espécies de árvores e arbustos que compõem a flora desta unidade fitoecológica, destacam-se: *Acácia glomerosa* (espinheiro-preto), *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho), *Astronium fraxinifolium* (gonçalo-alves), *Caesalpinia leiostachya* (pau-ferro), *Capparis cipropholo* (feijão-bravo), *Erythrina velutina* (mulungú), *Spondias mombim* (cajá), *Tabebuia serratifolia* (pau-darco-amarelo), *Triplaris gardneriana* (pajeú) e *Talisia esculenta* (pitombeira).

Os desmatamentos, queimadas e uso agrícola inadequado das encostas descaracterizou em grande parte as áreas de mata seca. Ambientes desta unidade vegetacional que foram degradados e agora se regeneram, geralmente têm a composição florística dominada por espécies de caatingas e são plantas de porte arbustivo. A substituição da vegetação subcaducifolia estacional arbórea pela vegetação de caatinga arbustiva é um fato que exige tomadas de medidas urgentes no sentido de proteger-se a mata seca.

A exploração de árvores para uso na carpintaria tem intensificado a degradação da vegetação. O efeito de proteção que a vegetação exerce nas encostas começa a desaparecer em virtude dos desmatamentos e os processos erosivos tornam-se acentuados.

Deve-se salientar a importância da mata seca como reserva genética, que pode ser utilizada futuramente em projetos de reflorestamento e bioestabilização de encostas dos maciços residuais. De forma similar à caatinga arbórea, os resquícios da mata seca devem ser preservados, pois apresentam espécies em perigo de extinção, juntamente com a fauna que a usa como habitat natural.

O QUADRO Nº 37 indica as principais unidades de vegetação com suas espécies representativas, destacando as formas de uso e ocupação e os problemas ambientais nas unidades geossistêmicas da AAE do Porto do Pecém.

QUADRO N° 37 – UNIDADES DE VEGETAÇÃO, ESPÉCIES VEGETAIS REPRESENTATIVAS, FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS NAS UNIDADES GEOSISTÊMICAS DA AAE DO PORTO DO PECÉM

REGIÃO NATURAL	UNIDADE DE VEGETAÇÃO	ESPÉCIES VEGETAIS MAIS REPRESENTATIVAS	FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS
Planície litorânea	Vegetação pioneira psamófila (perbeto campesino)	<i>Borreria verticilata</i> (cabeça-de-noiva) <i>Ipomoea pes-caprae</i> (salsa) <i>Panicum vaginatum</i> (capim) <i>Paspalum maritimum</i> (capim) <i>Remirea maritima</i> (pinheirinho)	Pecuária extensiva, com caprinos, ovinos e muares, ocupações residenciais e bares.	Sobre pastoreio, erosão e transporte eólico de sedimentos, degradação da vegetação em virtude do trânsito de veículo.
	Vegetação subperenifólia de dunas (arboreto edáfico marino-arenoso)	<i>Anacardium microcarpum</i> (cajuí) <i>Anacardium occidentale</i> (cajueiro) <i>Byrsonima sericea</i> (murici) <i>Chrysobalanus icaco</i> (guajuru) <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá)	Extrativismo vegetal (frutos e lenha), agricultura de subsistência, mineração e ocupação residencial.	Desmatamentos, avanço de dunas, rebaixamento do lençol freático, poluição das águas do subsolo, perda da qualidade paisagística, assoreamento das águas superficiais.
	Vegetação paludosa marítima de mangue (arboreto edáfico marino-limoso)	<i>Avicennia germinans</i> (mangue-preto) <i>Avicennia schaueriana</i> (mangue-preto) <i>Conocarpus erectus</i> (mangue-botão) <i>Laguncularia racemosa</i> (mangue-branco) <i>Rhizophora mangle</i> (mangue-vermelho)	Extrativismo vegetal (lenha, madeira, casca do mangue-vermelho), exploração de salinas, pesca e mariscagem, viveiros de camarão, construções de ancoradouros e portos, ocupações residenciais e bares.	Retirada e diminuição do porte da vegetação, salinização edáfica, assoreamento do leito e erosão das margens, redução da biodiversidade animal, diminuição do potencial piscícola e marisqueiro.

Continua

QUADRO N° 37 – UNIDADES DE VEGETAÇÃO, ESPÉCIES VEGETAIS REPRESENTATIVAS, FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS NAS UNIDADES GEOSISTÊMICAS DA AAE DO PORTO DO PECÉM (Continuação)

REGIÃO NATURAL	UNIDADE DE VEGETAÇÃO	ESPÉCIES VEGETAIS MAIS REPRESENTATIVAS	FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS
Tabuleiro	Vegetação subcaducifólia de tabuleiro (fruticeto estacional subcaducifólio escleromesomórfico)	<i>Anacardium occidentale</i> (cajeiro) <i>Byrsonima sericea</i> (murici) <i>Byrsonima crassifolia</i> (murici) <i>Chrysobalanus icaco</i> (guajuru) <i>Coccoloba latifolia</i> (coaçu) <i>Croton sonderianus</i> (marmeleiro) <i>Mimosa hostilis</i> (jurema-preta)	Pecuária extensiva, mineração, extrativismo vegetal (frutos, lenha), agricultura de subsistência, monoculturas, agricultura irrigada, ocupação residencial.	Desmatamentos e queimadas, intensificação dos processos erosivos e de lixiviação dos solos, redução do potencial hidrológico do subsolo, redução da biodiversidade animal e vegetal.
Planícies fluviais	Vegetação de várzea (arboreto edáfico fluvial)	<i>Combretum leprosum</i> (mofumbo) <i>Copernicia prunifera</i> (carnaubeira) <i>Geoffroea stipulea</i> (umari) <i>Spondias mombim</i> (cajá) <i>Tabebuia aurea</i> (braúna) <i>Triplaris gardneriana</i> <i>Zizyphus joazeiro</i> (juazeiro)	Extrativismo vegetal (cera e folha de carnaúba, lenha e carvão), pecuária semi-extensiva bovina, agricultura de subsistência e irrigada (fruticultura), exploração de argila e areia grossa, olarias.	Corte de carnaubeiras para ocupação agrícola, intensificação dos processos erosivos, contaminação por agrotóxicos, modificação do leito e terraços fluviais, alteração da qualidade hídrica superficial e subsuperficial, assoreamento, redução do potencial hídrico, ampliação das condições de semi-aridez e déficit hídrico, redução da biodiversidade.

Continua

QUADRO N° 37 – UNIDADES DE VEGETAÇÃO, ESPÉCIES VEGETAIS REPRESENTATIVAS, FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS NAS UNIDADES GEOSISTÊMICAS DA AAE DO PORTO DO PECÉM (Continuação)

REGIÃO NATURAL	UNIDADE DE VEGETAÇÃO	ESPÉCIES VEGETAIS MAIS REPRESENTATIVAS	FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS
Depressão sertaneja	Vegetação de caatinga arbustiva caducifólia e arbórea.	<i>Aspidosperma pirifolium</i> (pereiro) <i>Caesalpinia bracteosa</i> (catingueira) <i>Cereus jamacaru</i> (mandacaru) <i>Cynidosculus phyllacanthus</i> (favela) <i>Croton sonderianus</i> (marmeleiro) <i>Imburana cearensis</i> (imburana) <i>Jatropha pholiata</i> (pinhão) <i>Mimosa hostilis</i> (jurema preta) <i>Myracrodun urundeuva</i> (aroeira) <i>Pilocereus squamosus</i> (facheiro) <i>Pilosocereus gounellei</i> (xique-xique)	Pecuária extensiva, agricultura, exploração dos recursos vegetais através da retirada de lenha e produção de carvão.	Queimadas e desmatamentos, aumento dos processos erosivos, perda do potencial produtivo dos solos, redução da biodiversidade, aumento do déficit hídrico e ampliação dos processos de desertificação
Maciços residuais	Vegetação de caducifólia de caatinga arbustiva e vegetação subcaducifólia estacional arbórea	<i>Bromelia laciniata</i> (croatá) <i>Caesalpinia bracteosa</i> (catingueira) <i>Caesalpinia férrea</i> (jucá) <i>Melocactus bahiensis</i> (coroa-de-frade) <i>Pilosocereus gounellei</i> (xique-xique) <i>Acácia Glomerata</i> (espinheiro-preto) <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (angico) <i>Spondias mombim</i> (cajá) <i>Talisia esculenta</i> (pitombeira)	Extrativismo vegetal (lenha e carvão), agricultura de subsistência, mineração.	Erosão de encostas, assoreamento de nascentes hídricas, perda de solos, instabilização de vertentes e redução da biodiversidade local.

2.2.5.3 Diagnóstico Faunístico

As atividades inerentes do Complexo Industrial e Portuário do Pecém situam-se, sobretudo, na planície litorânea e o tabuleiro costeiro, entre o rio Ceará e o rio Curu. Os municípios mais envolvidos nesse contexto são: Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuru e São Luiz do Curu, todavia devem-se mencionar também alguns outros municípios envolvidos de forma indireta, como Pentecoste, Caridade e Maranguape, haja vista a influência de suas bacias hidrográficas desaguiarem na região destinada para esse projeto.

Além do complexo litorâneo, encontram-se contemplados também ecossistemas como as serras e a caatinga, os quais em conjunto vêm ao longo do tempo moldando a paisagem regional e fomentando a sobrevivência da biodiversidade regional. No complexo litorâneo, destacam-se diferentes ecossistemas, como a praia, a pós-praia, campos dunares, tabuleiros pré-litorâneos, planícies fluviomarinhas e fluviais, e ambientes lacustres. Enquanto nos ambientes serranos se destacam a mata seca, no semi-árido vislumbra-se sobretudo a caatinga. Todos esses ecossistemas encontram-se descritos de forma sucinta, com o objetivo de facilitar a caracterização da fauna regional.

Observa-se na área desse projeto a existência de algumas unidades de conservação, as quais devem ser preservadas o máximo possível, bem como suas áreas de amortecimento, destacando-se as seguintes: Estação Ecológica do Pecém, APA do Pecém (área aproximada 123ha), APA do Cahuype, APA da Lagoinha, e parte da APA do Rio Ceará e APA do Rio Curu.

As atividades inerentes aos estudos e preservação da biota em questão devem considerar ao máximo possível a fauna contida nos ambientes do complexo litorâneo da região, especialmente dos campos dunares e no tabuleiro pré-litorâneo.

O principal objetivo deste trabalho é mostrar que, apesar da iminente atividade impactante do Complexo Industrial e Portuário do Pecém ao meio ambiente, é possível manejar a fauna tetrápoda regional, comprometendo-a o mínimo possível.

Escolheu-se inicialmente estudar o grupo dos tetrápodes (mamíferos, aves, répteis e anfíbios), dentre os demais Metazoa, em decorrência do seu fácil manejo, do pouco tempo e recursos, devendo *a posteriori* aprofundarem-se os trabalhos de monitoramento, mediante um programa especial para esse fim.

A distribuição espacial das diversas comunidades faunísticas agrupa-se normalmente num mesmo habitat, o que veio facilitar o seu estudo sinecológico da mesma. Assim sendo, preferiu-se trabalhar com os grupos de populações de espécies adaptadas ecologicamente a um mesmo padrão ambiental, como: nicho ecológico, preferência alimentar, etologia etc.

O inventário da fauna local foi feito *in loco*, com coleta de material para remessa ao Museu de História Natural da Universidade Estadual do Ceará (UECE), ligado ao Laboratório de Ciências Biológicas (LABIO) da referida Instituição. Outrossim, todos os dados de campo foram checados junto à bibliografia especializada.

As observações da fauna foram feitas por meio de caminhadas por trilhas e (ou) picadas na mata, bem como em tocaias em pontos estratégicos. Foram utilizados nas observações binóculos KALIMAR - 7 x 50 e SUPER ZENITH - 20 x 50.

Nas campanhas de campo, foram despendidas aproximadamente 60 horas/mês, perfazendo ao longo de cinco meses contínuos, em torno de 300 horas de observação da fauna, dentro da área proposta para o projeto em ênfase e adjacências. Foram também estendidas redes de neblina do tipo MIST NET de 12 por 4 metros para capturar e identificar a avifauna regional, perfazendo um total de 50 horas/rede.

As aves capturadas foram devidamente medidas, pesadas e em seguida soltas no mesmo local capturado, cujos dados servirão de base para os cálculos estatísticos e confecção do banco de dados da biota regional.

A área de ocorrência de cada tetrápode (mamífero, ave, réptil e anfíbio), observada cosoante taxonomia cladística (filogenética), foi devidamente plotada, via Sistema de Posicionamento Geográfico (GPS - modelo MAGELA 4000), formando um banco de dados com o qual será possível zonear os diversos táxons faunísticos e seus nichos ecológicos.

A caracterização dos diversos biomas da região foram feitos a partir da análise bio-geográfica *in loco* e segundo a bibliografia especializada.

As bases cartográficas utilizadas para confecção dos mapas do macrozoneamento da fauna foram: carta da SUDENE 1:100.000, mapa topográfico com infra-estrutura do Complexo Industrial do Pecém, na escala de 1:20.000; mapa geral das áreas da Estação Ecológica do Pecém e Área de Proteção Ambiental do Pecém na escala de 1:20.000; além de fotografias aéreas na escala aproximada de 1:10.000.

Ao longo da implantação das atividades industriais que darão suporte ao porto do Pecém, deverão ser realizados monitoramentos contínuos da biodiversidade regional, sobretudo no que concerne ao monitoramento da fauna, fenologia vegetal e estudos fitossociológicos.

Alguns pontos que devem ser previstos no monitoramento da biota são: mapeamento e zoneamento da biota (vegetação e fauna) regional e adjacências, seleção da fauna para coleta de dados bioecológicos (telemetria), definição dos pontos de coletas dos dados da biota, diagnóstico faunístico, identificação e montagem do museu da fauna, zoneamento e biomonitoramento da fauna, biometria da fauna, monitoramento da flora, fitossociologia, fenologia, repovoamento florístico e educação ambiental.

A biodiversidade regional é bem representativa, apesar de certas condições físico-climáticas não serem favoráveis, levando, deste modo, ao longo do tempo, a uma adaptação fisio-anatômica de boa parte de sua biota. Alguns desses ecossistemas podem ser considerados como ecótonos entre os ambientes marinhos e terrestres, uma vez que se localizam no limiar destes dois grandes macro-ecossistemas, havendo, portanto, ingente troca energética e biomassa nessa região.

Percebe-se também, nos ambientes costeiros, forte dinâmica ambiental, tanto por parte dos fatores físicos (eólicos, pluviosidade etc) como bióticos (migração, trofismo complexo, sucessão ecológica

“xeroserie e hidroserie” etc.), levando assim a crer que cada unidade ambiental mantém estreita relação com os demais bióticos circunvizinhos, chegando, em certos casos, ao longo do tempo, a alterar toda a sua fitofisionomia, as quais serão descritas, a seguir, de forma sintética, mostrando os principais componentes geoambientais e sua biota e destacando, quando for o caso, a dinâmica ambiental pertinente aos diversos segmentos fitogeográficos.

- **Ambiente Praiano**

O ambiente praiano situa-se entre a baixa-mar e a maré mais alta, a qual coincide, em geral, com a linha do estirâncio. A região praiana de São Gonçalo do Amarante, Caucaia e Paracuru acompanham praticamente toda a linha da costa desses municípios (3°32'567" S, 38°50'942" O). Entretanto, em alguns outros pontos, entretanto, verificam-se depósitos fluviomarinhos, além de *beach roch*, especialmente nas proximidades da instalação do porto do Pecém. Desse modo, o ambiente praiano apresenta duas fitofisionomias distintas, sendo uma formada por sedimentos de areias quartzosas e outra dominada por depósitos fluviomarinhos de origem orgânica e mineral.

As praias formadas por sedimentos de areias quartzosas apresentam-se desnudas, sem representantes florísticos, denominando-se de ambiente praiano arenoso. Notam-se, no entanto, algumas algas marinhas dispersas e certos representantes da infauna como: moluscos (*Gastropoda*, *Scaphopoda*), equinodermatos (*Echinoidea*) e crustáceos {*Ocypoda quadrata* (espia maré), *Ucides cordatus* (uçá), *Lygia exotica* (barata-da-praia) etc.}, dentre outros.

O ambiente praiano rochoso encontra-se recoberto por uma biota bastante rica e diversificada, como: *Teredo sp.* (molusco), *Cathamalus sp.* (craca), *Balanus sp.* (craca), *Crassostrea rhizophorae* (ostra), *Polychaeta* (anelídeo), dentre outros taxóns contidos ou não na praia arenosa. A existência desse tipo de ambiente freqüentemente se encontra associada aos depósitos fluviomarinhos de origem orgânica e mineral, indicando deste modo uma possível desembocadura de um rio nessas localidades em tempos pretéritos ou mesmo recentes. O ambiente praiano rochoso pode ser visto na ponta do Pecém e adjacências, bem como em Paracuru, enquanto nas demais regiões praianas vê-se a tipologia arenosa.

Algumas aves migratórias intercontinentais passam por essa região rumo ao extremo sul do continente latino, fugindo do rigor do inverno boreal e merecendo destaque as seguintes espécies: *Charadrius semipalmatus* (maçarico), *Pluvialis dominica* (tarambola), *Tringa solitaria* (maçarico), *Pluvialis squatarola* (tarambola-pintada), *Charadrius wilsonia* (maçarico), *Arenaria interpres* (maçarico), *Tringa solitaria* (maçarico), *Tringa melanoleuca* (maçaricão), *Calidris canutus* (maçarico-de-peito-marrom), *Calidris alba* (maçarico-de-areia), *Bartramia longicauda* (maçarico-do-campo), *Numenius phaeopus* (pirão-gordo), *Numenius borealis* (batuira-boreal), *Larus dominicanus* (gaivotão), *Phaetusa simplex* (gaivota-do-bico-grande) *Gelochelidon nilotica* (gaivota), *Sterna dougallii* (trinta-reis-róseo), *Sterna hirundo* (trinta-réis), *Sterna supercilii* (trinta-réis), *Rhynchops niger* (talha-mar), *Actitis macularia* (maçariquinho), *Arenaria interpres*, (maçarico), *Calidris alba* (maçarico), *Calidris melanotos* (maçarico), *Calidris minutilla* (maçarico) etc. Em boa parte, esses maçaricos são migratórios e alimentam-se de insetos, moluscos e *polychaetos*, encontrados sobretudo no subsolo praiano. Observam-se também alguns *Charadriiformes* residentes no Brasil, nessa região, como *Gallinago paraguayae* (narceja-pequena), *Gallinago undulata*

(narceja), *Himantopus himantopus* (pernilongo), *Charadrius collaris* (maçarico), *Vanellus chilensis* (te-téu), *Hoploxypterus cayanus* (maçarico-barulhento), dentre outros. Estas aves costumam habitar tanto na costa como nos estuários e manguezais.

Ocorrem na alta faixa praial alguns mamíferos, especialmente roedores: *Galea spixii* (preá). Outrossim, também podemos citar, dentre outros, os seguintes répteis: *Iguana iguana* (camaleão); *Ameiva ameiva* (lagartixa); *Cnemidophorus ocellifer* (tejubina); *Spilotes sp.* (caninana) etc.

As aves normalmente são de hábitos terrícolas, consumidoras de sementes, insetos e vermes, dentre as quais se citam: *Rhynchotus rufescens* (perdiz), *Paroaria dominicana* (campina), *Vanellus chilensis* (teteu), *Anthus lutencens* (caminheiro-do-campo), *Himantopus himantopus* (pernilongo), *Pluvialis squatarola* (tarambola-pintada), *Pluvialis dominica* (tarambola), *Charadrius semipalmatus* (maçarico), *Charadrius collaris* (maçarico-de-colar), *Arenaria interpres* (maçarico), *Tringa solitaria* (maçarico), *Tringa flavipes* (maçarico), *Tringa melanoleuca* (maçaricação), *Actitis macularia* (maçariquinho), *Calidris canutus* (maçarico-de-peito-marrom), *Calidris pusilla* (maçariquinho), *Calidris alba* (maçarico-de-areia), *Bartramia longicauda* (maçarico do campo), *Numenius phaeopus* (pirão-gordo), *Gallinago gallinago* (narceja-pequena), *Gallinago undulata* (narceja), *Larus cirrocephalus* (gaviotão), *Sterna simplex* (gavota-do-bico-grande), *Sterna hirundo* (trinta-réis), *Sterna supercilialis* (trinta-réis), *Anous stolidus* (andorinha-do-mar) etc. As aves dos gêneros *Sterna*, *Larus*, *Calidris* e *Charadrius* (*Charadriiformes*) são em geral migratórias, provindas do extremo boreal, de onde anualmente, durante os meses de outubro a dezembro, voam em direção ao sul da Patagônia/Argentina - Chile, passando pelo Nordeste brasileiro, voltando para o norte do Canadá e Eurásia em fevereiro/março, anualmente.

As principais aves raptoras que se destacam nesse ambiente do berma são: *Speotyto cunicularia* (buraqueira), *Buteo magnirostris* (gavião), *Polyborus plancus* (carcará) etc., os quais ocupam o último nível da cadeia trófica, consumindo répteis, insetos, roedores etc.

Em síntese, a fauna predominante desse ambiente são certas aves terrícolas migratórias (vermívoras/insetívoras) e residentes, além de artrópodes (crustáceos), moluscos (gastrópodes), certos vermes (polychaetos) e répteis.

Notou-se, em alguns trechos da vegetação do pós-praia, ao longo do litoral do lado de Caucaia, a introdução de húmus proveniente da área destinada para a implantação da Companhia Siderúrgica Cearense (vegetação subperenifolia de tabuleiro). Essa tentativa de minimizar a ação eólica sobre o berma é perigosa, uma vez que além de alterar a composição do solo, prejudica a sobrevivência da fauna desse ambiente acostumada com solo areno-quartzoso. Poucas sementes oriundas do tabuleiro pré-litorâneo sobreviverão nesses terrenos, sendo mais aconselhável a sua contenção via palhas de coqueiros e utilização de sementes adequadas ao ambiente da berma.

A fauna dominante das dunas fixas são aves insetívoras e/ou frutívoras, dentre os quais se destacam: *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Paroaria dominicana* (campina), *Sporophila albogularis* (gola), *Tyrannus melancholicus* (siriri), *Polyborus plancus* (carcará), *Buteo swainsoni* (gavião), *Buteo magnirostris* (gavião), *Speotyto cunicularia* (coruja-buraqueira), *Columbina picuí* (rolinha-da-praia),

Mimus gilvus (sabiá-da-praia), *Speotyto cunicularia* (coruja-buraqueira), *Anthus lutencens* (caminheiro-do-campo), *Columbina talpacoti* (rolinha), *Columbina passerina* (rolinha-da-praia), *Forpus xantopterygius* (papacum) e *Thraupis sayaca* (sanhaçu).

Ocorrem também *squammatas*, em especial sáurios, e alguns mamíferos herbívoros: *Cavia aperea* (preá), *Euphactus sexcinctus* (peba), *Didelphis albiventris* (cassaco), *Cerdocyon thous* (raposa) e quirópteros, como o *Artibeus jamaicensis* (morcego frugívoro).

A região em apreço apresenta o domínio desse tipo de associação (dunas “antropizadas”) de forma dispersa, distribuída em diversas localidades e observada sobretudo nas imediações das comunidades e vilarejos da região.

Verificou-se a existência de dois estádios desse ambiente, de acordo com o tempo de uso do seu solo e seu tempo de recuperação após abandono, ou sejam: campos dunares cultivados e campos dunares com vegetação secundária.

Os campos dunares cultivados correspondem a ambientes antrópicos ainda em atividade ou recentemente abandonados, cuja vegetação dunar original não teve tempo de recuperar-se. Apresenta-se portanto recoberto de herbáceas, podendo ou não existir um estrato arbustivo de forma incipiente. Nesse ambiente, podem-se encontrar alguns representantes da fauna invasora, como aves granívoras de pequeno porte, como *Columbidae* e *Tinamiformes*, além de alguns *Emberizidae*.

Os campos dunares antropizados apresentam-se preenchidos pelo estrato arbustivo de pequeno a médio porte e diversos cipós, formando um tapete verde sobre a copa dos arbustos. Seus indivíduos normalmente se encontram ramificados desde a base, junto ao solo, onde foram cortados em tempos pretéritos. Nota-se grande acúmulo de folhagem no solo, formando o húmus, importante na reciclagem dos nutrientes. Observaram-se diversos agrupamentos de bromeliáceas nessas localidades, as quais são consumidas pela fauna, especialmente pelos *Cerdocyon thous* (raposa).

Nas áreas de paleocanais de mangue, a fauna predominante desse ambiente são as aves dulcícolas / paludícolas, pequenos e médios mamíferos, peixes, anfíbios e répteis, além de uma diversidade enorme de espécies de artrópodes e outros invertebrados. Esse tipo de ambiente deve ser preservado ao máximo possível, visando a futuras pesquisas científicas na região e apresentando tanto valor paisagístico como científico.

Os ambientes alagáveis interdunares situam-se nos setores mais rebaixados do ambiente dunar, podendo ou não ocorrer escoamento superficial nessas depressões, uma vez que o fornecimento d’água para esses vales interdunares provém da captação e retenção das dunas circunvizinhas. Normalmente, essas depressões encontram-se assentadas sobre sedimentos da Formação Barreiras, o que ajuda na tarefa de conter a água decorrente das dunas.

A fauna desse ambiente compõe-se basicamente de espécies paludícolas, bem como de outros indivíduos dos ambientes do tabuleiro pré-litorâneo e das dunas.

O zoneamento das lagoas interdunares apresenta geralmente os seguintes compartimentos: zona limnética, zona anfíbia e zona ecótona. Em decorrência desses lagos serem normalmente intermitentes, não favorecem a formação de macrófitas aquáticas e, por conseqüente, de zonas bênticas e flutuantes, salvo em algumas raras lagoas da região.

A fauna desse ambiente depende em parte do tipo da lagoa. Assim, nas lagoas rasas intermitentes, nota-se a predominância de invertebrados como moluscos *Ampullaria sp.* (uruá), artrópodes (insetos, crustáceos, aracnídeos) e vermes. Também se verificam algumas aves paludícolas como: *Egretta thula* (garça); *Butorides striatus* (socó); *Vanellus chilensis* (tetéu); *Fluvicola nengeta* (lavadeira) etc.

As lagoas consideradas perenes, tanto rasas como profundas, apresentam outros grupos taxonômicos faunísticos com suas relações tróficas típicas. Dentre os peixes, pode-se citar: *Simbranchus marmoratus* (muçum); *Genyatremus luteus* (cará); *Astianax sp.* (piaba) etc. Os anfíbios são raros nessa região, contudo podem-se encontrar durante o período das chuvas dentre outras as seguintes espécies: *Leptodactylus sp.* (jia), *Hyla sp.* (perereca) etc.

As aves coincidem em parte com as já mencionadas acima, acrescidas de outras como: *Chloroceryle americana* (martim-pescador), *Arundinicola leucocephala* (vovô), *Tachycineta albiventer* (andorinha), *Columbina talpacoti* (rolinha), *Sporophila albogularis* (gola), *Himantopus himantopus* (pernilongo), *Jacana jacana* (jaçanã), *Pitangus sulphuratus* (bem te vi), *Arenaria interpres* (maçarico), *Speotyto cunicularia* (coruja), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Rostrhamus sociabilis* (caramujeiro), dentre outras aves.

O clima, ao longo do ano, altera enormemente a fitofisionomia dos ambientes lacustres. Assim, ao longo da estação chuvosa, verifica-se maior biodiversidade de espécies, em decorrência do incremento d'água, ocasionando grande proliferação de algas dulcícolas e fazendo com que todo esse ambiente se renove, ao passo que, no período seco, as lagoas secam por completo, levando a migração de sua fauna paludícola e endumecimento das algas.

A lagoa do Pecém quase não apresenta macrófitas fixas ao substrato. Na lagoa do Tucunaré, todavia, (3°35'465" S 38°47'581" O), encontram-se várias espécies florísticas aquáticas, tais como: *Brachiaria ssp.* (capim-d'água), *Cyperus sp.* (junco) etc. A lagoa do Tucunaré, segundo a comunidade local, foi povoada com *Cichla ocellaris* (tucunaré), o qual, ao longo dos últimos anos, vem consumindo os demais peixes dessa lagoa. Outras lagoas encontradas nessa região são: do Poço (próximo do Icaraí), Lagoa do Banana, do Roçado (próximo de Paracuru), do Capuan e várias outras.

Normalmente, essas lagoas interdunares encontram-se interligadas por pequenos cursos d'águas intermitentes e/ou pelo escoamento da água subsuperficial, os quais mantêm seu solo relativamente úmido.

Logo após o complexo dunar, podem-se observar diversas lagoas perenes, denominadas de lagoas pós-dunares. Sua água é oriunda da infiltração das dunas circunvizinhas, as quais funcionam como um grande filtro, absorvendo e retendo no seu subsolo a água ali acumulada durante o período chuvoso, a

qual se infiltra até a formação da barreira logo abaixo das dunas. Essa água tende a escoar pelas dunas até atingir a planície dos tabuleiros pré-litorâneos, formando os ambientes lacustres pós-dunares.

Estas lagoas apresentam, na sua grande maioria, o zoneamento lacustre-padrão, ou seja: zona limnética, zona bêntica/flutuante, zona anfíbia e ambiente ecótono.

A região limnética situa-se na porção central do reservatório, em geral acima de 1,2m de profundidade, variando de acordo com a penetração da luz solar e da batimetria do lago. Não apresenta espécies florísticas superiores, sendo composta apenas por esporádicas espécies flutuantes desgarradas da margem. Conforme a penetração da luz e da biodiversidade aqui existente, pode ser novamente subdividida em: comunidade planctônica, comunidade nectônica e comunidade bentônica.

A comunidade planctônica enseja organismos submicroscópicos como: *fitoplânctons* (diatomáceas, algas etc.) e *zooplânctons* (rotíferos, larvas de insetos, larvas de peixes, crustáceos etc.). Esse ambiente coincide com a maior variação diária da penetração da luz do sol, limitando-o das demais.

A comunidade nectônica almeja, em geral, a maior porção do lago, onde se encontram os peixes como: *Cyprinus carpio* (carpa), *Geophagus brasiliensis* (cará), *Hoplerythrinus sp.* (iú), *Trachycorystes sp.* (cangati), *Astyanax sp.* (piaba), *Hoplias malabaricus* (traíra) etc, bem como crustáceos, moluscos e vários outros organismos com movimentos próprios, ao contrário das espécies da comunidade planctônica que se movem ao sabor das ondas. A intensidade luminosa nessa área é difusa.

A comunidade bentônica, ao contrário das demais, é pobre quanto a sua biodiversidade, tendo apenas algumas espécies fixadas no substrato, como: *Camboba sp.*, *Elodea sp.*, isto quando existir, bem como outras espécies dependentes do substrato. O seu substrato mais comum é o arenoso. Os principais grupos taxonômicos são: artrópodes, anelídeos, moluscos etc. A sua luminosidade é mínima ou nula.

A Zona Flutuante encontra-se embutida dentro da região litorânea (Sublitoral), situando-se normalmente próximo da margem até 1,0m de profundidade. Constitui-se de macrófitas flutuantes, como: *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Lemna minor*; *Salvinia sp.*, e várias outras. Dentre os animais, encontram-se inúmeras espécies consumidoras primárias, ou seja, organismos que servem de alimento para os demais elos da cadeia trófica, dos quais podem ser citados: insetos, moluscos, crustáceos etc.

As zonas bêntica/flutuante situam-se freqüentemente unidas, formando comunidade única, as quais se encontram normalmente junto do leito do lago, formando um suave tapete verde sobre a água, composto principalmente de: *Polygonum acre* (pimenta-d'água), *Nymphaea sp.* (aguapé-da-flor-amarela), *Lemna minor* (capa-rosa) e várias outras espécies fixas ao substrato. A sua fauna mais comum é composta por moluscos como *Ampullaria sp.* (aruá), insetos aquáticos, crustáceos como *Malabaricus sp.* (camarão) e aves paludícolas, tais como: *Butorides striatus* (socó), *Arundinicola leucocephala* (vovô), *Jacana jacana* (jaçanã), *Chloroceryle amazona* (pescador), *Fluvicola nengeta* (lavadeira) etc.

A zona bêntica também faz parte da região litorânea (eulitoral), situando-se junto da margem do lago, indo até uns 0,5m de profundidade, o que algumas vezes coincide com a zona flutuante, mesclando-as.

Suas espécies florísticas são fixas no substrato, podendo ou não ultrapassar o limite da superfície da água.

As suas espécies florísticas mais representativas são as *Ninfeáceas* e algumas *Cyperaceas* como a *Heliocharis sp.* (junco). Os animais estão representados por alguns detritívoros (crustáceos, insetos, vermes, peixes) e certas aves paludícolas.

A zona anfíbia apresenta maior domínio durante o período de estio, englobando o espaço entre a lâmina de cheia máxima e mínima e obedecendo o comportamento climático regional; ou seja, durante a estação chuvosa, essa área acha-se preenchida pela água, aumentando o domínio da zona bêntica/flutuante, enquanto no decorrer do estio essa zona atinge sua maior expansão, contendo espécies bióticas típicas como a *Mimosa pigra* (calumbi), e os *Cyperus sp.* (tiririca), as quais podem ser vistas ao longo do rio dos Matões, fora da área de influência da lagoa.

Como vimos, as zonas bêntica/flutuante e anfíbia encontram-se em constante disputa territorial, orientadas pela estação climática. Em virtude da constante lixiviação do seu solo, verifica-se uma tipologia vegetal bem característica nessa área, tais como: *Cyperus sp.* (tiririca), *Ipomoea pes-caprae* (salsa), *Telanthera sp.* (cabeça-de-velho) etc. Normalmente nessa zona, encontram-se certos vermes como *polychaetos* e anelídeos, além de moluscos e insetos que servem de alimento para diversas aves e répteis da região.

Esporadicamente, pode-se encontrar na zona anfíbia *Rostrhamus sociabilis* (caramujeiro), alimentando-se de *Ampullaria sp.* (aruá), dieta essencial à sobrevivência dessa espécie de gavião.

O ambiente ecótono localiza-se entre a lâmina de cheia máxima, onde se verificam normalmente um cordão de *Mimosa pigra* (calumbi) e a vegetação de tabuleiro. Compõem-se de espécies herbáceas/arbustivas contidas tanto no ambiente aquático como terrestre, ou sejam: *Pavonia cancellata* (malva-rasteira), *Remirea marítima* (cordão-de-são-francisco), *Cyperus giganteus* (junco de esteira), *Cyperus sp.* (tiririca), *Ipomoea pes-caprae* (salsa), algumas *Mirtaceae*, e leguminosas. Sua fauna mais comum são espécies transitórias, que percorrem esta região à procura do corpo d'água, para beber ou procurar seu alimento.

O uso inadequado atual do solo, aliado às futuras atividades industriais da região, poderá comprometer todas as bacias hídricas do tabuleiro pré-litorâneo, especialmente as lagoas pós-dunares, dificultando ainda mais a sobrevivência da fauna local.

As aves, juntamente com os répteis, constituem os principais membros da fauna tetrápode desse ambiente, as quais se alimentam principalmente de frutos e insetos, destacando-se as seguintes aves: *Mivalgo chimachima* (gavião), *Aramides cajanea* (sericóia), *Columbina passerina* (rolinha-da-praia), *Columbina talpacoti* (rolinha), *Forpus xanthopterygius* (papacum), *Crotophaga ani* (anu), *Piaya cayana* (alma-de-gato), *Glaucidium brasilianum* (cabuzinho), *Caprimulgus parvulus* (bacurau), *Trogon curucui* (dorminhoco), *Nystalus maculatus* (bico-de-latão), *Taraba major* (choró), *Thamnophilus doliatus* (chorozinha), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Todirostrum cinereum* (sibitinho), *Phaeprogne tapera*

(andorinha), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Thraupis sayaca* (sanhaçu), *Paroaria dominicana* (campina) etc.

Os principais membros da mastofauna são os roedores (herbívoros), *Callithrix jacchus* (sagüi), o qual se alimenta de vegetais, insetos, aves, frutos, *Procyon cancrivorus* (guaxinim), *Certocyon thous* (raposa) etc.

A fauna do tabuleiro coincide em parte com a da vegetação de dunas fixas e em virtude do clima mais ameno, propiciado pela boa ventilação e sombreamento quase que total, apresenta uma fauna rica em espécies, em especial artrópodes e aves insetívoras e frutívoras. Frequentemente ocorre, dentro do tabuleiro logo após o campo dunar, as lagoas pós-dunares, as quais são perenes em decorrência do fluxo d'água subterrânea dunar. Nesses locais, sua fauna e flora são típicas de ambientes paludícolas.

Infelizmente, boa parte desse tipo de ambiente será utilizado pelo Complexo Industrial, dificultando o traslado da fauna terrestre nesse ambiente, devendo ser feito ali monitoramento contínuo.

O estuário, bem como o manguezal, é considerado o “berçário” da fauna, uma vez que muitas espécies de peixes, moluscos e crustáceos reproduzem nesses ambientes, os quais são ótimos locais para o crescimento e desenvolvimento de larvas e filhotes da fauna. Os principais fatores que levam à procura da fauna pelo manguezal são: fartura de nutrientes, proteção contra possíveis predadores, condições físico-químicas ideais para eclosão e manutenção dos ovos e lavras (pH, temperatura, salinidade, OD. etc.), disponibilidade diária de água doce e salgada etc.

São os principais trechos com manguezal na região, ao longo do rio Ceará, na desembocadura do riacho Guaribas, rio São Gonçalo, riacho Boca do Poço, dentre outros de forma incipientes.

A biodiversidade do manguezal é bastante rica, tendo larvas e filhotes de peixes, crustáceos, moluscos, dentre outros já citados no estuário, bem como vários outros táxons endêmicos ou visitantes.

As principais espécies da Ictiofauna desse ambiente são: *Arius sp.* (bagre), *Auchenipterus nodosus* (bagre), *Trachycaristes galeatus* (cangati), *Caranix latus* (xaréu), *Selene vomer* (galo), *Marengula clupeiola* (sardinha), *Eucinostomus sp.* (carapicu); *Tachysurus sp.* (bagre), *Hyppocampus sp.* (cavalomarinho), *Logocephalus laevigatus* (baiacú) e vários outros. Alguns desses só ocorrem no manguezal na forma de larva e/ou jovem.

Os crustáceos e moluscos encontram-se representados principalmente por: *Cardissoma guanhumi* (guaiamum), *Goniopsis cruenta* (aratu), *Penaeus sp.* (camarão), *Callinectes bocourti* (siri), *Littorina angulifera* (búzio-do-mangue), *Neritina virginea* (aruá-do-mangue), *Mytella sp.* (sururu), *Crassostrea rhizophorae* (ostra), *Tagelus plebeus* (unha-de-velho) etc.

A identificação de alguns dos peixes, crustáceos e moluscos, retro mencionados, foi feita por meio da coleta dos nomes vernaculares junto aos pescadores da região e então inventariados na bibliografia especializada.

A ornitofauna, ao contrário da grande maioria da fauna do manguezal, é visitante ou migratória, tendo como principais espécies as seguintes: *Gallinago gallinago* (narceja-pequena), *Arenaria interpres* (maçarico), *Tringa flavipes* (maçarico), *Charadrius collaris* (maçarico), *Charadrius semipalmatus* (maçarico), *Aramides mangle* (sericoia-do-mangue), *Mivalgo chimachima* (gavião-pinhé), *Crotophaga ani* (anu-preto), *Ceryle torquata* (Martim-pescador-grande) etc. Muitas destas aves procuram o refúgio do manguezal para se protegerem dos seus predadores e/ou para conseguirem alimento, constituindo-se essencialmente de: insetos, pequenos peixes, crustáceos, moluscos, vermes poliquetos e algas.

A mastofauna mais comuns nesse habitat é: *Procyon cancrivorus* (guaxinim) e *Callithrix jacchus* (saguí), os quais passam pelo manguezal à procura de alimento, como crustáceos, insetos e frutos.

Cada uma das espécies da biota do manguezal ocupa um local específico, dentro do seu nicho ecológico, levando desse modo a um perfeito equilíbrio energético.

O estuário, ao contrário do manguezal, apresenta solos arenosos, provenientes dos diversos tributários do rio Cauhybe. Seu volume d'água é bem superior, em decorrência do fluxo e refluxo marinho e de água doce do rio e do complexo dunar. Por conseqüente, a sua biocenose é bem característica e diversificada, principalmente a sua fauna.

Nos estuários da região, em geral, não se verificam angiospermas, porém há abundância de talófitas (algas) e fitoplâncton. O nécton, por sua vez, está constituído essencialmente de peixes adultos e/ou jovens, dentre os quais se destacam: *Mugil curema* (tainha), *Sphaeroides testudineus* (baiacu), *Xenomelaris brasiliensis* (charuto), *Anchovia spinifer* (manjuba), *Diapterus olisthostomus* (carapeba-branca), *Achirus lineatus* (solha), *Syacium mictatum* (linguado) etc.

Os demais membros da fauna do estuário que vive no benton são: *Ucides cordatus* (caranguejo), *Penaeus subtilis* (camarão caboclo), *Penaeus brasiliensis* (camarão rosado), *Penaeus schimitti* (camarão branco), poliquetos, moluscos, alguns insetos dentre vários outros taxóns.

Algumas aves da ordem dos *Charadriiformes* costumam caçar vermes e artrópodes na praia do estuário durante o refluxo marinho, como sejam: *Charadrius colares* (maçarico-de-colar), *Gallinago gallinago* (narceja-pequena), *Tringa flavipes* (maçarico) e *Arenaria interpres* (maçarico). Enquanto isso, algumas outras aves preferem voar sobre o rio à espreita de insetos, como: *Sterna nilotica* (gaivotá), *Larus dominicus* (gaivotão), *Anous minutus* (andorinha-do-mar), *Tachycineta albiventer* (andorinha-do-rio) dentre outras.

O *Ceryle torquata* (martim-pescador-grande) freqüentemente é observado pairando no ar sobre o rio à procura de peixes.

A região encontra-se alocada sob o domínio de várias micro sub-bacias, como: riacho das Guaribas, riacho do Juá, riacho São Pedro, riacho Boca do Poço, riacho dos Matões, dentre outros. Por sua vez, as maiores sub-bacias da região são: rio Ceará, rio Cauhybe, rio São Gonçalo e rio Curu.

Na Estação Ecológica do Pecém, verificam-se alguns córregos, os quais se concentram nos vales interdunares. O principal córrego dessa localidade é o riacho Bacurau, iniciando-se nas proximidades da antiga estrada Pecém-Primavera, o qual percorre no sentido leste-oeste até atingir mais ou menos o meio da EEP I, de onde muda o seu trajeto para Nordeste em direção ao manguezal do rio Guaribas. Verifica-se também outro córrego, porém menos evidente, denominado de riacho das Orquídeas, que inicia ao oeste da Estação Ecológica do Pecém I, o qual se projeta no sentido Oeste-Leste até atingir o riacho Bacurau. O riacho do Bacurau e o das Orquídeas, na Estação Ecológica do Pecém I, apresentam-se recobertos por macrófitas aquáticas de pequeno porte e herbáceas, como: *Mimosa pigra* (calumbi-de-lagoa), *Eleocharis sp.* (junco), *Cyperus sp.* (capim-navalha), *Indigofera suffruticosa* (anil), *Tephrosia cinerea* (anil-bravo), *Montrichardia luhifera* (aninga), e *Acrostichum aureum* (avencão). Os leitos desses cursos d'água normalmente se encontram alagados, exceto durante o final da estação seca, e, mesmo assim, permanecem úmidos. Dessa forma, propicia a existência de uma vegetação circunvizinha, com maior biodiversidade e exuberante, onde é possível encontrar facilmente epífitas arbóreas e de edáficas, como orquídeas e bromélias.

Os ambientes ribeirinhos/alagáveis apresentam fauna predominantemente paludícola como: aves, mamíferos, peixes, anfíbios, moluscos, artrópodes, dentre outros táxons.

Os ambientes ribeirinhos ou lóticos compreendem os corpos d'água em movimento e, englobam pelo menos duas tipologias distintas: mata-galeria e ambiente ribeirinho.

O ambiente ribeirinho caracteriza-se por possuir uma fitofisionomia constituída de herbáceas típicas de solos lixiviados, como as ciperáceas e certas gramíneas. Nos seus taludes e proximidades, verifica-se a mesma tipologia da vegetação por onde o riacho percorre nas chuvas, como a vegetação de tabuleiro da caatinga e a de várzea.

A ictiofauna é composta normalmente de: *Geophagus sp.* (cará), *Lebiste sp.* (gupi), *Sybranchus sp.* (muçum), *Hoplias malabaricus* (traíra) etc. e certos invertebrados, como a *Ampullaria sp.* (uruá).

A sua fauna pode ser dividida em dois grupos, sendo uma residente durante todo o ano, como os répteis, certas aves insetívoras e artrópodes, e outra estacional, aparecendo apenas durante o período chuvoso, como as aves piscívoras, mamíferos e peixes.

As planícies fluviais localizam-se nos setores mais baixos dos rios, onde a influência da maré é mínima ou nula, tendo normalmente espécies arbórea/arbustivas, formando grandes adensamentos de arbustos sobre solos alagáveis com tipologia areno-argilosas. Diversas espécies de aves limnícolas (especialmente migratórias) procuram este ambiente para capturar anelídeos, insetos e crustáceos no solo lamacento próximo do curso d'água e zonas de alagamentos dos rios.

Durante o período chuvoso, nas planícies fluviais, ocorre o domínio da fauna paludícola, sobressaindo as aves e os peixes. Enquanto isso, no decurso do estio, verificam-se: aves insetívoras e frugívoros, répteis - em especial os squamatas -, alguns mamíferos vegetarianos e vários grupos de artrópodes.

A ação antrópica é mais sentida nas vazantes, aproveitadas para o cultivo de subsistência. Muitas vezes o nativo desmata a mata-galeria, desagregando o seu solo, facilitando assim o processo erosivo e, por conseguinte, o assoreamento dos rios e riachos. Além disto, a especulação imobiliária, aliada à agropecuária intensiva, são talvez os dois fatores antrópicos mais importantes deste ambiente.

A mata seca (semidecidual) ocorre nos sopés das principais serras e serrotes da região, como: serra do Camará, serrote do Olho d'água, serra da Conceição, serra do Juá, serrote das Ipueiras, serra do Pocim, serra Santo Antonio, serra do Gigante, serra do Boqueirão, dentre outras.

Este tipo de ambiente apresenta características tanto da caatinga quanto da mata úmida, sendo, portanto, considerada área ecótona destes dois ambientes. Suas árvores podem chegar aos quinze metros de altura, as quais naturalmente se apresentam relativamente adensadas, cujo dossel superior é bastante ramificado e pouco espesso. O estrato arbustivo é relativamente rico em espécies, porém, tal como na caatinga, seu estrato herbáceo é efêmero, só ocorrendo durante o período das chuvas.

Em certos paredões nesses serrotes, observam-se alguns arbustos e diversas herbáceas, tais como: bromeliáceas, cactáceas, leguminosas etc. Enquanto isso, nos setores mais planos, vêem-se predominantemente arbóreas mescladas aos arbustos.

Esta tipologia vegetal, por estar próxima da mata úmida, recebe boa quantidade d'água provinda das cabeceiras da serra, propiciando assim razoável diversidade faunística na mata seca. A caducidade foliar é mediana, caindo em torno de 40% de suas folhagens no período de estio. Possui poucas espécies de epífitas e cipós. Nesta área, todavia, é possível observar diversas leguminosas da caatinga, bem como cactáceas.

A sua fauna apresenta maior domínio de espécies da caatinga do que das matas úmidas, talvez em decorrência da forte pressão antrópica local ao desmatar, ocasionando o surgimento e avanço da caatinga sobre a mata seca.

Os ambientes serranos, aqui representados, apresentam o domínio de duas tipologias vegetais, ou sejam, a mata úmida e a mata sa, anteriormente descrita. Estes ecossistemas abraçam alta diversidade de aves, especialmente espécimes insetívoros e frutívoros, bem como apresentam razoável número endemismo, tais como: *Procnias averano* (araponga-de-barbela), *Selenidera gouldii* (tucaninho-da-serra-de-baturité), *Picumnus pygmaeus* (picapauzinho), *Pipra fasciicauda* (uirapuru-do-nordeste), *Odontophorus capueira* (uru), *Momotus momota* (dorminhoco), *Galbula ruficauda* (abelheiro), *Anthracothorax nigricollis* (colibri), *Penelope superficialis* (jacu), e *Pyrrhura manaca* (periquito-de-cara-suja).

Apesar da enorme descaracterização fitosiográfica deste ambiente, verifica-se ainda razoável número de espécies faunística especialmente de aves e artrópodes, enquanto os demais membros da fauna, mais tímidos, migraram para outras localidades mais preservadas.

A caatinga limita-se com o tabuleiro, onde se observa uma área ecótona de zoneamento difícil, mesclando-se com a vegetação de tabuleiro subcaducifólio. Apresenta árvores de até 10,0m, com caules

retilíneos e folhas miúdas, cujas copas durante o período chuvoso se tocam, formando uma fisionomia florestal. Imediatamente abaixo, verificam-se estratos arbustivo e herbáceos efêmeros.

A dificuldade climática verificada na caatinga atinge enormemente a fauna local, levando-a a adaptar-se à escassez d'água, tendo como principais membros: aves insetívoras, mamíferos de pequeno porte, normalmente onívoros, répteis predadores e diversos artrópodes, vermes e moluscos.

Na caatinga aqui representada, observam-se espécies de aves adaptadas às condições severas do clima semi-árido, particularmente representantes granívoros e insetívoros, tais como: *Paroaria dominicana* (galo-de-campina), *Sporophila albogularis* (galinha), *Coryphospingus pileatus* (abre-e-fecha), *Cyanocompsa cyanea* (cancão), *Neopelma pallescens* (virado), *Hemitriccus mirandae* (sebinho), *Mivalgo chimachima* (gavião), *Zenaida auriculata* (avoante), *Columba picazuro* (asa-branca), *Aratinga cactorum* (periquito-do-sertão), *Amazona aestiva* (papagaio), *Nyctibius griseus* (mãe-da-lua), *Caprimulgus hirundinaceus* (bacurau), *Phaethornis pretei* (beija-flor), entre várias outras.

A base da cadeia trófica deste ambiente são os insetos, os quais servem de alimento para várias espécies de aves e répteis insetívoros. Em geral, no período de estio, boa parte da fauna local costuma migrar para outras localidades menos castigadas pela seca, na mata seca situada nas serras, de Maranguape, da Aratanha e de Baturité.

- **Aspectos Essenciais da Fauna do CIPP**

A fauna, ao contrário da flora, desloca-se facilmente em toda a região, dificultando o seu zoneamento e estudo bioecológico, todavia é possível agrupá-la de acordo com o seu comportamento territorial, dieta alimentar, reprodução e demais parâmetros do nicho ecológico.

Infelizmente, só foi possível pesquisar o grupo dos tetrápodes (mamíferos, aves, répteis e anfíbios), em decorrência do pouco tempo e de falta de recursos humanos. É imprescindível *a posteriori* averiguar os demais táxons faunísticos, especialmente os artrópodes e anelídeos.

Inicialmente pode-se dividir a fauna da área proposta em dois grupos, conforme o seu habitat predominante, ou seja: (T) fauna de ambientes terrestres e (A) fauna de ambientes aquáticos continentais.

A fauna denominada terrestre compreende as diversas comunidades faunísticas que habitam essencialmente nos ambientes afastados dos biótipos aquáticos, tais como: campos dunares, tabuleiros e planícies litorâneas, bem como nos serrotes e até mesmo nas várzeas.

A fauna terrestre pode ser novamente subdividida em: (H) herbívoros e (P) predadores, de acordo com sua preferência alimentar. Apesar de algumas espécies serem onívoras, alimentando-se tanto de vegetais como de outros animais, preferiu-se não contemplá-los, nesta subdivisão, tanto preferência para o hábito alimentar predominante da espécie.

Os animais herbívoros constituem as espécies consumidoras primárias, preferindo ingerir vegetais e seus derivados, como: frutos (frugívoros), sementes (granívoros), néctar (nectóvoros) etc.

As espécies predadoras, que têm por hábito caçar suas presas, optam, portanto, por nutrir-se de outros animais, ou sejam: insetos (insetívoros), moluscos (malacófagos), anelídeos (vermífagos), aves/mamíferos (carnívoros), carniça (necrófagos), dentre outros. Apesar dos caçarem não necessariamente caçam suas presas, foram catalogados como predadores em decorrência da origem da carniça ter sido morta por outras espécies predadoras. Alguns representantes da fauna predadora podem ocasionalmente alimentar-se de vegetais e seus derivados.

A fauna de ambientes aquáticos continentais contempla as diversas comunidades faunísticas que habitam nos ambientes formados pelos corpos d'água, tais como: ambientes lacustres, ambientes ribeirinhos, manguezal, estuário, dentre outros.

A fauna aquática continental pode ser subdividida em: fauna (L) limnícola e fauna (D) paludícola, de acordo com local de captura de seu alimento e hábito alimentar.

A fauna limnícola corresponde ao grupo de espécies que vivem e capturam seu alimento nos charcos lamacentos à beira dos ambientes lacustres (zona anfíbia), os quais consomem predominantemente anelídeos (vermífagos), moluscos (malocófagos), insetos (insetívoros), algas e demais macrófitas aquáticas (vegetarianos), plâncton etc.

A fauna paludícola vive sobretudo dentro do corpo d'água, seja ele ribeirinho ou lacustre. Alimentam-se de vegetais (vegetarianos), plâncton (planctófago), peixes (piscívoros), insetos (insetívoros), crustáceos, dentre outros. As espécies paludícolas que vivem sobretudo na superfície do lago, nadando, formam a comunidade do plêuston (aves, insetos), juntamente com as macrófitas flutuantes, enquanto as espécies nadantes do corpo d'água formam a comunidade nectônica (peixes, crustáceos), e as que dependem do substrato para sua sobrevivência formam a comunidade bentônica (peixes, anelídeos, insetos).

Foram identificados até essa etapa do projeto 05 mamíferos divididos em cinco diferentes famílias, 317 aves em 28 famílias e 19 répteis em 8 famílias. Dentre estes destacaram-se os seguintes táxons: *Callithrix jacchus* (sagüi), *Procyon cancrivoro* (guaxinim), *Iguana iguana* (camaleão), *Tropidurus torquatus* (calango), *Colubridae* (cobras), *Mimus gilvus* (sabiá-da-praia), *Jacana jacana* (jaçanã), *Vanellus chilensis* (tetéu), *Charadrius collaris*, (maçarico-de-colar), *Columbina minuta* (rolinha-pequena), trogoniformes, passeriformes, charadriiformes, dentre outros.

O baixo número de espécies inventariadas de mamíferos, até a presente data, decorre do fato de indivíduos figurarem entre os mais tímidos dos Tetrápodos, refugiando-se longe das atividades humanas. Notou-se que os mamíferos apresentam predomínio de espécies predadoras, habitando preferencialmente os setores mais altos e isolados do complexo dunar. Acredita-se, todavia, existir bom número de marsupiais e roedores ainda não inventariados nessa área.

Observou-se, nas dunas semifixas e fixas, diversas marcas de rastro de mamíferos, especialmente de *Procyon cancrivorus* (guaxinim) e *Cerdocyon thous* (raposa), ativos na região do Complexo Industrial do Pecém (QUADRO N° 38).

QUADRO N° 38 – INVENTÁRIO DA MASTOFAUNA OBSERVADA NA REGIÃO DO COMPLEXO INDUSTRIAL – PORTUÁRIO DO PECÉM, DURANTE O PERÍODO DE 2003

	TAXÓN	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
1	Primata	<i>Callitrichidae</i>	<i>Callithrix jacchus</i>	Soim
2	Carnívoro	<i>Canidae</i>	<i>Cerdocyon thous</i>	Raposa
3	Carnívoro	<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon cancrivorus</i>	Guaxinim
4	Marsupial	<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis albiventris</i>	Cassaco
5	Roedor	<i>Cavidae</i>	<i>Cavia aperea</i>	Preá

Fonte: Emmons & Feer (1997), Nowake (1997), Sales Júnior (2003-campo).

As aves, por apresentarem maior facilidade de locomoção e maior diversidade de fonte de alimentação, adaptam-se mais facilmente às condições adversas da planície litorânea, apresentando um número bem mais significativo de espécies em relação aos demais tetrápodes. Nota-se também maior diversidade de habitat e de nível trófico das aves, ocupando todos os ambientes da região (QUADROS N°s 39 e 40).

QUADRO N° 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
1	TINAMIDAE	<i>Crypturellus noctivagus</i>	zabelê
2	TINAMIDAE	<i>Crypturellus parvirostris</i>	nambuzinha-do-pé-vermelho
3	TINAMIDAE	<i>Crypturellus tataupa</i>	nambu-de-pé-roxo
4	TINAMIDAE	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdiz
5	TINAMIDAE	<i>Nothura maculosa</i>	nambu-espanta-cavalo
6	PODICIPEDIDAE	<i>Tachybaptus dominicus</i>	mergulhãozinho
7	PODICIPEDIDAE	<i>Podilymbus podiceps</i>	mergulhão-cinzentos
8	PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	biguá
9	ANHINGIDAE	<i>Anhinga anhinga</i>	biguatinga
10	ARDEIDAE	<i>Ardea cocoi</i>	garça-parda
11	ARDEIDAE	<i>Casmerodius albus</i>	garça-branca
12	ARDEIDAE	<i>Egretta thula</i>	garça-do-campo
13	ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	garcinha-branca
14	ARDEIDAE	<i>Butorides striatus</i>	soco-azul
15	ARDEIDAE	<i>Nyctanassa violacea</i>	savacu
16	ARDEIDAE	<i>Tigrissoma lineatum</i>	socó-boi
17	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	urubu-preto
18	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	urubu-caçador

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
19	ANATIDAE	<i>Dendrocygna bicolor</i>	marreca-tapua
20	ANATIDAE	<i>Dendrocygna viduata</i>	marreca-viuvinha
21	ANATIDAE	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	marreca-verdadeira
22	ANATIDAE	<i>Anas bahamensis</i>	pato-do-queixo-branco
23	ANATIDAE	<i>Anas georgica</i>	patola-do-bico-amarelo
24	ANATIDAE	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	marreco-imperial
25	ANATIDAE	<i>Sarkidiornis melanotos</i>	pato-putrião
26	ANATIDAE	<i>Cairina moschata</i>	pato-de-asa-branca
27	ANATIDAE	<i>Oxyura dominica</i>	turú-turú
28	ACCIPITRIDAE	<i>Elanus leucurus</i>	gavião-branco
29	ACCIPITRIDAE	<i>Gampsonyx swainsonii</i>	gavião-gola
30	ACCIPITRIDAE	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	gavião
31	ACCIPITRIDAE	<i>Harpagus bidentatus</i>	“ripina”
32	ACCIPITRIDAE	<i>Ictinia plumbea</i>	gavião-azul
33	ACCIPITRIDAE	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	caramujeiro
34	ACCIPITRIDAE	<i>Accipiter bicolor</i>	gavião-bombacha
35	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	gavião-pato
36	ACCIPITRIDAE	<i>Buteo albicaudatus</i>	gavião-de-cauda-branca
37	ACCIPITRIDAE	<i>Buteo albonotatus</i>	gavião-preto
38	ACCIPITRIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-pega-pinto
39	ACCIPITRIDAE	<i>Leucopternis schistacea</i>	gavião-azul
40	ACCIPITRIDAE	<i>Buteogallus meridionalis</i>	gavião-vermelho
41	ACCIPITRIDAE	<i>Buteogallus aequinoctialis</i>	gavião-do-mangue
42	ACCIPITRIDAE	<i>Spizastur melanoleucus</i>	gavião-pato
43	FALCONIDAE	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	acauã
44	FALCONIDAE	<i>Micrastur ruficollis</i>	gavião-mateiro-vermelho
45	FALCONIDAE	<i>Mivalgo chimachima</i>	gavião-pinhe
46	FALCONIDAE	<i>Polyborus plancus</i>	carcará
47	FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	quiriquiri
48	ARAMIDAE	<i>Aramus guarauna</i>	carão
49	RALLIDAE	<i>Aramides cajanea</i>	sericóia
50	RALLIDAE	<i>Rallus maculatus</i>	sericóia-pintada
51	RALLIDAE	<i>Rallus longirostris</i>	sericóia-pequena
52	RALLIDAE	<i>Aramides mangle</i>	sericóia-do-mangue
53	RALLIDAE	<i>Porzana flaviventer</i>	pinto-d'água
54	RALLIDAE	<i>Porphyriops melanops</i>	frango-d'água-pintado
55	RALLIDAE	<i>Gallinula chloropus</i>	galinha-d'água

Continua

QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

56	CARIAMIDAE	<i>Cariama cristata</i>	seriema
57	JACAMIDAE	<i>Jacana jacana</i>	jaçanã
58	CHARADRIIDAE	<i>Vanellus chilensis</i>	tetêu
59	CHARADRIIDAE	<i>Hoploxypterus cayanus</i>	maçarico-barulhento
60	CHARADRIIDAE	<i>Pluvialis squatarola</i> (VN)	tarambola-pintada
61	CHARADRIIDAE	<i>Pluvialis dominica</i> (VN)	tarambola
62	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius semipalmatus</i> (VN)	maçarico
63	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius collaris</i> (VN)	maçarico-de-colar
64	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius wilsonia</i>	maçarico
65	SCOLOPACIDAE	<i>Arenaria interpres</i> (VN)	maçarico
66	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa solitaria</i> (VN)	maçarico
67	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa flavipes</i> (VN)	maçarico
68	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa melanoleuca</i> (VN)	maçaricão
69	SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularia</i> (VN)	maçariquinho
70	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris canutus</i> (VN)	maçarico-de-peito-marrom
71	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris minutilla</i> (VN)	maçariquinho
72	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris fuscicollis</i> (VN)	Maçariquinho
73	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris melanotos</i> (VN)	maçariquinho
74	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris pusilla</i> (VN)	maçariquinho
75	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris alba</i> (VN)	maçarico-de-areia
76	SCOLOPACIDAE	<i>Numenius phaeopus</i> (VN)	pirão-gordo
77	SCOLOPACIDAE	<i>Numenius borealis</i> (VN, Am)	batuira-boreal
78	SCOLOPACIDAE	<i>Gallinago paraguaiae</i>	narceja-pequena
79	SCOLOPACIDAE	<i>Gallinago undulata</i>	narceja
80	RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus himantopus</i>	pernilongo
81	STERCORARIIDAE	<i>Catharacta skua</i>	pato-do-mar
82	LARIDAE	<i>Anous minutus</i>	andorinha-do-mar
83	LARIDAE	<i>Larus cirrocephalus</i>	gaiotão
84	LARIDAE	<i>Larus dominicanus</i>	gaiotão
85	LARIDAE	<i>Phaetusa simplex</i>	gaivota-do-bico-grande
86	LARIDAE	<i>Gelochelidon nilotica</i>	gaivota
87	LARIDAE	<i>Sterna dougallii</i> (VN)	trinta-reis-róseo
88	LARIDAE	<i>Sterna hirundo</i> (VN)	trinta-réis
89	LARIDAE	<i>Sterna supercilii</i> (VN)	trinta-réis
90	COLUMBIDAE	<i>Columba picazuro</i>	asa-branca
91	COLUMBIDAE	<i>Columbina passerina</i>	rolinha-da-praia
92	COLUMBIDAE	<i>Columbina minuta</i>	rolinha-pequena
93	COLUMBIDAE	<i>Columbina talpacoti</i>	rola-caldo-de-feijão

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
94	COLUMBIDAE	<i>Columbina picui</i>	rola-branca
95	COLUMBIDAE	<i>Claravis pretiosa</i>	rola-azul
96	COLUMBIDAE	<i>Scardafella squammata</i>	rola-cascavel
97	COLUMBIDAE	<i>Leptoptila verreauxi</i>	juritido-sertão
98	COLUMBIDAE	<i>Leptoptila rufaxilla</i>	juritiverdadeira
99	PSITACIDAE	<i>Aratinga cactorum (En)</i>	periquito-do-sertão
100	PSITACIDAE	<i>Aratinga aurea</i>	periquito-estrela
101	PSITACIDAE	<i>Pyrrhura anaca</i>	periquito-de-cara-suja
102	PSITACIDAE	<i>Forpus xanthopterygius</i>	papacum
103	PSITACIDAE	<i>Brotogeris versicolurus</i>	periquito-de-asas-amarelas
104	PSITACIDAE	<i>Brotogeris chiriri</i>	periquito-manga
105	PSITACIDAE	<i>Touit surda (En, Am)</i>	papagaiozinho- verde
106	PSITACIDAE	<i>Pionus maximiliani</i>	curica-verde
107	PSITACIDAE	<i>Amazona aestiva</i>	papagaio-verdadeiro
108	PSITACIDAE	<i>Amazona amazonica</i>	papagaio-verde
109	CUCULIDAE	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagartas
110	CUCULIDAE	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato
111	CUCULIDAE	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto
112	CUCULIDAE	<i>Crotophaga major</i>	anu-coroça
113	CUCULIDAE	<i>Guira guira</i>	anu-branco
114	CUCULIDAE	<i>Tapera naevia</i>	peitica
115	TYTONIDAE	<i>Tyto alba</i>	rasga-mortalha
116	STRIGIDAE	<i>Otus choliba</i>	coruja-com-orelhas
117	STRIGIDAE	<i>Otus watsonii</i>	caburé-de-orelhas
118	STRIGIDAE	<i>Bubo virginianus</i>	corujão
119	STRIGIDAE	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	corujão-da-mata
120	STRIGIDAE	<i>Glaucidium brasilianum</i>	caburezinho
121	STRIGIDAE	<i>Speotyto cunicularia</i>	coruja-buraqueira
122	NYCTIBIIDAE	<i>Nyctibius griseus</i>	mãe-da-lua
123	CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles pusillus</i>	bacurau
124	CAPRIMULGIDAE	<i>Chordeiles acutipennis</i>	bacurau-de-bando
125	CAPRIMULGIDAE	<i>Podager nacunda</i>	bacurau
126	CAPRIMULGIDAE	<i>Nyctidromus albigollis</i>	curiango
127	CAPRIMULGIDAE	<i>Caprimulgus longirostris</i>	bacurau
128	CAPRIMULGIDAE	<i>Caprimulgus parvulus</i>	bacurau
129	APODIDAE	<i>Streptoprogne zonaris</i>	andorinha-de-coleira
130	APODIDAE	<i>Streptoprocne biscutata</i>	andorinhão-de-coleira

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
131	APODIDAE	<i>Cypseloides senex</i>	andorinhão-da-quebrada
132	APODIDAE	<i>Reinarda squammata</i>	andorinha-de-cauda-tesoura
133	TROCHILIDAE	<i>Glaucis hirsuta</i>	beija-flor-do-bico-curto
134	TROCHILIDAE	<i>Therinetes leucurus</i>	beija-flor
135	TROCHILIDAE	<i>Phaethornis pretrei</i>	beija-flor
136	TROCHILIDAE	<i>Phaethornis gounellei</i> (En)	rabo-branco-de-cauda-longa
137	TROCHILIDAE	<i>Phaethornis ruber</i>	beija-flor
138	TROCHILIDAE	<i>Eupetomena macroura</i>	beija-flor-de-cauda-tesoura
139	TROCHILIDAE	<i>Melanotrochilus fuscus</i>	beija-flor-negro
140	TROCHILIDAE	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	beija-flor-da-garganta-branca
141	TROCHILIDAE	<i>Polytmus guainumbi</i>	beija-flor
142	TROCHILIDAE	<i>Amazilia vesicolor</i>	beija-flor-verde
143	TROCHILIDAE	<i>Amazilia fimbriata</i>	beija-flor
144	TROGONIDAE	<i>Trogon curucui</i>	Dorminhoco
145	ALCEDINIDAE	<i>Ceryle torquata</i>	pescador-grande
146	ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle amazona</i>	pescador
147	ALCEDINIDAE	<i>Chloroceryle americana</i>	pescadozinho
148	MOMOTIDAE	<i>Momotus momota</i>	jujuva-da-mata
149	GALBULIDAE	<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-da-mata
150	BUCCONIDAE	<i>Notharchus macrorhynchus</i>	capitão-do-mato
151	BUCCONIDAE	<i>Bucco tamatia</i>	rapazinho-carijó
152	BUCCONIDAE	<i>Nystalus chacuru</i>	rapazinho-dos-velhos
153	BUCCONIDAE	<i>Nystalus maculatus</i> (En)	bico-de-latão
154	PICIDAE	<i>Picumnus albosquamatus</i>	picapauzinho-rajado
155	PICIDAE	<i>Picumnus limae</i> (En)	picapauzinho-verde
156	PICIDAE	<i>Colaptes camprestris</i>	pica-pau-do-campo
157	PICIDAE	<i>Colaptes melanochloros</i>	pica-pau-pedrês
158	PICIDAE	<i>Piculus chrysochloros</i>	pica-pau-verde
159	PICIDAE	<i>Celeus flavescens</i>	pica-pau-de-topete-amarelo
160	PICIDAE	<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-grande
161	PICIDAE	<i>Melanerpes candidus</i>	pica-pau-branco
162	FORMICARIIDAE	<i>Cymbilaimus lineatus</i>	choro-listrado
163	FORMICARIIDAE	<i>Taraba major</i>	choro-grande
164	FORMICARIIDAE	<i>Sakesphorus cristatus</i> (En)	choro-prateado
165	FORMICARIIDAE	<i>Thamnophilus doliatus</i>	choro-barrada
166	FORMICARIIDAE	<i>Thamnophilus punctatus</i>	chorozinha
167	FORMICARIIDAE	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	chorozinha

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
168	FORMICARIIDAE	<i>Thamnophilus torquatus</i>	choro-de-asas-vermelhas
169	FORMICARIIDAE	<i>Thamnophilus aethiops</i>	choca
170	FORMICARIIDAE	<i>Dysithamnus mentalis</i>	chorozinha
171	FORMICARIIDAE	<i>Myrmotherula axilaris</i>	pedrezinho
172	FORMICARIIDAE	<i>Myrmorchilus strigilatus</i>	papa-formigas
173	FORMICARIIDAE	<i>Herpsilochmus atricapillus</i>	(joão luiz)
174	FORMICARIIDAE	<i>Herpsilochmus longirostris</i>	choró-xadrez
175	FORMICARIIDAE	<i>Formicivora grisea</i>	
176	FORMICARIIDAE	<i>Formicivora melanogaster</i>	papa-formigas
177	FORMICARIIDAE	<i>Chamaeza campinisona</i>	tovaca
178	CONOPOPPHAGIDAE	<i>Conophaga lineata</i>	chupa-dente
179	FURNARIIDAE	<i>Furnarius leucopus</i>	joão-de-barro
180	FURNARIIDAE	<i>Furnarius figulus (En)</i>	maria-de-barro
181	FURNARIIDAE	<i>Synallaxis albescens</i>	ui-pi
182	FURNARIIDAE	<i>Synallaxis hypospodia</i>	crispim
183	FURNARIIDAE	<i>Poecilurus scutatus</i>	estrelinha-preta
184	FURNARIIDAE	<i>Certhiaxis cinnamomea</i>	vira-folha-vermelho
185	FURNARIIDAE	<i>Cranioleuca vulpina</i>	arredio-do-rio
186	FURNARIIDAE	<i>Cranioleuca semicinerea</i>	pedreiro
187	FURNARIIDAE	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	carrega-pau
188	FURNARIIDAE	<i>Pseudoseiura cristata</i>	joão-de-pau-de-crista
189	FURNARIIDAE	<i>Automolus leucophthalmus</i>	barranqueiro
190	FURNARIIDAE	<i>Sclerurus scansor</i>	vira-folhas-vermelho
191	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Dendrocolaptes platyrostris</i>	arapaçu
192	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Xiphorhynchus eytoni</i>	arapaçu
193	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Lepdocolaptes angustirostris</i>	arapaçu
194	DENDROCOLAPTIDAE	<i>Lepdocolaptes fuscus</i>	sobe-pau
195	TYRANNIDAE	<i>Phyllomyias fasciatus</i>	cucuratado-do-nordeste
196	TYRANNIDAE	<i>Zimmerius gracilipes</i>	frazinho
197	TYRANNIDAE	<i>Campstostoma obsoletum</i>	enchretinho
198	TYRANNIDAE	<i>Phaeomyias murina</i>	papa-mosquito
199	TYRANNIDAE	<i>Sublegatus modestus</i>	suiriri
200	TYRANNIDAE	<i>Suiriri suiriri</i>	siriri
201	TYRANNIDAE	<i>Myiopagis viridicata</i>	guaracava-de-orelhas
202	TYRANNIDAE	<i>Myiopagis caniceps</i>	cucurato-da-mata
203	TYRANNIDAE	<i>Elaenia spectabilis</i>	tiôu
204	TYRANNIDAE	<i>Elaenia parvirostris</i>	guaracava

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
205	TYRANNIDAE	<i>Elaenia mesoleuca</i>	maria-tola
206	TYRANNIDAE	<i>Elaenia cristata</i>	topetudo
207	TYRANNIDAE	<i>Elaenia chiriquensis</i>	chibum
208	TYRANNIDAE	<i>Serpophaga hypoleuca</i>	alegrinho-do-rio
209	TYRANNIDAE	<i>Serpophaga subcristata</i>	joão-pobre
210	TYRANNIDAE	<i>Stigmatura napensis</i>	papa-moscas-do-sertão
211	TYRANNIDAE	<i>Euscarthmus meloryphus</i>	maria-barunhenta
212	TYRANNIDAE	<i>Leptopogon amaurecephalis</i>	cabeçudo
213	TYRANNIDAE	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	sebitinho-do-ventre-pérola
214	TYRANNIDAE	<i>Hemitriccus kaempferi</i>	sebinho-do-camurça
215	TYRANNIDAE	<i>Todirostrum cinereum</i>	sebite-relógio
216	TYRANNIDAE	<i>Todirostrum fumifrons</i>	sebidinho-testa-parda
217	TYRANNIDAE	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	mosqueteiro
218	TYRANNIDAE	<i>Tolmomyias poliocephalus</i>	
219	TYRANNIDAE	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	bico-chato
220	TYRANNIDAE	<i>Myiobius barbadus</i>	assadinho-de-peito-dourado
221	TYRANNIDAE	<i>Myiobius atricaudus</i>	papa-moscas
222	TYRANNIDAE	<i>Myiophobus fasciatus</i>	para-moscas
223	TYRANNIDAE	<i>Lanthrotriccus euleri</i>	enferrujado
224	TYRANNIDAE	<i>Cnemotriccus fuscatus</i>	papa-moscas
225	TYRANNIDAE	<i>Fluvicola pica</i>	lavadeira
226	TYRANNIDAE	<i>Fluvicola nengeta</i>	lavadeira
227	TYRANNIDAE	<i>Arundinicola leucocephala</i>	vovô
228	TYRANNIDAE	<i>Satrapa icterophrys</i>	papa-moscas
229	TYRANNIDAE	<i>Hirundinea ferruginea</i>	joão-pires
230	TYRANNIDAE	<i>Hirundinea bellicosa</i>	papa-moscas
231	TYRANNIDAE	<i>Machetornis rixosus</i>	bem-te-vi do gado
232	TYRANNIDAE	<i>Casiornis fusca (En)</i>	planadeira
233	TYRANNIDAE	<i>Myiarchus ferox</i>	tiotoim
234	TYRANNIDAE	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	maria-cavaleira
235	TYRANNIDAE	<i>Myiarchus swainsoni</i>	tiou
236	TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi verdadeiro
237	TYRANNIDAE	<i>Megarhynchus pitangua</i>	bem-te-vi do bico chato
238	TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	bentevizinho-carrapateiro
239	TYRANNIDAE	<i>Myiodynastes maculatus</i>	bem-te-vi carijo
240	TYRANNIDAE	<i>Legatus leucophaeus</i>	

Continua

QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
241	TYRANNIDAE	<i>Empidonomus varius</i>	bentevizinho
242	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus savana</i>	tesoura
243	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	siriri
244	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus albogularis</i>	suiriri-de-barriga-branca
245	TYRANNIDAE	<i>Pachyramphus viridis</i>	bico-grosso
246	TYRANNIDAE	<i>Pachyramphus polychopterus</i>	bico-grosso
247	TYRANNIDAE	<i>Pachyramphus rufus</i>	bico-grosso
248	PIPRIDAE	<i>Pipra fasciicauda</i>	casaca-preta
249	HIRUNDINIDAE	<i>Tachycineta albiventer</i>	andorinha-do-rio
250	HIRUNDINIDAE	<i>Phaeoprogne tapera</i>	andorinha-do-campo
251	HIRUNDINIDAE	<i>Progne chalybea</i>	andorinha-das-igrejas
252	HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	andorinha-azul-e-branca
253	HIRUNDINIDAE	<i>Neochelidon tibialis</i>	andorinha-da-coxa-branca
254	HIRUNDINIDAE	<i>Riparia riparia</i>	andorinha-do-barranco
255	CORVIDAE	<i>Cyanocorax cyanopogon (En)</i>	cancão
256	TROGLODYTIDAE	<i>Thryothorus genibarbis</i>	garranchão
257	TROGLODYTIDAE	<i>Thryothorus longirostris (En)</i>	garrincha
258	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	rouxinol
259	MUSCICAPIDAE	<i>Polioptila plumbea</i>	sebite-da-quebrada
260	MUSCICAPIDAE	<i>Polioptila lactea</i>	sebitinho
261	MUSCICAPIDAE	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-congá
262	MUSCICAPIDAE	<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-da-mata
263	MUSCICAPIDAE	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-bico-de-osso
264	MIMIDAE	<i>Mimus gilvus</i>	sabiá-da-praia
265	MIMIDAE	<i>Mimus saturninus</i>	papa-sebo
266	MOTACILLIDAE	<i>Anthus lutecens</i>	caminheiro-do-campo
267	VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	mané-besta
268	VIREONIDAE	<i>Vireo chivi</i>	juruviara
269	VIREONIDAE	<i>Vireo olivaceus</i>	juruviara
270	VIREONIDAE	<i>Hylophilus poicilotis</i>	juruviara
271	EMBERIZIDAE	<i>Parula pitiayumi</i>	mariquita-das-frutas
272	EMBERIZIDAE	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra
273	EMBERIZIDAE	<i>Basileuterus flaveolus</i>	canário-da-mata
274	EMBERIZIDAE	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula-mariquita
275	EMBERIZIDAE	<i>Coereba flaveola</i>	sebite
276	EMBERIZIDAE	<i>Schistochlamys melanopsis</i>	sanhaçu-cinza
277	EMBERIZIDAE	<i>Cypsnagra hirundinacea</i>	tié-de-costas-brancas

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

NUM.	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR
278	EMBERIZIDAE	<i>Thlypopsis sordida</i>	saíra-canário
279	EMBERIZIDAE	<i>Hemithraupis guira</i>	sairá-de-cara-preta
280	EMBERIZIDAE	<i>Nemosia pileata</i>	azedinho
281	EMBERIZIDAE	<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta
282	EMBERIZIDAE	<i>Piranga flava</i>	sanhaço-de-fogo
283	EMBERIZIDAE	<i>Thraupis sayaca</i>	sanhaço-azul
284	EMBERIZIDAE	<i>Thraupis palmarum</i>	sanhaço-de-coqueiro
285	EMBERIZIDAE	<i>Euphonia chlorotica</i>	vemvem
286	EMBERIZIDAE	<i>Tangara cyanocephala</i>	pintor-da-serra
287	EMBERIZIDAE	<i>Tangara cayana</i>	sanhaço-macaco
288	EMBERIZIDAE	<i>Dacnis cayana</i>	verdelindo
289	EMBERIZIDAE	<i>Cyanerps cyaneus</i>	saí-beija-flor
290	EMBERIZIDAE	<i>Conirostrum speciosum</i>	sebinho
291	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia campensis</i>	tico-tico
292	EMBERIZIDAE	<i>Ammodramus humeralis</i>	canário-rasteiro
293	EMBERIZIDAE	<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo
294	EMBERIZIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>	tziu
295	EMBERIZIDAE	<i>Sporophila lineola</i>	bigodeiro
296	EMBERIZIDAE	<i>Sporophila nigricollis</i>	papa-capim
297	EMBERIZIDAE	<i>Sporophila albogularis</i> (En)	golinha
298	EMBERIZIDAE	<i>Sporophila bouvreuil</i>	cabocolino
299	EMBERIZIDAE	<i>Arremon taciturnus</i>	salta-caminho
300	EMBERIZIDAE	<i>Charitospiza eucosma</i>	tico-tico-de-cabeça-preta
301	EMBERIZIDAE	<i>Coryphospingus pileatus</i>	abre-e-fecha
302	EMBERIZIDAE	<i>Paroaria dominicana</i> (En)	campina
303	EMBERIZIDAE	<i>Caryothraustes cannadensis</i>	furriel
304	EMBERIZIDAE	<i>Saltator atricollis</i>	trinca-ferro
305	EMBERIZIDAE	<i>Passerina brissonii</i>	bicudo-azul
306	EMBERIZIDAE	<i>Cacicus solitarius</i>	boé
307	EMBERIZIDAE	<i>Icterus cayanensis</i>	primavera
308	EMBERIZIDAE	<i>Icterus jamacaii</i>	corrupião-vermelho
309	EMBERIZIDAE	<i>Gymnomystax mexicanus</i>	corrupião-do-pará
310	EMBERIZIDAE	<i>Agelaius ruficapillus</i>	papa-arroz
311	EMBERIZIDAE	<i>Leistes militaris</i> *	policia-inglesa
312	EMBERIZIDAE	<i>Gnorimopsar chopi</i>	graúna
313	EMBERIZIDAE	<i>Molothrus badius</i>	casaca-de-couro
314	EMBERIZIDAE	<i>Molothrus bonariensis</i>	azulão

Continua



QUADRO Nº 39 – INVENTÁRIO DA AVIFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL, DURANTE O PERÍODO DE 2003 (Continuação)

315	EMBERIZIDAE	<i>Scaphidura oryzivora</i>	iraúna
316	PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>	pardal
317	ESTRILDIDAE	<i>Estrilda astrild</i>	bico-de-lacre

Fonte: SICK (1986), Sales Júnior (2003-campo).

QUADRO Nº 40 – INVENTÁRIO DA HERPTOFAUNA OBSERVADA NA ÁREA DO COMPLEXO INDUSTRIAL DO PECÉM E NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DO PECÉM, DURANTE O PERÍODO DE 2002/2003

NUM	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	VULGAR
1	SQUAMMATA	TEIIDAE	<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	tejubina
2	SQUAMMATA	TEIIDAE	<i>Tupinambis tequixin</i>	teiú
3	SQUAMMATA	IGUANIDAE	<i>Iguana iguana</i>	camaleão
4	SQUAMMATA	IGUANIDAE	<i>Tropidurus torquatus</i>	calango
5	SQUAMMATA	IGUANIDAE	<i>Polychrus marmoratus</i>	calango-cego
6	SQUAMMATA	BOIDAE	<i>Epicrates cenchria</i>	salamanta
7	SQUAMMATA	BOIDAE	<i>Boa constrictor</i>	jibóia
8	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Oxybelis sp.</i>	cobra-de-cipó
9	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Waglerops sp.</i>	cobra-d'água
10	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Liophis sp.</i>	falsa-jararaca
11	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Oxyrhopus sp.</i>	coral-falsa
12	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Cleria sp.</i>	cobra-preta
13	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Drymarchon sp.</i>	papa-ovos
14	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Philodryas sp.</i>	cobra-verde
15	SQUAMMATA	COLUBRIDAE	<i>Helicops leopardinus</i>	cobra-d'água
16	SQUAMMATA	ELAPIDAE	<i>Micrurus ibiboboca</i>	coral
17	SQUAMMATA	VIPERIDAE	<i>Bothrops erythromelas</i>	jararaca
18	QUELÔNIO	CHELIDAE	<i>Phrynops sp.</i>	cágado
19	QUELÔNIO	TESTUNIDAE	<i>Chelonoides sp.</i>	jabutí

Fonte: Lima Verde (1957), Sales Júnior (2003-campo).

A fauna dessa região, apesar do forte impacto inerente às atividades humanas, tem encontrado mecanismos de defesa, afugentando-se em locais ainda preservados. Com o avanço do uso da terra, todavia, seja para implantação de loteamentos ou mesmo complexos industriais, prejudicará esse equilíbrio existente na região. Aconselha-se definir urgentemente os corredores da fauna a fim de que possa transformar em unidades de conservação, garantindo desse modo parte da fauna aqui existente.

O Complexo Portuário do Pecém irá, na medida em que forem executadas as atividades inerentes a implantação das indústrias de apoio ao porto, provocar sérios impactos para o meio ambiente, particularmente para a fauna. Dessa forma, faz-se necessário incrementar medidas de gerenciamento e monitoramento da biota, visando à sua preservação do melhor modo possível.

Observaram-se, ao longo dos últimos anos, alguns pontos que devem ser mais bem trabalhados, como o caso da terraplanagem e do desmatamento verificados nas proximidades de Pecém, cuja atividade tem afugentado boa parte da fauna regional.

Outro ponto que merece cuidados especiais diz respeito ao canal de captação d'água do açude Sítios Novos ao Pecém, haja vista que este se encontra aberto, dificultando o traslado normal da fauna terrestre e provocando acidentes e mesmo morte da fauna. Nesse caso, aconselha-se fazer diversos passadiços para a fauna, tanto sobre o canal em forma de pontes e via bueiros em determinadas locais onde seja possível. Devem-se também colocar grades de anteparo a cada pelo menos 500 metros, para que a fauna possa escalar e sair do canal, evitando a sua morte por afogamento.

Faz-se necessário definir, o mais rápido possível, qual o melhor corredor faunístico nessa região, a fim de assegurar melhores condições de sobrevivência para essas espécies, cujos locais devem ser transformados em unidades de conservação.

2.3 ELEMENTOS DE SUPORTE À ELABORAÇÃO DA AAE

Integração dos estudos do meio físico-natural visando à identificação e delimitação dos sistemas naturais homogêneos.

2.3.1 DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL E MATRIZ DE CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS NATURAIS HOMOGÊNEOS

O diagnóstico geoambiental enfoca a contextualização físico-natural da Área de Influência do Complexo Industrial - Portuário do Pecém, CIPP. A análise contempla a caracterização dos diversos componentes naturais mediante suas relações mútuas, visando a estabelecer a setorização espacial com base em critérios geoecológicos. As unidades espaciais são classificadas e hierarquizadas de acordo com suas dimensões e conforme suas características de origem e de evolução. Visa-se, além disso, a conhecer aspectos importantes da evolução regional, suas potencialidades e limitações, para melhor avaliar a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação.

Considerou-se que os sistemas físico-bióticos são integrados por vários elementos que mantêm relações mútuas e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e energia. Cada sistema é caracterizado por um relacionamento harmônico entre os seus componentes e representa uma unidade de organização do ambiente natural. Eles são dotados de uma capacidade de suporte que também os individualiza sob o ponto de vista das potencialidades e limitações para o uso dos recursos naturais. Desse modo, cada sistema reage também de forma singular no que tange às condições de uso e ocupação da terra.

Considerando esses pressupostos, o diagnóstico geoambiental persegue como objetivos principais:

- identificar e caracterizar os sistemas físico-bióticos, com base em proposta metodológica geossistêmica, considerando as principais variáveis ambientais relativas ao suporte (condições geológicas e geomorfológicas), ao envoltório (condições hidroclimáticas) e à cobertura (solos e recobrimento vegetal);

- definir os limites de cada geossistema e das subunidades neles contidas (geofácies), em precisão compatível com a escala do mapeamento (1:50.000) e com as ordens de grandeza espacial das categorias taxonômicas da organização geográfico-espacial;
- avaliar as condições ecodinâmicas com base no balanço entre os processos morfogenéticos e pedogenéticos, tendo em vista o grau de estabilidade do ambiente e sua vulnerabilidade aos impactos da implantação do CIPP;
- considerar a compartimentação e a subcompartimentação geomorfológicas como elementos fundamentais da integração com os demais componentes geoambientais, tendo condições de refletir as qualidades de estabilidade ambiental de acordo com uma escala espacialmente;
- apresentar a caracterização dos geossistemas/geofácies sob a forma de matriz, facilitando sua interpretação prática e favorecendo a imediata compreensão do mapa temático, para o qual a matriz pode servir como legenda mais detalhada; e
- delimitar e caracterizar as unidades de conservação contidas na Área de Influência do CIPP, incluindo as unidades de proteção integral e de uso sustentável.

2.3.1.1 Procedimentos Adotados

Os resultados do diagnóstico geoambiental derivam de uma revisão dos levantamentos sistemáticos e estudos anteriormente produzidos sobre o contexto físico-biótico da área do CIPP e de seus recursos naturais; também, da interpretação das imagens de sensoriamento remoto que recobrem a área de pesquisa e de trabalhos de campo para o reconhecimento da verdade terrestre, utilizados para o alcance dos objetivos propostos.

As análises temáticas foram conduzidas mediante a percepção do relacionamento sistêmico entre os componentes geoambientais. Buscou-se destacar a dependência funcional entre as variáveis geoambientais por meio do estudo seqüencial das condições geológico-geomorfológicas; das características hidroclimáticas; e da distribuição dos solos e dos padrões de cobertura vegetal. Dessa forma, obtém-se uma cadeia de produtos parciais que expõem uma relação de dependência entre as variáveis, em que, cada uma delas, apóia-se nas anteriores e fundamenta as seguintes. Desse modo, foram identificadas as unidades geossistêmicas em função de combinações mútuas específicas entre as variáveis.

Considerando a diversidade interna dos geossistemas, foram delimitadas as unidades elementares contidas em um mesmo sistema de relações, destacando-se, desta forma, as geofácies. Sob esse aspecto, a concepção de paisagem assumiu um significado para a delimitação das subunidades, em decorrência da exposição de padrões uniformes ou relativamente homogêneos. De acordo com Bertrand (1969), a paisagem encerra o resultado da combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.

Na preparação da legenda do mapa das unidades geoambientais, selecionaram-se as características dos principais atributos ambientais. Elas serviram de base para indicar condições favoráveis ou limitantes para a implantação do CIPP.

Com o objetivo de avaliar a dinâmica ambiental e o estado de evolução dos geossistemas/geofácies, estabeleceram-se categorias de meios ecodinâmicos (estável, de transição ou instável) com base nos critérios de Tricart (1977). Cada uma das categorias está relacionada ao comportamento e à vulnerabilidade das condições geoambientais em função dos impactos acionados por processos de degradação. Com o enquadramento dos geossistemas/geofácies em uma determinada categoria de meio, viabiliza-se a possibilidade de se detectar o grau de vulnerabilidade do ambiente e de seu comportamento futuro. As categorias de vulnerabilidade consideradas à ocupação foram: alta, moderada e baixa.

Após a caracterização do contexto geoambiental da área, organizou-se o Quadro Sinótico dos Sistemas Ambientais, contemplando, seqüencialmente, os seguintes aspectos: a) características naturais dominantes; b) capacidade de suporte, indicando-se potencialidades e limitações dos sistemas; c) registros dos impactos ambientais e dos riscos de ocupação; e d) compatibilidades e recomendações para o uso e ocupação.

As potencialidades são tratadas como atributos positivos do ambiente natural ou como atividades que podem ser sustentavelmente praticadas.

As limitações de uso produtivo, além das restrições ligadas à legislação ambiental, são identificadas com base na vulnerabilidade e nas deficiências do potencial produtivo dos recursos naturais e no estado de conservação da natureza, em função dos impactos produzidos pela ocupação da terra. Os riscos se referem aos impactos negativos oriundos de uma ocupação desordenada do ambiente.

Para a organização do mapeamento, foram utilizadas as seguintes imagens e bases cartográficas:

- imagens analógicas em transparência do sensor TM-LANDSAT, em papel, composição colorida das bandas 2, 3 e 4;
- mapas planialtimétricos da área enfocada; e
- mapas de temas geoambientais resultantes de levantamentos sistemáticos de recursos naturais no plano exploratório-reconhecimento: RADAMBRASIL (1981), IBGE/SUDENE (1985), EMBRAPA (1991), Souza et al (1998).

2.3.1.2 Os Sistemas Ambientais

A identificação e a delimitação das unidades naturais homogêneas, configuradas no mapa das unidades geoambientais, resultaram do agrupamento de áreas dotadas de condições específicas quanto às relações mútuas entre os fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e os da exploração biológica, compostos essencialmente pelo mosaico de solos e pela cobertura vegetal. Esse mapa, organizado mediante a interpretação das imagens de sensoriamento remoto do TM LANDSAT, de imagens de radar, da análise do acervo cartográfico temático, oriundo de levantamentos sistemáticos dos recursos naturais do Ceará, é de importância fundamental para a Avaliação Ambiental Estratégica, AAE. Ele fornece os requisitos considerados imprescindíveis para definir a qualidade dos atributos naturais em termos de potencialidades e limitações, objetivando a implantação do CIPP e suas repercussões na qualidade ambiental.

A organização da legenda partiu de uma hierarquia espacial taxonômica contida nas unidades inferiores propostas por Bertrand (1969), priorizando-se, em função das ordens de grandeza, os geossistemas e geofácies.

É nessa perspectiva que os fatores geoambientais e os padrões de ocupação antrópica tendem a constituir dados instáveis, tornando-se importante a acentuada variação espacialmente. Por esse motivo, a dinâmica interna dos geossistemas impossibilita a ocorrência de homogeneidade fisionômica. Assim, via de regra, os geossistemas são formados por paisagens diferentes e apenas as geofácies, como subunidades internas dos geossistemas, apresentam maior uniformidade.

Para delimitação dos geossistemas/geofácies, considerou-se a análise geomorfológica como elemento de importância fundamental. Os limites do relevo e as feições do modelado são mais facilmente identificados e passíveis de uma delimitação mais rigorosa e precisa. Deve-se reconhecer, além disso, o fato de que a compartimentação geomorfológica deriva de herança da evolução geoambiental, pelo menos terciário-quartenária. Como tal, cada compartimento tende a ter padrões de drenagem superficial, arranjos típicos de solos e características singulares quanto aos aspectos fitofisionômicos e, por conseqüência, os padrões de ocupação são também influenciados.

Sob o ponto de vista geoambiental foram discriminados os geossistemas e suas respectivas geofácies, conforme o mapa temático anexo.

GEOSSISTEMA I - Planície Litorânea

- Geofácies
 - faixa praial e campos de dunas móveis;
 - dunas fixas e paleodunas;
 - espelhos d'água lacustres e planícies ribeirinhas; e
 - planícies fluviomarinhas com manguezais.

GEOSSISTEMA II - Tabuleiros Pré-Litorâneos

- Geofácies
 - tabuleiros arenosos; e
 - tabuleiros areno-argilosos.

GEOSSISTEMA III - Planícies Fluviais

GEOSSISTEMA IV - Maciços Residuais e Cristas

GEOSSISTEMA V - Depressão Sertaneja

O QUADRO Nº 41, apresentado a seguir, está organizado na ordem ora indicada e contempla os aspectos e atributos anteriormente referidos.

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES	
		POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES			
PLANÍCIE LITORÂNEA	Faixa praial e campo de dunas móveis.	Faixa de praias com larguras variadas e ocorrência contingente de rochas de praia e promontórios, como na ponta do Pecém; as praias arenosas têm largos estirâncios, estreitando-se com a ocorrência de falésias em sedimentos da Formação Barreiras (praias de Iparana e Taíba); campos de dunas móveis que se alargam na área da APA do Cahuype, praias da Taíba e Paracuru e estreita-se ao oeste do estuário do rio Ceará e no entorno da praia do Pecém. As dunas são mobilizadas por ventos de E – NE, com ausência de solos e de cobertura vegetal. As dunas longitudinais bordejantes ocorrem em séries contínuas, dispostas em espigões paralelos alinhados. As dunas transversais têm forma em crescente e têm disposição perpendicular ao direcionamento dos ventos dominantes. Têm um comportamento migratório com velocidade de 10 metros/ano. São ambientes fortemente instáveis e têm alta vulnerabilidade à ocupação.	Patrimônio paisagístico. Recursos hídricos subterrâneos e lagoas freáticas. Energia eólica. Turismo e lazer.	Ambientes legalmente protegidos. Forte instabilidade ambiental. Implantação viária. Terrenos com alta permeabilidade	Erosão marinha e recuo da linha de costa. Processos erosivos muito ativos. Desmorte ou interrupção do deslocamento das dunas por ocupação desordenada podem: intensificar a erosão costeira (retrogradação), descaracterizar a paisagem e comprometer a hidrodinâmica marinha. Arquífero livre em areias permeáveis muito suscetível à contaminação. Desequilíbrio no balanço sedimentológico costeiro, mediante o transporte de areia praia-dunas e dunas-praia pode ser comprometido. Perda de atrativos turísticos.	Fragilidades extremamente restritivas ao uso e ocupação. Ambientes de preservação que devem integrar, parcialmente, a zona de amortecimento da Estação Ecológica do Pecém. Ambientes litorâneos monitorados; Preservação do patrimônio paisagístico. Intensificar a fiscalização e controle das atividades de mineração de areia.

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
		POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
PLANÍCIE LITORÂNEA	Morros de areia pertencentes às gerações mais antigas de dunas, algumas eventualmente dissipadas, outras mantidas por coberturas areníticas (eolianitas), submetidas a processos de semi-“edafização” e com cobertura fitoestabilizadora que impede a mobilização de areia. Em alguns casos, encontram-se encravadas em meio aos cordões de dunas móveis e não têm continuidade espacial ao longo da planície litorânea. Ao sul da localidade de Pecém, as dunas fixas têm maior abrangência espacial onde está configurada a Estação Ecológica. Nas dunas fixas, a incidência de processos pedogenéticos incipientes motivam o desenvolvimento de areias quartzosas revestidas por vegetação do complexo litorâneo, incluindo as pioneiras psamófilas e formações arbóreo-arbustivas. São ambientes de transição com vulnerabilidade alta à ocupação.	Patrimônio paisagístico. Recursos hídricos subterrâneos e corpos d’água lacustres. Biodiversidade. Educação ambiental. Pesquisa científica.	Ambientes legalmente protegidos. Demoderada a forte instabilidade ambiental. Baixo suporte para edificações. Alta susceptibilidade à poluição dos solos e dos recursos hídricos. Implantação viária.	Desestabilização das dunas por desmatamento pode reativar as ações erosivas e intensificar o trânsito de sedimentos arenosos, assoreando manguezais, espelhos d’água e áreas urbanas. Aqüíferos livres muito suscetíveis a contaminação.	Fragilidades extremamente retritivas ao uso e ocupação. Ambientes de preservação, onde se localizam uma unidade de proteção integral (Estação Ecológica do Pecém) e partes da zona de amortecimento. Intensificar a fiscalização e controle sobre as unidades de uso sustentável (áreas de proteção ambiental das dunas de Paracuru).

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES		CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
P L A N Í C I E L I T O R Â N E A	<p>Planícies fluviomarinhas com manguezais.</p> <p>(Embocaduras dos rios Ceará, Cahuype, São Gonçalo e Curu).</p>	<p>Áreas complexas, de periódica a permanentemente inundáveis, com sedimentos mal selecionados e ricos em matéria orgânica de origem continental e acréscimos de sedimentos marinhos; solos salinos e encharcados revestidos por manguezais; biodiversidade rica com elevada capacidade produtiva da flora e da fauna. São ambientes de transição com estado de equilíbrio muito frágil e têm alta vulnerabilidade à ocupação.</p>	<p>Ecoturismo.</p> <p>Pesquisa científica.</p> <p>Educação ambiental.</p> <p>Extrativismo controlado.</p> <p>Pesca artesanal.</p> <p>Patrimônio paisagístico.</p> <p>Abrigo para embarcações.</p> <p>Praias e ilhas fluviomarinhas de beleza cênica.</p> <p>Carcinocultura controlada.</p> <p>Recreação.</p> <p>Preservação da biodiversidade.</p>	<p>Restrições legais (Código Florestal).</p> <p>Inundações periódicas.</p> <p>Salinidade.</p> <p>Substrato inconsis- Tente.</p>	<p>Degradação dos manguezais.</p> <p>Diminuição da produtividade biológica.</p> <p>Eliminação ou diminuição de espécies piscícolas.</p> <p>Despejo de efluentes, resíduos sólidos e detritos.</p> <p>Aterramento.</p> <p>Implantação desordenada de salinas.</p> <p>Carcinocultura.</p> <p>Redução da fauna aquática.</p> <p>Ocupação imobiliária.</p>	<p>Fragilidades extremamente restritas ao uso e ocupação.</p> <p>Ambientes de uso sustentável nas áreas de proteção ambiental dos estuários dos rios Ceará e Curu.</p> <p>Elaborar os planos de manejo das unidades de conservação de uso sustentável e os respectivos comitês gestores.;</p> <p>Intensificar a fiscalização e controle sobre as unidades de uso sustentável.</p>

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES		CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
P L A N Í C I E L I T O R Â N E A	Espelhos d'água lacustres e planícies ribeirinhas.	Lagoas e lagoas litorâneas de origem fluvial ou freática e planícies arenosas ribeirinhas de acumulação lacustre ou fluviolacustre. Corpos de águas calmas e com profundidades variadas, oriundas do barramento dos baixos cursos d'água sem energia suficiente para transpor o obstáculo representado pelos campos de dunas (como o lagamar do Cahuype). Em alguns casos são oriundas da pequena profundidade do lençol freático, ocupando faixas de deflação inseridas nas depressões interdunares. Apresentam salinidade variada, comunicando-se, eventualmente, com o mar através de emissários estreitos. As áreas ribeirinhas formam planícies arenosas com solos do tipo planossolos e aluviais revestidos por gramíneas e matas ciliares. Incluem-se nessa geofácies as áreas de acumulação inundáveis, incipientemente incorporados à rede de drenagem. São ambientes de transição tendendo à estabilidade quando em equilíbrio. São ambientes de transição com vulnerabilidade moderada à ocupação.	Patrimônio paisagístico. Recursos hídricos superficiais. Recreação e turismo. Pesca artesanal. Agroextrativismo controlado.	Ambientes legalmente protegidos. Inundações periódicas. Baixo suporte para edificações. Alto tempo de permanência da água (taxa de renovação).	Despejo de efluentes e resíduos sólidos. Degradação da mata ciliar pode implicar descaracterização paisagística, perda de atrativos e agravamento de chuvas periódicas. Mineração descontrolada. Assoreamento das lagoas por areias oriundas do movimento migratório das dunas.	Fragilidades restritas ao uso e ocupação. Ambientes de uso sustentável (áreas de proteção ambiental do lagamar do Cahuype, da lagoa do Pecém, dunas de Paracuru e etuários dos rios Ceará e Curu) devem ser consideradas para traçar a configuração da zona de amortecimento da Estação Ecológica do Pecém. Elaborar os planos de manejo das unidades de conservação de uso sustentável e os respectivos comitês gestores, Intensificar a fiscalização e o controle sobre as unidades de uso sustentável.

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES	
		POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES			
P L A N Í C I E S F L U V I A I S	Planícies dos rios Ceará, São Gonçalo, Cahuype e Curu.	<p>Faixas de acumulação aluvial das planícies dos baixos rios e dos pequenos canais fluviais litorâneos e pré-litorâneos. As aluviões são constituídas de areias finas a médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados e argilas com materiais orgânicos em decomposição. É bom o potencial de recursos hídricos superficiais e subsuperficiais. As associações de solos têm predominância de solos aluviais dotados de fertilidade natural de média a alta; são solos normalmente profundos, com grande variação textural e de drenagem a qual se apresenta, em geral, imperfeita; os solos aluviais se associam a solos halomórficos e planossolos solódicos, geralmente submetidos a uma baixa saturação com sódio, nos horizontes subsuperficiais onde a drenagem é imperfeita. Têm características distróficas ou baixa saturação de bases trocáveis. Eventualmente e em pequenas manchas, ocorrem vertissolos que possuem elevados teores de argilas. O potencial geoambiental mais favorável implica maior adensamento demográfico e maior fracionamento da estrutura fundiária; a tipologia dos sistemas de produção é marcada pela primazia do extrativismo da carnaúba, associada ao sistema pecuário extensivo e semi-intensivo tradicional com lavouras de subsistência. São ambientes de transição tendendo à estabilidade em condições de equilíbrio natural e têm vulnerabilidade moderada à ocupação.</p>	<p>Agroextrativismo.; Recursos hídricos. Mineração controlada; agro-pecuária.; Extrativismo vegetal.; Culturas de subsistência. Agricultura irrigada.</p>	<p>Restrições legais nas áreas revestidas por matas ciliares. Inundações periódicas. Drenagem dos solos. Mineração sem controle.</p>	<p>Degradação desordenada das matas ciliares podem desencadear processos erosivos e assoreamento dos leitos fluviais. Riscos de salinização dos solos. Cheias e inundações nos eixos principais de drenagem.</p>	<p>Fragilidades restritas ao uso e ocupação urbano-industrial extremamente restritivas a lixões e aterros sanitários. Pouco restritivos ou não restritivos ao uso agrícola e ao agro-extrativismo. Manutenção das matas ciliares.</p>

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES		CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
T A B U L E I R O S	Tabuleiros arenosos.	<p>Constituem os setores centro-meridionais dos Municípios de Caucaia, São Gonçalo do Amarante e Paracuru, dispendo-se entre a planície litorânea e a depressão sertaneja. A superfície dos tabuleiros tem caimento topográfico suave para o litoral, com interflúvios tabuliformes, fraco entalhamento da drenagem de padrão paralelo que demanda a linha de costa, com areias quartzosas distróficas revestidas por vegetação arbóreo-arbustiva de tabuleiro. Os tabuleiros são compostos por sedimentos mais antigos, pertencentes à Formação Barreiras, e se dispõem de modo paralelo à linha de costa. Sob o aspecto litológico, há predominância de sedimentos arenosos muito espessos, de tons claros e estratificação indistinta, dispendo-se em discordância sobre rochas de embasamento cristalino. São ambientes estáveis em condições de equilíbrio natural e têm vulnerabilidade baixa à ocupação. Sob o ponto de vista de fragilidades para instalações urbano-industriais, são pouco restritivos ou não restritivos. Têm relevo estabilizado, baixo potencial para ocorrência de movimentos naturais de massas e topografia favorável à implantação de todos os modelos de loteamentos e arruamentos. O manto de intemperismo e os solos são muito espessos, sendo de fácil escavação até grandes profundidades e de alta estabilidade quando escavado e exposto em taludes de corte.</p>	<p>Agroextrativismo. Expansão urbana.; Mineração controlada. Instalação viária. Pecuária melhorada. Relevo estabilizado. Baixo potencial para ocorrência de movimentos de terra. Favorável à implantação de todos modelos de loteamentos e arruamentos. Manto de alteração muito espesso. Fácil escavação.</p>	<p>Baixa fertilidade dos solos. Deficiência hídrica durante a estiagem. Carência de locais favoráveis a represamento de água.</p>	<p>Riscos de poluição dos recursos hídricos. Impermeabilização do solo por expansão urbana pode comprometer a recarga de aquíferos.</p>	<p>Fragilidades pouco restritivas ao uso e ocupação urbano-industrial, agrícola, lixões, aterros sanitários, dentre outros. São as áreas mais favoráveis para a localização das instalações industriais, conforme foi assinalado nas características naturais dominantes.</p>

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES		CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
T A B U L E I R O S	Tabuleiros areno-argilosos.	Abrangem as áreas centro-meridionais dos Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante, dispendo-se entre a planície litorânea e a depressão sertaneja. Têm as características naturais referentes aos tabuleiros arenosos, exceto pela maior ocorrência de solos com texturas areno-argilosas.	<p>Agroextrativismo.</p> <p>Expansão urbana.</p> <p>Mineração controlada.</p> <p>Instalação viária.</p> <p>Pecuária melhorada.</p> <p>Relevo estabilizado.</p> <p>Baixo potencial para ocorrência de movimentos de terra.</p> <p>Favoráveis à implantação de todos modelos de loteamentos e arruamentos.</p> <p>Manto de alteração muito espesso.</p> <p>Fácil escavação.</p>	<p>Baixa fertilidade dos solos.</p> <p>Deficiência hídrica durante a estiagem.</p> <p>Carência de locais favoráveis a represamento de água.</p>	<p>Riscos de poluição dos recursos hídricos.</p> <p>Impermeabilização do solo por expansão urbana pode comprometer a recarga de aquíferos.</p>	<p>Fragilidades pouco restritivas ao uso e ocupação urbano-industrial, agrícola, lixões, aterros sanitários, dentre outros.</p> <p>São as áreas mais favoráveis para a localização das instalações industriais.</p>

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES	
		POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES			
M A C I Ç O S R E S I D U A I S E C R I S T A S	DIVERSOS.	Superfícies elevadas em rochas do embasamento cristalino, formando pequenos níveis de serras no Município de Caucaia (Juá, Conceição, Camará) e esporões setentrionais do maciço de Baturité, além de cristas residuais e <i>inselbergs</i> . São relevos dissecados em feições aguçadas ou de topos convexos, com solos rasos revestidos por matas secas ou caatingas parcialmente degradadas. São ambientes estáveis quando em estado de equilíbrio natural. Com desmatamentos desordenados tornam-se mais vulneráveis, tendendo à instabilidade.	Áreas parcialmente favoráveis às lavouras de ciclos longos. Silvicultura. Reflorestamento.; Preservação de vertentes. Atividades de produção mineral (brita e rochas ornamentais).	Vertentes com declives íngremes. Solos rasos. Vertentes rochosas. Impedimentos à mecanização. Extratativismo mineral controlado.	Desencadeamento de processos erosivos nas vertentes mais íngremes. Remoção dos solos em função de desmatamentos.	Fragilidades fortemente restritivas ao uso e ocupação urbano-industrial. Favoráveis às práticas de silvicultura e/ou reflorestamento e preservação de encostas.

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES		CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
D E P R E S S Ã O S E R T A N E J A	Geofácies não distintas.	Correspondem às porções meridionais dos municípios litorâneos, abrangendo os setores de contato entre o embasamento cristalino e os sedimentos de Formação Barreiras. A área do embasamento exibe acentuada diversificação litológica, com as rochas indistintamente truncadas por superfície de erosão onde os processos de pediplanação deram origem às depressões sertanejas. As transições entre sertões e tabuleiros não têm rupturas topográficas nítidas. As condições climáticas semi-áridas têm forte irregularidade das chuvas, cujos totais anuais entre fevereiro e maio variam entre 700 e 900mm. A rede de drenagem superficial é densa, de padrão dendrítico e com pequena capacidade de entalhamento em face da intermitência sazonal dos cursos d'água. Os solos têm predominância de podzólicos (rasos e com baixa a média fertilidade natural) e bruno não cálcicos (solos pouco profundos, bem drenados, de cascalhentos e com fertilidade natural média a alta); verificaram-se ainda planossolos e solonéticos com problemas de saturação com sódio e baixa fertilidade natural.	Agropecuária. Pecuária extensiva. Extrativismo vegetal controlado. Instalação viária. Expansão urbana. Instalações urbano-industriais. Baixo potencial para ocorrência de movimentos de terra. Relevo estabilizado. Locais favoráveis a represamento de água. Lavras de material para construção.	Solos rasos. Irregularidade pluviométrica. Escassez de recursos hídricos. Susceptibilidade à erosão.	Degradação indiscriminada dos solos e da vegetação. Desencadeamento de processos erosivos em função do uso de técnicas rudimentares no manejo dos recursos naturais.	Fragilidades pouco restritivas ou não restritivas ao uso e ocupação urbano-industrial, agropecuário ou agroextrativista.

Continua

QUADRO Nº 41 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS E SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL (Continuação)

GEOSSISTEMA / GEOFÁCIES	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	CAPACIDADE DE SUPORTE		IMPACTOS E RISCOS DE OCUPAÇÃO	COMPATIBILIDADES E RECOMENDAÇÕES
		POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES		
	<p>o revestimento vegetal generalizado é a caatinga de porte arbóreo-arbustivo densa ou espessa, conforme as condições edáficas. O sistema de produção tem base em uma agropecuária diversificada com sistema de criação extensiva e lavouras de subsistência. As caatingas com variados padrões fisionômicos e florísticos prevalecem no domínio dos sertões circunjacentes semi-áridos. O padrão arbóreo só chega a prevalecer onde a semi-aridez é mais moderada e onde os solos têm melhores condições de fertilidade natural. Quando as condições ambientais oferecem maiores limitações edafoclimáticas, há primazia do padrão arbustivo denso ou aberto. Quando mais fortemente degradadas, as condições fisionômicas tendem a apresentar um tapete herbáceo extensivo ao lado de árvores e arbustos esparsos. As principais espécies das caatingas estão relacionadas a seguir: jurema-preta (<i>Mimosa hostilis</i>), sabiá (<i>M. caesalpinifolia</i>), mofumbo (<i>Combretum leprosum</i>), trapiá (<i>Crataeva tapia</i>), espinheiro-preto (<i>Acácia glomerosa</i>), ameixa (<i>Ximena americana</i>), mororó-de-espinho ou capabode (<i>Bauhinia pentandra</i>), pereiro (<i>Aspidosperma pirifolium</i>), juazeiro (<i>Zizyphus joazeiro</i>), carnaúba (<i>Copernicia prunifera</i>), mata-pasto (<i>Senna obtusifolia</i>), catingueira (<i>Caesalpinis bracteosa</i>), marmeleiro (<i>Cróton sonderianus</i>), dentre muitas outras que caracterizam a rica biodiversidade dos sertões.</p> <p>São ambientes estáveis quando em estado de equilíbrio natural e têm baixa vulnerabilidade à ocupação.</p>				

AB'SÁBER, A. N. **O caráter diferencial das diretrizes para uso e preservação da natureza a nível regional no Brasil.** São Paulo: IGEOG/USP, 1977. (Geografia e Planejamento, 11).

AB'SÁBER, A. N. **Um conceito de Geomorfologia a serviço de pesquisas sobre o Quaternário.** São Paulo: IGEOG/USP, 1969. (Geomorfologia, 18).

AGRA FILHO, Severino. **Planos de gestão e programa do monitoramento costeiro:** diretrizes da elaboração. Brasília: MMA/PNGC, 1995.

ALVIM, P. T. Observações ecológicas sobre a flora da região semi-árida do Nordeste. **B. Geograf.**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 85, p. 75-85, abr. 1950.

ANDRADE, M. A. **Aves silvestres de Minas Gerais.** Belo Horizonte: Conselho Internacional para a Preservação das Aves, 1992.

ANTAS, P. T. Z. **Aves comuns do Planalto Central.** Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1988.

BELTON, W. **Aves do Rio Grande do Sul.** São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1994. v. 2.

BELTON, W.; DUNNING, J. **Aves silvestres do Rio Grande do Sul.** 2. ed. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 1986. v. 2.

BOLSANELLO, A. **Dicionário de termos biológicos.** São Paulo: Ed. Educacional Brasileira, 1991.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará.** 2. ed. Fortaleza: Imprensa Oficial, 1960.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária.** São Paulo: CETESB, 1986.

BRANCO, S. M. **Poluição, proteção e usos múltiplos de represas.** São Paulo: Edgard Blücher CETESB, 1977.

IBAMA. **Roteiro metodológico para gestão de Área de Proteção Ambiental.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Mapa geológico do Estado do Ceará.** Fortaleza: Convênio DNPM/CPRM/CEMINAS, 1983. 1 mapa.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL, Folhas SB.24/25-Jaguaribe / Natal, Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra.** Rio de Janeiro, 1981. v. 23, mapas.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.** Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Diretrizes de pesquisa aplicada ao planejamento e gestão ambiental.** Brasília, 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa do Zoneamento Ecológico Econômico:** diretrizes metodologias para o ZEE. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa Zoneamento Ecológico-econômico:** diretrizes metodológicas para o Zoneamento Ecológico Econômico. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto Orla:** manual de gestão. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caracterização dos ativos ambientais em áreas selecionadas da zona costeira Brasília.** Brasília, 1998.



- BRASIL. **Ministério**. Projeto ARIDAS Nordeste: uma estratégia de desenvolvimento sustentável. Brasília, 1994.
- BRASIL. **Ministério**. Projeto ARIDAS: políticas de desenvolvimento. Relatório técnico. Brasília, 1995.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SA 24 Fortaleza**. Rio de Janeiro, 1981.
- SUDENE/EMBRAPA. **Levantamento exploratório**: reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife, 1993. (Bol. Técnico, 28, Série Pedologia, 16).
- BRINKMANN, W. L. F.; SANTOS, A. Natural waters in Amazônia. V Soluble magnesium properties. **Turralba**, v. 21, p. 59-465, 1971.
- CEARÁ. **SUDEC/SEPLAN**. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1986. 1 atlas.
- CRANDALL, R. **Geographia, geologia, suprimento d'água, transporte e açudagem nos Estados orientais do norte do Brasil, Ceará, Rio Grande do norte e Parahyba**. 2. ed. Rio de Janeiro: Inspectoria de Obras Contra as Secas, 1923. (Série. I.D., 4).
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: CETESB, 1992.
- DROUET, F.; PATRICK, R.; SMITH, L. B. A flora de quatro açudes da Parahyba. **Annaes Academia Brasileira de Ciências**, v. 10, p. 89-104, 1938.
- DUCKE, A. Estudos botânicos no Ceará. **An. Acad. Bras. Ci.**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, p. 211-308, 1959.
- DUNNING, J. S. **Sounth American land birds**: a photographic air to identification. Pennsylvania: Harrowood Books, 1982.
- DUQUE, J.G. **Solo e água no polígono das secas**. 3. ed. rev. aum. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Fortaleza, 1953. (Publicação, 154, série 1-A).
- EGLER, C. A. G. **Os Impactos da política industrial Sobre a Zona Costeira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1995.
- ELGER, W. A. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. **R. Bras. Geogr.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 577-590, out./dez. 1951.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999.
- EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals**: a field guide. Chicago: The University of Chicago Press, 1997.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciências, 1988.
- FERNANDES, A.; GOMES, M. A. F. Plantas do cerrado no litoral cearense. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 26., 1975, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1977. p. 167-173.
- FERNANDES, A. G. **Temas fitogeográficos**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.
- FERRI, M. G. Contribuição ao conhecimento dos cerrados e da caatinga; estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação. **B. Fac. Fil. Ci. Letr., Bot.**, São Paulo, v. 195, n. 12, p. 1-170, 1955.
- FIGUEIREDO, M. A. Vegetação. *In*: IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1989. 1 mapa.
- FIGUEIREDO, M. A. Nordeste do Brasil réliquias vegetacionais no semi-árido cearense (cerrados). **Revista Ciências Agrônômicas**, v. , n. , p. , 1985a.



- FIGUEIREDO, M. A. *et al.* **Plano de recuperação e manejo da cobertura florestal visando a preservação dos recursos hídricos da RMF**. Fortaleza: AUMEF, 1985b.
- FIGUEREDO, M. A. **A Microrregião Salineira Norte-Riograndense no domínio das caatingas**. Mossoro: ESAM/CNPq, 1987.
- FORSHAW, J. M.; COOPER, W. T. **Parrots of the World**. **Australia**: T. F. H. Publications, 1977.
- GOLDMAN, C. R.; HORNE, A. J. **Limnology**. New York: McGraw-Hill, 1983.
- GOMES, P. A. À margem da ecologia nordestina. **B. Geogr.**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 299, p. 106-111, jul./ago. 1972.
- GONÇALVES, J. C.; CERVENKA, C. J.; STOCEDO, A. E. P. Simpósio de recuperação de áreas degradadas. *In*: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1990, Itaguaí. **Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1991. p. 89-94.
- IDEC. **Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro; Diagnóstico Ambiental e Sócio-Econômico do Litoral Oriental do Estado do Rio Grande do Norte**. Natal: SEPLAN, 1994. v. 1.
- IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: SEPLAN, 1989. 1 atlas. escala 1:1.500.000.
- LARENA/UFRN. **Resultados preliminares sobre o levantamento faunístico da estação ecológica do Seridó**: aracnofauna, entomofauna e ornitofauna. Natal: IBAMA/UFRN, 1995.
- LARENA/UFRN. **Zoneamento faunístico da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte, RN, 2º etapa**. Natal: IBAMA/UFRN, 1990.
- LIMA VERDE, J. Santiago. Fisiologia e etologia de algumas serpentes da Chapada do Apodi, Estado do Ceará e Rio Grande do Norte (Brasil). **Bol. Zool. Biol. Marinha**, São Paulo, n. 28, p. 189-239, 1971.
- LIMA, D. A. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. **Arq. Inst. Pesq. Agron. Pernambuco**, Recife, v. 5, p. 305-341, 1960.
- LIMA, M. F. *et al.* Mapeamento e demarcação definitiva da Floresta Nacional Araripe Ceará Brasil. **Cienc. Agron.**, Fortaleza, v. 15, n. 1/2, p. 59-69, 1984.
- LUEETZELBURG, P. von. **Estudo botânico do Nordeste**. Rio de Janeiro: Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas, 1922. 3 v. (Publicação, 57, Sér. 1-A).
- M. A./IBDF**. **Análise do Setor Industrial Florestal do Ceará**. Rio de Janeiro: UFRRJ/IF/DD, 1984.
- MARGALEFF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983.
- MARINHO, M. G. V. **Levantamento florístico da Estação Ecológica do Seridó - Serra Negra/RN**. Patos: Universidade Federal da Paraíba/Patos, 1994.
- MORAES, L. J. **Serras e montanhas do Nordeste**. Rio de Janeiro: Inspectoria de Obras Contra as Secas, 1924. (Publicação, 58, Sér. I. D.).
- MOREIRA, A. A. N. Vegetação. *In*: FUNDAÇÃO IBGE. **Rio de Janeiro e Ceará**. Rio de Janeiro: Superintendência de Desenvolvimento do Estado do Ceará, 1973.
- MOTA, S. **Preservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro: ABES, 1988.
- MUÑOZ, J. M. B. **Médio ambiente y desarrollo en areas librabs**. Barcelona: OIKOS, 1997.
- NARCHI, W. **Crustáceos**. São Paulo: Polígono, 1973.
- NOMURA, H. **Dicionário de peixes do Brasil**. São Paulo: Editerra Editorial, 1984.

- NOWAK, R. M. **Walker's mammals of the world**. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1991. v. 1, 2.
- ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.
- PLANTENBERG, C. Muller; AB'SÁBER, A. N. (Org.). **Previsão de impactos**. São Paulo: EDUSP, 2002.
- Sustentável no Nordeste Semi-Árido**. Brasília, 1994.
- PNUD/FAO/IBAMA. **Diagnóstico florestal do Rio Grande do Norte**. Natal, 1993.
- PROJETO RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais – Folha s/a 24 Fortaleza, MME. SG. Rio de Janeiro 1981. Rever**
- QUEIROZ, Z. *et al.* **Essências florestais das Serras do Ceará**. (S. I.): Brasil Florestal, 1970.
- RADAMBRASIL, Folhas SB24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra Ministério das Minas e Energia, Secretaria Geral. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, vol. 23, 1981, 744 p. Rever.**
- RADAMBRASIL. **Mapa geológico**. Rio de Janeiro, 1881. 1 mapa, escala 1:1.000.000.
- RAWITSCHER, F.; HUECK, K.; MOREBELLO, J.; PAFFEN, H. Algumas observações sobre a ecologia da vegetação das caatingas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 288-301, 1952.
- RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **The birds of South America – The suboscine passerines**. Austin: University Press, 1994. v 2.
- RUTTNER, F. **Fundamentals of limnology**. Toronto: University of Toronto Press, 1975.
- SALES JÚNIOR, L. G. Breve estudo das aves paludícolas do semi-árido cearense em três corpos d'água localizados em Maranguape, Paramoti e Capistrano, entre abril e dezembro de 1996. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 6., 1997, Minas Gerais. **Resumos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997a. p. 145.
- SALES JÚNIOR, L. G. Estudo bio-ecológico da ornitofauna do Campus do Itaperi da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza - Ceará, entre 1994 e 1996. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ORNITOLOGIA, 6., 1997, Minas Gerais. **Resumos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997a. p. 144.
- SALES JÚNIOR, L. G. **Estudo Fitofiógráfico da área de entorno dos açudes Gavião-Riachão-Pacoti (Pacajus e Pacatuba-CE.), com propostas de manejo e conservação do solo**. 1993. Monografia (Especialização: Análise Ambiental Urbana, Universidade Estadual do Ceará) - Universidade, Fortaleza, 1993.
- SALES JÚNIOR, L. G. *et al.* Diagnóstico ambiental costeiro do Município de Beberibe-CE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DOS MUNICÍPIOS DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE E ÓRGÃOS AFINS, 1., 1990, Fortaleza. **Resumos**. Fortaleza: SEMACE, 1990.
- SALES JÚNIOR, L. G. Levantamento Preliminar da Ornitofauna dos Ecossistemas das Bacias Hidrográficas dos açudes Pacoti-Riachão-Gavião (Pacajus e Pacatuba-Ce.), de 1989 a 1992. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 20., 1994, Rio de Janeiro. **Resumos**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994b. p. 110.
- SAMPAIO, A. J. **Fitogeografia do Brasil**. 3. ed. rev. aum. São Paulo: Ed. Nacional, 1945. (Biblioteca Pedagógica Brasileira, 5).
- SCHAUENSEE, R. M.; PHELPS JR., W. H. **A guide to the birds of Venezuela**. New Jersey: Princeton University Press, 1978. v. 2.

SDU/SEMACE. **Diagnóstico e macrozoneamento ambiental do Estado do Ceará.** Fortaleza: Convênio FCPC/SEMACE, 1998. v. 1.

SEMACE. **Política Estadual para a preservação de manguezais e estuários do Ceará (Proposta).** Fortaleza: SEMACE, 1990.

SEMACE. **Zoneamento Ambiental da APA da Serra de Baturité:** diagnósticos e diretrizes. Fortaleza, 1992.

SHAUENSEE, R. M. *et al.* **A guide to birds of Venezuela.** New Jersey: Princeton University Press, 1978.

SICK, H. **Ornitologia brasileira:** uma introdução, Brasília: Ed. Universidade de Brasília-DF, 1986. v. 1, 2.

SILVA, L. L. **Ecologia:** manejo de áreas silvestres. Santa Maria: MMA/FNMA, 1996.

SOUZA, Marcos J. Nogueira de. Contribuição aos estudos das unidades morfoestruturais do Ceará. **Rev. de Geologia**, Fortaleza, v. 1, p. , 1988.

AUTOR. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Ceará.** Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000.

AUTOR. Unidades geoambientais. *In:* AQUASIS. **A Zona Costeira do Ceará:** diagnóstico para a gestão integrada. Fortaleza, 2003.

SRH. **Mapa das macrobacias hidrográficas do Ceará.** Fortaleza, 1993. 1 mapa, escala 1:500.000.

SUDEC. **Área de Proteção Ambiental “Jericoacoara”:** contribuição ao estudo de bases e perspectivas para o Desenvolvimento Integrado. Fortaleza: UECE/SUDEC/SEMA/GTZ, 1985.

SUDEC/DRN. **Programa de Avaliação do Potencial dos Recursos Naturais em Áreas do Litoral Cearense.** Fortaleza: SUDEC, 1976.

SUDENE. **Levantamento exploratório – Reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Recife: MA/DNPEA, 1973. v. 1, 2.

SUDENE. **Mapa Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará.** Recife: MA/DNPEA, 1973.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1977.

UECE/SUBIN. **Contribuição ao estudo integrado da paisagem e dos ecossistemas de área do Município de Aquiraz/Ceará:** relatório final. Fortaleza: UECE, 1983.

VALLENTYNE, J. R. **Introducción a la limnología.** Barcelona: Omega, 1978.

VARELA-FREIRE A. A. *et al.* **Levantamento entomofaunístico da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte/RN.** Natal: UFRN/IBAMA, 1994.

VARELA-FREIRE, A. A. **Fauna do Seridó:** lista preliminar das aves do Seridó Potiguar. Natal: IBAMA, 1993. (Caderno Seridoense).

VASCONCELOS SOBRINHO, J. *et al.* **As regiões naturais do nordeste, o meio e a civilização.** Recife: Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1970.

VELOSO, H. P. **Atlas florestal do Brasil.** Rio de Janeiro: Ministério de Agricultura, 1966. 1 atlas.

VICENTE DA SILVA, G. **Geocologia da paisagem do litoral cearense:** uma abordagem ao nível de escala regional e tipologia. Tese (Professor Titular) - Departamento de Geografia, Universidade FeFC, Fortaleza, 1998.



VIEGAS, Osvaldo. **Plano de Gestão e Programa de Monitoramento Costeiro**: diretrizes de elaboração. Brasília: MMA/PNGC, 1995.

VILLELA, S. M. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Megran Hill, 1975.

WEICK, F.; BRWN, L. H. **Birds of prey of the world, a coloured guide to identification of all the diurnal species order falconiformes**. Berlin: Verlag Paul Parey, 1980.

WEINBERG, L. F. **Observando aves do Rio de Janeiro**. Contagem: Littera Maciel, 1992.

ZAKIA, M. J. B. *et al.* **Consumo de produtos florestais no setor industrial no Estado do Ceará**. Fortaleza: PNUD/FAO/IBAMA/SDU/SEMACE, 1993.