



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

ÁQUILA FERREIRA MESQUITA
FERNANDO ÉRICO YVES DA SILVA

FACIOLOGIA E EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DOS EOLIANITOS DA FAIXA
COSTEIRA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE AMONTADA E ACARAÚ, LITORAL OESTE
DO CEARÁ

FORTALEZA
Outubro/2012



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

ÁQUILA FERREIRA MESQUITA
FERNANDO ÉRICO YVES DA SILVA

FACIOLOGIA E EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DOS EOLIANITOS DA FAIXA
COSTEIRA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE AMONTADA E ACARAÚ, LITORAL OESTE
DO CEARÁ

Orientador: Prof. Dr. Wellington Ferreira da Silva Filho

Relatório de Graduação apresentado à Universidade
Federal do Ceará, como requisito para obtenção do grau
de Geólogo.

FORTALEZA
Outubro/2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M546f Mesquita, Áquila Ferreira.
Faciologia e evolução quaternária dos eolianitos da faixa costeira entre os Municípios de Amontada e Acaraú, Litoral Oeste do Ceará / Áquila Ferreira Mesquita, Fernando Érico Yves da Silva. – 2012.
91 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Geologia, Fortaleza, 2012.

Orientação: Prof. Dr. Wellington Ferreira da Silva Filho.

1. Eolianitos. 2. Faciologia . 3. Dunas Frontais. I. Silva, Fernando Érico Yves da. II. Título.

CDD 551

ÁQUILA FERREIRA MESQUITA
FERNANDO ÉRICO YVES DA SILVA

FACIOLOGIA E EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DOS EOLIANITOS DA FAIXA
COSTEIRA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE AMONTADA E ACARAÚ, LITORAL OESTE
DO CEARÁ.

Relatório de Graduação submetida à
Coordenação do Curso de Graduação em
Geologia, da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Geólogo.

Área de concentração: Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Ferreira da
Silva Filho.

FORTALEZA
Outubro/2012

ÁQUILA FERREIRA MESQUITA
FERNANDO ÉRICO YVES DA SILVA

FACIOLOGIA E EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA DOS EOLIANITOS DA FAIXA
COSTEIRA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE AMONTADA E ACARAÚ, LITORAL OESTE
DO CEARÁ.

Relatório de Graduação submetida à
Coordenação do Curso de Graduação em
Geologia, da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Geólogo. Área de concentração: Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Wellington Ferreira da
Silva Filho.

Aprovada em __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wellington Ferreira da Silva Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – Departamento de Geologia.

Prof. Dr. Daniel Rodrigues Nascimento Jr.
Universidade Federal do Ceará – Departamento de Geologia.

Prof. Dr. Antônio Jeovah Andrade Meireles
Universidade Federal do Ceará – Departamento de Geografia.

Dedicamos às pessoas que passaram, passam e
irão passar em nossas vidas!

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, as nossas famílias e amigos que nos ajudaram na luta durante esses cinco anos de curso, em especial aos nossos pais e irmãos (as). Érico: Agradeço a uma pessoa em especial em minha vida, que me ilumina, me encoraja e esteve presente comigo nessa conclusão de curso, me compreendendo e tendo paciência, Monique.

Agradecemos também a Universidade Federal do Ceará pelo apoio institucional e acadêmico que proporcionou a elaboração deste trabalho. Em especial ao professor Dr. Wellington Ferreira da Silva Filho pela orientação e conselhos que nos ajudaram a sermos os geólogos que somos. Também lembramos todos os professores do Departamento de Geologia (DEGEO – UFC) com ênfase aos professores Tereza, Daniel Rodrigues, Clóvis Parente, Cyntia Duarte, Afonso Rodrigues, Chistiano Magine, Neivaldo (pelo cheque de realidade), Itabaraci Nazareno e tantos outros que compartilharam e fizeram conosco a geociência.

Agradecemos aos nossos amigos de curso Evilarde, Helder, Wollker, Fred, Dani Godoy, Nelson, Igor, Marcos Paulo, Mikaele (best Friend), David, Flávio Pinheiro, Herdivânia, Dillano, Renatinha (Ingrata), Henrique (Clô) e tanto outros que compartilharam conosco tantos afloramentos, estamos cientes que todos esse momento guardaremos para o resto da vida.

Também agradecemos aos nossos amigos externo ao curso por todo o apoio fora da Universidade. Em especial, Gledson e Ramona, pelo apoio no geoprocessamento, Débora (Dezinha), Vanessa, Soraia, Mônica & Jr., Verônica & Manasses, Rose, Rafaela Girão, Evelize, Lizabeth e tantos outros que fizeram desse trabalho uma realidade. Por fim, agradeço a uma pessoa que foi o grande incentivador na reta final desse trabalho: Rafael Nasário.

A todos o nosso agradecimento!

“De tudo ficaram três coisas: A certeza de que estamos começando, a certeza de que é preciso continuar e a certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar. Fazemos da interrupção um caminho novo; da queda, um passo de dança; do medo, uma escada; do sonho, uma ponte; da procura, um encontro!”

Fernando Sabino

Resumo

O litoral entre os municípios de Amontada e Acaraú apresentam uma série de corpos eólicos de idade holocênica denominados geomorfologicamente de *yardangs*. Corpos esses chamados de maneira informal de Eolianitos. Tais rochas são de natureza siliciclástica com percentuais de bioclastos entre 10-25% e cimentadas fracamente por carbonato de cálcio. Esses depósitos foram formados juntos a fenômenos de recuo de linha costa, apresentando fácies de origem praial por baixo de fácies de origem continental, registrados na sucessão estratigráfica da área. Foram descritas seis unidades faciológicas, na qual representam diversos sistemas deposicionais envolvidos na evolução quaternária da área, a partir de seções colunares geradas em campo balizadas com nível médio do mar atual. As fácies descritas possuem um íntima relação com o modelo de evolução de dunas frontais atuais. Logo, tomando por base o princípio do atualismo, podemos considerar que esse modelo pode ser aplicado a um passado recente. Foi então considerado a estruturação interna e o conteúdo biogênico nessa interpretação, identificando quatro estágios de dunas frontais, onde os dois primeiros estágios são representados geralmente com estratificações com mergulhos de baixo ângulo ($<15^\circ$), os finais com estratificações de alto ângulo ($>15^\circ$) e presença de icnofósseis (rizoconcreções). No que se diz respeito ao modelo evolutivo dos eolianitos, a partir de outros já existentes, pode-se então considerar sete estágios na evolução da sucessão estratigráfica da área. São esses: 1 – Acumulação de carbonato biogênico plataformar; 2 – Rebaixamento relativo do nível marinho; 3 – Formação de protodunas; 4 – Formação de dunas frontais no estágio 1 e 2 através do alojamento de vegetação de fixação; 5 – Formação de dunas no estágio 3 e 4 e icnofósseis (rizoconcreções); 6 – Formação de *beach rocks* na base dos depósitos de origem praial a partir de eventos diferenciados de cimentação e 7 – Erosão e deflação.

Palavras-chave: Eolianitos, Faciologia e Dunas Frontais.

ABSTRACT

The Ceará coast area situated between the counties of Amontada and Acaraú is marked by a number of wind formed structures from a Holocene age, geomorphologically named by yardangs. These structures are casually called eolianite. Such rocks are of a siliciclastic type with bioclasts percentages among 10-25% and weakly cemented by calcium carbonate. This forms of deposits represents the phenoms of shoreline retreat, presenting shore facies beneath continental facies, recorded in the stratigraphic succession of the area. Six facies units were described, which represents several depositional systems wrapped in the quaternary evolution of the area, as of in columnar sections generated in field, these related to the current level of the sea. The described facies have an intimate relation with the evolutionary model of the current foredunes. Hence, based on the principle of actualism, we can consider that this model can be applied to a recent past. It was considered by then the internal structure and the biogenic content in this interpretation, thus identifying four stages of the foredunes, where the first two stages are usually represented with stratification of low dip angles ($<15^\circ$) and the others with stratification of high angle ($>15^\circ$) and the presence of icnofossils. As regards the evolutionary model of eolianite, from existing ones, can be considered the seven stages in the evolution of stratigraphic succession area. These are: 1 - Accumulation of plataformal biogenic carbonate; 2 - Relative lowering of sea level; 3 - Formation of protodunes; 4 - Formation of foredunes in stage 1 and 2 by the accommodation of fixing vegetation; 5 - Formation of dunes in stage 3 and 4 and icnofossils; 6 - Formation of beach rocks at the base of the shore deposits events from different cementing and 7 - Erosion and deflation.

Keywords: Eolianite, Faciology and Foredunes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 – Relação entre as coordenadas dos vértices da área de estudo	15
Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo. Litoral Oeste do Ceará.....	16
Figura 2 – A) Nível a Laser FG-L3 com o seu receptor <i>Apache Cyclone Laser Detector</i> . B) trena manual de 50 m, utilizados para o nivelamento dos perfis estratigráficos.	19
Figura 3 – Fluxograma esquemático mostrando o desenvolvimento metodológico do trabalho	21
Figura 4 – Mapa Pedológico da área de estudo	29
Figura 5 – Mapa Geomorfológico da área de estudo (IPECE).....	31
Figura 6 – Domínios Tectônicos da Província Borborema segundo Cavalcante (1999)...	34
Figura 7 – Relações Estratigráficas entre as gerações de dunas do Ceará. (Fonte: Bezerra, 2009)	39
Figura 8 – Mapa geológico regional correspondente à área de estudo	42
Figura 9 – Afloramento da fácies ACba, beach rocks. Localidade de Santarém. Coord.: 432527/966277	45
Figura 10 – Fácies ACba, diferença de cimentação presente da base ao topo da fácies. Localidade de Moitas. Coord.:425534/9667134	45
Figura 11 – Detalhe da fácies ACba. Presença de conchas de bivalves e rodolitos. Coord.: 432524/9662792	46
Figura 12 – Visão geral do afloramento da fácies ACba. Concreções de nódulos algálicos na base da sequência. Localidade de Santarém. Coord.: 432527/9662778	47
Figura 13 – Afloramento da fácies AMc, apresentando estratificações convexas para o topo. Localidade de Moitas. Coord.: 426530/9665852	48
Figura 14 – Visão digitalizada da fácies AMc disposta na figura 13	48
Figura 15 – Fácies AC, em visão geral, apresentando contato brusco com os depósitos de eolionitos a cima. Coord.:390596/9684710.....	49
Figura 16 – Vista em detalhe da fácies AC (Figura 15). Presença de conchas de gastrópodes continentais e bivalves	49
Figura 17 – A) Conjunto de estratos cruzados tangenciais a base da fácies AMba. Localidade de Guajerú. B) Modelo digitalizado da fácies AMba. Coord.: 3999554/9679916.....	51
Figura 18 – A) Estratificação de baixo ângulo truncando estratificações tangencial a superfície delimitante inferior. Coord.: 399554/9679916. B) Resto de carapaças de gastrópodes dispostos nos campos de dunas atuais. Coord.: 399544/967991.....	52
Figura 19 – Fácies AMcz apresentando conjuntos de estratificações cruzadas com superfície de truncamento em “z”, localidade de Santarém. Coord.: 432305/9662596.....	53
Figura 20 – Digitalização das estruturas observadas na figura 19	53
Figura 21 – Estratificações convexas, presentes na fácies AMcar. Coord.: 409339/9674750.....	54

Figura 22 – Rizoconcreções obliterando as camadas de arenitos da fácies AMcar. Vista em perfil. Coord.: 409449/9674478	54
Figura 23 – Rizoconcreções da fácies AMcar. Vista em planta. Coord.: 409449/9674478	55
Tabela 2 – Relação geral das fácies descritas na área de estudo	55
Tabela 3 – Nivelamento da base das colunas estratigráficas em relação ao nível médio atual do mar	56
Figura 24 – Localização espacial das principais colunas estratigráficas amostradas	57
Figura 25 – Seção colunar integrada da Volta do Rio. Disposição da fácies ACba na base e sfácies AMba e AMcar acima	58
Figura 26 – Seção colunar de Almofala. Disposição da fácies ACba na base e fácies AMcar ao topo	59
Figura 27 – Seção colunar de Torrões. Fácies AC na base em contato brusco com fácies de origem eólico, AMba	60
Figura 28 – Seção colunar de Moitas. fácies ACba	61
Figura 29 – Seção colunar de Santarém. Disposição da fácies ACba, na base, seguida pela fácies AMba ao topo	62
Figura 30 – Compartimentação litoestratigráfica da área, balizadas com o nível médio atual do mar	63
Figura 31 - Fácies AMcz: contornos de pólos de estratificações denotando a geometria de estratos com caimentos para lados opostos (Rede de Schimit Hemisfério Inferior N = Número de medidas). Fonte: Vasconcelos & Barnabé (2011).	69
Figura 32 – A) Corte de estrada mostrando a fácies AMcar. Conjunto de estratos cruzados com mergulhos de alto ângulo (>30°). Representa estágio de dunas frontais do tipo III e IV. Localidade de Torrões. Coord.: 409339/9674750. B) Digitalização das estruturas observadas na figura 32A	71
Tabela 4 – Relação das unidades faciológicas junto aos estágios evolutivos propostos. ...	72
Figura 33 - Tipos vegetais encontrados nos campos de dunas atuais. A - Iponea pescaprae, B - Blutaparon portulacoides. C - Spatina ciliata. D - Spinefex Grass.	73
Figura 34 - Visão geral do campo de dunas fixas atuais e vegetação arbustiva atual. Coord.: 426530/9665852.	74
Figura 35 - Detalhe de vegetação arbustiva existente da área atualmente. Coord.: 426520/9665866.	74
Figura 36 - Modelo de evolução geológica proposta para área de estudo. Atualizado e Modificado de Bristow et al.(2000).	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Apresentação	14
1.2	Objetivos	14
1.3	Localização e Acesso à Área de Estudo	14
2	MATERIAIS E MÉTODOS	17
2.1	Apresentação	18
2.2	Etapa Inicial	18
2.3	Etapa de Campo	18
2.4	Etapa de Interpretação de Dados	19
2.5	Etapa Final	20
3	ASPECTOS GEOAMBIENTAIS	22
3.1	Clima	23
3.2	Temperatura e Umidade	23
3.3	Pluviometria	23
3.4	Ventos	24
3.5	Marés	24
3.6	Ondas	24
3.7	Vegetação	25
3.7.1	<i>Vegetação Pioneira Psamófila</i>	25
3.7.2	<i>Floresta à Retaguarda das Dunas</i>	26
3.7.3	<i>Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos</i>	26
3.8	Solo	27
3.8.1	<i>Neossolo</i>	27
3.8.2	<i>Gleissolo</i>	28
3.8.3	<i>Argissolo</i>	28
3.9	Geomorfologia	30
3.10	Aspectos Socioeconômicos	32
4	ASPECTOS DA GEOLOGIA REGIONAL	33
4.1	Apresentação	34
4.2	Litoestratigrafia	35
4.2.1	<i>Embasamento Cristalino</i>	35

4.2.1.1 <i>Domínio Ceará Central (DTCC)</i>	35
4.2.1.2 <i>Domínio Médio Coreaú (DTMC)</i>	35
4.2.2 <i>Formação Barreiras (FB)</i>	36
4.2.3 <i>Depósitos Quaternários (DQ)</i>	37
4.2.3.1 <i>Depósitos de Praia</i>	37
4.2.3.2 <i>Depósitos eólicos</i>	39
4.2.3.3 <i>Depósitos Flúvio-marinhas</i>	41
5 ASPECTOS FACIOLÓGICOS E LITOESTRATIGRÁFICOS	43
5.1 Apresentação	44
5.2 Aspectos da Geologia Local	44
5.2.1 <i>Fácies ACba – Arenito Conglomerático com Matriz Grossa a Fina com Bioclastos e Estratificação de Baixo Ângulo</i>	44
5.2.2 <i>Fácies AMc - Arenito Médio a Fino com Estratificação Convexa para o Topo</i>	47
5.2.3 <i>Fácies AC – Argilito Carbonoso</i>	48
5.2.4 <i>Fácies AMba- Arenito Médio com Estratificação de Baixo Ângulo ou Plano-Paralela</i>	50
5.2.5 <i>Fácies AMcz – Arenito Médio com Estratificação Cruzada com Superfície de Truncamento em “z”</i>	52
5.2.6 <i>Fácies AMcar - Arenito Médio com Estratificação Cruzada de alto ângulo obliterada por Rizoconcreções</i>	53
5.3 Aspectos Litoestratigráficos	56
5.3.1 <i>Compartimentação Litoestratigráfica</i>	57
6 EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA	64
6.1 Apresentação	65
6.2 Mudanças no Nível Marinho	65
6.3 Paleoníveis Marinhos	66
6.4 Modelo de Evolução Sedimentar	66
6.4.1 <i>Modelo de Evolução Eólica</i>	67
6.4.2 <i>Estruturas Internas</i>	68
6.4.3 <i>Vegetação de Fixação</i>	73
6.4.4 <i>Migração Eólica</i>	76
6.4.5 <i>Beach Rocks</i>	76
6.4.6 <i>Disposições gerais</i>	77

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	80
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICES	89

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

1.1 – Apresentação

Esse trabalho refere-se ao estudo de estratos, quaternários, dispostos no litoral oeste do Ceará, envolvendo depósitos litorâneos. Com o objetivo de aperfeiçoar o modelo estratigráfico e sedimentológico da região através do estudo dos sistemas deposicionais, bem como do nivelamento dos estratos de frente de praia (*foreshore*) e pós-praia (*back-shore*) buscando identificar os eventos de transgressão e regressão marinha quaternária da área. Esta monografia é parte integrante da disciplina “CG0499-Relatório de Graduação”, submetida a uma banca examinadora, como pré-requisito para obtenção do título de Geólogo.

1.2 - Objetivos

Este trabalho tem como objetivo principal a obter um modelo deposicional dos estratos litorâneos quaternários da área, relacionando-os com as variações de linha de costa na transição Pleistoceno/Holoceno. Para alcançar esse objetivo, foram traçados os seguintes objetivos secundários:

- Referenciar os estratos dos depósitos de praia e eolianitos em relação ao nível médio do mar atual.
- Efetuar análise faciológica para caracterizar os sistemas deposicionais em apreço.

1.3 – Localização e Acesso à Área de Estudo

A área de pesquisa encontra-se dentro da microrregião do litoral oeste do estado, abrangendo os municípios de Acaraú e Amontada na localidade de Icarai (Figura 1).

O acesso à porção leste da área, a partir de Fortaleza é feito pela rodovia BR-222 até o município de Caucaia, pegando-se posteriormente a CE-085 até o município de Paraipaba, seguindo então até a localidade de Icarai de Amontada. O acesso ao extremo oeste da área é feita de Fortaleza através da rodovia BR-222, dando acesso à rodovia CE-163 até a localidade de Guajerú.

A área, que não corresponde a um polígono regular, é limitada pelos seguintes (Tabela 1).

Tabela 1 – Relação entre as coordenadas dos vértices da área de estudo.

UTM (metros) – Zona 24S		
Paralelos	9653833	9688677
Meridianos	367682	441222

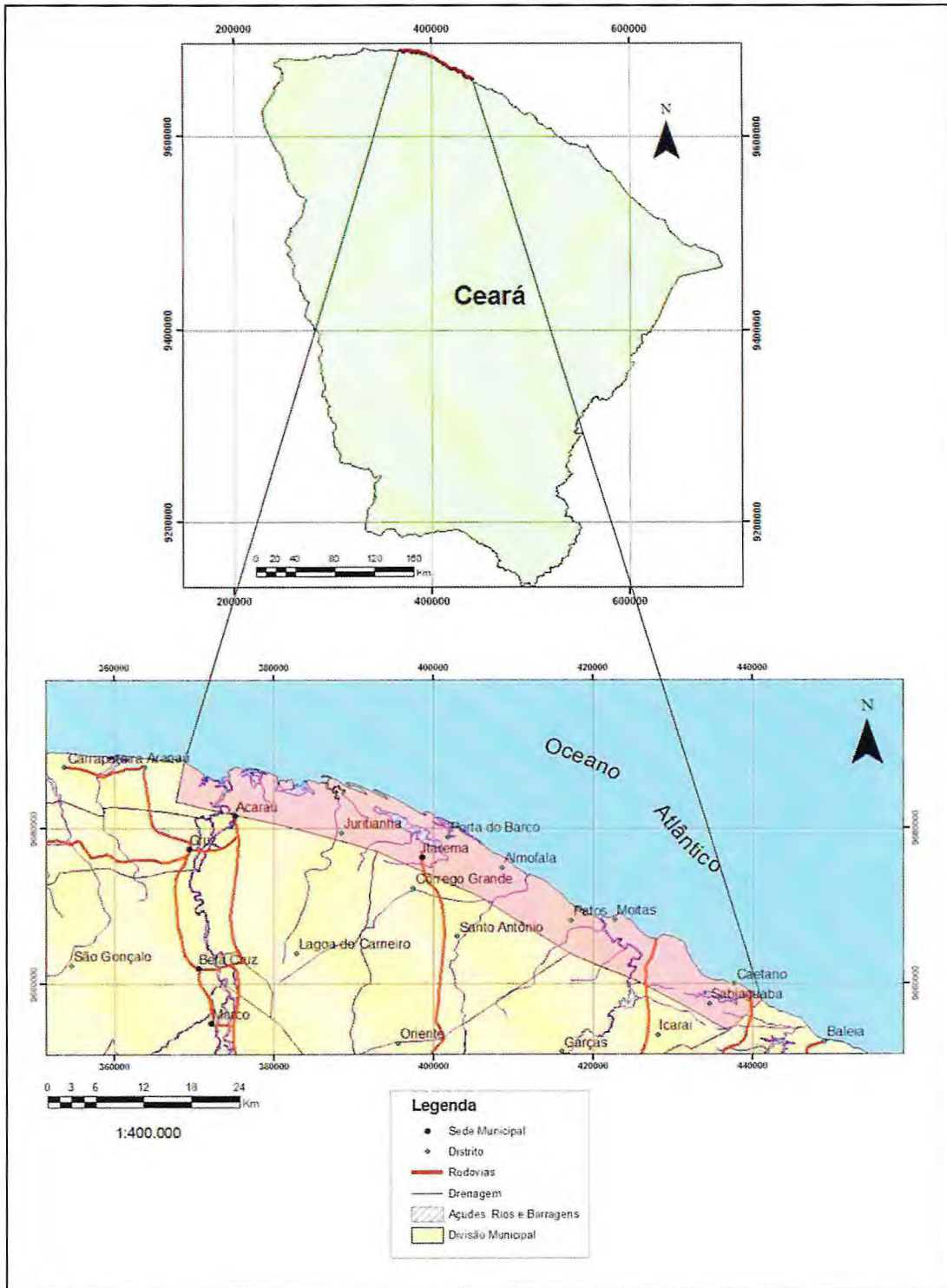


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Litoral Oeste do Ceará.

Capítulo 2

MATERIAIS E MÉTODOS

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

2.1 – Apresentação

As etapas para a elaboração desse trabalho foram organizadas em quatro etapas principais, que foram utilizadas neste trabalho como ferramentas para a análise da região, obtenção e tratamento de dados, interpretação e conclusões preliminares.

2.2 – Etapa Inicial

Esta fase é caracterizada pelo levantamento bibliográfico de trabalhos pré-existentes para a região de estudo, levando em consideração todas as conclusões preliminares defendidas por todos os autores. O levantamento bibliográfico relacionado aos aspectos físicos da área de estudo foi consultado no acervo de trabalhos desenvolvidos pelos profissionais e estudantes do departamento de Geologia da UFC, periódicos nacionais e internacionais de Geologia etc. Tal levantamento foi de grande importância para a avaliação geológica, fisiográfica e ambiental da área.

A aquisição de produtos de sensoriamento remoto está inclusa nesta etapa com a obtenção gratuita, por meio de *download*. Foram utilizadas imagens disponíveis no *Google Earth* em conjunto com imagens de radar da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) disponíveis no site da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

2.3 – Etapa de Campo

Nesta etapa foi realizado o levantamento de perfis e seções estratigráficas com o objetivo de identificar fácies de face de praia (*foreshore*) e pós-praia (*backshore*) em nivelamento com nível médio do mar atual.

O nivelamento foi possível com o auxílio de um nível a laser *FG-L3* (*Freiberger Präzisionsmechanik*), receptor *Apache Cyclone Laser Detector* (Figura 2), uma trena manual de 50 metros e um GPS *Garmin etrex*, configurado no datum horizontal WGS-84, com a precisão variando em torno de 9-10 metros. A junção desses pontos num plano cartesiano resultou no mapa de pontos que se encontra em anexo (Apêndice A).



Figura 2 – A) Nível a Laser FG-L3 com o seu receptor *Apache Cyclone Laser Detector*. B) trena manual de 50 m, utilizados para o nivelamento dos perfis estratigráficos.

O procedimento padrão para a utilização do nível eletrônico foi realizado a partir de uma instrumentação dividida em duas partes: uma fonte geradora de sinal a partir de um prisma óptico com 600 RPM de revolução e um receptor acoplado a uma régua retrátil, de onde foram extraídas as medidas de nível. Com um auxílio de uma trena manual, foi feita a medição da distância horizontal entre a fonte do sinal e o receptor junto à régua.

Todas as seções colunares coletadas em campo foram balizadas com o nível médio do mar atual através de um nível a laser descrito anteriormente. Os dados então coletados foram tratados e corrigidos, através de uma base aritmética simples, com as medidas de marés dadas pelo marégrafo em funcionamento no Terminal portuário do Pecém em São Gonçalo do Amarante. Tais dados para a correção é fornecido gratuitamente pela Marinha do Brasil através da tábua de marés (DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2012).

2.4 – Etapa de Interpretação de Dados

Nesta etapa foram utilizados os dados de campo adquiridos na etapa anterior juntamente com a elaboração de seções colunares, com base nos dados obtidos no nivelamento em campo. Também foi feito o mapa de pontos visitados em campo. Com o auxílio do SIG elaborado durante o levantamento dos dados pré-existentes e dados

adquiridos em campo pôde-se elaborar os produtos cartográficos desejados e interpretações das imagens.

As colunas elaboradas foram niveladas e correlacionadas para uma maior compreensão da área de estudo juntamente com a bibliografia já existente, que foi consultada previamente, e com o que foi observado em campo.

2.5 – Etapa Final

A última etapa desta metodologia foi a elaboração da monografia, estruturada segundo os padrões da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) junto com as normas fornecidos pelo guia de normalização da Universidade Federal do Ceará (UFC).

Na Figura 3 é mostrado o fluxograma do tratamento metodológico do trabalho desenvolvido.

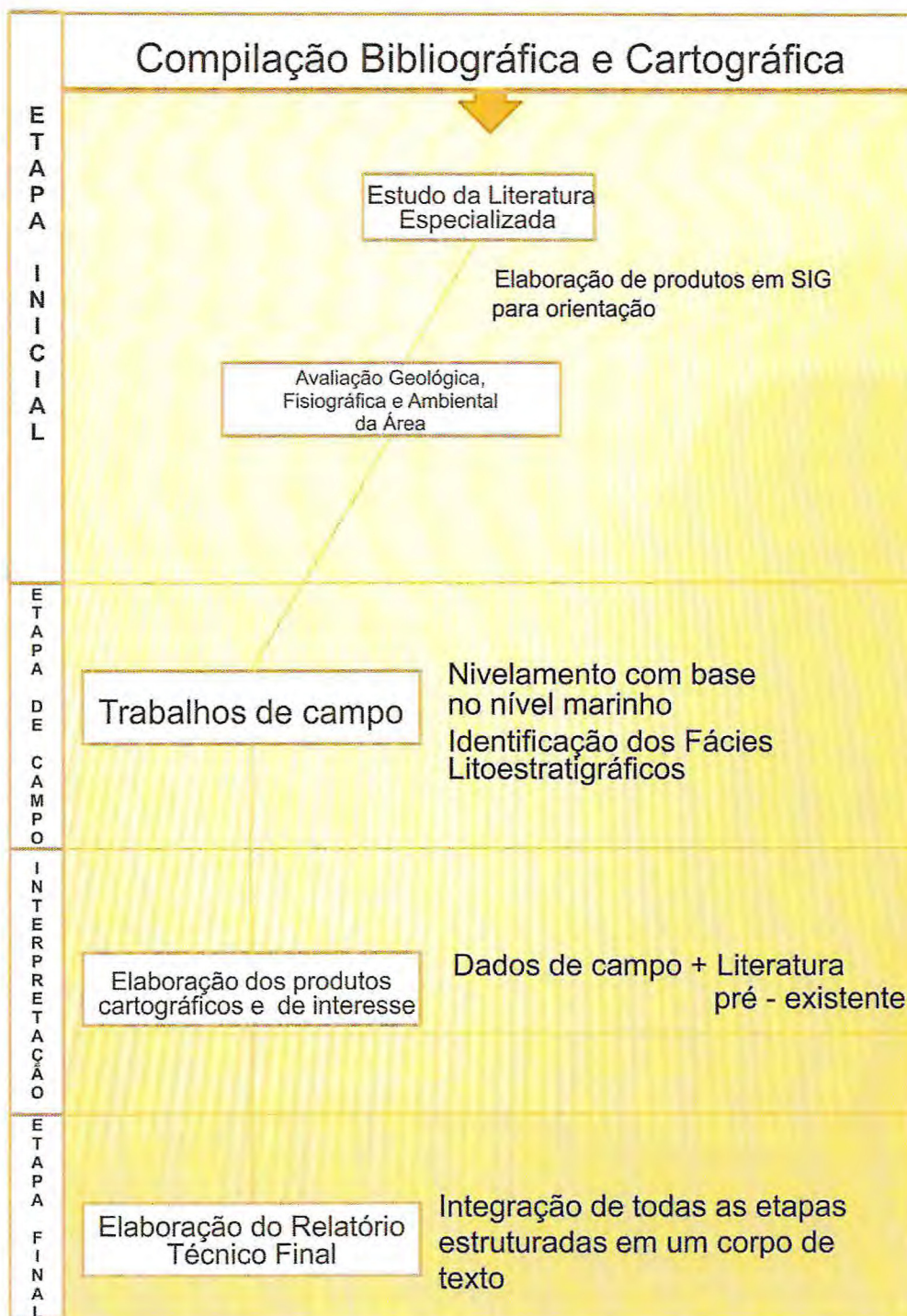


Figura 3 – Fluxograma esquemático mostrando o desenvolvimento metodológico do trabalho.

Capítulo 3

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

3.1 – Clima

As variações climáticas registradas são diretamente associadas ao regime pluviométrico e decorrem, fundamentalmente, da proximidade do litoral, acarretando índices pluviométricos mais elevados e temperaturas mais estáveis ou do relevo acidentado, onde ocorrem precipitações orográficas que se somam a temperaturas mais baixas em decorrência da altitude.

O clima predominante é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e, acima de tudo, com um regime pluviométrico marcadamente irregular.

Segundo a classificação de Köppen (1931) a área apresenta clima tropical chuvoso (Aw'), com estação invernososa ausente e estação chuvosa concentrada no outono.

3.2 - Temperatura e Umidade

De acordo com as médias mensais de temperatura medidas durante o período de 1974 a 2004, verificaram-se temperaturas mínimas entre os meses de junho e agosto e máximas entre outubro e fevereiro, coincidindo, com as quadras secas e chuvosas o que caracteriza uma forte influência sazonal, desenvolvendo uma relação diretamente proporcional com as variações na pluviometria. As médias térmicas são de 26°C a 27°C, com máximas de 30°C e mínimas de 19°C (FUNCEME, 2005).

A umidade relativa do ar apresenta um máximo de 84%, nos meses de março e abril, na época mais chuvosa e um mínimo de 69%, em outubro durante o período mais seco; a insolação apresenta uma configuração inversa à da umidade, sendo o período de maior insolação de agosto a novembro na temporada mais seca e menor insolação de janeiro a maio, que corresponde aos meses das chuvas (FUNCEME, 2005).

3.3 – Pluviometria

O regime de pluviosidade da região, de acordo com FUNCEME (2005), pode ser definido como do tipo tropical com estação de chuvas concentradas nos seis primeiros meses do ano e um período de estiagem nos demais, caracterizando assim um ciclo de variação anual. Segundo a FUNCEME (2008), os totais pluviométricos no ano

de 2008 se situam em 1509,40 mm em Trairí, 1452,10 mm em Itapipoca, 330,70 mm em Amontada, 1318,20 mm em Itarema e 1371,30 mm em Acaraú.

3.4 – Ventos

O regime eólico no litoral cearense é marcado pela ação dos ventos alísios. Os ventos alísios de SE, largamente mais ativos durante o segundo semestre do ano, têm uma velocidade média da ordem de 8 m/s (Claudino Sales, 1993; Maia, 1998). Os ventos alísios de NE têm menor velocidade, da ordem média de 3,5 m/s, e atuam, sobretudo, no primeiro semestre do ano. Ao longo de todo o ano, ocorre ainda a penetração de alísios de E (Claudino Sales *et al.*, 2006).

3.5 – Marés

O regime de marés na região pode ser caracterizado como de mesomarés de periodicidade semidiurna, ou seja, com um intervalo de 12 horas e 25 minutos entre dois níveis de maré alta. A amplitude média registrada pelo marégrafo (porto do Pecém e porto do Mucuripe) tem oscilações aproximadas entre -20 e 320 cm em referimento ao M.S.L. (*mean sea level*) com valores médios da ordem de 155 cm (Claudino Sales *et al.*, 2006).

3.6– Ondas

Para toda região litorânea cearense Maia (1998) estudou uma sequência de 4 anos de medições de ondas realizadas no porto do Mucuripe (Fortaleza), pelo Instituto de Pesquisas Hidroviárias (INPH), determinou uma média de altura de onda de 1,15 m e moda de 1,14 m, apresentando período médio de onda mais frequente de 5,70 segundos, associado à altura significativa, e média de 5,89 segundos.

Verificou também a existência de um forte controle das características das ondas pela velocidade e direção do vento, determinando um domínio das ondas de E, octantes ESE e ENE e, secundariamente de NE. Estas observações confirmam as conclusões de Moraes (1980) que verificou um predomínio das ondas do quadrante E-SE e uma ocorrência secundária de ondas de NE para a mesma região.

3.7 – Vegetação

A área considerada litorânea, para efeito desta unidade fitoecológica, estende-se da fimbria oceânica ao contato com as rochas cristalinas. Sua largura é praticamente constante, variando entre 25 a 33 km. Esta faixa de terrenos costeiros é constituída de material geológico clástico em sua maioria, de idade quaternária, o que dá origem às praias e dunas, e de terrenos terciários do Grupo Barreiras recobertos, algumas vezes, pelos sedimentos quaternários, antes referidos.

Encontram-se nesta área ambientes que possibilitam o estabelecimento das seguintes unidades fitoecológicas, que, para efeito de mapeamento, englobam-se no Complexo Vegetacional da Zona Litorânea (Figueiredo, 1997).

3.7.1 - Vegetação Pioneira Psamófila

Localizada na planície litorânea e muitas vezes recobrimdo campo de dunas fixas e semi-fixas. Esta associação vegetal caracteriza-se por ser composta por espécies pioneiras que vão colonizando as superfícies arenosas do "berma" (pós-praia), das antedunas e as dunas móveis de gênese recente. A cobertura vegetal é constituída por um único estrato gramíneo-herbáceo não muito denso, sendo que as espécies estão adaptadas a condições ambientais bastante extremas, como a alta salinidade edáfica, ventos intensos e pobreza de nutrientes no solo.

A função ecológica desempenhada pela vegetação pioneira psamófila é de fundamental importância para a estabilização do relevo e a pedogênese dos ambientes onde ela se desenvolve. Geralmente por serem ambientes recém-formados, esta cobertura vegetal inicia o processo de colonização, propiciando, portanto, quantidades de matéria orgânica ao solo que permitirá uma posterior sucessão vegetal por espécies ecologicamente mais exigentes.

Com relação à sua utilização como recurso natural, ela é pouco aproveitada, principalmente em sua baixa produtividade em biomassa. Em algumas áreas de pós-praia do litoral cearense, observa-se o seu aproveitamento como área de pastagens, ainda que possuam baixo suporte de aproveitamento neste sentido.

3.7.2 - Floresta à Retaguarda das Dunas

A duna é um bom aquífero. A presença da água, aliada ao tipo de solo presente, bem como a proteção proporcionada pela duna contra a abrasão eólica, favorecem o desenvolvimento de propágulos de espécies variadas que aí chegam. Nesses ambientes bem particulares e de equilíbrio ecológico extremamente frágil, desenvolve-se um tipo de vegetação florestal, à retaguarda dos cordões de dunas e, portanto, paralelo ao mar, mas de forma descontínua. Floristicamente, entre outras, encontram-se espécies vegetais que ocorrem nas serras úmidas, serras secas e na caatinga arbórea.

Acompanhando as espécies arbóreas, arbustos de porte mais elevado se fazem presentes na composição da cobertura vegetal à retaguarda das dunas. Na vertente a barlavento, as dunas encontram-se mais expostas à ação da brisa marinha, predominando aí espécies de menor porte.

Fontes de água que ressurgem nas vertentes das dunas vão alimentar a drenagem superficial, formando muitas vezes lagoas intermitentes nas depressões interdunares.

Nas lagoas com uma perenidade hídrica de maior duração, ocorrem espécies vegetais aquáticas e anfíbias.

3.7.3 - Vegetação dos Tabuleiros Litorâneos

É sobre os tabuleiros litorâneos que se observa uma maior diversificação vegetacional e florística. Três padrões são encontrados: mata de tabuleiro, cerrado e caatinga. As matas de tabuleiros têm como característica apresentar uma vegetação densa, de porte médio, além de contar com sub-bosque e com um estrato herbáceo periódico.

Esporadicamente pode ser encontrado em alguns setores um padrão de vegetação que apresenta similaridades com o cerrado. Tal semelhança pode ser identificada não só pela fisionomia da vegetação, mas também pela presença de espécies peculiares a esse tipo de vegetação, algumas delas representando formas variantes e outras sem correspondentes no cerrado, embora com adaptações equivalentes de natureza escleromorfa.

O conjunto vegetacional dos tabuleiros não se apresenta homogêneo, principalmente quando se analisa o padrão fisionômico da vegetação. São constatadas duas feições distintas de plantas lenhosas, compreendendo vegetação subperenifolia e vegetação caducifolia. Esta última ocorrendo nas áreas mais afastadas do litoral, em decorrência da maior semi-aridez do clima regional, apresentando uma maior penetração de espécies da caatinga.

3.8 – Solo

Com base no Atlas do Ceará (2010) da Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará, no Anuário Estatístico do Estado do Ceará do Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará (IPECE, 2009), dos vários tipos de solo ocorrentes no estado do Ceará, no polígono de estudo são encontrados: Neossolos, Gleissolo (Solonchak) e Argissolo (Figura 4).

3.8.1 - Neossolo

Distribuem-se na faixa litorânea e pré-litorânea. São solos pouco profundos, excessivamente drenados, forte a moderadamente ácidos, com coloração variando de vermelha até branca, sendo frequente as tonalidades amareladas. Apresentam horizontes A, C e R diagnóstico. Podem ser considerados em campos de dunas se estas apresentarem horizonte A. Quanto ao uso agrícola atual, estes solos apesar de apresentarem limitações físicas, baixa fertilidade natural e textura arenosa, podem abrigar culturas perenes de pequeno porte.

São solos de fertilidade natural muito baixa, pobres em macro e micronutrientes, ácidos a muito ácidos, necessitando de fortes doses de calagens para corrigir a acidez, apresentando, porém relevo propício à mecanização. O aproveitamento agrícola racional destes solos requer doses elevadas de adubações, inclusive com micronutrientes, que devem ser aplicados de forma parcelada, em face da textura arenosa dos solos.

3.8.2 - *Gleissolo*

São solos halomórficos, pouco diferenciados, intermediários para Solonetz, com elevados teores em sódio trocável, condutividade elétrica do extrato de saturação muito elevada podendo alcançar valores acima de 200 mmhos nos primeiros centímetros durante o período chuvoso. Em grande parte são moderadamente alcalinos. São encontrados em áreas baixas (várzeas), influenciado pelas águas do mar, e derivados de sedimentos fluviais recentes (Holoceno), desde argilosos até arenosos.

3.8.3 - *Argissolo*

Estes solos ocupam uma pequena extensão na Bacia do Litoral, localizados no seu extremo leste. Na zona litorânea, o material originário destes solos é derivado, em grande parte, de sedimentos do Grupo Barreiras (Terciário), ou ainda e menos frequentemente, de recobrimento de materiais argilo-arenosos ou areno-argilosos sobre o Pré-Cambriano Indiviso e Cretáceo, de arenitos do Cretáceo, Siluriano-Devoniano Inferior e Jurássico Superior. O relevo em sua quase totalidade é plano e suave ondulado.

3.9– Geomorfologia

A compartimentação do relevo do território da Bacia do Litoral é representada, basicamente, por quatro domínios geomorfológicos: Planície Litorânea; Glacis Pré-Litorâneos, dissecados em interflúvios tabulares; Depressão Sertaneja e Maciços Residuais, cujos limites são estabelecidos com base na homogeneidade das formas de relevo, posicionamento altimétrico, estrutura geológica, atividade tectônica, assim como nas características do solo e vegetação (Maria, 2007).

Em relação à geomorfologia são encontradas na área de estudo unidades e feições morfológicas como a planície litorânea composta pela faixa praial, pós-praia, dunas móveis e fixas, yardangs, planície fluvio-marinha e Glacis pré-litorâneos ou Tabuleiros pré-litorâneos (Figura 5).

Definido como decorrente de sedimentos cronologicamente dentro do período Quaternário, a Planície litorânea é representada por sedimentos litorâneos, constituídos de arenitos de praias e cordões de dunas de idade recente, formados pelos arenitos flúviomarinhos e os sedimentos inconsolidados de origem eólico de dunas segundo Soares (1998).

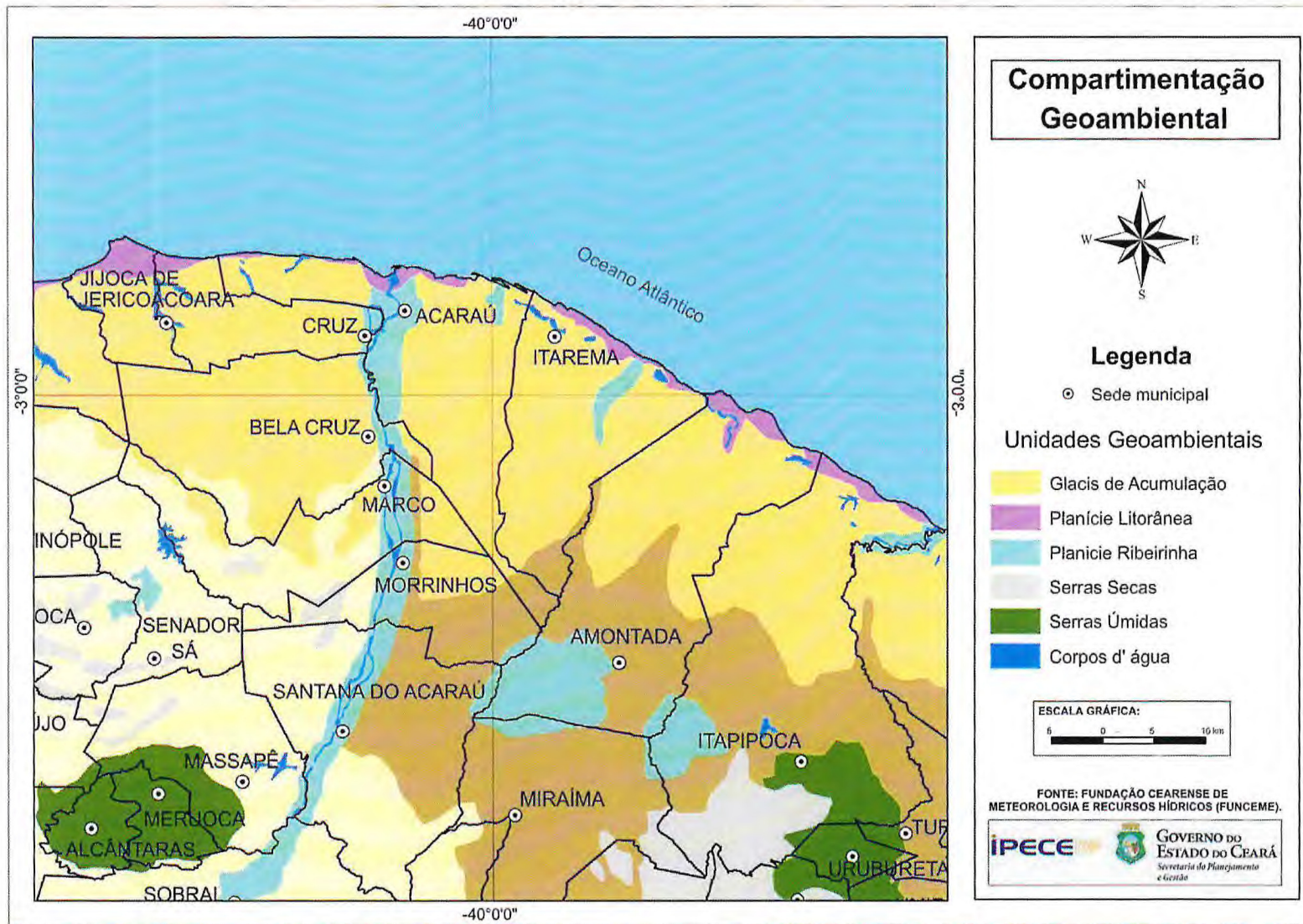


Figura 5 - Mapa Geomorfológico da área de estudo (Fonte: IPECE).

3.10 – Aspectos Socioeconômicos

Os municípios apresentam quadro socioeconômico empobrecido, castigado por fatores climáticos adversos. Em 2010, as populações nestes municípios variaram de 37.222 habitantes em Itarema até 114.693 habitantes em Itapipoca, com maior concentração na zona rural. As sedes municipais dispõem de abastecimento de água (CAGECE), energia elétrica (COELCE), telefonia (TELEMAR), agência dos correios e telégrafos (EBCT), serviço bancário, hospitais, hotéis, escolas de 1º e 2º graus. Adaptado de “Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Estado do Ceará” in CPRM.

As principais atividades econômicas destes municípios residem na agricultura, com as culturas de subsistência de feijão, milho, mandioca, algodão, cana-de-açúcar, castanha de caju e frutas diversas. Na pecuária extensiva citam-se, dentre outros, criação de bovinos, caprinos suínos e aves. O extrativismo vegetal destaca-se com a fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas e atividades com oiticica e carnaúba. O artesanato de redes e bordados é difundido nos municípios. Na área de mineração, a extração de rochas ornamentais, rochas para cantaria, brita, fachadas e usos diversos na construção civil ainda são incipientes. Por outro lado, a extração de areia, argila e diatomito (utilizada na fabricação de telhas e tijolos), bem como a extração de rocha calcária (utilizada na fabricação de cal), encontram-se difundidas no âmbito do município. A atividade pesqueira representa um segmento de grande importância, notadamente a pesca marinha. Outras atividades importantes são o turismo e pesca industrial. (SRH, 2010)

Capítulo 4

ASPECTOS DA GEOLOGIA REGIONAL

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

4.1 - Apresentação

A Província Borborema compreende um extenso domínio geológico localizado a norte do Cratón São Francisco, leste da Bacia do Parnaíba e estendendo-se pelos estados do Nordeste do Brasil (Santos *et. al.*, 1997). Este setor abriga um território de aproximadamente 380.000km² e terrenos que variam do Arqueano ao Neoproterozóico, fortemente deformada pela orogênese Brasileira/Pan-africana (Neoproterozóico). A Província é afetada por intenso magmatismo com a formação de granitos sin- e pós-orogênicos, além da formação de extensas zonas de cisalhamento que limitam cinco principais domínios tectônicos, com características bastante peculiares, nos quais se denominam Ceará Central, Médio Coreaú, Óros-Jaguaribe, Rio Grande do Norte e Zona Transversal (Almeida *et al.* 2002), sendo delimitadas pelas zonas de Cisalhamento Sobral- Pedro II, Patos, Orós, Senador Pompeu e Pernambuco (Figura 6).

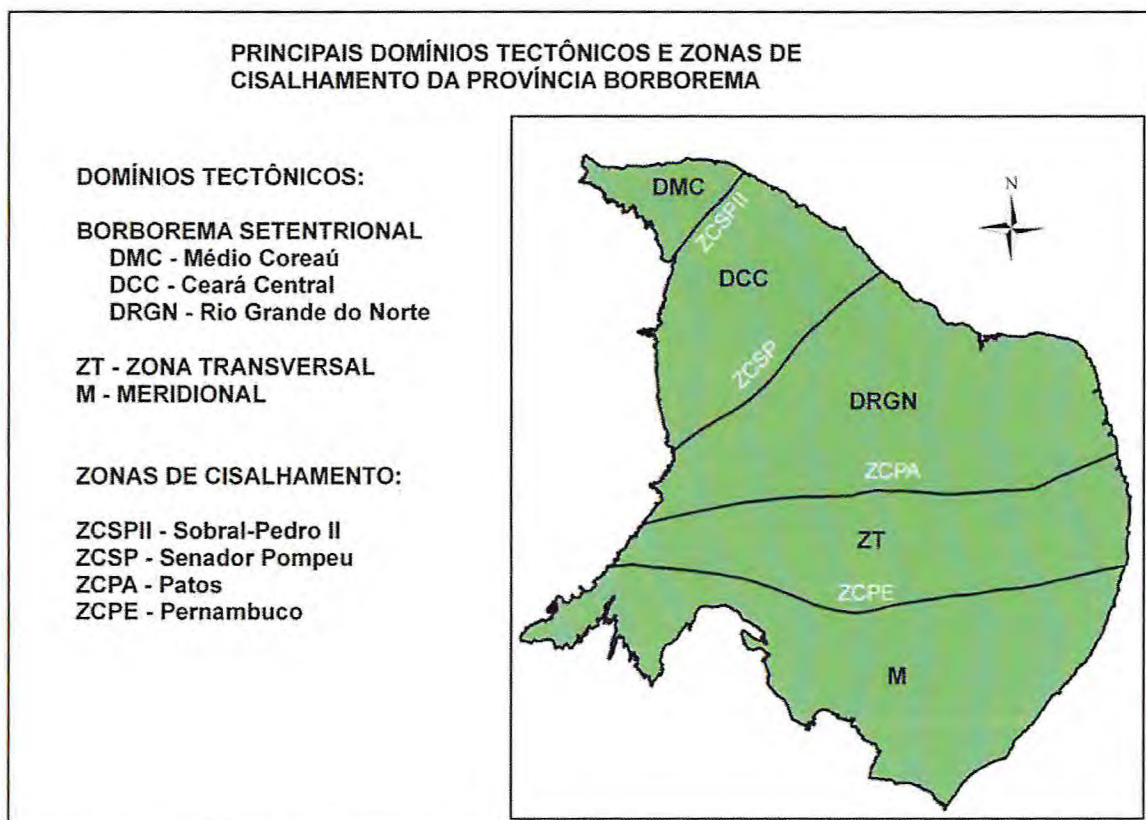


Figura 6 - Domínios Tectônicos da Província Borborema segundo Cavalcante (1999).

4.2 – Litoestratigrafia

A área de Estudo Localiza-se a NNW da Província Borborema organizando-se litoestratigraficamente da base para o topo por: Embasamento Cristalino, Grupo Barreiras e Depósitos Quaternários (Depósitos de praia, eólicos e flúvio-marinhos).

4.2.1 – Embasamento Cristalino

O embasamento cristalino é composto por rochas de idade Arqueana até Neoproterozóicas composto por dois principais domínios tectônicos: Ceará Central e Médio Coreaú.

4.2.1.1 – Domínio Ceará Central (DTCC)

O domínio Ceará Central é mais extensa unidade litoestrutural da região da Província Borborema, com 80.000 km². Esse domínio é delimitado a NW pela zona de cisalhamento Sobral-Pedro II, a SE pela zona de cisalhamento Senador Pompeu e a SW-W é encoberto pelos sedimentos da Bacia do Parnaíba (Van Schumus *et al.*, 1995 e modificado por Fetter *et al.*, 2003). Apresenta importante ocorrência de rochas arqueanas, representados pelo Maciço Tróia – Pedra Branca – Mombaça (Brito Neves *et al.*, 2000 e Fetter, 1999). Uma diferença marcante ente os Domínios Ceará Central e Rio Grande do Norte é a presença de um grande complexo granítico-migmatítico no DTCC, mais recentemente interpretado (Santos, 2006) como um grande arco magmático de idade neoproterozóico (Complexo Tamboril – Santa Quitéria ou Batólito Santa Quitéria). Outros complexos granitóides importantes e de idade Neoproterozóica ainda estão presentes representados pelas ocorrências de Quixadá/Quixeramobim, Serra Azul e núcleo granito migmatítico de Maranguape.

4.2.1.2 – Domínio Médio Coreaú (DTMC)

O Domínio Médio Coreaú representa uma área limitada pela falha Sobral-Pedro II e a Bacia Paleozoica do Parnaíba. Compõe uma região de intenso falhamento, com direções preferencial NE-SW e grande deformação mediante ao evento orogênico de idade Brasileira.

Esse domínio também é caracterizado por bacias extensionais de natureza molássica associadas a vulcanismo bimodal, e plutonismo epizonal.

O Domínio Médio Coreaú é litoestratigraficamente dividido nos Grupos Jaibaras, Ubajara, Martinópole e São Joaquim, assim proposto por Torquato (1995). Entretanto Goraieb *et al* (1988) considera as Suítes Meruoca e Parapuí como divisores entre o grupo Ubajara e Jaibaras, anteriormente consideradas como um único grupo por Kegel *et al* (1958).

4.2.2 – Formação Barreiras

A Formação Barreiras representa depósitos siliciclásticos de idade miocênica a pleistocênica. Segundo Arai (2006) a Formação Barreiras se estende desde o Amapá até o Estado do Rio de Janeiro recobrando bacias sedimentares mesozoicas e embasamento pré-cambriano. A Formação Barreiras foi inicialmente descrita como sedimentos de origem puramente continental apesar de seus depósitos ainda serem pouco conhecidos e questionados quanto a sua origem. Ainda segundo o mesmo autor, há evidências no registro paleontológico e sedimentológico, apresentadas em trabalhos mais recentes, põem em evidência a origem dessa unidade por influências marinhas.

As rochas, em sua forma comum, são estratificadas horizontalmente e quando deformadas possuem fraturas, falhas e fortes basculamentos, segundo Sousa *et al.* (2008). São compostas por arenitos argilosos de granulação média a grossa, por vezes conglomeráticos, de tonalidade avermelhada, por vezes cimentados por óxido e hidróxidos de ferro e caulinita.

Cavalcante *et al.* (2003) adota a nomenclatura de Grupo Barreiras, no Estado do Ceará, para os estratos em questão. Sendo assim o grupo dividido em Formação Camocim, Faceira e Barreiras “Indiviso”.

A Formação Camocim, por sua vez, concentra-se no litoral oeste do Estado do Ceará entre as cidades de Granja, Martinópole e Camocim e é composta por ortoconglomerados grossos, oligomíticos, duros, compactos e cimentados por materiais lateríticos síltico-ferruginosos, de tonalidades castanhas a avermelhadas.

A Formação Faceira aflora no litoral leste do Estado entre as cidades de Jaguaribara, Itaiçaba e São João do Jaguaribe. Esta é composta por conglomerados avermelhados com seixos e calhaus de rochas cristalinas diversas na base e por arenitos pouco litificados e avermelhados, siltitos vermelhos com níveis de argilas e cascalhos

(horizonte laterítico na base) no topo. Estes depósitos são classificados como de um ambiente de deposição fluvial.

Não obstante, Arai (2006) e Sousa *et al.* (2008) classificam as rochas areno-argilosas de tonalidade variada (amarelada, avermelhada e esverdeada) com matriz argilo-caulínica e cimento argiloso ferruginoso e, às vezes, silicoso como Formação Barreiras. Sua granulação é de fina a média, com leitos conglomeráticos e nódulos lateríticos na base. A nomenclatura proposta por estes autores é a mais comumente aceita pela comunidade científica.

Entretanto a nomenclatura estratigráfica proposta por Cavalcante *et al.* (2003) ainda é bastante questionada e considerada ultrapassada, já que existe um maior consenso na separação da Formação Barreiras em diversos Membros. Nesse trabalho adota-se a nomenclatura de Formação Barreiras para eventuais interpretações.

4.2.3 – Depósitos Quaternários

Segundo Meireles (2002) os processos transgressivos e regressivos do nível médio do mar no recente, responderam em grande parte pela origem e desenvolvimento de várias feições costeiras tais como terraços marinhos, sistemas estuarinos, planície de abrasão eólica e geração de dunas, lagunas costeiras, paleoplataformas de abrasão, paleomangues, *beach rocks*, antigos corais e praia atual. Os depósitos quaternários presentes na costa do Ceará, de maneira geral, podem ser classificados como depósitos de praia recentes e antigos, depósitos eólicos e depósitos fluvio-marinhos. A deposição atual e sub-atual na margem continental e região costeira adjacente é de origem marinha, eólica (dunas), estuarina e lagunar (Claudino Sales, 2002).

4.2.3.1 – Depósitos de Praia

Os depósitos de praia são formados por zona inundada dominada sazonalmente pela ação das ondas e marés. Tais depósitos são em suas maiorias de natureza siliciclástica com altos teores de biodetritos assim argumentado por Suguio (2003). Representam em sua maioria sedimentos inconsolidados, geralmente de fração areia (fina a grossa), constantemente retrabalhados e mobilizados pela ação das ondas.

Associados a essa dinâmica estão os *beach rocks* (rochas de praia), no qual representam depósitos antigos de face de praia que por sua vez possuem uma gênese e petrografia bastante peculiar. Segundo Silva *et al.* (2006) os *beach rocks* são rochas sedimentares cimentadas por carbonato de cálcio, que se apresentam de forma alongada e estreita e que se dispõem em linhas paralelas à costa. Essas rochas têm ocorrência restrita às regiões tropicais e subtropicais ou ao cinturão climático quente. No Brasil, os *beach rocks*, como definidos por Silva *et al.* (2006), podem ser chamados de arenitos de praia, e se apresentam de grande importância na compartimentação do litoral, constituindo-se numa das características mais importantes do litoral nordestino, onde tem ampla ocorrência.

Segundo Meireles (2003), os arenitos de praia podem ser indicadores de variações do nível marinho. Tais rochas podem ocorrer preenchendo fraturas em rochas do embasamento cristalino (plataformas de abrasão), indicando que o início da gênese dessas rochas procedeu-se durante eventos de transgressão. A plataforma de abrasão, antes recoberta por sedimentos praias, atuou como substrato para a formação das rochas de praia, as quais foram preservadas somente quando encaixadas em zonas fraturadas. Entretanto Hopley (1986) explica a formação de *beach rocks* de três maneiras:

- i) Origem orgânica - Formada pela ação microbiológica, decomposição de matéria orgânica e atividade algálica com processos mais apontados.
- ii) Inorgânica a partir de água doce – Ocorre devido à cimentação de cutículas de calcita na zona freática a partir de mudanças de Ph.
- iii) Inorgânica a partir de água do mar – Este compõe o processo mais comum caracterizado pela precipitação de carbonato de cálcio geralmente em forma de aragonita e calcita.

A maior parte dos *beach rocks* é composta de camadas tabulares com mergulhos suaves (<10°) no sentido do Oceano variando de 5 a 150 cm de espessura (Vieira, 2005).

4.2.3.2 – Depósitos eólicos

Essa categoria de depósitos são predominantemente de origem eólica e de natureza silicilástica de granulação areia, em geral, são sedimentos bem selecionados e bastante retrabalhados.

Segundo Maia (1998), são identificadas quatro gerações de dunas ao longo do Litoral do Ceará (Figura 7). São estas:

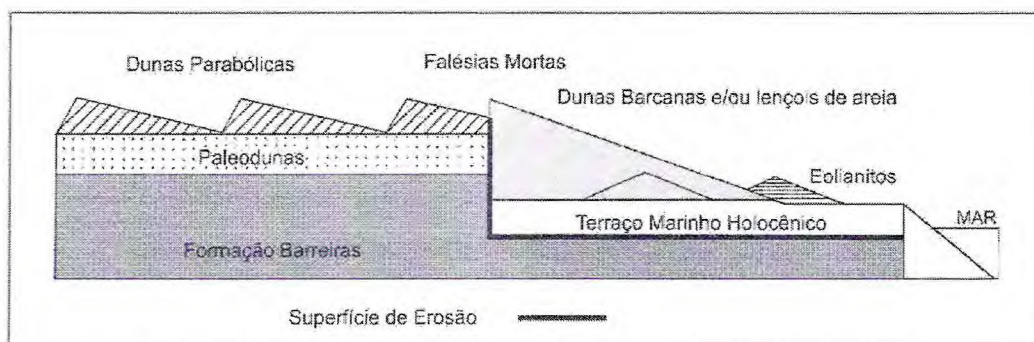


Figura 7 - Relações Estratigráficas entre as gerações de dunas do Ceará. (Fonte: Bezerra, 2009).

✓ 1ª geração: Paleodunas

Segundo Brandão (1995), esta se encontra em contato direto com a Formação Barreiras e constitui-se de areias bem selecionadas, de granulação fina a média, por vezes siltosa, com tons amarelados, alaranjados e acinzentados, de composição quartzosa e/ou quartzo-feldspática. Normalmente são sedimentos inconsolidados que em alguns locais podem apresentar certo grau de compactação. Apresentam por vezes estratificações plano-paralelas e cruzadas, ocorrendo também níveis pelíticos de espessura centimétrica intercalados no pacote arenoso, os quais podem ser interpretados como depósitos em ambiente úmido correspondente a áreas baixas de interdunas. Entretanto, essa geração já foi bastante afetada pelos processos erosivos costeiros tais como a ação das ondas e o vento, sendo de difícil percepção em campo.

✓ 2ª geração: Dunas Parabólicas

Representa dunas inativas, fixadas por vegetação do tipo arbórea, compostas de areias quartzosas inconsolidadas de granulometria de média a fina, com grau de seleção entre bem a moderadamente selecionado (Maia, 1998). Podem exibir

morfologias em forma de U ou V em suas concavidades. São bastante comuns ao longo do litoral cearense.

✓ 3ª geração: Eolianitos

Os eolianitos estão distribuídos ao longo do litoral oeste do Ceará e são formados por pacotes de rocha sedimentar quartzo-silicática, de granulação areia, cimentados por carbonato de cálcio com sinais de bioturbação e biodetritos em seus estratos. Segundo Carvalho *et al.* (2009), o caráter litificado dos materiais desta unidade propiciou sua preservação ao longo do tempo, embora os níveis mais friáveis da rocha tenham facilitado a ação erosiva do vento e da chuva e que contribuiu para o aspecto descontínuo de sua distribuição. Os depósitos de eolianitos invariavelmente exibem estruturas sedimentares primárias ou sindeposicionais bem desenvolvidas onde se observa estratificações de grande porte, predominantemente plano-paralelas, cruzadas tangencial a base e convexa para o topo, embora as acanaladas ou festonadas também sejam relativamente bem representadas, além de outras estruturas menos comuns.

Os eolianitos representam uma unidade litoestratigráficas rara no litoral brasileiro e que fornecem importantes informações sobre o sistema deposicional eólico e as condições climáticas e de ambiente costeiro existente à época de sua formação.

✓ 4ª geração: Dunas Móveis

Representa as dunas modernas, de dinâmica vista atualmente, formadas pela deflação eólica dos sedimentos de praia. Estão posicionadas ao longo da linha de costa, predominante ao longo de todo litoral do Nordeste Brasileiro.

Sua forma varia de dunas do tipo barcana, parabólicas, transversais e lençóis de praia (Bezerra, 2009). Segundo Brandão (1995), são constituídas por areias esbranquiçadas, bem selecionadas, de granulação fina a média, quartzosas, com grãos de quartzo foscos e arredondados. Muitas vezes encerram níveis de minerais pesados, principalmente ilmenita. Estratificações cruzadas de médio a grande porte e marcas onduladas eólicas podem ser registradas em algumas exposições.

4.2.3.3 – Depósitos Flúvio-marinhos

Os depósitos de natureza flúvio-marinha concentram em desembocaduras de rios e riachos no domínio intermaré submetida a constantes inundações marinhas e arraste fluvial. Na área de estudo, tais depósitos são encontrados ao longo dos rios Aracatiaçu, Aracatimirim e Acaraú. Segundo Cavalcante *et al.*(2003) no estado do Ceará esses depósitos são constituídos por argilas, areias argilosas, areias quartzosas, areias quartzo-feldspáticas, conglomeráticas ou não, cascalhos e argilas orgânicas típicas de ambiente fluvial com uma pequena influência marinha.

Segundo Maia (1998), a zona de desembocadura dos principais cursos fluviais encontra-se submetida à influência das interações das flutuações de marés e o fluxo fluvial, os quais controlam uma série de depósitos característicos, tendo como maior destaque os depósitos de mangues que formam a planície de inundação e as rochas de praia, na zona de domínio de maré.

O mapa geológico regional da área de estudo pode ser observado na figura a seguir (Figura 8).

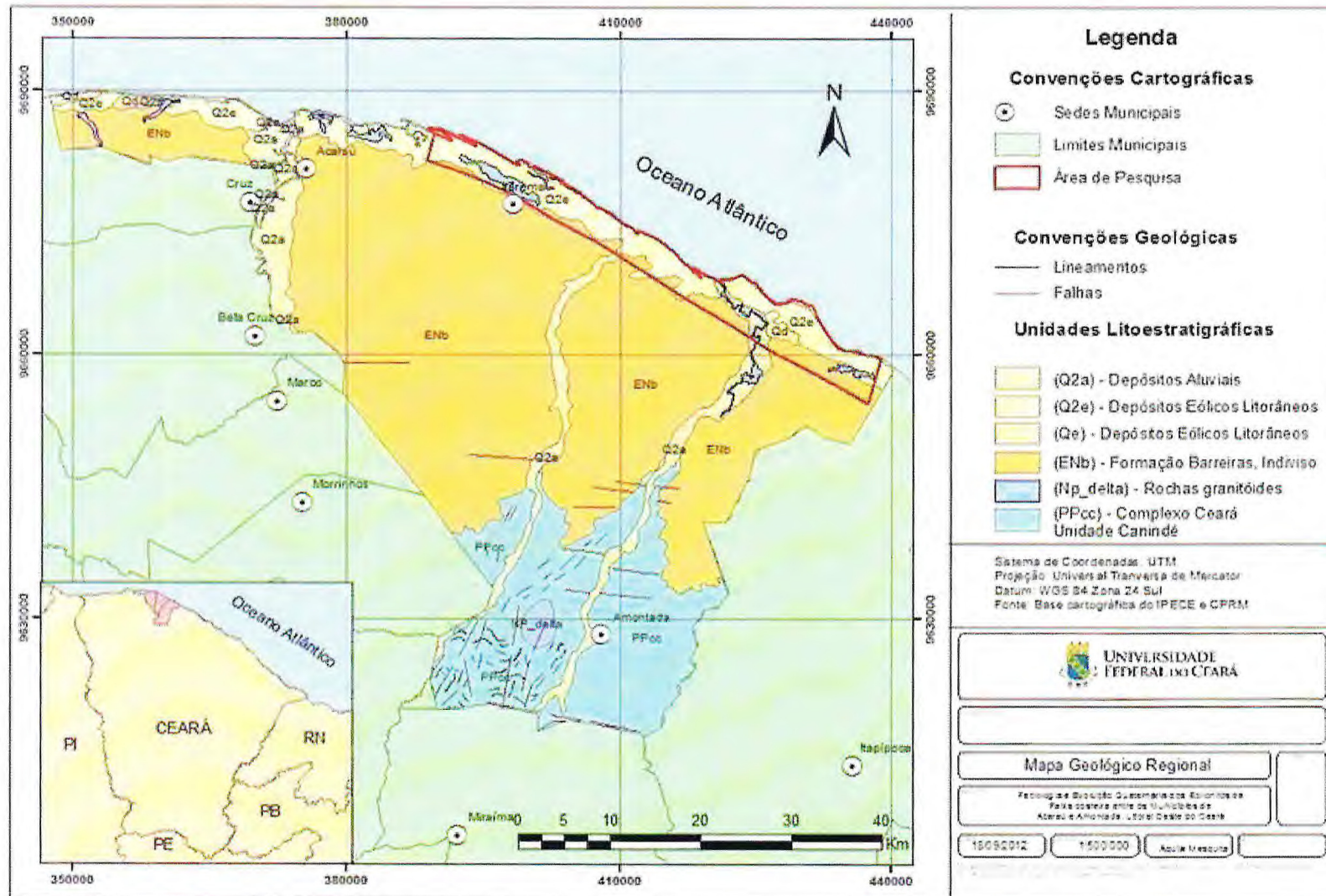


Figura 8 - Mapa geológico regional correspondente a área de estudo.

Capítulo 5

ASPECTOS FACIOLÓGICOS E LITOESTRATIGRÁFICOS

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

5.1 - Apresentação

A análise fisiológica dos estratos de idade quaternária do litoral oeste cearense foi feita através da observância alguns critérios básicos para classificação de fácies sedimentar, como proposto por Selley (1970).

O autor propõe a classificação de fácies através da descrição de alguns critérios como geometria (interna, externa e características direcionais/azimutais), litologia e fósseis.

O método adotado para a separação de limites interfaciológicos é defendido por Anderton (1985):

- i) Base de canais ou superfícies erosivas maiores;
- ii) Base e topo de depósitos intrabaciais;
- iii) Mudanças sutis, porém abruptas de granulação;
- iv) Mudança de estrutura sedimentar sem mudança de granulação.

A partir dessa análise foram então identificadas algumas fácies de relevância para o estudo e interpretação da evolução quaternária da região.

5.2 – Aspectos da Geologia Local

Vasconcelos & Barnabé (2011) descreveram seis fácies principais que compõem o empilhamento estratigráfico da área. Esta compartimentação faciológica foi considerada nesse trabalho de forma a participar na interpretação paleoambiental em função da evolução quaternária da área em questão.

As fácies analisadas dentro do perímetro de estudo são descritas a seguir.

5.2.1 – *Fácies ACba – Arenito Conglomerático com Matriz Grossa a Fina com Bioclastos e Estratificação cruzada de Baixo Ângulo*

A fácies descrita como ACba representa a categoria de rochas vulgarmente nomeada como beach rocks e praianitos (paleoníveis marinhos). Estas afloram em quase toda a área estudada em especial as praias de Almofala, em Itarema, e Torrões e Santarém, em Amontada. A fácies ACba se dispõem de arenitos com camadas tabulares de rochas e estratificações cruzadas de baixo ângulo (<15°). Esta fácies apresenta uma

transição lateral em resposta a diferenças de cimentação, não contendo distinção entre granulação e estrutura. Constitui-se de arenitos conglomeráticos com granulação variando entre areia grossa a cascalho, cimentado por carbonato de cálcio na parte basal dessa unidade. Possui ainda algumas intercalações em lentes de cascalho (Figura 9 e 10).



Figura 9 - Afloramento da fácies ACba, *beach rocks*. Localidade de Santarém. Coord.: 432527/9662778.



Figura 10 – Fácies ACba, diferença de cimentação presente da base ao topo da fácies. Localidade de Moitas. Coord.: 425534/9667134.

Com a aproximação do topo da fácies, as rochas deixam de apresentar uma cimentação freática e passam a ter uma cimentação mais vadosa, controlada pela ação de águas meteóricas, vista claramente na figura 10, abrigando arenitos de granulação areia grossa a média e grânulos por vezes conglomeráticos em função de bioclastos que variam segundo sua natureza, composto por carapaças de bivalves, gastrópodes e rodolitos (Figura 11 e 12). A presença de finos segmentos de algas coralinas (*Corallinales*) aparece com bastante frequência em granulação areia, em função da grande disponibilidade de material algálico na plataforma continental.



Figura 11 - Detalhe da fácies ACba. Presença de conchas de bivalves e rodolitos.
Coord.: 432524/9662792.



Figura 12 - Visão geral do afloramento da fácies ACba. Concentração de nódulos algálicos na base da sequência. Localidade de Santarém. Coord.: 432527/9662778.

5.2.2 – Fácies AMc - Arenito Médio a Fino com Estratificação Convexa para o Topo

A fácies AMc representa a mudança dos estratos de natureza praial para as de natureza continental eólica e que não se apresenta de maneira contínua e representativa na área apreço. Esta se inclui na categoria de rochas denominadas “eolianitos” e Localiza-se apenas na praia de Torrões no município de Amontada.

A fácies AMc é composta por arenitos com granulação média a fina, com 30% de material bioclásticos de natureza algálica, composto por camadas lenticulares de arenitos com estratificação cruzada de alto ângulo em direções opostas (NW e SE, respectivamente) descrita como estratificações cônvexa para o topo (Figura 13 e 14).



Figura 13 - Afloramento da fácies AMc, apresentando estratificações convexas para o topo. Localidade de Moitas. Coord.: 426530/9665852.

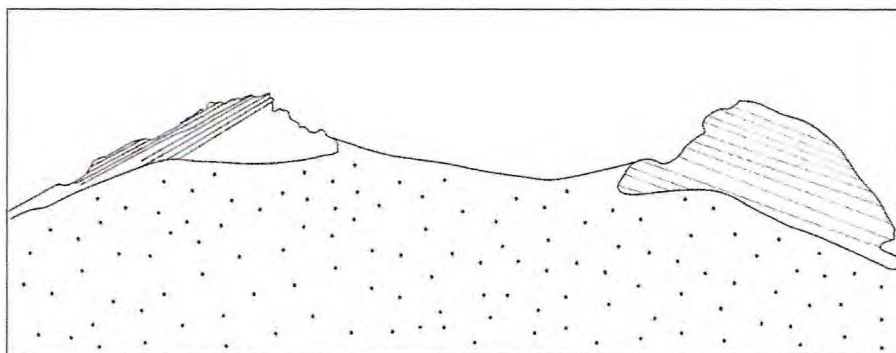


Figura 14 - Visão digitalizada da fácies AMc disposta na figura 13.

5.2.3 – Fácies AC – Argilito Carbonoso

A fácies AC possui ocorrência pontual na margem leste do Rio Aracatimirim. Esta fácies não foi descrita por Vasconcelos & Barnabé (2011), entretanto representa uma unidade faciológica pouco comum na área.

Possui um contato brusco com os estratos de eolianitos ao topo e gradual lateralmente (Figuras 15). Representa uma camada lenticular e estratificações plano-paralelas de argilitos, por vezes misturado com areia fina e com grande conteúdo de matéria orgânica e bioclastos de gastrópodes continentais, cracas (*Cirripidea*) e bivalves

marinhos (Figura 16). Provavelmente essa fácies representa um contexto de planícies flúvio-marinha.



Figura 15 - Fácies AC, em visão geral, apresentando contato brusco com os depósitos de eolianitos a cima. Coord.: 390596/9684710.

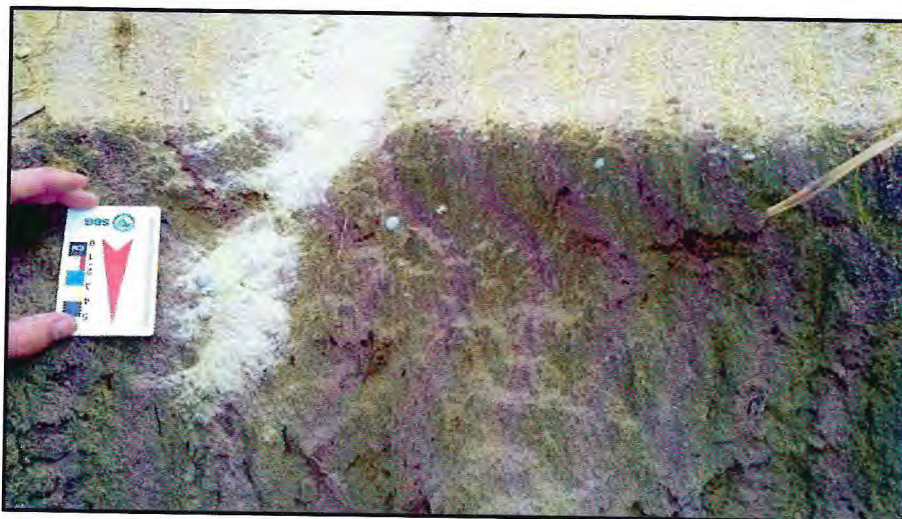


Figura 16 - Vista em detalhe da fácies AC (Figura 15). Presença de conchas de gastrópodes continentais e bivalves marinhos.

5.2.4 – Fácies AMba - Arenito Médio com Estratificação de Baixo Ângulo ou Plano-Paralela

A fácies AMba constitui uma unidade faciológica bastante comum na área de estudo possuindo os principais afloramentos na localidade de Guajerú em Acaraú e na localidade de Volta do Rio em Itarema.

Os eolianitos aqui descritos representam camadas tabulares de arenitos de granulação média a grossa com teor de bioclastos variando entre 10 e 15%, com estratificações cruzadas de baixo ângulo ou plano-paralelas (Figura 17).

Esta unidade faciológica pode apresentar estratificações tangenciais com a superfície delimitante inferior, truncando o conjunto de estratificações de baixo ângulo, entretanto de forma mais restrita (Figura 18A). Possui contato brusco com as fácies ACba e AMcz descritas posteriormente, sendo o contato com a fácies ACba não identificado com clareza em alguns pontos, mas que mostra a mudança de um ambiente de domínio praial para a predominância da dinâmica eólica.

Os bioclastos encontrados geralmente concentram-se como conchas em bom estado de preservação, com paredes delgadas, indicando sua origem continental. Inclusive, são idênticas a conchas *in situ* encontradas na superfície de campos de dunas atuais (Figura 18B).

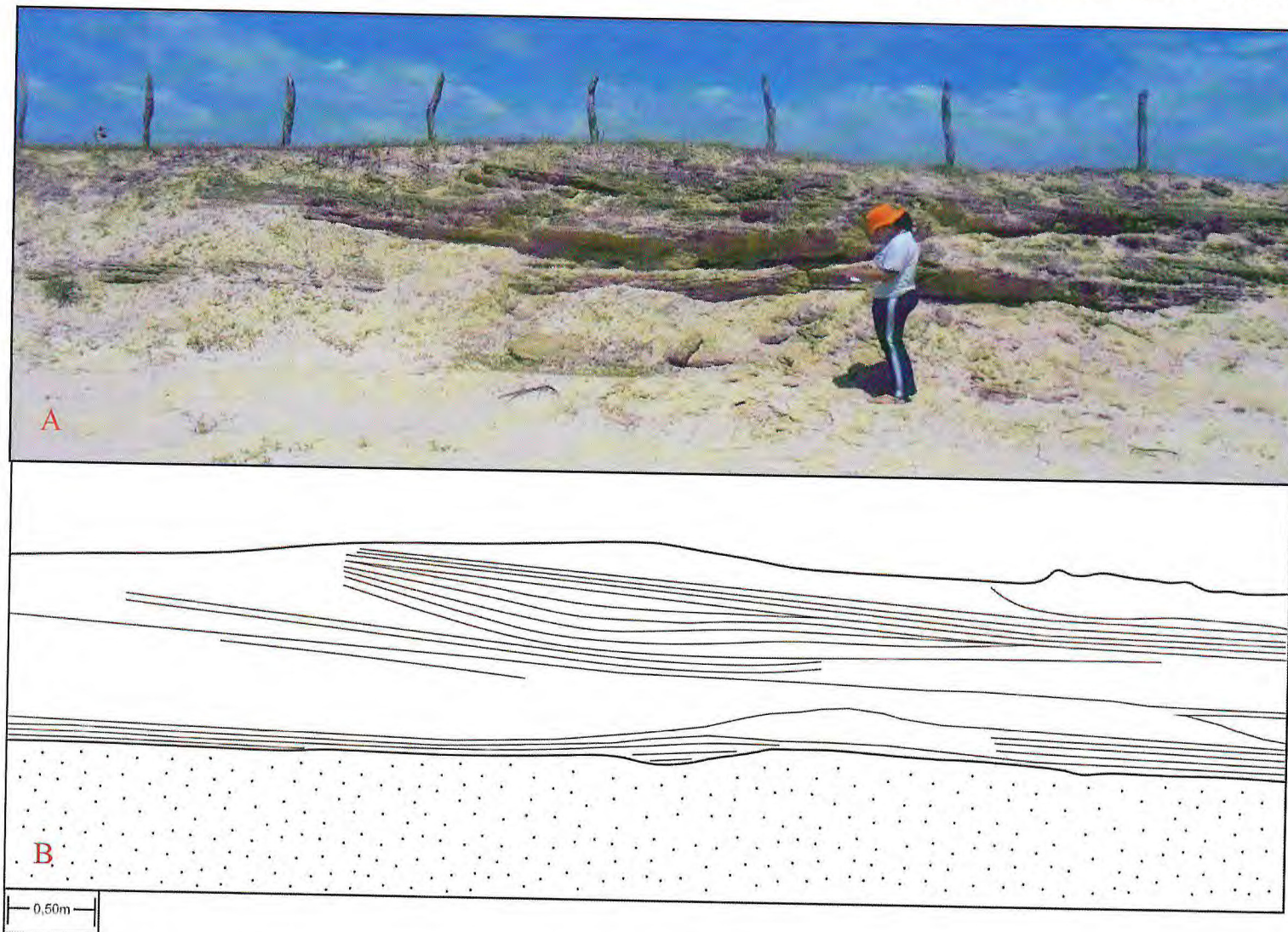


Figura 17- A) Conjunto de estratos cruzados tangenciais a base da fácies AMba, Localidade de Guajerú. B) Modelo digitalizado da fácies AMba. Coord.: 399554/9679916.

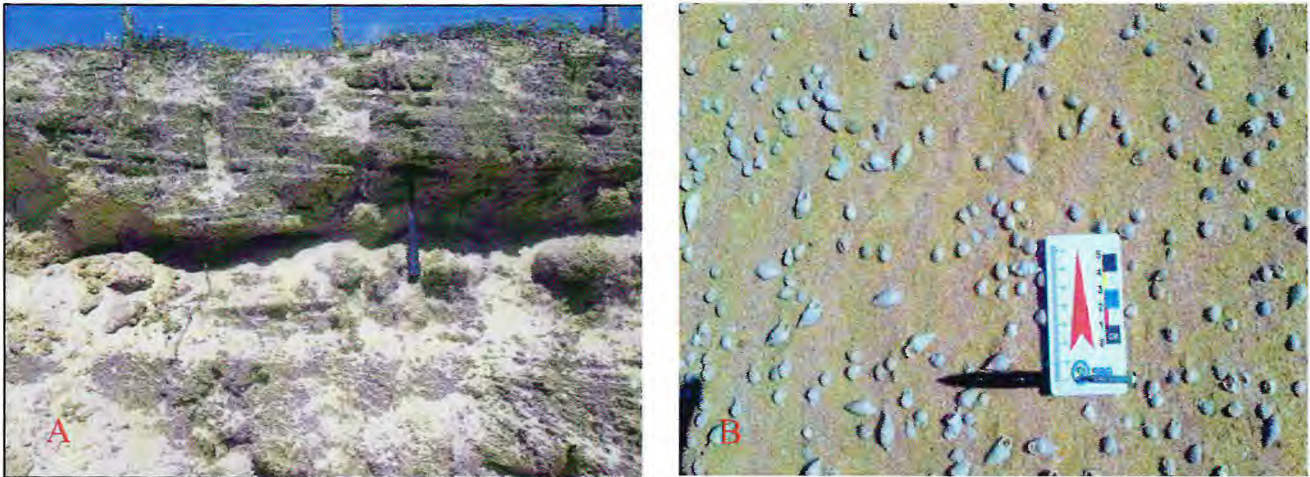


Figura 18 - A) Estratificação de baixo ângulo truncando estratificação tangencial a superfície delimitante inferior. Coord.: 399554/9679916. B) Resto de carapaças de gastrópodes dispostos nos campos de dunas atuais. Coord.: 399544/967991.

5.2.5 – Fácies AMcz - Arenito Médio com Estratificação Cruzada com Superfície de Truncamento em “z”

A fácies AMcz é abrigada somente na localidade de Santarém, dentro do município de Amontada e compõe uma unidade faciológica peculiar.

Segundo Vasconcelos & Barnabé (2011), Geomorfologicamente esta sub-fácies controlam abundantes feições geomórficas denominadas *yardangs* e *zeugens*, ocorrendo em praticamente no topo da sequência.

Apresenta-se disposta em camadas tabulares de arenitos médios a grossos com estratificações cruzadas planar em sentidos opostos (Figura 19 e 20), entretanto não possuindo altos ângulos de mergulho como possui a fácies AMc, denominadas assim estratificações cruzadas com superfície de truncamento em "z". A disposição espacial dessas estratificações são preferencialmente situada com direções opostas (N-NW e S-SE) e mergulhos variando entre 10 e 20°. O conteúdo bioclástico dessa unidade varia entre 10-20%.



Figura 19 - Fácies AMcz apresentando conjuntos de estratificações cruzadas com superfície de truncamento em "z", localidade de Santarém. Coord.: 432305/9662596.

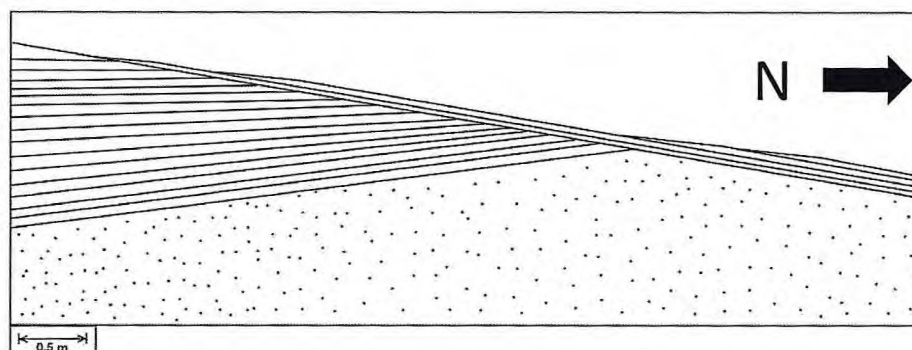


Figura 20 - Digitalização das estruturas observadas na figura 19.

5.2.6 – Fácies AMcar - Arenito Médio com Estratificação Cruzada de alto ângulo obliterada por Rizoconcreções

A fácies AMcar representa uma das unidades aqui descritas de maior importância do ponto de vista genético. Seus afloramentos concentram-se na praia de Almofala dentro do município de Itarema.

Esta compreende arenitos de granulação média a grossa em camadas tabulares de estratificações convexas, tangencial a base e de baixo ângulo (Figura 21). O percentual do conteúdo bioclástico varia entre 15 a 20%. Assim como a fácies AMba, ocorrem carapaças de gastrópodes de origem continental.



Figura 21 - Estratificações convexas, presentes na fácies AMcar. Coord.: 409339/9674750.

A característica principal desta fácies é a presença de icnofósseis representados por rizoconcreções ou moldes de raízes, obliterando as camadas de estratificações pré-existentes (Figura 22 e 23).



Figura 22 - Rizoconcreções obliterando as camadas de arenitos da fácies AMcar. Vista em perfil. Coord.: 409449/9675478.



Figura 23 - Rizoconcreções da fácies AMcar. Vista em planta. Coord.: 409449/9675478.

Em linhas gerais, a caracterização faciológica da área pode ser avaliada segundo a Tabela 2. Deve-se levar em consideração o acréscimo de uma nova unidade faciológica (Fácies AC), complementando a proposta faciológica de Vasconcelos & Barnabé (2011).

Tabela 2 - Relação geral das fácies descritas na área de estudo.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ACba	Arenito conglomerático com matriz grossa a fino com bioclastos e estratificação de baixo ângulo.
AMc	Arenito médio a fino com estratificação convexa cuneiforme.
AC	Argilito carbonoso
AMba	Arenito médio com estratificação tangencial a base, baixo ângulo ou plano-paralela.
AMcz	Arenito médio com estratificação cruzada com superfície de truncamento em "z".
AMcar	Arenito médio com estratificação plano-paralela ou cruzada de alto ângulo e icnofósseis.

5.3 - Aspectos Litoestratigráficos

Com base no levantamento faciológico, primeiramente descritos por Vasconcelos & Barnabé (2011) e posteriormente em campo, foram amostradas seções colunares ao longo da área de estudo. Tal levantamento levou a compreensão da compartimentação litoestratigráfica apresentada na área de estudo. Todas as seções forma balizadas com nível médio atual do mar. Essa correção se deu através das medidas de marés dadas pelo marógrafo em funcionamento no Terminal portuário do Pecém em São Gonçalo do Amarante.

A Tabela 3 apresenta os dados de nivelamento marinho obtido em campo com suas devidas correções.

Tabela 3 - Nivelamento da base das colunas estratigráficas em relação ao nível médio atual do mar.

Nivelamento da base das colunas com o nível médio atual					
COLUNA	Nível Medido a partir do espraçamento médio.	Nível do Mar	Hora	Dia	Nível corrigido
SANTARÉM	0,72	1,66	15:55	21/05/2012	2,38
MOITAS	0,092	0,93	10:00	22/05/2012	1,02
TORRÕES	2,56	0,63	14:20	23/05/2012	3,20
ALMOFALA	3,03	0,95	14:57	22/05/2012	3,98
VOLTA DO RIO A	1,69	1,10	10:21	23/05/2012	2,79
VOLTA DO RIO B	2,38	1,10	10:21	23/05/2012	3,48
VOLTA DO RIO C	2,94	1,10	10:21	23/05/2012	4,04

5.3.1 – Compartimentação Litoestratigráfica.

Foram assim levantadas seis seções colunares nas localidades de Santarém, Moitas, Torrões, Almofala, Volta do Rio e Guajerú, todas espalhadas entre os municípios de Amontada, Itarema e Acaraú, representando pontos estratégicos (Figura 24).

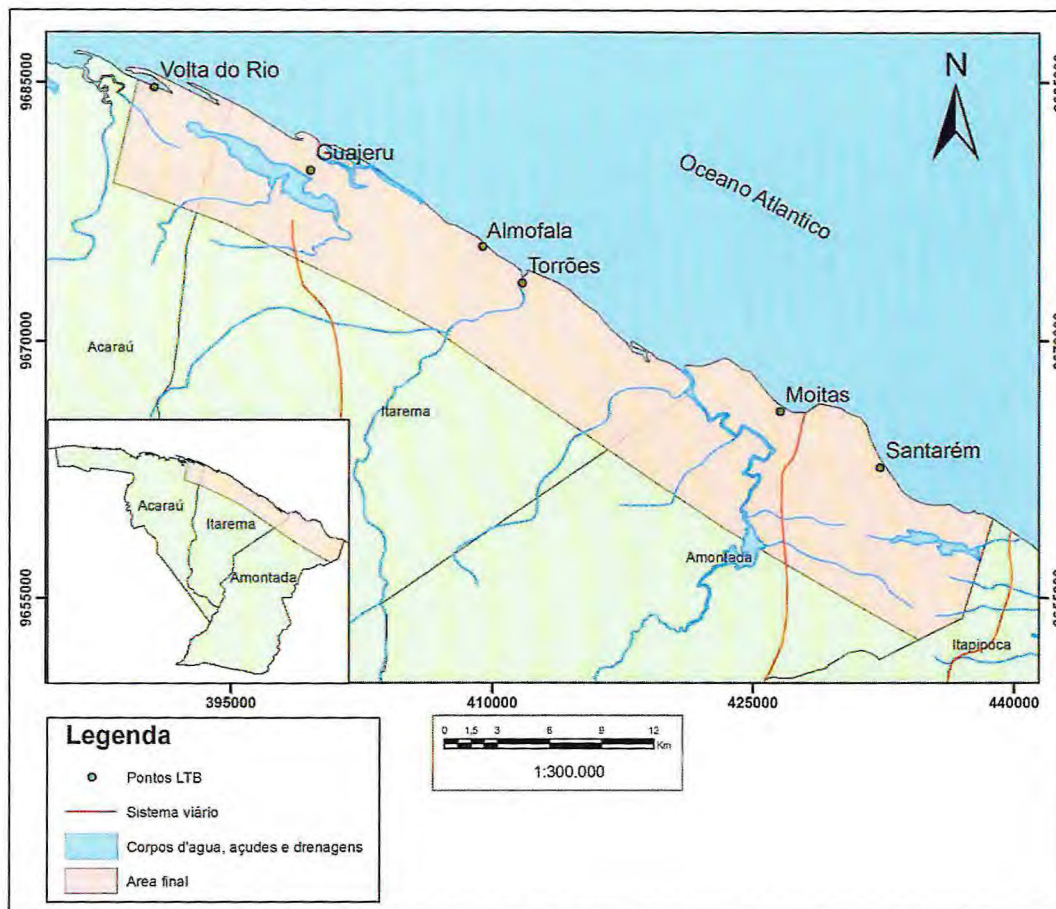


Figura 24 - Localização espacial das principais seções colunares amostradas.

De modo geral as fácies descritas podem ser correlacionadas de forma a dimensionar sua posição litoestratigráfica local. Assim, a disposição das fácies descritas é apontada nas seções colunares a seguir (Figuras 25 a 30).

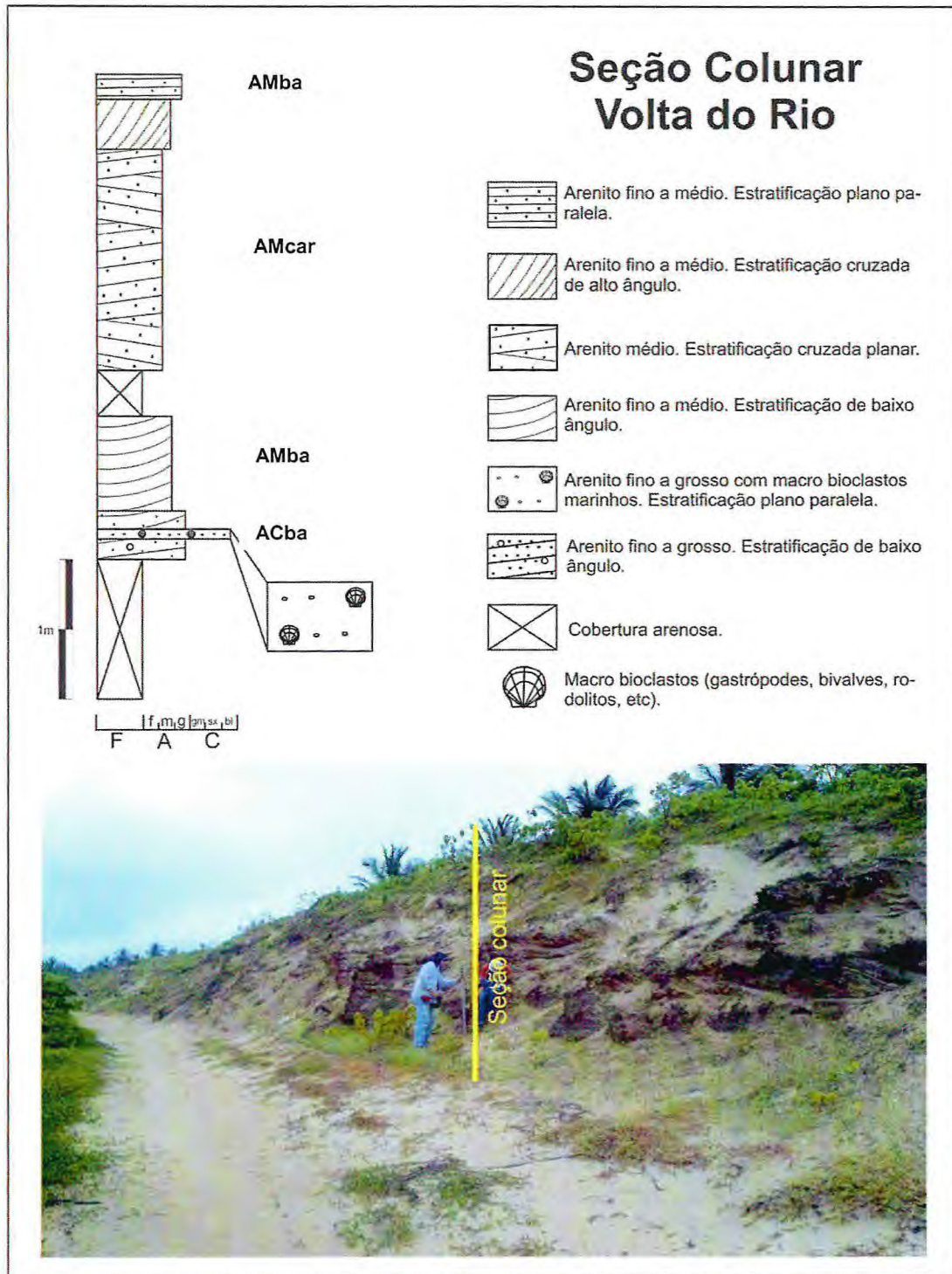


Figura 25 - Seção colunar integrada da Volta do Rio. Disposição da fácies ACba na base e fácies AMba e AMcar acima.

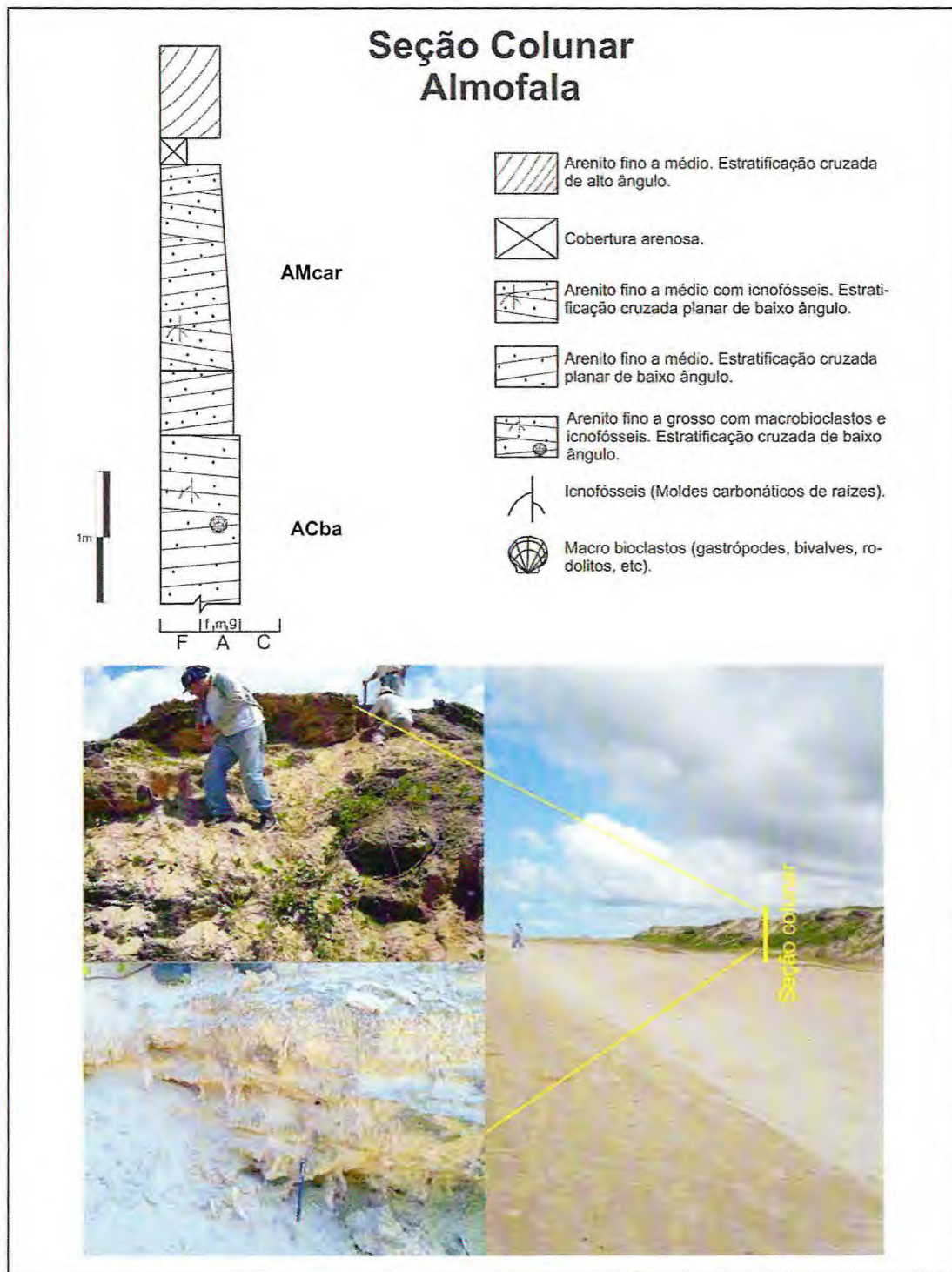


Figura 26 - Seção colunar de Almofala. Disposição da fácies ACba na base e fácies AMcar ao topo.

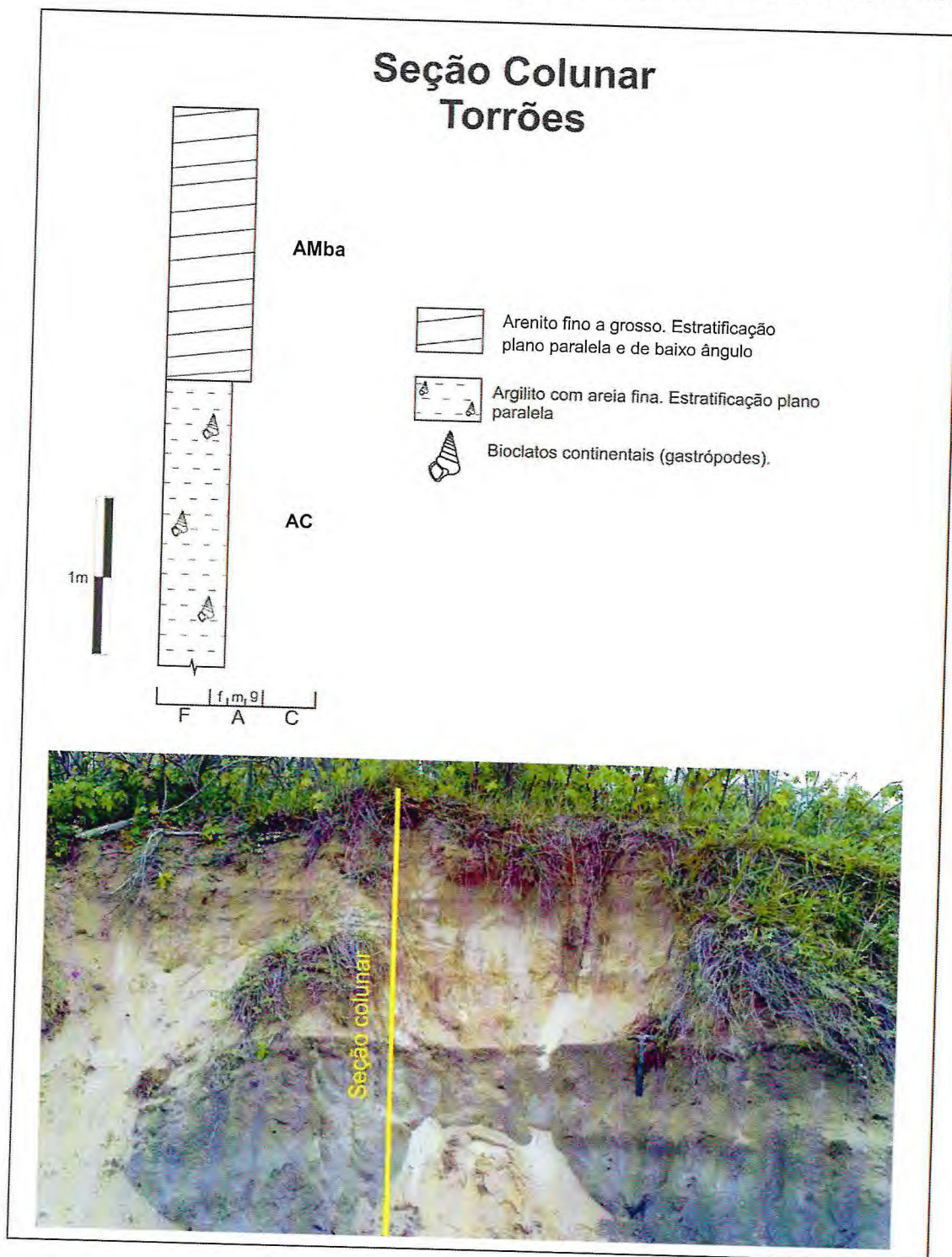


Figura 27 - Seção colunar de Torrões. Fácies AC na base em contato brusco com a fácies de origem eólica, AMba.

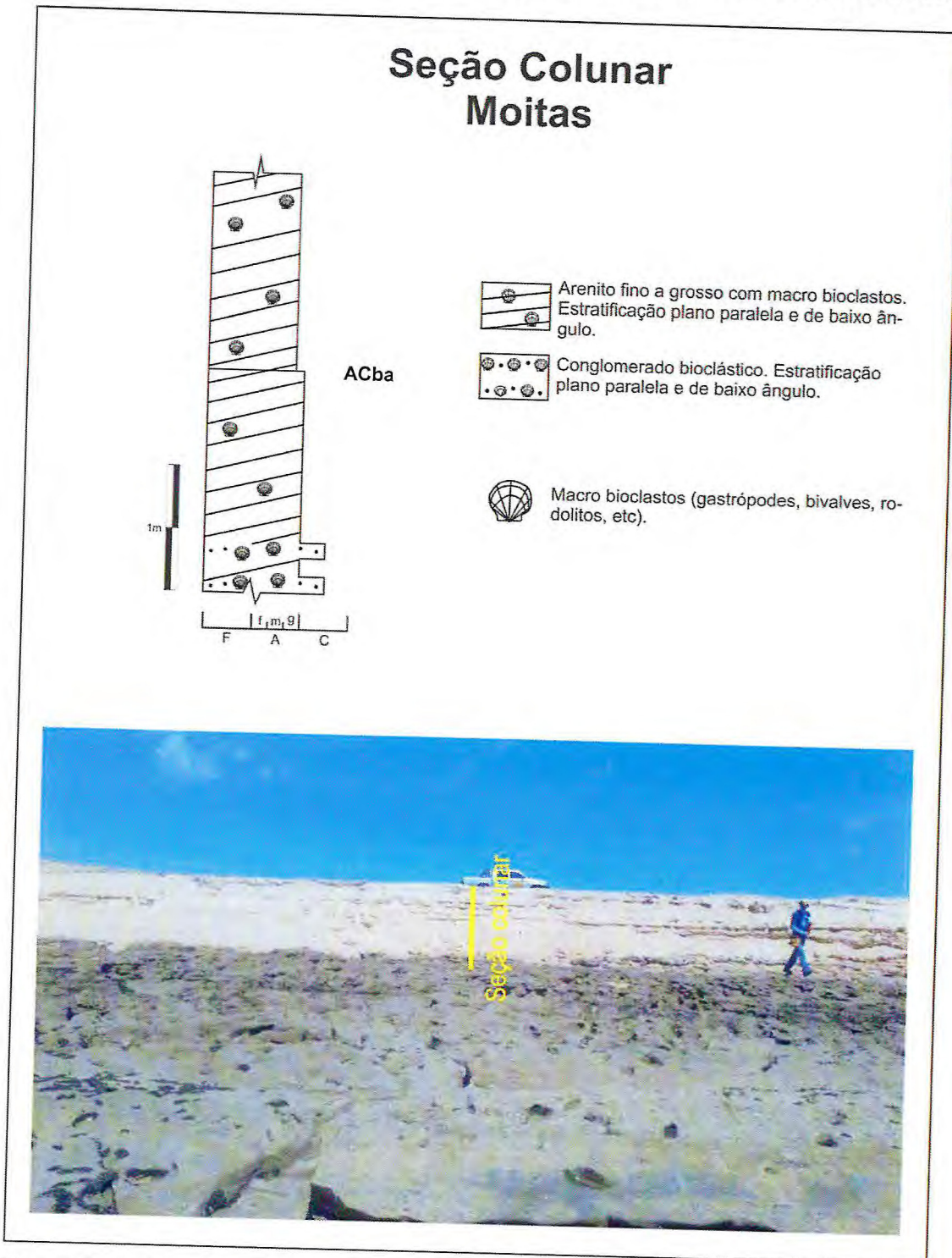


Figura 28 - Seção colunar de Moitas. Fácies ACba.

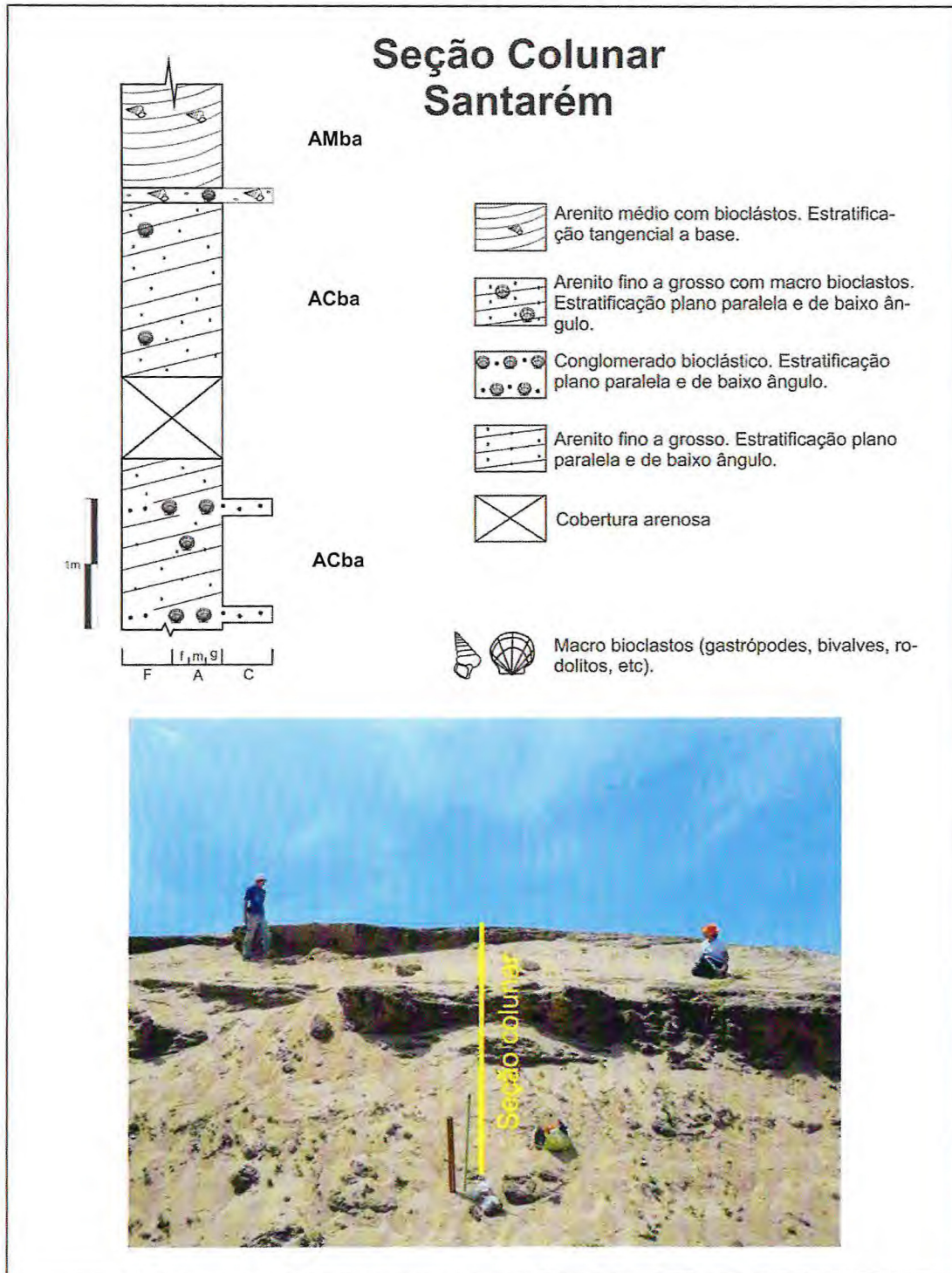


Figura 29 - Seção colunar de Santarém. Disposição da fácies ACba na base, seguida pela fácies AMba ao topo.

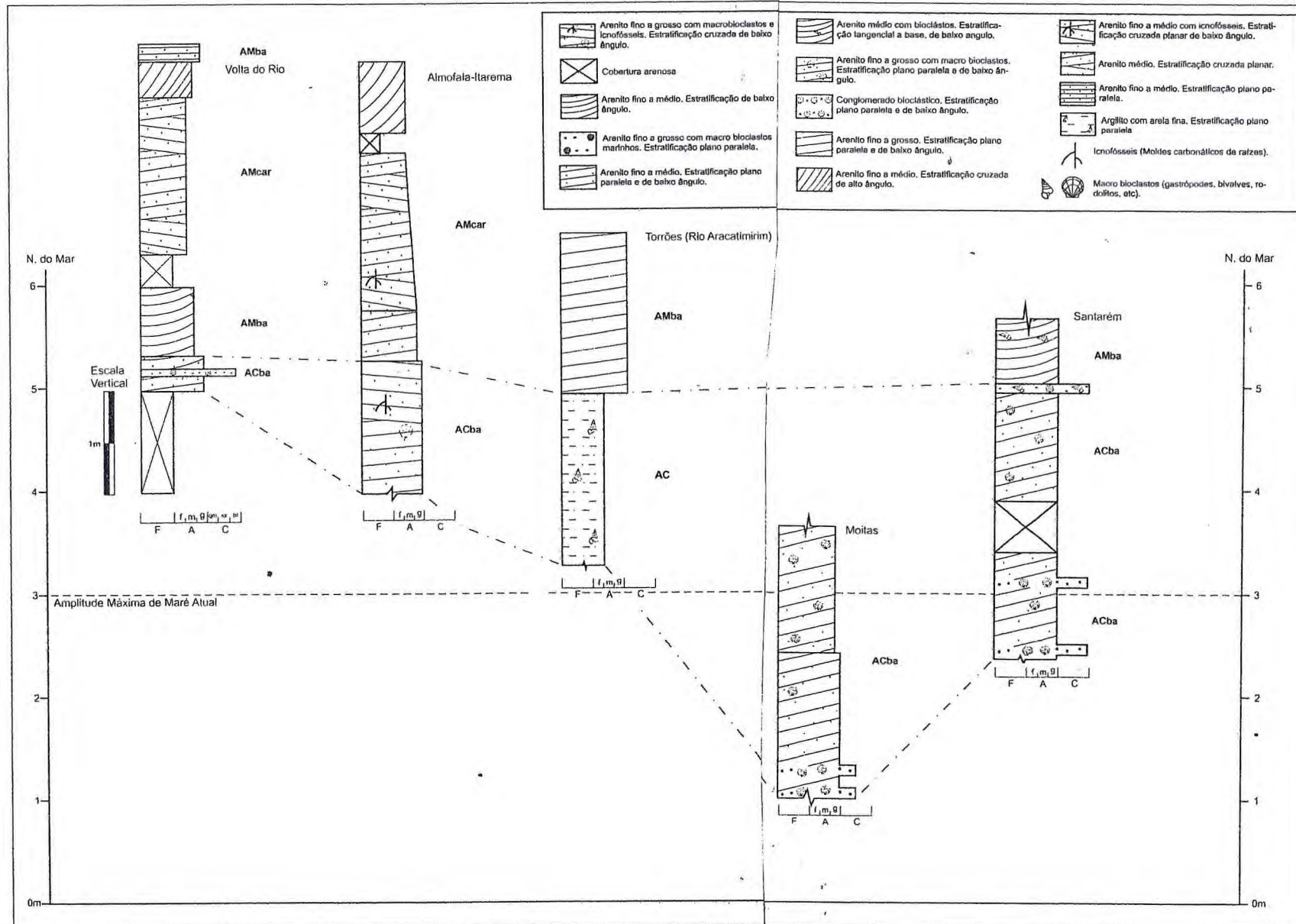


Figura 30 – Compartimentação Litoestratigráfica da área, corrigidas com o nível médio atual do mar.

Capítulo 6

EVOLUÇÃO QUATERNÁRIA

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

6.1 – Apresentação

O Holoceno representa um período muito curto dentro do tempo geológico e por tal fato os macroeventos que afetaram a dinâmica da Terra nesse período foram condicionados, entre outros fatores, por eventos eustáticos.

As variações eustáticas tem natureza global, enquanto que os movimentos que se verificam no continente, através do avanço e recuo da linha de costa, são claramente localizados no espaço.

De tal forma, as variações eustáticas relacionadas à migração continental e acréscimo continental por orogenia, não serão tomadas por referência, já que são eventos pouco expressivos para a área em estudo e o curto período de tempo.

De tal forma, os paleoníveis marinhos registrados na área podem estar relacionados a outros eventos locais dissertados posteriormente.

6.2 – Mudanças no Nível Marinho

Segundo Viera (1981) os fatores que variavelmente atuam na mudança local do nível marinho incluem duas hipóteses, os fenômenos tectônicos e fornecimento acelerado de sedimentos na plataforma continental em conjunto com a falta de espaço para acomodação de sedimentos.

De fato, as duas hipóteses podem ser levadas em consideração uma vez que a região é afetada pelo extremo norte do Lineamento Transbrasiliano. Este é composto por diversas fraturas com direção preferencial NE que foram ativadas possivelmente durante todo o Fanerozóico.

Por outro lado, segundo Silva Filho (2004) a plataforma continental que compõe a Bacia do Ceará representa uma compartimentação rica em sedimentos de origem carbonática e siliciclástica. Não obstante, o grande fornecimento de sedimentos e a posterior falta de acomodação na Bacia, influenciando no aumento relativo do nível marinho, não podem ser ignorados.

6.3 – Paleoníveis Marinhos

A base da sequência estratigráfica, representadas pelas fácies ACba, e aqui denominada informalmente de “praianitos” (Depósitos de origem praial e pouco cimentados por CaCO₂), compõe o paleonível marinho descrito na área de estudo. Esse, como descritos anteriormente, representa nível rico em material carbonático macroscópico como conchas de gastrópodes e bivalves, além das grandes concentrações de rodolitos. Esse nível hoje se encontra até quatro metros acima do nível do mar de referencia atualmente e acima da amplitude máxima de maré atual, já que esta pode chegar até três metros no litoral oeste do Ceará.

Os sedimentos carbonáticos disponíveis na plataforma continental, outrora foram expostos a níveis subaéreos em eventos de recuo de linha de costa. Essa exposição culminou na existência de um maior espaço disponível para o retrabalhamento do sedimento pelo vento e posteriormente a instalação de campos de dunas móveis (Carvalho *et al.*, 2009).

A instalação de campo de dunas móveis posteriormente viria a se litificar fracamente, formando então o que hoje é denominado de “eolianitos”.

6.4 – Modelo de Evolução Sedimentar

Por definição os eolianitos do Litoral Oeste do Ceará são formados por pacotes de rochas sedimentares quartzo-silicáticas, de granulação areia, cimentados por carbonato de cálcio, com sinais de bioturbação e biodetritos em seus estratos.

Segundo Carvalho *et al.* (2009), o grau de empacotamento e litificação dessa unidade proporcionou a preservação de macro feições estruturais, apesar de os níveis mais friáveis e de granulação mais fina terem sofrido processos erosivos pela ação da chuva e dos ventos.

Ainda segundo o autor, acima a correlação entre a característica desses depósitos com os atuais e seu padrão de dinâmica e evolução, conduz a interpretação de que a maioria desses eolianitos corresponde a uma fase de rebaixamento do nível do mar, com intensa ação eólica, onde predominaram dunas compostas com a formação de grandes dunas parabólicas.

Entretanto segundo outros trabalhos de Hesp (1988), Hesp (2002) e Bristow et.al.(2000), e levando em consideração o princípio do atualismo de James Hutton, podemos entender que o modelo da evolução dunar que deu origem aos estratos de eolianitos pode ser descrita de maneira diferente em comparação a modelos de dunas frontais já existentes, tomando por base diversas características estruturais e faciológicas.

Combinando investigações geomorfológicas e estratigráficas na estrutura e morfologia desses estratos costeiros foi avaliada com mais precisão o seu desenvolvimento e evolução.

6.4.1 – Modelo de Evolução Eólica

Dunas frontais são dunas com cristas paralelas a linha de costa fixada em seus estágios mais avançados pela vegetação. Elas são geralmente formadas no limite superior da ação das ondas sobre plataformas de praia progradantes, onde a colonização vegetal ajuda a reter a areia soprada pelo vento, favorecendo um núcleo para a formação de protodunas (Olson & van der Maarel, 1989).

Com a disponibilidade de sedimentos exposto a ação eólica em níveis marinhos rasos e plataformais, é simples pensar que o desenvolvimento de sistemas de dunas seria mais facilmente condicionado a formação de núcleos de dunas frontais.

Hesp (1988) descreve quatro estágios genéticos na formação de dunas frontais, sendo listados a seguir.

No estágio 1 as dunas não possuem grandes dimensões, são lateralmente contínuas e possuem vegetação, sendo essa não o suficiente para a estabilização da duna. Morfologicamente são dunas ligeiramente assimétricas, com mergulhos suaves tanto a barlavento quanto a sota-vento.

A areia é transportada para fora da face da praia e pós-praia e é depositada sobre a face de sota-vento da duna frontal, ou dentro da zona de duna frontal incipiente, se houver uma.

Este ainda define uma relação proporcional entre a porcentagem de populações vegetais com a altura e extensão dessas dunas na face voltada para

“offshore”. De tal forma que, quanto maior for o suprimento sedimentar e o número de indivíduos vegetais, maior será a extensão e amplitude de onda.

No estágio 2, a morfologia de duna pode se comportar semelhante a do estágio 1, entretanto possuem maior cobertura vegetal e escalas menores que 4m de altura.

O estágio 3 é caracterizado por dunas frontais estabelecidas e perfaz o tipo mais comum de duna frontal. Possui uma topografia descrita por Hesp (1988), por topografia do tipo hummocky, o que não especifica a forma genética desse tipo de estratificação, entretanto descreve um relevo de natureza côncava/convexo.

Normalmente estas dunas exibem uma vegetação pequena a média. Nesse estágio as dunas adotam um padrão assimétrico cada vez mais distinto fruto do aumento da cobertura vegetal em conjunto com o retrabalhamento eólico.

O Estágio 4 abriga dunas frontais estabelecidos caracterizadas por serem de escala de natureza média a grande. Apresentam grandes lençóis de areia e planícies de deflações interdunar e principalmente uma topografia colinosa. Essas dunas frontais podem apresentar grandes variações em tamanho e morfologia, com vegetação de porte médio. Variavelmente, a face de ambientes de deposição e erosão é maior. Em alguns casos as cristas podem ser contínuas até algumas centenas de metros ao longo da costa, ou serem divididas em segmentos mais descontínuos. Predominam aqui vegetação de porte mediano a grande.

Finalmente o estágio senil (estágio 5) é caracterizado pelo fim do crescimento lateral e estabilização da duna pela vegetação, esta de porte médio a grande.

6.4.2 - Estruturas Internas

Consoante Bristow *et al.*(2000) no decorrer do desenvolvimento das dunas frontais o conjunto de processos erosivos e deposicionais imprimem distintivos conjuntos de estratificações. Tais podem ser acopladas segundo o estágio de evolução que se encontra a duna frontal.

Variavelmente dunas frontais relacionadas aos estágios 1 e 2, como descritos por Hesp (1988), possuem uma predominância de estratificações com

truncamentos de baixo ângulo, convexas para o topo e com contatos tangenciais na base.

Dessa forma, as fácies descritas no capítulo anterior, possuem características suficientes para o enquadramento nessa categoria de dunas. São essas fácies: AMcz, AMc e AMba.

Por sua vez as fácies AMcz possuem conjuntos de estratificações cruzadas com truncamento em "z" e mergulhos de baixo ângulo ($<15^\circ$). Apresentando mergulhos com ângulos de 14° a barlavento e 10° a sotavento aproximadamente, relacionados a própria compartimentação topográfica da face de berma em relação a praias no momento de geração desses estratos. Essa configuração estrutural pode ser vista na Figura 31 e no diagrama a seguir (figura 31).

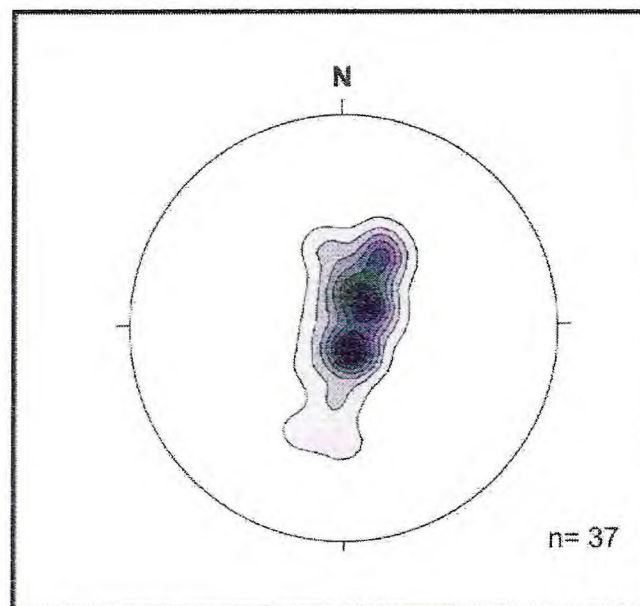


Figura 31 - Fácies AMcz: contornos de pólos de estratificações denotando a geometria de estratos com caimentos para lados opostos (Rede de Schimit Hemisfério Inferior N = Número de medidas). Fonte: Vasconcelos & Barnabé (2011).

A fácies AMc caracterizada por arenitos com estratificações convexas em cunha, presentes na localidade de Moitas, bem como a fácies AMba composta por estratificações cruzadas de baixo ângulo, encontradas nas localidades de Guajerú e Volta do rio, podem assim serem enquadradas nas especificações outorgadas às dunas frontais no estágio 1 e 2.

Por outro lado as estruturas encontradas em dunas frontais do estágio 3 e 4 apresentam-se composta por estratificações cruzadas de alto ângulo ($>15^\circ$), convexas para o topo e por vezes tangenciais na base.

Localmente a fácies AMcar perfaz a fácies típica que caracteriza esse estágio dunar dentro dos estratos estudados de eolianitos. Estas possuem em seu conjunto de estratos cruzados de alto ângulo, por vezes tangenciais a base, bem como estratificações convexas para o topo (Figura 32).

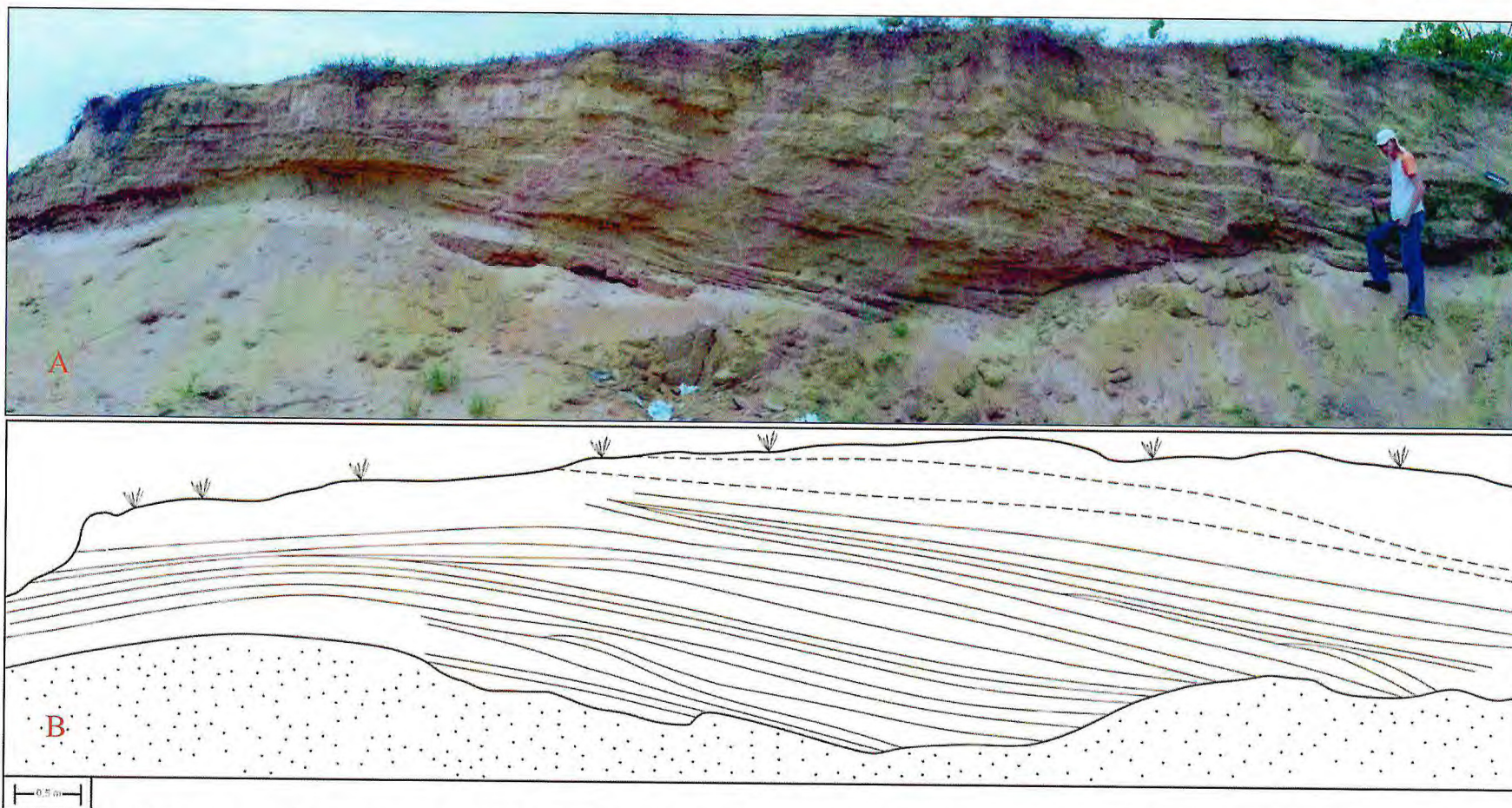


Figura 32 – A) Corte de estrada mostrando a fácies AMcar. Conjunto de estratos cruzados planar com mergulhos de alto ângulo ($>30^\circ$). Representa estágio de dunas frontais do tipo III e IV. Localidade de Torrões. Coord.: 409339/9674750. B) Digitalização das estruturas observadas na figura 32A

As fácies descritas no capítulo anterior estão relacionadas com o estágio evolutivo, proposto neste trabalho na tabela a seguir com base nos modelos de Hesp (1988) em conjunto com as descrições feitas em campo (Tabela 4):

Tabela 4 – Relação das unidades faciológicas junto aos estágios evolutivos propostos.

CÓDIGO FACIOLÓGICO	ESTÁGIO EVOLUTIVO
ACba	Faces Praial
AMc	Dunas frontais do estágio 1 e 2
AMba	Dunas frontais do estágio 1 e 2
AMcz	Dunas frontais do estágio 1 e 2
AMcar	Dunas frontais do estágio 3 e 4

6.4.3 - Vegetação de Fixação

Não obstante, a vegetação perfaz um importante fator na interpretação paleoambiental. De tal forma, a vegetação que outrora fixou os corpos dunares ainda ocorre nos campos de dunas atuais.

As dunas do estágio 1 e 2, segundo Hesp (1988), encontram-se vegetadas por vegetação geralmente rasteira, pouco arbustiva e pouco densa. Assim nos campos de dunas atuais encontram-se espécies com essas características, principalmente *Iponea pes-caprae*, *Blutaparon portulacoides*, *Spatina ciliata*, *Spinefex Gr.* (Figura 33).

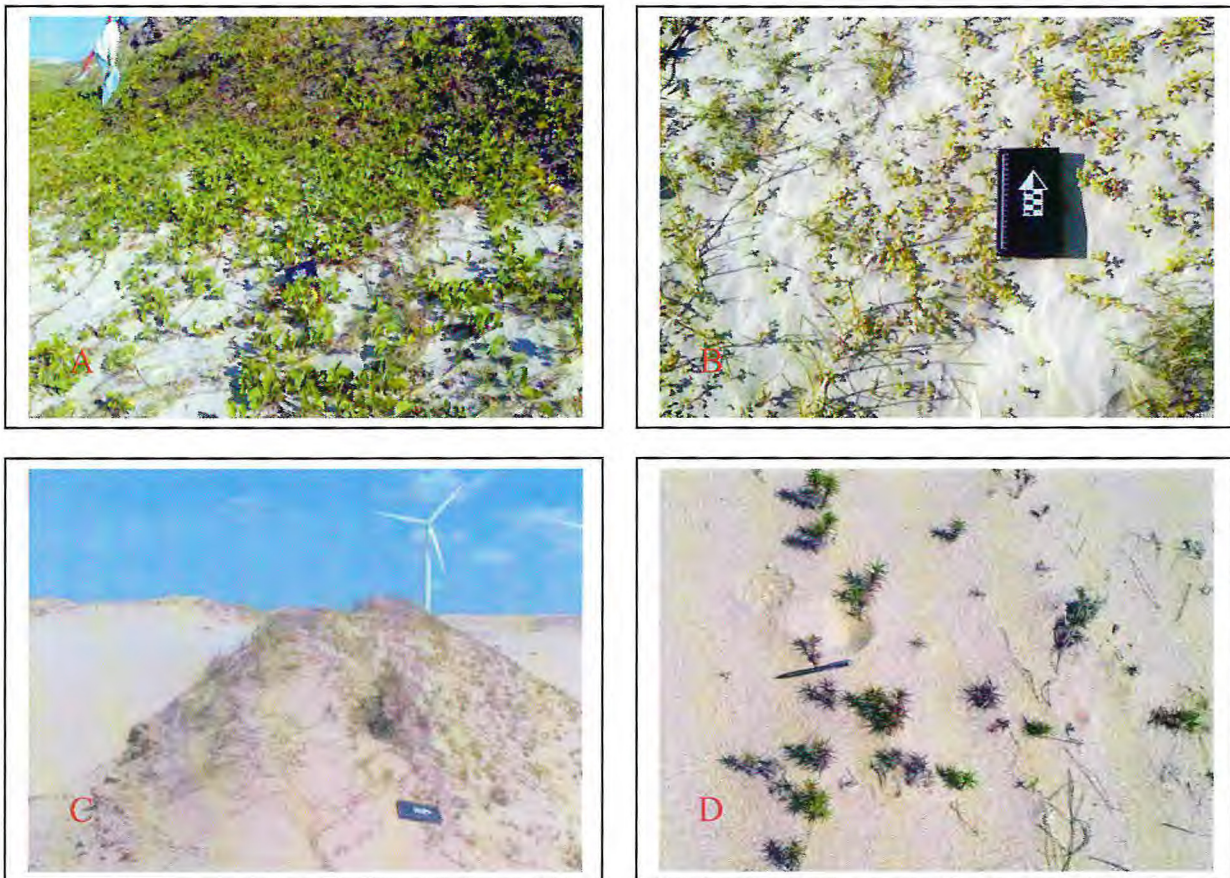


Figura 33 - Tipos vegetais encontrados nos campos de dunas atuais. A - *Iponea pes-caprae*, B - *Blutaparon portulacoides*. C - *Spatina ciliata*. D - *Spinefex Grass*.

Por outro lado, dunas frontais do estágio 3 e 4 já não possuem somente as vegetações pioneiras que ocuparam as dunas do estágio 1 e 2. A Vegetação secundária, de gênero arbustivo e raízes mais penetrativas ao solo também ocorre. Isto é relevante,

pois as estruturas de bioturbação existentes dentro da porção superior dos eolianitos (fácies AMcar) indicam características pretéritas semelhantes à desse tipo de dunas frontais (Figura 34 e 35).



Figura 34 - Visão geral do campo de dunas fixas atuais e vegetação arbustiva atual. Coord.: 426530/9665852.



Figura 35 - Detalhe de vegetação arbustiva existente da área atualmente. Coord.: 426520/9665866.

Essa vegetação é observada nas dunas atuais e seu comportamento ecológico condiz com a disposição das estruturas de bioturbação observadas. Possuem raízes com diâmetros até 5 cm e penetrativas ao solo em resposta a busca de água e nutrientes para a manutenção do seu atual poste, fator esse que não acontece em dunas

do estágio 1 e 2, com indícios geológicos de ocupação por vegetação pioneira e de baixo porte.

Portanto, a formação de rizoconcreções através da obliteração das camadas pela ação biológica das raízes perfaz uma parcela importante nas últimas fases de evolução dos eolianitos.

Segundo Catarino *et al.* (1983), as rizoconcreções, em sua origem, formam-se por processos de natureza exclusivamente orgânica da planta em conjunto com a disponibilidade de carbonato induzida pela presença de folhas, fezes de pequenos animais, raízes, conchas e etc. o qual atuam simultaneamente com os fatores sedimentológicos.

Para Tood (1903), a formação da maioria das concreções deve-se a reações químicas que provocam a precipitação de minerais insolúveis a partir de percursos solúveis, parecendo este ser um fator importante na formação de estruturas concrecionárias em meio saturado ou dominado por oscilações do nível freático. De tal forma, os possíveis mecanismos de formação desses icnofósseis poderiam ocorrer de duas maneiras distintas, assim discursadas na literatura existente.

Segundo Rousseau (1935), os processos bioquímicos realizados por agentes decompositores no estado pós-morte das raízes, poderiam provocar uma diminuição local do Ph e possível precipitação de carbonato ao molde da raízes, formando assim tubos cilíndricos. A decomposição total do material radicular central, favorecida pela cobertura periódica de preamar alterada com períodos de exposição ao calor, provocariam a formação do canal e o aparecimento das estruturas concrecionárias ocas.

Entretanto segundo as observações de Catarino *et al.* (1983), as rizoconcreções podem ter sua origem com as raízes ainda em vida. De acordo com o mesmo, pode-se admitir que as rizoconcreções resultem pelo menos no início de sua formação, da difusão do oxigênio no interior das raízes e rizomas de plantas, possibilitando assim a aglutinação de partículas orgânicas e inorgânicas presentes na matriz dos sedimentos. Em estágios insipientes da sua formação, é possível haver uma crosta mineral em volta de raízes ainda vivas em certo grau de agregação que confere maior coerência às partículas das rizoconcreções relativamente dos sedimentos envolventes.

Neste trabalho admite-se que no processo de fotossíntese, esses vegetais liberariam ácidos orgânicos impossibilitando a precipitação de carbonatos. Logo entende-se que o estágio que levaria a construção de rizoconcreções seria o de pós-morte, já que estas liberariam bases orgânica no processo de decomposição e consequentemente o aumento de pH causando a precipitação de carbonato de cálcio.

6.4.4 - Migração Eólica

À medida que essas dunas entravam em estágios avançados de evolução, substanciados pelas dunas frontais do estágio 4, novos cordões de dunas iriam se formando a sotavento utilizando as dunas já existentes como barreiras.

De igual maneira, com a formação de novos cordões de dunas frontais, planícies outrora interdunares ou de deflação iriam sendo assim soterradas pelos sedimentos assim depositados. Vale resaltar, que planícies interdunares podem se caracterizar como superfícies de afloramento do nível freático, bastante comuns nesse tipo de ambiente, sendo estes capazes de recolher material siltítico e argiloso trazido pelo vento.

Não obstante, a migração dessas dunas poderiam mudar o curso de diversos rios e consequentemente aterrar antigas planícies de inundação flúvio-marinhas ou uma laguna estuarina, ricas em material argiloso resultantes do represamento da água em épocas de cheia. Situação essa presente as bordas do Rio Aracatimirim, onde se encontra as fácies Ac, resultantes do processo assim descrito acima.

6.4.5 – Beach Rocks

Os *beach rocks*, descritos anteriormente dentro da fácies ACba, são rochas intrinsecamente relacionadas aos “praianitos”. De tal forma, que se agrupam numa mesma unidade faciológica. Apresentam-se como praianitos cimentados de forma freática, e indicam que a gênese dessas rochas está associada a eventos tardios de cimentação.

Segundo Vieira (2005), a gênese desses depósitos são condicionadas dentre outros fatores, pela a mudança de Ph, pela mistura de água salgada com água resultante

do afloramento do nível freático. Esse fenômeno acarreta o aumento de pH e consequentemente a precipitação de carbonato disponível no meio permoporoso. Entretanto o mesmo autor argumenta que o processo também pode ocorrer na plataforma através da ação microbiológica, decomposição de matéria orgânica e atividade algálica.

6.4.6 – Disposições gerais

Por definição os eolianitos do Litoral Oeste do Ceará são formados por pacotes de rochas sedimentares quartzo-bioclástica, de granulação areia, cimentados por carbonato de cálcio, com sinais de bioturbação e biodetritos em seus estratos.

Segundo Carvalho *et al.* (2009), o grau de empacotamento e litificação dessa unidade proporcionou a preservação de macro feições estruturais, apesar de os níveis mais friáveis e de granulação mais fina terem sofrido processos erosivos pela ação da chuva e dos ventos.

Portanto, levando em consideração as estruturas presentes nesses estratos pode-se afirmar que a presença de dunas parabólicas possui sua contribuição quase que inexistente, visto que um modelo baseado em dunas frontais se tornou mais apropriado para a situação geológica local.

Numa sucessão cronológica de eventos, a evolução quaternária desses estratos seguiria a ordem a seguir, segundo Carvalho *et al.* (2009) em conjunto com os trabalhos realizados em campo (Figura 37):

1 – Acumulação de carbonato biogênico (conchas de bivalves, gastrópodes e rodolitos) em ambiente marinho raso e de praia;

2 – Regressão da linha de costa, com exposição dos bioclastos sujeitando-os a ação das águas meteóricas e do vento;

3 – Remoção eólica dos sedimentos com grande conteúdo de carbonato biogênico da plataforma continental descoberta e transporte para a zona costeira, onde há a mistura com outros sedimentos, formando protodunas;

4 – Fixação das dunas frontais juvenis do estágio 1 e 2 por vegetação pioneira e de baixo porte. O contínuo recuo da linha de costa e da taxa de aporte sedimentar disponibiliza assim sedimento a ser retrabalhado, formando assim cristas praias ou mesmo barras/ilhas barreiras;

5 – Evolução do campo de dunas para os estágios 3 e 4, com fixação por vegetação secundária e de porte médio. Concomitantemente, ocorre a precipitação de carbonato ao redor das raízes dessa vegetação, formando as rizoconcreções. Esse fenômeno só ocorre nas dunas do tipo 3 e 4 devido ao porte da vegetação presente que permite a maior penetração das raízes ao substrato;

6 – Em conjunto com a evolução eólica dessas dunas frontais, na interface de praia/antepraia, formam-se os *beach rocks*, resultantes do afloramento do nível freático, em contato com águas marinhas. Pode ainda haver a formação de novas gerações de dunas frontais do tipo 1 e 2;

7 – Com a descontinuidade da regressão marinha, as dunas se estabilizam e param de migrar devido à falta de suprimento sedimentar na face de praia. Com isso os sedimentos bioclásticos são dissolvidos pela ação das águas meteóricas que forma uma solução rica em carbonato de cálcio. Próximo à superfície, essa solução supersatura em carbonato de cálcio devido à evaporação por capilaridade da água na zona vadosa. Logo, o carbonato se precipita nos espaços formando cimento na forma de calcrete, posteriormente consolidando os sedimentos da duna. Outrora cimentados, esses pacotes de rochas siliciclásticas são submetidos novamente ao processo de erosão e ação dos ventos, formando yardangs que persistem até o atual.

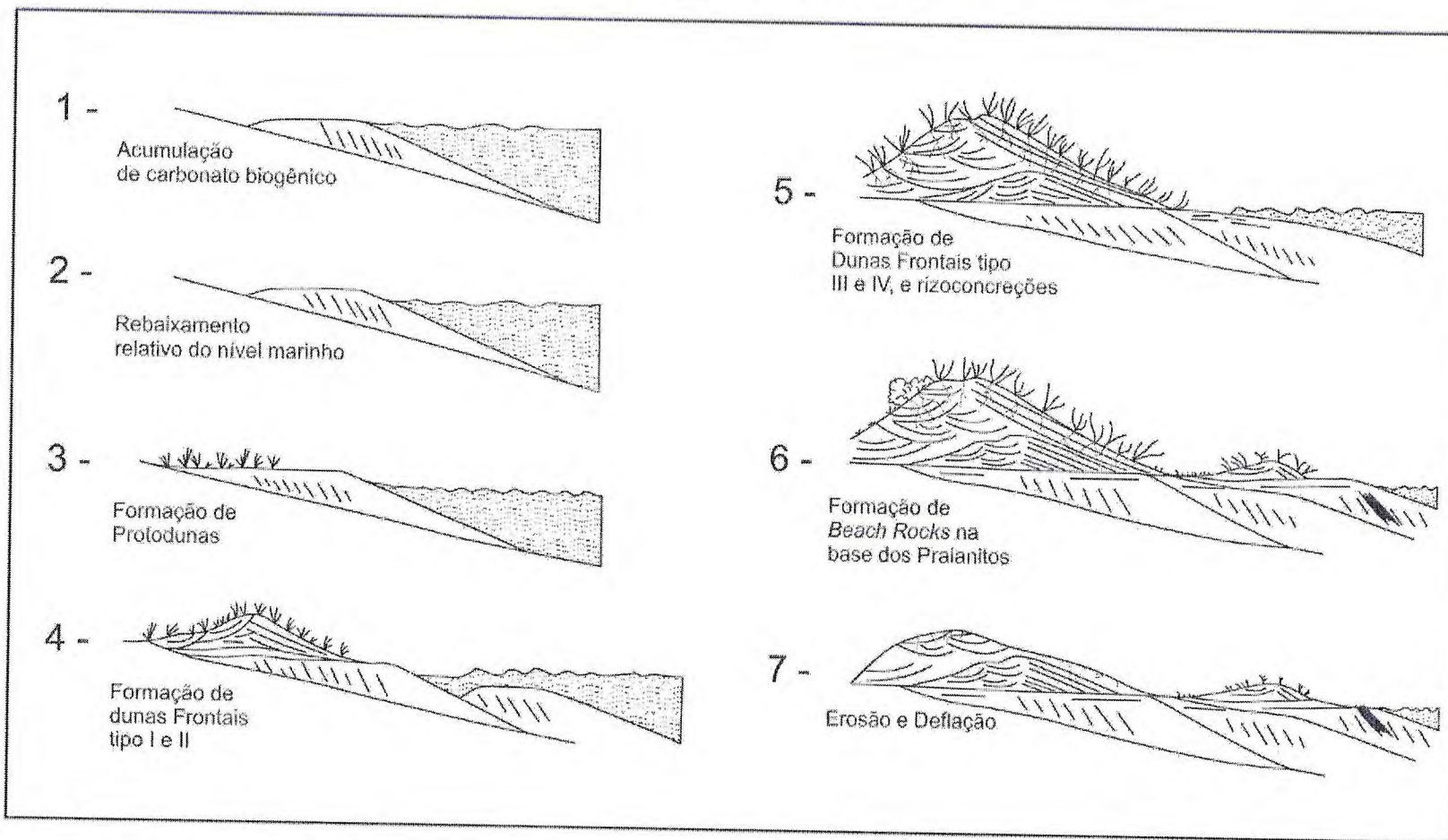


Figura 36 - Modelo de evolução geológica proposta para área de estudo. Atualizado e Modificado de Bristow *et al.* (2000).

Capítulo 7

CONCLUSÕES

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

Os eolianitos são uma unidade litoestratigráfica holocênica bastante representativa no litoral oeste do Ceará, todavia as fontes na literatura atual são deveras restritas. Como definido anteriormente, representam rochas siliciclásticas pouco cimentadas por carbonato de cálcio e de origem eólica. No entanto, o evento que marca o início de sua formação ainda é bastante discutido na comunidade científica.

A interpretação faciológica por sua vez serviu como recurso importante para a posterior interpretação evolutiva desses estratos. Foram descritas em campo seis unidades faciológicas, foram essas: fácies ACba (Arenito conglomerático com matriz grossa a fina, com bioclastos e estratificação de baixo ângulo), fácies AMc (Arenito médio a fino com estratificação cuneiforme), fácies AC (Argilito Carbonoso), fácies AMba (Arenito médio com estratificação tangencial a base, baixo ângulo ou plano-paralela), fácies AMcz (Arenito médio com estratificação cruzada com superfície de truncamento em "z") e fácies AMcar (Arenito médio com estratificação plano-paralela ou cruzada de alto angulo e icnofósseis).

O quadro faciológico descrito revela uma sequência progradacional caracterizada por paleoníveis marinhos descritos pela fácies ACba. Essa fácies engloba tantos os "praianitos" como os *beach rocks*, já que a única diferença existente é o grau de cimentação, o que não justificaria a separação em duas fácies distintas.

O recuo da linha de costa, por motivos nesse trabalho não questionados com ênfase, ofereceu uma superfície plataformal para o retrabalhamento de sedimentos pelo vento, estes por sua vez foram depositados em campos de dunas, discutido nesse trabalho como campos de dunas frontais.

Segundo a bibliografia consultada, o sistema de dunas frontais possuem uma natureza bastante peculiar no que diz respeito a sua morfologia, estruturação interna e sua instalação nos sistemas costeiros. Não obstante, as fácies descritas como de origem continental serve como argumento para essa interpretação.

De acordo com modelos descritos de dunas frontais atuais em diversas partes do mundo, existem 5 estágios evolutivos na instalação deste tipo de duna. Esses se encontram com as fácies descritas como AMc, AMba e AMcz, características dos estágio 1 e 2. Representando um estágio vegetado por espécimes de baixo a médio porte, provavelmente esse seria o motivo pelo qual não existem rizoconcreções na base da sequência.

No entanto a fácies AMcar representaria os estágios 3 e 4, sob a qual designa dunas frontais mais evoluídas e vegetadas por espécimes de médio a alto porte. Fator esse que levaria a construção de rizoconcreções no momento de pós-morte dessas plantas pela liberação de bases orgânica e conseqüentemente o aumento de pH. Esses eventos levariam a precipitação de carbonato em torno das raízes modelando os seu formato.

Como o material depositado nesses campos de dunas é rico em sedimentos bioclásticos, esses por sua vez se dissolveram devido à ação meteórica e precipitaram na forma de caliche no meio vadoso, cimentando fracamente essas dunas.

O estágio 5, por sua vez, não foi encontrado na área de estudo, entretanto os eventos que sucederam a instalação de dunas nos estágio 3 e 4 estão relacionados aos fenômenos de erosão e deflação eólica, bastante presentes inclusive na formação de *yardangs*.

Contudo, o modelo evolutivo proposto nesse trabalho tomou como considerações a integração das fácies descritas em campo com modelos já existentes de dunas frontais atuais ao redor do mundo, tomando sempre por base o princípio do atualismo.

De fato, os eolianitos são estratos que ainda devem ser bastante discutidos e estudados devido a sua importância na marcação de eventos costeiros, principalmente os de recuo de linha de costa do litoral oeste do Ceará, em tempos geológicos recentes. Recomenda-se a trabalhos futuros nesta área a discussão dos fenômenos transgradacionais, bem como fatores que o favoreçam. Levando em consideração o aporte sedimentológico na bacia costeira, bem como o espaço disponível para acomodação e o embasamento cristalino seccionado pelo Lineamento Transbrasiliano.

REFERÊNCIAS

Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, N. C.; GUIMARÃES, I. P.; SILVA FILHO, A. F. **A-type post-collisional granites in the Borborema Province - NE Brazil - the queimadas pluton**. *Gondwana Research*, v. 5, n. 3, 2002. p. 667-681.
- ANDERTON, R. Clastic facies models and facies analysis. 1985. In: BRENCHLEY, P.J. & WILLIAMS, B.P.J. eds. *Recent Developments and Applied Aspects*. Oxford, The Geological Society – Blackwell Scientific Publ. 1992., p.31-47.
- ARAI, M. **A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras**. *Geol. USP, Sér. cient.* [online]. 2006, vol.6, n.2, pp. 1-6. ISSN 1519-874X.
- BEZERRA, L.J.C. **Caracterização dos Tabuleiros Pré-litorâneos do Estado do Ceará**. Dissertação de Mestrado - Instituto de Ciências do Mar – UFC, 2009.
- BRANDÃO, R.L. **Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza, CPRM, 1995, REFO p 105.
- BRENCHLEY, P.J. & WILLIAMS, B.P.J. eds. *Recent Developments and Applied Aspects*. Oxford, The Geological Society – Blackwell Scientific Publ. 1992., p.31-47.
- BRISTOW, C. S. **The structure and development of forduenes on a locally prograding coast: Insights from ground-penetrating radar surveys, Norfolk, UK**. *Sedimentology*, 2000, 47, p. 923-944.
- BRITO NEVES, B. B., SANTOS, E. J., VAN SCHMUS, W. R. **História Tectônica da Província Borborema**, Nordeste do Brasil. 2000.
- CARVALHO, A.M; CLAUDINO-SALES, V; MAIA, L.P; CASTRO, J. W.A. **Eolionitos de Flexeiras/Mundaú, Costa Noroeste do Estado do Ceará, Brasil**. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: CPRM, vol 2, 2009, p 515.
- CATARINO,F; DUARTE,C & ALVES,J. **Rizoconcreções nos solos da Reserva Natural do Estuário do Tejo. Possíveis contribuições destas estruturas para caracterização da taxa de sedimentação e do dinamismo da cobertura vegetal nos sapam**. Centro de Engenharia Biológica, Universidade de Lisboa, 1983.
- CAVALCANTE, J. C., VASCONCELOS, A. M., MEDEIROS, M. F., PAIVA, I. P., GOMES, F. E. M., CAVALCANTE, S. N., CAVALCANTE, J. E., MELO, A. C. R., DUARTE NETO, V. C., BENEVIDES, H. C., **Mapa Geológico do Estado do Ceará – Escala 1:500.000**. Fortaleza, Ministério das Minas e Energia/Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2003.
- CLAUDINO-SALES, V. **Cenários Litorâneos: Lagoa do Papicu, Natureza e Ambiente na cidade de Fortaleza, Ce**. Dissertação Mestrado, Universidade de São Paulo, 340p. 1993.

CLAUDINO-SALES, V. **Les Littoraux Du Ceará. Evolution Géomorphologique De La Zone Côtière De L'Etat Du Ceará, Brésil – Du Long Terme Au Court Terme.** Thèse De Doctorat, Université Paris-Sorbonne, 511p. 2002.

CLAUDINO-SALES, V., MAIA, L.P., PEULVAST, J. P. **Pequenas Barreiras no Estado do Ceara, Nordeste do Brasil.** Anais do VI Simposio Nacional de Geomorfologia, Goiania. v. 1. p. 1-6. 2006.

DNH - DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. Site disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas/index.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2012.

FETTER, A.H. **Evolução Geocronológica do Estado do Ceará – Província Borborema – Nordeste do Brasil.** 1999.

FETTER, A.H.; SANTOS, T.J.S.; SCHUMUS, W.R.V.; HACKSPACHER, P.C.; BRITO NEVES, B.B.; ARTHAUD, D.H.; NOGUEIRA NETO, J.A.; WERNICK, E. **Evidence for Neoproterozoic Continental Arc Magmatism in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brasil: Implications for the Assembly of West Gondwana.** Gondwana Research, v. 6, n. 2003. 265 – 273 p.

FIGUEIREDO, M.A. **A cobertura vegetal do Ceará (Unidades Fitoecológicas) In: Ceará (Ed.).** Atlas do Ceará. Fortaleza, IPLANCE, 1997.

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA. **Sistema Meteorológicos causadores de Chuvas na região Nordeste do Brasil.** Fortaleza, 2005. Disponível em: <http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/entender2.htm> Acesso em: 15 de maio de 2012.

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA, **Dados Pluviométricos do Estado do Ceará, 2008.** http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos. Acesso em 15 de maio de 2012).

GORAIEB, P.S.S; ABREU, F.A.M; CORRÊA, J.A.M & MOURA, C.A.V. **Relações Estratigráficas entre o Granito Meruoca e a Sequência Ubajara-Jaibaras.** Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém-PA, 1988.

HESP, P.A. **Morphodynamics of incipient foredunes in NSW, Australia.** Elsevier, Amsterdam, 1983, p.325– 342.

HESP, P.A. **Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in southeast Austrália.** Sedimentary Geology, 1988, 55, P17-41.

HESP. P.A. **Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics.** Elsevier Science, 2002, 48, p. 245-268.

HOPLEY, D. **Beachrock as a sea-level indicator.** In: PLASSCHE, O. (Ed.) Sea level research: A manual for collection and evaluation of data. Geo books, Norwich, 1986. pp. 157- 173.

HOPLEY, D., Beachrocks as a sea-level indicator. 1986. In: VIEIRA, M. M. **Aspectos sedimentológicos e petrológicos dos beachrocks do Rio Grande do Norte.** Tese de Doutorado, UFRGS, 2005.

IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Mapa de Unidades Fitoecológicas.** Site disponível em <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/125x.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2007

IPECE. **Mapa Exploratorio – Reconhecimento de solos do Estado do Ceará.** Site disponível em <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/12/124x.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2009.

LIMA, C.C.U. **Evidência da ação tectônica nos sedimentos da Formação Barreiras Presentes no litoral de Sergipe e ao Norte da Bahia.** Revista de Geografia da UFPE, Volume especial VIII SINAGEO, Nº 1, 2010.

KEGL, W; SCORZA, E.T., COELHO, F.C.T. **Estudos geológicos do Norte do Ceará.** Boi. Div. Geologia Mineral. Rio de Janeiro, 1958, p 1-46. In: GORAIEB, P.S.S; ABREU, F.A.M; CORRÊA, J.A.M & MOURA, C.A.V. **Relações Estratigráficas entre o Granito Meruoca e a Sequência Ubajara-Jaibaras.** Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém-PA,1988.

KÖPPEN, W. **Climatologia.** Fundo de Cultura Econômica. Mexico, 1931

MAIA, L.P. **Procesos Costeros Y Balance Sedimentario A Lo Largo De Fortaleza (Ne-Brasil): Implicaciones Para Una Gestion Adecuada De La Zona Litoral.** Tesis Doctoral, Univ. Barcelona, 198p. 1998.

MAIA, L.P. **Procesos costeiros y balance sedimentareo a lo largo de Fortaleza (NE – Brasil): Implicaciones para una gestión adecuada de la zona litoral.** Tese de Doutorado – Universidade de Barcelona, 1998. In: BEZERRA, L.J.C. **Caracterização dos Tabuleiros Pré-litorâneos do Estado do Ceará.** Dissertação de Mestrado - Instituto de Ciências do Mar – UFC, 2009.

MARIA, F.S. **Diagnostico Geoambiental da Bacia do Litoral no Ceará.** Mercator – Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11, 2007.

MEIRELES, A.J.A & RAVENTOS, J.S. **Um modelo geomorfológico integrado para a planície costeira de Jericoacoara – CE.** Revista de Geografia da UFC, ano 01, nº1, 2002, p 81-94.

MEIRELES, A. J. A.; MAIA, L. P. **Dinâmica Costeira. Diagnóstico Ambiental.** In: **A Zona Costeira do Estado do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada.** Fortaleza: AQUASIS, 2003.

MORAIS, J. O. **Aspectos da Geologia Ambiental Costeira no Município de Fortaleza - Ceará - Tese de Professor Titular,** 318 pp. ilus., Fortaleza, 1980.

OLSON, J.S. & VAN DER MAAREL, E. **Coastal dunes in Europe: a global view.** SPB Academic Publishing, 1989.

ROUSSEAU, J. **The part played by Seme Tedal Plants in the Formation of clay Rhizoconcretions.** *Jornal Sedimentary Petrology*, 1934, 4, p.60-64. In: CATARINO,F; DUARTE,C & ALVES,J. **Rizoconcreções nos solos da Reserva Natural do Estuário do Tejo. Possíveis contribuições destas estruturas para caracterização da taxa de**

sedimentação e do dinamismo da cobertura vegetal nos sapam. Centro de Engenharia Biológica, Universidade de Lisboa, 1983.

SANTOS, E. J. ; OLIVEIRA, R.G.; PAIVA, I. P. **Terrenos no domínio Transversal da Província Borborema: controles sobre acreção e retrabalhamento crustais ao sul do lineamento Patos.** 1997.

SANTOS, T. J. S.; ROSA, F. F.; CORREA NETO, D.; AMARAL, W. S.; ARTHAUD, M. H.; DANTAS, E. L.; GARCIA, M.G.M. 2006. **Arranjo estrutural e metamórfico da borda oeste do Arco Magmático Continental de Santa Quitéria NW da Província Borborema.** In: **Congresso Brasileiro de Geologia.** In: XLIII Congresso Brasileiro de Geologia, 2006, Aracaju - SE. Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Geologia.

SELLEY, R.C. **Ancient Sedimentary Enviroments.** ed. Cornell University Press, 1970. 237p.

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

SILVA, F. L.M.; BARRETO, A. M. F; CORRÊA, A. C. B. **Geomorfologia e Sedimentologia do Beach Rocks da Praia de Boa Viagem – Recife – PE.** Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia – GO, 2006.

SILVA, A.J.C.L.P.; ARAGÃO, M.A.N.F.; MAGALHÃES, A.J.C.M. **Ambientes de Sedimentação Siliciclástica do Brasil.** Primeira Ed. Beca/BALL, 2008.

SOARES, A.M.L. **Zoneamento geoambiental do município de Beberibe.** Dissertação de Mestrado, UFC, 1998,118p.

SOUSA, D.C; JARDIM DE SÁ, E.F; ANTUNES, A.F. **Deformação Neógena e suas implicações na estruturação dos campos de petróleo na reigião Icapuí – Ponta Grossa (CE), Bacia Potiguar emersa.** Revista Brasileira de Geociências, Vol. 38, 2008, 97-119.

SUGUIO, K. **Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas,** Geologia USP: série didática, v.2, nº1,2003,40f.

SRH – SECRETÁRIA DOS RECURSOS HÍDRICOS. **ATLAS da secretaria de recursos hídricos do Estado do Ceará, 2010.** <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em 12 de março de 2012.

TODD, J.E. **Concretions and their geological Effects.** Bull. Geological Society of America, 1903. In: CATARINO,F; DUARTE,C & ALVES,J. **Rizoconcreções nos solos da Reserva Natural do Estuário do Tejo. Possíveis contribuições destas estruturas para caracterização da taxa de sedimentação e do dinamismo da cobertura vegetal nos sapam.** Centro de Engenharia Biológica, Universidade de Lisboa, 1983.

TORQUATO, J.R & NOGUEIRA NETO, J.A. **Histografia da região de dobramento do Médio Coreaú.** Revista Brasileira de Geociências, Vol 26, 1996.

TORQUATO, J.R. **A geologia do Noroeste do Ceará. Uma visão histórica.** Revista da Geologia – UFC, nº8, 1995. *In:* TORQUATO, J.R & NOGUEIRA NETO, J.A. **Histografia da região de dobramento do Médio Coreaú.** Revista Brasileira de Geociências, Vol 26, 1996.

VASCONCELOS, D.L. & BARNABÉ, H. E.P. **Beach rocks e eolianitos no litoral oeste do estado do ceará: aspectos faciológicos e genéticos.** Relatório de Graduação, UFC, 2011.

VAN SHUMUS, E.D., Sea-level research. Galliard Printers, great yarmouth, p 157-173. *In:* VIEIRA, M. M. **Aspectos sedimentológicos e petrológicos dos beachrocks do Rio Grande do Norte.** Tese de Doutorado, UFRGS, 2005.

VAN SCHMUS W.R., BRITO NEVES B.B., HACKSPACHER P.C., BABINSKI M. **U-Pb and Sm-Nd geochronological studies of the eastern Borborema Province, Northeastern Brazil: initial conclusions.** Journal of South American Earth Science, 1995. 8:267-288.

VIEIRA, P.C. **Variações do nível marinho. Alterações eustáticas no Quaternário.** Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 1981. 2 (1): 39-57.

VIEIRA, M. M. **Aspectos sedimentológicos e petrológicos dos beachrocks do Rio Grande do Norte.** Tese de Doutorado, UFRGS, 2005.

APÊNDICES

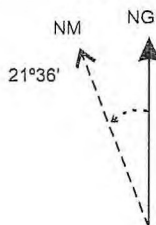
Mesquita, A.F. & Silva, F.E.Y (2012) – Relatório de Graduação (Degeo/UFC)

LEGENDA

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- PONTOS LTB
- SISTEMA VIÁRIO
- OCEANO ATLÂNTICO
- ÁREA DE PESQUISA
- ◌ CORPOS D'AGUA, AÇUDES E DRENAGENS
- MUNICÍPIOS

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA
EM 2012



Sistema de Coordenadas: UTM
Projeção: Universal Transversa de Mercator
Datum: WGS 84 Zona 24 Sul
Fonte: Base cartográfica do IPECE e CPRM



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ

ELABORAÇÃO

Áquila Ferreira Mesquita
Fernando Erico Yves da Silva

TÍTULO

Mapa de Pontos

ASSUNTO

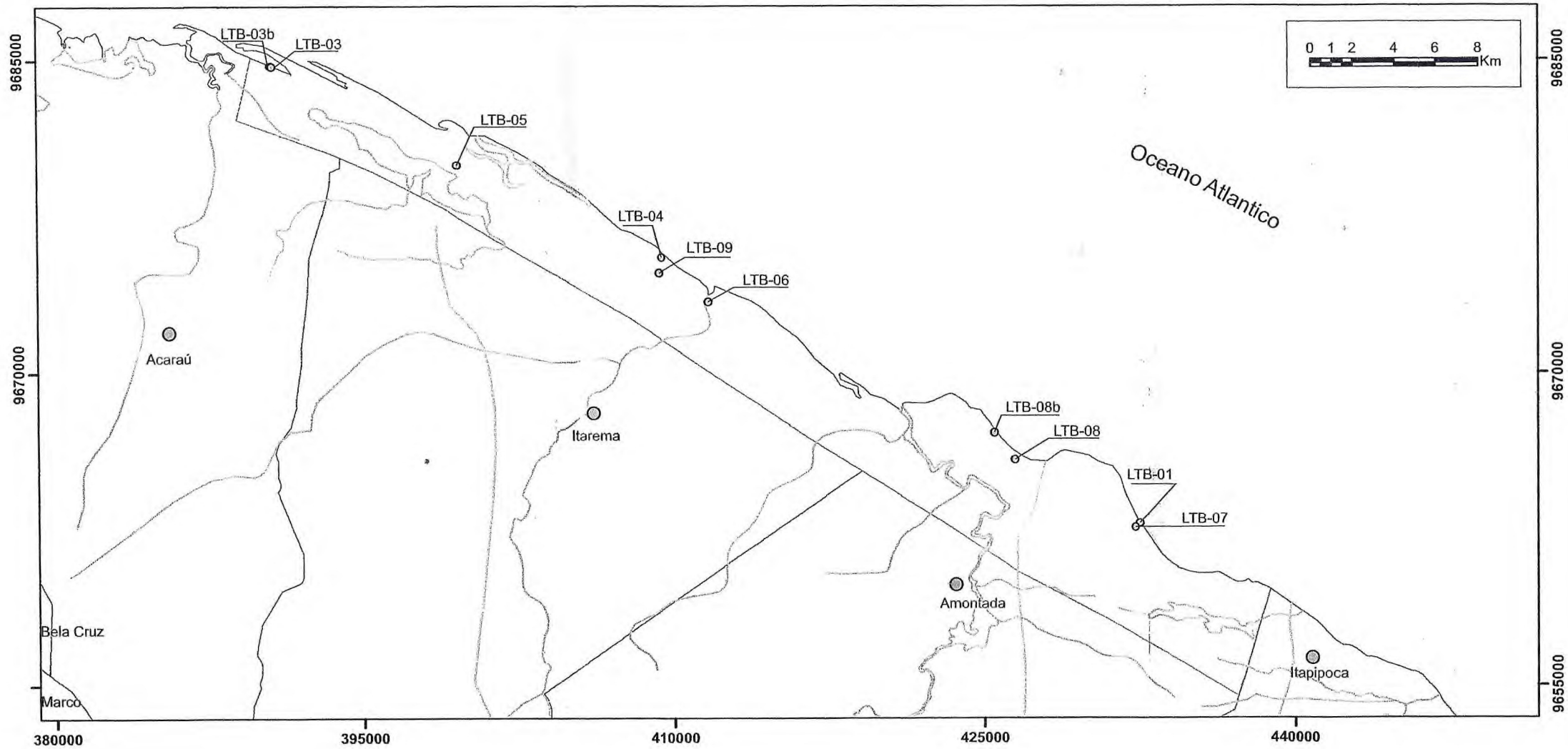
Faciologia e Evolução Quaternária
dos Eolianitos da Faixa Corteira entre os Municípios
de Amontada e Acaraú, Litoral Oeste do Ceará

DATA

07/10/2012

ESCALA

1:250.000



Modelo Digital do Relevo c/ a Geologia Regional

