

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ - UECE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PROP GEO

CARLOS DE ARAÚJO FARRAPEIRA NETO

**EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DO BAIXO VALE DO RIO
COREAÚ E PLATAFORMA CONTINENTAL, CEARÁ, BRASIL**

FORTALEZA- CEARÁ

2013

CARLOS DE ARAÚJO FARRAPEIRA NETO

**EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DO BAIXO VALE DO RIO COREAÚ E
PLATAFORMA CONTINENTAL, CEARÁ, BRASIL**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Geografia. Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientação: Prof. Dr. Jáder Onofre de Moraes

Fortaleza – CEARÁ

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Biblioteca Central Prof. Antônio Martins Filho

Bibliotecário (a) Leila Cavalcante Sátiro – CRB-3 / 544

- F239e Farrapeira Neto, Carlos de Araújo.
Evolução paleogeográfica do Baixo Vale do Rio Coreaú e plataforma continental, Ceará, Brasil / Carlos de Araújo Farrapeira Neto. — 2013.
CD-ROM 150f. : il. (algumas color.) ; 4 ¾ pol.
- “CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico, acondicionado em caixa de DVD Slin (19 x 14 cm x 7 mm)”.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós - graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.
- Área de Concentração: análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-áridas e Litorâneas.
- Orientação: Prof. Dr. Jáder Onofre de Moraes
1. Paleogeografia. 2. Evolução ambiental. 3. Fluxos interativos.
I. Título.

CDD: 910



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UECE-ProPGeo



FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome da Dissertação: "EVOLUÇÃO PALEOGEOGRÁFICA DO BAIXO CURSO DO RIO COREAÚ E PLATAFORMA CONTINENTAL ADJACENTE, CEARÁ, BRASIL".

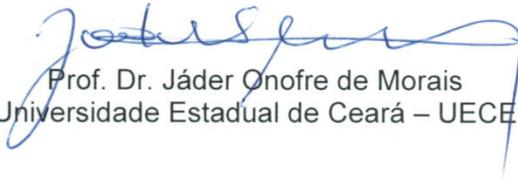
Data da Defesa: 27/02/2013

Nome da Autora: Carlos de Araújo Farrapeira Neto

Nome do Orientador: Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais (UECE)

Trabalho apresentado ao Programa de Pós Graduação em Geografia – CCT/UECE, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia, Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenamento de Territórios de Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

BANCA:


Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais
Universidade Estadual de Ceará – UECE

Prof. Dr. Georg Friedrich Irion
Forschungsinstitut Und Natur-Museum Senckenberg, FNMS*, Alemanha


Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza
Universidade Estadual do Ceará - UECE

**Dedico esta dissertação as pessoas mais especiais da minha vida:
Minha mãe Elineide Farrapeira
Meus irmãos Zilianna Farrapeira e João Luís Farrapeira
Meus avós Maria Celeste Farrapeira e Carlos Farrapeira
Ao meu grande amor Nayana Michelle**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a toda minha família por sempre apoiar minhas escolhas e principalmente por ser a base formadora de minha personalidade em Cristo.

À minha mãe Elineide Farrapeira, que sempre somou no apoio, na dedicação e por sempre ter sido fiel nas palavras e na amizade.

Aos meus irmãos Zilianna e João Luís, que sempre me mostraram a alegria de viver, ao que tento retribuir transmitindo todos os dias a importância da educação.

À minha namorada Nayana Michelle Silva Ferreira, por sempre estar ao meu lado me incentivando com muito amor e carinho.

Agradeço ao professor Dr. Jáder Onofre de Moraes, por todo o suporte dado ao longo desses 6 anos de trabalho conjuntos e por me envolver em sua experiência, responsabilidade e sucesso no meio acadêmico.

Aos Professores Dr. Marcos José Nogueira de Souza, Dra. Lidriana de Souza Pinheiro e Dra. Lúcia Brito, por terem sido pessoas com as quais, em muitas vezes, partilhei idéias, dúvidas e opiniões a respeito de minha pesquisa.

Aos amigos de Laboratório – LGCO e da UECE que possuem valor de irmãos: Gustavo Henrique (Gusta), Davis de Paula (David), Raquel Cavalcante (Quel), Judária Maia (Juju), Mariana Navarro (Mari), Silvio Roberto (Vergonha do lab.), Mariana Aquino, João Abreu, Marisa Moura (a Dra.), Brígida Miola, Eduardo Lacerda (Dudu), Renan Guerra (Renas), Renan Silva (Reman), Clairton Ciarlini (Geólogo fulerage), Maciel Moura (Piquet Carneiro), Mailton (Michael Jackson), Leonardo (Leleo), Patrícia, Guilherme (Dona Leda), Felipe (Toilet), Paulo Pessoa, Antônio, Guilherme (CPRM), Narelle Maia, André (Carniça), Abner Monteiro, Arthur Citó (Cotó), Bruno (Brunin), Rômulo (Mantega), Raimundo Rodrigues, Joselito Teles, William Reis, Carlos Eduardo, Elisângela Ximenes (Elis), Luciana de Castro (Nega besta), Henrique, Rogério dos Santos, Arina, Igor Veras, Aline Braúna e Geysianne de Castro (Geisy), que são e/ou que foram, durante essa etapa, pessoas realmente fundamentais, que me deram verdadeiros exemplos de companheirismo, carisma, perseverança e simplicidade.

A todos os professores e funcionários que compõem o Programa de Pós-Graduação em Geografia - PROP GEO, em especial a turma de Mestrado 2011.1 em Geografia,

pelos vários momentos de alegria, quando sempre se expressavam em acolhida e coleguismo.

À CAPES pelo apoio cedido durante esses dois anos para a execução em tempo hábil deste trabalho inovador por intermédio da concessão da bolsa de mestrado.

Por fim, a todos que de alguma forma colaboraram para a concretização desta pesquisa, os meus mais sinceros agradecimentos.

"É preciso que o lavrador trabalhe antes com afinco, se quer boa colheita".

Timóteo 2,6

RESUMO

A paleogeografia é uma ferramenta utilizada pela geografia física capaz de analisar o meio ambiente a partir de referências baseadas no passado geológico. Assim, este tema se torna fundamental para os estudos costeiros no Ceará, onde se verifica a carência destes trabalhos em geral. O estudo tem como objetivo identificar os processos interativos dos componentes geoambientais do baixo Coreaú e plataforma adjacente, para definir os fluxos desencadeados no Plio-Pleistoceno / Holoceno. Para isso, foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos. Foram utilizados os *softwares* ArcGIS 9.3, Surfer 10, Strater 1.02.27 e Global Mapper 11 para a sistematização das atividades relacionadas à identificação e evolução ambiental. Em etapa de campo foram delimitados quarenta e nove pontos de perfilagem geofísica e coleta sedimentar divididos em três seções, quando se utilizou uma draga VAN VEEN, dois sonares *Sub Bottom Profile* SB-216S e *Side Scan Sonar* 272-TD e um robô para filmagens submersas R.O.V. LBV 150². Em fase laboratorial as amostras armazenadas foram processadas e aplicadas à metodologia do peneiramento, carbonato de cálcio e matéria orgânica. A análise sísmica foi interpretada pelo *software livre* *SeiSee* 2.16.1. Os resultados evidenciam, através da compartimentação territorial, os parâmetros e processos que serviram de base para compreensão dos sistemas em escala evolutiva. Em área imersa houve maior presença de sedimentos médios, 38,45%, areias muito grossas e finas, 22,58%, areias grossas, 12,9% e areias muito finas, 3,22%, o que delimita as áreas com carbonato de cálcio que estão concentradas entre os pontos de coleta 10 a 37 com teores de 80% a 99%. A matéria orgânica se concentrou dos pontos 01 a 09 e em áreas do canal afogado com valores entre 5% a 9%, indicando proximidade da fonte de descarga orgânica. O modelo evolutivo criado confirmou a área como produto de mecanismos estruturais e climáticos, onde as etapas geológicas criaram o atual panorama. Através da sísmica foi observado o leito afogado do rio Coreaú, e seu traçado, confirmando e complementando os estudos já desenvolvidos por outros autores nessa área. Desse modo, esse estudo como pesquisa pioneira em paleogeografia dentro do Estado do Ceará se estabeleceu como importante instrumento do conhecimento da evolução ambiental e deixa desde já o primeiro passo para outras pesquisas nesta temática.

PALAVRAS-CHAVE: Paleogeografia, evolução ambiental e fluxos interativos.

ABSTRACT

Paleogeography is a tool used by physical geography able to analyze the environment from references based on geological past. This theme becomes important for coastal studies in Ceará because there is a shortage of these kind of jobs in general. This study aims to identify the interactive processes of geoenvironmental components of low Coreaú's basin and continental platform to define flows triggered during the Pliocene, Pleistocene and Holocene. Thus, bibliographic and cartographic surveys were conducted about the study area. Softwares were used ArcGIS 9.3, Surfer 10, Strater 1.02.27 and Global Mapper 11 for the systematization of activities related to identification and evolution of environmental resources. During the field stage forty-nine points of geophysical logging were delimited and sediment collection divided in three sections, where a Van Veen dredger was used, two sonars Sub Bottom profile SB-216S and Side Scan Sonar 272-TD and a robot for underwater recording R.O.V LBV 150². In the laboratory phase the stored samples were processed and the methodology of screening was applied, calcium carbonate and organic matter. The seismic analysis was interpreted by free software SeiiSee 2.16.1. The results showed through the territorial subdivision parameters and processes that served as a basis for understanding the geosystems into evolutionary scale. In a submerged area there was a greater presence of average sediments 38,45%, very coarse and fine sands 22,58%, coarse sand 12,9% and very fine sand 3,22%, which delimit places with calcium carbonate that is concentrated between points 10 and 37 with levels of 80% to 99%. The organic material was concentrated from point 01 to 09 and the drowned canal area had values between 5% and 9%, indicating the proximity of an organic discharge source. The evolutionary model created, confirmed the area as a product arising from natural and climatic mechanisms, where the geological stages formed the actual landscape. Through seismic activity we can observe the presence of the submerged bed of the Coreaú river and the type of layout, what confirms studies by other authors. Thus this study is pioneering research in paleogeography into the state of Ceará established itself as an important tool for understanding the environmental evolution, and leaves the first step for other research on this subject.

KEY WORDS: Paleogeography, environmental evolution and interactive flows.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. A resposta erosiva de uma elevação do nível do mar de acordo com Bruun (1962). Na figura, “S” indica a elevação do nível do mar; “R” é o recuo da linha de costa; “Z” a altura da feição emersa somada com a profundidade de fechamento e “X” a extensão do perfil até a profundidade de fechamento. **Fonte:** Davis (1985), adaptado por Marcondes (2005).

Figura 02. Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo de vários trechos do litoral brasileiro. **Fonte:** (Suguio *et al.*, 1985).

Figura 03. Os principais fluxos de matéria e energia responsáveis pelos processos morfogenéticos no rio Coreaú. **Fonte:** Meireles & Silva (2002).

Figura 04. Fluxograma metodológico.

Figura 05. Esquema e esboço para obtenção dos teores de carbonato de cálcio (CaCO₃) presente nos sedimentos.

Figura 06. Esquema de calcinação em procedimento metodológico de matéria orgânica. **Fonte:** Pinheiro, 2011.

Figura 07. Esquema dos padrões de terminação de reflexões/estratos nos limites superior e inferior de uma sequência sísmica/sequência deposicional. **Fonte:** (SEVERIANO RIBEIRO, 2000 modif. MITCHUM JR. *et al.*, 1997a).

Figura 08. Esquemas de padrões de configurações de fácies sísmicas. **Fonte:** Barboza, 2005, modificado por Mitchum Jr. *et al.*, 1977a).

Figura 09. Perfil da Planície flúvio-marinha no município de Granja. **Fonte:** Google, 2012.

Figura 10. Largura da Planície flúvio-marinha do Coreaú em Granja. **Fonte:** Google, 2012.

Figura 11. Largura da Planície flúvio-marinha no município de Camocim (fz). **Fonte:** Google, 2012.

Figura 12. Perfil do campo de dunas fixas no município de Camocim – Praia do Farol. **Fonte:** Google, 2012.

Figura 13. Perfil do campo de dunas móveis no município de Camocim – Ilha do Amor. **Fonte:** Google, 2012.

Figura 14. Largura da planície lacustre localizada no município de Camocim – Lago Seco. **Fonte:** Google, 2012.

Figura 15. Perfis litoestratigráficos dos poços tubulares dispostos nos municípios de Camocim e Granja. Sequência vista no mapa: a) 07; b) 08; c) 09; d) 12; e) 13; f) 15; g) 17; h) 19; i) 20; j) 27; k) 128; l) 129; m) 130. **Fonte:** CPRM, 2004.

Figura 16. Modelo de evolução costeira da planície costeira do Coreaú em nível de regressão marinha muito baixa.

Figura 17. Planície costeira do Coreaú em nível de mar relativo transgressivo no período de 120.000 A.P.

Figura 18. Evolução costeira do baixo curso do Coreaú em fase marinha regressiva.

Figura 19. Modelo de evolução costeira da planície costeira do Coreaú.

Figura 20. Resultado da confluência das forças naturais atuantes acerca do rio Coreaú.

Figura 21. Ilustração gráfica 3D da reconstituição da rede de drenagem e do paleovale do rio Coreaú.

Figura 22. Ilustração gráfica 3D mais perfis de sísmica.

LISTA DE MAPAS

Mapa 01. Mapa de localização do baixo curso do rio Coreaú.

Mapa 02. Subdivisão da bacia hidrográfica do Coreaú. **Fonte:** SRH adaptado por Farrapeira Neto, 2012.

Mapa 03. Mapa de espacialização do transecto do barco definido em gabinete por etapa pré-campo.

Mapa 04. Mapa geológico e geomorfológico integrados da região do baixo Coreaú. **Fonte:** CPRM ATLAS, 2003 adaptado por Farrapeira Neto, 2012.

Mapa 05. Mapa com a distribuição geográfica dos compartimentos ambientais entre os municípios de Camocim e Granja.

Mapa 06. Mapa batimétrico confeccionado durante o desenvolvimento desta dissertação.

Mapa 07. Distribuição e classificação textural dos sedimentos existentes ao largo da plataforma continental de Camocim por meio de análise de frequência simples.

Mapa 08. Distribuição e classificação sedimentar marinha pelo método de análise de Lasonneur, 1977.

Mapa 09. Disposição e classificação do teor de carbonato de cálcio presente na área de estudo.

Mapa 10. Divisores de águas do baixo curso do rio Coreaú, entre os municípios de Camocim e Granja. Exagero vertical 0.350.

Mapa 11. Padrões de drenagens do baixo curso do rio Coreaú e MDE interpolado com imagem LANDSAT ETM+ 2009. Exagero vertical 0.350.

Mapa 12. Perfis topográficos e interpolação de variáveis como hidrologia e altimetria.

Mapa 13. Ordem das drenagens de acordo com a metodologia de Strahler. 1957, adicionado de efeito de sombreamento.

Mapa 14. Identificação de elementos contribuintes para a atual configuração do rio Coreaú entre Camocim e Granja.

Mapa 15. Mapa com a distribuição de poços tubulares monitorados pela CPRM na área dos municípios de Camocim e Granja.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Especificações dos dados cartográficos.

Tabela 02. Transecto realizado em gabinete para alocação de equipamentos de varredura em áreas de interesse e conhecimento científico exploratório.

Tabela 03. Ordem número e comprimento de canais.

Tabela 04. Especificações detalhadas de cada poço tubular nos municípios de Camocim e Granja. **Fonte:** CPRM, 2004.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Período e altura de onda na data do campo entre 08 e 16 de maio de 2011. **Fonte:** Surf Guru, adaptado por Farrapeira Neto, 2012.

Gráfico 02. Caracterização dos sedimentos coletados por classificação de frequência simples para as áreas adjacentes do município de Camocim.

Gráfico 03. Quantificação dos valores para carbonato de cálcio e matéria orgânica ao largo do município de Camocim.

LISTA DE FOTOS

Foto 01. Dunas móveis na margem direita da desembocadura do Rio Coreaú e campo de dunas de diferentes gerações próximo à praia do farol de Camocim.

Foto 02. Equipe de técnicos e colaboradores embarcados na expedição oceanográfica no município de Camocim, Ceará.

Foto 03. Etapa de campo com os respectivos equipamentos: leitor batimétrico GPSmap 521s GARMIN, draga Van Veen e R.O.V LBV 150².

Foto 04. Leitor batimétrico GPSmap 521s GARMIN, e R.O.V LBV 150².

Fonte: Farrapeira Neto, 2011.

Foto 05. Aquisição do *Side Scan Sonar 272-TD I* por empréstimo da UFPE ao PRONEX.

Foto 06. Operação, execução e exibição de imagens do *Sub Bottom Profile 216-S Edge Tech* da UFPE em diferentes etapas.

Foto 07. Visualização panorâmica do laboratório molhado destinado às análises sedimentares e logo abaixo etapa metodológica para estudos sedimentológicos.

Foto 08. Esquema e esboço para obtenção dos teores de carbonato de cálcio (CaCO₃) presente nos sedimentos. **Fonte:** Freire et al., 2009 *apud* Almeida, 2012. Calcímetro de Bernard (modificado).

Foto 09. Imageamento realizado ao largo do município de Camocim em campanha de geofísica no ano de 2011.

Foto 10. Barragem nova localizada na sede do municipal de Granja. **Fonte:** Denílson Mirando banco de imagens Panoramio, 2012.

Foto 11. Praia da Barreira onde afloram as Formações Camocim e Barreiras.

Foto 12. Formação Camocim sotoposta a Formação Barreiras exaltando a diferença granulométrica, mergulho e recuo de vertente. **Fonte:** Daniel Machado banco de imagens Panoramio, 2012.

Foto 13. Panorama ambiental e espacial da planície flúvio-marinha do Coreaú no município de Granja. **Fonte:** Edgar Fontenele banco de imagens Panoramio, 2012.

Foto 14. Dimensão da Planície flúvio-marinha vista a partir do porto de Camocim.

Foto 15. Vista do campo de dunas fixas de plataforma rasa para o litoral de Camocim – Praia do Farol. **Fonte:** Google, 2012.

Foto 16. Campo de dunas móvel visto a partir do rio Coreaú e dentro da Ilha do Amor, município de Camocim. **Fonte:** Denis Coutinho banco de imagens Panoramio, 2012.

Foto 17. Dimensão espacial da Lagoa do Lago Seco e configuração ambiental local. **Fonte:** W. Luiz, 2009 banco de imagens Panoramio, 2012.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AP	Antes do Presente
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CE	Ceará
CPRM	Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEBCO	General Bathymetric Chart of the Oceans
GIS	Geographic International Sistem
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
INPE	Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LGCO	Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica
LABOMAR	Instituto de Ciências do Mar
LOG	Laboratório de Oceanografia Geológica
M. A.	Milhões de Anos
M. D.T.	Modelo Digital do Terreno
PRONEX	Projeto de Manejo Ambiental na Exploração de Granulados da Plataforma Continental do Estado do Ceará
PROP GEO	Programa de Pós-Graduação em Geografia
R.O.V.	Remotely Operated Vehicles
SEMACE	Superintendência Estadual de Meio Ambiente

SIG	Sistema de Informação Geográfica
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SUB	Sub Bottom Profile
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UMG	Último Máximo Glacial
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversal Mercator
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
LISTA DE MAPAS	12
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE GRÁFICOS	13
LISTA DE FOTOS.....	14
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	16
INTRODUÇÃO	21
1.1 Localização da área de estudo	22
2. OBJETIVOS	25
2.1 Geral	25
2.2 Específicos.....	25
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	26
3.1 Compartimentação Geoambiental.....	26
3.2 Concepção e Proposta Geossitêmica	27
3.3 Eventos Tércio-Quaternários na Zona Costeira	31
3.4 Mudanças Posicionais de Canais Fluviais	34
3.4.1 Padrões de Drenagem Fluvial	35
3.5 Zona Submersa.....	37
4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS ADJACENTES.....	40
4.1 Aspectos Hidrográficos	40
4.2 Aspectos Geológico e Geomorfológico	43
4.3 Aspectos Fito-geográficos.....	44
4.4 Aspectos Climáticos	45
4.5 Aspectos Oceanográficos	46
5. MATERIAIS E MÉTODOS	48

5.1	Levantamento Bibliográfico	50
5.2	Levantamento Cartográfico	50
5.3	Escolha da Área do Projeto.....	51
5.1.1	Etapa de Campo.....	52
5.2	Aquisição de Dados Complementares	57
5.2.1	Análise Granulométrica	60
5.2.2	Teor de Carbonato de Cálcio	61
5.4	Etapa de Gabinete	64
5.4.1	Interpretação sísmica.....	65
6	CARACTERIZAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS GEOAMBIENTAIS ..	68
6.2	Contextualização geoambiental do baixo Coreau	68
6.3	Depressão Sertaneja do município de Granja e Camocim.....	72
6.4	Tabuleiros Pré-litorâneos de Granja e Camocim	73
6.5	Planície flúvio-marinha do rio Coreau de Granja e Camocim.....	74
6.6	Dunas fixas e paleodunas de Camocim	76
6.7	Faixa praial e campos de dunas móveis	77
6.8	Planícies Lacustre do Lago Seco.....	79
6.9	Plataforma continental.....	83
7	PADRÕES DE DRENAGENS ASSOCIADOS AO BAIXO CURSO DO RIO COREAU.....	94
7.1	Compreensão evolutiva do canal do estuário do rio Coreau.....	104
8	SISTEMAS INTERATIVOS, CONFIGURAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM ESTUARINA E DA PLATAFORMA CONTINENTAL	109
9	CONCLUSÕES	133
10.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136

1. INTRODUÇÃO

A paleogeografia de acordo com Ross (1998) é uma ferramenta de análise capaz de examinar a geografia física por completo, a partir de referências baseadas no passado geológico. Isto significa que esses estudos ajudam na compreensão do atual panorama de distribuição latitudinal das grandes massas continentais e, sobretudo, no entendimento de cenários atuais sob uma perspectiva de recrutamento em ordem evolutiva dos fatos e etapas ocorridas.

Assim, ao longo do tempo se desenvolveram as concepções paleogeográficas, que segundo Stow (1871); Du Toit (1921) apud Ross (1998), davam apoio e reconhecimento à teoria da deriva continental, antes negada perante a sociedade acadêmica. No entanto, é no amadurecimento desta temática que os estudos paleogeográficos vêm se consolidando progressivamente como um ramo da ciência geográfica que possibilita reconstituir cenários dotados de informações gerais acerca de seus ambientes, bem como tratar da evolução tectono-sedimentar de uma bacia especificamente.

Dessa forma, sua fundamentação tem que se basear na utilização de escalas geológicas por necessitar de enquadramento temporo-espacial para relatar acontecimentos pretéritos, capacitando a identificação e a caracterização da dinâmica ambiental quanto aos seus paleoambientes.

É nesse contexto de investigação científica, que este tema se torna recurso fundamental para o avanço dos estudos voltados aos ambientes costeiros no Brasil, pois muitos vêm contribuindo para o entendimento de determinadas áreas localizadas nos litorais de São Paulo, Rio de Janeiro, Bahia, Sergipe e Alagoas, conforme mostram os estudos baseados em episódios transgressivos quaternários desenvolvidos por (Suguio & Martin, 1978; Bittencourt *et al.*, 1979; Martin *et al.*, 1980a e b, 1981; Dominguez *et al.*, 1981; Bittencourt *et al.*, 1982).

No entanto, observa-se o contrário no Estado do Ceará, quando se verifica a carência de trabalhos de reconstituição ambiental já muito desenvolvidos no país

como um todo. Assim, devido ao panorama mencionado, torna-se esta dissertação um marco inicial na busca para melhor contribuir com o entendimento da evolução ambiental a partir de uma análise no baixo curso do rio Coreaú, localizado no extremo litoral oeste do Estado do Ceará.

Confirma-se com isso que na localidade estudada não há algum registro de estudos envolvendo temáticas como paleogeografia, definição de processos evolutivos geomorfológicos, identificação e compartimentação de ambientes naturais pretéritos. Desse mesmo modo, este trabalho visou estabelecer, sobretudo uma evolução integralizada ambiental, relevando, portanto, a importância dessa temática.

Para compreender a evolução dos sistemas interativos ambientais dispostos no baixo curso do rio Coreaú, foram estabelecidas três hipóteses, as quais serviram como ponto de questionamento para este trabalho:

- a) *“Que tipos de compartimentos geoambientais foram elaborados ao longo do período Tércio-Quaternário?”;*
- b) *“O que levou a atual configuração do canal e padrão de drenagem estuarino do rio Coreaú?”;*
- c) *“Quais sistemas interativos ajudaram a configurar a paisagem estuarina e marinha ao largo e quando se formaram?”.*

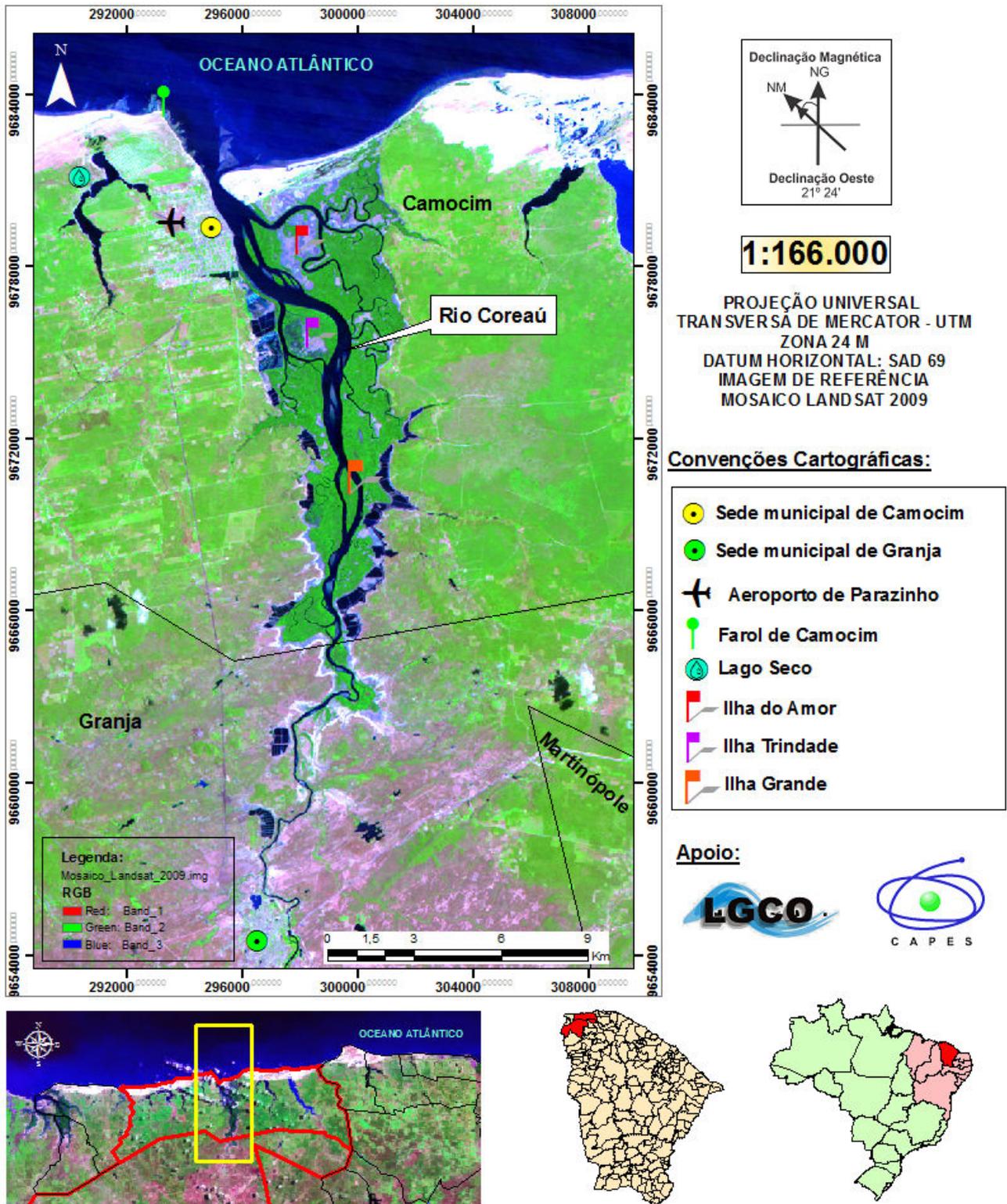
1.1 Localização da área de estudo

O baixo curso do rio Coreaú está localizado no litoral oeste do Ceará, onde, na disposição geográfica das bacias hidrográficas do estado, faz limite com as bacias do rio Acaraú e Poti-Longá de acordo com COGERH (2003) e Paulino & Fuck Jr (2001) *apud* Rodriguez (2012). Esse rio origina-se, segundo Pitombeira (1976), em áreas próxima a escarpa da Serra da Ibiapaba, na região norte do Estado do Ceará, possuindo em sua totalidade quase 150 km de extensão.

Conforme Meireles & Silva (2002) o rio Coreaú possui como principais afluentes os rios São Mateus, do Meio, Imburana e Fortuna, possuindo duas grandes ilhas no estuário, a dos Amores e Trindade. Abrange ainda uma grande

extensão de praias na margem direita de sua desembocadura e, à margem esquerda, um conjunto de falésias vivas e a sede municipal de Camocim (Mapa 01).

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



Mapa 01. Mapa de localização do baixo curso do rio Coreaú.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

O presente trabalho possui como sua principal finalidade identificar os processos interativos dos componentes geoambientais do baixo curso do rio Coreaú e plataforma adjacente, a fim de que se definam também os fluxos neles desencadeados nos períodos que compreendem o Plio-Pleistoceno / Holoceno.

2.2 Específicos

- Caracterizar os compartimentos geoambientais continentais e marinhos a fim de mostrar o produto atual da evolução Tércio-Quaternária;
- Entender a evolução do canal do estuário do rio Coreaú e dos padrões de drenagens associados;
- Discutir os sistemas interativos que resultaram na configuração e transformação da paisagem estuarina e da plataforma continental adjacente.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A investigação científica em foco está embasada teoricamente nos conceitos que tratam desta temática de um modo geral, bem como no entendimento dos elementos que servem de base e meio de discussão para sociedade acadêmica e civil.

Entender e analisar a evolução paleogeográfica de ambientes marinhos, costeiros e fluviais requer também o conhecimento técnico e científico de questões que envolvem a caracterização de compartimentos geoambientais, a evolução ambiental Tércio – Quaternária, os padrões de drenagem fluvial, os sistemas interativos em estuários e plataforma continental adjacente. O que, por fim, potencializa este trabalho em seu caráter de estudo na zona costeira do Estado do Ceará.

3.1 Compartimentação Geoambiental

A compartimentação geoambiental propõe o ordenamento do território de acordo com as suas condicionantes geológicas (potencial ecológico, exploração biológica e ação humana) e suas inter-relações, por meio da delimitação de áreas cujos conjuntos formam unidades relativamente homogêneas – zonas, de modo a facilitar a análise integrada da paisagem e subsidiar o processo de planejamento territorial/ambiental e o zoneamento ecológico-econômico (ALMEIDA, 2005). Para Casseti (2005) os estudos direcionados à compartimentação também correspondem:

[...] à individualização de um conjunto de formas com características semelhantes, o que leva a se admitir que tenham sido elaboradas em determinadas condições morfogênicas ou morfoclimáticas que apresentem

relações litoestratigráficas ou que tenham sido submetidas a eventos tectodinâmicos. A interpenetração das diferentes forças ao longo do tempo leva à caracterização das formas de relevo, da situação topográfica ou altimétricas e da existência de traços genéticos comuns como fatores de individualização do conjunto. Assim, a evolução do modelado terrestre, cujas particularidades proporcionam a especificidade de compartimentos [...] (CASSETI, 2005).

Para Souza (2007) a análise geoambiental é uma concepção integrativa que deriva do estudo unificado das condições naturais que conduz de fato a uma percepção do meio em que vive o homem e de onde se adaptam os demais seres vivos. Este acrescenta ainda que para a realização de trabalhos que envolvem a compartimentação deve-se tomar sempre como base os critérios geoambientais.

Inúmeros estudos de compartimentação foram desenvolvidos em todo o Brasil, entre eles se destacam as investigações científicas de Casseti (2005), Becker & Egler (1997), Tricart (1975), Ross (1992), Casseti (1991), Ab'Sáber (1969).

Fica evidente assim a importância de se aplicar a análise geoambiental por meio da compartimentação em estudos de Geografia Física, pois seus critérios exaltam as formas de uso e ocupação do solo, bem como os movimentos imbricados pelo relevo para que com isso sejam evidenciadas as vulnerabilidades e potencialidades do meio ambiente como um todo. E é nessa perspectiva que se visa ter uma visão global do meio natural através de análises geossistêmicas.

3.2 Concepção e Proposta Geossistêmica

A aplicação da Teoria dos Sistemas se deu a partir das pesquisas pioneiras de Bertalanfy (1950, 1973) no ramo da biologia, bem como em outras ciências naturais.

Somente na década de 1950 os moldes aplicativos de visão sistêmica são aplicados pelos geógrafos em pesquisas de climatologia e hidrologia. A geomorfologia viria posteriormente aplicar este caráter metodológico facilitando, sobretudo, estudos integrados da paisagem na década de 1960.

Desta forma os sistemas foram definidos de acordo com Bertalanfy (1950) como conjunto de elementos que se relacionam entre si, com certo grau de organização procurando atingir um objetivo ou uma finalidade. Para complementar o entendimento acerca do pensamento sistêmico, Christofolletti (1979) relata que:

A organização do conjunto é decorrente das relações entre os elementos, e o grau de organização entre eles confere o estado e a função de um todo. Cada todo está inserido em um conjunto maior – o universo -, que, formado por subsistemas, compreende a soma de todos os fenômenos e dinâmismos em ação (CHRISTOFOLETTY, 1979).

De tal modo, pode-se dizer que qualquer conjunto de objetos que tenham propriedades comuns pode ser considerado sistema. É nesse limiar que (FORSTER et al., 1957) considera a existência de três tipos de sistemas, sendo eles classificados quanto ao grau de relação com o meio:

- Sistemas isolados, que não realizam trocas com o ambiente no qual se acham instalados;
- Sistemas abertos, que trocam matéria e energia com o meio circundante; e
- Sistemas fechados, que trocam apenas energia.

Do ponto de vista espacial, os sistemas apresentariam magnitudes variadas, da megaescala à escala local. De acordo com os aspectos de forma e estrutura, os sistemas foram classificados (CHORLEY E KENNEDY, 1971; CHORLEY E HAGGET, 1977) como morfológicos (baseados em propriedades físicas tais como geometria, densidade, comprimento), como funcionais (com base na ação dos processos responsáveis pelas formas e funcionamento do sistema) e como controlados (definidos pela ação controladora das atividades humanas sobre os processos).

Na atualidade torna-se relevante a maneira como se utiliza o pensamento sistêmico, porém a que melhor se enquadra e evolui é a teoria geossistêmica, haja vista que a Teoria dos Sistemas apresenta limitações inúmeras e falhas na previsão de riscos ambientais diante da inexistência de conhecimento temporal, em especial, escalas que definem os parâmetros envolvidos em um determinado local.

Desta maneira a Teoria Geossistêmica surgiu como atividade de investigação científica destaque na Geografia Física e o primeiro esboço do estudo se deu na antiga União Soviética, na década de 1960, proposta pelo russo Sotchava.

As bases da teoria elaborada por Sotchava, com base nas considerações feitas por Nascimento (2005), se deram no sentido de realizar estudos de paisagens geográficas complexas, definidas como unidade dinâmica e de organização geográfica própria, onde há espaço que comporta a repartição de todos os componentes geoambientais, o que assegura sua integridade funcional como um todo.

No entanto, Souza (2007) ressaltou que Sotchava não propôs propriamente um modelo taxonômico para as unidades de paisagem, o que para Ribeiro (1999) se tornou alvo de críticas. Todavia, mediante a ausência de uma maior precisão espacial em sua definição e pelo seu caráter pouco dialógico.

De uma forma geral, ele os conceituou em homogêneos ou diferenciados em três níveis: planetário, regional e topológico, de sorte que qualquer desses níveis pode ser chamado de geossistema, sem maiores critérios. (NASCIMENTO, 2005).

Não obstante, em 1968 o francês George Bertrand aperfeiçoou o conceito geossistêmico elaborado por Sotchava ao construir uma unidade geossistêmica de conotação mais precisa. Simultaneamente estabeleceu uma tipologia espaço-temporal compatível com a escala social e econômica, ressaltando os fatores biogeográficos e sócio-econômicos como um de seus principais elementos. Por fim, considerou a teoria da bio-resistasia do pedólogo alemão Erhart ao relacionar a evolução dos solos à cobertura vegetal, condições de evolução de relevo e outros processos naturais associados.

Assim, Bertrand *apud* Souza (2007) conceituou que o geossistema é um complexo dinâmico mesmo numa perspectiva de espaço-tempo muito breve, por exemplo, histórica. Acrescenta que o potencial ecológico, a exploração biológica e a ocupação antrópica constituem dados instáveis com efetiva variação temporo-espacial.

Ainda em tentativa de síntese da paisagem, Bertrand *apud* Nascimento (2005) estabeleceu um sistema taxonômico para o geossistema ao possibilitar sua classificação a partir da escala, caracterizando-o como uma unidade, um nível taxonômico na categorização da paisagem como: zona, domínio e região (unidades superiores), geossistema, geofáceis e geotopos (unidades inferiores).

Bertrand (1968) conferiu ao geossistema a 4º e 5º grandezas temporo-espaciais por serem unidades dimensionais de alguns quilômetros quadrados a algumas centenas de quilômetros quadrados, situando a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos paisagísticos, o que a torna mais interessante para o geógrafo.

Com isso, Souza (2007) inferiu que o geossistema não apresenta necessariamente variedade fisionômica e que é formado por paisagens diferentes, as quais em sua generalidade constituem os estágios de evolução dos geossistemas.

Todo embasamento focado na temática ambiental passou a ser utilizado em preceitos geossistêmicos que, desta forma, passaram a gerar respostas utilitárias frente às perspectivas ambientais de gestão, sendo hoje campo de maior atuação de pesquisa entre os profissionais de geografia da área ambiental. Tais trabalhos desenvolvidos ganham importância nas propostas inferidas por zoneamentos ambientais e avaliação de impactos ambientais.

É importante destacar os estudos desenvolvidos no Brasil por Suertegaray (2001), Sales (2004), Ferreira *et al.*, (2001), Araújo (2003), Rodrigues (2001) que visaram destacar a abordagem geossistêmica como método de aplicação para estudos em Geografia Física. Em particular, no Estado do Ceará esta análise possui fundamentação em trabalhos realizados por Carvalho *et al* (2007), Souza a partir de

da década de 1980, Cruz (2008) e Almeida (2009), que subsidiam a contribuição para pesquisas de cunho geográfico e ambiental.

3.3 Eventos Tércio-Quaternários na Zona Costeira

Para Moura (2001) os estudos que buscam o conhecimento dos ambientes atuais e da evolução recente do planeta constitui um dos mais novos ramos das ciências da Terra, o Quaternário.

O Quaternário é identificado por Lowe e Waker (1984) *apud* Moura (2001) como período que adquiriu o panorama do Terciário superior, que acabou desenvolvendo muito daquilo que representa a superfície da Terra hoje. Este se caracteriza como período de curto intervalo que envolve a formação de um complexo de paisagens, sequências sedimentares, floras, faunas e artefatos humanos.

De acordo com DOMINGUEZ *et al.*, (1992) grande maioria dos pesquisadores concorda que as variações do nível do mar, a formação de áreas de suprimento sedimentar e outros processos imbricados na zona costeira são fatores dominantes da evolução quaternária. (SHACKLETON, 1987; PIRAZOLLI, 1996 *apud* SALES, 2007) ressalta que as variações do nível do mar foram frequentes entre o final do Terciário e o início do Quaternário, havendo ocorrido dezoito fases glaciais só no Pleistoceno.

Percebe-se então que a compreensão do período Tércio-Quaternário na zona costeira é fator fundamental para perceber a origem e os estágios evolutivos que este compartimento ambiental sobreveio buscando, sobretudo, mostrar como se deu o comportamento destes ambientes para com as variações do nível do mar.

Desta forma, Brunn (1962) propôs que a elevação ou diminuição do nível relativo do mar modifica o equilíbrio de uma zona litorânea, pois ao ocorrer a

elevação toda a linha de costa estará também submetida à ação erosiva, haja vista que um novo perfil de equilíbrio seja restabelecido. Estas alterações podem ser desencadeadas a partir de três processos naturais (Figura 01):

- Ciclos de glaciação e deglaciação (glacioestasia);
- Eventos de tectônica global (tecno eustasia);
- Variações da configuração da forma do geóide (geoido eustasia).

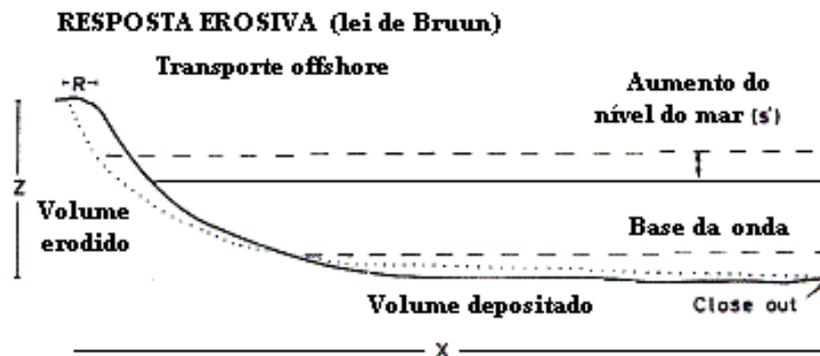


Figura 01. A resposta erosiva de uma elevação do nível do mar de acordo com Bruun (1962). Na figura, “S” indica a elevação do nível do mar; “R” é o recuo da linha de costa; “Z” a altura da feição emersa somada com a profundidade de fechamento e “X” a extensão do perfil até a profundidade de fechamento. **Fonte:** Davis (1985), adaptado por Marcondes (2005).

Desde a década passada, diversos trabalhos científicos têm buscado ressaltar a influência das variações do nível do mar no litoral do Brasil durante o período Quaternário. Em modelo básico de evolução paleogeográfica quaternária da zona costeira desenvolvida por (Suguio e Martin, 1978; Bittencourt *et al.*, 1979; Martin *et al.*, 1980a e b, 1981; Dominguez *et al.*, 1981; Bittencourt *et al.*, 1982), foi utilizada metodologias com base nas técnicas paleontológicas para evidenciar as características dos episódios transgressivos e regressivos, os quais marcam o período compreendido desta dissertação.

A configuração de mar regressivo mais expressiva foi reconhecida cientificamente e mencionada por Ressler e Goya (2005), quando, após o máximo transgressivo pleistocênico, o nível marinho recuou até a isóbata de 110 m abaixo

do nível atual, há 17.000 anos A.P., sendo a atual plataforma continental exposta e sulcada por vales fluviais.

Em relatos científicos o evento mais antigo é denominado de Transgressão Cananéia que alcançou de 8 a 10 m acima do nível do mar atual por volta de 12.000 anos A.P. Em sequência, a Transgressão Santos ou Última Transgressão Marinha alcançou o seu máximo em 5 m acima do nível médio atual do mar por volta de 5.100 anos A.P. Com 3.900 anos A.P. acompanhou-se um período de regressão quando o nível marinho atingiu cotas um pouco abaixo do zero atual. No entanto um terceiro evento transgressivo se desencadeou, sendo considerado mais antigo do que a Penúltima Transgressão citada acima, denominado Transgressão Mais Antiga, marcada por uma rápida ascensão do nível relativo do mar, chegando a atingir 3,5 m acima do nível atual. Entre 3.600 e 2.800 anos A.P. houve mais um evento regressivo e o nível médio do mar atingiu novamente a cota próxima ao nível zero atual. A transgressão em sequência se prolongou até 2.500 anos A.P., quando o nível médio do mar atingiu o máximo de 2,5 m acima do atual. Desde então, teve início um processo regressivo lento e gradual até atingir o nível médio atual (Figura 02).

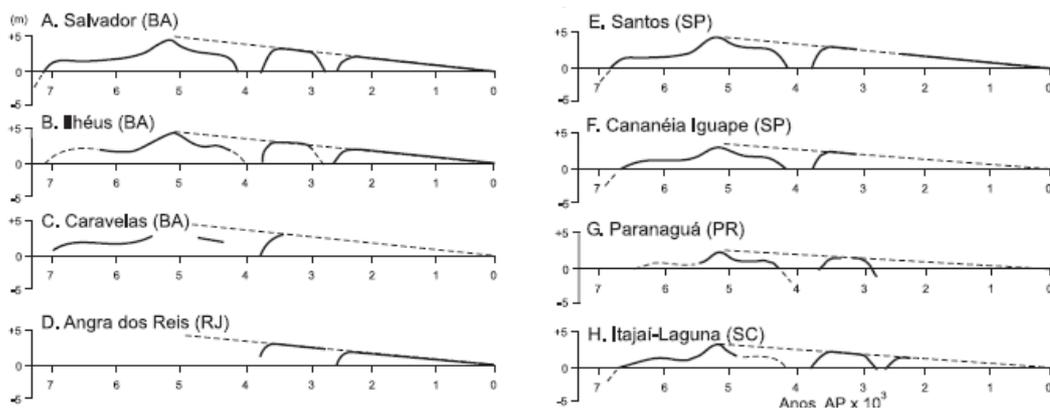


Figura 02. Curvas de variações dos níveis relativos do mar nos últimos 7.000 anos ao longo de vários trechos do litoral brasileiro . **Fonte:** (Suguio *et al.*, 1985).

Com isso, passou-se a analisar os mecanismos de atuação na zona costeira em período Quaternário e correlacionar os estágios e modelos evolutivos através da identificação de leques fluviais, depósitos flúvio-lagunares, depósitos de mangue, depósitos de leques aluviais coalescentes, terraços marinhos e depósitos eólicos.

No Estado do Ceará alguns trabalhos são referências para estes estudos como os de (Freire *et al.*, 1993, Maia, 1993, Morais, 2000, Souza, 2000, Meireles & Silva, 2002, Pinheiro, 2011) que conseguiram evidenciar a presença de flutuações quaternárias do nível do mar por intermédio dos aspectos geológicos, geomorfológicos e marinhos existentes.

3.4 Mudanças Posicionais de Canais Fluviais

Para Cavalcante *et al.*, (2006), os rios constituem um dos elementos naturais mais dinâmicos da superfície terrestre e são grandes agentes modeladores da paisagem, sendo comandados principalmente pelo clima. Por sua dinamicidade estes evoluem continuamente, aprofundando e alterando canais, mudando ou abandonando seus cursos, sendo produto na atualidade, de um longo processo construtivo e/ou destrutivo.

O tipo e o modelado das rochas distribuídas pela superfície terrestre atuam como agentes definidores da configuração das bacias de drenagem, sendo, na grande maioria das vezes, responsáveis pela forma e distribuição dos canais, que naturalmente, evoluem por meio da atuação dos agentes climáticos da área. Evidentemente, a partir do clima, cada canal fluvial estabelece suas próprias características, definindo seus próprios padrões hidrodinâmicos (CAVALCANTE *et al.*, 2006).

Para Hook e Mant (2002) uma das características mais marcantes dos rios em áreas semiáridas são as grandes variações de descarga que esses rios experimentam em curtos espaços de tempo, o que lhes confere grande mobilidade de forma de leito. Tais rios tendem a responder facilmente a cada evento de fluxo e podem exibir grandes mudanças nos fluxos de maior magnitude, mesmo aqueles que ocorrem a cada 10 anos.

Coutinho (1986) ressaltou que a sequência de episódios transgressivos e regressivos provocou uma alternância profunda entre processos de erosão e deposição de sedimentos nas partes inferiores dos vales fluviais. A elevação rápida do nível do mar foi o principal mecanismo natural para a formação dos estuários, cuja existência depende da relação entre a subida do nível do mar e a sedimentação. Assim se formam os estuários jovens, particularmente aqueles encaixados em vales de rios afogados, os quais apresentam linha de praia muito irregular e dendrítica a partir da progressiva retificação das linhas de praia, demonstrando sua maturidade como estuário.

Morais (1996) afirmou que a variação recente do nível do mar é, sobretudo, de natureza eustática, ou seja, que escala é de nível mundial e independe do movimento continental. Evidências sugerem uma transgressão de aproximadamente 2 mm/ano impulsionada pelo aquecimento global. Nesse caso, os estuários atuais tendem a sofrer inundações formando novos ambientes estuarinos na parte superior dos rios e gerando mudanças de configuração intrínsecas aos processos evolutivos desses sistemas.

3.4.1 Padrões de Drenagem Fluvial

Bacias hidrográficas são definidas como áreas nas quais a água escoar para um único ponto de saída, conhecido como seção de controle. Todos os corpos d'água que nascem nas cabeceiras de uma bacia fluem para o exutório da bacia. Portanto, o que ocorre na captação da água proveniente da atmosfera é sua conversão em escoamento, a partir de limites geográficos, conhecidos como divisores de água, que direcionam todo o fluxo para a seção de controle.

Os rios e as drenagens, para Riccomini *et al.*, (2000) podem ser classificados de diversas formas sempre tomando como base o padrão de drenagem e o comportamento das drenagens em relação ao substrato e a morfologia dos canais.

As drenagens apresentam padrões característicos com relação aos tipos de rochas e estruturas geológicas presentes no substrato. Dentre os arranjos mais existentes Riccomini *et al.*, (2000) contextualiza nos tópicos a seguir:

- Dendrítico: assemelha-se à distribuição dos galhos de uma árvore e ocorre em substratos com rochas homogêneas;
- Paralelo: desenvolvido em regiões de declividade acentuada, onde as estruturas do substrato orientam-se paralelamente ao mergulho do terreno;
- Radial: drenagem que se distribui em todas as direções a partir de um ponto central (cone vulcânico ou feição dômica);
- Treliça: drenagem que disposta em forma de planta apresenta um arranjo retangular, com tributários paralelos entre si (substrato rochoso com rochas mais ou menos resistentes em faixas paralelas).

Riccomini *et al.*, (2000) ainda ressalta que, do ponto de vista geológico, a morfologia dos canais é o principal atributo para classificação dos rios. As formas destes canais estão, sobretudo, controladas por fatores autocíclicos (próprios da bacia de drenagem) e alocíclicos (toda uma região está inserida).

Para Cunha (2001) a fisionomia que o rio exige ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como retilínea, anostomosada e meândrica, os quais constituem os padrões de drenagem. Cunha (2001) e Riccomini *et al.*, (2000) retratam os tipos de canais abaixo:

- Canais retilíneos: são pouco frequentes e representam trechos ou seguimentos de canais curtos, exceto aqueles controlados por linhas tectônicas e por cordões arenosos;
- Canais anastomosados: apresentam múltiplos canais que se subdividem e se reencontram (separados por ilhas e barras arenosas) devido ao grande volume de carga e descarga e baixa energia, podendo ocorrer sob condições úmidas e áridas;
- Canais meandrantés: são encontrados com frequência, apresentam alta sinuosidade e nas áreas úmidas são cobertos por mata ciliar;
- Canais entrelaçados: possuem amplo predomínio de carga no fundo, variabilidade de descarga, presença de declividades de médio a alto grau, levando à erosão das margens e formação de barras.

Diante do exposto, Cunha (2001) ressalta que todo o sistema fluvial resulta do ajuste do canal ao seu tipo de seção que interfere diretamente nas forçantes físicas de descarga líquida, carga sedimentar, declive, largura e profundidade do canal, velocidade do fluxo e rugosidade do leito.

Ao longo do território brasileiro grandes pesquisadores tratam desta temática como Bigarella (1979), Guerra (1993), Cristofolletti (1976), sendo os padrões de drenagem caracterizados perante fisiografia, processos fluviais e dinâmica hidrológica como um todo. No Ceará trabalhos de grande importância se deram, tratando estes do comportamento e processos sobre influência dos padrões ambientais do semiárido nordestino. Destacando estudos de Pitombeira (1976), Cavalcante (2006), Morais (2007), Souza (2007), Pinheiro (2011), Cruz (2011) entre outros.

3.5 Zona Submersa

Conforme Morais (2000) a área submersa possui influência direta na elaboração da zona litorânea que abrange toda a costa e margem continental (plataforma, talude e sopé). É neste cenário apresentado que está inserida a plataforma continental interna (adjacente), compartimento oceânico, foco da análise deste estudo.

3.5.1 Plataforma Continental Interna

Os graus evolutivos do conhecimento e da capacidade de percepção humana sobre a importância dos oceanos ocorreram em compasso com os avanços da ciência e da tecnologia, a partir dos quais foi possível obter uma nova visão sobre esse imenso domínio submerso (DIAS, 2004).

As explorações oceanográficas tiveram início há 150 anos, sobretudo com o intuito de realizar levantamentos e medições ao longo dos oceanos. Durante essas

atividades criaram-se teorias, conceitos, questionamentos e técnicas, quando, entre algumas das mais importantes, se desenvolveu a leitura batimétrica marinha em meados de 1800, sendo posteriormente publicadas as primeiras cartas batimétricas de mar profundo juntamente com o lançamento do primeiro cabo telegráfico transatlântico.

No entanto foi John Murray, considerado pai da geologia marinha, que proporcionou através da Expedição *Challenger* a principal fonte de conhecimento oceânico que se teve até a década de 1930.

O desenvolvimento da exploração oceanográfica e da geologia marinha no Brasil se deu até o final dos anos 1960, quando inúmeros pesquisadores e institutos de pesquisa se voltaram para estes tipos de investigações. No final desta mesma década foram institucionalizadas as pesquisas de cunho geológico para áreas imersas, sendo realizada a primeira expedição oceanográfica denominada de Geomar I, em navio oceanográfico oficial Almirante Saldanha e na foz do rio Amazonas. Em seguida criou-se o PGGM (Programa de Geologia e Geofísica Marinha) que consolidou de vez as pesquisas do ramo marinho no Brasil.

Para Dias *et al.* (2004), a plataforma continental representa a extensão submersa dos continentes, onde normalmente apresentam-se gradientes suaves desde a linha de praia até a quebra da plataforma, alcançando profundidades médias de até 130m nos oceanos mundiais.

Materiais de diferentes naturezas compõem as fácies sedimentares da plataforma continental, influenciados acima de tudo por elementos de ordem química, física e biológica. Sob essa perspectiva é que os sedimentos recobrem a morfologia de fundo classificada em domos, cânions, depressões e bacias sedimentares.

Os estuários representam o principal meio através do qual os sedimentos são transportados do continente para a plataforma continental e exercem influência direta sobre a dinâmica costeira. Quantificar as trocas de água e materiais através das desembocaduras fluviais constitui-se numa tarefa difícil, mas de fundamental

importância para a compreensão do funcionamento tanto dos estuários como da zona costeira (Dyer *et al.*, 1992).

Com isso, vale destacar as pesquisas realizadas na plataforma continental do Brasil por Coutinho e Martins (1962), Martins *et. al.* (2005); Tessler e Souza (1998); Manso *et. al.* (2003); Poggio *et. al.* (2009); Veiga *et. al.* (2004). Trabalhos científicos relacionados à plataforma de Camocim foram desenvolvidos por Silva Filho (2007); Freire (2007); Morais (1984).

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS ÁREAS ADJACENTES

Este capítulo visou caracterizar a bacia hidrográfica do Coreaú, que abrange geograficamente toda a extensão do rio, inclusive o baixo curso da bacia em destaque, objeto de estudo desta dissertação. Os principais aspectos hidrográficos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos, florísticos, climatológicos e oceanográficos foram contextualizados.

4.1 Aspectos Hidrográficos

A bacia do Coreaú está localizada na porção norte-ocidental do Estado, possuindo os seguintes limites: ao sul as bacias do Parnaíba e Acaraú, a oeste o Estado do Piauí, a leste a bacia do rio Acaraú e ao norte o Oceano Atlântico. A linha de costa possui uma extensão de aproximadamente 130 km (INESP, 2009).

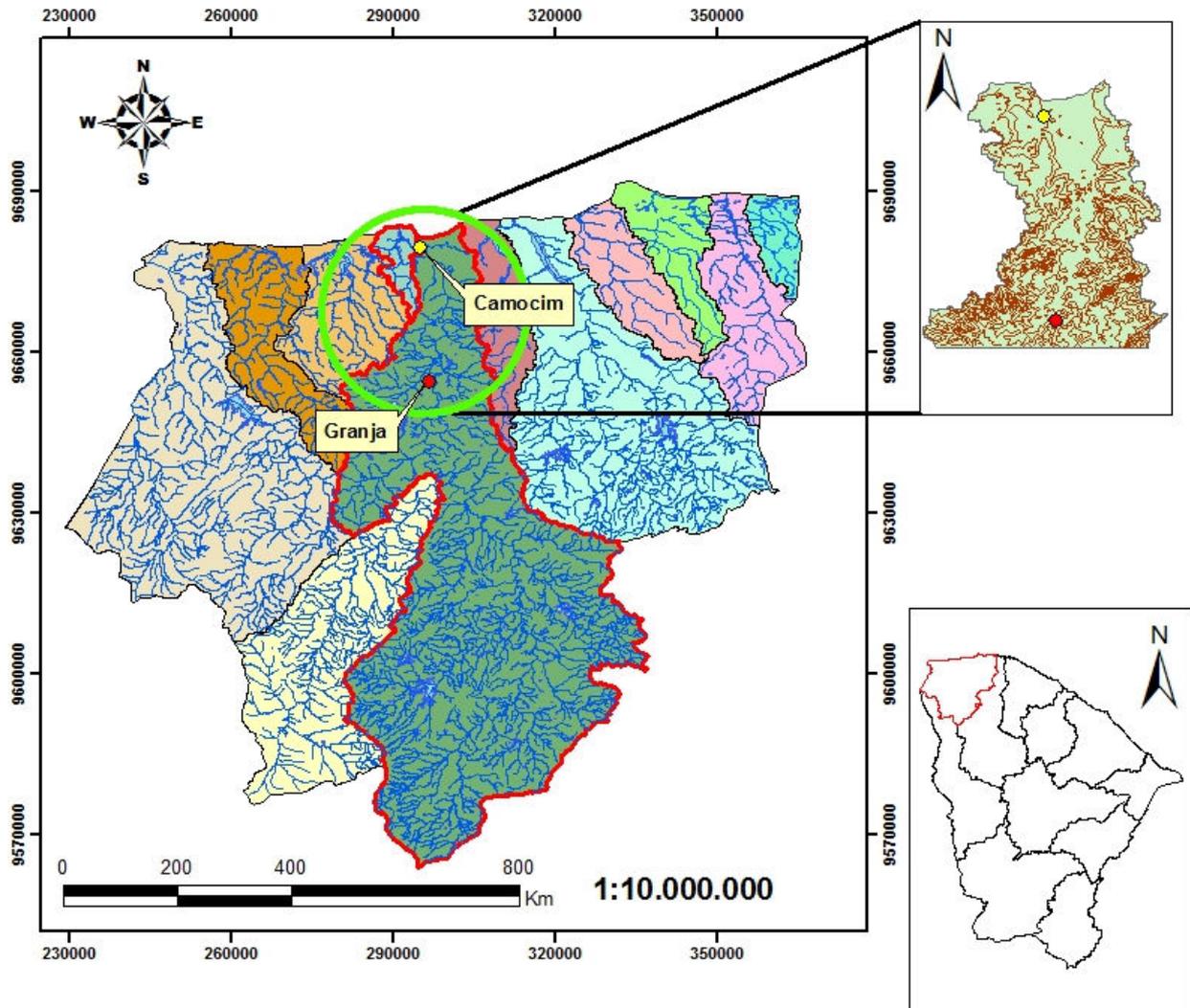
Essa bacia é composta da área drenada pelo rio Coreaú e seus tributários, além de microbacias que se abrem diretamente para o Oceano Atlântico, tais como os que são formados pelos rios Timonha, Tapuio, Jaguarapi, Pesqueiro e da Prata, perfazendo um total de 10.633,66 km² de área, correspondendo a 7% do território cearense.

De acordo com Fuck Jr (2008), a drenagem compreende dez sub-bacias independentes, num total de 10.657 km² de área, das quais as de maior representatividade hídrica são as do rio Coreaú propriamente dito (com aproximadamente 167,5 km de extensão), e as dos rios Timonha e Pesqueiro (Mapa 02).

Esta Bacia hidrográfica drena os municípios de Barroquinha, Camocim, Chaval, Coreaú, Frecheirinha, Jijoca de Jericoacoara, Martinópolis, Moraújo, Senador Sá e Uruoca, e parcialmente, Acaraú (13,32%), Alcântaras (80,21%), Bela Cruz (76,16%),

Cruz (86,90%), Granja (94,20%), Ibiapina (11,91%), Marco (44,39%), Meruoca (11,82%), Morrinhos (4,26%), Mucambo (28,62%), Sobral (5,60%), Tianguá, (56,37%), Ubajara (28,87%) e Viçosa do Ceará (54,42%) (INESP, 2009).

SUB-DIVISÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO COREAÚ



PROJEÇÃO UNIVERSAL
TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM
ZONA 24 M
DATUM HORIZONTAL: SAD 69
SHAPES DE REFERÊNCIA

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ

Legenda:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ● Sede de Camocim | Sub-Bacia Jaguarapari |
| ● Sede de Granja | Sub-Bacia Lago Seco |
| Baixo curso do rio Coreau | Sub-Bacia Mourão |
| Açudes | Sub-Bacia Pesqueiro |
| Sub-Bacia Coreau | Sub-Bacia Poeira |
| Sub-Bacia Corrente Laranja | Sub-Bacia Prata |
| Sub-Bacia Forquilha | Sub-Bacia Tapuiu |
| Sub-Bacia Itacolemi | Sub-Bacia Timonha |

Apoio:



Mapa 02. Subdivisão da bacia hidrográfica do Coreau. **Fonte:** SRH adaptado por Farrapeira Neto, 2012.

4.2 Aspectos Geológico e Geomorfológico

Na localidade estudada, Souza (1981) fez relações acerca das características litológicas da bacia do Coreaú, onde a área possui particularidades ligadas ao tectonismo e aos tipos de rochas, influenciando diretamente outros fatores de ordem ambiental tais como geomorfologia, hidrologia e pedologia.

Unidades lito-estratigráficas de diversos eventos da escala geológica são observadas na localidade segundo Souza (1981) como datadas do Pré-Cambriano, Paleozóico e Cenozóico.

O Pré-Cambriano agrega basicamente o complexo migmatítico-granítico e o complexo gnáissico-migmatítico de rochas graníticas básicas e ultrabásicas conforme DNPM (1974). Somente o primeiro é visto na área de estudo referente a tal escala temporo-espacial em disposição, sobretudo na faixa leste-oeste do médio Coreaú, onde se depara a norte com as litologias do grupo Ceará, sendo posteriormente cobertos pelos sedimentos do Grupo Barreiras. Rochas pertencentes ao Grupo Jaibas e Bambuí também são encontradas, porém *stocks* graníticos da serra da Meruoca-Rosário e Mocambo interrompem sua linearidade. Morfológicamente estas rochas se mostram ligeiramente dissecadas em formas convexizadas, bem como também em formas de tabulares.

No Paleozóico, o Grupo Bambuí é a referência, fazendo da Formação Coreaú, considerada por Costa et *alii*, a unidade lito-estratigráfica mais recente no que tange o alto curso do rio Coreaú, compondo essencialmente arenitos e grauvacas em relevos conservados.

Com relação à tipologia de rochas do Cenozóico, depósitos Plio-Pleistocênicos do Grupo Barreiras e Holocênicos são os maiores responsáveis de acordo com Souza (1981) pela composição de paleodunas, sedimentos de praias e aluviões, que são de fato dispostos, em sua maioria, paralelos a linha de costa ou ora dispostos em discordância sobre o embasamento cristalino.

O relevo é bastante acidentado a sudoeste e sudeste da bacia, nas extremidades das “Serras” da Ibiapaba e da Meruoca, respectivamente (onde há maior pluviosidade, devido às chuvas orográficas, ocasionadas pela altitude), suavizando-se à medida que se avança para o litoral, sendo muito plano ao norte, sobretudo na Planície Litorânea (FUCK JR, 2008).

4.3 Aspectos Fito-geográficos

O quadro fisiográfico e ecológico do Vale do Coreaú, conforme Souza (1981), é dependente direto das combinações entre os fatores naturais, mais particularmente o que tange às condições climáticas e geomorfológicas do local. Estes, conseqüentemente, podem assumir destaques em determinados ambientes com características fisionômicas diferentes, limitações para os diversos padrões de uso e ocupação e variações no níveis de potencialidade.

Os tipos predominantes de vegetação são o “Complexo Vegetacional da Zona Litorânea” ao norte, a Caatinga Arbustiva Densa a sudeste, e a Mata Úmida no trecho da Cuesta da Ibiapaba, a sudoeste da bacia.

De acordo com INESP (2009), neste cenário há a presença de Neossolos, Neossolos Quartzarênicos e Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos na Planície Litorânea, que são agricultáveis mediante o uso de fertilizantes e a correção da acidez, bem como também, a sudoeste Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Latossolos Vermelho-Amarelos, ambos com bom potencial agrícola. Na região central e sudeste da Bacia predominam solos Neossolos Litólicos (rasos), com baixo potencial agrícola e Planossolos Solódicos (rasos), suscetíveis à erosão e com limitada fertilidade natural.

4.4 Aspectos Climáticos

De acordo com Ferreira (2006) a migração da ZCIT gera diferenças climáticas em diversos locais dos trópicos, porém é em terras semiáridas que podem agir com mais intensidade e gerar fortes precipitações, como se verifica no Nordeste do Brasil, quando há aumento nos padrões pluviométricos na região semi-árida, causada pelo evento de descida da ZCIT.

A climatologia do local em questão é tratada por Ab'Sáber (1980) como área de climas semi-áridos quentes localizada em porção marginal do cinturão dos climas áridos e semi-áridos das regiões tropicais e sub-tropicais do globo. Este, por conseguinte é caracterizado por ser exceção em relação aos climas zonais quando se refere à faixa latitudinal em similaridade e por englobar uma área tão abrangente da Terra, disposta em 700,00 a 800,000 km² de área.

De acordo com Souza (1981) o clima desta localidade se destaca perante a existência de estação chuvosa de menor duração. Por outro lado, a estação seca se prolonga por mais tempo. Acentuadas irregularidades pluviométricas são marcas da regionalidade, porém áreas localizadas próximas ao mar derivam de melhores condições atmosféricas e, conseqüentemente, de estações chuvosas mais prolongadas (de 5 a 6 meses e chuvas mais abundantes que ultrapassam anualmente 900 a 1.000 mm).

O mesmo autor ainda relata que o ritmo mensal de chuvas se concentra em 90% durante o primeiro semestre do ano, ocorrendo de maneira indistinta seja no litoral, depressão sertaneja ou nas serras úmidas.

As condições climáticas que influenciam o baixo curso do rio Coreau conforme Meireles & Silva (2002), são do tipo tropical sub-úmido, sendo que a maior parte de sua bacia, incluindo suas nascentes, está inserida no domínio climático do semi-árido. Isso leva a entender que o fluxo hídrico à montante da planície flúvio-marinha é de caráter intermitente, estando a permanência de sua drenagem diretamente dependente dos períodos chuvosos.

Dados registrados através de testes de evaporação evidenciam segundo Morais (2000) que os cinco primeiros meses do ano se caracterizam por serem mais amenos, fato relatado mediante o aumento da pluviosidade que corresponde ao período chuvoso. Caso contrário é observado no período que decorre dos meses de junho a dezembro por quadro de estio prolongado. Um gráfico de estimativa de temperatura retrata a proporcionalidade da evaporação expressa acima com a capacidade de absorção de calor por parte das massas de ar atuantes na superfície do município de Camocim.

4.5 Aspectos Oceanográficos

Em período chuvoso, Meireles & Silva (2002) demonstram que há um intenso fluxo hídrico superficial, decorrente das chuvas torrenciais, carreando uma grande carga de sedimentos e nutrientes que vão acumular-se no estuário compondo as feições morfológicas (Figura 03). Os sedimentos finos em suspensão, como silte e argila, floculam-se e terminam por depositarem-se nas margens da planície. Já por outro lado, as partículas areno-quartzosas tendem a se acumular no canal principal de escoamento ou chegam até o oceano, onde, pela ação da deriva litorânea (E – W), depositam-se na praia e são levadas pelos ventos, alimentando o campo de dunas à sotamar da zona estuarina.

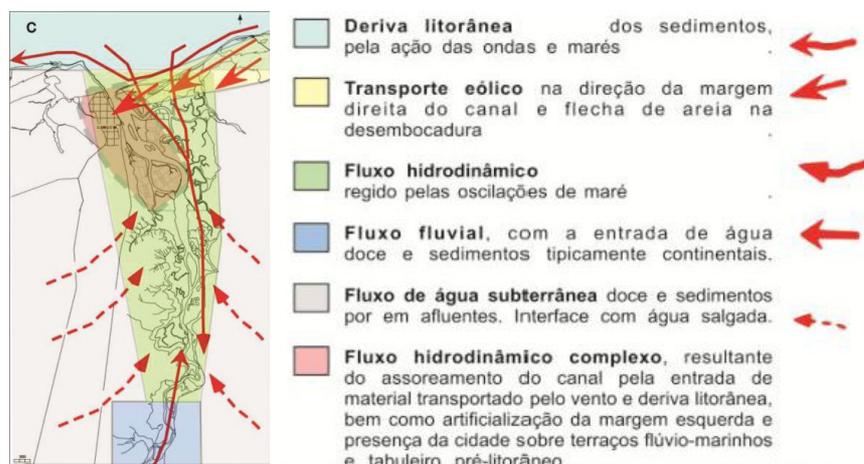


Figura 03. Os principais fluxos de matéria e energia responsáveis pelos processos morfogenéticos no rio Coreau. **Fonte:** Meireles & Silva (2002).

Na estação em que a ação das águas pluviais se torna menos presente nos processos de erosão, sedimentação e reações ecodinâmicas locais, o vento assume o papel de principal agente da dinâmica morfogenética, com velocidades médias de 4,0 a 4,5 m/s (setembro a dezembro). Os ventos apresentam direções dominantes de SE, ESE e E, tendo um desempenho atuante nas formações eólicas e na deposição de sedimentos na planície flúvio-marinha (Foto 01).



Foto 01. Dunas móveis na margem direita da desembocadura do Rio Coreaú e campo de dunas de diferentes gerações próximo à praia do farol de Camocim.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

No estudo da evolução paleogeográfica e da compartimentação geoambiental dos sistemas ambientais do litoral oeste, mais especificadamente do baixo curso do rio Coreaú, a pesquisa consistiu no levantamento de referências bibliográficas e cartográficas, bem como a aplicação de procedimentos metodológicos a partir de coleta de dados *in loco* e, por fim, a computação das informações e seu processamento laboratorial. Mediante estas etapas, pôde-se avaliar e compreender os elementos físicos, os mecanismos em evolução e a interação dos sistemas que se fazem presentes na área objeto desta dissertação (Figura 04).

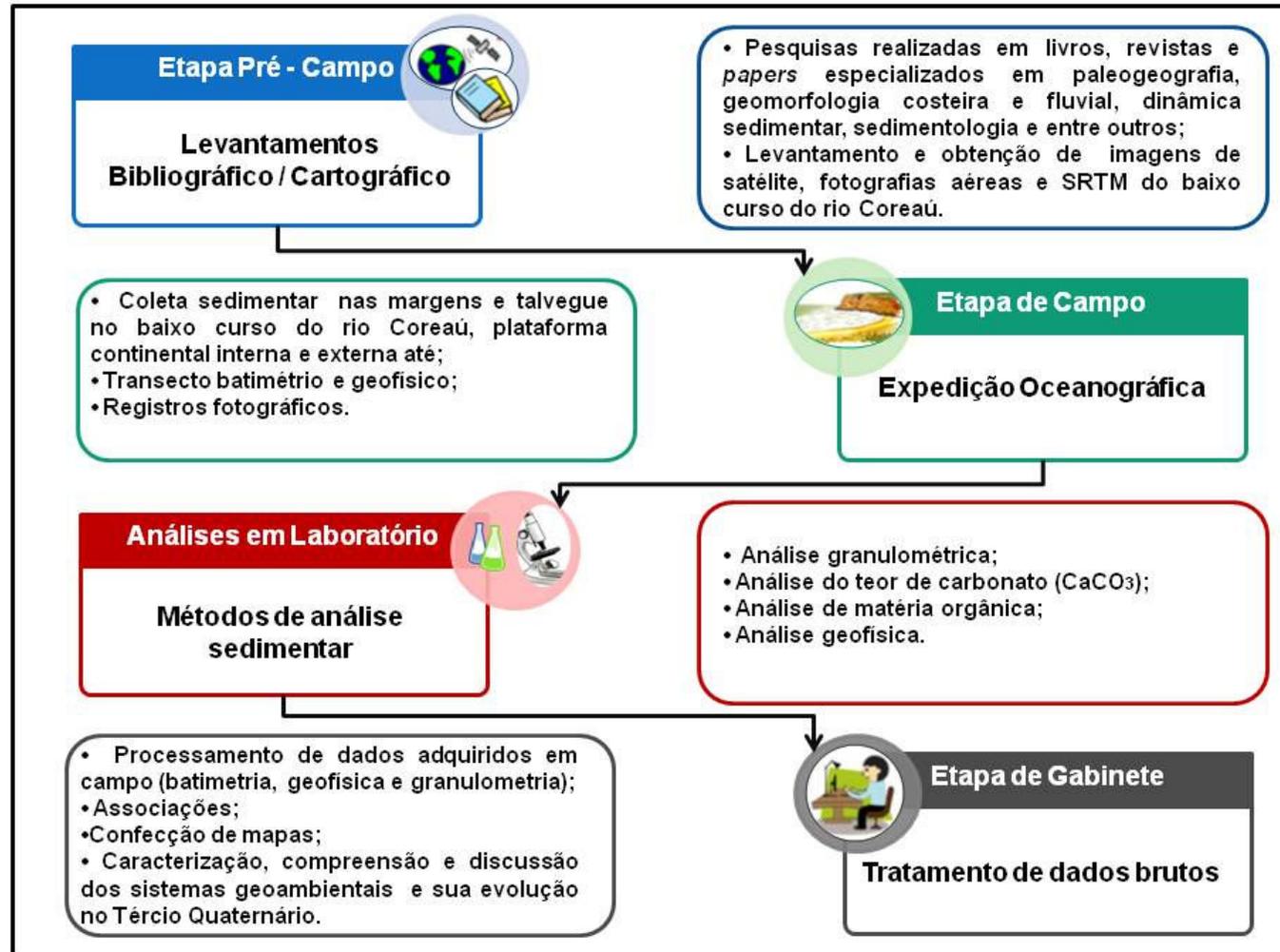


Figura 04: Fluxograma metodológico.

5.1 Levantamento Bibliográfico

Este trabalho iniciou-se através de levantamentos bibliográficos realizados juntamente às bibliotecas da Universidade Estadual do Ceará (UECE), ao acervo de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PROP GEO – UECE), bem como em outras universidades, órgãos públicos e privados de fomento e sites de pesquisas tais como: Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal Fluminense (UFF), Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR – UFC), Instituto de Pesquisas Econômicas do Ceará (IPECE), Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), portal de periódicos CAPES, portal *Science Direct* e a biblioteca virtual da Universidade de São Paulo (USP).

5.2 Levantamento Cartográfico

A utilidade do levantamento cartográfico para este estudo se fundamentou na disponibilidade de dados existentes em órgãos e repartições públicas que possuem como enfoque principal a temática ambiental através do mapeamento e levantamento das características e dos recursos naturais do local, bem como levantamentos sociais e econômicos com suas devidas escalas de influência. Estes recursos permitem o esclarecimento dos compartimentos geoambientais de modo detalhado do município de Camocim, possibilitando assim agregar o conhecimento de como se dão a evolução ambiental e antrópica associadas, tornando-se com isso um tipo de abordagem vista como indispensável para pesquisas que focam a paleogeografia.

Isso implica que as ferramentas geográficas inferidas através dos monitoramentos ambientais costeiros por intermédio do sensoriamento remoto, fotointerpretação, aerofotogrametria e geoprocessamento se mostram como um todo benéficas nesse contexto, para que se possa obter a médio e curto prazo respostas

quantitativas e qualitativas a respeito de sua aplicação e das considerações feitas a partir de sua interpretação.

Desta forma, foi feito o levantamento cartográfico por intermédio da aquisição de imagens de satélite, Google Earth TM, Geocover Landsat TM 2009 para interpolação de variáveis altimétricas com localização do objeto de estudo, *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) para elaboração de modelos digitais do terreno disponível pela EMBRAPA, imagens Quikbird 2003 com sensor multiespectral com resolução espacial de 0,60 cm para detalhamento dos compartimentos geoambientais e ortofotocartas, cedidas pelo Instituto de Pesquisas Econômicas do Ceará – IPECE (Tabela 01).

Aquisição	Resolução	Bits	Composição	Data
Geocover Landsat TM	30 m	8	RGB	2009
Fotografias aéreas IPECE	20 m	16	RGB	2009
QuickBird	0,60 cm	16	RGB	2003
SRTM - EMBRAPA	30 m	16	RGB	-
Google Earth TM	0,60 cm	16	RGB	2009 / 2011

Tabela 01. Especificações dos dados cartográficos.

Para a elaboração dos mapas de localização, pontos de monitoramento, distribuição faciológica, sequências cronolitoestratigráficas, compartimentação geoambiental, evolução de sistemas e modelagem digital, foram utilizados *softwares* ArcGIS 9.3, Surfer 10 (32-bit), Strater 1.02.27 e Global Mapper 11.

5.3 Escolha da Área do Projeto

A área do projeto foi definida a partir dos critérios das zonas marinhas e fluviais que contemplassem os objetivos de mapear e conceber informações a respeito de áreas contentoras de materiais bioclásticos e siliciclásticos para supressão sedimentar, tomando também como segmento estudos de geofísica marinha.

Sendo assim, o baixo curso da Sub-bacia do rio Coreaú foi escolhido perante importância ímpar que esta área representa para o entendimento dinâmico marinho, fluvial, climático, geomorfológico, geológico e neotectônico do Estado do Ceará. A escala de estudo definida para este trabalho foi de 1:20.000 (cartografia básica), pois permite contemplar todos os compartimentos geoambientais detalhadamente, capacitando o mapeamento dos sistemas ambientais em geral.

Para confecção de mapas temáticos desta área foi utilizada escala de 1:150.000 (cartografia temática), critério que justifica a capacidade de abrangência de toda a área de estudo com seus respectivos geossistemas como, plataforma continental, planície flúvio-marinha, faixa de praia, dunas móveis, dunas fixas, lagoas interdunares, manguezais, tabuleiros pré-litorâneos, entre outros.

5.1.1 Etapa de Campo

Para o desenvolvimento da expedição oceanográfica foi realizada uma visita à área de estudo entre os dias 08 a 16 de maio de 2011, onde todos os embarques foram acordados para acontecer em períodos de maré enchente, o que se considerou fundamental para locomoção da embarcação em grande parte da foz do rio Coreaú, em pontos próximos à reentrância arenosa existente em sua desembocadura e/ou em locais com baixa cota batimétrica na linha de costa camocinense. E para que as atividades obtivessem total êxito em termos de operação e seguridade, utilizou-se a tábua de maré da DHN referente ao Porto do Pecém localizado no município de São Gonçalo do Amarante, afim de que se operasse sempre em luz do dia e que não houvesse possibilidades de danificar a estrutura da embarcação contra bancadas rochosas e/ou em grandes bancos

arenosos. O gráfico de ondas a seguir expressa em parâmetros como se comportava o ambiental em tal momento (Gráfico 01).

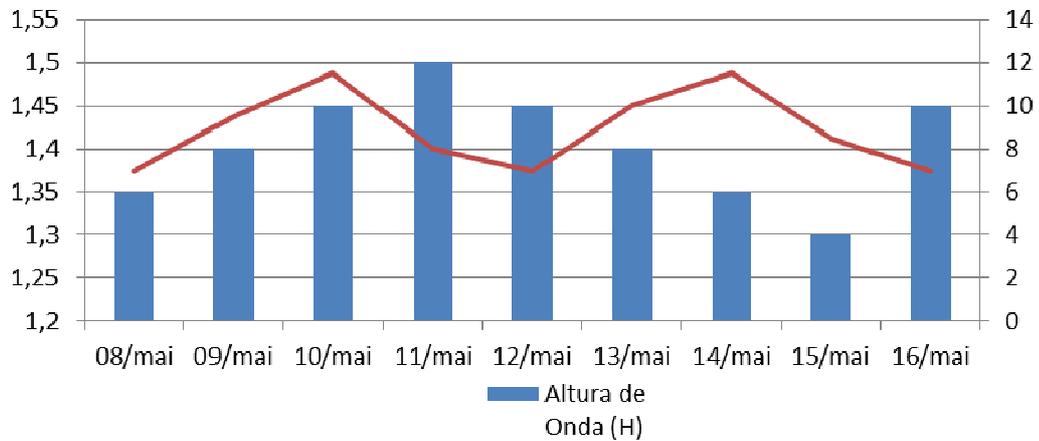
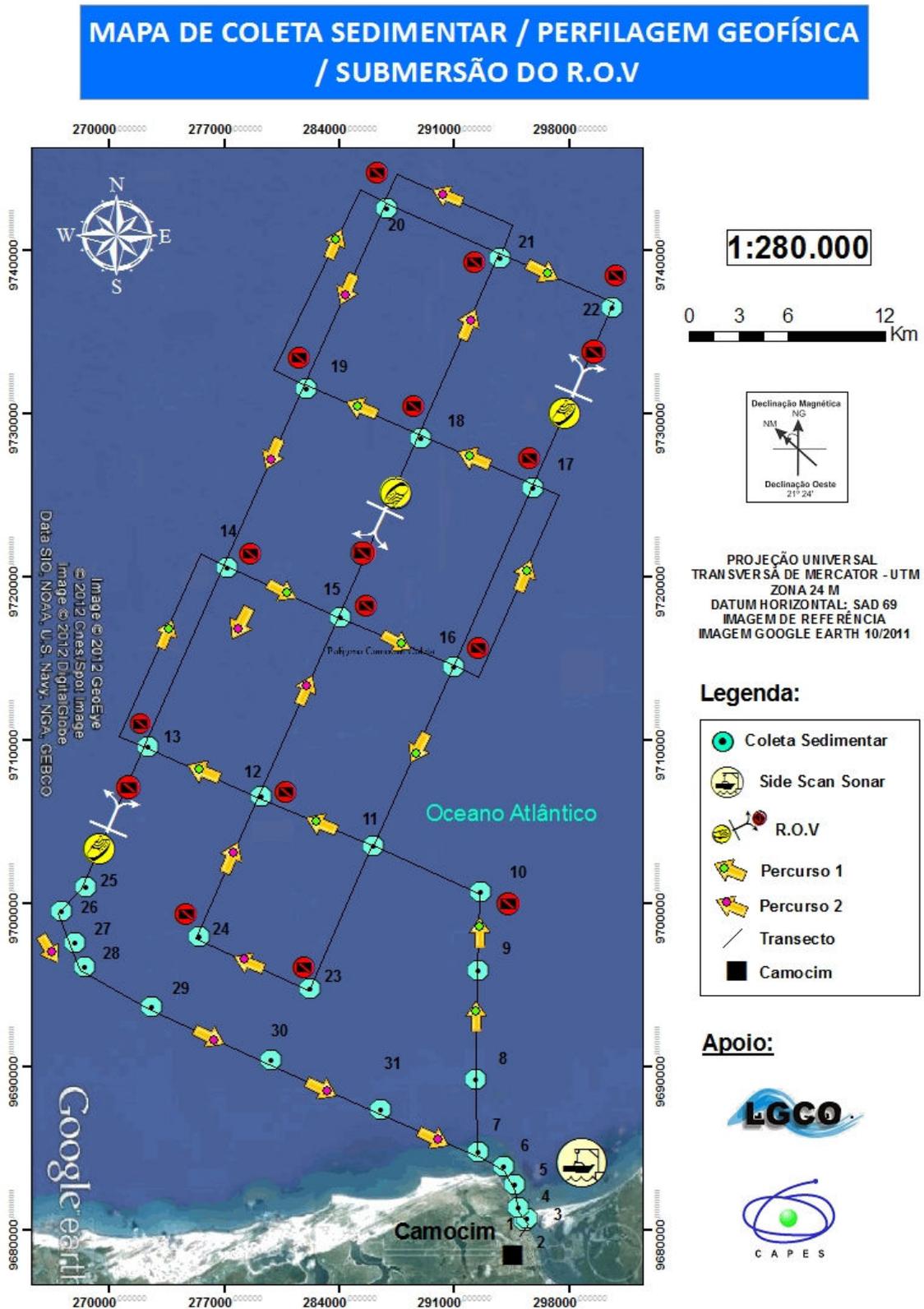


Gráfico 01. Período e altura de onda na data do campo entre 08 e 16 de maio de 2011. **Fonte:** Surf Guru, adaptado por Farrapeira Neto, 2012.

No total foram delimitados quarenta e nove pontos de monitoramento geofísico e sedimentar (Tabela 02), estando estes divididos em três seções. As seis primeiras parcelas abrangeram a reentrância arenosa e a formação Camocim, estando ambos localizados na desembocadura do rio Coreauú, e, posteriormente, o início da plataforma continental interna. Outros vinte e cinco pontos foram estendidos pela plataforma continental interna (mais afastada da margem continental) e externa. Por último, mais dezoito pontos foram divididos em seis segmentos com três pontos paralelos de exploração, para que fossem caracterizadas as margens e o talvegue do sistema flúvio-marinho até o limite da ilha do Amor (Mapa 03).

GPS	Perfil	Descrição
Rota 1	Perfil no Rio Coreau.	Transversal ao canal do rio.
Rota 2	Saída do Rio Coreau até o limite do Cânion.	Talvegue do rio Coreau até a saída da barra.
Rota 2	Perfil Transversal 1.	L - W
Rota 2	Perfil Transversal 2.	W - L
Rota 2	Perfil Transversal 3.	L - W
Rota 2	Perfil Transversal 4.	W - L
Rota 2	Perfil Longitudinal 1.	Borda Leste.
Rota 2	Perfil Longitudinal 2.	Talvegue do Cânion.
Rota 3	Perfil Longitudinal 3.	Borda oeste.
Rota 3	Perfil do canal para o Timonha.	Perfil do Cânion do lado do Timonha.
Rota 3	Perfil Transversal costeiro.	Perfil costeiro de volta para o rio.

Tabela 02. Transecto realizado em gabinete para alocação de equipamentos de varredura em áreas de interesse e conhecimento científico exploratório.



Mapa 03. Mapa de espacialização do transecto do barco definido em gabinete por etapa pré-campo.

Em todo o transecto e em particular nos pontos de coleta foram realizados trabalhos simultâneos para que pudessem dar suporte à produção de dados relacionados à caracterização sedimentar, detalhamento batimétrico, imageamento de superfície imersa e aplicação de método geofísico para identificação de compartimentos, estruturas geológicas, camadas sedimentares e, por fim, obtenção de perfis estratigráficos (Foto 02).



Foto 02. Equipe de técnicos e colaboradores que embarcaram na expedição oceanográfica realizada no entorno do município de Camocim, Ceará.

Em etapa de amostragem sedimentar foi utilizada uma draga VAN VEEN pequena, cordas com 60 metros de comprimento para lançamento e sacos plásticos para locação das triplicatas em compartimentos com gelo, já com seus devidos referenciais (Foto 03).

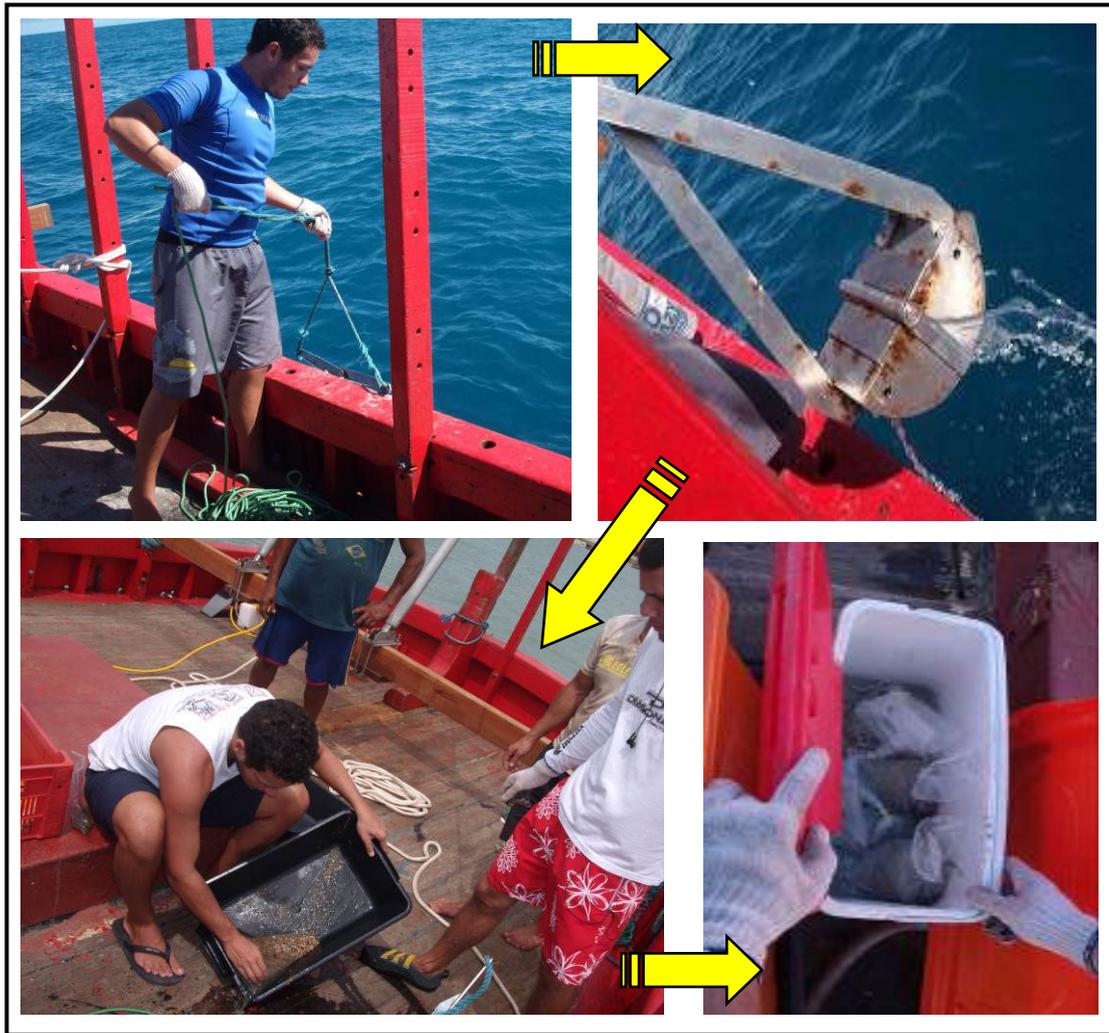


Foto 03. Etapa de campo com os respectivos equipamentos: leitor batimétrico GPSmap 521s GARMIN, draga Van Veen e R.O.V LBV 150².

5.2 Aquisição de Dados Complementares

A metodologia para aplicação de estudos geofísicos adotada em campo serviu como subsídio informacional para conhecimento da plataforma continental interna e externa do município de Camocim.

Inicialmente foi instalada uma base para locação do suporte de leitura batimétrica (GPSmap 521s GARMIN) na lateral da embarcação sendo seu leitor acoplado e fundiado em profundidade de maior alcance do que o casco do barco, portanto a 2 metros (Foto 04). Por fim, a utilização do R.O.V. LBV 150² (Remotely

Operated Vehicles) se deu com o objetivo de obter filmagens do substrato oceânico para identificação morfológica, sedimentar e de se identificar possíveis bancos de algas coralinas.

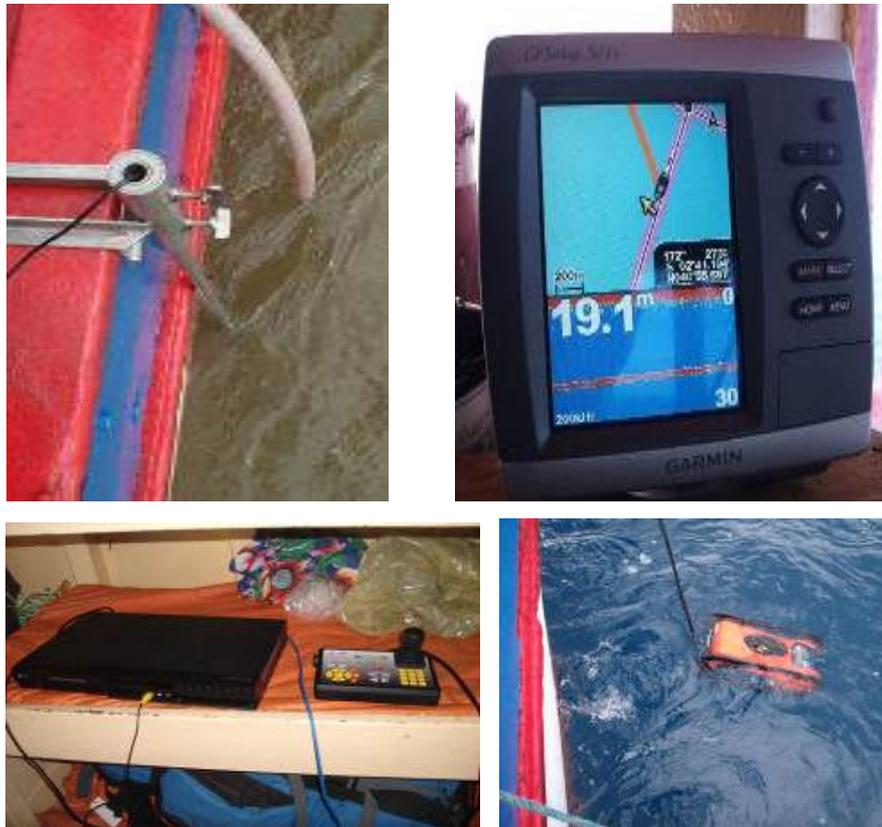


Foto 04. Leitor batimétrico GPSmap 521s GARMIN, e R.O.V LBV 150².

Utilizaram-se nesta campanha dois equipamentos de varredura lateral que, denominados de *Sub Bottom Profile SB-216S* e *Side Scan Sonar 272-TD*, possibilitaram a captação de imagens da estrutura de subfundo em alta resolução e com o direcionamento ideal para uso em rios, lagos, lagoas e aplicações oceânicas de águas rasas até 300 metros no máximo de profundidade. Este tipo de sistema que permite a leitura geofísica dos ambientes aquáticos foi projetado para embarcações de pequeno porte, uma vez que só se adequa a este tipo de equipamento portátil, como está expresso a seguir (Foto 05). No mais, esse tipo de maquinário possibilita também a localização de objetos, pesquisas de cunho geológico, bem como para áreas dotadas de risco estrutural, mineração e dragagens.



Foto 05. Aquisição do *Side Scan Sonar 272-TD I* por empréstimo da UFPE ao PRONEX.

O SB-216S utilizado opera em uma frequência de 2-16 KHz e fornece resolução um pouco menor do que outros modelos, porém apresenta maior penetração na área abordada. Este vem acompanhado de um processador *topside* que é a prova de respingos e de um computador portátil, onde se executa o software da Edgetech para exibição dos dados recrutados pelo sonar, como pode ser observado nas imagens abaixo (Foto 06).

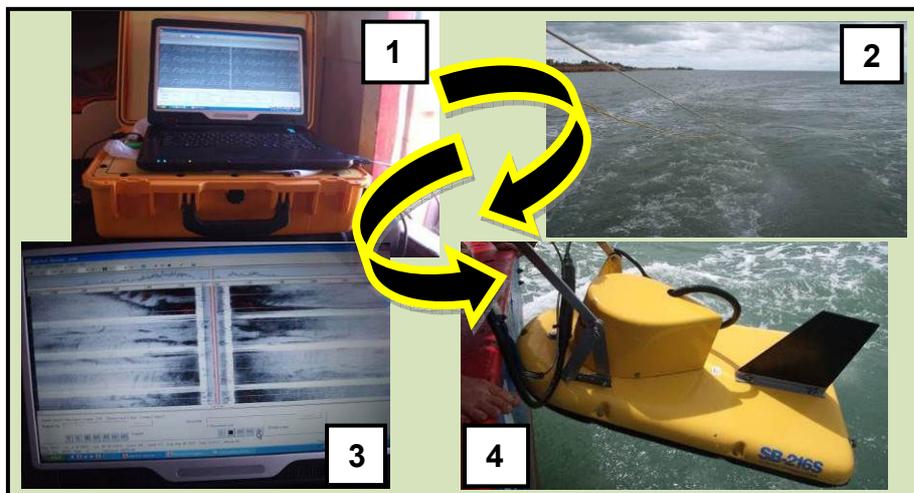


Foto 06. Operação, execução e exibição de imagens do *Sub Bottom Profile 216-S Edge Tech* da UFPE em diferentes etapas.

5.2.1 Análise Granulométrica

Essa base metodológica, de acordo com Suguio (2003), tem como finalidade fornecer critérios para uma descrição mais concisa das amostras sedimentares, bem como conceder informações acerca das forças físicas que atuam em dado local objeto de estudo. São exemplos as variáveis hidrodinâmicas que atuam durante a deposição. Com isso, a etapa da análise granulométrica é descrita abaixo da seguinte forma e demonstrada a seguir na (Foto 07):



Foto 07. Visualização panorâmica do laboratório molhado destinado às análises sedimentares e logo abaixo etapa metodológica para estudos sedimentológicos.

Após coleta das amostras, estas são condicionadas em laboratório, devidamente armazenadas em sacos plásticos e etiquetadas para fins de identificação. A seguir, são arranjadas em potes de vidro e alocadas na estufa para secagem à 60°C durante 24 horas. Posteriormente à secagem, as amostras são colocadas para serem esfriadas à temperatura ambiente. Avançada essa etapa, são

abstraídas 100 gramas de sedimentos que serão, daí em diante, o universo amostral a ser analisado, e passarão ainda pelo processo de lavagem. Este procedimento se caracteriza por ser de extrema importância, devido à presença de sais no componente coletado que precisam ser eliminados, pois intervêm no peso e, conseqüentemente, na forma do granular. Desta forma, os sedimentos são lavados em água corrente, usando peneira de malha 0, 062 mm para triagem. Assim ocorre a remoção dos sais, o isolamento do material argiloso e siltoso que representa por volta de 5% do total das amostras coletadas em campo.

Após a lavagem, o material em análise é novamente armazenado em estufa à 60°C por um dia. Em seguida, é realizado o procedimento de separação dos grãos por calibre através do peneiramento mecânico, tudo isso com o subsídio de um conjunto de peneiras com malhas de 2, 830 até 0, 062 mm. Estas, por sua vez, são pulsadas pelo agitador de peneiras, selecionando as frações granulométricas. Depois, as triplicatas são pesadas em balança analítica, anotam-se os pesos na ficha de análise granulométrica, baseada na escala proposta por Wentworth (1922) confeccionadas e impressas em laboratório.

Os pesos referentes a cada fração são inseridos no *software* Sistema de Análise Granulométrica (SAG), desenvolvido pelo Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense (UFF). Este programa, que é baseado nos dados da granulometria plotados e nos teores de carbonato de cálcio, classifica os grãos. De acordo com proposições de Larssonneur (1973) todos os parâmetros anteriormente citados são de grande relevância, pois ajudam diretamente na composição de mapas das fácies sedimentares do litoral em causa.

5.2.2 Teor de Carbonato de Cálcio

Conforme as considerações de Suguio (1973) *apud* Oliveira (2012) os carbonatos podem ser controlados tanto por fatores locais como regionais, o que de fato pode alterar sua composição e textura sedimentar.

Em águas de plataforma interna, intermediária e externa, áreas que abrangem o objeto de estudo desta dissertação, foi possível constatar o processo de gênese na litificação de algas calcárias através de imagens de R.O.V.

Mediante o explicitado, quantificou-se o teor de carbonato das amostras coletadas na plataforma continental delimitada, tomando como base o município de Camocim. Com isso, utilizou-se o método referente ao Calcímetro de Bernard que será descrito abaixo.

A metodologia se iniciou com a pesagem de 0,5g da cada amostra e de 0,5g de CaCO_3 , usando uma balança analítica do Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG - UFC). A seguir o carbonato de cálcio foi condicionado em um *Kitassato*, um *erlemeyer* modificado, ligado a um tubo de sistema de vasos que se interligam. Após essa etapa, foi ainda acrescentado 2ml de HCl diluído em 10% no tubo de ensaio acoplado, o qual é mantido isolado do *Kitassato* para que não haja a possibilidade de mistura e uma possível reação fora do que é prescrito no método (Foto 08). O carbonato presente em cada amostra a ser analisada reage com o ácido mencionado, o qual libera imediatamente gás carbônico por pressão, deslocando a água presente no tubo oposto (Figura 05). Os valores obtidos são comparados com a quantidade que foi deslocada de 0,5g com relação ao padrão de carbonatos (99%).

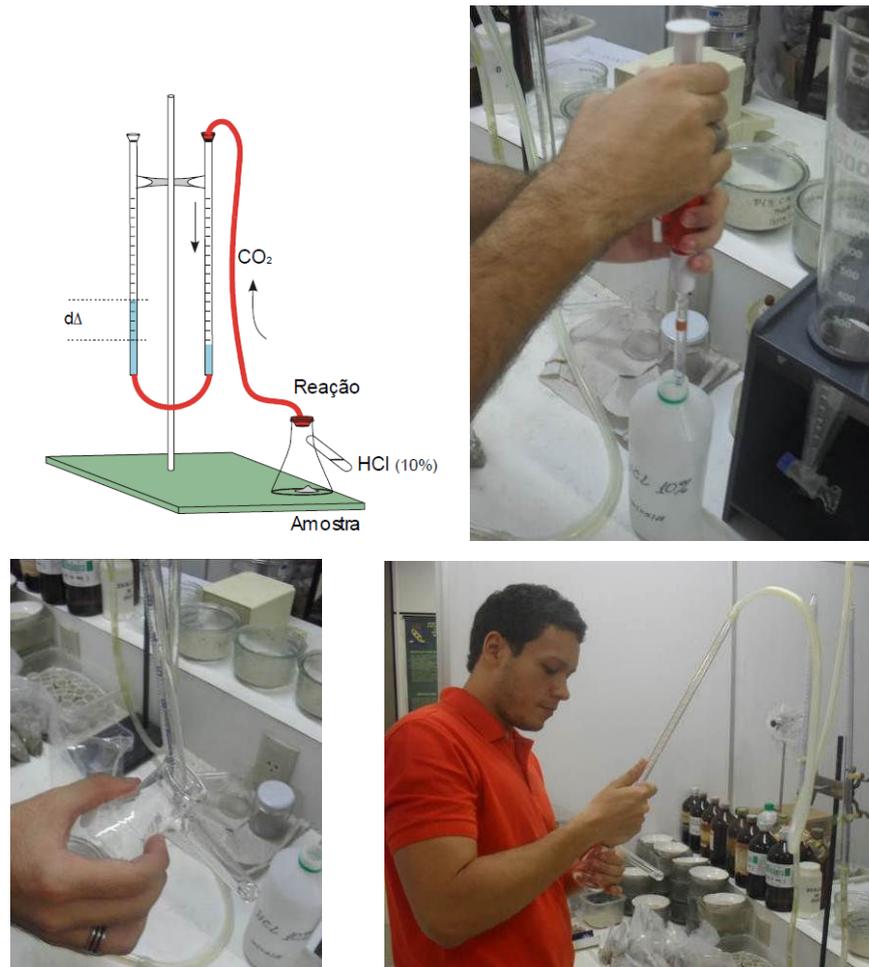


Figura 05; Foto 08. Esquema e esboço para obtenção dos teores de carbonato de cálcio (CaCO_3) presente nos sedimentos. **Fonte:** Freire et al., 2009 *apud* Almeida, 2012. Calcímetro de Bernard (modificado).

5.2.3 Análise de Matéria Orgânica

Este procedimento metodológico tomou como base os procedimentos criados por Pinheiro (2011), a qual elaborou um manual dotado de diversas análises, onde a matéria orgânica se insere.

Em primeira etapa da metodologia foi medida a massa de cada recipiente (cadinhos) e enumerados. Posteriormente foram pesados 2g de amostra seca com o objetivo de colocar cada amostragem em cades individuais corretamente

identificados. Em seguida estes foram levados à mufla durante o período de duas horas a uma temperatura de 400°C (Figura 06). Após a retirada as amostras foram pesadas em balança analítica e a diferença de peso inicial com a amostra final fez correspondência ao teor de matéria orgânica procurada, de acordo com a fórmula expressa abaixo:

$$[M.O] = (mc \times 100) / ms$$

Onde:

mc = massa perdida após o processo de calcinação

ms = massa do sedimento coletado

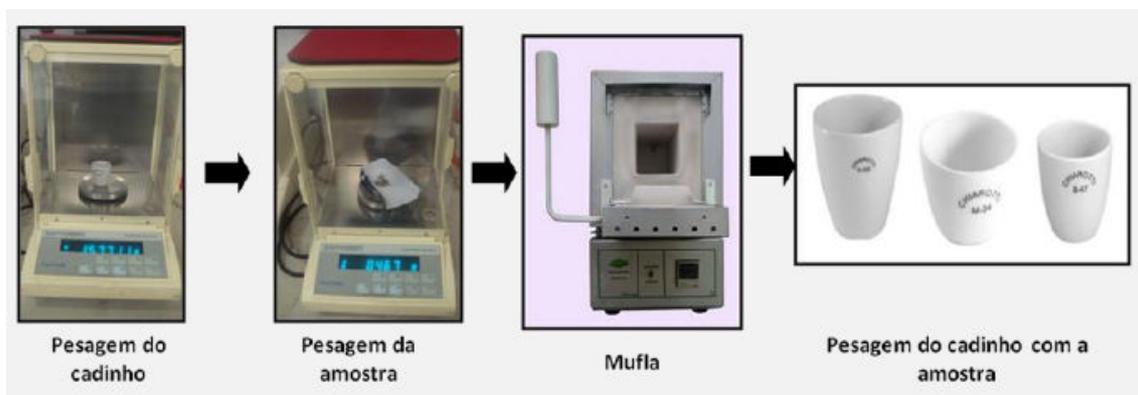


Figura 06. Esquema de calcinação em procedimento metodológico de matéria orgânica. **Fonte:** Pinheiro, 2011.

5.4 Etapa de Gabinete

Os trabalhos de gabinete foram realizados após a etapa de campo e evidenciaram e confirmaram em grande parte as feições geológicas e geomorfológicas emersas e imersas, constatadas por intermédio de imagens de

satélites e de sísmica, bem como afirmaram as teorias de paleoambientes que foram observadas em etapa de consulta pré-campo.

Todos os dados adquiridos em etapa laboratorial partiram dos membros que participam do mesmo projeto e que diretamente tratam com os resultados, inferindo quantitativamente a distribuição sistemática dos elementos marinhos atuantes e ajudando para desmistificação de estruturas imersas da área de estudo.

Diante disso foram recrutados diversos dados que, através de tratamento digital, foram preparados para o início da explanação dos diversos mapeamentos geofísicos expressos em tópicos a seguir.

5.4.1 Interpretação sísmica

Foi realizada a interpretação de duas seções sísmicas em multicanal 2D, das seções realizadas em áreas fluviais e marinhas. Em primeira etapa foram geradas linhas sísmicas em formatos digitais de extensão *.sgy que foram interpretadas através do *software livre SeiSee* versão 2.16.1 cedido pela Universidade Federal Fluminense. Em seguida, as linhas foram impressas e interpretadas sobre papel. Esta interpretação teve como finalidade conseguir uma visualização mais completa das estruturas imageadas na localidade, já que se pode inferir que a identificação e análise em tela se tornaram limitadas.

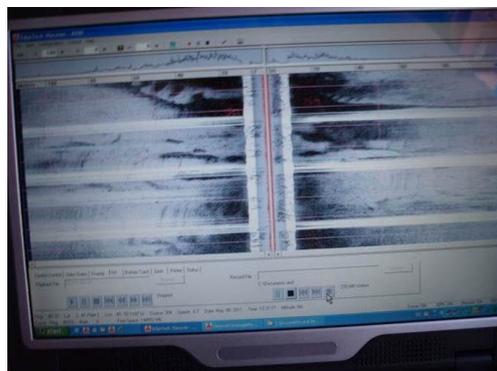


Foto 09. Imageamento realizado ao largo do município de Camocim em campanha de geofísica no ano de 2011.

Para analisar tectonoestratigraficamente os locais percorridos, os dados de sísmica foram interpretados focando as principais estruturas existentes baseando-se nos princípios gerais da estratigrafia e da sísmica (ex: MITCHUM JR. *et al.*, 1977a; MITCHUM JR. *et al.*, 1977b; VAIL & MITCHUM JR., 1977). Utilizou-se como base os dados dos trabalhos de Zalán & Warme (1985), Zalán *et al.* (1985) e Costa *et al.* (1990).

O exame das sequências sísmicas toma suporte a subdivisão de uma seção sísmica em pacotes reflexivos que se encontram relativamente concordantes, sendo interpretados segundo os conceitos de sequência deposicional. Este tipo de sequência deposicional, conforme Vail *et al.* (1977b), se define como uma unidade estratigráfica arranjada por uma sucessão relativamente concordante de estratos geneticamente relacionados e limitados em seu topo e em sua base, por discordâncias ou conformidades correlatas.

Para determinação dos padrões de terminação lateral são citados a seguir os tipos mais usados nas interpretações sismoestratigráficas: os truncamentos erosionais, concordantes, *lapouts*, *onlaps*, *downlaps* e *toplaps*. (Figura 07).

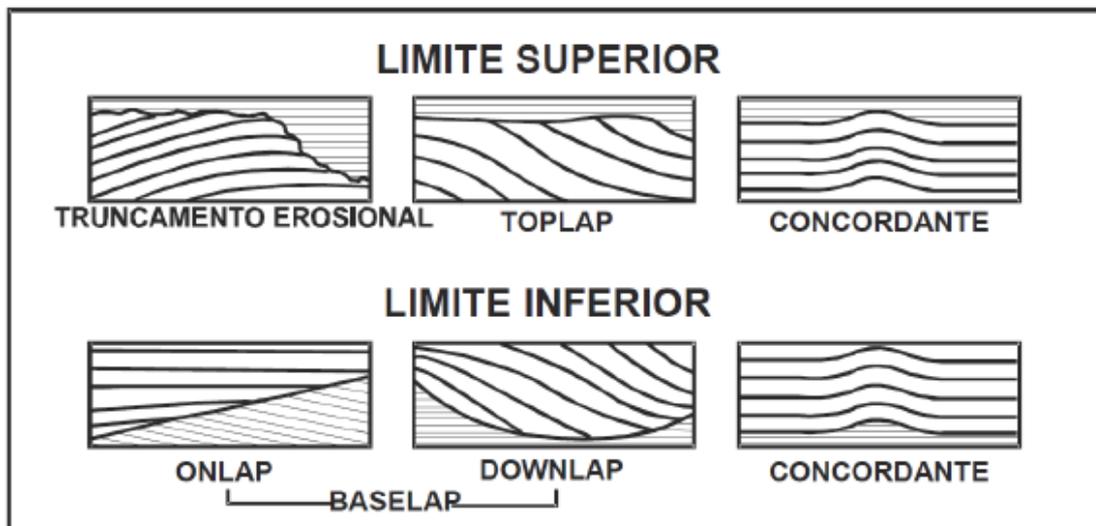


Figura 07. Esquema dos padrões de terminação de reflexões/estratos nos limites superior e inferior de uma sequência sísmica/sequência deposicional. **Fonte:** (SEVERIANO RIBEIRO, 2000 modif. MITCHUM JR. *et al.*, 1997a).

Para a análise das fácies sísmicas buscou-se o reconhecimento dos padrões de reflexões sísmicas e suas inter-relações dentro de cada unidade sísmica ou seqüências, interpretando-as de acordo com seus significados geológicos.

As análises de fácies sísmicas foram baseadas na configuração interna de refletores. De acordo com Vail *et al.* (1977) estas configurações internas são mais comumente observadas em disposições paralelas/subparalelas, divergentes, progradantes, caóticas, transparentes e *hummocky* (Figura 08). Tal apreciação pode se tornar útil para uma análise posterior sismoestratigráficas mais minuciosa.

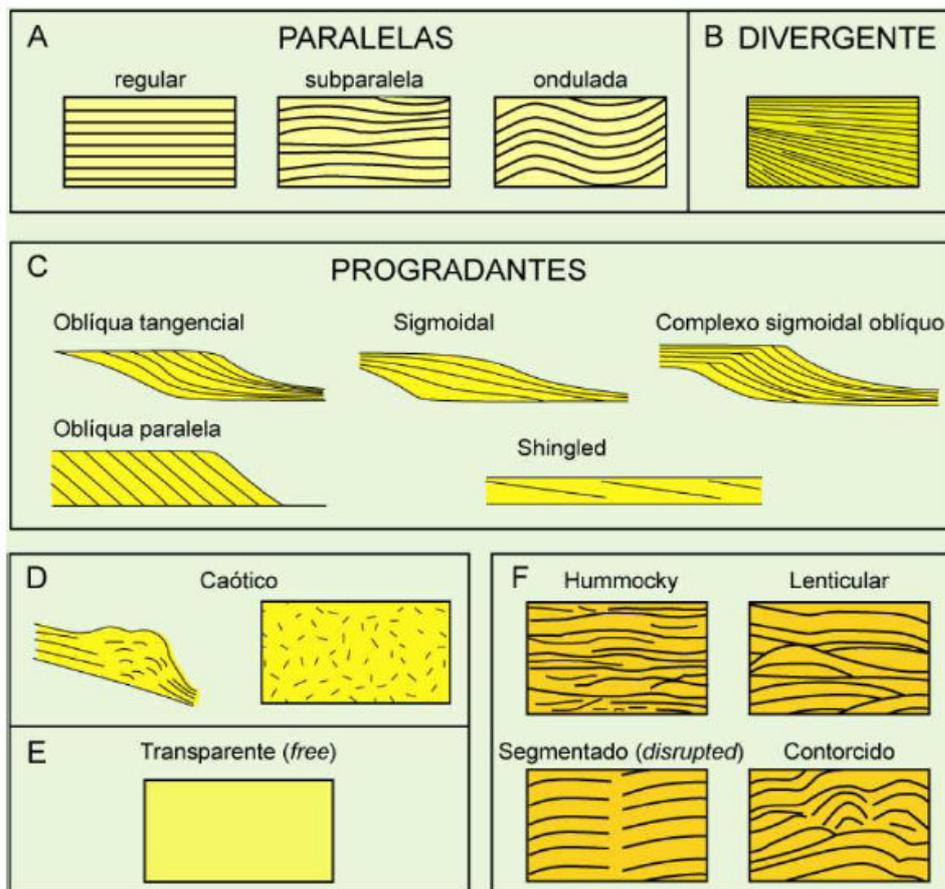


Figura 08. Esquemas de padrões de configurações de fácies sísmicas. **Fonte:** Barboza, 2005, modificado por Mitchum Jr. et al., 1977a).

6 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS GEOAMBIENTAIS

Através da caracterização dos compartimentos geoambientais baseados na teoria sistêmica aperfeiçoada por Sotchava e Bertrand, sumarizou-se o contexto geoambiental para cada unidade referente ao baixo curso do rio Coreaú, bem como suas características atuais.

6.2 Contextualização geoambiental do baixo Coreaú

Para a caracterização geoambiental e contextualização evolucionar do baixo curso do rio Coreaú e plataforma adjacente, se fez frente ao objetivo geral do trabalho criar neste capítulo bases para o entendimento e para construção de um panorama evolucionar de escala Plio- Pleistocênica até a escala Antropogênica atual, e desde já se justificou esta tomada de decisão por ser tal marca um ponto intermediário entre dois períodos, as primeiras quando evidenciam parâmetros e processos que servem para compreender o passado, bem como também da capacidade analítica de projetar a perspectiva ambiental futura, mediante as respostas dadas pela compartimentação realizada.

Desta maneira foi elaborado um mapa geológico e geomorfológico local (MAPA 04), para que os sistemas sejam retratados através dos fatores bases, ou seja, aqueles que controlaram a evolução da superfície ao longo do período mencionado e que estiveram localizados entre os municípios de Camocim e Granja, os quais refletem nas diversas características do ambiente natural como hidrologia de superfície e de sub-superfície, solos e vegetações.

Foi observado que no que tange a dimensão territorial da área de estudo, há uma variedade significativa de unidades lito-estratigráficas e compartimentos geomorfológicos. Souza (1981) sumarizou que a estrutura geológica regional possui

extrema complexidade, o que dificulta a determinação da sequência de eventos que marcaram a evolução do arcabouço estrutural da área.

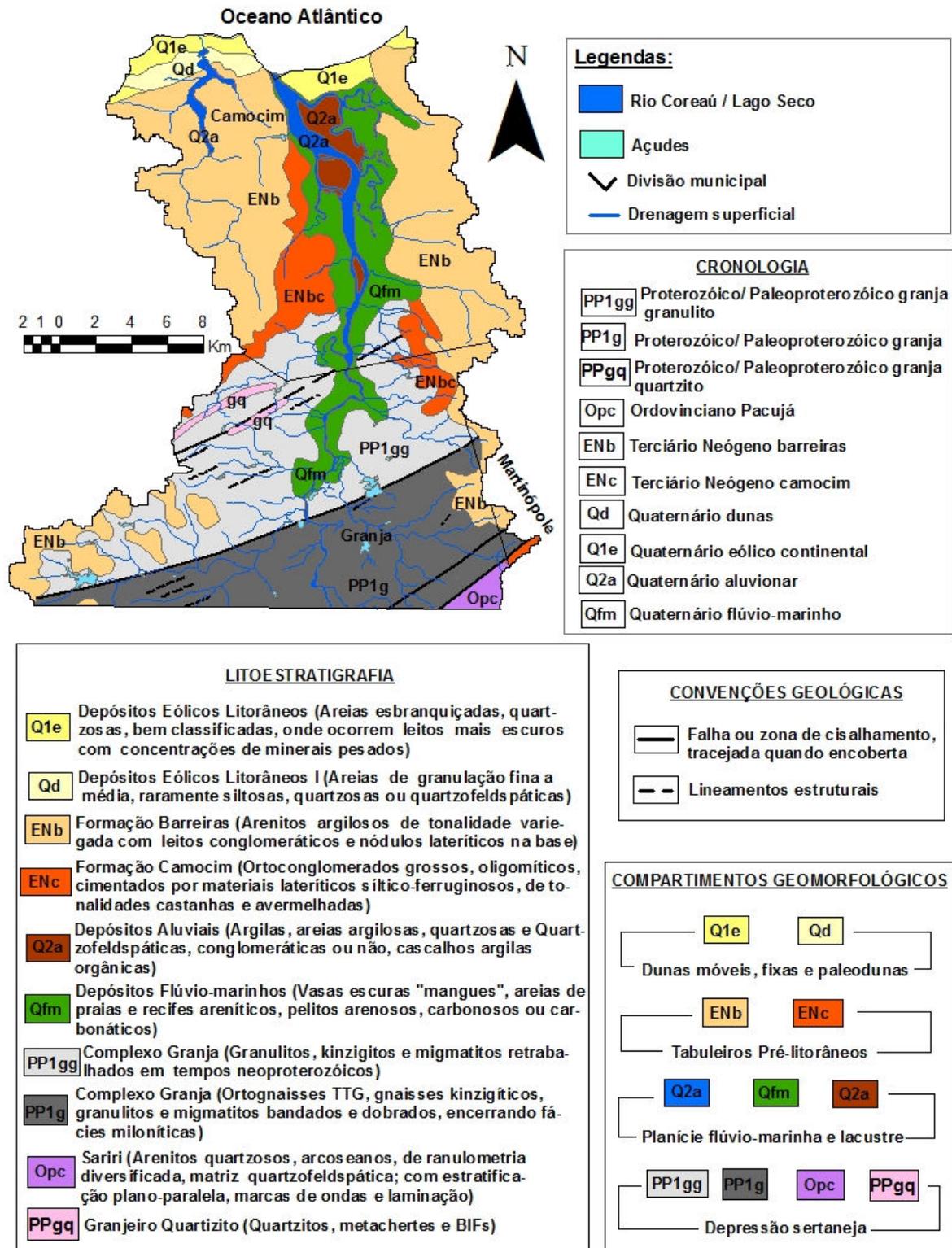
No entanto, pode-se dizer a partir do mapa criado que os terrenos do embasamento cristalino possuem menor abrangência espacial quando comparados aos depósitos sedimentares. O embasamento pré-cambriano esteve acompanhado de falhamentos e alinhamentos o que supostamente infere áreas com possibilidade de retenção de água por intermédio de aquíferos.

A partir dos terrenos sedimentares observa-se uma mudança no padrão de sistemas ambientais, uma vez que estes agregam uma maior quantidade de compartimentos, por estarem dotados de melhores condições pedológicas, meteorológicas e aquíferas.

Os municípios de Camocim e Granja encontram-se dispostos sobre os dois compartimentos que remetem retrabalho e sedimentação, confirmando o que Souza (1981) disse ao retratar o panorama de elaboração da planície sertaneja velha correspondente no estudo a Granja e à aglutinação dos sedimentos em áreas mais baixas, configurando os glaciais pré-litorâneos.

Diante do exposto, o mapa geológico-geomorfológico do baixo Coreaú apresentou, mediante seu limite condicionado pelo divisor topográfico das águas, uma gama de unidades litoestratigráficas e compartimentos geomorfológicos que fazem atualmente parte de um quadro estrutural local e que, de certa forma, integram domínios estruturais de caráter regional.

MAPA GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO



Mapa 04. Mapa geológico e geomorfológico integrados da região do baixo Coreáú. **Fonte:** CPRM ATLAS, 2003 adaptado por Farrapeira Neto, 2012.

Na planície litorânea estão dispostas fácies sedimentares que compõem o domínio dos depósitos sedimentares Cenozóicos que estão claramente representados por sedimentos de praias, dunas, paleodunas, sedimentos aluviais e eluviais, que ainda complementados pelos arranjos dos depósitos Tércio-Quaternários da Formação Barreiras e da Formação Camocim, se destacam em boa parte da área de estudo. Conseqüentemente, este conjunto de ambientes ao ser retratado por Moraes (2000) representa sobre tudo uma zona de contato brusco entre ortoconglomerados com a presença de areias finas com material argiloso inconsolidado não estratificado.

Entrelaçado a esses compartimentos, o litoral de Camocim apresenta em sua geofisiografia litorânea alguns cortes que indicam pequenas reentrâncias sejam elas ligadas ao estuário do rio Coreaú ou a simples canais de lagoas costeiras dispostas ao largo. No caso do baixo curso deste rio, Souza (2000) propõe que este segue, de modo geral, as características dos rios localizados no semiárido, com nascentes localizadas em maciços residuais onde drenam em grande parte os terrenos do embasamento cristalino. Suas larguras são normalmente inexpressivas, mas quando este para jusante entalham em terrenos da Formação Barreiras sua faixa deposicional é ampliada devido à diminuição do gradiente fluvial.

Souza (2000), ao realizar o zoneamento geoambiental para o estado do Ceará, classificou o produto das estruturas dos sertões do Coreaú em superfícies de aplainamento conservadas e/ou moderadamente dissecadas em rochas do embasamento cristalino, com altitudes que se limitam entre 150-200 m, com relevos residuais e pedimentos rochosos, com afloramentos frequentes de rochas e chãos pedregosos.

Ainda assim, a superfície sertaneja velha que tem abrangência territorial restrita aos arredores do distrito de Forquilha a sudoeste de Sobral e às circunvizinhanças da cidade de Granja, apresenta o relevo de acordo com SOUZA (1981) dissecado na forma de cristas e em colinas de pequenas alturas, tendo sua aproximação com relação à superfície níveis em média de 280 – 300m.

6.3 Depressão Sertaneja do município de Granja e Camocim

Em grande parte do município de Granja e ao sul da sede municipal de Camocim foram observadas exposições de terrenos do embasamento cristalino a níveis conservados em meio a uma estrutura pré-cambriana (Foto 09). Esta base cristalina se encontra permeada de pacotes sedimentares e conforme Souza (1996) acaba por refletir um quadro morfoestrutural e climático sobre o rio. No entanto, esse padrão mencionado que se fazia contínuo e imponente cessa a partir do ponto em que o rio sai da influencia cristalina e passa a percorrer entre interflúvios tabulares. Mediante a estas condições o rio se alarga em direção a sua foz.

Foi observado que maior parte do relevo local e circunjacente é ondulado com colinas e cristas parcialmente dissecadas (Figura 09), o que infere uma forte atuação de processos morfodinâmicos ao longo deste sistema ambiental. As atuais formas de uso e ocupação do solo vêm contribuindo de certa maneira para a exposição de solos em geral e para o processo de desertificação.



Foto 10. Barragem nova localizada na sede do municipal de Granja. **Fonte:** Denilson Mirando banco de imagens Panoramio, 2012.

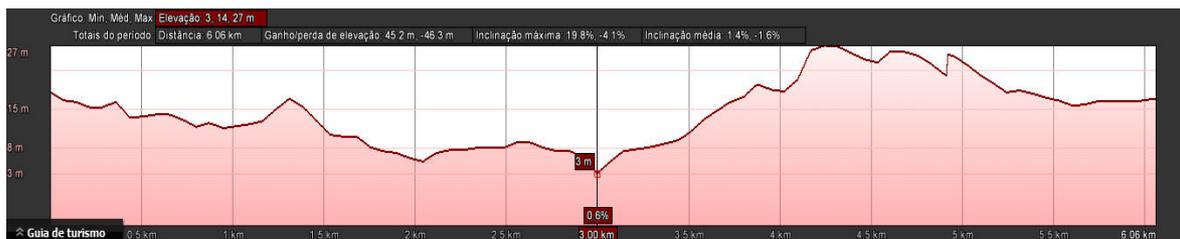


Figura 09. Perfil da Planície flúvio-marinha no município de Granja. **Fonte:** Google, 2012.

6.4 Tabuleiros Pré-litorâneos de Granja e Camocim

Constatou-se que a real presença de depósitos Tércio-Quaternários ao redor do município de Granja se dá a partir das marcas que expressam as mudanças nos padrões pedológicos e vegetacionais quando se detém a distância relativa média em quilômetros de leste para oeste. Visualizando a cidade como ponto central a leste, os glaciais de acumulação sedimentar se fazem presentes acerca de 4 km e a oeste entre 3 a 3,5 km, o que ainda se faz comprovar que, através de imagens de satélite, a mudança no espectro eletromagnético das áreas adjacentes a sede municipal enfatiza a incursão do embasamento cristalino em meio a esta estrutura sedimentar.

Ao longo do percurso este depósito sedimentar ganha expressão e se estende muitas vezes até a faixa de praia como é o caso da praia da Barreira, onde a falésia encontra-se exumada e classificada como do tipo viva, em decorrência da constante abrasão marinha solapando a base de sua estrutura.



Foto 11. Praia da Barreira onde afloram as Formações Camocim e Barreiras.

Neste sistema a ondulação, com relação ao declive do pacote sedimentar no continente, é classificada como suave, encontrando na faixa de praia uma ruptura abrupta com cerca de 11m, onde se observa o recuo de sua escarpa em maré vazante comprovando a erosão marinha ao longo dos tempos. Deve-se destacar que na estratificação que se apresenta existe a descontinuidade linear em formas de sinclinais e antisinclinais presentes por suposta atividade neotectônica local. Ainda é importante mencionar o padrão de uso e ocupação sobre este depósito sedimentar,

onde se encontram casas, praça pública e algumas barracas de praias a leste, imprimindo um novo tipo de ação além da imposta pela natureza.



Foto 12. Formação Camocim sotoposta a Formação Barreiras exaltando a diferença granulométrica, mergulho e recuo de vertente. **Fonte:** Daniel Machado banco de imagens Panoramio, 2012.

Os níveis altimétricos relatados por Souza (2000) podem variar entre 80-100m em áreas mais interioranas, havendo, de modo quase imperceptível, um mergulho não muito superior a 5°, o que comprova os aspectos morfológicos rampeados como um típico glacis de acumulação. Sua continuidade é perdida para o interior aflorando muitas vezes através de manchas esparsas, o que comprova maior abrangência espacial no pretérito.

6.5 Planície flúvio-marinha do rio Coreau de Granja e Camocim

A análise desta geofácie teve como ponto de partida o município de Granja, onde se dá o limite biogeográfico da planície flúvio-marinha do rio Coreau, pois em seu montante, o sistema está sob influência direta da planície fluvial do rio Coreau.

Observou-se que ambas as margens da planície flúvio-marinha encontram-se bastante descaracterizadas diante dos variados tipos de atividades como aquicultura de modo geral, represamentos como da Barragem Lima Brandão e do Açude

Gangorra, bem como a ocupação do solo que se faz presente através de núcleos urbanos em sua grande maioria às margens do rio (Figura 10).

Apesar de ainda estar sob domínio estrutural do embasamento cristalino, o rio apresenta 144m de extensão entre suas margens, sendo evidente a mudança no padrão e porte arbóreo (plantas de mangue), solos típicos de manguezais e ação combinatória de agentes do tipo fluvial e oceânico.



Foto 13. Panorama ambiental e espacial da planície flúvio-marinha do Coreaú no município de Granja. **Fonte:** Edgar Fontenele banco de imagens Panoramio, 2012.

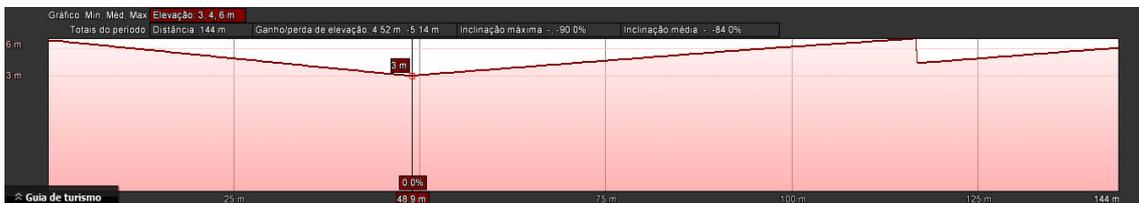


Figura 10. Largura da Planície flúvio-marinha do Coreaú em Granja. **Fonte:** Google, 2012.

Já para o município de Camocim o padrão e perfil de uma planície flúvio-marinha se expressa com mais de 1,5 km de extensão (Figura 11) e a altura do manguezal é bem mais considerável e mais densa que em relação à localidade anterior. É mediante uma maior abrangência das desembocaduras flúvio-marinhas que Morais (2000) menciona maior influência mútua com a zona litorânea, formada pelo rio principal que contribui de maneira decisiva na conformação costeira por intermédio de seu comportamento hidrográfico e de sua interação com os demais fluxos costeiros (Foto 13). Com isso, praias e outros sistemas passam a ter dependência direta do aporte de sedimentos aluviais carregados pelo rio Coreaú para deposição destes ao largo.



Foto 14. Dimensão da Planície flúvio-marinha vista a partir do porto de Camocim.

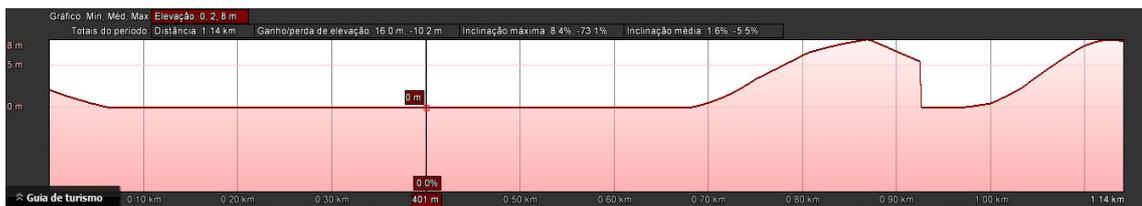


Figura 11. Largura da Planície flúvio-marinha no município de Camocim (foz). **Fonte:** Google, 2012.

6.6 Dunas fixas e paleodunas de Camocim

Dunas fixas e paleodunas se apresentam de maneira contínua desde a lagoa do Lago Seco até a sede municipal de Camocim, bem como de forma esparsa, como visto nas proximidades da praia de Maceió e da Lagoa do Boqueirão, sempre estando dispostas entre faixas de praias, dunas móveis e tabuleiros pré-litorâneos.

Mediante as características de relevante abrangência espacial e de singularidade no seu aporte vegetacional e na sua estabilidade, pode-se identificar diversos outros tipos de gerações de dunas em suas porções mais interioranas ou assim como observadas na (Foto 15), em que, a nível pedogenético, estas se encontram em níveis mais avançado, estando presentes arbustos e gramíneas.

O declive presente nesse sistema ambiental foi de 4 a 16 m configurando um relevo ondulado com as forças naturais eólicas menos atuantes em seu caráter de transporte e deposição (Figura 12).



Foto 15. Vista do campo de dunas fixas de plataforma rasa para o litoral de Camocim – Praia do Farol. **Fonte:** Google, 2012.



Figura 12. Perfil do campo de dunas fixas no município de Camocim – Praia do Farol. **Fonte:** Google, 2012.

6.7 Faixa praial e campos de dunas móveis

As faixas de praia da Praia da Ilha do Amor e Imburana, que possuem largos bermas e estirâncios, propiciam a formação de um amplo corredor *blow outs* quando, em período de maré vazante torna-se possível o transporte de grande quantidade de areia por este caminho, abastecendo as áreas já em transição para o continente a partir da formação de dunas frontais, para que depois se remobilizem em um vasto campo de dunas (Foto 16) que possuem um significativo espaço com terraços marinhos holocênicos.

No compartimento em que se apresentam, os depósitos arenosos do litoral se fazem presentes com mais propriedade ao longo da área de estudo na porção leste do rio Coreaú compactados a oeste pelo próprio sistema flúvio-marinho e a sul pelo manguezal. No entanto, este se faz imponente mediante a presença de barcanas,

barcanóides, dunas parabólicas e transversais, expondo ao longo da área lagoas interdunares que remetem à presença de água subterrânea em abundância.

Retratando em grande parte o campo de dunas móvel localizado na Ilha do Amor que possui áreas de sedimentação que podem gerar dunas com altura entre 9 a 4 m (Figura 13), entende-se que este espaço contribui em grande parte para o assoreamento do rio Coreau, bem como também para o seu avanço através da barra arenosa a oeste e a sul para dentro do sistema estuarino.



Foto 16. Campo de dunas móvel visto a partir do rio Coreau e dentro da Ilha do Amor, município de Camocim. **Fonte:** Denis Coutinho banco de imagens Panoramio, 2012.

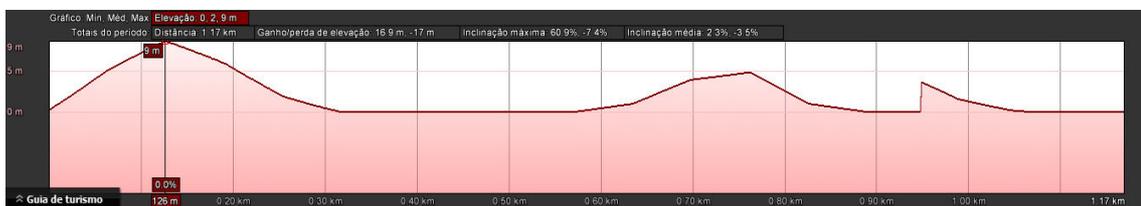


Figura 13. Perfil do campo de dunas móveis no município de Camocim – Ilha do Amor. **Fonte:** Google, 2012.

6.8 Planícies Lacustre do Lago Seco

Foi verificado em campo que esta planície lacustre está inserida em meio a quatro sistemas como tabuleiros pré-litorâneos, dunas móveis e fixas e paleodunas. A configuração do relevo em áreas adjacentes se verifica como ondulado a norte, onde confere o contato com as dunas móveis que barram periodicamente o seu exutório com o mar, assim como as dunas fixas dispostas em áreas mais a montante. Já para sul, leste e oeste, os terrenos tabuliformes são as marcas de uma topografia com declive que vai de plano a suavemente ondulado (Foto 17).

Ao medir a largura do extremo norte do Lago Seco confirma-se que esse tipo de área de acumulação inundável, por estar em área consideravelmente plana e em cobertura arenosa, possibilita à rede de drenagem ser bem desenvolvida, com cerca de 505 m de largura e com média de 7 m de profundidade (Figura 14), podendo ser uma área que resulta em períodos de inundações em época chuvosa bem definida.



Foto 17. Dimensão espacial da Lagoa do Lago Seco e configuração ambiental local. **Fonte:** W. Luiz, 2009 banco de imagens Panoramio, 2012.



Figura 14. Largura da planície lacustre localizada no município de Camocim – Lago Seco. **Fonte:** Google, 2012.

No panorama da compartimentação geoambiental dos ambientes emersos e imersos de escala Antropogênica descritos acima, pode-se relatar que em

praticamente todo período decorrente do Terciário Superior e o Quaternário, estes sistemas são a forma real da representação dos eventos aí desenvolvidos, uma vez que as oscilações relativas do nível marinho e das mudanças climáticas se enquadram como processos de elaboração de cada compartimento existente no baixo curso do rio Coreaú.

Observou-se que, mediante a caracterização de cada ambiente, este não só necessitaria de caracterização do estágio atual em que se encontra, mas de relatos de algumas condicionantes naturais e a inserção necessária de atributos enquadrados, dada a condução de formação de um novo espaço geográfico a partir da presença do homem, que desde então atua como novo agente modelador da paisagem.

Por fim, infere-se que a presença de atividades incompatíveis de uso e ocupação do homem na localidade acabarão por também gerar morfogênese, já que este passa a se inserir dentro de uma estrutura arranjada por diversos componentes naturais, acarretando a aceleração e reprodução de novos cenários e paisagens, frente as intervenções geohistóricas dos processos inseridos no semiárido e no litoral do baixo curso do rio Coreaú.

Dentro das condições já citadas, abaixo se encontra um (Mapa 05) atualizado da área de estudo, que mostra a atual disposição geográfica de equipamentos de caráter de retenção hidrográfica, criadouros, cidades, entre outros, os quais nos fazem notar quais dos ambientes descritos podem se mostrar em estágio de alteração não sendo somente impulsionados pelas características locais e atuais.

Observa-se que no mapeamento realizado os ambientes mais pressionados no local estudado são a planície flúvio-marinha do rio Coreaú, a planície lacustre do Lago Seco, áreas referentes aos terrenos dos tabuleiros pré-litorâneos, dunas fixas, paleodunas e embasamento cristalino.

Tomando como referencia a planície flúvio-marinha do rio Coreaú observa-se os múltiplos tipos de uso e ocupação onde a urbanização da cidade de Camocim e as atividades voltadas à aquacultura são fatores de alteração na paisagem natural

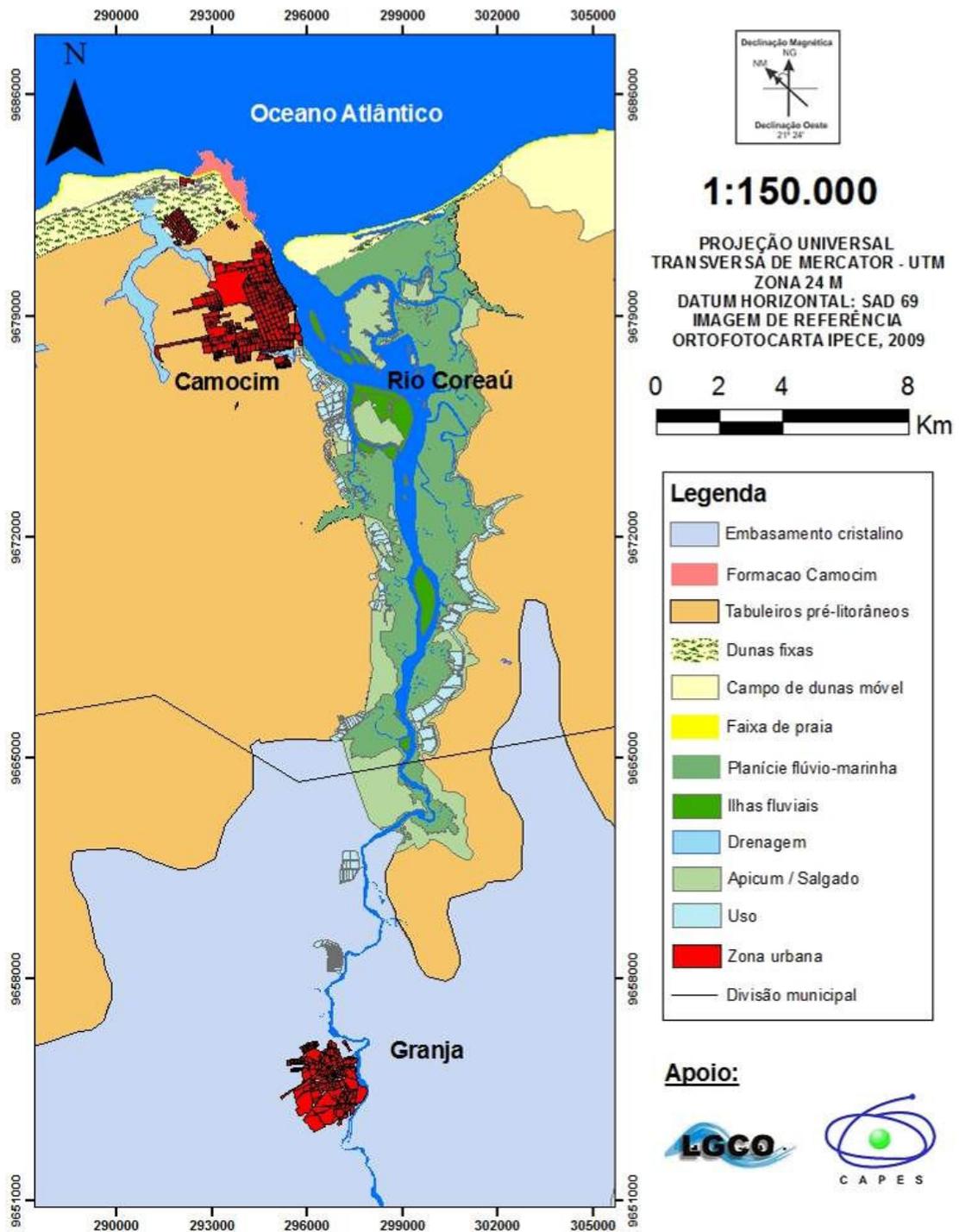
fato que justifica a alteração das forçantes físicas e naturais locais e que corroboram para a perda de biodiversidade com um todo.

Na planície lacustre do Lago Seco se observa também a presença de núcleos urbanos próximos e conseqüentemente uso inadequado de suas águas para atividade recreacionais.

Dunas fixas e paleodunas localizadas nas circunjacências do referido lago são algumas dessas áreas ocupadas por habitações que tomam este local protegido por lei como área de expansão da sede municipal de Camocim, podendo torná-lo novamente instável pela perda de vegetação fixadora.

Já com relação ao que ocorre no embasamento cristalino, infere-se a presença das mesmas atividades já citadas, sendo que agora inseridas nos padrões ambientais do semiárido onde as condições se revelam bastante frágeis e propícias à desertificação.

MAPA DE COMPARTIMENTAÇÃO DO BAIXO VALE DO RIO COREAÚ

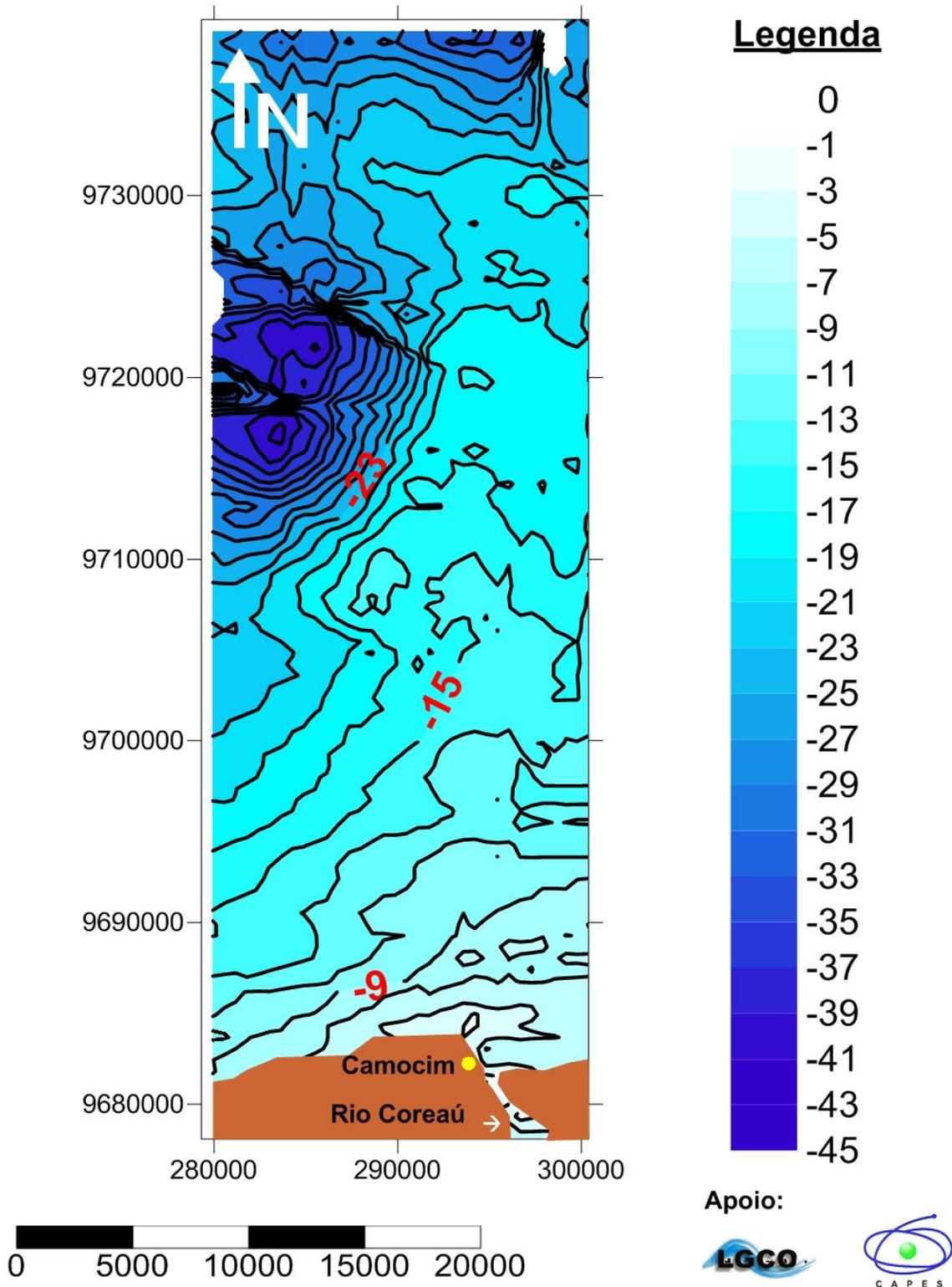


6.9 Plataforma continental

Nesta zona o estudo verificou a estreita relação que existe entre a áreas submersa e emersa, as quais possuem a faixa de praia, a plataforma continental, quebra do talude e as zonas abissais inclusas. Portanto, para Morais (2000) esta plataforma continental na área estudada está sobre forte influencia da geologia, clima, drenagem e padrão estrutural das localidades emersas, as quais foram sendo condicionadas ao ponto de atingirem tal configuração de ambiente raso e estreito em seu território como um todo.

Em etapa de campo foi realizado o levantamento batimétrico (Mapa 06) que verificou que a área em apreço não foge a regra das demais regiões para o estado do Ceará, apenas se torna um pouco mais larga e profunda de acordo com Morais (2000). Observou-se que as maiores profundidades estão relacionadas ao paleovale do rio Coreaú chegando até sua máxima amplitude batimétrica (50 metros), o que proporcionou ao longo do tempo retenção sedimentar de variados tipos, como a presença de sedimentos terrígenos e/ou grossos bordejantes à desembocadura fluvial do Coreaú e plataforma como um todo, principalmente quando se acompanha o curso do rio afogado. Tal configuração também gerou condições para a disposição geográfica de sedimentos com níveis de carbonato acima de 50% logo a partir dos 14 metros de profundidade, quando passam a existir as marcas de ambientes transicionais, deixando este de ter parte da influência continental para serem mais influenciados por forçantes naturais oceânicas.

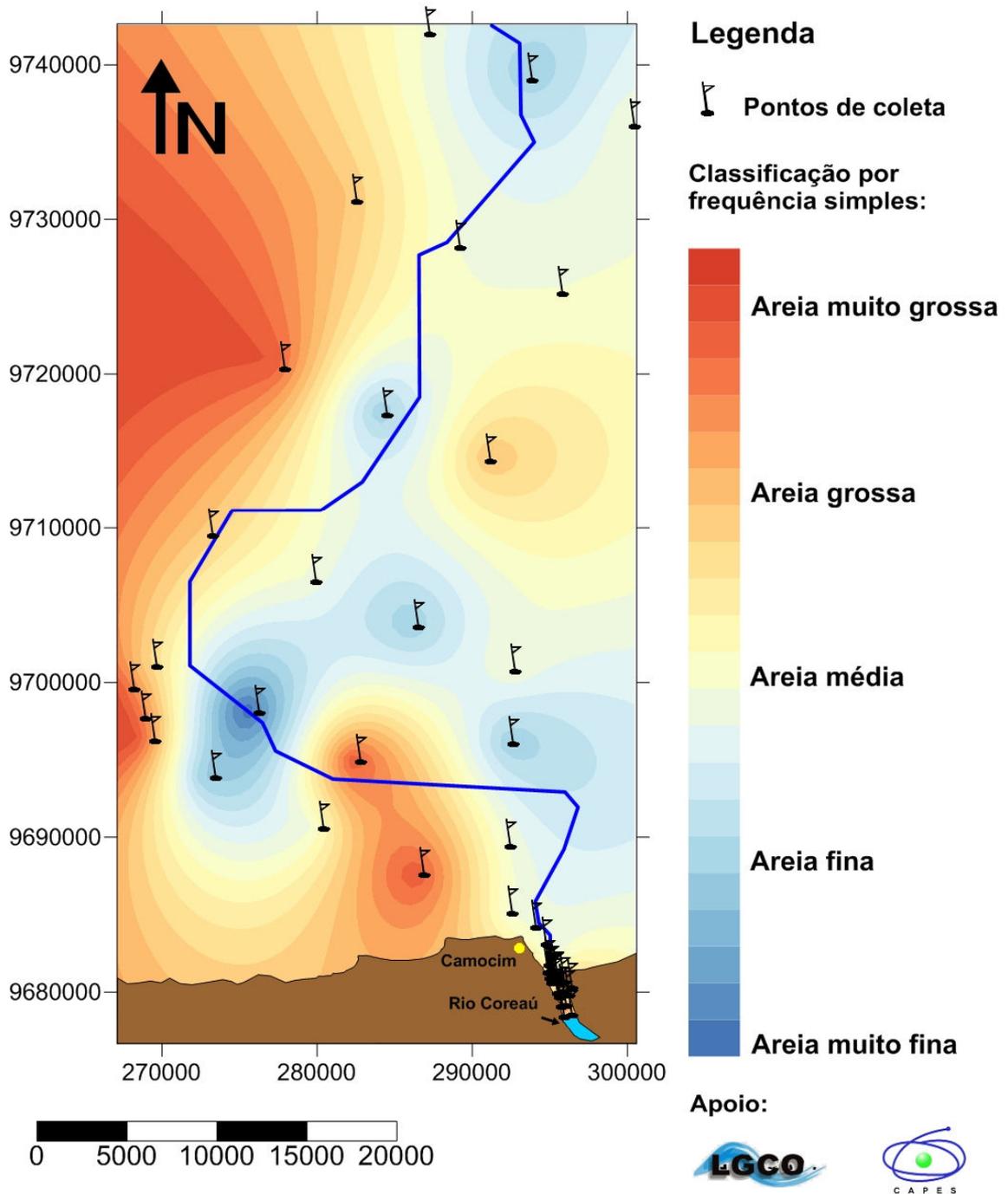
MAPA BATIMÉTRICO DE CAMOCIM



Mapa 06. Mapa batimétrico confeccionado durante o desenvolvimento desta dissertação.

A seguir foram elaborados dois (Mapas 07 e 08) que retratam o panorama atual da plataforma continental de Camocim, detalhando os tipos de sedimentos presentes, classes, distribuição e competência por parte dos agentes fluviais e marinhos locais. Vale ressaltar que o rio Coreaú inserido e sobreposto à configuração dos pacotes sedimentares, foi gerado a partir dos dados da GEBCO – CPRM, que possuem 900 metros de precisão, mas que diante da impossibilidade de detalhamento a respeito do curso fluvial, atendeu a todas as necessidades quanto à reconstituição do percurso e de seu leito de uma maneira geral.

MAPA TEXTURAL DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE CAMOCIM



Mapa 07. Distribuição e classificação textural dos sedimentos existentes ao longo da plataforma continental de Camocim por meio de análise de frequência simples.

A análise da distribuição textural por frequência simples (Mapa 07) mostrou que em área de transição de ambientes fluviais, litorâneos e oceânicos são impostas configurações de dinâmica sedimentar do tipo intensa, pois nestas áreas a confluência de elementos aponta tais condições ambientais.

Através da confecção deste mapa deu-se a possibilidade de ver os sedimentos presentes em plataforma e retratados pela cor vermelha em escala de degradê. Este dado indica que a distribuição espacial das frações mais grossas está presente no leito do rio Coreaú, desembocadura e em uma mínima parcela que acabou por se fazer presente na porção em que o rio meandrava para oeste.

No entanto, através da realização do traçado do leito fluvial afogado visualizou-se a presença em grande parte de sedimentos medianos e finos, o que o possibilita dizer que há a preservação dos sedimentos reliquiares demonstrando quase como um todo um rio com fluxo de transporte baixo com pouca competência de transporte de sedimentos grossos.

O (Gráfico 02) exposto abaixo expressa que na área referente à classe textural foi mais encontrada a de areia média, com 35,48% equivalente a 31 pontos dos 49 pontos de coleta totais. Igualmente quantificados, as classes de areia muito grossa e fina (presentes no caminho do paleovale do rio Coreaú) totalizaram 22,58%, já a areia grossa 12,9% e areia muito fina 3,22% completam o universo amostral das amostras coletadas e analisadas em laboratório.

Classificação Textural

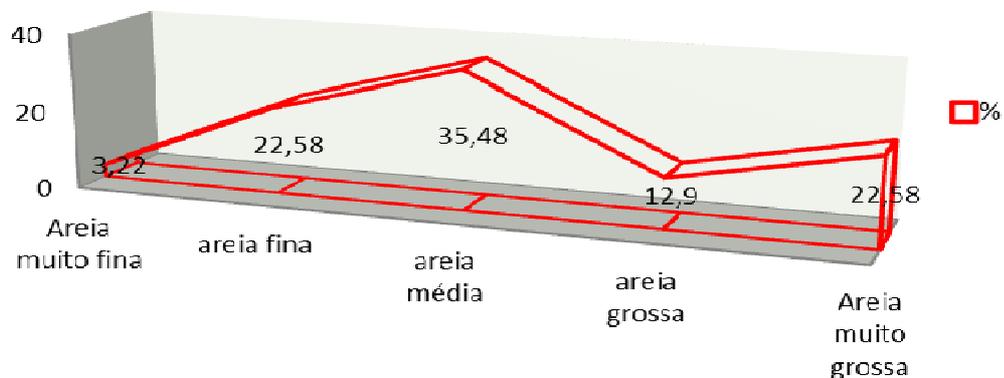


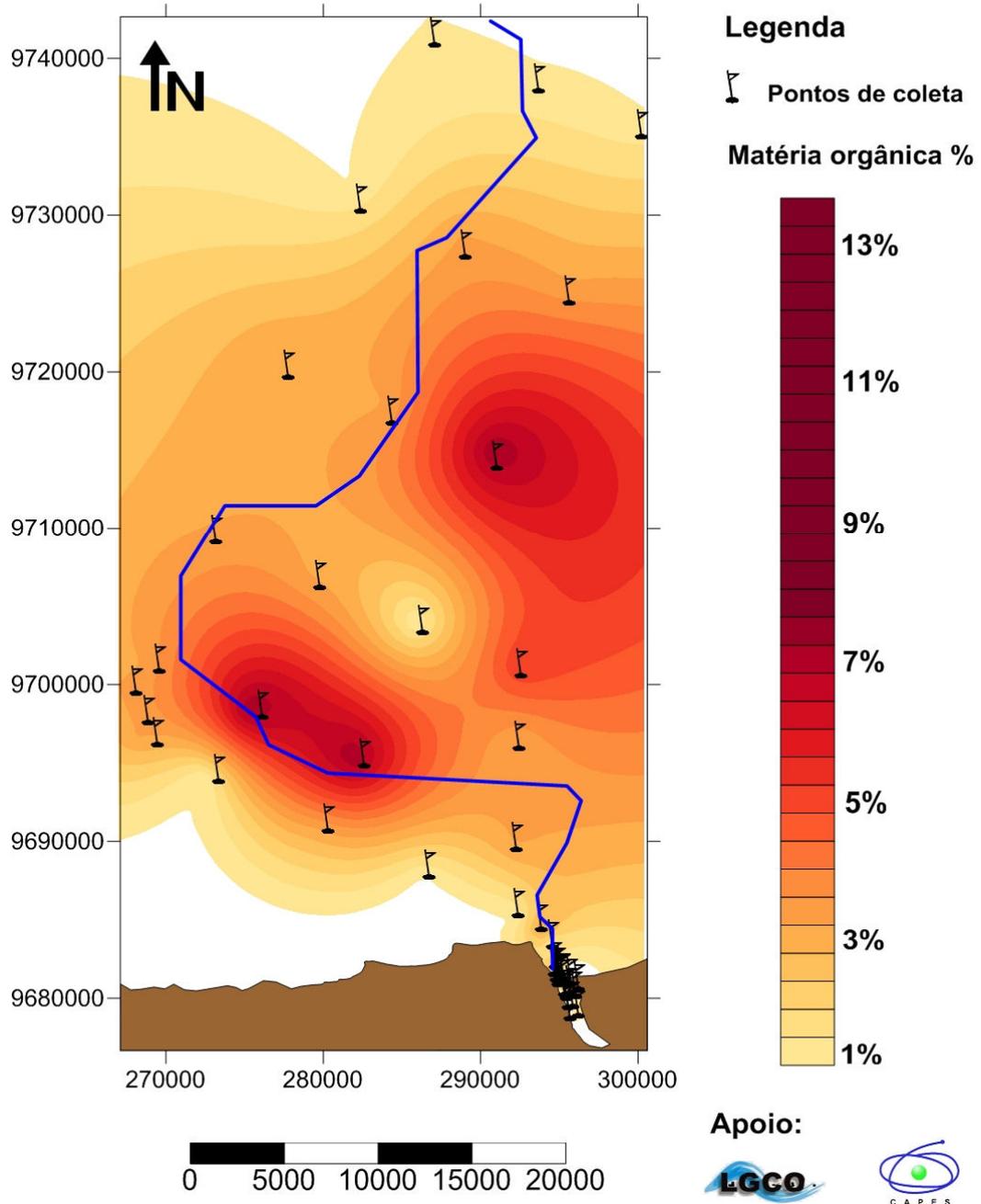
Gráfico 02. Caracterização dos sedimentos coletados por classificação de frequência simples para as áreas adjacentes do município de Camocim.

De fato, as areias muito grossas podem relativamente tomar essa configuração espacial por falta de competência das correntes marinhas em remobilizá-las, bem como por episódios de regressão marinha não terem tido força para transportá-las, fazendo os grossos permanecerem e os finos comporem os campos de dunas móveis em dada época de sua gênese.

Assim, em ideias gerais, Morais (2000) exaltou que a sedimentação da plataforma continental do Nordeste reflete a geologia da área da rocha mãe, condições climáticas, sistema de drenagem e o arcabouço tectônico. Formações terciárias e cretáceas drenadas pelo Coreau são as principais fontes de sedimentos. Como complemento, as montanhas semiáridas Pré-Cambrianas ígneas e metamórficas são fontes secundárias de sedimentos, tornando-se deste modo quase raro sua contribuição em condições de clima seco e baixas taxas erosivas.

De acordo com o que se observa no (Mapa 08), onde há deságue de rios, Morais (2000) afirma que diminuem as manchas carbonáticas. Tal competência para se gerar um aporte terrígeno, resulta-se em fluxo fluvial capaz de recobrir substratos com potencial para colonização epibentônica, onde há ainda a diluição efetiva de grãos carbonáticos. Em caso dos rios terem pequena descarga, os carbonatos tendem a permanecer, de modo que acaba por não se enquadrar na dinâmica fluvial do rio Coreau.

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE MATÉRIA ORGÂNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE CAMOCIM



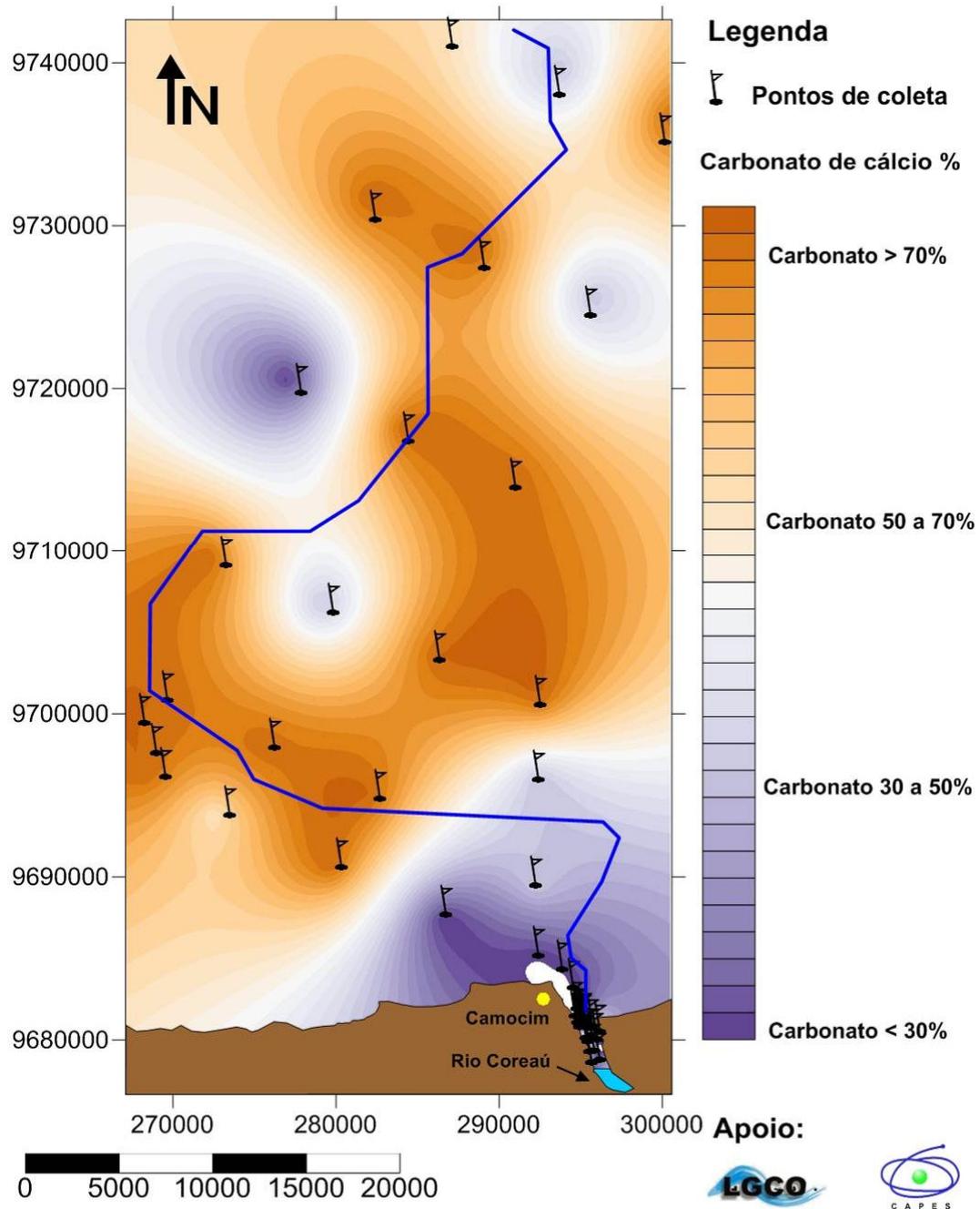
Mapa 08. Distribuição e classificação sedimentar marinha pelo método de análise de Lasonneur, 1977.

Perante baixa dinâmica de fluxo deste rio não possui competência de ir além de 18 metros de profundidade, o que faz afirmar que sua dinâmica deixa de ser mecanismo elaboral para após a Lagoa do Boqueirão, onde já existe a presença de material bioclástico em área de plataforma rasa. Isto se faz de acordo com a literatura de Coutinho *et al.*, (1970) e Summerhayes *et al.*, (1975) *apud* Morais (2000), que fala das áreas de menor movimentação, notando-se o avanço de tal sedimentação em direção a costa, principalmente algas incrustantes migrando sobre areias terrígenas.

A configuração dos sedimentos por via de análise da natureza dos depósitos marinhos sedimentares não fugiu à regra do que se descreveu no mapa passado. O mapa dos depósitos marinhos expressou distribuição de sedimentos terrígenos restritos ao leito e a desembocadura do rio Coreaú, estando logo distante de sua competência a presença de sedimentos marinhos já compostos por terrígenos e bioclastos em uma profundidade que não ultrapassa os 18 metros e que marca a influencia das correntes marinhas para a consolidação de tal cenário. Os sedimentos com grande porcentagem de matéria orgânica e carbonatos, após esta faixa transicional, se apresentam como um grande mosaico sedimentar onde os de maior teor orgânico e carbonato de cálcio acompanham o vale afogado do rio Coreaú e as demais áreas adjacentes retratam um cenário com presença deste, porém com menos concentração de cada.

Na área de estudo observou-se dentro do geossistema carbonático (MAPA 09) a presença considerável da geofácies *Halimeda*. Tal formação se deve à predominância de carbonatos na plataforma continental existente na região Nordeste de acordo com Morais (2000), onde diversos fatores capacitam a sua existência: profundidade inferior a 60 m com águas relativamente quentes, semiaridez em vigor tanto no continente como na costa, determinação de uma rede de drenagem inexpressiva e intermitente, com excessão de rios mais vultosos, fazendo baixar consideravelmente a taxa de sedimentação terrígena. Por fim, o cenário se completa diante da presença de substratos duros necessários à fixação e crescimento dos calcários.

MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE CARBONATO DE CÁLCIO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE CAMOCIM



Mapa 09. Disposição e classificação do teor de carbonato de cálcio presente na área de estudo.

Diante do exposto observa-se que no local onde foi realizado o transecto e com base na análise de Larsonneur, (1977) que classifica os sedimentos marinhos

empregando o tamanho do sedimento disposto no local coletado, porcentagem de carbonato presente e matéria orgânica, serão expressos no (Gráfico 03) a seguir seus valores e as relações entre si e o tipo de dinâmica presente na área.

Verificou-se que do ponto de coleta 01 até o 10, os quais ainda estão sobre as interações do rio Coreau, apresentou-se um panorama com sedimentos com baixa porcentagem de carbonato, cerca de 19 a 50%, apresentando ainda baixo nível na presença de matéria orgânica, entre 1 a 10%, justificando a competência da descarga do rio para materiais de natureza mais litoclástica e litobioclástica com matéria orgânica atrelada devido à área de manguezal ser próxima.

Entre os pontos 11 e 28, os quais estavam dispostos em área de plataforma média e externa, apresentou-se quantidade de carbonato de cálcio superior a 79%, havendo, no entanto, algumas pontualidades com valores relativos entre 2 a 4% de matéria orgânica no total. Entre estes locais são percebidas especificidades de cada ponto de coleta, o que é atestado na presença de areias de vários tamanhos e tipos com diversas classificações que por vezes fogem à regra criada por Larssonneur na década de 1970.

Diante de todas as classificações geradas por Larssonneur (1977) foram gerados valores para areias litoclásticas de teores superiores a 30%, litobioclásticas entre 30 e 50%, e bioclásticas com carbonatos acima de 70%. No entanto, podemos inferir que para alguns locais existiram exceções por estarem presentes areias litoclásticas com grânulos com valores de carbonato superiores a 80% e areias litobioclásticas finas a muito finas, com menos de 50%. Já outros valores confirmaram tal classificação sedimentar onde a areia do tipo bioclástica alcançou o valor de 97% de carbonato de cálcio.

A matéria orgânica como um todo esteve dentro do padrão apresentando numericamente com valores mais expressivos para os pontos de coletas mais próximos da desembocadura do rio ou onde se estende a pluma sedimentar, marca da força de fluxo do rio Coreau, estando em torno de 1 a 10% de matéria orgânica que também se pode atrelar ao fato de existir ambiente de manguezal próximo. Já em outras localidades mais afastadas da foz e dispostas em plataforma mediana a

externa, deve-se a presença de matéria orgânica pela decomposição de bivalves, bem como pela comprovação do fato de que esta área abrange um vale afogado dotado de matéria orgânica reliquiar, com quantidade que varia de 2 a 4% do total disposto nesta área.

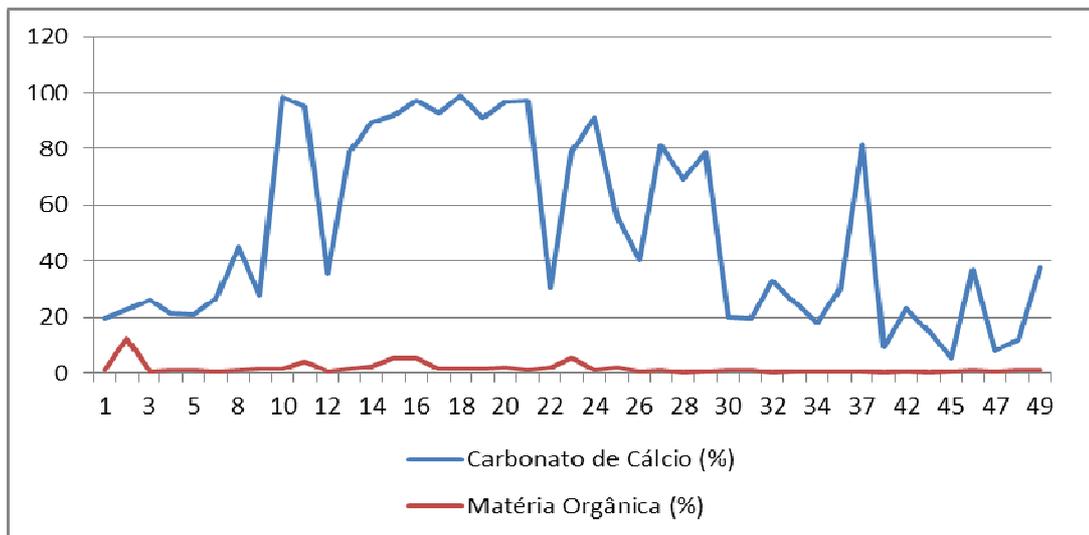


Gráfico 03. Quantificação dos valores para carbonato de cálcio e matéria orgânica ao largo do município de Camocim.

7 PADRÕES DE DRENAGENS ASSOCIADOS AO BAIXO CURSO DO RIO COREAÚ

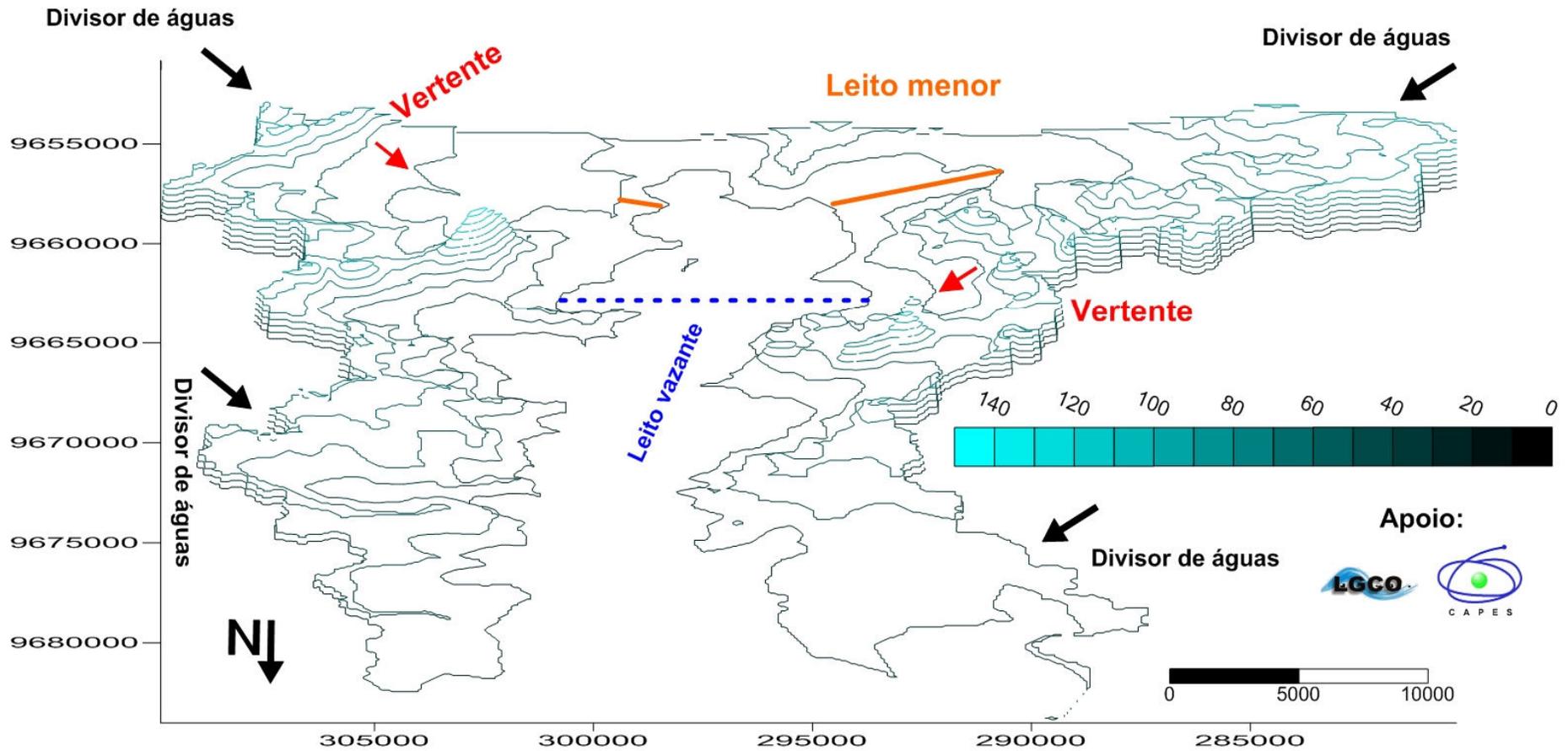
O baixo curso do rio Coreaú, ao ser analisado, deve ser retratado antes de tudo como um sistema aberto configurado a partir de áreas topograficamente divididas, drenado por um curso principal e que está conectado por uma gama de cursos d'água. Aí se acumula todo o fluxo existente sendo descarregado por uma única saída, a foz, presente ao largo do município de Camocim.

Observou-se mediante a configuração natural do rio Coreaú que este possui padrão de escoamento fluvial irregular devido ao modo de alimentação ser deficiente, o que lhe faz apresentar baixa capacidade de entalhe no relevo. De acordo com Nascimento (2011) pode-se afirmar que as altimetrias são insignificantes entre interflúvios e fundos de vales como as relatadas na área de estudo por não ultrapassarem os 150m de altura (MAPA 10).

Desta maneira o rio Coreaú mesmo com seu considerável poder dinâmico é capaz de retrabalhar constantemente os ambientes localizados mais próximos de suas áreas de influência, o que vem imprimindo mudanças fisiográficas dentro dos sistemas naturais de superfície e de sub-superfície flúvio-marinha ao longo do tempo geológico.

Conforme este ponto de vista, infere-se que a orientação das drenagens e a integração de seus canais de drenagens tendem a criar um aspecto de rede em forma de galhos de árvore, como em muitas das ramificações existentes nas bacias hidrográficas do estado do Ceará. De acordo com a literatura de Nascimento (2011), observa-se a partir destas características a capacidade da rede de drenagem de originar relevos acidentados mediante assimetria de suas vertentes e por influências de tectonismo e rupturas.

DIVISORES TOPOGRÁFICOS DO BAIXO COREAÚ



MAPA 10. Divisores de águas do baixo curso do rio Coreaú, entre os municípios de Camocim e Granja. Exagero vertical 0.350.

Para Souza (2000) os sistemas de escoamentos das bacias hidrográficas do estado do Ceará possuem características de drenagens intermitentes sazonais exorréicas que ao serem mencionadas por AB'Sáber (1974) *apud* Souza (2000), foram retratadas como de escoamento tipicamente esporádico devido à escassez e irregularidade das precipitações. Este ainda fez referência aos anos áridos onde os cursos d'águas se comportam como do tipo *ueds* ou *flashflood*.

A drenagem relativa ao rio Coreaú de acordo com Souza (1981) perpassa normalmente por terrenos do embasamento cristalino, conferindo a ele um padrão de drenagem dendrítico de textura aberta, onde o controle estrutural é representado principalmente nas áreas mais intensamente fraturadas (MAPA 10).

Nos maciços e cristas residuais que permeiam a área estudada, a drenagem foi classificada por Nascimento (2011) como dentrítica e/ou subdentrítica fechada, predominantemente pinada, formando canais retilíneos e entrelaçados, capazes de originar meandros com declinação inferior a 5° de declividade (3-8%). Para Souza (1981) esse tipo de padrão de drenagem corrobora para a intensificação da dissecação do relevo em feições de cristas e colinas convexas.

Já em locais de coberturas sedimentares sob o domínio dos tabuleiros pré-litorâneos, a drenagem adquire formato cataclinal com padronagem do tipo paralela. Para Nascimento (2011) a demanda de seus níveis de base se configuram diante de seus exutórios ou desembocaduras, as quais tomam sempre como referência o nível de base geral, que é o oceano Atlântico disposto frente à Camocim.

O sistema hidrográfico em questão apresenta características de cursos d'água com arranjos que condizem a padrões de drenagem anastomosadas típicas de regiões semiáridas intertropicais e com tendência para a formação de meandros, isolando pequenas ilhas fluviais de acordo com a literatura baseada em Souza (1981) ao retratar a planície flúvio-marinha do Coreaú (MAPA 11).

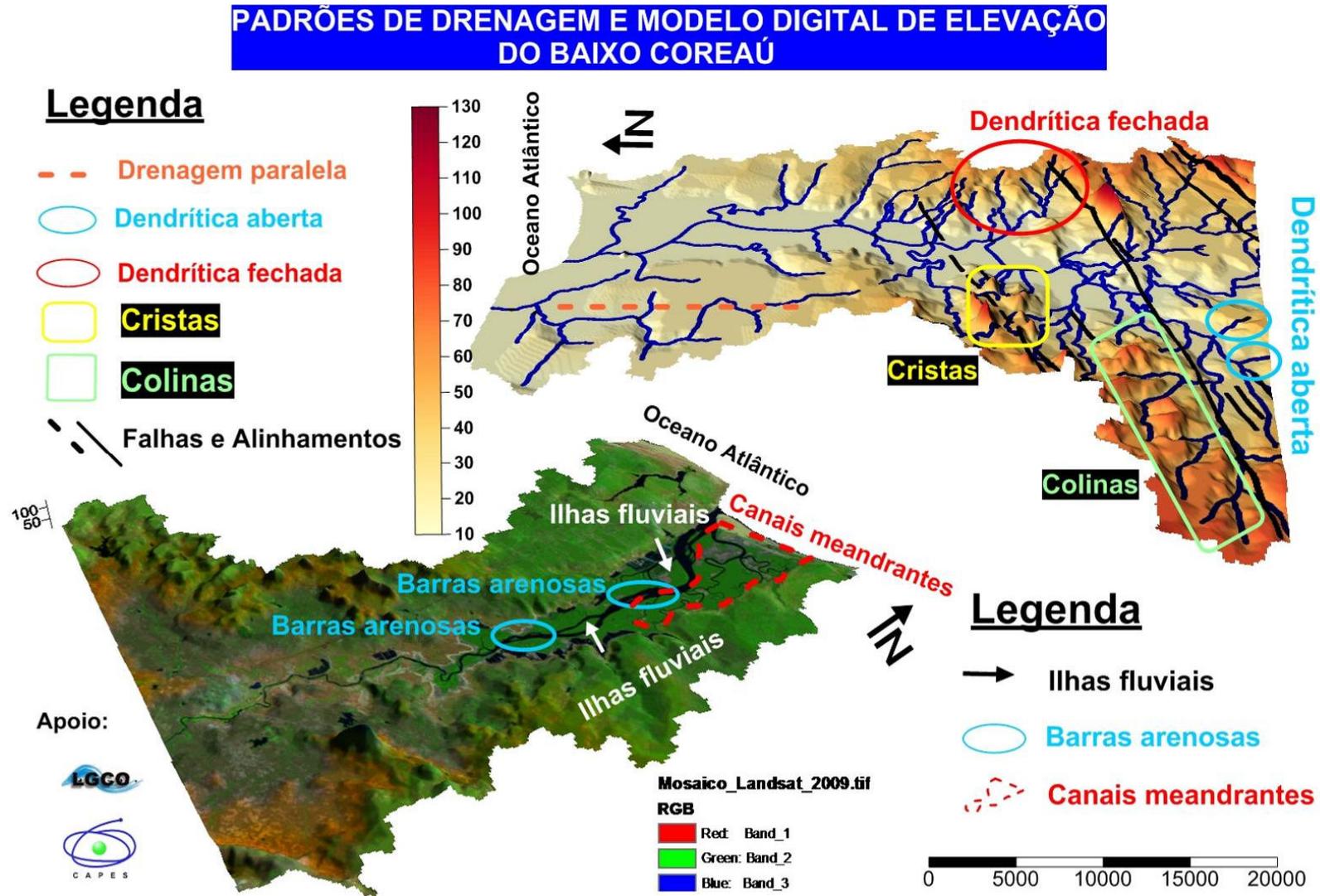
Pode-se com isso observar que no decorrer da planície flúvio-marinha do Coreaú estiveram presentes sucessivos canais que se ramificam e que se reencontram, sendo bastante comum estarem separados por ilhas fluviais arenosas em muitas vezes estabilizadas pela fixação de cobertura vegetal. A erosão perante esse cenário é dificultada, o que não impede, porém, a desestabilização das

bancadas por eventos de cheias, por ficarem submersas e impedidas de evoluírem pedogeneticamente.

Tomando como base as considerações feitas por Souza (1981) de associação deposicional longitudinal em larga faixa de sedimentos aluviais e a formação de canais meandrantés, se confirmou tal panorama relativo ao baixo curso Coreaú. Cunha (2001) também complementou por ser esse tipo de ambiente marca de áreas úmidas cobertas por matas ciliares e por adquirirem curvas sinuosas e semelhantes entre si.

O rio em apreço exibe curvas sinuosas que vão de níveis pouco a medianamente harmoniosos, condizendo o estado de estabilidade do canal durante a sua formação, o que para Cunha (2001) denuncia certo ajustamento entre as variáveis hidrológicas como declividade, largura, profundidade do canal, rugosidade do leito, velocidade dos fluxos, carga sólida e vazão.

Souza (1981) fez observar que o rio Coreaú apresenta orientação preponderante de sul para norte, possuindo uma declividade média de 0,51%, com leve caimento topográfico para oeste e para norte. A partir daí percebe-se que em seu baixo curso os principais coletores da drenagem se desenvolvem em outros sistemas hidrográficos classificados como independentes, onde passam a entalhar os terrenos pertencentes à Formação Barreiras e que, devido à sua deficiência na vazão a jusante, acaba ainda por se deparar em sua foz com a extensão de campos de dunas, criando com isso, extensos lagos.



MAPA 11. Padrões de drenagens do baixo curso do rio Coreaú e MDE interpolado com imagem LANDSAT ETM+ 2009. Exagero vertical 0.350.

Mediante o cenário existente em área semiárida do baixo Coreaú, a alimentação de suas águas superficiais é proveniente em sua grande maioria das drenagens localizadas na Ibiapaba fazendo com que fora de seus domínios a chuva seja seu maior atributo para manutenção dos fluxos. No entanto, esta propriedade, por estar disposta em terrenos do embasamento cristalino em seu alto, médio e baixo curso, pode representar maior escoamento superficial do que boa capacidade de infiltração.

A respeito da alimentação de águas subterrâneas, Souza (2000) ressalta ser de origem pluvial direta ou por intermédio dos rios, que em função da porosidade e permeabilidade reduzida do embasamento cristalino torna a infiltração reduzida. Isso faz com que percole somente em pontos que sejam fissurados, ou que em parte, a água alimente os aquíferos dependente das variações faciológicas dos solos.

Através disso percebe-se que a água, ao escoar sobre terrenos infiltráveis do sertão oriental, possibilitou a alimentação dos rios e a configuração dos talwegues da área que, de acordo com Nascimento (2011), apresentam em grande parte gradientes pouco inclinados e perfis transversais com vertentes planas ou ligeiramente côncavas. Nas porções pré-litorâneas a drenagem tem canais paralelos nos tabuleiros - com declínio discreto demandando os níveis de base.

Os perfis topográficos gerados abaixo (Mapa 12) permitiram melhor compreender o que de fato foi introduzido, bem como possibilitaram uma visualização generalizada acerca do ordenamento das drenagens.

O perfil A'-B' com sentido de leste para oeste estendeu-se por 16,51km entre os divisores de águas que representaram proximidade com o exutório do rio Coreaú. Neste perfil observamos que (A) na direção leste possui um relevo tabuliforme com leve rampeamento nas áreas mais à sua direita, com altura de aproximadamente trinta metros devida à altura das árvores presentes no sistema manguezal. Em sua porção oeste (B) visualizam-se também as características de terrenos de tabuleiro, no entanto mais baixas, pois aí se encontra a sede municipal de Camocim. Em seguida encontra-se o canal da lagoa do Lago seco. Entre estes dois pontos o

grande canal do rio Coreaú é logo visualizado por ser bastante extenso, o que caracteriza a tendência de alargamento dos leitos fluviais em seu baixo curso.

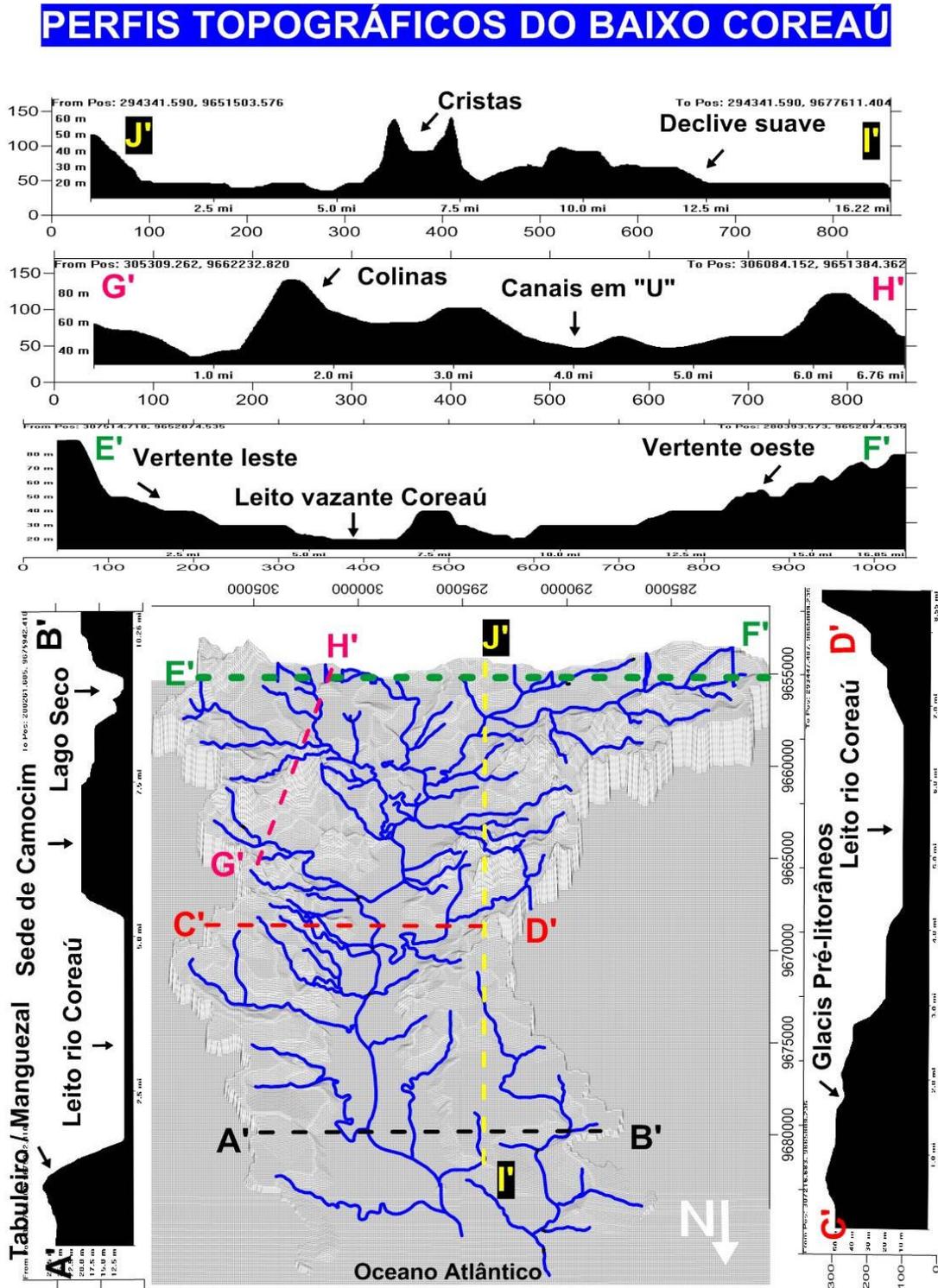
O perfil C' e D', que possuiu a mesma orientação dos pontos passados, apresentou em linhas gerais menor largura das margens do rio, área com leitos maiores em ambas, a lateral e um crescimento topográfico relacionado à vegetação de manguezal ainda presente. Por conseguinte, os pontos mais altos são referentes aos divisores de águas.

Em seguida a última linha E' e F' de perfil leste/oeste, em que (E) demonstrou o relevo representado em colinas de relativa altitude, cerca de 100 m de altura, onde em níveis mais baixos apontam um setor pediplanado que sofre com a ação direta do leito do rio e das chuvas. Logo se observa também a presença de diques marginais não tão expressivos, com um leito menor influenciado diretamente pelas cheias ocorrentes, desde aí alcançados dada a insignificância batimétrica do leito vazante. A seguir são vistas colinas que ganham expressão com relação ao afastamento do leito do rio, fazendo com que as vertentes sejam trabalhadas por rios de primeira, segunda e terceira ordens, apresentando fundos de vales côncavos.

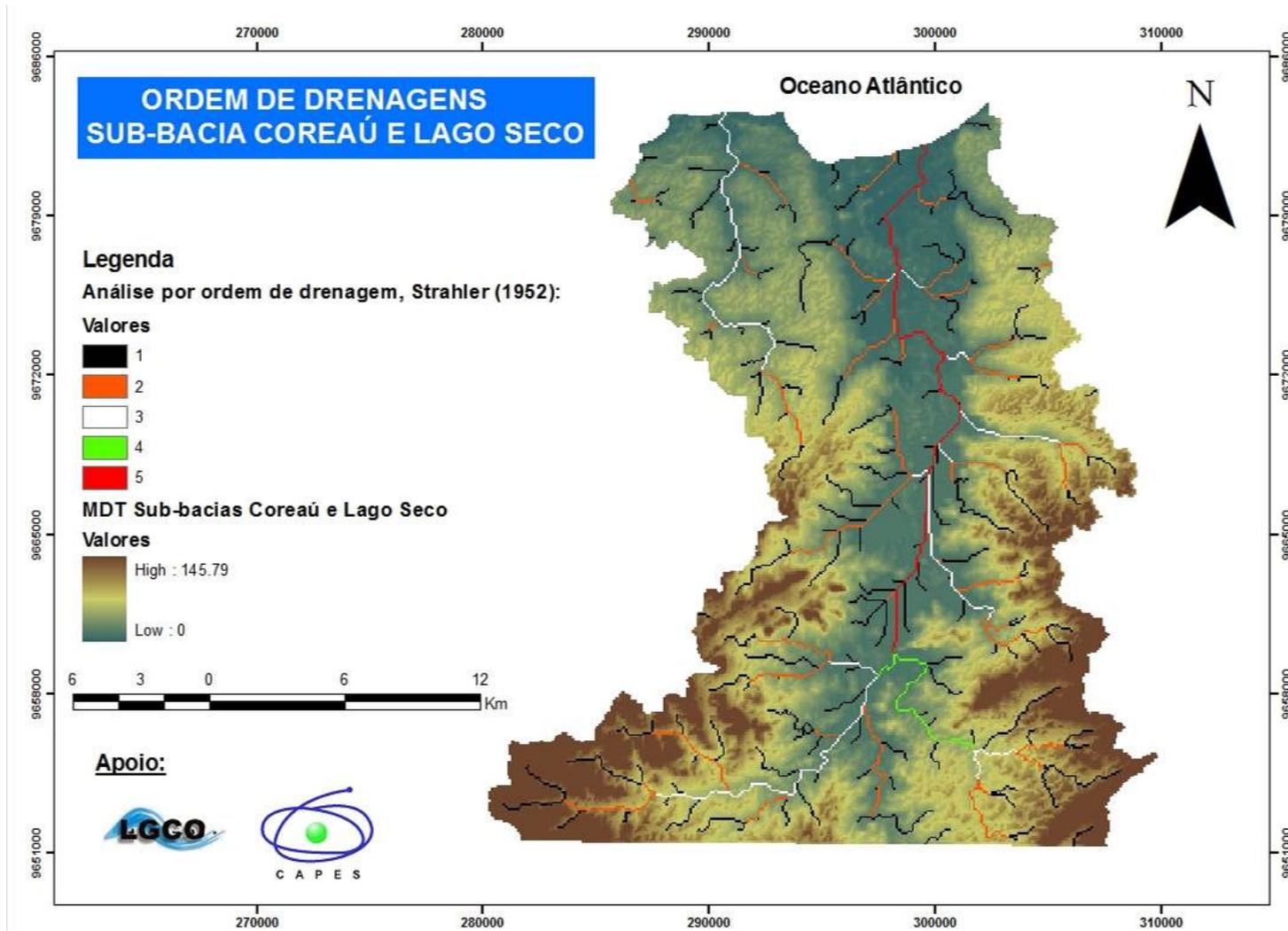
No perfil G' e H', disposto de nordeste para sudoeste, exaltou-se a partir do ponto (G) a mudança topográfica quando este parte de um ponto mais baixo sulcado por rios, passando logo em seguida a ter uma paisagem retrabalhada por ação intempérica (H), onde cristas e colinas fazem parte deste cenário com média de 60 a 100 m de altura.

Por fim, a perfilagem I' e J' de disposição sul para norte apresentou uma variedade de cenários que retratam perfeitamente as características dos domínios cristalinos e sedimentares. Ao começar o perfil pelo ponto (I) pode-se perceber que há a presença de colinas, cristas e áreas mais rebaixadas, as quais marcam o cenário da área de estudo em sua porção localizada mais a sul. Já mais a norte a cobertura passa a ser de domínio sedimentar onde o relevo trabalhado são os depósitos pré-litorâneos sulcados por rios e riachos apresentando leve caimento em direção ao litoral tendo, por fim, as áreas litorâneas mais planas.

A seguir observa-se que a hierarquia das drenagens é adensada perante sua ordem de grandeza (MAPA 13).



MAPA 12. Perfis topográficos e interpolação de variáveis como hidrologia e altimetria.



MAPA 13. Ordem das drenagens de acordo com a metodologia de Strahler. 1957, adicionado de efeito de sombreamento.

A rede de drenagem da sub-bacia do rio Coreau, possui um comprimento total de 453.929 quilômetros conforme a (Tabela 03) criada abaixo. Em termos gerais ela se apresenta composta de 81 canais que representam uma rede tributária de primeira ordem. Estes juntos somam 266.666 km dentro do objeto de estudo.

Em complemento existem 40 canais tributários de segunda ordem, os quais surgem da confluência de dois rios de primeira ordem, totalizando 97.620 km de extensão. Este curso passa a adquirir maior capacidade de erosão e transporte sedimentar ao longo de seus leitos.

Ao mesmo tempo são encontrados na localidade 14 canais de terceira ordem que ao serem somados totalizam 53.838 km de terrenos drenados formados a partir da união de canais de segunda ordem, podendo ser considerados como tributários com maior poder de erosão e vazão que os de menor ordenamento já descritos.

Já os canais que formam a drenagem de quarta e quinta ordem geram respectivamente 3 drenos, sendo 2 de quarta ordem e um de quinta ordem com 9.104 km para o primeiro e 26.701 para o último citado. No entanto, o canal de quinta ordem surge da confluência de dois canais de quarta ordem, formando neste caso a sub-bacia do rio Coreau em sua disposição mais baixa, com características de deposição sedimentar mais fina que a montante, devido à menor vazão fluvial.

Ordem das drenagens	Nº de canais	Comprimento total de canais em (km)
1º	81	266.666
2º	40	97.620
3º	14	53.838
4º	2	9.104
5º	1	26.701
Total	138	453.929

Tabela 03. Ordem número e comprimento de canais.

Todos estes tributários acabam por se enquadrar no que Moreira *apud* Souza (1981) assinalou, pelo fato de sua procedência advir de áreas com altos índices de

precipitação e por causa de sua pequena configuração espacial que acaba por configurar cursos fluviais com regimes de torrencialidade exagerada.

É ainda válido ressaltar que a partir desse modelo gerado pode-se reafirmar o que Souza (1981) se referiu, através da presença de pequenas sub-bacias que fazem parte da bacia hidrográfica do Coreaú e que as quais possuem maiores significados e dimensões nas margens esquerdas desta, pois representam as drenagens formadas no planalto da Ibiapaba. Pode-se observar com isso uma sequência de lagoas litorâneas (Lago Seco, Lagoa das Tierre, Lagoa do Boqueirão, Lagoa do Isidoro etc.) drenadas por estes cursos d'água, que acabam compondo o espaço natural disposto entre o rio Coreaú e o rio Timonha.

7.1 Compreensão evolutiva do canal do estuário do rio Coreaú

Baseado em Morais (1996) os estuários atuais são feições resultantes da transgressão holocênica que afogou vales fluviais. Estes se caracterizam por encontrar o mar por um só canal e por ser geologicamente diferenciado pelos seus aspectos sedimentológicos e hidrológicos.

Assim se caracteriza o rio Coreaú baseado nos estudos desenvolvidos por Pitombeira (1976), que descreveu o processo de migração de sua embocadura devido ao transporte litorâneo de sedimentos, o que veio a gerar a atual conformação da região estuarina. Seu leito também veio apresentando migrações, sendo esta divagação responsável pela formação da grande bacia de sedimentação e alagação que corresponde, atualmente, ao seu estuário. As embocaduras dos rios do litoral de acordo com Morais (2000) possuem tendência a migrar para noroeste empurrado claramente pela corrente de deriva litorânea.

Morais (2000) destacou que a vazão destes rios age como um espigão hidráulico, já que este apresenta tendência de acumulação de sedimentos arenosos na margem direita de suas desembocaduras, fazendo praia progradar contiguamente e retrabalhar os sedimentos em direção à pós-praia, gerando a

formação de bermas, ante-dunas e dunas. Já a jusante, normalmente confere-se os processos erosivos.

Cavalcante & Cunha (2011) retrataram através de suas pesquisas uma das características mais marcantes dos rios de áreas semiáridas que são as grandes variações de descarga que estes apresentam em curtos espaços de tempo, o que lhes confere grande mobilidade de forma de leito.

Esta mobilidade com relação ao leito e estuário, de acordo com Pitombeira (1976), relata épocas passadas cenários de meandramentos e divagações, que assumiram variações em seu posicionamento e com o passar do tempo foi gerada a área baixa de terrenos aluvionais. O que se deu a partir do meandramento acentuado e elevada sedimentação em área estuarina, se deve à mudança do padrão de declividade relacionada a seu médio curso de natureza íngreme devido ao perfil longitudinal de seus afluentes.

Esses tipos de características configuram para António *et al* (1997) estuários dispostos em planícies costeiras ou aluvionares – formados por ramificação gradual de sistemas fluviais, gerando como um todo cursos compridos e estreitos.

Pode-se afirmar que, do Holoceno para os dias atuais, o rio Coreaú atingiu certa estabilidade geofisiográfica, pois conforme Pitombeira (1976) a desembocadura migrou de sua posição primitiva que se dispunha a leste, até chegar a sua atual configuração. Ao deslocar-se para oeste da sua posição original sua embocadura passou a assumir novos posicionamentos a cada momento. Sua ponta a barlamar avançava seguindo a direção da corrente de deriva litorânea, configurando o atual panorama de restinga arenosa sedimentada. Esta sedimentação possibilitou a separação da área de alagamento do estuário (manguezal), do local com mar aberto. A foz ao se deparar a oeste com afloramentos rochosos resistentes à erosão não encontrou mais condições para migrar para outras áreas, fazendo com que hoje uma das extremidades da embocadura chamada Ilha do Amor, tenha estabilidade quanto a sua morfodinâmica.

Pitombeira (1976) apresentou em seus estudos todo o processo de meandramento e divagação do leito fluvial que se deu perante o deslocamento

progressivo de seu exutório, ocorrendo fases de progressivas descargas diretas ao mar sem a ocorrência de represamento. No entanto, este também remeteu a uma tentativa de criação de um cenário a partir de uma possível mudança da desembocadura, onde qualquer tentativa de avanço para além do pontal arenoso resultará em duas hipóteses: rápida fixação as margens da restinga arenosa já fixa, ou varredura imediata na tentativa natural deposição de materiais sedimentares na embocadura por competência da vazão fluvial ao largo.

Para Graf (1988) *apud* Cavalcante & Cunha (2011) que observa o contexto relacionado ao barramento de cursos d'água, as barragens estão entre os impactos diretos mais significativos, dadas às próprias variáveis naturais que já estão embutidas. É de total ciência que as barragens controlam as descargas líquidas e sólidas, padronizando as vazões no processo hidrológico e suspendendo a carga sólida no processo sedimentológico, gerando significativas mudanças tanto à montante quanto à jusante (MACKIN, 1948; LEOPOLD et al 1964; GRAF, 1988; CUNHA, 1995; KNIGHTON, 1998; CARVALHO, 2008) *apud* Cavalcante & Cunha (2011) . Pode ser gerado com isso um novo panorama com relação ao baixo curso do rio Coreaú e como consequência uma reconfiguração do sistema estuarino.

Em uma análise que se baseou na literatura anteriormente citada, pode-se inferir através do (Mapa 14) que determinados pontos de controle evidenciaram tanto a evolução da planície flúvio-marinha do Coreaú, como os processos de sedimentação decorrentes.

Verifica-se que mediante a atuação da corrente longitudinal houve a tendência de migração da foz do rio Coreaú sempre do sentido leste para oeste, mas que a antiga desembocadura ainda permanece preservada. O total deslocado do antigo posicionamento para onde se encontra a atual embocadura mede 5.913 km de distância, desenvolvendo-se ao longo da área formada campo de dunas móveis, planícies de inundações, manguezais e outros sistemas.

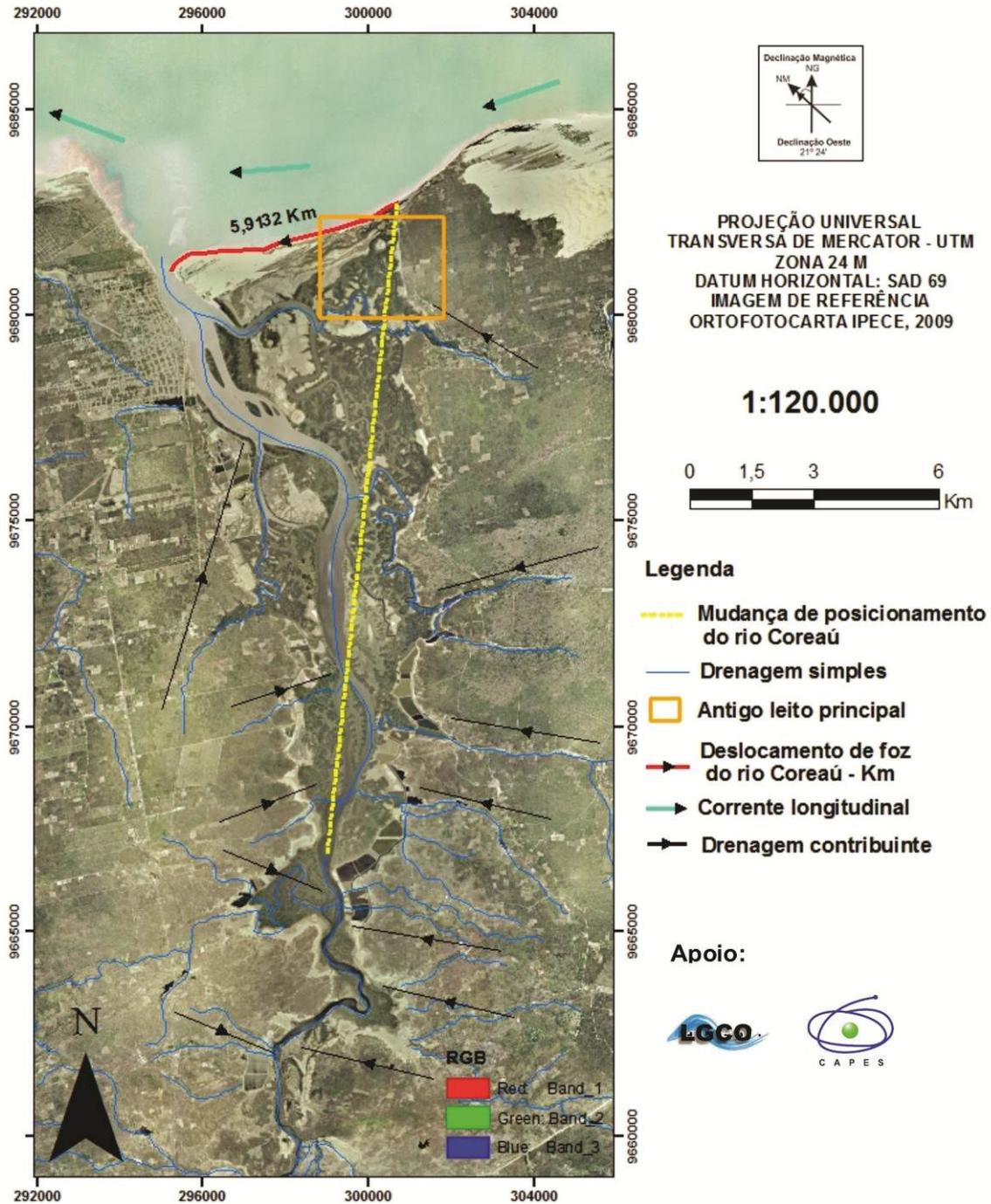
Afirma-se que, através da disposição dos compartimentos ambientais localizados ao longo de suas margens, este rio é encaixado entre glaciais pré-litorâneos, e a mudança de posicionamento do leito do rio se deu por causa da

sedimentação presente nos vários períodos de transgressão marinha, quando foram sendo afogados tanto o rio como as lagoas costeiras, potencializando a confluência de sedimentos para dentro do sistema, ocasionando retenção sedimentar no encontro dos rios de menor ordem com o coletor principal.

Essa sedimentação interna fez com que o rio passasse a meandrar e a criar ilhas fluviais devido ao grande fluxo de sedimentos advindos do continente. Por estas razões houve perda de profundidade por parte do canal fluvial e os materiais presentes nos fluxos passaram a se acumular e a criar condições para serem vegetadas e se tornarem permanentes.

Este tipo de configuração gerou internamente canais sinuosos que se expandiram e delinearão caminhos por onde o fluxo se concentrava confluindo com vários outros braços do rio, se juntando todos novamente ao leito principal. Fato contrário se dá com relação ao antigo canal que ainda preserva o traçado anterior, o qual ainda se mantém em constante contato com mar.

MAPA ANALÍTICO/ EVOLUTIVO DO RIO COREAÚ



Mapa 14. Identificação de elementos contribuintes para a atual configuração do rio Coreaú entre Camocim e Granja.

8 SISTEMAS INTERATIVOS, CONFIGURAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM ESTUARINA E DA PLATAFORMA CONTINENTAL

Para que se obtivesse êxito na reconstrução dos cenários existentes da planície costeira e oceânica adjacentes ao rio Coreaú e, por conseguinte, uma perspectiva evolucionar local, foi necessário adquirir uma vasta literatura considerada base das ciências da terra, através do resgate geohistórico dos períodos regressivos e transgressivos marinhos, e estudos baseados em modelos de reconstituições ambientais para que os mesmos fossem os pilares de um dos principais objetivos, que foi de criar um panorama evolutivo paleogeográfico dos ambientes do baixo Coreaú e seus mecanismos.

Em prol do entendimento evolucionar local foi adotado um meio prático de identificação litoestratigráfica relativo aos municípios de Camocim e Granja por intermédio da existência de poços tubulares instalados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil que, em sua maioria, foram construídos entre as décadas de 70 e 80. A compreensão da magnitude espacial dos tipos de rochas e profundidade facilitou o entendimento das disposições em camadas, bem como a identificação das escalas geológicas para cada setor destacado. Tomou-se como base o mapa geológico do estado do Ceará confeccionado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil da Folha Fortaleza – AS. 24 do ano de 2004 para associação do tempo geológico de cada uma.

Foram observados que dos 152 poços perfurados somente 15 poços possuíam descrição litoestratigráficas e que somente estes ajudariam a criar um ordenamento com relação às estruturas que indicassem linearidade e limite de camadas. Assim, todos os locais mencionados abaixo na (Tabela 04) contribuíram com todos os requisitos necessários para a espacialização das camadas depositadas e suas ordens.

Do total mencionado, onze poços se localizavam no município de Camocim e apenas quatro em Granja. Verificou-se diante destes a possibilidade de

reconhecimento de cada compartimento presente na planície costeira de Camocim, através de perfis que comprovam a presença de paleodunas, dunas fixas e móveis, planícies aluviais, compartimentos da Formação Barreiras e Camocim, dentre outros presentes na (Figura 15). Já para a segunda localidade observou-se um mosaico bem menor de compartimentos, se fazendo presentes somente as áreas condizentes às planícies flúvio-marinha e aluvial do rio Coreaú, depósitos pré-litorâneos e de rochas do embasamento cristalino. Dentre estas remediações é vista uma gama de litologias.

Devido à grande abrangência espacial dos poços, foi elaborado um (MAPA 15) com posicionamento de cada um, estando destacadas de amarelo as tubulações que apresentaram relatos completos das estruturas existentes dentro da área estudada.

Com base nas 13 tubulações representadas por ficha técnica completa foi representada a distribuição espacial destas e das camadas de superfície e sub-superfície para a área delimitada em continente. Já com base nos dados da GEBCO – CPRM estipulou-se a configuração em plataforma continental para que se gerasse uma projeção visual do rio Coreaú e que inferisse o atual panorama geomorfológico como resultado de processos evolutivos ambientais, o que será relatado a seguir.

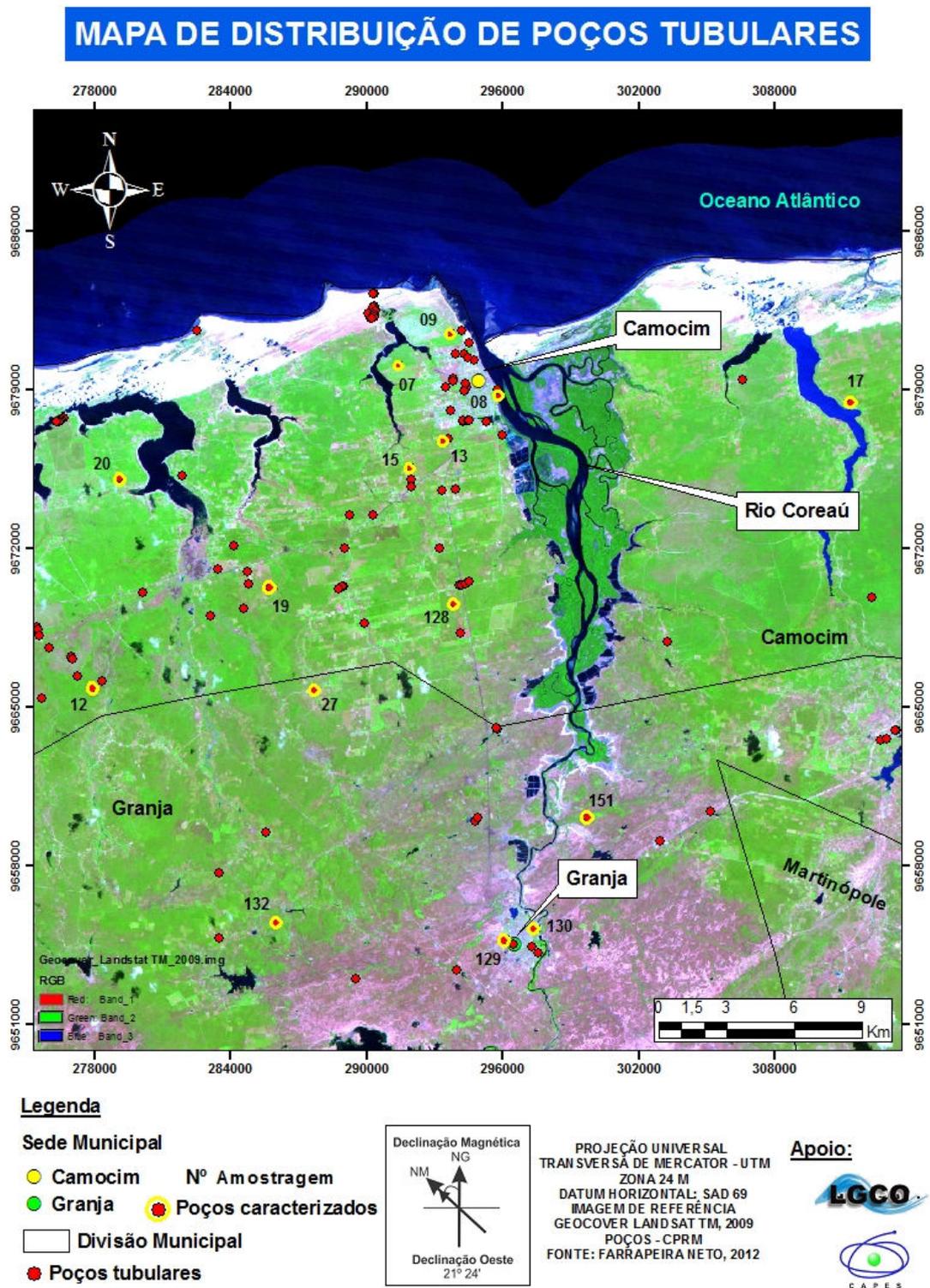
Em linhas gerais, pode-se observar que os perfis abaixo dispostos entre as letras a) a l) apresentam na área depósitos sedimentares de várias naturezas, se destacando os furos de letras d), f), h) e k) que, em proporções mais distantes da superfície, expõem calcários e rochas cristalinas de composição não relatada, mas que neste contexto comprovam a dimensão da área que serviu e serve ainda de depósito para o retrabalho dos glaciais pré-litorâneos em seus mais variados mecanismos. Isso comprova a literatura de Souza (1981) que, ao mencionar a formação de uma planície sertaneja velha em áreas adjacentes perante os processos de pediplanação, acabou por gerar esse compartimento em zona intermediária a esta e ao mar.

Com relação aos pontos l) e m) há o predomínio de rochas cristalinas compostas principalmente por gnaisses, mas onde há também a exposição de uma

camada sedimentar, nesta última devido à deposição aluvionar perante a presença da planície fluvial do rio Coreau.

MUNICÍPIO	LOCALIDADE	POÇO Nº	PROFUNDIDADE (m)	PROPRIETÁRIO	PERFURADOR	ANO
CAMOCIM	<i>Pau D'olho</i>	07	20	-	DNOCS	30/06/1976
CAMOCIM	<i>Sítio Ambrolândia</i>	08	30	Ambrosina Felise	SOEC DPT. MINAS	25/07/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Boa Vista</i>	09	30	José Edilson Lima	SOEC DPT. MINAS	28/07/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Boa Esperança I</i>	12	60	SUDENE	CONESP	-
CAMOCIM	<i>Fazenda Jozan I</i>	13	48	Fco. Oliveira da Silva	SOEC DPT. MINAS	05/06/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Flamengo</i>	15	51	Alfredo Verão	SOEC DPT. MINAS	25/08/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Santa Terezinha</i>	17	36	Benito Tavares	SOEC DPT. MINAS	21/07/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Jatobá</i>	19	52	Flavio Parente	SOEC DPT. MINAS	22/04/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Baixa Grande</i>	20	66	Nilson Tahin Pinheiro	SOEC DPT. MINAS	25/04/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Jozan II</i>	27	60	Fco. Oliveira da Silva	SOEC DPT. MINAS	20/04/1982
CAMOCIM	<i>Fazenda Omarico</i>	128	60	-	SOEC DPT. MINAS	11/01/1982
GRANJA	<i>Bairro da CE – 07</i>	129	78	Governo do Estado do Ceará	SOEC DPT. MINAS	21/01/1982
GRANJA	<i>Casa de força D/SAAE</i>	130	63	Governo do Estado do Ceará	SOEC DPT. MINAS	05/02/1982
GRANJA	<i>B. S. Francisco</i>	132	60	Governo do Estado do Ceará	SOEC DPT. MINAS	05/02/1982
GRANJA	<i>Canto Salgado</i>	151	31	SOHIDRA	SOHIDRA	05/01/2005

Tabela 04. Tabela com as especificações detalhadas de cada poço tubular nos municípios de Camocim e Granja. **Fonte:** CPRM, 2004.



Mapa 15. Mapa com a distribuição de poços tubulares monitorados pela CPRM na área dos municípios de Camocim e Granja.

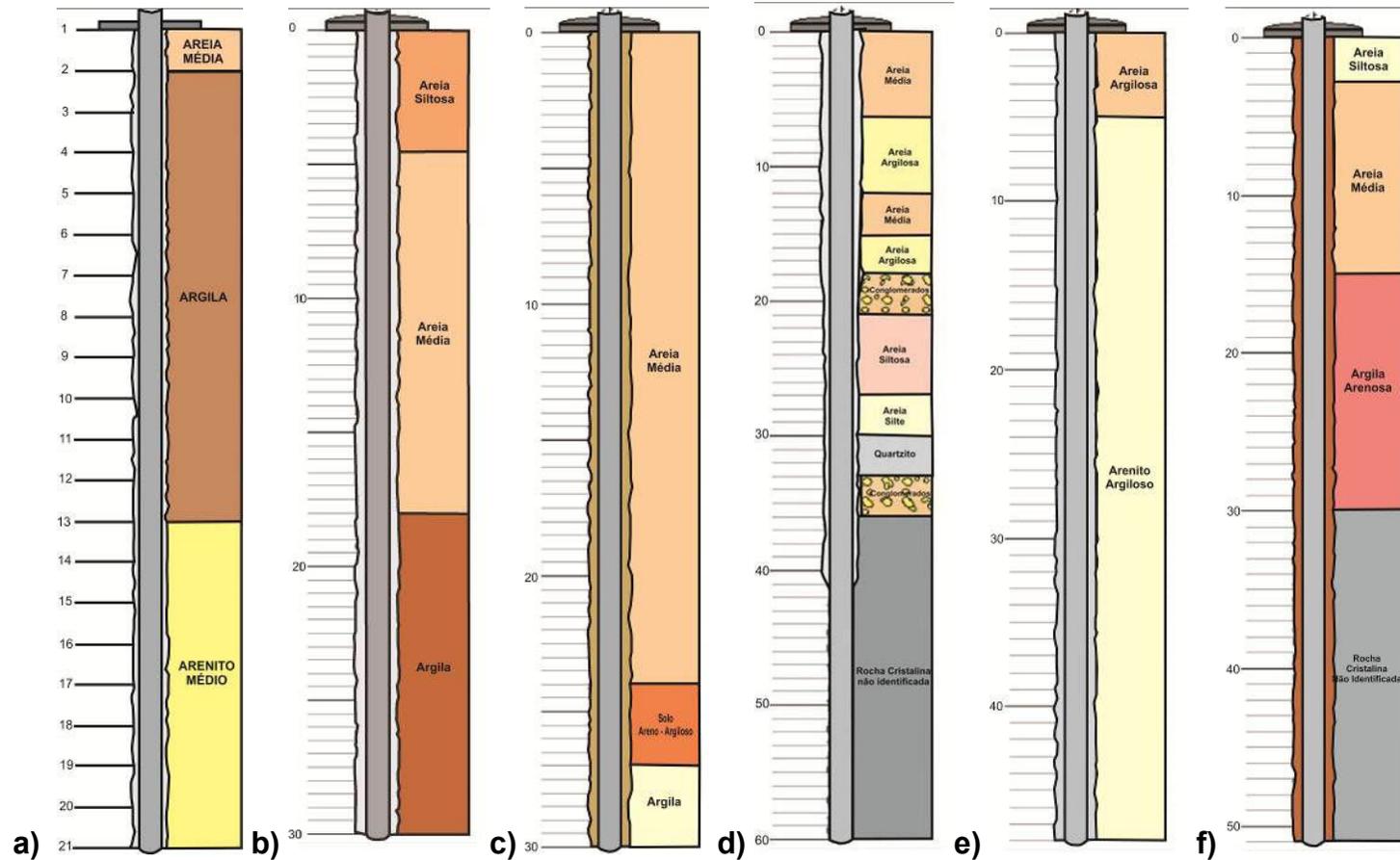


Figura 15. Perfis litoestratigráficos dos poços tubulares dispostos nos municípios de Camocim e Granja. Sequência vista no mapa: a) 07; b) 08; c) 09; d) 12; e) 13; f) 15. **Fonte:** CPRM, 2004.

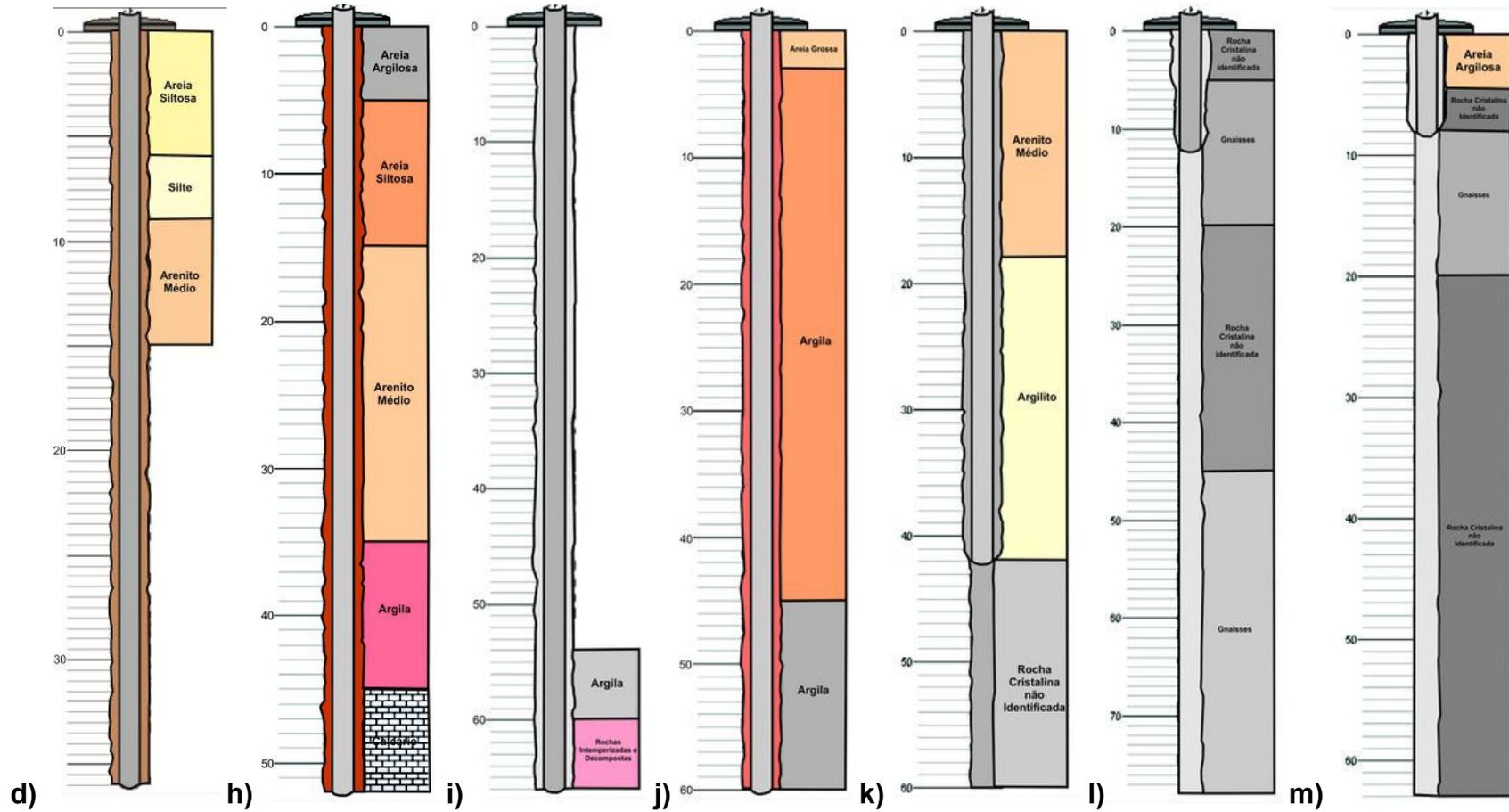


Figura 15. Perfis litoestratigráficos dos poços tubulares dispostos nos municípios de Camocim e Granja. Sequência: g) 17; h) 19; i) 20; j) 27; k) 128; l) 129; m) 130. **Fonte:** CPRM, 2004.

A partir da base de apoio criada, podem-se desenvolver os tópicos que irão tratar dos principais estágios de elaboração da planície costeira de Camocim, de sua plataforma continental e de seus respectivos sistemas naturais.

No esboço do modelo de evolução paleogeográfica do Coreau compreende-se que determinados processos naturais atuaram de maneira sazonal entre o período Terciário Superior e o Quaternário Holocênico. Conforme Martin *et al.*, 1987a *apud* Suguio (2003), as flutuações dos níveis relativos do mar e o transporte longitudinal de sedimentos agregados às mudanças de ordem paleoclimática, foram os fatores cruciais para a realização de tal configuração natural. Ele construiu um modelo evolutivo válido até hoje para as regiões entre Recife – PE e Macaé – RJ devido à presença marcante de tabuleiros pré-litorâneos da Formação Barreiras situados entre as planícies costeiras quaternárias e terrenos pré-cambrianos compostos por rochas cristalinas.

Mediante o desenvolvimento dessas modelagens, observou-se que para a costa cearense esse esboço não se adequaria por completo diante das particularidades locais, fatores relevantes por esta estar situada em baixa latitude, Assim sendo, tais pesquisadores analisaram tal localidade com base nos critérios que fossem aplicados como de natureza local. Sob esta perspectiva Irion *et al.*, (2012), Morais (2000), Meireles *et al.*, (2005), adotaram os meios adequados para buscar o entendimento da dinâmica local e os resultados evolutivos expressos em seus ambientes para com a área do extremo litoral oeste do estado do Ceará, onde se localiza a planície litorânea de Camocim, atestando diante disso a divisão evolutiva em cinco estágios, ao invés dos oito propostos por outros pesquisadores de outras localidades.

Diante deste panorama de compreensão dos estágios evolutivos naturais, se faz importante também entender como se formou o arcabouço tectônico da localidade (Silva Filho (2007) disserta com propriedade a respeito de sua gênese). De acordo com Matos (2000) *apud* Silva Filho (2007) a margem equatorial em sua porção oriental teve origem no processo de estiramento crustal influenciado por movimentos laterais em fase retratada como sin-transformante no período Albiano e Eocenomaniano. Com isso, acabaram por se formar as bacias presentes no estado

do Ceará, onde a bacia do Ceará foi gerada, sendo a sub-bacia do Piauí-Camocim imersa a essa processo de criação.

Na área em apreço sua parte *offshore*, inserida no Domínio Noroeste do Ceará, existe uma falha presente na borda da Bacia do Ceará (sub-bacia Piauí-Camocim), onde há marcas de anomalias positivas - Alto do Ceará (material cristal mais profundo) - e negativas (preenchimento sedimentar). As anomalias negativas se dispõem com eixo de E-W, interrompidas a leste por uma anomalia pontual positiva que remete à continuação do Lineamento Transbrasiliano, o que significa que este conjunto de anomalias, de acordo com Silva Filho (2007), são descontinuidades do relevo disposto acima que em parte se encontram paralelas ao *trend* das isolinhas da gravimetria presente no local. Isto expressa o tipo de configuração geotectônica presente no local, o que proporcionou de várias formas a criação de cenários originados por diversos tipos de mecanismos que perpassam a escala geológica adotada por esta dissertação.

A. Estágio de Evolução I (18 a 22 M.A):

No período que se refere ao Plioceno superior detalhado por Souza (1981), vigorou em toda a área estada condições climáticas úmidas causando profundas alterações nas rochas, motivadas sobretudo pela ação do intemperismo químico.

De acordo com Suguio (2003), este resultado se deu através da formação de um grande manto intempérico composto principalmente por regolitos, onde com o passar do tempo o clima foi se tornando cada vez mais seco, provavelmente até semi-árido, o que devido às chuvas torrenciais, pouco frequentes e mal distribuídas, provocou erradicação de grande parte da cobertura vegetal, ficando todo o solo exposto à erosão. Devido a esta mudança de clima houve alargamento dos pedimentos, transporte por movimentos gravitacionais, sendo este material primeiramente depositado nos sopés das montanhas na forma de leques aluviais

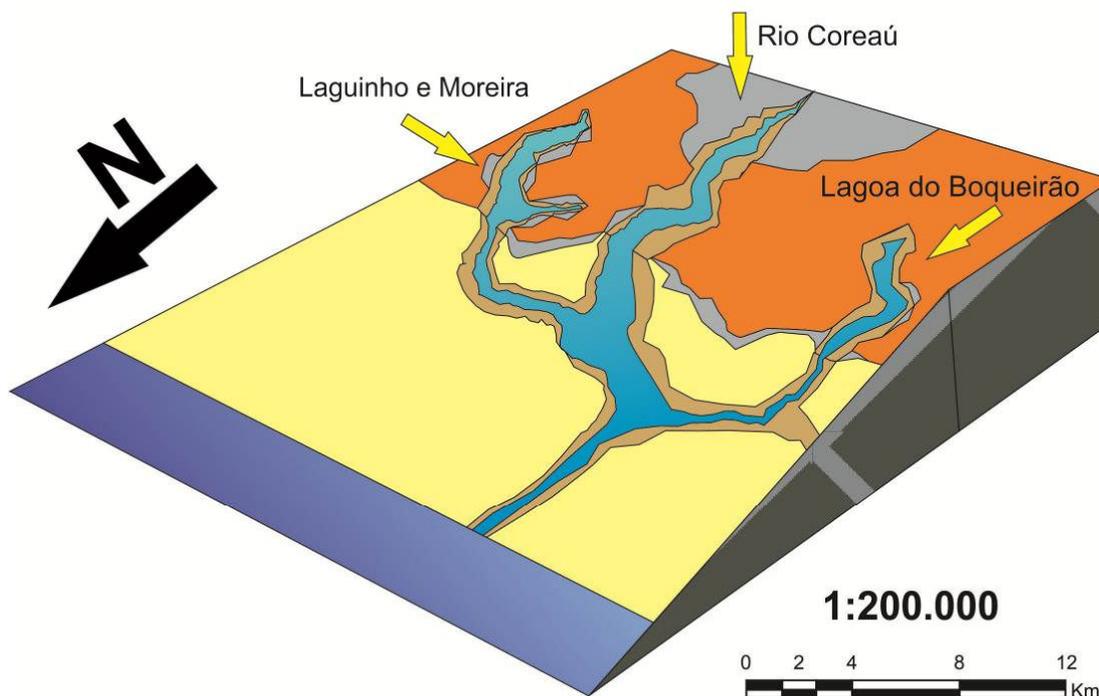
coalescentes e sequencialmente sedimentados na faixa pré-litorânea na forma hoje denominada como sedimentos do Grupo Barreiras.

Para Bigarella & Andrade (1964) *apud* Suguio (2003), neste período o nível relativo do mar encontrava-se muito mais baixo do que o atual, permitindo que parte da plataforma continental fosse coberta por estes depósitos advindos do continente.

O cenário construído durante o Plioceno superior (Figura 16) se configurou em uma planície litorânea com a presença de rochas do embasamento cristalino, fazendo limite com a plataforma continental interna atual estando sobreposta por glaciais de acumulação pré-litorâneos que fixados ganharam imponência espacial a partir deste período, o que levaria posteriormente a serem sulcados em níveis de mar mais altos.

Esta época, como as demais, constituíram etapas com características marcantes para o desenvolvimento do período Quaternário, de acordo com Meireles *et al.*, (2005), pois foi a partir dela que foram herdadas as condições naturais que favoreceram o aparecimento do ser humano.

Estágio evolutivo I: 22 a 18 M.A.



Legendas

- Embasamento cristalino
- Formação Barreiras
- Planícies fluviais e lacustres
- Planícies aluviais
- Plataforma continental
- Nível relativo do mar

Apoio:



Figura 16. Modelo de evolução costeira da planície costeira do Coreaú em nível de regressão marinha muito baixa.

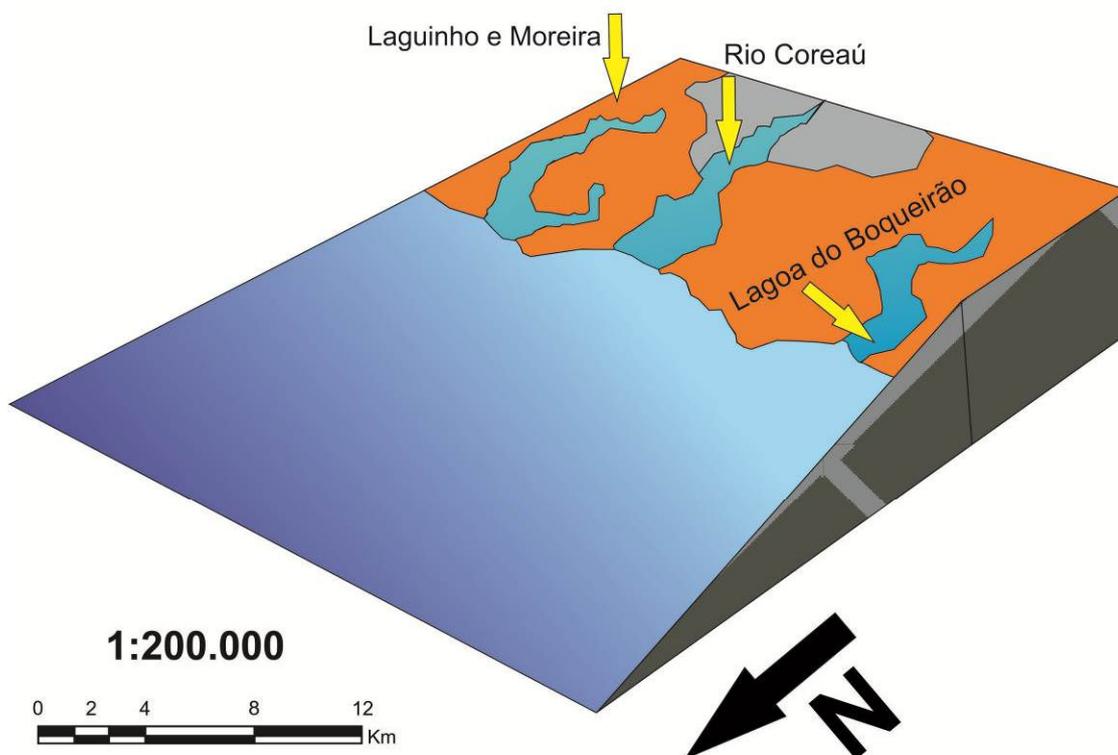
B. Estágio de evolução II (+/- 120.000 A.P)

Esta fase é denominada como Penúltima Transgressão que se sucedeu acerca de 123.000 A.P., de acordo com Martin *et al.*, 1987a, na qual o nível relativo do mar estava acerca de 8 +/- 2 metros acima do nível de base atual. Durante este episódio os sedimentos advindos do continente foram depositados e posteriormente erodidos. Para Martin *et al.*, 1983, alguns testemunhos destes leques aluviais permaneceram de forma isolada, sendo em muitas vezes encontrados no sopé da Formação Barreiras (Figura 17).

Em sequência o mar ainda retrabalhou as linhas de falésias sedimentadas por outros períodos de transgressão marinha. Ainda assim, rios e seus baixos cursos foram sendo afogados transformando-os em estuários e lagunas costeiras e potencializando conseqüentemente a formação de cadeias biológicas que foram resultando em explosão de biodiversidade.

No litoral cearense, terraços marinhos pleistocênicos referentes à este segundo nível mais alto do mar foram encontrados e Meireles *et al.*, (2005) tomou como um de seus exemplos a planície costeira de Camocim, onde os depósitos de areias marinhas pleistocênicas evidenciam contatos erosivos e gradacionais com presença de sedimentos transicionais e da Formação Barreiras.

Estágio evolutivo II: 120.000 A.P.



Legendas

- Embasamento cristalino
- Formação Barreiras
- Planícies fluviais e lacustres
- Nível relativo do mar

Apoio:



Figura 17. Planície costeira do Coreaú em nível de mar relativo transgressivo no período de 120.000 A.P.

C. Estágio de evolução III (+/- 123.000 A.P.)

Martin *et al.* (1987a) demonstrou em estudos que neste estágio de evolução houve a construção de terraços marinhos pleistocênicos diante de uma nova fase regressiva, criando extensas planícies costeiras. Para Martin *et al.*, 1983 tudo passou a ser formado a partir da linha da falésia existente e dos leques aluviais coalescentes e remanescentes, sendo criada em tal ocasião uma rede de drenagem sobre os ambientes.

Durante essa descensão marinha a plataforma continental ficou boa parte exposta, o que estabeleceu um sistema hidrográfico competente que acabou por erodir terraços marinhos em construção, muito embora a superfície herdada possuísse características de sedimentação preservadas nas áreas de interflúvios.

Foi a esse cenário que Morais (2000) se referiu como o momento de transição dentro do Cenozóico, saindo do Pleistoceno Superior e entrando no Holocênico. A transição foi marcada por acontecimentos advindos de fase anterior e por ter sido representada perante a formação de aluviões fluviais, depósitos marinhos e eólicos intercalados, que em período Holocênico foram configurados por estuários mais bem desenvolvidos, os terraços fluviais atuais, mangues, praias, dunas atuais, plataforma rasa, depósitos flúvio-marinhos e eolianitos.

Para Meireles *et al.*, (2005) todos os exemplos acima aludidos se mostram verídicos, principalmente quando se considera os indicadores paleogeográficos e paleoclimáticos da última fase interglacial existente na planície costeira do estado do Ceará. Estes indicadores remetem a presença de temperaturas mais elevadas e precipitações pluviométricas mais baixas comparadas as de hoje, fato relatado por Martin *et al.* (1982) durante a regressão após o último máximo transgressivo inferido.

Portanto, as condições meteorológicas deste período se mostraram como de característica transicional de clima mais úmido para outro mais seco, proporcionado por baixos índices pluviométricos, ventos de caráter mais forte e insolação mais elevada, resultando em baixos valores de umidade. Diante destas características,

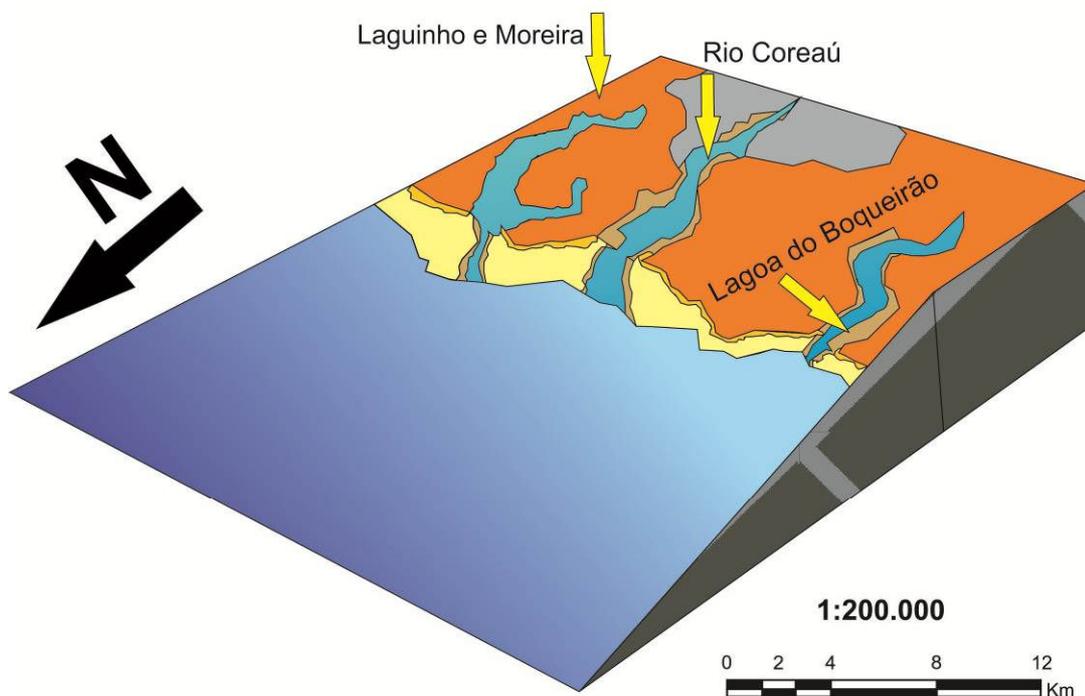
Meireles *et al.*, (2005) justifica que a regressão marinha neste e em outros períodos apresentou comumente mudanças nos padrões climáticos originados pelas variações do nível dos mares e elevada retenção de gelo distribuída por todo o planeta.

Ao longo da consolidação dessas condições climáticas foram definidas importantes evidências com relação às mudanças durante este último máximo glacial para a América do Sul e zonas tropicais, conforme (STUTE *et al.*, 1995; COLINVAUX *et al.*, 1996; BEHLING & LICHTER, 1997; LATRUBESSE & RANCY, 1998) *apud* Meireles *et al.*, (2005), que retratam o esfriamento entre 4° a 5° Celcius do oceano em zona tropical e de 5° a 6° C para a região amazônica, os quais puderam ser relacionados com os conteúdos de CH₄ na atmosfera confirmando a diminuição na evaporação e conseqüentemente nas precipitações regionais. Isso perdurou até 9.000 anos A.P. (tardiglacial) segundo Le Roy Ladurie (1991) *apud* Meireles *et al.*, (2005). Tal diferença de temperatura equiparada com o clima atual se apresentou mais baixa, conforme já exposto.

Entre períodos que datam 55.000, 20.000 e 19.000 anos A.P., as diferenças de temperatura ambiente conforme cita Meireles *et al.*, (2005), poderiam ter sido bem maiores que de episódios regressivos posteriores, tendo provavelmente sido alcançados 10°C, quando comparadas às nossas temperaturas médias atuais.

Perante estas condições expressas, Meireles *et al.*, (2005) menciona que os terraços pleistocênicos não ocorrem de maneira generalizada ao longo do litoral cearense, o que pode estar relacionado à erosão provocada durante a última transgressão, elaborada a seguir na (Figura 18), a qual, durante o processo regressivo subsequente, acabou por dar origem a terraços marinhos holocênicos.

Estágio evolutivo III: 123.000 A.P.



Legendas

- Embasamento cristalino
- Formação Barreiras
- Planícies fluviais e lacustres
- Depósitos pós-Barreiras
- Terraços marinhos Pleistocênicos
- Nível relativo do mar

Apoio:



Figura 18. Evolução costeira do baixo curso do Coreaú em fase marinha regressiva.

D. Estágio de evolução IV (7.000 a 2.000 A.P)

Neste período Martin *et al.*, 1987a buscou explicar o máximo da transgressão marinha já alcançada, a qual chamou de Última Transgressão. Entre os períodos de 6.500 a 7.000 A.P foi verificado o nível de mar que chegou próximo do atual, porém este passou por um momento de máximo alcance com relação ao nível mais atual, em torno de 5.100 A.P. Durante este momento os terraços pleistocênicos foram de total a parcialmente erodidos, tendo em alguns locais, de acordo com Martin *et al.*, 1983, chegado a retrabalhar a Formação Barreiras. A principal modificação ambiental gerada nesta época foi a construção de uma paisagem com sistemas de ilhas, barreiras e lagunas principalmente dispostas nas desembocaduras dos rios. Em relatos, no período de 2.800 e 2.000 A.P ocorreu um esfriamento consequente do período regressivo que atingiu níveis expressivos quando comparados com os anteriores.

Durante o final da Última Transgressão, ou transgressão holocênica (flandriana), a planície costeira Pleistocênica do Ceará, de acordo com Morais (2000), foi parcialmente destruída, afogando a rede de drenagem instalada sobre os terraços Pleistocênicos, favorecido principalmente pela descida acentuada do nível de base anterior, sendo afogada e gerando o aparecimento de vales escavados na Formação Barreiras. Durante esta época houve o afogamento da planície costeira Pleistocênica, a formação de ilhas barreiras, obstrução da drenagem e modificação dos cursos naturais da desembocadura dos rios, córregos e riachos, o que não se aplicou ao rio Coreaú, servindo, portanto, para uma evolução paisagística desses dois últimos (Figura 19).

Por fim, Morais (2000) ainda aluiu que estes ambientes evoluíram perante os processos de sedimentação existentes na plataforma continental que, integrados aos fluxos eólicos procedentes da pós-praia, fluxos de água subterrânea procedentes das dunas e Formação Barreiras, cimentação das cristas por carbonato

de cálcio marinho, passaram a compilar uma base para a atual configuração da zona costeira.

Estágio evolutivo IV:

7.000 A.P. a 2.000 A.P.

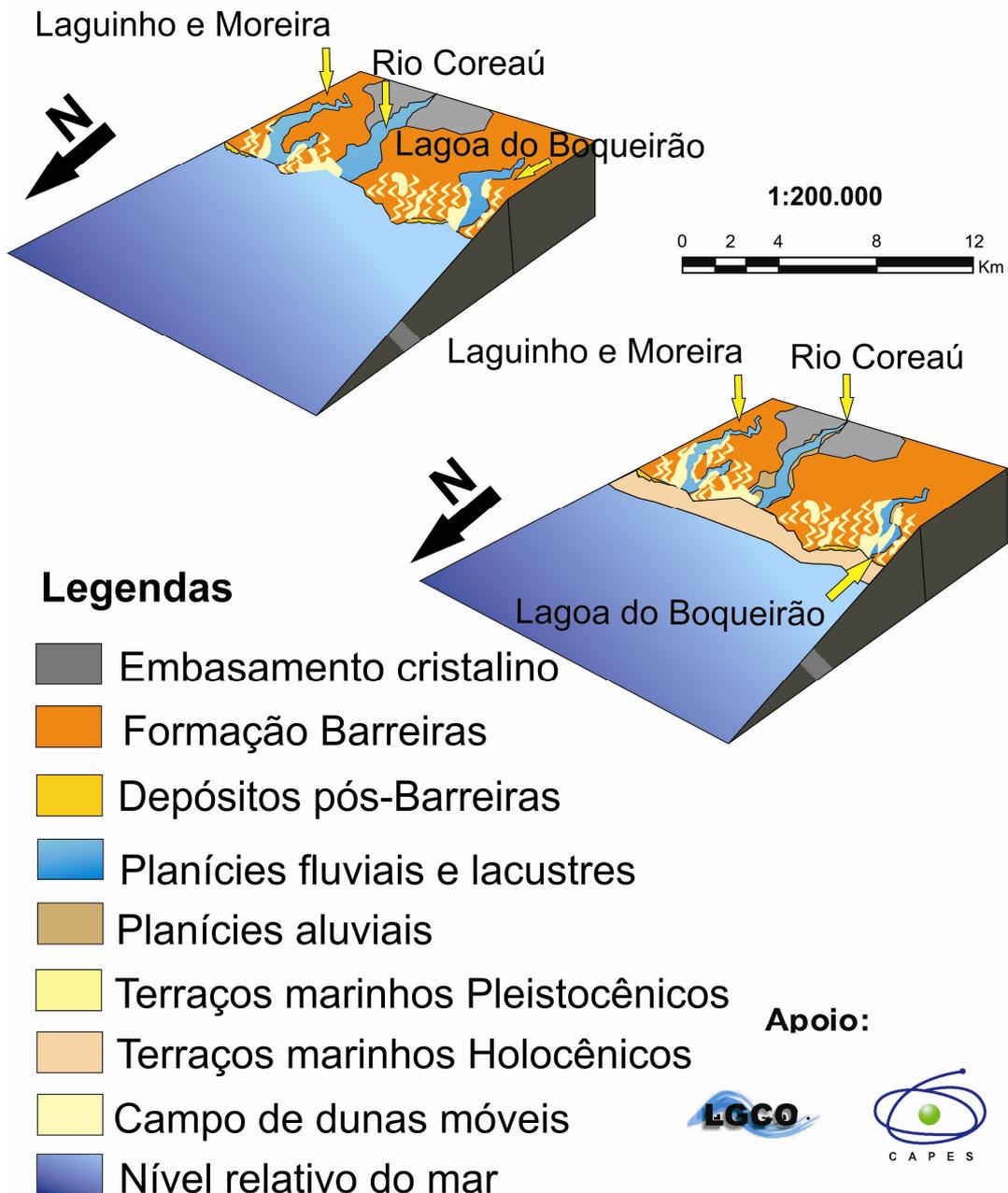


Figura 19. Modelo de evolução costeira da planície costeira do Coreáú.

E. Estágio de Evolução atual V

Devido ao último processo de descensão marinha que se deu de forma gradual e proporcionou a criação de terraços marinhos holocênicos presentes próximos à praia de Maceió com orientação de NE-SO, as lagoas perderam contato com o mar devido à regressão marinha e o avanço do campo de dunas dado à disponibilidade de areia em área de plataforma continental interna, que recentemente foi descoberta por conta dos indicadores climáticos semiáridos, favoráveis a sua remobilização ao longo do processo evolutivo local.

Gerações de dunas mais antigas remobilizadas desde o período da última transgressão marinha passaram a ser fixadas e dissipadas por fatores climáticos específicos e locais como diminuição da força do vento, aumento de umidade e consequente edafização das dunas, as quais hoje muitas se localizam a retaguarda e/ou bordejam os campos de dunas móveis.

Em grande parte dessa área são observados afloramentos da Formação Barreiras e Camocim que representam plataformas de abrasão marinha. De acordo com Meireles *et al.*, (2005), em Camocim se fazem presentes áreas de falésias vivas (sede do municipal) e mortas relacionadas a eventos flutuações do nível do mar, climáticas e tectônicas, vistas ao longo da faixa de praia.

Em meio ao ambiente de falésias Meireles *et al.*, (2005) constatou através dos afloramentos de arenitos de praia (*beachrocks*) ao longo das desembocaduras dos estuários dos rios Coreaú e Aracatiaçu, que estão cobertos por uma camada de corais (antigos arrecifes) que compõem zonas de estirâncio e berma. Estes, em algumas áreas, se dispõem sobre plataforma de abrasão, o que evidencia estágio transgressivo marinho localizado após a linha de formação arenítica. Em episódios de descida posterior, em níveis inferiores ao atual, observa-se que se encontram antigos depósitos de mangue atualmente submersos em locais de mar aberto.

Como um todo, as características desta faixa litorânea se dão por existir uma ampla zona de berma, estirâncios e ante-praias que propiciam a formação de

extensos cordões arenosos a barlamar e a sotamar do rio Coreau, sendo a drenagem e o mar agentes de alimentação e retroalimentação direta por meio da ação das correntes longitudinais e das descargas fluviais.

Diante deste panorama, abaixo foi gerada uma ilustração que menciona cada compartimento ambiental criado, indicando intensa dinâmica geológica e geomorfológica, capazes de configurar o atual sistema de paisagens (Figura 20).

Estágio evolutivo V: **PRESENTE**

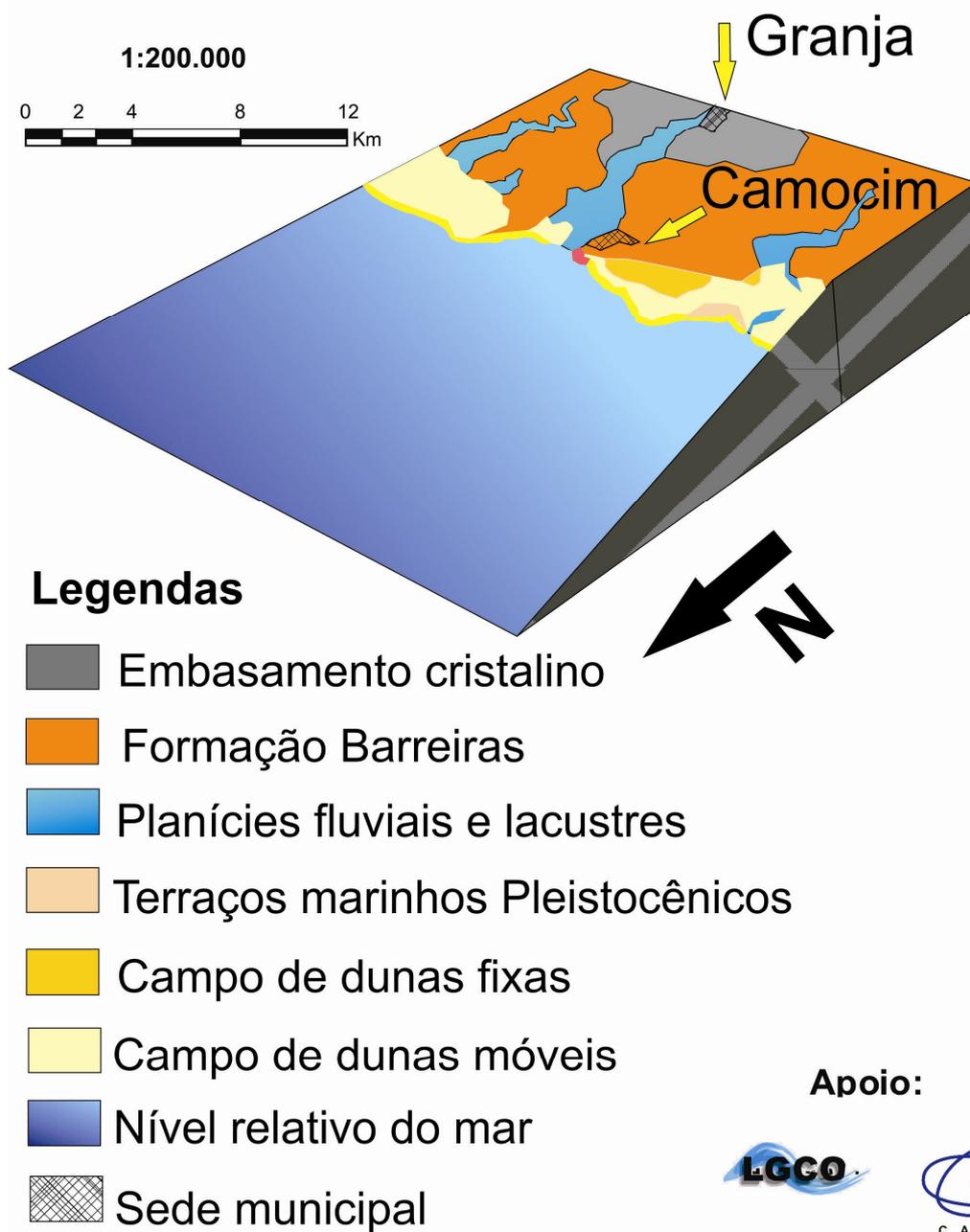


Figura 20. Resultado da confluência das forçantes naturais atuantes acerca do rio Coreaú.

O atual panorama da paisagem submersa da plataforma continental de Camocim e, por conseguinte, da disposição geográfica do rio Coreaú, também remete praticamente a todas as etapas que resultaram como fatores de influência para a evolução dos sistemas ambientais que estão localizados em sua proximidade. Mesmo mediante a situação de nível marinho estabilizado, pode-se visualizar em relevo imerso feições, compartimentos e paleovales adquiridos e preservados, capacitando, sobretudo, a recomposição da drenagem fluvial, quando este se estabelecia com mais expressão em ocasiões de nível de mar mais baixo (Figura 21).

Observa-se através da reconstituição da drenagem do rio Coreaú por intermédio dos dados gerados pela GEBCO – CPRM, a unção de dados de sensoriamento remoto e de medições batimétricas no oceano Atlântico pode revelar o traçado do caminho do rio tomando-se conhecimento de que isto se torna um indício e não uma certeza total, já que alguns traçados de vales podem ter sido afogados e sedimentados por ação marinha. No entanto, pode-se inferir que o que foi gerado remete às áreas ressaltadas através da ilustração criada e das incursões em que este passa sobreposto.

Através desta figura, confirma-se que o rio Coreaú seguiu ao longo do tempo um caminho que decai suavemente em direção à plataforma adjacente, média e externa, sendo que em média plataforma é onde o paleovale da drenagem se mostrou mais dissecado gerando a partir daí um tipo de canal meandrante que segue passando próximo a *grabens* e *horsts* (Figura 21), que mostram áreas cercadas de falhamentos e cadeias de colinas baixas.

O rio segue por um caminho que o leva a decair no aprofundamento batimétrico do talude a zonas abissais que, possivelmente, formaram leques aluvias através da competência dos fluxos hidrológicos, gerando uma escarpa abrupta e rampeada.

De acordo com Moraes (2000), o tipo de rio em que o Coreaú se enquadra condiz com situações de fluxo, podendo seguir até mar profundo, como dito, ao passo que o transporte sedimentar fica restrito à plataforma interna, principalmente

em plataforma largas. Observou-se assim, a presença de sedimentos terrígenos mais próximos deste e da faixa litorânea.

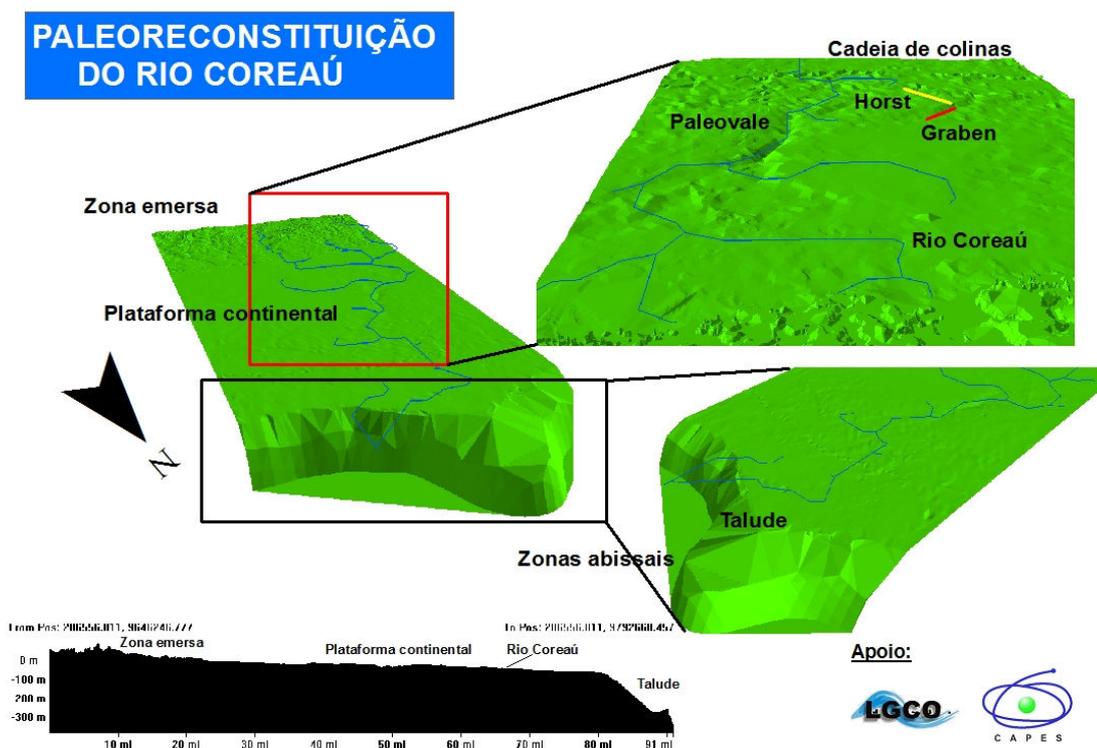


Figura 21. Ilustração gráfica 3D da reconstituição da rede de drenagem e do paleovale do rio Coreaú.

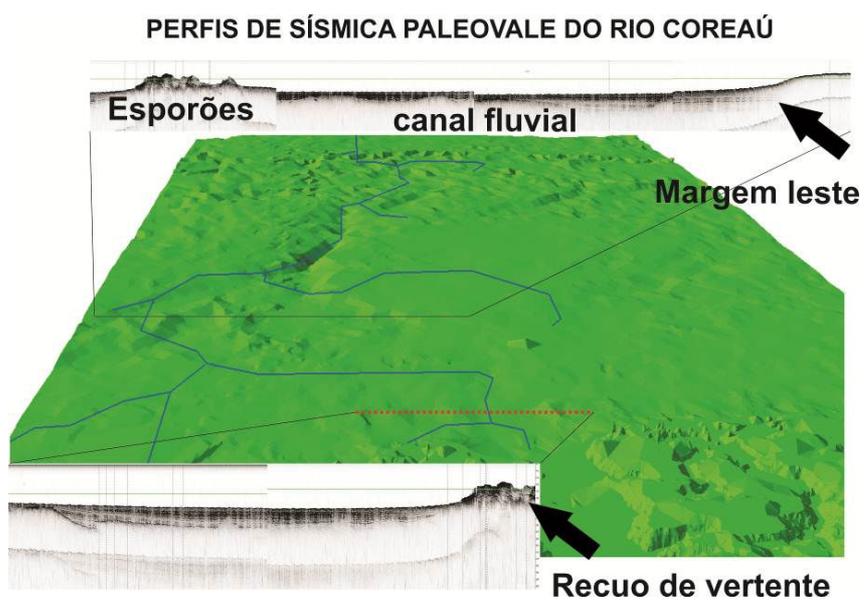


Figura 22. Ilustração gráfica 3D mais perfis de sísmica.

A partir da (Figura 22) pode-se perceber que os perfis sísmicos realizados em campo dão maior embasamento para as afirmações já colocadas e localizam as margens do rio em plataforma continental intermediária, bem como mostram, em área próxima da desembocadura do rio Coreaú, esporões que remetem ao recuo de vertente dos depósitos correlativos, pois em coleta de campo nessa localidade foi retirada uma amostragem que exalta tal feição hoje submersa.

Com isso, pode-se inferir que a evolução das características ambientais locais, se deu por meio da ação e do comportamento eustático (variação do nível marinho), tectônico e isostático local ou até de nível regional e global.

A consolidação das áreas estudadas como plataforma continental e estuário também estão intimamente ligadas às condições presentes no interior do continente, atribuindo aos fatores de ordem climática local, tipos de rochas e relevos, alguns dos mecanismos para disposição de materiais ao longo do rio e plataforma, bem como nas formas adquiridas no relevo, as quais descrevem e exaltam a competência de tais para a elaboração da paisagem.

9 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que no contexto em que o baixo curso do rio Coreaú se enquadra, a compartimentação de cunho ambiental serviu como base para delimitar as seis unidades geoambientais caracterizadas, onde a sua demarcação e sua configuração geográfica momentânea retratam o panorama ou cenário interativo natural da localidade frente à variação temporo-espacial característica dos sertões e litorais cearenses. Através desse conjunto de componentes, foi possível indicar o estado fisiológico e fisionômico de que são constituídos.

Foi por intermédio das técnicas de geoprocessamento e da visita em campo que se reconheceu as características dos relevos e os processos que derivaram seu modelado, o que capacitou esta pesquisa a entender por completo as heranças que levaram a geomorfologia local a levar tais marcas no presente período, quando todos os padrões de evolução natural estiveram imbricados durante o período Tércio-Quaternário.

Os sedimentos presentes em planície flúvio-marinha e plataforma continental, sob o ponto de análise de frequência simples, inferiu que a classe de areia média foi a mais presente, com 35,48%, o que equivaleu a 31 pontos dos 49 pontos de coleta. Já as classes de areia muito grossa e fina totalizaram 22,58%, ambas, areia grossa 12,9% e areia muito fina 3,22%. Vale frisar que as areias médias e finas estiveram mais presentes no local do paleovale do rio Coreaú e as frações mais grossas bordejando estas áreas ou compondo a desembocadura e o leito fluvial do rio destacado. Todos estes são mencionados como sedimentos reliquiares por terem sido afogados e conseqüentemente preservados em local de antiga remobilização.

Os sedimentos classificados, segundo Larssonneur (1977), em linhas gerais se apresentaram com altos teores de matéria orgânica em sedimentos terrígenos e, opostamente, os sedimentos mais afastados se configuraram como sendo bioclásticos com altos teores de carbonato, porém com baixos níveis de matéria orgânica, o que expressa à proporcionalidade da quantidade deste teor com relação

aos exutórios fluviais existentes e competentes o suficiente para a sua (re)mobilização.

Em relação aos padrões de drenagem e tipos de canais, a análise do baixo curso desta sub-bacia ressaltou as características relacionadas à sua forma, como se dá a dinâmica atual e como se aplica. Isso representou, sobretudo, a exposição dos traços de uma hidrologia que está intimamente ligada aos aspectos geológicos, aos processos geomorfológicos, hidrológicos e climáticos, especialmente.

Nos resultados apresentados, pode-se observar que o panorama geomorfológico da área estudada é de um ambiente consideravelmente retrabalhado perante a presença de relevos oriundos de forças estruturais tanto continental, quanto marinho, onde os terrenos do embasamento cristalino formam a base de um cenário que apresenta locais tipicamente sedimentares, o que acaba por criar uma configuração espacial de rampeamento suave em direção ao litoral com retrabalho destes compartimentos sobre ação de mecanismos naturais como a erosão, intemperismo químico e a abrasão marinha, que afloram em vários locais.

Confirmou-se, contudo, que a presença do leito do rio Coreaú em meio ao depósito correlativo da Formação Barreiras, lhe confere todas as características de um vale encaixado e seu sistema possui mecanismos de modelagem do relevo.

A ordem do curso d'água principal dessa bacia hidrográfica mostrou refletir o grau de ramificação do sistema de drenagem desta. Segundo o critério proposto por Horton e modificado por Strahler (1977), a ordem dos cursos d'água foi representada por cinco grandes ordens, sendo as de primeira, segunda e terceira ordem as drenagens mais ocorrentes, mais extensas e, portanto, as de maior capacidade de entalhe e transporte. As de quarta e quinta ordem se caracterizam por serem menos extensas, menos ocorrentes, porém retentoras de grande fluxo de água e sedimentos, configurando áreas com leitos mais largos e menos entalhados.

A partir de uma perspectiva evolutiva observou-se que o coletor principal do rio traz evidências claras acerca da evolução da paisagem do baixo Coreaú. Pela capacidade de erosão, transporte e deposição, ademais, os rios locais são, portanto os principais agentes transformadores da paisagem, modelando o relevo.

Desse modo, admite-se que a presença dos dados de poços cedidos pela CPRM contribui para esclarecer a presença de camadas sedimentares e cristalinas na área, capacitando o entendimento e a visualização espacial que cada uma atinge. A partir disso, permitiu-se elaborar os períodos evolucionais geológicos e geomorfológicos, que também tomavam como base a literatura disposta ao longo do Plio-Pleistoceno / Holoceno, e responder a todas as hipóteses levantadas.

Dentre todos os estágios retratados anteriormente, se observou que o rio Coreaú e os ambientes estuarinos compreendidos em seu baixo curso são respostas de uma dinâmica eustática, isostática, tectônica, climática, geológica, geomorfológica e vegetacional. Diante a escala geológica adotada, notou-se que estes ambientes estiveram intrinsecamente ligados à plataforma continental. Em particular, a dinâmica fluvial ajudou na distribuição dos sedimentos, o que favoreceu para diversificação destes, assim como para elaboração de uma superfície em plataforma continental que evidenciam particularidades locais. Tudo isso se confirmou mediante a perfilação sísmica realizada na área.

A plataforma continental por si só também expressa a evolução de seus sistemas ambientais mesmo que submersos através dos mecanismos acima mencionados, mas que por ser um ambiente de estoque sedimentar marinho e continental, de oscilação marinha e de abrigo faunístico e florístico oceânico, acabou por resultar em um cenário dotado de variadas conotações ambientais que podem exprimir cada eventualidade citada.

Por fim, conclui-se que a realização desta dissertação de mestrado se mostrou fundamental para o entendimento geral da configuração ambiental das áreas emersas e imersas marinhas e fluviais do baixo curso do rio Coreaú. Os resultados obtidos e discutidos a partir daqui servem de propósito para o início de uma nova etapa na evolução científica do estado Ceará, quando se toma como o tema a evolução paleogeográfica, em especial para as áreas litorâneas.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB' SABER, A.N. **Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário**. Universidade de São Paulo – Departamento de Geografia. São Paulo, 1969.

AB' SABER, A.N. (1980). **O Domínio Morfoclimático Semi-Árido das Caatingas brasileiras**. Universidade de São Paulo – Departamento de Geografia. São Paulo

AB' SABER, A.N. (2000). **Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Inter e Subtropical**. Revista Brasileira de Geomorfologia – União da Geomorfologia Brasileira. Ano 1. Nº 1. p. 27 – 43.

ALMEIDA, F. F. M. (1967). **Origem e Evolução da Plataforma Brasileira**. Bol. da Div. de Geol. E Min., nº 241, Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F. F. M. (1969). **Diferenciação Tectônica da Plataforma Brasileira**. In 23º Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Salvador.

ALMEIDA, L. Q. de; SOUZA, M. J. N. de. (2005). **Análise geoambiental como subsídio ao planejamento territorial de Maracanaú (CE)**. Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal, v. 6, n. 1, jun. 05

ALMEIDA, N. M. de. **Análise Morfológica E Geofísica da Região Adjacente ao Delta do Rio Parnaíba (PI-MA), Região Nordeste do Brasil**. Relatório de Graduação submetido à Coordenação do Curso de Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Geóloga - Fortaleza, (2011).

ANTÓNIO, A. L. *et al.* **Caracterização dos Ambientes Estuarinos. Mistura em Estuários**. Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho. Portugal. Braga, 1997.

BARBOZA, E.G. **Análise Estratigráfica do Campo Namorado (Bacia de Campos) com base na interpretação sísmica tridimensional**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

BARROS, J. S. **Compartimentação Geoambiental no Complexo de Campo Maior, PI: Uma Área de Tensão Ecológica**. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

BECKER, B. & EGLER, C.A.G. **Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos estados da Amazônia Legal**. MMA-SAE-PR, Brasília, 1997.

BEHLING, H.; ARZ, H.W.; PATZOLD, J.; WEFER, G. 2000. **Late Quaternary vegetational and climatic dynamics in northeastern Brazil, inferences from marine core GeoB 3104-1**. *Quaternary Science Reviews*, v. 19, p. 981-994.

BERTALANFY, L. V. **The theory of open systems in Physics and Biology**. *British Journal of Philosophical Science*, vol. 1, 1950, pp 23-39

BERTALANFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Rio de Janeiro, Editora Vozes, 1973, 351p.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global - Esboço metodológico**. *Cadernos de Ciências da Terra*, vol. 13, IG-USP, 1968, 1-36.

BIGARELLA, J. J. (1946). **Contribuição ao estudo da planície litorânea do Paraná**. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, (1):75-111.

BIGARELLA, J. J. 1954. **Os sambaquis na evolução da paisagem litorânea sul brasileira**. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, (9-10): 199 – 221.

BITTENCOURT, A. C. S. P., DOMINGUEZ, J. M. L., MARTIN, L. and FERREIRA, Y. A., 1981. **Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco (SE/AL) durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar**. *Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil*. SOC. Bras. Geologia. pp. 49-68.

BLOOM, A. L. **Geomorphology: a systematic analysis of late Cenozoic landforms**. *Englewoods Cliffs*: Prentice – Hall, 1991.

BRUUN, P. (1962). **Sea level rise as a cause of shore erosion.** *Journal of wyreways and Harbors Division*, 88: 117-130.

Caderno Regional da Bacia do Coreaú / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador). – Fortaleza: INESP, 2009. 120p. : il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas, v. 3)

CASSETI, V. (1994). **Elementos de Geomorfologia.** Goiânia, Editora da UFG, 137p.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia.** [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 06/05/2012 as 15:03 pm.

CAVALCANTE, A. A. & CUNHA, S. B. *in* Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, GESTÃO e Potencialidades. **Dinâmica Fluvial no Semiárido e Gestão dos Recursos Hídricos: Enfoques Sobre a Bacia do Jaguaribe-Ce.** IPECE. Fortaleza, 2011.

CEARÁ. Secretaria de Recursos Hídricos. Governo do Estado. **A nova política de águas do Ceará.** Fortaleza, 1992.

HORLEY, R.J; HAGGET, P. **Modelos integrados em Geografia.** Rio de Janeiro, Editora Livros Técnicos e Científicos S.A., 1974, 279p.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B.A. **Physical Geography: a system approach.** Londres, Editora Prentice Hall Inc. Co., 1971, 351p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia.** São Paulo, Editora Hucitec, 1979,144p.

COSTA IGC, BELTRAMI CV & ALVES LEM. 1990. **A evolução tectonosedimentar e o habitat do óleo da Bacia do Ceará.** Boletim de Geociências da Petrobras, 4: 65–74.

COSTA, M. J. et *alii.* (1973) – **Projeto Jaibaras: Relatório Final.** DNPM/CPRM, Recife.

COUTINHO, P. N. **Sugestões para Gerenciamento de Estuários.** In: Arquivos de Ciências do Mar, v. 25, p. 77 – 86, Fortaleza, 1986.

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/ INPE – Instituto de Pesquisas Espaciais. DAS – **Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais.** Banco de Imagens, 2012.

CROWLEY, T.J., NORTH, G.R., (1991). **Paleoclimatology.** Oxford Univ. Press, New York, 339 pp.

CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia Fluvial.** Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos / organização, Antonio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. - 4ª Edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001

DAVIS, R. A., **Coastal Sedimentary Environments.** 2nd ed. USA: Halliday Lithograph, 1985.

DE OLIVEIRA, P. E. et *al.* **Paleovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil.** Souza, Célia Regina de Gouveia (ed.) Quaternário do Brasil / editores, Celia Regina de Gouveia Souza, Kenitiro Suguio, Antônio Manoel dos Santos Oliveira, Paulo Eduardo de Oliveira. – Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2005.382p.: il.;28.

DE OLIVEIRA, P. E.; BEZERRA, M. A. O.; SUGUIO, K. 1999a. **Late Pleistocene/Holocene climatic and vegetational history of the Brazilian caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River.** *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, v.152, p.319-337.

DESNOYERS, J. **Observations sur un ensemble de dépôts marins plus recentes que les terrains tertiaires du bassin de la Seine et constituant une formation geologique distincte; précédés d'un aperçu de la non-simultanéité des bassins tertiaires.** *Ann. Sci. Nat.*, 16; 171-214, 402-91, 1829.

DIAS, G. Tavares de M., JR, A. G. de F. **Aspectos Históricos da Exploração Científica dos Oceanos.** Introdução a Geologia Marinha / Organizadores, José

Antônio Baptista Neto, Vera Regina Abelin Ponzi & Susanna Eleonora Sichel. – Rio de Janeiro: Inteciência, 2004.

DICKINSON, W. R. **Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonics and paleogeography of sedimentary basins.** In: KLEINSPEHN, K. L.; PAOLA, C. (Ed.). *New perspectives in basin analysis*. New York: Springer-Verlag, 1988. p. 3-25.

DILLEMBURG, S. R., ROY, P. S., COWELL, P. J. TAMAZELLI, L. J. (2000). **Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the shoreface transition-barrier model (STM).** *Journal Coastal Research*, 16:71-81.

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Fortaleza: Tábuas de marés. Capitania dos Portos do Ceará, 1999.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITENCOURT, A. C. S. P. MARTINI, L. (1981). **Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ).** *Revista Brasileira de Geociências*, 11:227-237.

DOMINGUEZ, J.M.L., 1983. **Evolução Quaternária da planície costeira do rio Jequitinhonha (BA): influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea de sedimentos.** M.S. Thesis, Univ. Fed. Bahia, 79 pp. (unpublished).

DOMINGUEZ, J.M.L, 1984. **Sea-level history: a dominant control on modern coastal sedimentation styles.** SEPM, 1st Midyear Mtng, San Jose, Calif., p. 26 (abstr.).

DOMINGUEZ, J. M. L. and WANLESS, H. R., 1991. **Facies architecture of a falling sea-level strandplain, Doce river coast, Brazil.** In: D.J.P. Swift and G.F. Oertel (Editors), *Shelf Sandstone Bodies*. Int. Assoc. Sedimentol., Spec. Publ., 14: 259 – 289.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITENCOURT, A. C. S. P. MARTINI, L. (1992). **Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of**

sea-level history, trade winds and climate. Received December 15, 1991; revised version accepted June 30, 19992.

DU TOIT, A.L., 1921. **The carboniferous glaciation of South Africa.** Geol. Soc. S. Afr., Trans. 24, 188–227.

DYER, K. R.; GONG, W. K.; ONG, J. E. **The Cross Sectional Salt Balance in a Tropical Estuary during a Lunar Tide and a Discharge Event.** In: Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 34. p. 579 – 591. 1992.

FARIAS, F. F., BITTENCOURT, A. C. S. P., ZANINI, A., Jr. And DOMINGUEZ, J. M. L., 1985. **Variações temporais e espaciais na dinâmica de sedimentação da praia de Armação, Salvador (BA).** Rev. Bras. Geocienc. 15: 48-54. Fisher, W.L. 1969. Facies characterization of the Gulf coast basin systems, with Holocene analogues. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans., 19 239-261.

FERNANDEZ, A. G. **Temas Fitogeográficos.** Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990.

FERREIRA, A. G. **Meteorologia Prática** / Arthur Gonçalves Ferreira. – São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

FETTER AH, VAN SCHMUS WR, SANTOS TJS, NOGUEIRA NETO JA & ARTHAUD MH. 2000. **U-Pb and Sm/Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the paleoproterozoic supercontinent “Atlantica”.** Revista Brasileira de Geociências, 30: 102–106.

FORD, D., GOLANKA, J. **Phanerozoic paleogeography, paleoenvironment and lithofacies maps of the circum-Atlantic margins.** Foxmoor Drive ighland Village, TX 75077, USA Institute of Geological Sciences, Jagiellonian niversity, Oleandry Str. 2a, 30-063 Krakó'w, Poland. Received 1 June 2001; received in revised form 1 July 2002; accepted 6 July 2002.

FOSTER, C.; RAPOPORT, A; TRUCCO, E. “**Some unsolved problems in the theory of non- isolated Systems**”. General Systems Yearbook, vol. 2, 1957, pp. 9-29

FREIRE GSS & CAVALCANTI VMM. 1998. **Cobertura sedimentar quaternária da plataforma continental do Estado do Ceará**. DNPM/LGMAUFC, Fortaleza, 42 pp.

FUCK JÚNIOR, S. C. de F. **Subsídio à Gestão Ambiental: Descrição Fisiográfica e Análise Funcional das Bacias Hidrográficas do Ceará**. Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí – UFG. www.jatai.ufg.br/geografia Jataí - GO, N.10, jan - jun/2008.

GOUDIE, A. & VILES, H. (1997). **The Earth Transformed – An Introduction to Human Impacts on the Enviroment**. Oxford, Blackwell Publishers, 276p.

GUERRA, Antônio José Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.

HOPPING, C. A. (1967). **Palynology and the oil industry**. Rev. Paleobot. Palyno. 2:23-48.

HOOK, J.; MANT, J. 2002. **Morpho-dynamics of Ephemeral Streams**. In: BULL, L.J. and KIRKBY, M.J. *Dryland Rivers. Hydrology and Geomorphology of Semi-arid Channels*. Wiley. England. 173-204.

IBGE – Fundação IBGE – CIDADES. **MUNICÍPIO DE CAMOCIM, SENSO 2010**.

IBGE – Fundação IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenadores: Nunes, B. de A; Ribeiro, M.I. de C.; Almeida, V.J. de; Natali Filho, T. Série Manuais Técnicos em Geomorfologia n. 5. Fundação IBGE, R. de Janeiro, 1995, 112 p.

JARDIM DE SÁ EF. 1994. **A Faixa Seridó (Província Borborema, Nordeste do Brasil) e seu significado geodinâmico na Cadeia Brasileiro – Pan-Africana**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 803 pp.

KEGEL, E. et *ali* (1958). **Estudos Geológicos no Norte do Ceará** – DNPM – Div. de Geol. e Miner., Bol. Nº 184, Rio de Janeiro.

KEGEL, E. et *ali* (1965). **A Estrutura Geologia do Nordeste do Brasil**. DNPM - Div. de Geol. e Miner., Bol. Nº 227, Rio de Janeiro.

LARSONNEUR, C. **La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche**. *Journal de Recherches Océanographiques*, 2p. 34-39, 1977.

LEFEBVRE, Henri. **Direito à Cidade**. Tradução de Rubens Eduardo Frias. São Paulo: Moraes, 1991.

LEOPOLD, E. (1969). **Late Cenozoic palynology**. Em: R.H. Tschudy & R.A. Scott (editores), "Aspects of palynology". J. Wiley & Sons, p. 377-438.

LOWE, J. J. & WALKER, M. J. **Reconstructing Quaternary environments**. New York, Longman. 1984, 389p.

LESSA, G. et *al*. **Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil**. *Marine Geology*, 165:87-108.

MAIA, L. P. (1998). **Procesos Costeros y Balance Sedimentario a 10 largo de Fortaleza (NE-Brasil): Implicaciones para una gestión adecuada de la zona litorânea**. 1998, 198p, Tesis Doctoral, Universidade de Barcelona.

MARCONDES, A. C. J. (2005). **Vulnerabilidade erosiva da praia do Nenel, Ilha Bela (Ilha do Boi), Vitória, Espírito Santo**. Monografia apresentada ao curso de graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M. (1986b) **Shell-middens as a source for additional information in Holocene shoreline and sea-level reconstruction: Examples from the coast of Brazil**. In: VAN DE PLASSCHE, O. (ed.) *Sea-level research: a manual for collection and evaluation of data*. Norwich, Geobooks, p. 503-521.

MARTIN, L., SUGUIO, K., FLEXOR, J. M., DOMINGUEZ, J.M.L. e AZEVEDO, A.E.G., 1984a. **Evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul (RJ) durante**

o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro Geologia, pp. 84-97.

MARTIN, L. *et al.* **Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa sul do estado de Alagoas.** Revista Brasileira de Geociências. 13 (2): 97-97, Junho, 1983 – São Paulo.

MARTINS, L. R. & COUTINHO PN. 1981. **The Brazilian continental margin.** Earth Science Reviews, 17: 87–107.

MARTIN, L., BITTENCOURT. A. C. S. P., VILAS BOAS. G.S. e FLEXOR. J. M. 1980. **Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia, escala 1 : 250,000.** Coordenação da Produção Mineral, Secretaria das Minas e Energia do Estado da Bahia. Brasil.

MATOS, R. M. D. 2000. **Tectonic evolution of the Equatorial South Atlantic.** In: MOHRIAK WU & TALWANI M (Ed.). Atlantic Rifts and Continental Margins. Geophysical Monograph, vol. 115, AGU, 331–354.

MEIRELES, A. J. A., SILVA, E. Vicente da. **Abordagem Geomorfológica para a Realização de Estudos Integrados para o Planejamento e Gestão em Ambientes flúvio-marinhos.** Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98. Vol. VI, núm. 118, 15 de julio de 2002

MEIRELES, A. J. A. **Morfologia y Sistema Evolutivo de la Zona Costera de Ceará Nordeste de Brasil.** Tese de doutorado em em Geografia Física . Universidad de Barcelona, Barcelona, 2011.

MELO, Z. F. (1978). **Evoluções Finais do Ciclo Geotectônico Brasileiro no Nordeste Oriental.** In Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife.

MITCHUM, R.M.; VAIL, P.R.; SANGREE, J.B. **Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 7: Seismic stratigraphy interpretation procedures.** In PAYTON C.E. (Ed.), Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration. AAPG Memoir 26, p.135-143. 1977a.

MITCHUM, R.M.; VAIL, P.R.; SANGREE, J.B. **Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 6: Seismic stratigraphy interpretation procedures.** In PAYTON C.E. (Ed.), *Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration*. AAPG Memoir 26, p.117-133. 1977b.

MIURA, K. & BARBOSA, J. C. 1972. **Geologia da plataforma continental do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte.** Anais XXVI Congresso Brasileiro de Geologia, 2: 57–66, Belém, PA.

MORAIS, J. O. *in* “ **Compartimentação territorial e Gestão Regional do Ceará**”. Luiz Cruz Lima, Marcos José Nogueira de Souza, Jáder Onofre de Moraes. Fortaleza: FUNECE, 2000. 268p. Il.: 22 cm

MORAIS, J. O. de. **Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras.** In: *Revista de Geologia*, v. 9, p. 191 – 242, Fortaleza, 1996.

MORAIS, J. O. SMITH, A. J. **Estudos Preliminares Sobre a Geologia Ambiental Costeira do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil.** *Arquivo Ciências do Mar*, 23:85-9. Julho 1984 – Fortaleza, Ceará, Brasil.

MOURA, J. R. S. (2001). **Geomorfologia do Quaternário.** *Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos / organização*, Antônio José Teixeira Guerra e Sandra Baptista da Cunha. – 4º ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

NASCIMENTO, F. R. do *in* *Os Recursos Hídricos do Ceará: Integração, GESTÃO e Potencialidades.* **CATEGORIZAÇÃO DE USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS E PROBLEMAS AMBIENTAIS: CENÁRIOS E DESAFIOS.** IPECE. Fortaleza, 2011.

NUNES, J. O. R. **Perspectivas da Geografia Física. A Natureza na Geografia produzida no Brasil.** Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista – UNESP.

OLIVEIRA, M. M. N. **ASPECTOS MORFOLÓGICOS E SEDIMENTARES ASSOCIADOS A DINÂMICA DO LITORAL OESTE DE ICAPUÍ, CEARÁ.**

Dissertação para obtenção de título de mestre - Instituto de Ciências do Mar. Fortaleza, 2012.

Série Histórica do Município de Camocim 1974 - 2012. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME.

PEREIRA, R. C. M. & SILVA, E. V. **Solos e Vegetações do Ceará: características gerais.** Ceará: Um Novo Olhar Geográfico / Organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas. Maria Salere de Sousa...[et all] – 2. Ed. Atual – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480 p.: fot. Color.

Perfil Básico Municipal de Camocim. INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE), 2011.

PINHEIRO, L. S. Manual de Análises em Oceanografia Geológica. Universidade Federal do Ceará. Instituto de Ciências do Mar. Curso de Oceanografia. Fortaleza, 2011.

PITOMBERA, E. S. **Comportamento Migratório da Embocadura e Estuário do Rio Coreau (Ceará-Brasil).** Arquivo Ciências do Mar, 16 (2): 111-115. Dezembro, 1976. Fortaleza, Ceará, Brasil.

REBOULL, H. **Geologie de la période Quaternaire et introduction a l'histoire ancienne.** Paris, Levrault. 1833, 222p.

RICCOMINI, C., GIANNINI, P. C., MANCINI, F. **Rios e Processos Aluviais.** Decifrando a Terra / Organizadores: Wilson Teixeira, M. Cristina Motta de Toledo, Thomas Rich Fairchild e Fabio Taioli - São Paulo: Oficina de Textos, 2000. Universidade de São Paulo.

RODRIGUEZ, S. W. P. **Geomorfologia, Sedimentação e Evolução Geológica de Ambientes de Intermares Vegetados por Mangues em Clima Semiárido, Estuario do Rio Coreau – Ce.** Exame de qualificação de tese de doutorado. Universidade Federal do Pará. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica.

ROSS, G. M. **Paleogeography: an earth system perspective**. *Chemical Geology* 161 (1999) 5–16. Geological Survey of Canada – Calgary. Received 19 February, 1998.

ROSS, J.L.S. (2003) **Geomorfologia Ambiental**. In: *Geomorfologia do Brasil*. Cunha, S.B. & Guerra, A. J. T. (orgs). Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 3ª edição, pp. 351-388.

ROSS, J. L. S. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. *Rev. Geografia*. São Paulo, IG-USP, 1992.

SALES, V. V. C. **Os Litorais Cearenses**. Ceará: Um Novo Olhar Geográfico / Organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas. Maria Salere de Sousa...[et all] – 2. Ed. Atual – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480 p.: fot. Color.

SALGADO – LABOURIAU, M. L. **História Ecológica da Terra**. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.

SEVERIANO RIBEIRO, H. J. P. **Estratigrafia de Sequências – Fundamentos e Aplicações**. São Leopoldo, EDUNISINOS, 428p. 2000.

SHEPARD, F. P. 1950. **Longshore bars and longshore troughs**. *Tech. hfc.*, 15. Beach Erosion Board. U.S. Army Corps of Engineers. pp. 121-156.

SILVA FILHO, W. F. **Estruturas rasas na margem equatorial ao largo do nordeste brasileiro (estado do Ceará): análise do relevo e anomalias gravimétricas residuais**. *Revista Brasileira de Geofísica* (2007) 25 (Supl. 1): 65-77.

SILVA FILHO, W. F. 2004. **Domínios morfoestruturais da plataforma continental do Estado do Ceará**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 288 pp.

SMITH, A. G. and BRIDEN, J. C. (1975). **Mesozoic and Cenozoic, Paleocontinental Maps**. Cambridge University Press, Earth. Science Series, London.

SOUZA, M. J. N. **Compartimentação Geoambiental do Ceará**. Ceará: um novo olhar geográfico / organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas; Maria Salete de Souza... [et al] – 2. Ed. Atual – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480 p.:fot, color.

SOUZA, M. J. N. *in* “**Compartimentação territorial e Gestão Regional do Ceará**”. Luiz Cruz Lima, Marcos José Nogueira de Souza, Jáder Onofre de Moraes. Fortaleza: FUNECE, 2000. 268p. Il.: 22 cm

SOUZA, M. J. N. **Condições Geoambientais do Semiárido Brasileiro**. Notas e comunicações de Geografia. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Departamento de Ciências Geográficas. Recife. Julho de 1996.

SOUZA, M. J. N. **Geomorfologia e Condições Ambientais dos Vales do Acaraú-Coreaú – Ceará**. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo – F.F.L.C.H. – Departamento de Geografia. São Paulo, 1981.

STOW, G.W., (1871). **On some points in South-African geology**. Geol. Soc. London, Quart. J. 27, 497–548.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Espaço Geográfico uno e múltiplo**. Scripta Nova. n. 93, 15 de julho de 2001.

SUERTEGARAY, D.M.A. (2003). **Geomorfologia: novos conceitos e abordagens**. In: VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 7, Curitiba, PR, Anais. SBG. CD-ROM.

SUGUIO, K. **Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas**. Geologia USP: Série Didática, v. 2, n. 1, 2003 p. 1-40.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. (1976a). **Brazilian coastline quaternary formations the States of São Paulo and Bahia litoral zone evolutive schemes**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48 (suplemento): 325-334.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. (1976b). **Mecanismos de gênese das planícies sedimentares quaternárias do litoral do Estado de São Paulo**. In: SBG/Congresso Brasileiro de Geologia, 29. Ouro Preto. *Anais*, 1:295-305.

SUGUIO, K. & MARTIN, L. (1978). **Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense**. In: USP/SBG, International Simposyum on Costal Evolution in the Quaternary. São Paulo, *Special publication*, 1:1-55.

SUGUIO, K.; MARTIN, L.; FLEXOR, J. M. (1992) **Paleoshorelines and the sambaquis of Brazil**. In: JOHNSON, L. L.; STRIGHT, M. (eds.) *Paleoshorelines and Prehistory: an investigation of method*. Boca Raton, CRC Press, p. 83-99.

TESSLER, M. G. & GOYA, S. C. (2005). **Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro**. *Revista do Departamento de Geografia*, 17: 11-23.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: Fund. IBGE, 1975.

TROLL, C. (1997). **A Paisagem Geográfica e sua Investigação**. *Espaço e Cultura*. Rio de Janeiro, 4, pp. 1-7.

VAIL, P. R. & MITCHUM JR., R. M. **Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level: Part 1: Overview**. In: PAYTON, C.E. (ed.). *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration*. Tulsa, AAPG, 51-52 (Memoir # 26). 1977.

VAIL, P. R., MITCHUM, R. M. JR. & THOMPSON, S. **Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part 4**; global cycles of relative changes of sea level, in Payton, C. E., ed., *Seismic Stratigraphy – Applications to Hydrocarbon Exploration: American Association of Petroleum Geologists Memoir 26*, p. 83-97. III, 1997.

VAIL, P. R.; TODD, R. G.; SANGREE, J. B. **Seismic Stratigraphy and Global Changes of Sea Level, Part 5**: Chronostratigraphy Significance of Seismic Reflections. In PAYTON, C.E. (Ed.), *Seismic Stratigraphy: Application to Hydrocarbon Exploration*. AAPG Memoir 26, p.99-116. 1977.

VENTURI, I. A. B. (2004). **A Dimensão Territorial da Paisagem Geográfica**. Comunicação em mesa coordenada do VI Congresso Brasileiro de Geógrafos – AGB, Goiânia. Publicado nos *Anais do Encontro*. 11p

VILLWOCK, J. A. et al. (1984). **Atlas geológico da provincial costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO.) Divisão de Geologia Costeira. 9 pranchas.

VILLWOCK et al. (1986). **Geology of Rio Grande coastal province**. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*, 4:79-97.

WALKER, R. G.; CANT, D. G. “**Sandy fluvial systems**”. In. WALKER, R. G. ed. *Facies model*. Ontario: Geological Association of Canada, 1984.

WENTWORTH, C.K., **A escale of grade and class terms for clastic sediments**. *Journal of Geology*. USA, v. 30, 1922.

Z'ALAN PV &WARNE JE. 1985. **Tectonics and sedimentation of the Piauí-Camocim Sub-basins, Ceará Basin, Offshore Northeastern Brazil**. Série Ciência-Técnica-Petróleo (17), PETROBRAS, Rio de Janeiro, 71 pp.

ZALAN, P. V., NELSON, E. P., WARME, J. E.; DAVIS, T. L. **The Piauí Basin: rifting and wrenching in an Equatorial Atlantic transform basin**. In: Biddle & Blick (eds.) *Strike-slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. Soc. Econ. Paleontologist and Mineralogist (SEPM), Spec. Publ. 37: 177-192, 1985.

ZANELLA, M. E. **As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará**. Ceará: um novo olhar geográfico / organizadores, José Borzacchiello da Silva, Tércia Correia Cavalcante, Eustógio Wanderley Correia Dantas; Maria Salete de Souza... [et al] – 2. Ed. Atual – Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. 480 p.:fot, color.