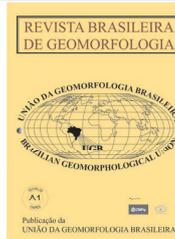


www.ugb.org.br  
ISSN 2236-5664

## Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 19, nº 3 (2018)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i3.1208>



# PADRÕES GEOMORFOLÓGICOS NA REGIÃO ESTUARINA DO RIO ASSU, NE – BRASIL

## GEOMORPHOLOGICAL PATTERNS IN THE ESTUARY OF THE ASSU RIVER, NE - BRAZIL

**Maria Emanuella Firmino Barbosa**

*Programa Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Natal, Rio Grande do Norte. CEP: 59072-970. Brasil  
E-mail: mariaemanuella@ufrn.edu.br*

**Francisco Hilário Rego Bezerra**

*Programa Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Natal, Rio Grande do Norte. CEP: 59072-970. Brasil  
E-mail: bezerrafh@geologia.ufrn.br*

**Tomasz Boski**

*Faculdade de Ciências do Mar, Universidade do Algarve  
Campus de Gambelas, Faro. CEP: 8005-139. Portugal  
E-mail: tboski@ualg.pt*

**Francisco Pinheiro Lima Filho**

*Programa Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Avenida Senador Salgado Filho, 3000, Natal, Rio Grande do Norte. CEP: 59072-970. Brasil  
E-mail: pinheiro@geologia.ufrn.br*

**Diego da Silva Valdevino**

*Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba  
Av. 1º de Maio, 720, João Pessoa, Paraíba. CEP: 58.015-430. Brasil  
E-mail: diego.valdevino@ifpb.edu.br*

### Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:  
06/10/2017  
Data de Aprovação:  
18/12/2017

### Palavras-chave:

Compartimentação  
Geomorfológica; Rio Assu;  
Modelo Numérico do Terreno.

### Resumo:

A corrente pesquisa trata da caracterização geomorfológica da região da desembocadura do rio Assu, localizado no estado do Rio Grande do Norte, região nordeste do Brasil. Confeccionou-se e analisou-se cartas hipsométrica, de declividade, rugosidade através do relevo sombreado, perfis topográficos e modelos em 3D, onde a interseção dessas informações auxiliou na produção da carta geomorfológica. Utilizou-se vetorização das cartas topográficas de Macau e Porto do Mangue, na escala de 1:50.000 e intervalos altimétrico de 20 m, com recurso o *software* de SIG Spring 5.2. Os resultados alcançados através da análise da carta geomorfológica mostram que existem no 1º Táxon três classes morfoestruturais, correspondentes: i) sedimentos quaternários, ii) a cobertura

**Keywords:**

Geomorphologic Compartmentation; Assu river; Digital Terrain Model.

sedimentar de plataforma (composta pelos sedimentos da Formação Barreiras e Pós-Barreiras) e iii) as Formações Mesozoicas da Bacia Potiguar. O 2º Táxon é formado pelas duas classes morfoesculturais, que são i) planície costeira e ii) plataformas (ou tabuleiros) costeiros. O 3º e 4º Táxons representam os padrões e aos tipos erosivos e agradacionais da forma de relevo. Respectivamente podem

observa-se quatro formas de denudação na área de estudo. O 5º Táxon corresponde as formas de vertente. Na área de estudo podemos distinguir dois padrões, o primeiro corresponde formas planas e retilíneas, encontradas do rio principal, com presença de extensas planícies. O segundo padrão é relativos a padrões côncavos e retilíneos, sendo encontrados nos rios secundários da bacia, principalmente entre 1º e 2º ordem. No 6º Táxon foram identificadas falésias ativas e inativas, voçorocas e cone de dejeção. Desse modo mostramos as funcionalidades dos mapas derivados do Modelo Numérico do Terreno. Esse documento se constitui assim em um instrumento base para outras análises e diagnósticos com o objetivo de compreender a dinâmica da paisagem de forma integrada.

**Abstract:**

This study describes the geomorphological patterns in the estuary of the Assu river, state of Rio Grande do Norte, northeastern of Brazil. The 20 m contours of the topographic maps (Macau and Porto do Mangue), at the 1:50,000 scale, were manually digitized and analyzed using SPRING 5.2. Afterwards, the techniques used in this study consisted of the preparation and analysis of hypsometric, slope, hillshade maps, topographic profiles, and 3D models. These data helped in the geomorphological mapping. The results show that there are three morphostructural class in 1st Taxon: i) Quaternary sediments; ii) platform sediments (Barreiras Formation and Post-Barreiras units) and iii) Mesozoic units of the Potiguar basin. The 2nd Taxon consists of two morphostructural classes: i) coastal plain and ii) coastal platforms or tablelands. The 3rd and 4th Taxons are the erosional and depositional patterns of landforms. There are four forms of denudation in the study area. The 5th Taxon is the hillside shape. We also identified two patterns. The first form flat and rectilinear forms, which are found in the main river, with extensive plains. The second pattern is concave and rectilinear, which occur in mainly secondary rivers of the basin, between 1st and 2nd order. Inactive cliffs, gullies and dejection cones were identified in the 6th active Taxon. We show that the functionality of the maps derived from the Digital Terrain Model. This study is thus a basic instrument for further analysis and diagnostics to understand the dynamics of the landscape in an integrated manner.

---

**Introdução**

As áreas litorâneas constituem uma interface complexa entre o continente e oceano, em que ocorre uma intensa permuta de energia e matéria. A região costeira está sendo afetadas em escala mundial pelo rápido e mal planejado aumento populacional, consequência direta do desenvolvimento econômico (SUGUIO, 2003).

Vários conflitos que são gerados devido a ocupação desalinhada da superfície terrestre das áreas costeiras e seus arredores, que poderiam ser reduzidos ou extintos, se os principais agentes geológicos que interferem na área fossem mais bem pesquisados os eventos.

O estudo do relevo é uma ferramenta essencial na análise dos processos da geodinâmica de superfície, assim como no conceito de resiliência/vulnerabilidade do ambiente e na determinação da legislação no que diz

respeito ocupação e proteção. Atendendo que o relevo condiciona a ocupação humana do território, a análise geomorfológica proporciona muitas metodologias de suporte a decisão que permitem otimizar as decisões e diminuir o risco relacionados com esta ocupação. Assim, estudar os moldes geomorfológicos de uma área e inferir os processos geomórficos ao correlacionar modelos previsivos, dados de campo e informações adquiridas por técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) (FLORENZANO, 2008).

Em 1987 Evans criou nove estágios para estudos geomorfológicos, começando com a conceptualização e operação de definição de grandes formas. E muitas operações passaram a ser feitas na tela do computador tais como: delimitação, medidas, avaliação de distribuição de frequência, interrelação e mapeamento.

A análise geomórfica e dos demais componentes que integram o meio físico é indispensável, pois, é

possível confeccionar um reconhecimento minucioso das áreas degradadas e amparar no processo de determinação das medidas compensatórias e mitigadoras.

A área de estudo compreende a região do estuário do rio Assu, que abrange o município de Macau e o município de Porto do Mangue, ambos pertencentes ao estado do Rio Grande do Norte. Esse quadrante foi selecionado para pesquisa por ser um local com estudos escassos no que diz respeito à riscos ambientais em escala de detalhe e, por ser também uma área que vem passando por uma forte especulação imobiliária e ocupação mal planejada.

Esse estudo pretende contribuir para um melhor entendimento da dinâmica geomorfológica e dos processos que atuam no estuário do rio Assu, provendo, dados que possam ser usados como subsídio para projetos futuros de planejamento ambiental e territorial.

### Localização da área

A área escolhida para a realização dessa pesquisa foi o estuário do Rio Assu, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). A área é delimitada pelas coordenadas 36°54'00" W, 36°34'00" W e 4°56'00" S, 5°12'00" S possuindo uma área de aproximadamente 1917,49 km<sup>2</sup>. Esse estuário faz parte do sistema de Bacias Hidrográficas dos rios Piancó-Piranhas-Assu, a maior do estado do Rio Grande do Norte, localizada na parte Centro Ocidental dos estados do Rio Grande do Norte e Paraíba.

A área de estudo é composta pelo rio principal o Assu, onde, ao longo de aproximadamente 9 km da linha de costa atual, o mesmo divide-se em três outros cursos que são Rio Assu, Rio das Conchas e Rio Cavalas. Além dos rios principais e secundários, existem cinco lagoas que fazem parte da área de estudo. Elas são fontes importantes para o presente estudo, já que guardam informação dos ambientes pretéritos na região.

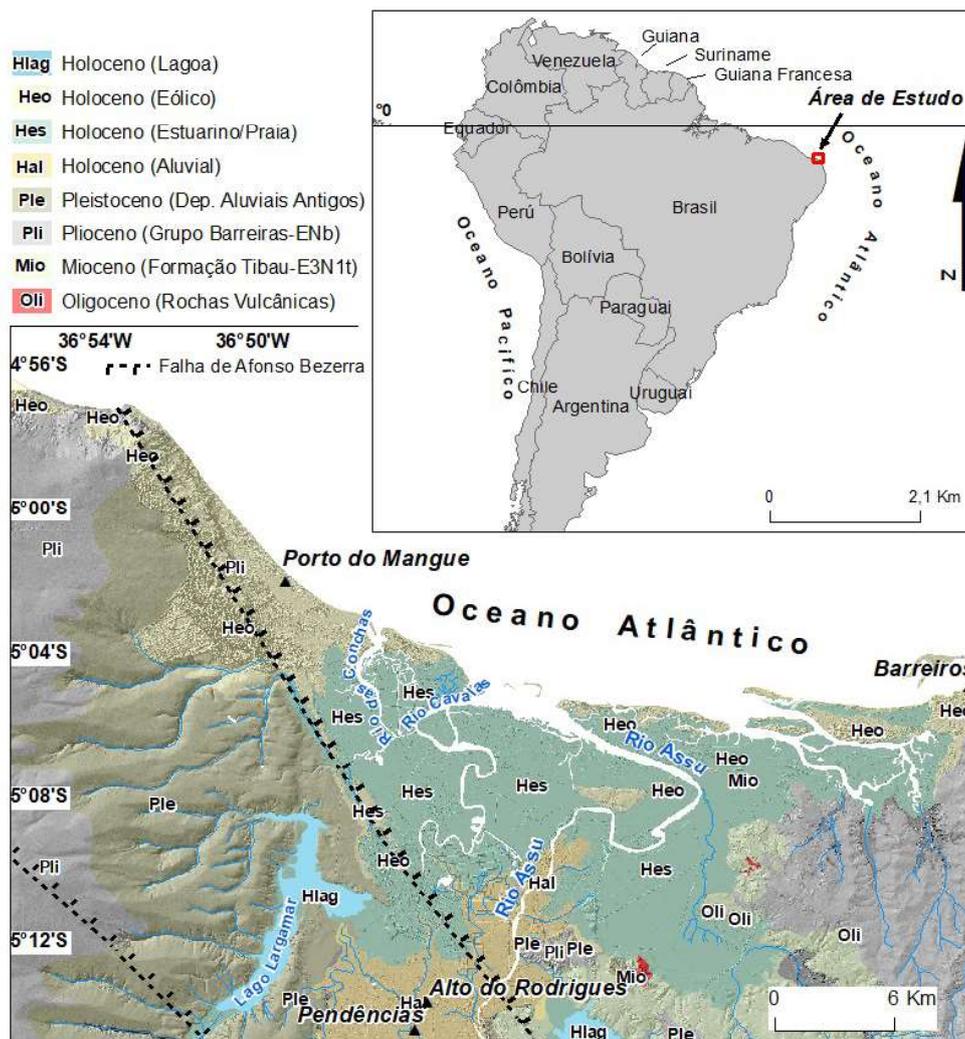


Figura 1 - Localização da área de estudo.

**Caracterização Geológica**

A litorstatigrafia está distribuída em três superseqüências: Rifte (Cretáceo Inferior); Pós-rifte (Aptiano); e Drifte (Albiano até o recente). A evolução cenozóica é marcada pela reativação dos sistemas de falhas de Afonso Bezerra (NW) e Carnaubais (NE), que influenciou na evolução do litoral entre Aracati/CE e Touros/RN (SRIVASTAVA; CORSINO, 1984). Fonseca (1996 apud SILVA *et al.*, 2010) afirmou que este par de sistemas conjugados de falhas é responsável pela compartimentação do litoral entre a Ponta do Mel/RN e a Ponta dos Três Irmãos/RN, reativando parte da estruturação pré-existente e modelando a superfície atual e sedimentação costeira.

As unidades estratigráficas que fazem parte do quadrante do estuário do rio Assu variam de idade cretácea a holocênica, composta constituída pela Formação Jandaíra (carbonatos fossilíferos), Formação

Tibau (arenitos calcíferos finos a conglomeráticos), Formação Macau (basaltos e gabros), Formação Barreiras (conglomerados e arenitos grossos, com intercalações de siltitos) e Depósitos Quaternários. Os Depósitos Quaternários consistem em Depósitos Aluvionares Antigos (conglomerados e arenitos grossos, relacionados com antigos terraços fluviais), Depósitos Aluvionares Recentes (areias quartzosas de canal e sedimentos finos em planícies de inundação), Depósitos Flúvio-Lacustrinos (sedimentos finos relacionados com transbordamento), Depósitos Flúvio-Marinhos (sedimentos finos ricos em carbonato e matéria orgânica, sob influência de marés), Depósitos de Mangue (silte, argila e matéria orgânica), Depósitos Eólicos Vegetados (areias quartzosas avermelhadas, com matéria orgânica), Depósitos Eólicos não vegetados (areias quartzosas bem selecionadas com grãos arredondados) e Depósitos Litorâneos de Praia (areia fina a grossa com bioclastos e minerais pesados) (SILVA *et al.*, 2010) (Figura 2).

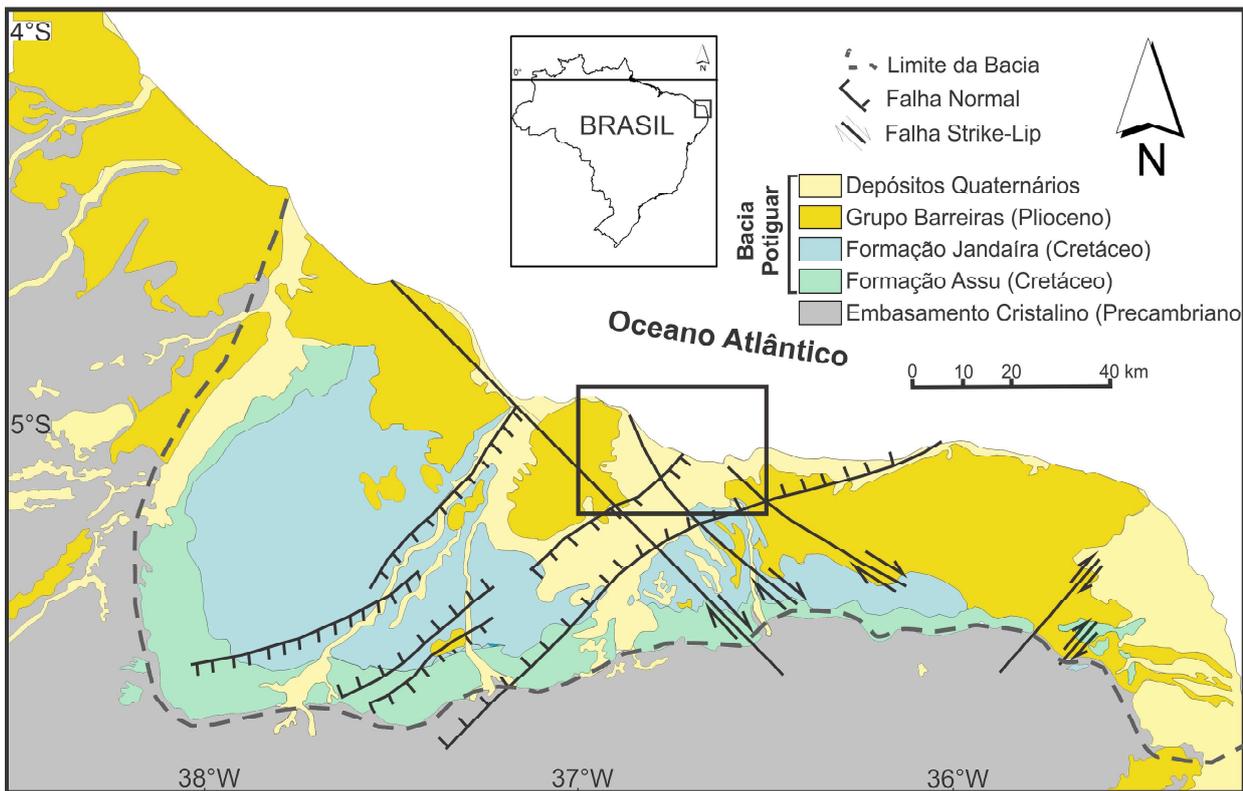


Figura 2 - Contexto geológico.

**Mapeamento Geomorfológico**

Inicialmente é necessário compreender a grande capacidade de percepção da geomorfologia. Argento (2007), explana que a ciência geomorfológica serve

de alicerce auxiliando no processo de conhecimento das estruturas no espaço, correlacionando assim com à origem da natureza física dos fenômenos. Pode-se compreender, então, a multidisciplinaridade que a

ciência geomorfológica possui nos estudos de gestão e gerenciamento do território.

A geomorfologia estuda as formas do relevo focando em seus padrões geométricos, processos atuantes, composição do substrato e fatores controladores, bem como a dinâmica evolutiva. Dessa maneira, ganha importância por ajudar no entendimento do modelado terrestre, que é considerado elemento do sistema ambiental físico determinante para dinâmicas antrópicas (CHRISTOFOLETTI, 2007).

Nessa conjuntura um dos instrumentos mais usados é a carta geomorfológica. Nesse contexto Casseti (2005), explica que a cartografia geomorfológica é considerado importante no processo de espacialização dos componentes geomórficos, permitindo mostrar a origem das unidades geomorfológicas seus processos formadores correlacionando dinâmica e estrutura considerando suas particularidades.

Passarge, no ano de 1914, foi o pioneiro a trabalhar com cartas geomorfológicas em escala de detalhe, através do seu Atlas Morfológico. O primeiro momento em que a carta geomorfológica em escala de detalhe

foi. Segundo Florenzano (2008), a Polônia foi o lugar de origem do mapeamento geomorfológico e passou a ser utilizado como apoio ao planejamento desde a década de 1950. Também foi utilizado em outros países para ajudar estudos teóricos envolvendo o relevo e seus prováveis processos modeladores. Atualmente, as informações advindas dos mapas geomorfológicos são utilizadas como suporte em projetos de planejamento ambiental, urbano, agrícola e regional, e na produção de projetos de engenharia (GUSTAVSSON; KOLSTRUP; SEIJMONSBERGEN, 2006).

A técnica de mapeamento geomorfológico tem como fundamento metodológico a organização dos fenômenos físicos, de acordo com uma taxonomia, comparado com uma escala cartográfica preestabelecida (ARGENTO, 2007). De acordo com Casseti (2005), baseado as orientações da Sub-Comissão de Cartas Geomorfológicas da União Geográfica Internacional (UGI), a carta geomorfológica, em escala grande, deve apresentar as seguintes informações: morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e cronológicos de Tricart (1965), de acordo com Quadro 1:

**Quadro 1: Quatro tipos de dados que devem ser incorporados numa carta geomorfológica de com base na UGI**

Morfométricos	Devem refletir as dimensões das formas de terreno, apoiam-se nas cartas topográficas ou outras formas de levantamento. Cita-se como exemplo a extensão de terraços ou escarpas erosivas, declividade de vertentes, entre outras.
Morfográficos	Resumem o processo evolutivo, de que resultam as formas de agradação e/ou de degradação. Como formas de degradação destacam-se as formas de erosão diferencial, as escarpas de falha ou erosivas, ravinas e voçorocas. Como formas de agradação destacam-se depósitos aluviais em planícies de inundação, concentração de colúvios pedogenizados ou pedimentos detriticos inumados.
Morfogenéticos	Identificam os processos formadores das feições morfológicas representadas. Como exemplo, as superfícies erosivas associadas a processo de aplainamento devem conter referências ao processo de pediplanação, identificando a gênese ligada ao recuo paralelo de vertentes em condição climática seca, podendo incorporar referenciais de natureza cronológica, associados ao período de formação, adicionando termos como “de cimeira” (mais antigo) ou “intermontanas” (mais recente).
Cronológicos	Introduzem a escala temporal dos processos.

Fonte: Adaptado de Casseti (2005).

Segundo Casseti (2005), o relevo está fracionado em compartimentos geomorfológicos, que se refere à fragmentação de um grupo com

características similares das feições, que resultam da junção dos agentes formadores e das características geológicas do substrato. A análise das formas de

relevo conduz ao reconhecimento dos distintos agentes formadores atuantes ao longo do tempo na área em estudo. Assim, a análise da evolução do modelado terrestre norteia a caracterização dos compartimentos geomorfológicos na paisagem (CASSETI, 2005).

O mapeamento geomorfológico tem como metodologia a organização dos fenômenos mapeados, de acordo com uma taxonomia que deve estar atrelada a uma escala cartográfica. Esses fatores, associados, geram padrões regionais das variadas formas de relevo, que guardam correlações (GUERRA; CUNHA, 2007).

### Modelo Numérico do Terreno (MNT)

O Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática da disposição espacial de um atributo associado a uma superfície ou subsuperfície. O fenômeno representado pode ser variado e a superfície é, em geral, contínua (LOPES et al., 2006).

Em termos gerais, os MNTs podem ser exibidos matematicamente através de pontos, ou grades de pontos, linhas (no plano) e polígonos (para superfícies tridimensionais). Os Modelos Numéricos proporcionam a construção de um modelo tridimensional da superfície a partir das características das informações (atributos) inseridos no sistema (FITZ, 2008).

Levantamentos de dados de relevo, estruturais, geologia, geofísicos, geoquímicos, meteorológicos e batimétricos, que podem ser exibidos através de um MNT (CÂMARA et al., 2001).

Os MNTs são utilizados para pesquisas geomorfológicas, porque pode-se extrair informações importantes para o diagnóstico da área, tal como o cálculo de declividades, geração de perfis topográficos e confecção de mapas de orientação de vertentes, dentre outros.

De acordo com Câmara et al. (2001), o processo de produção do Modelo Numérico de Terreno é organizado em duas etapas: amostragem e interpolação.

Na amostragem, os dados disponíveis, também chamados de amostras para geração das grades retratam o modelado do relevo, distribuída

numa malha de pontos e isolinhas com informações altimétricas dispostas irregularmente.

A interpolação representa o processo no qual se define uma função matemática e o valor em um ponto interno de um intervalo, a partir dos valores da função nas fronteiras de um intervalo estabelecido (SILVA, 2003). A determinação de um método de interpolação é uma consequência da organização geográfica dos pontos e no emprego de critérios estatísticos, e depois de gerado o modelo, a partir daí o pesquisador pode aplicar em diferentes situações esse novo dado.

De acordo com Fitz (2008), para o desenvolvimento do Modelo Numérico, inicialmente é realizada uma pesquisa dos dados disponibilizados e descritos. Frequentemente, opta-se por trabalhar com uma base de dados em formato de ponto (altitudes no terreno, temperaturas) ou quando a fonte dos dados são isoietas, isoterma, isoípsas, por exemplo, e prudente trabalhar com dados no formato de isolinhas. Em seguida, incorporamos os dados no sistema através do processor de digitalização/vetorização, determinando os parâmetros de interpolação dos pontos e, por fim, é usado a extensão do *software* para a confecção do modelo numérico do terreno.

### Material e Métodos

Para essa pesquisa foi utilizado um agrupamento de técnicas e ferramentas que proporcionaram a aquisição dos dados, em seguida foram empregados laboratórios e técnicas computadorizadas para o processamento, organização e análise dos dados.

O material cartográfico elaborado nesse trabalho foi produzido como *software* Sistema de Processamento de Informação Georreferenciados (SPRING) versão 5.2. O material foi gerado a partir das curvas de nível retiradas das cartas topográfica Macau (SB-24-X-D-II-2) e Porto do Mangue (SB.24-X-D-II-1), escala de 1:50.000, com equidistância das curvas de nível de 20 m (EXÉRCITO BRASILEIRO, 1990). O sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) e o Datum SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

A vetorização foi realizada manualmente a

partir das curvas de nível cartas topografias, para essa etapa foi usado o *software DraftSight*.

Foram utilizadas imagens CBERS 2B da região, do ano de 2008, com a composição colorida R(2) G(2) B(1).

Outro *software* utilizado foi o *ProGrid*, disponibilizado no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma aplicação *desktop* criada para o sistema operacional *Windows*, que realiza a conversão de coordenadas entre os sistemas de referência oficiais em uso no Brasil: Córrego Alegre, SAD69 e SIRGAS2000.

Depois de vetorizadas as cartas o passo seguinte foi a geração do Modelo Numérico do Terreno (MNT) como *software* SPRING 5.2 e em seguida foram produzidas as cartas: clinográfica (declividade), hipsométrica (altimetria), perfis topográficos, modelo sombreado do terreno, modelo em 3D e a Carta geomorfológica.

Foram efetuadas duas campanhas de campo à área estudada onde os objetivos foram o reconhecimento e a averiguação de possíveis estruturas, foi utilizado GPS (*Global Positioning System*), de navegação, para plotar as estruturas de interesse.

#### **Modelo Numérico do Terreno (MNT)**

Foram produzidas as grades regular e irregular, com a intenção de disponibilizar os dados de uma melhor maneira. Para a confecção das grades regulares que serão empregadas nas análises qualitativas. Para uma melhor visualização da grade regular a mesma foi confeccionada em níveis de cinza, e foi estabelecido que valores escuros, partindo do preto, corresponde aos pontos de cotas mais baixas e os tons claros chegando no branco diz respeito aos valores mais elevados de altitude.

Esse tipo de exibição não resguarda a informações sobre quantidade e a espacialização dos dados, entretanto possibilita uma fácil observação visual e qualitativa a performar-se do interpolador (BRUCH *et al.*, 2009).

Segundo Barbosa (2013), os parâmetros utilizados nessa pesquisa, no *software* SPRING, foram:

- **Tipo de dados:** amostra (pontos e/ou isolinhas);

- **Interpolador:** média ponderada/cota/quadrante que leva em consideração, tanto os valores de ponderação quanto os quadrantes, o valor de cota de cada amostra a ser usada na estimativa do ponto da grade. Esse interpolador foi escolhido para realização do presente projeto por apresentar um melhor resultado visual comparado com os outros interpoladores disponíveis no SPRING.

Os parâmetros utilizados no projeto de pesquisa foram: PI de saída foi do tipo CURVAS; interpolação do tipo *Delaunay*; possui Linha de quebra; 5 m de Tolerância de Isolinhas; Distância entre ponto de isolinhas de 100 m; Tolerância de 5 metros de linhas de quebra; Menor aresta de triangulação foi de 1 m.

Na geração do *Triangular Irregular Network* (TIN), o modo de triangulação usado foi o triangulação de *Delaunay*, que cria triângulos o mais próximo de equiláteros possível.

#### **Carta hipsométrica**

Na produção da carta hipsométrica da área foi necessário a digitalização e vetorização das curvas de nível das cartas Macau de Porto do Mangue. Escolhemos pela vetorização manual das cartas no programa *DraftSight*, pois o objetivo era a aquisição dos dados com maior precisão admissível.

Em seguida, foram inseridos os valores de altitude das curvas de nível e dos pontos cotados, posteriormente, o arquivo foi armazenado em formato vetorial com extensão DWG.

O arquivo foi transferido para o *software* SPRING 5.2, para grade retangular ser gerada. Nessa etapa, realizado a divisão dos intervalos altimétricos, nesse trabalho foram consideradas de 10 em 10m, com o objetivo de facilitar a identificação das planície e terraços (até 20 m), e a cada 20 m para as maiores altitudes (de 20 a 140 m).

#### **Carta clinográfica**

Com as curvas de nível e pontos cotados foi gerada a grade triangular, e a partir daí produzir a carta de declividade. No momento do processamento dos dados foi selecionada a categoria declividade e posteriormente, foram selecionados os planos de informação (PIs), amostra, grades, TIN e imagem. Em seguida, a função

declividade presente na barra de ferramentas MNT, além disso, foram selecionados a entrada (Grade), saída (Declividade) e unidade (porcentagem). Na saída do dado foi escolhida classes de declividade do tipo temática, que foi preestabelecida, também, no início do projeto. Foi estabelecido o tamanho do pixel, foi estabelecido para a presente pesquisa o valor de 5m, consistindo, para geração dos valores de inclinação (em porcentagem), a partir das curvas de nível.

Lemos e Santos (1996 apud SILVA; SCHULZ; CAMARGO, 2003) explica que no processo de caracterização do relevo, é concedido um atributo geomórfico de acordo com os intervalos de declividade.

Para o presente trabalho foram estabelecidas, segundo EMBRAPA (1999), as classes de declividade em porcentagem e o seu equivalente em graus na Tabela 1:

**Tabela 1: Classes de declividade em porcentagem, seus respectivos valores em graus e a sua classificação de acordo com a forma do relevo.**

Classes de Declividade	
Em Porcentagem	Em Graus
0 - 3 %	0 - 1,72°
3 - 8 %	1,72 - 4,58°
8 - 20 %	4,58 - 11,31°
20 - 45 %	11,31 - 24,23°
45 - 75 %	24,23 - 33,87°

Fonte: EMBRAPA (1999).

### Perfis topográficos

O processo realizado no *software* SPRING 5.2 para produção dos perfis topográficos, consistiu em: o primeiro passo foi determinar a localização dos perfis na carta, para essa pesquisa foi estabelecido a grade de Longitude da área, no sentido Norte-Sul, e os trechos selecionados foram: 9437000, 9428000 e 9419000 (E).

Os procedimentos para geração dos perfis consistiram em: Entrada (Grade); Trajetória (PI); PI (o plano de informação escolhido foi PERFIL\_1, além disso, foi marcado o ícone: Selecionar trajetória); Título do gráfico (Perfil – N° da longitude escolhida); Eixo Y (Cota) e Unidade (metros).

O último passo foi a edição dos perfis em um *software* de edição de imagens, onde foi determinado cores das linhas, tipo de fonte e calculado o exagero vertical que no presente trabalho foi estipulado o valor de 40x.

### Carta geomorfológica

Na produção da carta geomorfológica foi elaborada de acordo com os conhecimentos sobre geomorfologia, fotointerpretação, sensoriamento remoto e geologia. Através da justaposição e entendimento dos produtos

cartográficos e, além disso, visitas a campo foram realizadas. Todo processo está descrito a seguir em 3 passos:

*1º Passo:* para identificação do 1º Táxon foi necessário a utilização de informações adquiridas no mapa geológico a respeito do tipo de cobertura, que na área estudada foram divididas em 3 tipos: sedimentos quaternários, coberturas de plataforma (Formações Barreiras e Pós-Barreiras) e Formações Mesozoicas da Bacia Potiguar.

*2º Passo:* na identificação do segundo Táxon, referente as formas morfoesculturais, foram definidas as duas classes, identificadas com o auxílio da Carta hipsométrica e de imagem de satélite.

*3º Passo:* o terceiro e o quarto Táxon correspondem aos padrões e os tipos erosivos e acrescionários da forma de relevo. Foram utilizadas informações da Carta hipsométrica e de informações da tabela dos índices de dissecação elaborada por Ross (1996) Tabela 2.

*4º Passo:* corresponde ao 5º Táxon, que corresponde as formas de vertentes, esse foi gerado a partir das informações dos perfis topográficos, foram gerados perfis que seccionavam os principais cursos da área do estuário do Assu. Nesses perfis pode-se verificar as formas das vertentes.

5º Passo: delimitação do 6º táxon, que corresponde as feições estruturais identificáveis, nessa etapa foram utilizados os mapas de declividade, hipsometria,

imagens de satélite e trabalho de campo. Foram encontradas falésias (ativas e inativas) voçorocas e cones de dejeção.

**Tabela 2: Matriz dos índices de dissecação das formas de relevo.**

Grau de entalhamento dos Vales	Dimensão Interfluvial Média			
	Muito Grande (1) > 1500 m	Grande (2) 1500 a 700 m	Média (3) 700 a 300 m	Pequena (4) 300 a 100 m
Muito fraco (1) < 20 m	11	12	13	14
Fraco (2) 20 – 40 m	21	22	23	24
Médio (3) 40 – 80 m	31	32	33	34
Forte (4) 40 – 160 m	41	42	43	44
Muito forte (5) > 160 m	51	52	53	54

Fonte: Ross (1996).

### Resultados e Discussão

Analisando a carta hipsométrica (Figura 3), avaliou-se vários parâmetros morfológicas, dentre eles a porcentagem das altimetrias. O resultado obtido

mostra que a classe altimétrica que varia entre 0-10 m, em torno de 912,97 km<sup>2</sup>, e o menor valor, com menos de 1% de área (0,46 km<sup>2</sup>), esse é o intervalo altimétrico entre 120-140 m (Tabela 3).

**Tabela 3: Área ocupada por cada uma das classes altimétricas**

Classes Altimétricas (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
0 – 10	917,82	47,87
10 – 20	169,27	8,82
20 – 40	190,18	9,91
40 – 60	334,60	17,44
60 – 80	86,12	4,49
80 – 100	8,45	0,44
100 – 120	2,63	0,13
120 – 140	0,46	0,02
<b>Total</b>	<b>1917,49</b>	<b>100 %</b>

Dentre os valores identificados pode-se discernir grandes unidades geomorfológicas, por exemplo: 912,97 km<sup>2</sup> no intervalo de 0-10 m, a área corresponde unidades geomorfológicas (planícies fluviais, mangues e praias); entre 10-20 m, com área de 169,27 km<sup>2</sup>, equivale às áreas de planícies fluviais no médio e baixo curso do rio e seus afluentes; os valores entre 40 e 60 m ocupam uma área de 334,60 km<sup>2</sup>, corresponde aos tabuleiros degradado por processos erosivos; a classe 60-80 m possui uma área de 86,12 km<sup>2</sup>; entre 80-100 m incorpora 8,45 km<sup>2</sup>; os valores da classe 100-120 abrange área de 2,83 km<sup>2</sup>.

As formas de relevo nesta área são resultantes da ação constante das condições climáticas, variações do

nível do mar, da natureza das sequências geológicas, das atividades (neo)tectônicas e do suprimento de sedimentos carreados pelos rios e oceano, que controlam o desenvolvimento de feições erosivas e construtivas na faixa litorânea (SOUTO *et al.*, 2006 apud SILVA *et al.*, 2010).

Com a imagem sombreada do terreno (Figura 4), se pode verificar nos canais na porção oeste da carta o forte entalhe. Foi possível distinguir áreas de dissecação com formas tabulares a oeste e formas semiconvexas na porção leste da carta, nessa área pode-se observar a presenças de falhas (BRASIL, 2010) e lineamentos morfoestruturais. Essas feições influenciam o direcionamento da drenagem na área de estudo.

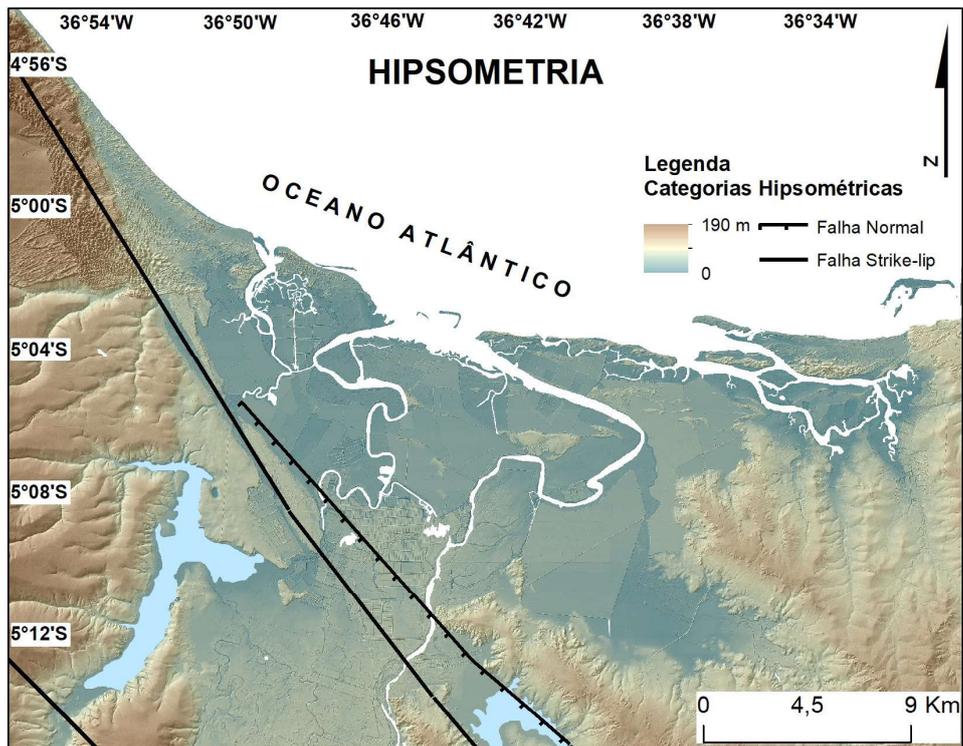


Figura 3 – Carta Hipsométrica

Outra grande área delimitada analisando a carta de relevo sombreado é a grande zona de planície flúvio-marinha, onde esse é mais difícil de ser delimitado utilizando a imagem de satélite e/ou os outros produtos

gerados, sendo somente delimitável com a presente carta. Além da planície flúvio-marinha também conseguimos identificar as zonas de lagoas.

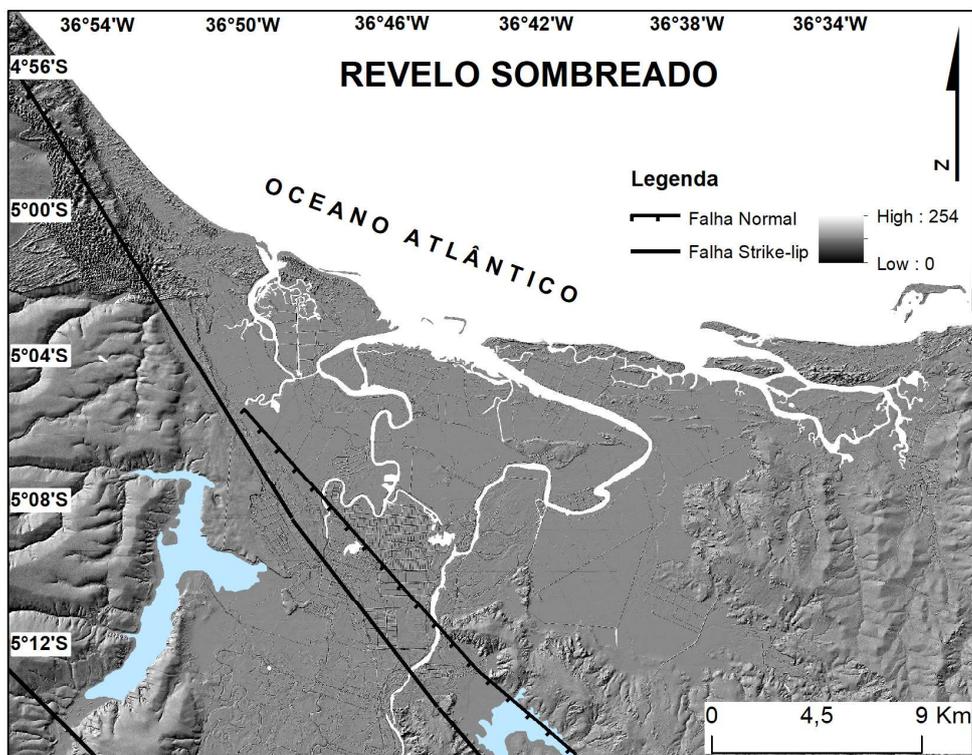


Figura 4 – Relevo Sombreado, azimute 180° e elevação 45°.

Averiguando as classe de declividade no plano de informação (Figura 5), foram detectados os valores a seguir: 0-3% que equivalente a  $< 1,72^\circ$ , ao todo são 1223,20 km<sup>2</sup>, classificado como um relevo do tipo plano. Os baixos planaltos costeiros, caracterizados por apresentar formas tabulares e uma vasta planície flúvio-marinha se destacam como forma de relevo predominante na área. A segunda maior classe de declividade é de 3-8%, equivalente ao intervalo  $1,72^\circ$ -

$4,58^\circ$ , com 150,16 km<sup>2</sup>, essa classe temática encontra-se as falésias inativas que estão encobertas por dunas moveis em quase toda sua extensão.

O modelo 3D (Figura 6), serviu para analisar com maior discernimento, que no compartimento norte possui cotas mais elevadas a oeste, seguindo à inclinação predominante das formações sedimentares, foi possível observar a diminuição do valor altimétrico na direção leste.

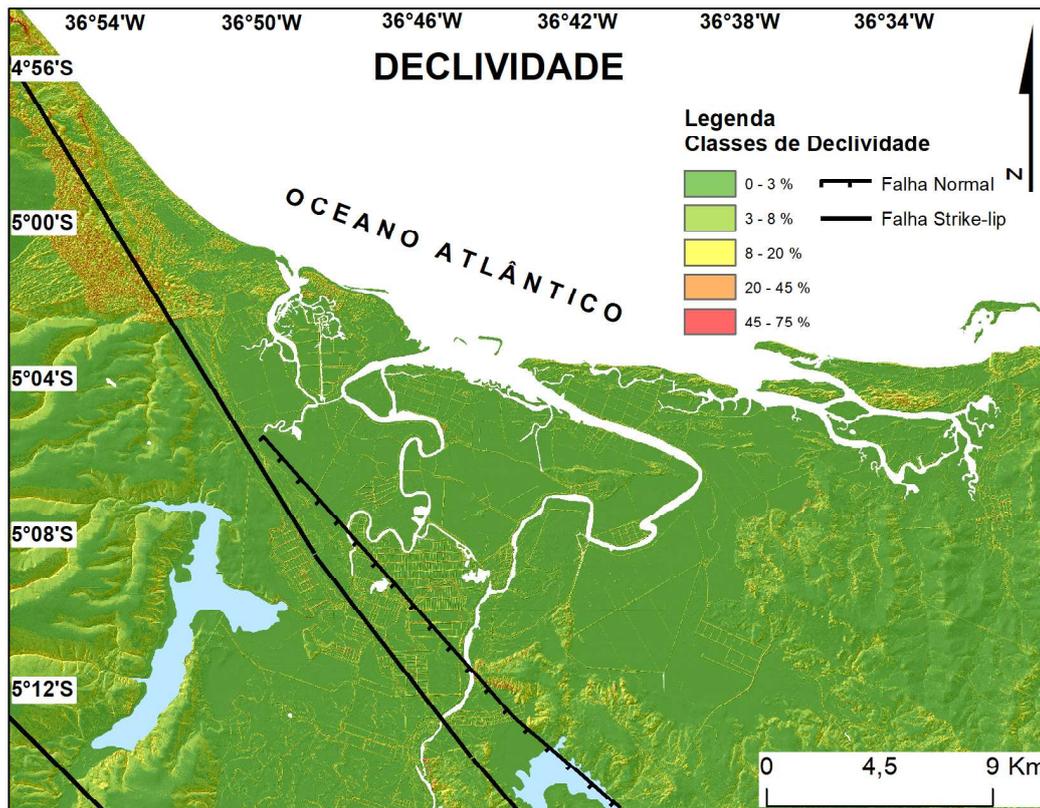


Figura 5 – Carta clinográfica (declividade).

Com o modelo 3D foi possível identificar algumas formas do 6º táxon tais como falésias, voçorocas e cones de dejeção (Figura 7). Pode verificar o avanço das dunas sobre as falésias. E a distinção entre as dunas ativas e inativas.

Averiguando as informações vindas dos perfis topográficos que foram produzidos no *software de SIG Spring*, constatamos uma divisão da área em dois compartimentos morfológicos, o primeiro apresenta formas Tabulares e o segundo com formas de relevo colinoso, separados por uma porção mais elevada e os acentuados entalhes fluviais (Figura 8).

No perfil 9437000 pode-se observar um a vasta

planície flúvio-marinha na área, onde a mesma apresentação bastante antropizada por produtores de sal da região. Pode-se observar a presença de uma pequena área com uma altitude um pouco mais elevada chegando valores maiores que 50 m, o mesmo apresenta um padrão rugoso.

No perfil 9437000 conseguiu-se distinguir as vertentes em formas retilíneas na porção mais oeste e com algumas pequenas áreas com padrões convexos e côncavos. Na porção mais a leste tempos formas mais alta e chegando a valores maiores que 50 metros com características de topo retilíneo e extremidades com formas convexas.

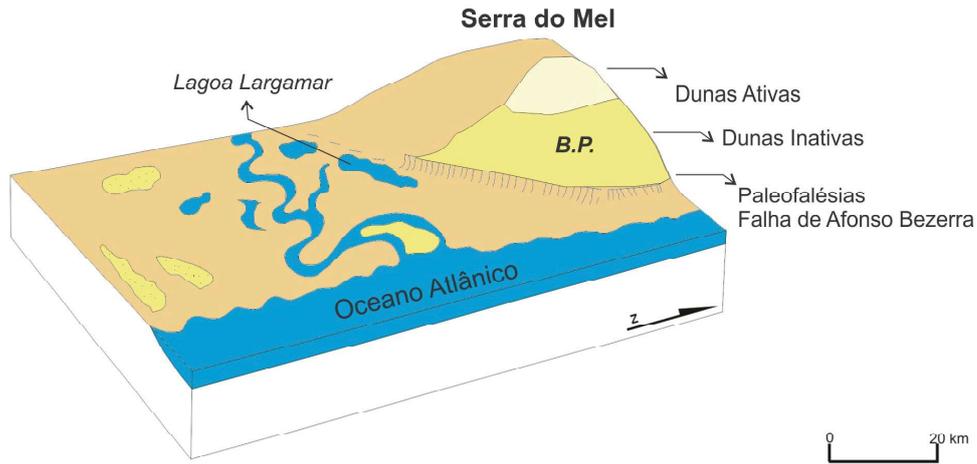


Figura 6 – Modelo tridimensional do estuário do rio Assu.

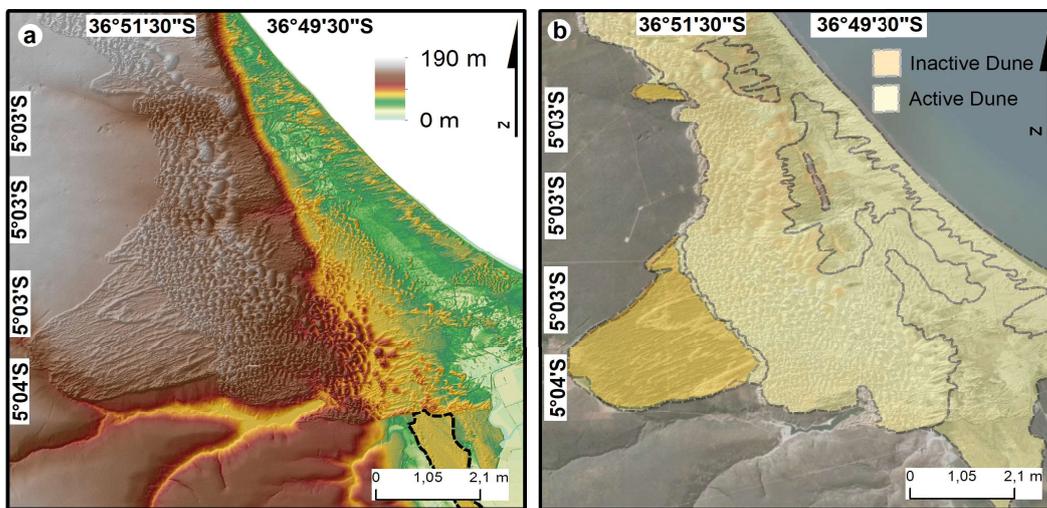


Figura 7 – Falésias inativas da porção oeste do estuário do rio Assu, observar que as Falésias do Rosado estão coberta em boa parte por dunas.

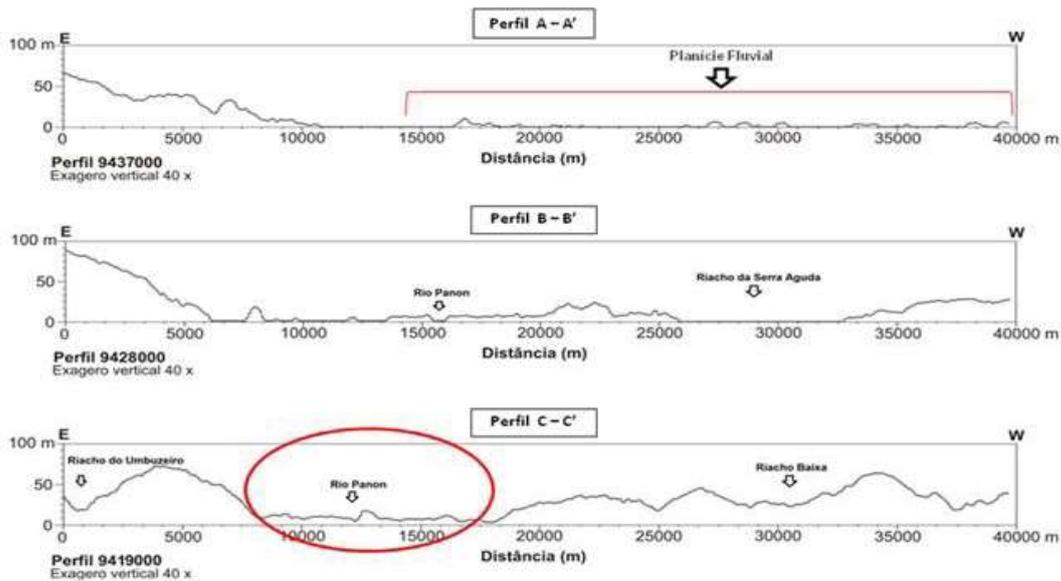


Figura 8 – Perfis topográficos das coordenadas longitudinais (sentido: E-W), geradas a partir do Modelo Numérico do Terreno (MNT) (Exagero vertical – 40x).

Analisando o segundo perfil 9428000 conseguimos distinguir duas zonas a primeira é a vasta planície, está delimitada tanto a leste quanto a oeste por duas áreas mais elevadas, sendo essas áreas de falésias formadas pela formação barreiras ou pós-barreiras. Percebe-se ainda que existem áreas que apresentam cota zero, ou seja, está no nível médio do mar. Porém não se sabe se essa área apresenta essa cota naturalmente ou foi uma das áreas modificadas pelo homem para produção de sal.

O perfil 9428000 na porção mais ao sul, na região do riacho da serra aguda, tem a presença de uma grande planície fluvial, as vertentes apresentam formas convexas. Na Porção leste do perfil, encontra-se o riacho do Panon, e esse apresenta uma planície estreita e com vertentes de formas entre convexo e retilíneo. Em seguida temos a presença de outras planícies fluviais que apresentam formas entre convexo e retilíneo, e apresentam maior altitude comprando com a porção oeste passando dos 60 metros.

E o terceiro e último perfil 9419000, apresenta um relevo mais colinoso com altitudes ultrapassando os 50 metros. Pode-se observar ainda o entalhamento de alguns cursos, sendo isso, evidenciado por vales relativamente profundos.

O perfil 9419000 na porção oeste tempos a presença do riacho da Baixa, possui altitudes maiores que 50 metros presença de vertentes com formas côncavas e convexas. Na região que corta o rio Panon temos cotas mais baixas em torno de 10 metros com vertentes de formas retilíneas à plana. Na área do riacho do umbuzeiro, passamos a ter valores de altimetria maior que 60 metros, com presença de vertentes variando entre retilíneo a convexo.

## **Compartimentação geomorfológica**

### **Serra do Mel**

A serra do Mel é uma macrofeição classificada como sendo um macrodomo do tipo anticlinal. Segundo Maia (2012) possui sua gênese e evolução diretamente relacionada às direções dos campos de tensões que afetaram a bacia potiguar no cenozoico. Possui uma drenagem do tipo radial. Na Serra do Mel (Cretáceo-Neogeno) possui como maior cota 200m (Figura 9).

A serra do mel encontra-se orientada sentido NE

– SW, ela bordeja em seus limites NW e SE por longos alinhamentos de orientação NE-SW marcados por falhas que surgem o rio Apodi-Mossoró e estão relacionados as falhas do rifte Potiguar.

A borda NE dessa serra é marcada por lineamentos NW relacionados ao sistema de falhas Afonso Bezerra. Os lineamentos NW-SE são mais evidentes na porção oeste da Serra do Mel, e são marcados por canais de drenagem 1ª e 2ª ordem.

Na área, a drenagem do tipo radial dispersa os canais para ambos os flancos da Serra do Mel, no sentido dos fundos dos vales do rio Apodi-Mossoró e Assu. Também está impressa no relevo uma rede de ravinamentos paralelos orientados em direção perpendicular aos vales fluviais ocasionados incisão linear e coluvionamento.

Há descontinuidade da margem esquerda desse rio dá-se na forma de um vale que diseca o flanco NW da Serra do Mel trata-se de uma falha do sistema Afonso Bezerra de direção NW-SE do tipo Transcorrente Sinistral.

### **Leques Aluviais**

Na área de estudo foram identificados *in loco* formas de leques, nesse caso denominado de leques de dejeção (cones de dejeção), onde os sedimentos provavelmente são provenientes da Serra do Mel e são datados do pleistoceno (Figuras 10a e 10b). Assine (2008) essas características geomorfológicas permite distinguimos dos sistemas fluviais típicos que apresentam padrão de drenagem predominantemente tributário.

Os leques aluviais são facilmente identificáveis nas imagens aéreas nas proximidades da costa nas bordas das falésias, entretanto, nas áreas que bordejam a lagoa de Lagamar e em outros pontos mais para o interior do continente foram identificados pontos de leques aluviais, porém essa identificação se deu principalmente por cortes que haviam na área onde se pode observar os fatores sedimentológicos e estratigráficos.

Os sistemas de leques aluviais constituem elemento básico do preenchimento sedimentar de bacias com bordas tectonicamente ativas. Formam-se nos blocos baixos de falha, sendo muitas vezes referidos a como cunhas de conglomerados.

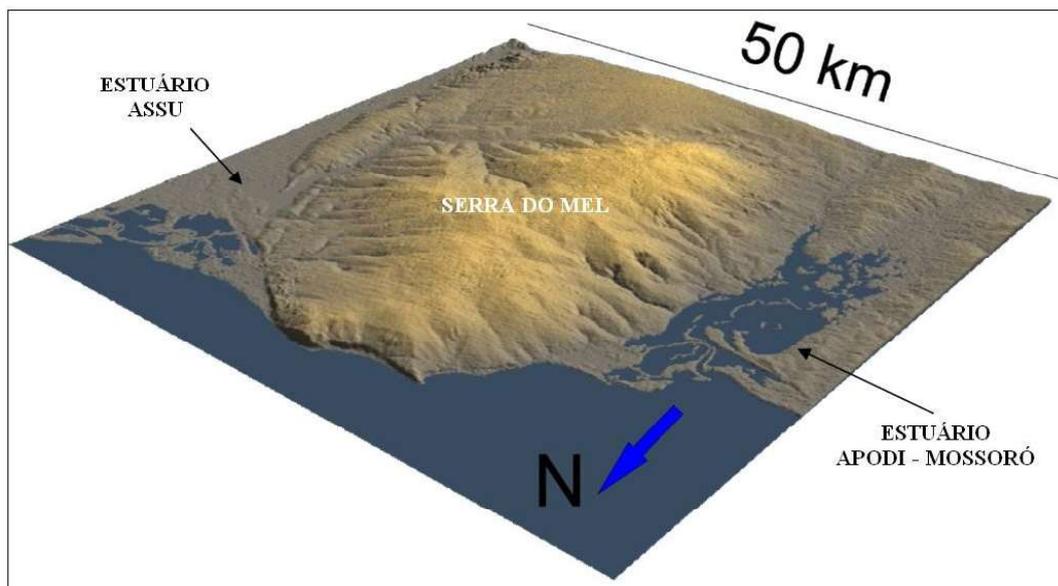


Figura 9 – Modelo tridimensional da serra do Mel/RN.

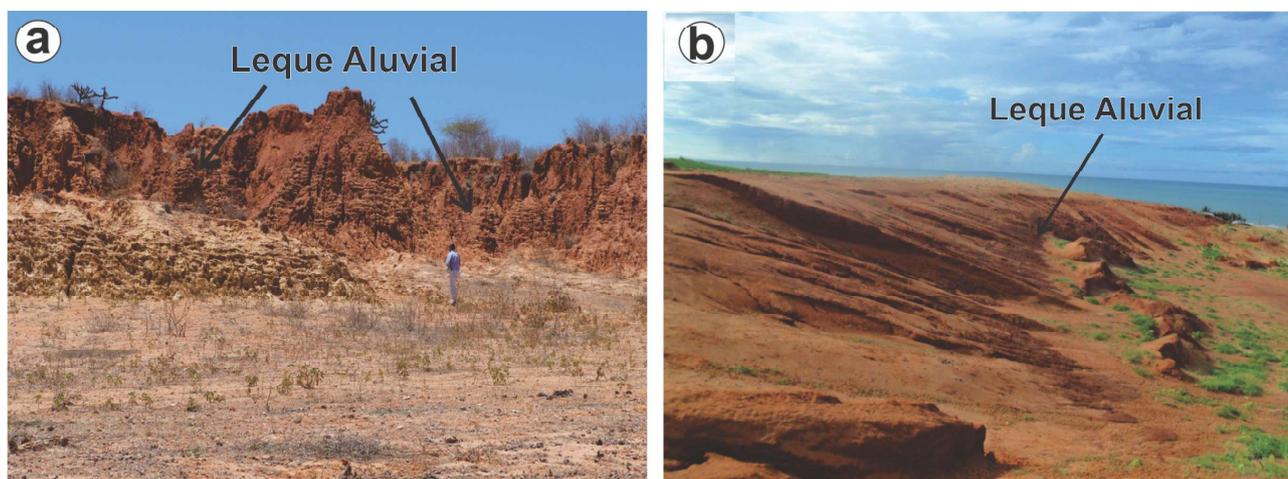


Figura 10 – (a) Vista terrestre da porção norte do cone de dejeção observar o forte ravinamento na área. (b) Vista panorâmica da área.

Penteado (1978) explica que cada lençol aluvionar caracteriza-se por sua estrutura (modo de estratificação), componentes litológicos, composição granulométrica, forma dos sedimentos, etc. todas essas características dão indicação das condições hidrológicas da corrente, na época da deposição e, indiretamente, das condições bioclimáticas.

Os terraços nem sempre são oriundos de variações hidrológicas decorrentes de condições climáticas. As variações hidrológicas, causando deposição ou escavação, podem decorrer de modificações do nível de base (soerguimento, rebaixamento ou modificações do nível do mar) ou de bruscas mudanças, provocadas por tectonismo locais.

Depósitos de detritos rochosos no sopé de um relevo mais acidentado, formando quase que unicamente por ação da gravidade. Esses sedimentos distinguem-se pela ausência de seleção granulométrica distribuição caótica e arredondamento quase nulo e a estratificação, quando presente, é muito inclinada e incipiente. É um depósito raramente encontrado na coluna geológica, pois, caracteriza uma etapa juvenil do ciclo de erosão (SUGUIO, 1998).

Entre as coordenadas  $5^{\circ}03'16,75''S$ ,  $36^{\circ}49'12,69''W$  foi identificado um afloramento onde se pode observar uma variação do paleo-depósito em que temos momentos de maior energia com grãos maiores intercalando com menor energia com grão de menor tamanho. O cone de

dejeção lacustre denomina-se assim os leques de detritos acumulados por uma torrente em um lago.

Depósito sedimentar em forma de leque (ou cone) encontrado nas áreas de sopé de regiões montanhosas, especialmente sob condições de clima mais seco, sendo a sua formação também favorecida em regiões tectonicamente mais ativas durante a sedimentação. Predominam sedimentos de movimentos de massa ou fluxos gravitacionais, tais como, os fluxos de detritos e corridas de lama, embora possam também apresentar intercalações e/ou interdigitações de depósitos subaquáticos, em geral de sistemas fluviais entrelaçados (SUGUIO, 1998).

Segundo Assine (2008) leques aluviais compõem tratos deposicionais diversos, dependendo dos sistemas deposicionais aos quais estão associados. Em regiões de clima semiárido, podem compor tratos deposicionais com lagos temporários e/ou campos de dunas eólicas. Em regiões tropicais úmidas e em regiões glaciais, os leques podem construir ambientes sedimentares proximais de sistemas fluviais meandantes ou entrelaçados.

## **Falésias**

Na área de estudo em virtude de modificações do nível do mar ou da terra, o mar entra em contato com uma escarpa íngreme emersa, estabelecem-se condições para a esculturação de uma cadeia de formas. O ataque das ondas, na zona intertidal, promove um entalhe de solapamento na escarpa, que provoca o desmoronamento da parte cimeira e elaboração da falésia.

Margeando a Serra do Mel temos a presença de Falésias do tipo inativa, foi calculada uma área de 14,5 km aproximadamente, entretanto, mesmo não apresentado erosão marinha. Os tipos de erosão predominante na área são do tipo pluvial e eólico, formando trechos diversos com presença de movimento de massa (Figura 11). O mapa de declividade foi de suma importância para a identificação das áreas de falésia, onde as declividades entre 8-13% ou acima desses valores, foram selecionados como sendo de prováveis falésias, e com o auxílio das imagens de satélite e dos trabalhos de campo foram ratificadas como sendo regiões com presença de falésia.



Figura 11 – Modelo 3D das Falésias do Rosado

Na área de estudo na porção Noroeste podemos identificar escarpas de falha, onde as mesmas são caracterizadas por elevadas falésias que chega a apresentar 50 metros de altitude. Nesse ponto observa-se ainda a presença de colúvio advindo da parte superior do tabuleiro. Nessa região a declividade é muito elevada sendo superior em alguns pontos à 45°. Além

da presença de colúvio misturando-se a isso temos a presença de material eólico.

Os lineamentos NW-SE da zona de falhas Afonso Bezerra assumem importância no controle a fisiologia da linha de costa disposta em dois segmentos também de direção NW-SE. Nesse setor, as falésias da Formação Barreiras São sulcadas pelos pequenos vales incisivos de

igual direção. Dessa forma a fisiografia da linha de costa, associada à disposição das falésias e a direção dos vales que dissecam constituem a expressão geomorfológica dos lineamentos NW-SE da porção costeira da Serra do Mel (MAIA, 2012).

Em campo pode analisar alguns padrões geomorfológicos como áreas de paleofalésia e/ou paleoduna com presença de óxido ferro, daí a coloração avermelhada na paisagem. Provavelmente essa falésia é formada por depósitos eólicos antigos. Na Paisagem nas

proximidades da praia foram identificadas duas camadas sendo a primeira, superior, formada por material de origem eólica o mesmo encontrado na estrada e a baixo existe uma camada de Formação Barreiras também com muita presença de ferro. Na praia conseguimos identificar terraço de abrasão marinho, sendo esse um indicador de nível do mar. Falésia com presença de dois níveis de coberturas (Figura 12). Essa área pode ter sido um terraço de abrasão. Essa falésia possui alguns pontos de afloramento da Formação Barreiras.



Figura 12 – Falésia com presença de dois níveis de coberturas.

### Planícies Flúvio-Marinhos

A unidade geomorfológica planície é conceituada como sendo uma área do terreno relativamente plana onde os processos de deposição extrapolam os de erosão. Na planície, a topografia apresenta superfícies sem grandes desnivelamentos. Além disso, o material parental é de origem sedimentar relativamente recente e dispostos em camadas horizontais ou sub-horizontais (BARBOSA, 2013).

Na região do estuário do rio Assu, temos a presença de uma vasta planície flúvio-marinha, com presença de canais fluviais anastomosados e terraços de inundação com aproximadamente 200-400 m de largura. Apresenta uma área total de aproximadamente 98,05 m<sup>2</sup>.

De acordo com Suguio (1998) essa unidade

geomorfológica e composta por seguimentos terminais dos rios que advém do interior e que são esculpidos nas acumulações dos sedimentos da Formação Barreiras. As Planícies flúvio-marinha, também conhecida como planície de inundação, é a parte do vale adjacente ao canal fluvial, formada por deposição de sedimentos. Além disso, apresenta relevo muito plano e solos muito férteis.

### Planície Lacustre

A área de estudo é composta de diversas lagoas perenes ou intermitentes, as três principais lagoas identificadas, na escala de trabalho foram 3: Lagoa do Largamar, com 1603,09 km<sup>2</sup>, a Lagoa do Queimado, com 525,421km<sup>2</sup> e as Lagoas da Vargem de cima

225,697 km<sup>2</sup> e lagoa da pedra 61,9181 km<sup>2</sup>. Um dos problemas identificados no momento do mapeamento foi a forte antropização da área, onde, no passado boa parte da área onde hoje são tanques de carcinicultura ou de produção de sal eram lagoas (Figura 13).

Na área estudada existem diversas lagoas naturais onde todas elas são formadas por água salobra ou salgada. Nesse local as pessoas coletam *Artemia Salina* L. (Anostraca) animal típico de ambientes salinos.

As lagoas que compõem em a área de estudo representam depressões muitas vezes entulhadas, situadas na planície flúvio-marinha originada da

deposição dos sedimentos carregados da Serra do Mel, transportados pelos pequenos córregos que compõem a área de estudo e de alguns cones de dejeção. As características das subfácies das lagoas descrita por Silva (1991) como sendo laminado composta por lama verde acinzentada, com camadas de areia fina, com conchas.

A formação dessas lagoas, principalmente a Lagoa do Largamar, prende-se a gênese dos cordões arenosos de idade holocênica. As partes mais deprimidas do solo ficam cheias de água durante a estação chuvosa, principalmente por causa de ocasiões de enchente.

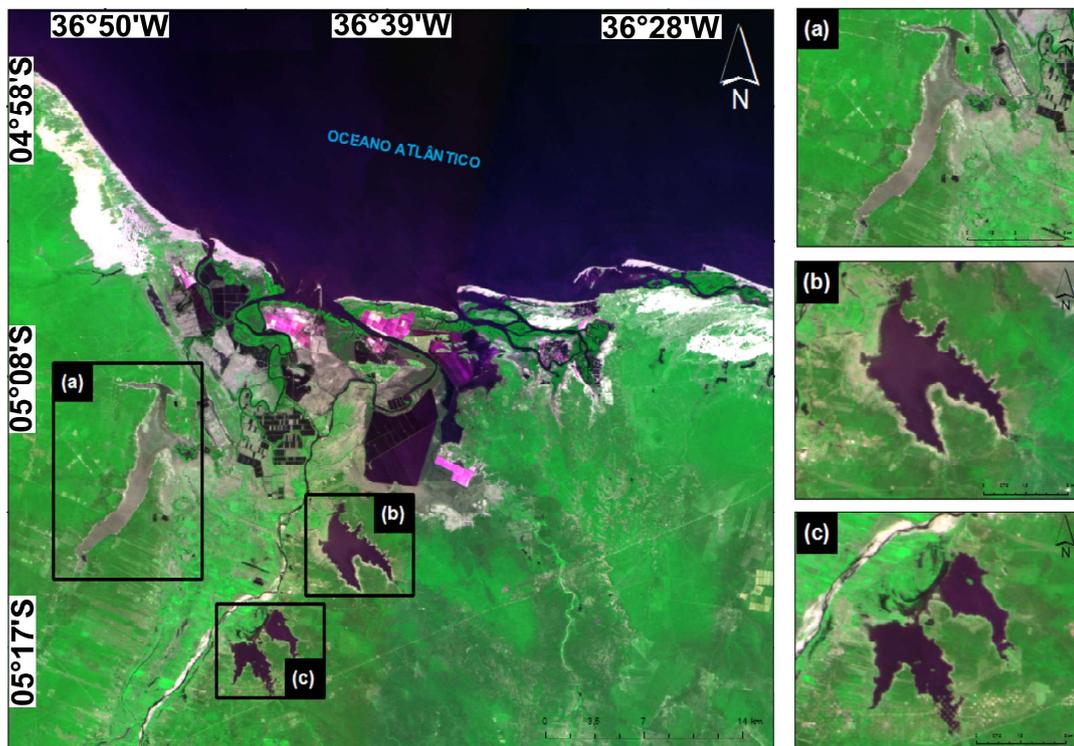


Figura 13 – Localização das principais lagoas da área de estudo. (a) Lagoa Lagamar; (b) Lagoa do Queimado e (c) Lagoa Vargem de Cima e Lagoa da Pedra.

### Depósitos Eólicos

Na área de estudo existem dois tipos de ambientes eólicos, são as áreas de dunas ativas e os pontos de dunas inativas (Figura 14). Conforme sua morfologia, as acumulações de areia campo de dunas. A classificação morfológica maior das acumulações eólicas remete assim ao conceito de duna eólica. No seu sentido mais amplo, dunas eólicas são formas de leito onduladas, quase sempre assimétricas, produzidas pelo transporte e deposição de partículas pelo vento (GIANNINI; ASSINE; SAWAKUCHI, 2008). A área de estudo

predomina a forma de campos de dunas, grandes massas de areia em movimento.

No ponto (5°00'48" S, 36°50'22,50" W) observou-se a presença de dunas e alguns afloramentos de depósitos holocênicos de origem eólica (pós-barreiras), nas proximidades de Areia Branca/RN. Pode-se observar a vasta planície holocênica, formada com o auxílio de promontórios, que são responsáveis pela refração das ondas e consequentemente na formação de planícies (Figura 15).

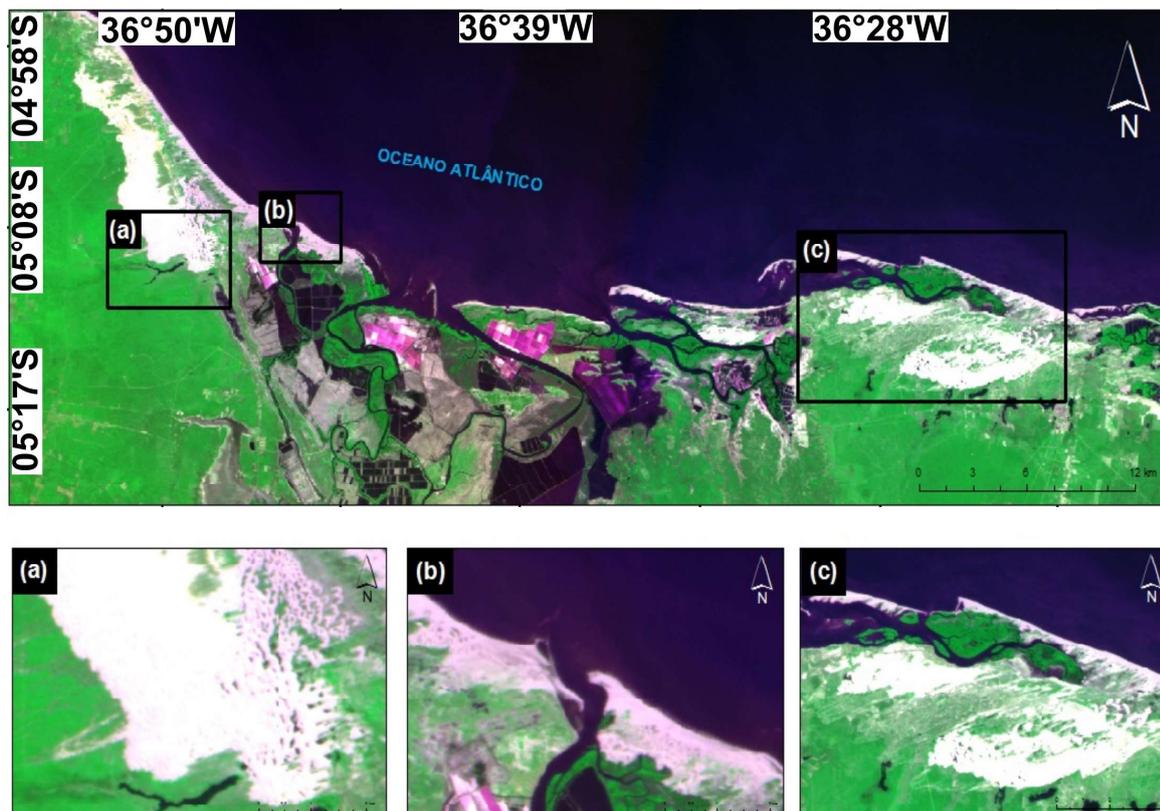


Figura 14 – Identificação de ambientes eólicos na área do vale do Assu.

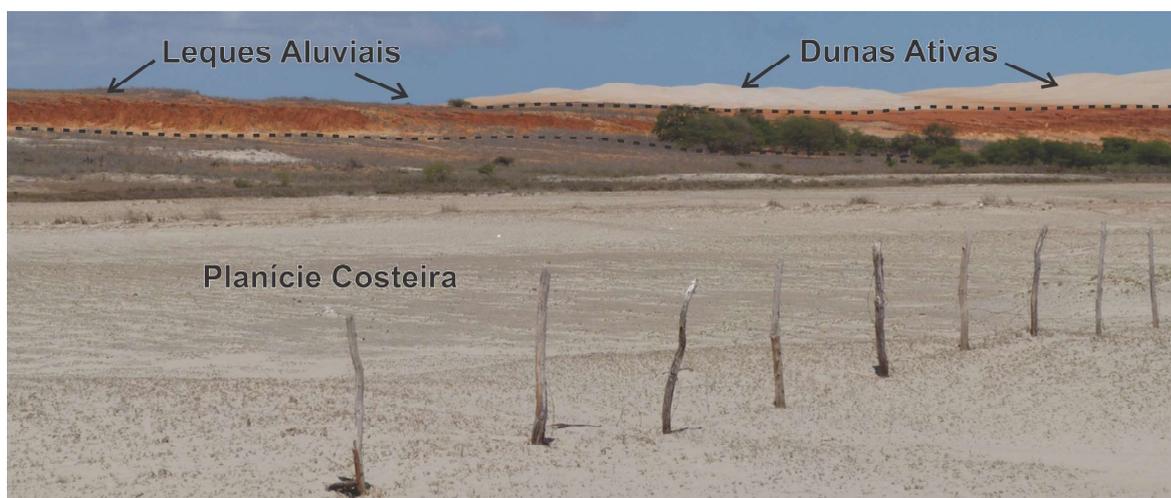


Figura 15 – Vista panorâmica dos depósitos eólicos antigos e mais a frente depósitos eólicos recentes.

### Mapeamento Geomorfológico

Para um melhor entendimento as classes foram divididas em duas unidades que são: formas de acumulação e formas de denudação (Figura 20).

As formas de denudação estão divididas em Dt (Denudação com formas tabulares) e Dsc (Denudação com formas semiconvexas). Na área de estudo foram

identificadas quatro regiões de denudação, sendo, um Dt 31 apresentando entalhamento do vale 3, ou seja, classificada como Média, e a dimensão interfluvial foi 1 o que caracteriza dimensão muito grande.

Os dados das áreas de denudação semiconvexa foram Dsc 11, Dsc 12 e Dsc 14. O primeiro mostra formas semiconvexa com grau de entalhamento fraco e muito grande dimensão interfluvial. A segunda

areia apresentou valor 12, ou seja, apresenta grau de entalhamento fraco e dimensão interfluvial grande. A terceira área possui valor 14, mostrando uma área de fraco grau de dimensão interfluvial e pequena dimensão interfluvial.

As formas de acumulação estão divididas em: Adm (Formas de dunas móveis), Adf (Formas de dunas fixa), Apf (Forma de planície fluvial), Atpm (Formas de terraço e planície marinha), Actpf (Formas de colúvio terraço e planície fluvial), Actf (Formas de colúvio e terraço fluvial).

As classes Adm e Adf estão relacionadas com processo de sedimentação eólico, na área de estudo a maior parte das dunas estão localizadas na porção oeste da área de estudo, principalmente na área das falésias do rosado, nessa área temos a presença dos dois tipos de

classes as dunas ativas e inativas. A terceira classe são as formas de planície fluvial, esse localiza-se na porção central do estuário do Assu e a principal característica e a presença de sedimentos provenientes das porções mais interiores do rio e que eram carregados até essa área. O que caracteriza essa área é a grande extensão da planície, o rio principal passa a ser anastomosado apresentando muitas curvas e alguma presença de meandros abandonados.

Formas de colúvio terraço e planície fluvial essa foi uma adaptação necessária já que o trabalho apresenta, uma escala pequena e com isso não tem como mostrar o grau de detalhamento cada uma das unidades. Mas essa classe encontra-se principalmente na porção rios e riachos de 1º, 2º e 3º ordens e caracteriza-se pela presença de material erodido.

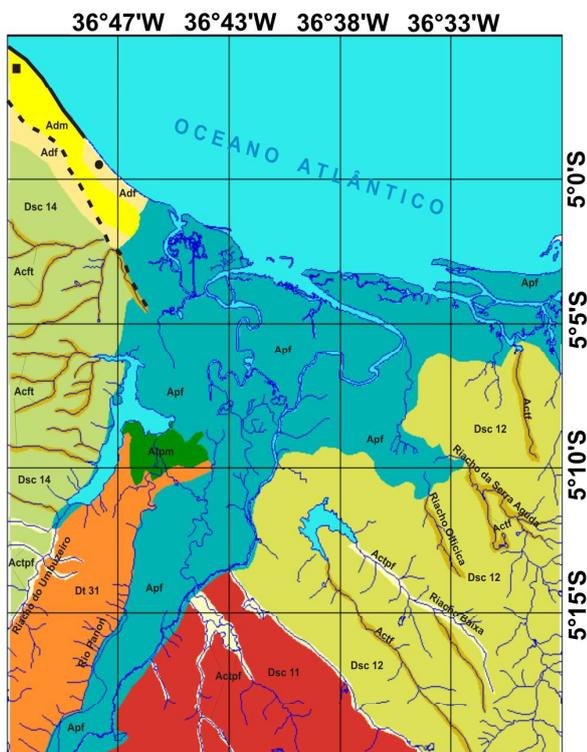


Figura 16 – Carta Geomorfológica

### Considerações Finais

Com o presente estudo objetivou-se a caracterização e o mapeamento dos compartimentos geomorfológicos, da área do estuário do Assu/RN. Adotou-se, como material e métodos de estudo, produtos e técnicas das Geotecnologias, tais como Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e

### GEOMORFOLOGIA

1º TÁXON	2º TÁXON	3º TÁXON	4º TÁXON	5º TÁXON	6º TÁXON
MORFOESTRUTURA	MORFOESCULTURA	PADRÕES DE FORMA DE RELEVO	TIPOS DE FORMA DE RELEVO	TIPOS DE FORMA DE VERTENTE	FEIÇÕES ESTRUTURAIS IDENTIFICÁVEIS
SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS	BAIXADA LITORÂNEA		Adm Adf Actf Actpf Atpm Apf	VER PERFIS	
COBERTURA SEDIMENTAR DE PLATAFORMA (Formação Barreiras)	BAIXOS PLANALTOS COSTEÍROS (Tabuleiros Litorâneos)		Dt 31		
BACIA SEDIMENTAR POTIGUAR			Dsc 11 Dsc 12 Dsc 14		

#### FORMAS DE DENUDAÇÃO

D - DENUDAÇÃO  
Dt - Denudação com formas tabular  
Dsc - Denudação com formas semi-convexas

#### FORMAS DE ACUMULAÇÃO

A - ACUMULAÇÃO  
Adm - Formas de dunas móveis  
Adf - Formas de dunas fixas  
Apf - Formas de planície fluvial  
Atpm - Foras de terraço e planície marinha  
Actpf - Formas de colúvio, terraço e planície fluvial  
Actf - Formas de colúvio e terraço fluvial

Dimensão Interfluvial Média (Classes)	Muito Grande (1)	Grande (2)	Média (3)	Pequena (4)	Muito Pequena (5)
Entalhamento Médio dos Vales (Classes)	> 1500m	1500 a 700 m	700 a 300 m	300 a 100 m	< 100m
Muito Fraco (1) (< 20m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (80 a 160m)	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55



FORNE: Carta topográfica Moço (SB-24-K-D4-2) e Porto do Mangue (SB-24-K-D4-1)  
Escala: 1:50.000  
Elaboração: Maria Emassuelia Firmino Barbosa

Geostatística, além de noções de cartografia temática e digital.

Desse modo, mostramos as funcionalidades dos mapas derivados do Modelo Numérico do Terreno, com a carta hipsométrica, declividade e o relevo sombreado. A partir dessas cartas foi procedida a caracterização e mapeamento geomorfológico em ambiente SIG.

O mapeamento seguiu a metodologia da taxonomia de Ross (1992), chegando a caracterizar do 1º táxon ao 6º táxon, num mapeamento na escala de 1:50.000.

O mapeamento dos compartimentos geomorfológicos procurou sintetizar, através dos padrões de formas identificados, em todos os mapas derivados do MNT, bem como a análise descritiva do relevo procedida. Este documento se constitui assim em um instrumento base para outras análises e diagnósticos com objetivo de compreender a dinâmica da Paisagem de forma integrada.

### Agradecimentos

Agradecemos à *Delaware Geological Survey* (DGS) e *University of Delaware* (UDEL) pela disponibilização das instalações e licença do *software* ArcGIS 10.2. A CAPES pela disponibilização da bolsa de estudos.

### Referências Bibliográficas

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 365-390.

BARBOSA, M<sup>a</sup>. E. F. **Geomorfologia e tectônica Jacumã**. 2013. 117f. Departamento de Geografia - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: UFPB, 2013.

BRUCH, A. F.; GRUBER, N. L. S.; HANSEN, M. A. F. Construção e representação de modelos numéricos do terreno no SIG Spring para o relevo da sub-bacia hidrográfica do Arroio João Dias, Minas do Camaquã-RS. In: **ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA**, 12., 2009. Montevideu. Anais.... Montevideu: Gega, v.1, 2009. p. 1-8.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.; D'ALGE, J. C. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARVALHO, T. M.; LATRUBESSE, E. M. Aplicação de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v. 5, n. 1, 2004. p. 85-93.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. [S.I.]. [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia>>. Acesso em: 18 nov. 2011.

CBERS. **Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres**.

Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br>>. Acesso em: 26 jul. 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 365-390.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher/Edusp, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Serviço de Produção de Informação, 1999. 412p.

FELGUEIRAS, C. A.; CÂMARA, G. Sistema de Informações Geográficas do INPE. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa/CPAC, 1996. p. 41-59.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008.

FONSECA, V. P. **Estudos Morfo-tectônicos na área do baixo curso do Rio Assu (Assu-Macau) Rio Grande do Norte**. 103p., Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, Brasil. (Não Publicado), 1996.

FORENZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e do meio físico da Folha João Pessoa – 1: 100.000**. 2007. 213f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2007.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUSTAVSSON, M.; KOLSTRUP, E.; SEIJMONSBERGEN, A. C. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 77, 2006. p. 90-111.

HERZ, F.; DE BIASE, M. **Critérios e legendas para macrozoneamento costeiro**. Brasília: Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, 1989.

- LOPES, E. S. S.; RIEDEL, P. S.; VIDOTTI, M.; MERINO, E. R. Análise de modelo numérico do terreno para modelos geomorfológicos. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**. 2006. Goiânia. Anais... Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2006. v. 2. p. 1-9.
- MAIA, R. P. **Geomorfologia e Neotectônica no vale do Rio Apodi-Mossoró no vale do Rio Apodi – Mossoro**. 2012. 218f. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: UFRN, 2012.
- MELLO F. M. **Litogeoquímica e química mineral do Maciço charnoquítico Aimorés/MG**. 2000. 217f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2000.
- PEUCKER, T. K.; FOWLER, R. J.; LITTLE, J. J.; MARK, D. M. “The triangulated irregular network”. Proceedings of the ASP Digital Terrain Models (DTM). In: SYMPOSIUM AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. 1978. Falls Church. Anais... Virginia, 1978. p. 516-540.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia aos EIAs-RIMAs. In: TEIXEIRA GUERRA, A. J.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 291-336.
- ROSS, J. L. S. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de geografia da FFCH/USP**. São Paulo, v. 6. p. 17-29, 1992.
- SHENG, T. C.; BARRETT, R. E.; MITCHELL, T. R. Using geographic information systems for watershed classification and rating in developing countries. **Journal of soil and water conservation**. Ankeny, v. 52, n. 2, p. 84-89, 1997.
- SILVA, A. B. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Unicamp, 2003.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas**. São Carlos: RiMa, 2003.
- SILVA, D. R. V. DA; AMARO, V. E.; SILVA SOUTO, M. V.; NASCIMENTO, M. C. DO, PEREIRA, B. R. DE B. Geomorfologia de uma área com alta sensibilidade ambiental na Bacia Potiguar (NE do Brasil). **Revista da Gestão Costeira Integrada**, 2010. v. 10, n. 4, p. 545-566.
- SRIVASTAVA, N. K.; CORSINO, S. R. Os carbonatos de Touros: petrografia e estratigrafia. **SBG - Simpósio de Geologia do Nordeste**, Atas, p. 165-176. Sociedade Brasileira de Geologia (SBG), Natal, RN, Brasil, 1984.
- SUGUIO, K. **Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas**. Geologia USP: Série Didática. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-40, 2003
- SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 1998.
- VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In: FLOREZANO, T. G. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 72-93.