



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

**O SECTOR JUSANTE DO RIO COPOROLO: CARACTERIZAÇÃO
MORFOSEDIMENTAR E SUAS IMPLICAÇÕES NA OCUPAÇÃO HUMANA.**

Afonso Sampaio dos Santos

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS-AMBIENTE E ORDENAMENTO

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS

Julho 2013





UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

**O SECTOR JUSANTE DO RIO COPOROLO: CARACTERIZAÇÃO
MORFOSEDIMENTAR E SUAS IMPLICAÇÕES NA OCUPAÇÃO HUMANA.**

CONTRIBUIÇÃO PARA O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Afonso Sampaio dos Santos

Mestrado em Geociências

Área de Especialização em Ambiente e Ordenamento

Orientadores científicos

Prof. Doutor Pedro Alexandre H.D.M. Dinis, F.C.T.U.C

Prof. Doutor Pedro Callapez, F.C.T.U.C

Julho; 2013

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos meus parentes.
Dedico em especial a minha querida esposa, Paula de Fátima, aos meus filhos,
que são minha fonte de energia para superar todos os obstáculos nos
momentos mais difíceis e lutar por um futuro melhor para todos.
Que este trabalho sirva de exemplo

Agradecimentos

A Deus, em que deposito a minha fé particular, Autor da vida, da sabedoria, quem ilumina os caminhos trilhados e distribui gratuitamente forças para superar os obstáculos.

Aos meus pais, familiares, esposa e filhos, pelo incentivo, ajuda constante e compreensão das minhas ausências.

Ao orientador deste trabalho, Professor Dr. Pedro Diniz, pela escolha da temática e como orientou o trabalho, pela atenção constante, seriedade, competência e apoio nas minhas dificuldades, da forma como conduziu este trabalho para que se alcançasse o objectivo.

Ao meu co-orientador, Professor Dr. Pedro T.Callapez, no acompanhamento dos trabalhos práticos, na sua disponibilidade de ir até ao local de pesquisa.

A todos os professores do mestrado de 2011/013.

À direcção da U.P.R.A (Lubango), pela oportunidade que me deram para a realização desta formação.

Ao colega de profissão, Daniel Holden pelas informações prestadas e orientações a seguir nos trabalhos de ArcGis.

A todos os colegas do mestrado 2011/013, pelo intercâmbios de ideias durante o tempo que durou esta formação. Tenho a destacar o Daniel Holden, Vera Gomes, Otília Vianeí, Julieta Benedito e o Domingos António.

A todos os colegas militares, em particular o Senhor Coronel Silvino Adão Dias meu Chefe e o senhor Major Cesário Evaristo, pela força e incentivos com a finalidade de alcançar o objectivo, terminar com êxitos este trabalho.

Ao Soba Gonçalves da Localidade do Dombe-grande, que incansavelmente percorreu comigo todos aqueles campos do percurso jusante do rio Coporolo e pelo historial daquela planície aluvial.

Resumo

Neste trabalho estuda-se a dinâmica sedimentar do sector jusante do rio Coporolo. Para entender a morfologia da acumulação sedimentar ao longo da costa marítima, levantaram-se perfis topográficos na faixa ocidental e analisaram-se imagens de satélite de diferentes anos (2000, 2003, 2008 e 2012). As unidades morfo-sedimentares identificadas nos documentos seleccionados foram editadas em ArcGis, procedendo-se posteriormente ao cálculo de áreas e distâncias relevantes para entender as alterações nas características morfológicas do ambiente. As características dos sedimentos são estudadas a partir de 10 amostras (3 de praia, 2 de cordões litorais, 1 fluvial e 4 de lagoas e lagoas).

As características morfológicas e granulométricas da zona costeira relacionam-se com o afluxo sazonal de sedimentos fluviais que são intensamente retrabalhados e redistribuídos sob acção das ondas. As maiores modificações no sistema sedimentar estudado têm carácter sazonal e estão relacionadas com alterações no fluxo de água nos canais e na extensão de lagoas e lagoas.

As cheias e inundações são muito danosas para as populações. Estas são apanhadas de surpresa porque a subida do nível da água acontece de forma repentina, muitas vezes sem que as condições meteorológicas nas áreas inundadas as fizessem prever; a subida das águas é particularmente elevado na zona interior da planície aluvial, diminuindo progressivamente para jusante. Dadas as características do rio, é importante projectar e implementar um sistema que envolva a prevenção, previsão e alerta de cheias.

Palavras-chave: rio Coporolo; caracterização morfo-sedimentar; planície marítima; planície aluvial; riscos de cheia

Abstract

In this work we study the sedimentary dynamics of the downstream sector of Coporolo river. To understand the morphology of the sedimentary accumulation along the coastal zone we conduct topographic surveys and analyzed satellite images of different years (2000, 2003, 2008 and 2012). The morpho-sedimentary units identified in the selected satellite images were edited in ArcGIS, in order to calculate distances and areas relevant to understand the morphological changes in the environment. The sediment characteristics 10 samples (3 from current beach, 2 from coastal strands, 4 from lakes and lagoons and 1 from the fluvial channel) were studied.

The morphological and sedimentary features of the coastal zone are related to the seasonal influx of fluvial sediments that are heavily reworked and redistributed under wave action. The biggest changes in the sedimentary system are seasonal and related to changes in channels water flow and extent of ponds and lagoons.

Floods in the valley are very harmful for the resident populations. The population is caught by surprise because the rising of water level happens abruptly, that often cannot be foreseen from previous meteorological conditions at the flooded areas; the water level rising is particularly high at the inner edge of the floodplain, decreasing gradually downstream. Given the characteristics of the river, it is important to design and implement a system that involves prevention, forecasting and flood warning.

Keywords: Coporolo river; morpho-sedimentary; maritime plain, floodplain, flood hazards

ÍNDICE GERAL

Dedicatória	
Agradecimentos	
Resumo	
Abstract	
Capítulo 1 INTRODUÇÃO	01
1.1 - Contextualização do Tema	01
1.2 - Estrutura do trabalho	03
1.3 - Objectivos	03
1.4 - Metodologia	04
Capítulo 2 Caracterização da área em estudo	07
2.1 - Divisão geográfica e administrativa	07
2.2 - Enquadramento geográfico do rio Coporolo.	07
2.3 - Enquadramento geográfico da área em estudo	08
2.4 – Geomorfologia	10
2.5 - O soco, a Bacia de Benguela e as suas unidades sedimentares meso-cenozóicas	13
2.6 - Regime climático	17
2.6.1- Temperatura e precipitação	17
2.6.2- Regime de vento	19
2.7- Solos e ocupação biológica	19
Capítulo 3 Caracterização Morfo-Sedimentar do Delta e da Planície do Coporolo	22
3.1 Contextualização geomorfológica local	22
3.2 Unidades morfo-sedimentares	24
3.3 Morfologia	29
3.3.1. Perfis transversais à linha de costa	29
3.3.1.1 Perfil da Praia da Tenda	29
3.3.1.2: Perfil da Praia da Vara	31
3.3.1.3 Perfil junto a foz do rio Coporolo	33
3.3.2 Distribuição espacial das unidades morfosedimentares	34
3.3.3 Evolução recente	38
3.4 Sedimentos	40
3.4.1 Granulometria das unidades sedimentares	41
3.4.1.1. Amostras de praia	41
3.4.1.2. Amostras das lagoas e lagoas	43
3.4.1.3. Amostras dos cordões litorais.	44
3.4.1.4 Amostra fluvial	44
3.4.2 Mineralogia	45
Capítulo 4 Dinâmica Sedimentar: Implicações para o Ordenamento do Território	47
4.1. Processos sedimentares nas planícies envolventes do Coporolo	47
4.2. Dinâmica de praias	48
4.3- Cheias do Coporolo	51
4.3.1 A vulnerabilidade da planície aluvial do Coporolo	51
4.3.2. Avaliação da perigosidade	52
4.3.3 Definição de áreas de risco	56
4.4 - Propostas de gestão ambiental e ordenamento territorial	58
Capítulo 5 Considerações Finais	60
Referências Bibliográficas	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Equipamentos para a determinação da granulometria e mineralogia dos sedimentos. (A) Centrifuga Sorval –SS3; (B) Difractómetro de RX. (C) Granulómetro laser Coulter LS 230. (D) Balança.	05
Figura 2.1: A Província de Benguela e o Município da Baía Farta. A - Esboço de localização da Província de Benguela e da área em estudo na região centro-oeste da República de Angola. B - Imagem de satélite da área do Município da Baía Farta e respectivas comunas (adaptado de GoogleMap, Julho 2013).	08
Figura 2.2: Bacia hidrográfica do rio Coporolo (2013).	09
Figura 2.3: Esboço topográfico de Angola com localização da área estudada, em que são visíveis diferentes patamares altimétricos que separam o sedimentar (verde) do soco.	10
Fig 2.4: Carta geomorfológica da região litoral de Angola compreendida entre a Baía Farta e os relevos da área da Macaca.	12
Figura 2.5: Unidades tectonoestratigráficas simplificadas de Angola (Pereira <i>et al.</i> , 2010).	14
Figura 2.6: Mapa Geológico da Bacia de Benguela (Adaptado de Buta-Neto <i>e tal</i> , 2006)	15
Figura 2.7: Quadro estratigráfico sintético da Bacia de Benguela (Adaptado de Tavares, 2005)	16
Figura 2.8: Temperatura do Ar da Estação Climatológica do Lobito 2012:	18
Figura 2.9: Gráfico termo-pluviométrico para Benguela baseado nos dados da meteorologia do aeroporto de Benguela até 17 de Setembro de 2010.	19
Figura 2.10: A-F Exemplos de solos cultivados na planície aluvial fértil do rio Coporolo (2013).	20
Figura 3.1: Carta geológica da região da Baía Farta baseado em Guiraud (2010).	23
Figura 3.2: Fases de gerações de cordões litorais A, B, e C.	27
Figura 3.3: Imagens e fotos das unidades sedimentares, A canais entrançados; B cultbank e point-bar; C barras arenosas; D divisão do canal; E laguna; F laguna; G lagoa; H barras com vegetação.	28
Figura 3.4: Localização dos perfis transversais à linha de costa e dos pontos de amostragem de sedimentos sobre imagem do GoogleEarth	29
Figura 3.5: Perfil 1 transversal a linha de costa praia da Tenda.	30
Figura 3.6: Perfil 2 transversal a linha de costa praia da Tenda	32
Figura 3.7: Perfil 3 transversal a linha de costa praia junto a foz	34
Figura 3.8: Imagem da planície e suas unidades, do ano de 2012, trabalhada no Arcgis	36
Figura 3.9: Entrada do rio Coporolo no sector jusante (04/2013).	37
Figura 3.10: Praia da Baía do Cuio (11/2012).	37
Figura 3.11: Laguna (02/2013)	38
Figura 3.12: Distribuição das unidades morfosedimentares do rio Coporolo analisadas nos anos (2000; 2003 e 2008).	39
Figura 3.13: Pontos de amostragem de sedimentos sobre imagem do GoogleEarth	41
Figura 3.14: Imagens de alguns dos pontos de amostragem	42
Figura 3.15: Curvas de frequência das amostras de praia, delta do Coporolo	42
3.16: Curvas de frequência das amostras das lagoas e lagunas, delta do Coporolo	43

Figura 3.17: Curvas de frequência das amostras dos cordões litorais	44
Figura 3.18: Curva de frequência da amostra do rio	45
Figura 3.19: Mineralogia da fracção de argila (<2µm)	45
Figura 4.1: Rumos definidos com base nos dados de Abecassis (1958), e na orientação da ondulação inferida da análise de imagem do Google Earth.	49
Figura 4.2: Aspecto, em planta, da linha de costa em diferentes porções, com diferentes orientações, da área de estudo. (A) A sul da foz do Coporolo. (B) A norte da foz do Coporolo. (C) Troço de orientação geral NE-SW. Norte para o topo da folha.	50
Figura 4.3: Retrato dos acontecimentos das inundações planície do Coporolo (2011)	53
Figura 4.4: Marcas deixadas pelas inundações de 2011.	54
Figura 4.5 Pontos de amostragem da altura da água durante as cheias de 2011	55
Figura 4.6: Altura máxima da coluna de água nas cheias de 2011.	56
Figura 4.7: Áreas de risco dentro da planície aluvial, com cerca de 12.000 hectares.	57
Figura 4.8: Relação entre os diferentes domínios que integram o Território (Rocha <i>et al.</i> , 1994).	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Granulometria dos sedimentos de praia do delta do Coporolo	42
Figura 3.2: Granulometria dos sedimentos das lagoas e lagunas, delta do Coporolo	43
Tabela 3.3: Granulometria dos sedimentos dos cordões litorais	44
Tabela 3.4: Granulometria dos sedimentos do rio	45

Capítulo 1

Introdução

1.1 Contextualização do tema

Com o presente trabalho, pretende-se estudar a dinâmica sedimentar nas planícies marítima e aluviais associadas ao rio Coporolo, de forma a melhor conhecer o sistema natural, contribuindo assim para o ordenamento da região. Um dos objectivos primeiros relaciona-se com os problemas das cheias do rio Coporolo. As cheias e inundações neste rio ocorrem todos os anos no período de Janeiro a Março, causando grandes danos humanos e materiais à população local. O rio em estudo é perene, mas contudo, durante a época chuvosa, o seu caudal é tão elevado que transborda o leito maior e origina inundações, destacando-se as da década de 1940 e, mais recentemente, as de 1986, 2001 e 2011. Estas últimas foram das piores cheias já registadas pelas suas consequências. O episódio extremo recente de 2011 ainda está bem presente na memória das populações e das autoridades locais.

Inundação, segundo a Directiva Comunitária relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações (UE, 2007, citado por Santos, 2009), é “a cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água”. Segundo Madeira (2005), cheias são fenómenos que acontecem de uma forma rápida, imprevisível e destrutível, podendo provocar em poucas horas uma ação morfogenética que a dinâmica fluvial normal, durante anos, não consegue atingir. No entanto, e para o senso comum das pessoas, a noção de cheia de um rio está associada à ocorrência de danos físicos e de prejuízos materiais (Lencastre e Franco, 1984).

O impacto crescente das inundações na sociedade pode ter várias origens, desde as mudanças climáticas, passando por outros fatores humanos enunciados por Santos (2009) e referidos abaixo:

- A desflorestação, que aumenta e acelera o escoamento superficial;
- A canalização dos rios, responsável por problemas de escoamento a jusante;
- A impermeabilização dos solos, que provoca menor infiltração e maior quantidade e velocidade de escoamento;
- O crescimento urbano em áreas da planície aluvial, que cria obstáculos ao escoamento superficial e acentua a impermeabilização do solo.

Nos últimos, anos tem-se assistido a uma cada vez maior intervenção dos elementos antrópicos através da ocupação e uso do solo, pela redefinição geométrica e morfológica dos canais e margens, pela ocupação urbana, industrial, de infra-estruturas e equipamentos nas margens, o que origina uma alteração das dinâmicas naturais dos cursos de água. Estes fatores antrópicos, conjugados com os elementos ambientais e, nomeadamente, as alterações climáticas, as variações do nível de base do mar, a dinâmica litoral ou os fogos florestais, determinam alterações da perigosidade relacionada com as cheias e inundações.

O relatório apresentado no dia 18 de Janeiro de 2008 pela Organização das Nações Unidas (ONU) indica que a frequência dos desastres naturais está a aumentar. Dos 197 milhões de vítimas por desastres naturais, 164 milhões foram por inundações. Angola não foge à regra, sendo vários os relatos de situações idênticas para a província de Benguela (Tonecas, 2012). Estes desastres têm tido eco na comunicação social, como se apresenta abaixo.

O Jornal de Angola publicou no dia 25 de Fevereiro de 2011 uma notícia onde se informava que “mil trezentas e sessenta e seis famílias, que perfazem um universo de seis mil seiscentas e oitenta pessoas, acabaram de ser desalojadas pelas enchentes do rio Coporolo, na comuna de Dombe-grande”. Na mesma notícia, mais adiante, diz-se que segundo os Serviços de Protecção Civil, “cerca de 14 mil pessoas encontram-se sitiadas na localidade do Luacho dentro da planície aluvial do rio Coporolo”.

A Agência de Notícias de Angola (Angop; <http://www.portalangop.co.ao>) apresentou entre 16 de Fevereiro e 24 de Março de 2011, diversos artigos sobre as cheias na região de Benguela. Destaque para as notícias de 21, 22 e 24 de Fevereiro, diretamente ligadas às cheias do rio Coporolo, referindo ocorrências no Luacho, Caholanga e Dombe-grande, prospectivamente. Em 25 e 28 de Fevereiro surgem notícias sobre o apoio dado às populações. Em artigo de 24 Março anuncia-se o concurso para os planos diretores das bacias hidrográficas de Benguela. Curiosamente, num artigo de 25 de Novembro de 2010, que precedeu os fenómenos que afetaram o caudal do rio Coporolo, anunciava-se que “Acções do Executivo contra cheias travam catástrofes às populações ribeirinhas”.

Para além do efeito direto da inundação de campos e arraste de pessoas e bens, as cheias são acompanhadas de grandes fluxos de sedimentos alimentados pela drenagem do sistema fluvial, que condicionam o ambiente costeiro. Como se sabe, os ambientes costeiros estão sujeitos à influência de sistemas fluviais, que interagem diretamente com os processos litorais, produzindo uma grande diversidade de ambientes deposicionais e, conseqüentemente, de feições geomorfológicas (Florenzo, 2008). Tal como observado em outros sectores do litoral de Benguela condicionados pela presença de rios maiores (Carvalho, 1960; Huvi, 2010; Silva, 2011; Dinis et al., 2012), merece aqui particular destaque a presença duma sucessão de cordões de praia que testemunham um avanço progressivo da linha de costa no sentido do Atlântico, num ambiente fortemente influenciado pelas ondas. Com este trabalho pretende-se também estudar a evolução do ambiente costeiro intimamente ligado ao Coporolo.

Atendendo, por uma lado, à relevância crescente dos processos fluviais que conduzem às cheias e inundações fluviais e às elevadas perdas e danos associados, e, por outro, ao crescente interesse sobre as zonas costeiras de Angola, surgiu a razão investigativa deste trabalho. Pela proximidade geográfica e

recursos disponíveis focamo-nos numa área litoral numa bacia hidrográfica do Centro-Sul de Angola: o sector jusante do rio Coporolo.

1.2. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está organizado em 5 capítulos. Neste capítulo, de introdução, faz-se um enquadramento da pesquisa no domínio das Geociências e dos riscos e ordenamento, bem como a localização da área de estudo e uma apresentação das questões investigativas a tratar. Apresenta-se, também, uma descrição da marcha metodológica seguida no decurso do trabalho.

No segundo capítulo, de caracterização da área de estudo, procede-se a uma identificação dos elementos biofísicos principais da região em análise. Este capítulo integra o enquadramento geográfico da bacia hidrográfica, a morfologia (hipsometria), a geologia, a hidrografia o clima, bem como aspectos demográficos e socioeconómicos da área em estudo.

No terceiro capítulo, de caracterização morfo-sedimentar da área de estudo, a planície aluvial e marítima do rio Coporolo, pretendemos caracterizar as unidades morfo-sedimentares no sector jusante deste sistema fluvial e proceder a uma avaliação das transformações e mudanças periódicas do curso de água e da linha de costa. Neste capítulo apresentam-se os resultados dos trabalhos de análise das imagens de satélite e de levantamentos de campo, com relevância para o entendimento da dinâmica sedimentar e da caracterização de sedimentos.

No quarto capítulo, procede-se a uma análise de aspectos da dinâmica sedimentar, com relevância para o ordenamento do território. Apresenta-se aqui a delimitação da área inundável do rio Coporolo, tendo por referência a cheia do ano de 2011, e faz-se uma análise dos agentes hidrodinâmicos no balanço sedimentar. Finalmente, apresentam-se algumas linhas orientadoras para a gestão ambiental e o ordenamento do território.

Por último, no capítulo final apresentam-se as principais conclusões e algumas recomendações quanto a perspetivas futuras.

1.3 Objetivos

Os principais objetivos do trabalho são:

1. Caracterizar os agentes da dinâmica sedimentar, bem como da sua variabilidade espacial e temporal.
2. Identificar e caracterizar unidades morfo-sedimentares e entender a sua evolução no espaço e no tempo, na área em estudo.
3. Identificar as zonas com maior risco para a população e determinar os fatores responsáveis pelas cheias, inundações e erosão costeira, bem como delimitar a área de inundações na parte jusante do rio Coporolo.

4. Propor medidas de gestão ambiental e de ordenamento do território, nomeadamente as áreas de risco e de proteção ambiental.

1.4 Metodologia

Para logarmos a lista de objetivos para a qual foi elaborada esta dissertação, fizemos um levantamento detalhado de trabalhos relacionados sobre o tema da pesquisa. Existem numerosos trabalhos sobre cheias em regiões costeiras e mesmo algumas teses de mestrado, relativamente recentes, sobre temas afins na região litoral de Benguela (Huvi, 2010; Passassi, 2011; Silva, 2011), mas não se encontrou nada de concreto focado no rio Coporolo e as suas cheias.

Entendemos ser conveniente recorrer a entrevistas ao Soba e aos mais velhos residentes na área. Também se procurou o contacto com colegas e outros profissionais que têm publicado livros, artigos, e outros documentos técnicos e científicos sobre a área e o tema em análise. Este trabalho no terreno permitiu reunir um conjunto de dados sobre o comportamento do rio durante as últimas cheias que o afectaram.

Foi realizado trabalho de campo, bem como de interpretação na carta militar de 1980 e nas imagens de satélite de 2000 (16 de Julho), 2003 (14 de Novembro), 2008 (29 de Dezembro) e 2012 (21 de Dezembro), para podermos identificar as unidades morfo-sedimentares da área em estudo e avaliar as mudanças ocorridas nos últimos anos. Para demonstrar estas mudanças recorreremos ao programa de Sistemas de Informação Geográfica ArcGis, através do qual se procedeu à edição, tratamento e análise destas imagens. As coordenadas de todos os pontos de referência com relevância para o trabalho foram obtidos com GPS.

Construíram-se três perfis topográficos, transversais à linha de costa, ao longo de sectores onde se observam sequências de cordões litorais. Foi feito um perfil junto a foz do rio Coporolo com uma extensão de 365 metros (lado direito a norte), um na praia da Vara com 1040 metros e um na praia da Tenda com 1595 metros. Os perfis foram construídos utilizando metodologias expeditas, através de um instrumento manufaturado, com estacas graduadas com fita métrica metálica de 1,5 metros de altura, uma fita métrica e uma mangueira de nível com água nivelada aos 0,75 metros (Silva, 2011). Como alguns dos perfis são muito extensos, foram feitas medições com intervalos de 5 metros. Os resultados foram tratados no programa Excel, construindo-se gráficos com a topografia do terreno.

A par dos perfis, procedeu-se à recolha de amostras para tratamento laboratorial, das quais três na praia, no início de cada perfil, e três nas posições mais interiores de cada perfil. Também se procedeu à amostragem de sedimentos no bordo de massas de água da região, nomeadamente em lagunas, lagoas, salinas ao longo dos perfis e uma dentro do rio, junto à ponte do Dombe-grande. Estes sedimentos foram tratados nos laboratórios do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, com vista à sua caracterização textural e mineralógica.



Figura 1.1. Equipamentos para a determinação da granulometria e mineralogia dos sedimentos. (A) Centrifuga Sorval –SS3; (B) Difractómetro de RX. (C) Granulómetro laser Coulter LS 230. (D) Balança digital.

O procedimento aplicado no tratamento laboratorial para obtenção da granulometria das amostras foi o seguinte:

- Todas as amostras foram quarteadas e pesadas até se ter aproximadamente 100 gramas.
- As amostras de grão grosseiro, que apresentavam quantidades baixas de material silto-argiloso, foram crivadas durante 12 minutos no vibrador de crivos, Retsch AS200. Utilizaram-se os peneiros 7,92 mm, 5,61 mm, 4,00 mm, 2,80 mm, 2,00 mm, 1,40 mm, 1,00 mm, 0,710 mm, 0,500 mm, 0,355 mm, 0,250 mm, 0,177 mm, 0,125 mm, 0,090 mm e 0,063 mm. As percentagens das diferentes frações foram determinadas após pesagem das quantidades retidas nos vários peneiros.
- As amostras que apresentavam quantidades consideráveis de material silto-argiloso e areno-cascalhento foram submetidas ao processo de lavagem no crivo de 0,063 μ m. Em seguida, a fração superior a 63 μ m foi seca, pesada e crivada, recorrendo-se aos mesmos peneiros das amostras referidas acima. A granulometria de sub-amostras da fracção inferior a 2 mm foi determinada num granulómetro laser (Coulter LS 230), que tem a capacidade de determinar a percentagem em volume de partículas com 0,4 a 2000 μ m de diâmetro. Os resultados baseiam-se numa escala de leituras com o mesmo incremento da escala considerada para crivagem ($1/2\phi$) para o intervalo 0,5 – 1000 μ m (0,5 μ m,

0,71 μm , 1,4 μm , 2 μm , 2,8 μm , 4 μm , 7,8 μm , 11 μm , 15,6 μm , 22 μm , 31 μm , 38 μm , 63 μm , 90 μm , 125 μm , 250 μm , 355 μm , 500 μm e 710 μm).

- As amostras que apenas apresentavam partículas inferiores a 2 mm foram medidas exclusivamente por difração laser com o granulômetro laser Coulter LS 230.

- Os resultados dos dois métodos foram introduzidos em folha de cálculo Excel para análise conjunta (crivagem-laser).

Por fim, a fração fina de amostras selecionadas para a determinação da mineralogia foi lavada em centrífuga durante 15 minutos, sempre que não se encontrava em estado disperso. Posteriormente, separou-se a fração inferior a 2 μm por centrifugação, tendo uma porção sido recolhida com uma pipeta e sedimentada em lâminas de vidro. As lâminas foram, posteriormente, deixadas a secar, seguindo para o aparelho de difração de raios X (DRX), Philips PW 3710, onde se fez a determinação da mineralogia.

Capítulo 2

Caracterização da área em estudo

2.1 - Divisão geográfica e administrativa

Benguela é uma das 18 províncias da República de Angola, ocupando um total de 39.827 km² do território (Consult, 2007). Está localizada a Oeste da zona central de Angola e faz fronteira, a Norte, com a Província do Kwanza-Sul, a Leste com a do Huambo, a Sudeste com a da Huíla, a Sudoeste com a Província do Namibe e a Oeste com o Oceano Atlântico (Figura 2.1A).

Do ponto de vista administrativo, a Província de Benguela é constituída por dez municípios designados, respetivamente, por Baía-Farta, Balombo, Benguela, Bocoio, Caimbambo, Catumbela, Chongorói, Cubal, Ganda e Lobito (Consult, *op. cit.*). Destes, o Município da Baía Farta é o que se localiza mais a Sul, dentro dos limites provinciais, embora a sua sede não diste mais de 25 km da cidade capital da província. Neste quadro geográfico e administrativo, a Baía Farta confronta a Norte com o Município de Benguela, a Oeste com o oceano Atlântico, a Este com os Municípios de Caimbambo e Chongoroi, e a Sul com a Província do Namibe. O território municipal compreende, também, uma área total de 6.744 Km², repartida por quatro Comunas: Comuna Sede, Dombe-grande, Equimina e Kalahanga (Figura 2.1B).

2.2 - Enquadramento geográfico do rio Coporolo.

A bacia hidrográfica que compreende o rio Coporolo é uma das mais importantes da fachada ou vertente atlântica da região centro-oeste da República de Angola e estende-se desde o extremo Noroeste da Província da Huíla até ao Sul da Província de Benguela, drenando uma área geográfica com cerca de 16.444 km² e um perímetro de 709 km (Pimentel, 2009; Melo *et al.*, 2010) (Figura 2.2). O Rio Coporolo, cujo curso superior separa a Huíla da Província de Benguela, é um rio de regime permanente. Tem como principais afluentes os rios Handja e Impulo, ambos provenientes da Província da Huíla.

A bacia centrada nestes cursos de água apresenta um contorno grosseiramente triangular e orientação preferencial de Sudeste para Noroeste (Figura 2.2). A rede de drenagem fluvial subjacente encaixa, de modo sucessivo, em unidades do soco metamórfico e intrusivo, assim como, no seu setor situado mais a jusante, do enchimento sedimentar da bacia costeira de Benguela.

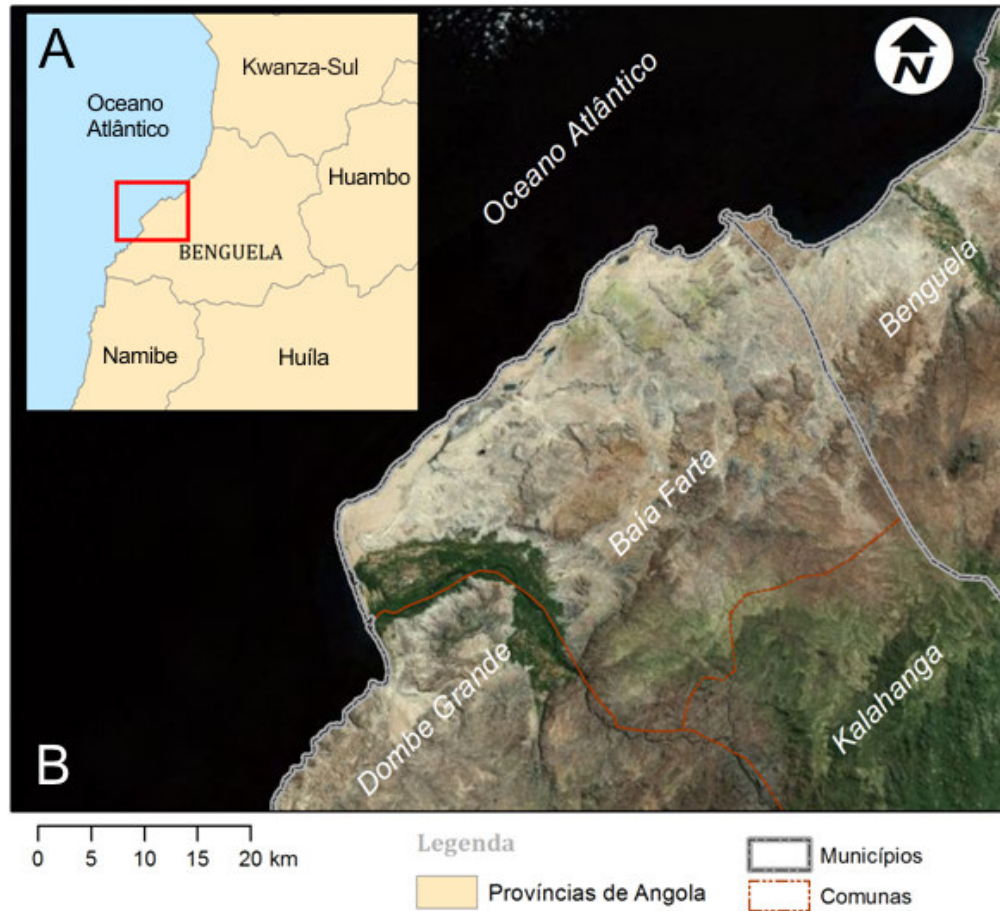


Figura 2.1: A Província de Benguela e o Município da Baía Farta. A - Esboço de localização da Província de Benguela e da área em estudo na região centro-oeste da República de Angola. B - Imagem de satélite da área do Município da Baía Farta e respetivas comunas (modificado de imagem do GoogleEarth).

Os relevos drenados a montante, na zona de cabeceira desta bacia hidrográfica, atingem valores altimétricos da ordem dos 2000 metros, ao longo das suas linhas divisórias demarcadas sobre o soco do planalto angolano (Figura. 2.3).

2.3 - Enquadramento geográfico da área em estudo

Como área de estudo seleccionou-se a planície aluvial do sector da bacia hidrográfica do rio Coporolo situado mais a jusante, o qual compreende a foz deste importante curso de água, conhecido pelo seu longo historial de cheias e inundações que têm afectado, sobretudo, as populações e infraestruturas da Comuna do Dombe-grande, como atrás já tivemos oportunidade de referir.

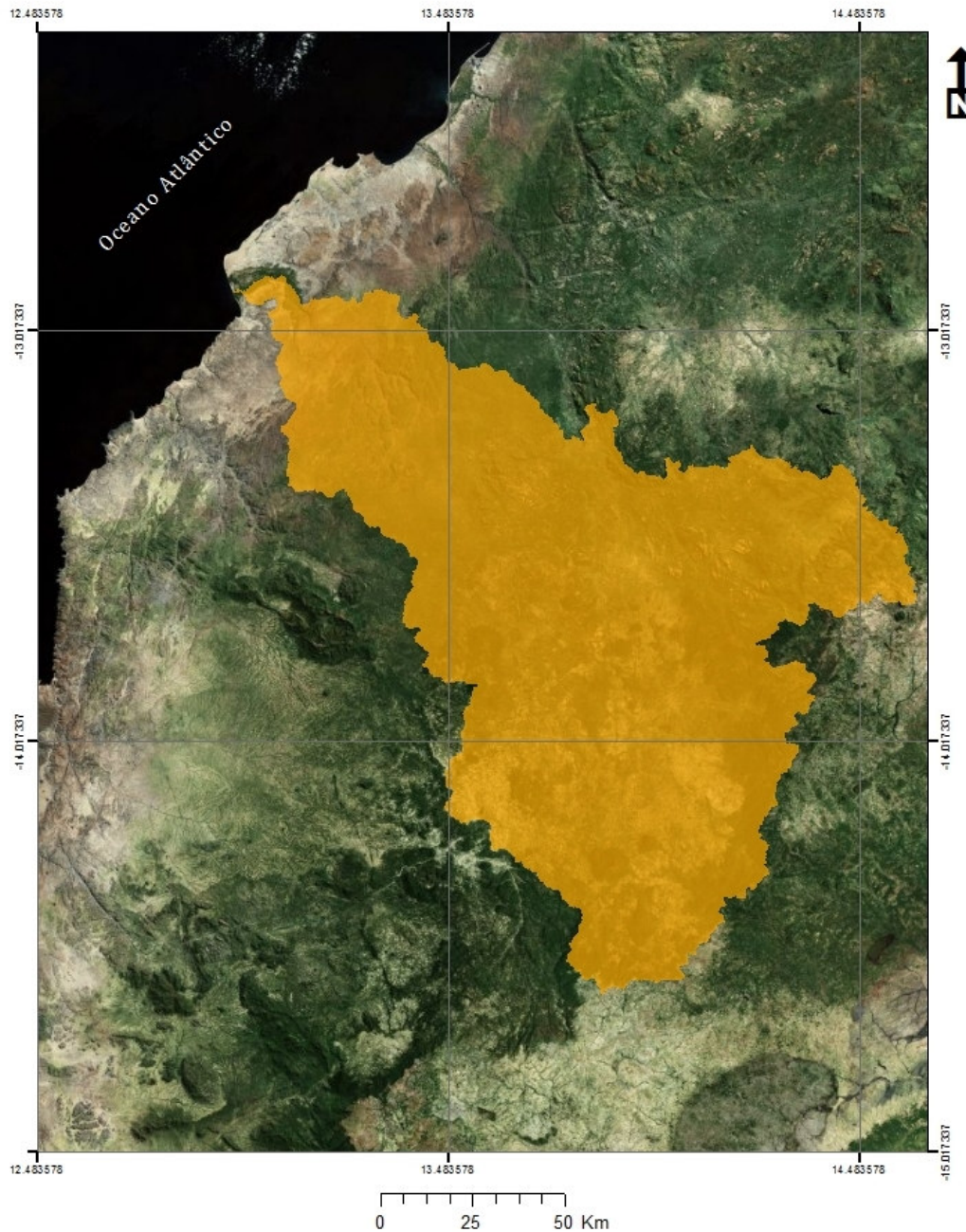


Figura 2.2: Bacia hidrográfica do rio Coporolo.

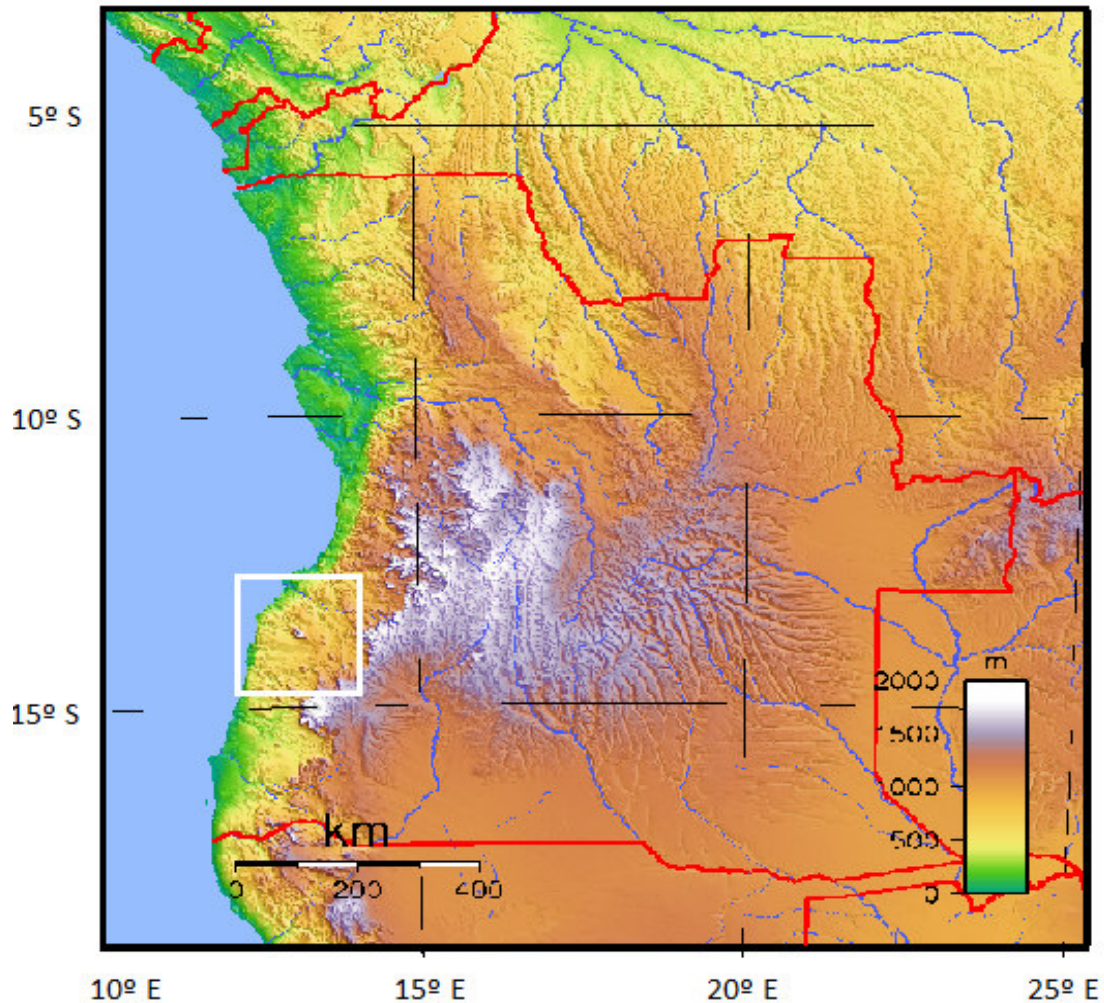


Figura 2.3: Esboço topográfico de Angola com localização da área estudada, em que são visíveis diferentes patamares altimétricos que separam o sedimentar (verde) do soco.

2.4 – Geomorfologia

Segundo Technoexportstrov (1990), a província de Benguela caracteriza-se por um relevo variado, cuja gênese se deveu, sobretudo, a uma longa exposição a diversificados processos erosivos ou de acumulação, a par de um substrato geológico regional em que sobressai uma variedade significativa de rochas com diferente resistência à meteorização e erosão.

Não obstante, a região abrangida pelo Município da Baía Farta abrange, sobretudo, a faixa litoral do *onshore* da Bacia Meso-Cenozóica de Benguela, na sua parte mais meridional. Desta forma os relevos locais são significativamente

menos acidentados do que no soco, ou mesmo ao longo da sua faixa de contacto com as unidades basais do enchimento sedimentar do Cretácico Inferior. Dada a fraca deformação a que estiveram sujeitas as unidades neogénicas e quaternárias, predomina a morfologia tabular, assim como costeiras com frentes de erosão abruptas e reversos bastante suaves, devido aos fracos pendores da estratificação.

A região litoral que se estende desde a Baía Farta até ao grande vale fluvial do Rio Coporolo é, também, caracterizada por uma grande extensão e espessura de depósitos plistocénicos e holocénicos, incluindo antigos níveis de praia levantada e dunas fósseis com diferentes posições altimétricas, morfogéneses e idades, a par de importantes acumulações sub-atuais de areias marinhas, aluviais e eólicas. Por falta de conservação das arribas, alguns destes corpos sedimentares correspondentes a antigas posições de linha de costa e do nível do mar, durante o Plistocénico, são de difícil identificação.

A observação e interpretação de campo possibilitou avaliar e sistematizar, no espaço do Município da Baía Farta, um conjunto de terraços marinhos subdivididos em: depósitos dos terraços altos, depósitos dos terraços baixos e depósitos do fim do Cenozóico (Carvalho, 1960). Um resumo das unidades geomorfológicas que tipificam a região aparece representado na carta morfogeológica de G. S. Carvalho (1957) (Figura 2.4).

A faixa litoral arenosa atinge grande largura junto à sede do Município, numa área cujas evidências sedimentológicas apontam para a existência de uma paleo-laguna holocénica com povoamentos do bivalve arcídeo *Senilia senilis*, separada do mar por uma restinga e, mais tarde, assoreada pela acreção arenosa e migração dunar (Passasi, 2011). O limite interno desta planura arenosa holocénica corresponde a uma longa paleoarriba que se estende desde a Baía Farta até ao Cuio. Esta paleoarriba corta formações miocénicas e depósitos de praia e dunares do Plistocénico, muito consolidados.

A paleoarriba é, por sua vez, cortada transversalmente pelos vales secos dos rios Pima e Dungo, terminando a sua expressão morfológica já perto do vale do rio Coporolo. Para Leste situa-se um conjunto de colinas com flancos abruptos e cumes largos, desenvolvida sobre depósitos plistocénicos do terraço alto (tirrenianos) com abundantes indústrias líticas do Paleolítico.

Um pouco mais a sul, a área estudada propriamente dita está situada na grande planura aluvial do rio Coporolo, na sua confrontação com a faixa litoral e a foz, pelo que nela predominam unidades sedimentares de idade holocénica, essencialmente aluviões, coluviões, e lodos de natureza lacustre. A faixa fronteira ao rio Coporolo é constituída, sobretudo, por extensos areais, formando um cordão ininterrupto de praias arenosas e de dunas que se estende desde o Cuio, a Sul, ao longo de vários quilómetros, e inibe uma comunicação superficial permanente entre os canais fluviais e o mar, com exceção dos episódios de cheia ou de fortes calemas.

Podemos assim considerar, do ponto vista geomorfológico, quatro domínios maiores, a saber:

- 1- A planície marítima, que se estende desde a sul da foz do Coporolo até à Baía Farta.
- 2- A grande planície aluvial do rio Coporolo;

- 3- As colinas detríticas com depósitos marinhos plistocénicos e um substrato mais antigo, de Miocénico marinho, cortadas transversalmente por vales secos e por uma frente, bem marcada, de paleoarriba holocénica;
- 4- O maciço calcário do Dombe-Grande e seu prolongamento até ao Cuio, já no limite Sudeste da área considerada;

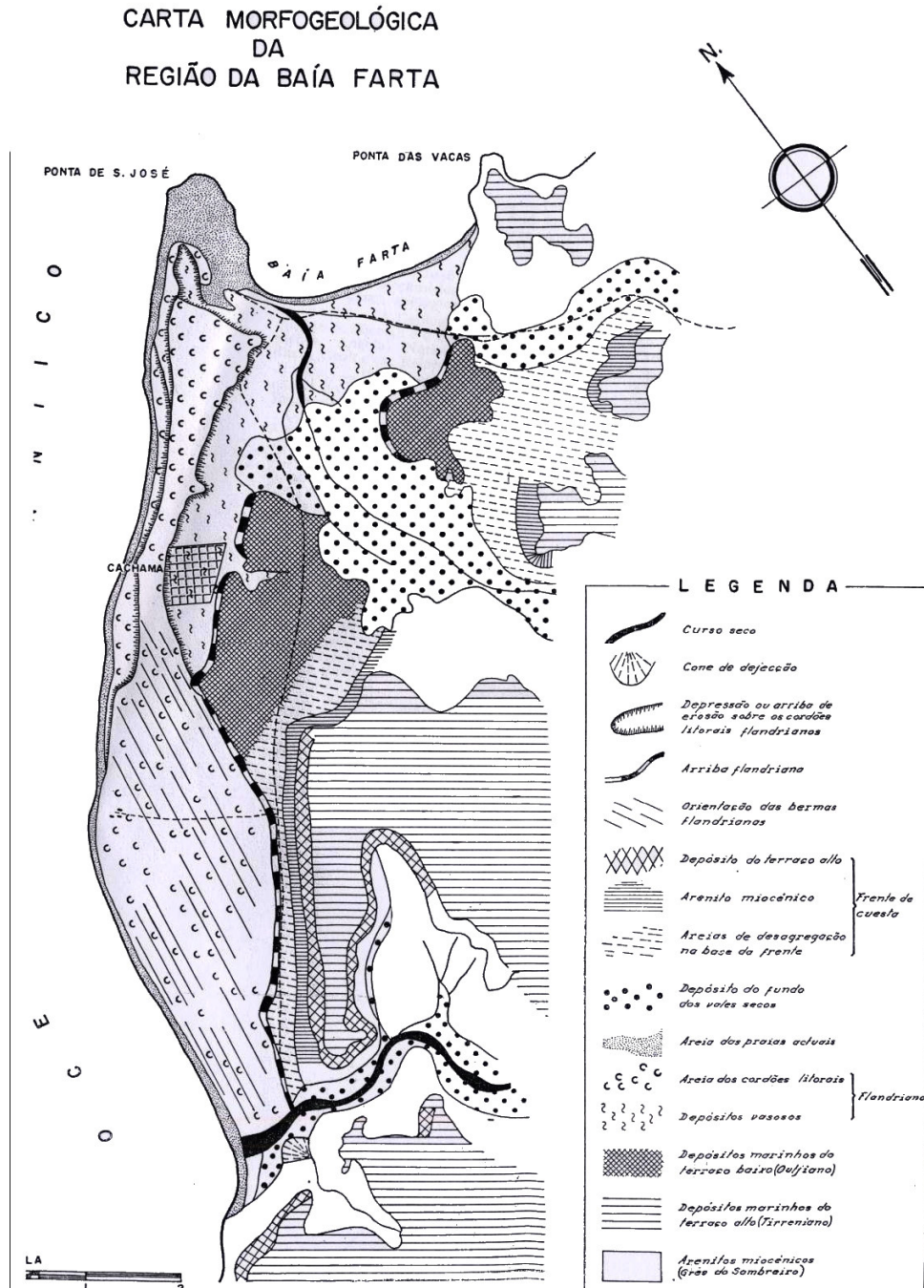


Figura 2.4: Carta geomorfológica da região litoral de Angola compreendida entre a Baía Farta e os relevos da área da Macaca (Carvalho, 1957).

2.5- O soco, a Bacia de Benguela e as suas unidades sedimentares meso-cenozóicas

A estratigrafia do território angolano é bastante diversificada e revela uma génese complexa que se processou em várias etapas morfoestruturais, com cronologias que vão desde o Arqueozóico até Cretácico e Cenozóico. Um olhar sobre o esboço geológico de Angola (Fig. 2.5) evidencia esta realidade comum a outros países africanos cujos territórios abrangem setores do cratão africano ("maciço antigo" com unidades metamórficas e metassedimentares e uma profusão de corpos intrusivos de diferentes fases do Pré-Câmbrico), a par de bacias sedimentares costeiras com formações bastante mais recentes (Cretácico inferior e Cenozóico) e de uma diversidade considerável de depósitos de cobertura (Plistocénico e Holocénico, incluindo os sedimentos costeiros) ligados à morfogénese e evolução climática do Quaternário.

Desta forma, as unidades mais antigas do soco encontram-se no interior angolano e as mais recentes dispõem-se ao longo do litoral, ligadas ao ciclo atlântico e, mais recentemente, à dinâmica costeira holocénica.

O sedimentar costeiro de Angola, apresenta-se subdividido em cinco grandes bacias sedimentares: Bacia de Cabinda, Bacia do Congo, Bacia do Cuanza, Bacia de Benguela e Bacia de Namibe [antiga Moçamedes] (Neto 1961). Mas, estudos mais recentes concluíram que, na realidade, existem três grandes bacias sedimentares costeiras na margem continental de Angola: Bacia do Congo, Bacia do Cuanza e Bacia do Namibe, delimitadas por soergimentos estruturais ligados a sistemas de fracturação, com continuidade em falhas transformantes, designados respectivamente por Alto de Casamaria, Arco de Ambriz, Alto de Benguela e Crista de Walvis Bay (Guiraud *et al.*, 2010; Pinho & Carvalho, 2010).

Segundo Technoexportstrov (1990), de entre as rochas mais antigas da província de Benguela dominam as magmáticas do Pré-câmbrico, representadas por granitos, pórfiros e gabros. A Oeste da área em que afloram estas unidades ocorre uma faixa com largura aproximada de 20-30 km, na qual se observam sobretudo rochas metamórficas, granitos gnéissicos, ortognaises magmáticos e xistos.

A transição Cretácico-Cenozoico é efectuada através da Formação Teba (Figuras 2.6 e 2.7), sendo que as etapas activas de enchimento sedimentar continuam, pelo menos, até à transição Eocénico-Oligocénico (Formações Rio Dande e Cunga-Gratidão). Ao Miocénico Inferior e Médio corresponde nova fase transgressiva, de colmatação da bacia, com a introdução de carbonatos e de areias marinhas fossilíferas (Formações de Quifangondo e de Cacucaco). Estas unidades, apesar de aflorarem extensamente, constituem um corpo muito menos espesso do que as unidades correlativas da Bacia do Kwanza, localizada no litoral Norte de Angola e bastante mais subsidente durante este intervalo da sua evolução tectono-sedimentar.

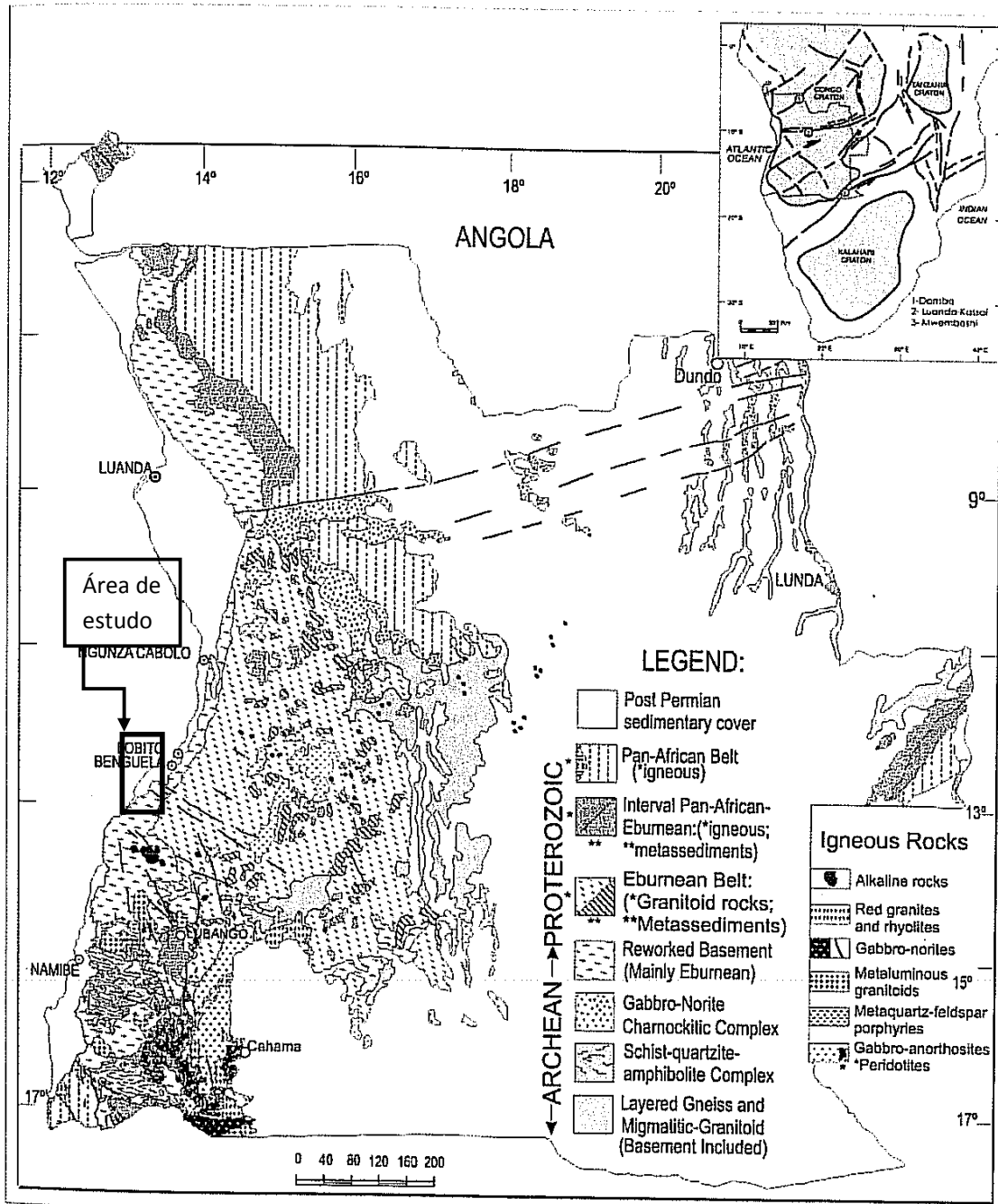


Figura 2.5: Unidades tectonoestratigráficas simplificadas de Angola (Pereira *et al.*, 2010).

No sector onde se insere a área em estudo, o enchimento sedimentar da bacia teve início no Neocomiano através da deposição de rochas sedimentares detríticas grosseiras a muito grosseiras e organizadas em leques aluviais que preenchem o interior de depressões tectónicas locais (Formação Cuvo; Tavares, 2005). Com a evolução geodinâmica distensiva (*rifting*) e o progressivo alargamento e subsidência da margem continental recém-formada, a sedimentação passou a consistir sobretudo na deposição de séries evaporíticas e de carbonatos marinhos durante o intervalo do Aptiano – Albiano (Formação Sal-Maciço e Formações

Dombe Grande, Binga, Dondo, Twenza, Quissonde, Catumbela e Itombe Ngolome). Desta forma o enchimento sedimentar da bacia é, sobretudo, de idade cretácica, embora tenha prosseguido durante parte do Cenozóico, prolongando-se até ao Eocénico e a finais do Miocénico (Tavares, *op. cit.*; Tavares *et al.*, 2007; Buta-Neto *et al.*, 2006).

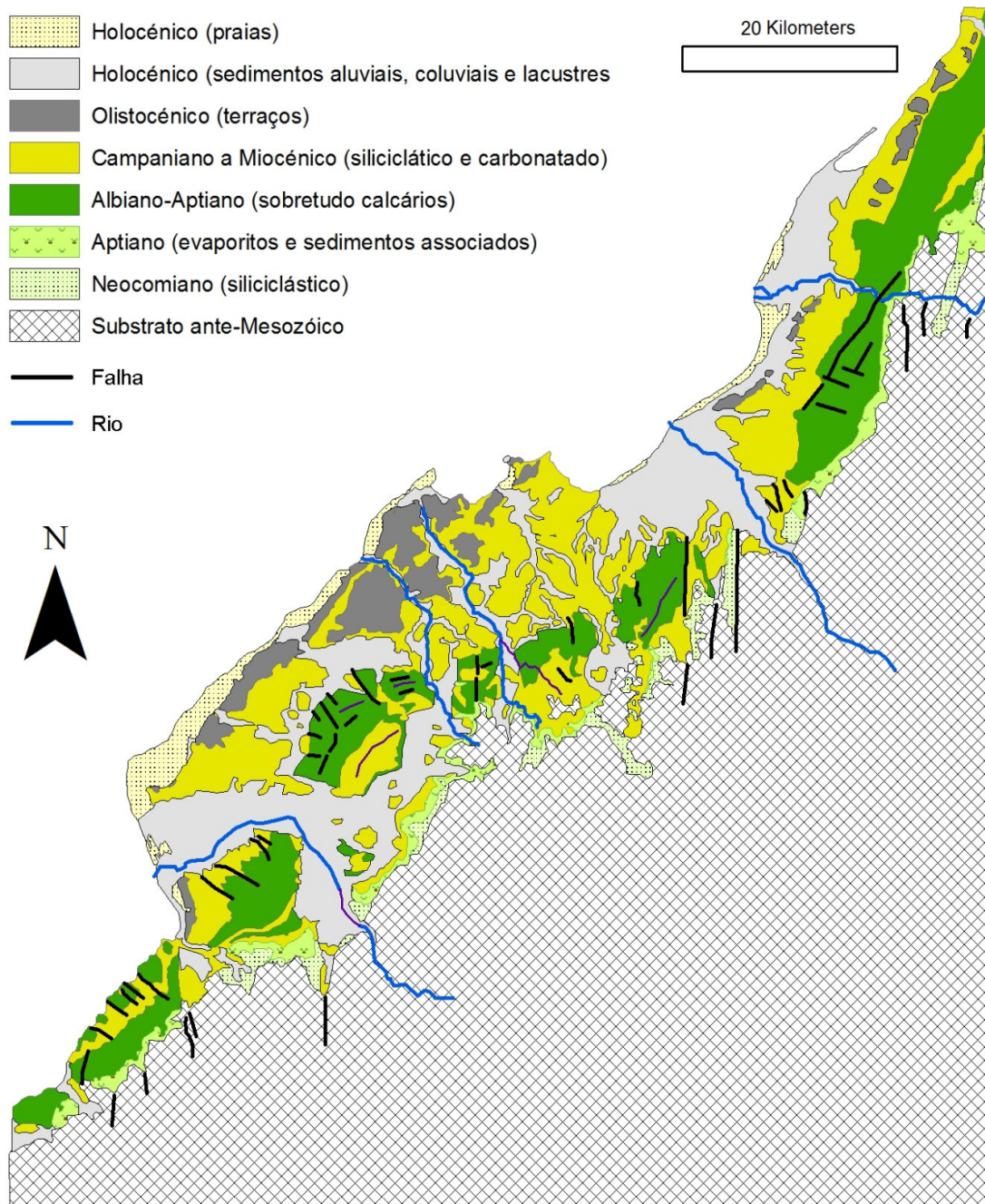


Figura 2.6: Carta geológica simplificada da Bacia de Benguela (adaptado de Guiraud et al., 2010).

À semelhança de outras bacias sedimentares atlânticas, o rejogo e a compartimentação tectónica locais apresentam uma relação óbvia com evolução

de estruturas diapíricas. Com efeito, a maior plasticidade dos evaporitos favoreceu a formação de domos que irromperam através das zonas de fraturação e deformaram as formações cretácicas e paleogénicas suprajacentes.

As unidades do Cretácico são essencialmente de génese marinha, ricas em fósseis estratigráficos e outros, devendo a sua interpretação ser efetuada no quadro de várias etapas da abertura e distensão do Atlântico Sul.

Em suma, os sedimentos e rochas sedimentares que assentam directamente sobre o soco de rochas metamórficas e intrusivas estão representados por dois conjuntos fundamentais. O inferior, de idade cretácica pré-cenomaniana, abrange argilas e margas, com camadas intermédias de calcários e gesso, por vezes também conglomerados com clastos de rochas metamórficas. Por sua vez, o superior, de idade cretácica a cenozóica, é composto por calcários e margas na base e, superiormente, por conglomerados e arenitos calcários (Pimentel, 2009).

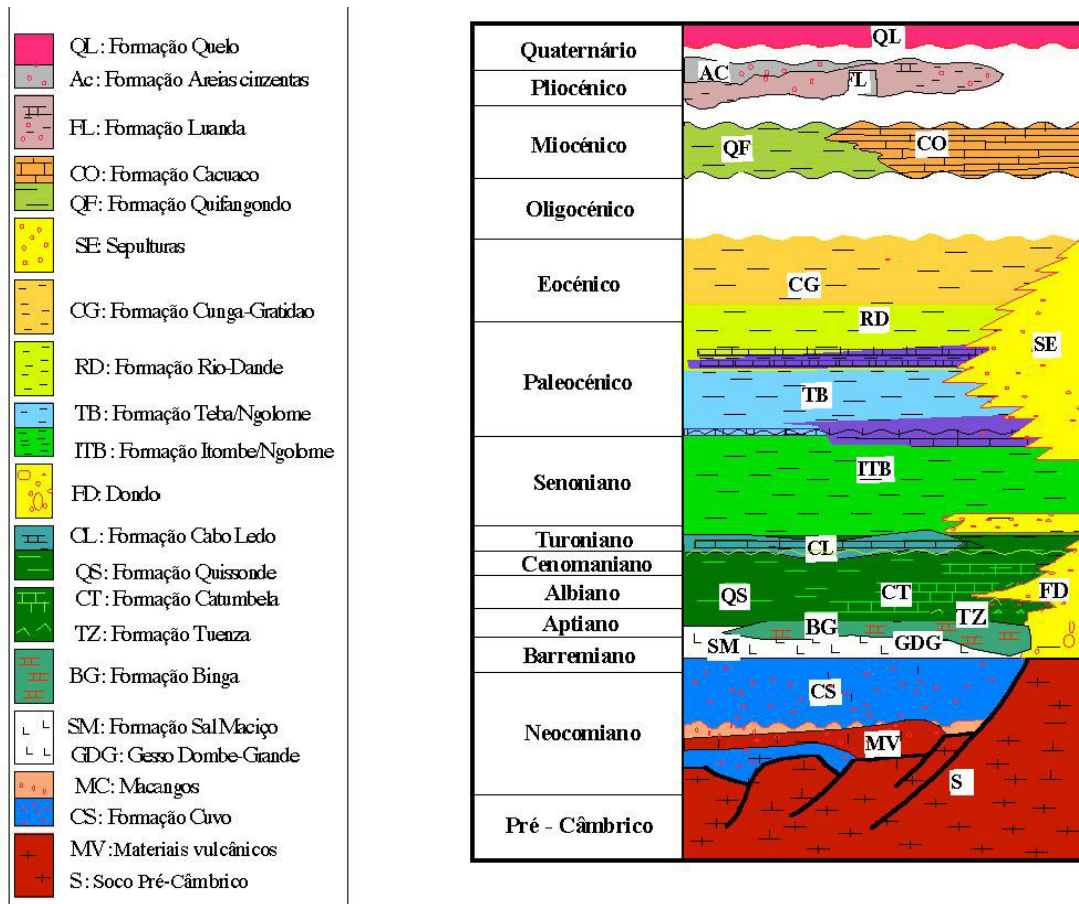


Figura 2.7: Quadro estratigráfico sintético da Bacia de Benguela (Adaptado de Tavares, 2005)

Quanto ao Plistocénico, este materializa-se, sobretudo, por depósitos de terraços marinhos e fluviais, bem como por coluviões, como já referimos anteriormente. Os terraços marinhos desenvolvem-se nas proximidades da cidade de Benguela, onde ocorrem terraços às altitudes de 8-13 m, 18-29 m, 45- 50 m, 93-95 m e 165-175m (Feio, 1960; Carvalho, 1961). Os depósitos dos terraços altos (superiores a 40 m

de altitude) estão representados por areias finas de tonalidade clara, muitas vezes com intercalações de calhaus rolados no topo. São observadas intercalações de arenitos grosseiros com cimento calcário, calcários conquíferos e cascalheiras. Os depósitos dos terraços baixos (inferiores a 40 m) são constituídos por areias argilosas de tonalidade clara ou avermelhada e, mais raramente, por argilas (Carvalho, 1961).

Os sedimentos do Holocénico predominam nos sectores distais dos vales dos rios situados entre o Lobito e o Cuio. Também se observam mais para Sul, em manchas cartográficas descontínuas que se prolongam até ao Cabo de Santa Maria, no limite com a Província do Namibe, ocupando vastas áreas no território de Angola (Carvalho, 1983). Estão representados por aluviões, depósitos de praia e dunares eólicos. Os depósitos de praia estão presentes, como já foi visto, numa estreita faixa situada ao longo do litoral e alimentada por fluxos arenosos alimentados pelos principais cursos de água e, sobretudo, pela deriva litoral que transporta areias provenientes do deserto do Namibe.

2.6. Regime climático

As condições climáticas influenciam os processos geológicos que ocorrem na superfície terrestre e as relações morfométricas decorrentes da erosão e sedimentogénese. Do mesmo modo, a evolução climática constitui um dos factores primordiais que condicionam, a diversas escalas espaciais e temporais, os processos de instabilidade associados à geodinâmica externa. Ainda, “do ponto de vista do ordenamento do território, o clima funciona como indicador das condições ambientais (índice bioclimáticos), como condicionante de localização (capacidade dispersante da atmosfera, conforto climático) e como recurso (hídrico, avaliação energética da insolação e dos ventos)” (Tavares, 1999).

De acordo com a classificação de Thornthwaite, Benguela apresenta um clima árido (Dinis, 1973). Mais detalhadamente e com base num conjunto de dados meteorológicos repartidos por um intervalo de duração significativa, a Província de Benguela apresenta dois grandes tipos de condições climáticas (Consult, 2007):

- Tipo quente e seco, na faixa litoral, onde apesar da considerável aridez, a humidade relativa do ar se mantém em valores elevados ao longo do ano;
- Tipo mesotérmico, na faixa interior sub-planáltica, com regime pluvial do tipo moderadamente chuvoso.

No Município da Baía Farta não existe equipamento de leitura e interpretação dos elementos do clima, pelo que os dados a apresentar são de âmbito regional.

2.6.1- Temperatura e precipitação

A temperatura média anual é de 22,02°C, sendo a temperatura média mínima de 17,05°C e a média da máxima 27,02°C. A amplitude térmica anual é de cerca de

10°C. As temperaturas mínimas e máximas registadas são de 13,05°C no mês de Julho e de 32,06°C no mês de Março, respectivamente.

As chuvas da costa angolana seguem os padrões dos ventos dominantes, ocorrendo maior pluviosidade no período de Novembro a Abril. Por sua vez, na extremidade Sul da costa angolana, influenciada pela proximidade do deserto do Namibe, faixa climática intimamente ligada à corrente fria de Benguela, os efeitos da estação chuvosa são especialmente fortes, registando-se um aumento bastante pronunciado da pluviosidade entre os meses de Fevereiro e Abril.

Na região de Benguela, ainda devido à influência do deserto do Namibe, verifica-se uma elevada aridez. A generalidade dos caudais escoados nos principais rios da região não se precipita na faixa litoral, mas em zonas mais interiores da província de Benguela e na província da Huila, onde o clima é mais húmido. Considerando a classificação de Koppen-Geiger, a região litoral tem clima árido (chega a ser desértico nos pontos mais a Sul) ao passo que a região mais interior revela clima temperado (Peel *et al.*, 2007). A maioria da pluviosidade tem lugar de Novembro a Abril. Já de Maio a Outubro, temos a época seca em que, em particular nas regiões mais litorais, não ocorre qualquer precipitação (Figura 2.8).

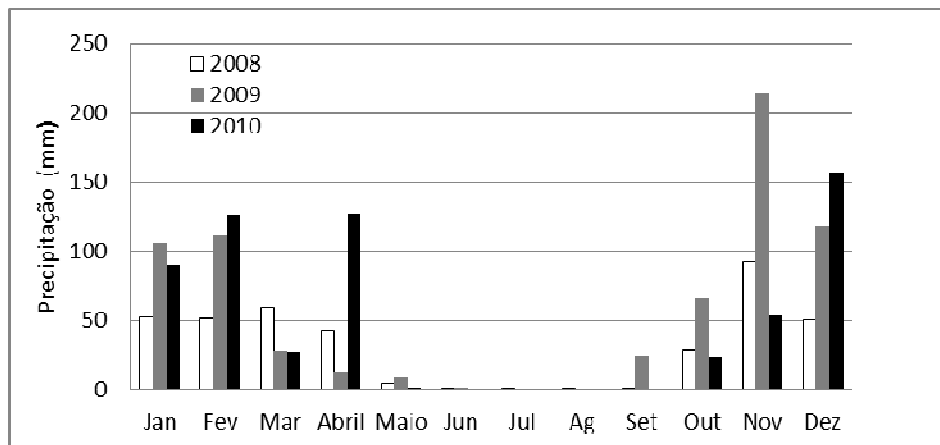


Figura 2.8: Precipitação mensal para os anos de 2008 a 2010 na bacia hidrográfica do rio Catumbela (Tonecas, 2012).

Dados de meteorologia obtidos no aeroporto de Benguela durante os últimos 30 anos revelam, também, que os valores de precipitação e de temperatura têm sofrido oscilações (INHG, 2010) (Figura 2.10). No caso da precipitação, destacam-se períodos excepcionalmente pluviosos nos biénios de 1995-1996 e 2001-2002, sendo que os períodos de menor precipitação atingiram picos de secura em 1992, 1998-1999 e 2004. Tratando-se duma série temporal bastante curta, não se pode dizer que esta oscilação obedeça a algum padrão regular (Huvi, 2010).

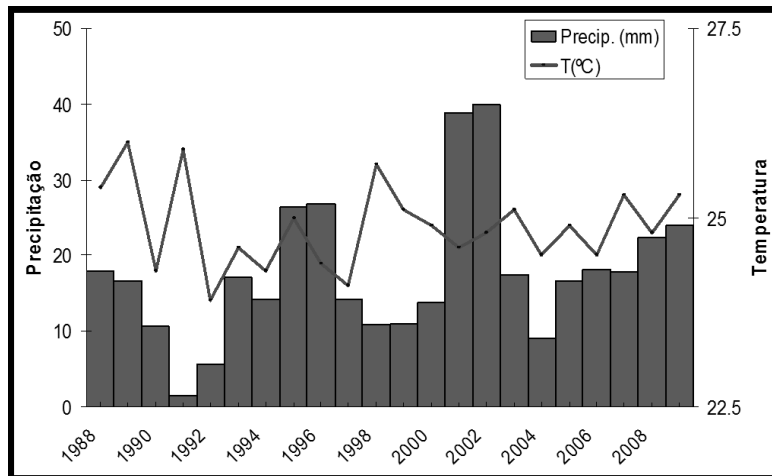


Figura 2.9: Gráfico termo-pluviométrico para Benguela baseado nos dados da meteorologia do aeroporto de Benguela, até 17 de Setembro de 2010 (Huvi, 2010).

2.6.2- Regime de vento

O vento dominante sopra geralmente a partir dos quadrantes Sul e de Sudoeste, de forma constante. Durante todo o ano, os ventos do quadrante Norte são quase insignificantes. A maior variação sazonal corresponde à redução da frequência dos ventos de Leste no período de Setembro a Outubro, com aumento dos ventos dos sectores Sul e Sudoeste. Em geral a velocidade é baixa e moderada, variando de 0 a 10 metros/s.

Segundo o estudo de impacto ambiental realizado pela Secil Lobito (AGRI.PRO.AMBIENTE, 2007), os dados em alto mar mostram que, tendo em conta a média anual da velocidade do vento entre janeiro de 1985 e dezembro de 1989, os ventos são mais fortes quando sopram de Sul – Sudoeste com uma média de 6 - 7 metros/s. Esta variação dos ventos deve-se à intensificação do anticiclone dominante em alto mar, assim como da queda temporária da pressão em terra, provocando o aumento do gradiente de pressão.

2.7- Solos e ocupação biológica

Segundo Diniz (1998), na faixa litoral da província de Benguela predominam solos aluviais, carbonatados e arídicos tropicais.

Os solos aluviais ocorrem nas baixas marginais dos maiores cursos de água da região, em particular nas dos rios Catumbela, Cavaco e Coporolo. Tratam-se em geral de solos pouco evoluídos (isto é, sem horizontes genéticos bem definidos e formados por depósitos estratificados de sedimentos aluviais muito heterogêneos). Podem apresentar níveis enriquecidos em matéria orgânica e índices de

gleizações de carbonato de cálcio, de sulfato de cálcio ou de sais solúveis. Apresentam texturas médias a grosseiras.

Referência particular, também, para os solos tipicamente coluvionares que ocorrem em diversos lugares da costa marítima, em resultado do recuo por erosão da arriba calco-margosa. Nas baixas adjacentes à orla da praia, entre o rio Catumbela e Benguela e junto à foz do rio Coporolo, estes solos possuem uma expressão apreciável e são explorados com cana sacarina, para além de hortícolas tradicionais (Dinis, 2006).

Os solos calcários desenvolvem-se em encostas mais acidentadas. São enriquecidos de carbonato de cálcio e, por vezes, de cristais de gesso estando presentes em zonas onde afloram rochas de natureza calcária ou margosa. Em geral são muito ricos em sais, principalmente de calico, magnésio e sódio. Apresentam-se, normalmente, com texturas finas e argilosas e colorações pardas ou pardo-oliváceas. Os solos áridicos tropicais apresentam estados evolutivos diversos e, em geral, revelam textura média. Ocorrem em zonas de relevo aplanado ou levemente ondulado (Dinis, *op. cit.*).



Figura 2.10: Exemplos de solos cultivados na planície aluvial fértil do rio Coporolo. Fotos de 2013.

A planície aluvial do rio Coporolo é constituída por um enchimento espesso, sobretudo de aluviões modernos, cujos materiais aluviais são formados maioritariamente por areias finas, mais ou menos argilosas, contendo teores significativos de matéria orgânica e uma fracção mais grosseira, constituída por cascalho (Dinis, 2006).

A planície é muito fértil e é nos seus campos que os agricultores locais produzem quantidades apreciáveis de hortícolas, dos quais destacamos o tomate, a pimenta, a batata rena, o milho, o feijão, a abóbora, a banana, a palma e a cana-de-açúcar (Figura 2.10). Estes produtos servem de sustento para as populações locais e abastecem outros municípios, assim como as provinciais do Kuanza-Sul e de Luanda.

Capítulo 3

Caracterização Morfo-Sedimentar do Delta e da Planície do Coporolo

3.1 Contextualização geomorfológica local

A região em estudo enquadra-se num promontório alargado, com cerca de 50 km de comprimento, mas mantendo a orientação geral NE-SW, em que a linha de costa se destaca da ordem de 15 km das regiões imediatamente a nordeste e sudoeste. A foz do Coporolo situa-se num troço litoral de orientação geral NNW-SSE com cerca de 17 km de comprimento. De entre os elementos morfológicos no sector jusante do rio Coporolo merecem destaque uma planície marítima, com a praia atual e cordões litorais, e uma planície aluvial (Figura 3.1).

A planície marítima é suportada por sedimentos de praia que se relacionam com um progressivo avanço da linha de costa no sentido do Atlântico. Este avanço é testemunhado por uma sucessão de cordões de praia, estando cada um ligado a uma antiga posição da linha de costa. Estes cordões têm maior extensão a Norte da foz do Coporolo, ultrapassando o troço litoral NNW-SSE em que se localiza a foz, e prolongando-se depois para NE, ao longo da zona costeira de orientação NE-SW, por mais de 30 km. Estes cordões acabam por alcançar a região da Baía Farta, onde ainda se desenvolve uma pequena restinga. Esta restinga separa sedimentos lagunares do oceano, definindo-se um antigo sistema de laguna e barreira, já identificado em Carvalho (1957). Os cordões de praia a sul da planície aluvial do Coporolo são muito mais circunscritos, não se estendendo para além da alteração na orientação da linha de costa da faixa NNW-SSE para a orientação regional NE-SW, na extremidade sul da Baía do Cuio. Aqui, a faixa ao longo da linha de com cordões litorais limita-se a aproximadamente 4-5 km.

A planície aluvial do Coporolo destaca-se das baixas de todos os outros rios da região pela sua extensão. Salientamos que, assim que o rio deixa o soco ante-Mesozóico, se observa um alargamento pronunciado dessa planície. De facto, nas regiões mais a montante o fundo do vale tem apenas cerca de 20-30 metros de largura, não existindo uma verdadeira planície de inundação. Depois, nos últimos 1000 metros de vale instalado no soco, a planície vai-se alargando progressivamente para jusante, definindo um cone aberto para Noroeste. Ao entrar na Bacia de Benguela, depois de alguma hesitação, verifica-se então um brusco alargamento da planície, alcançando-se rapidamente valores superiores a 5 km.

Para jusante, observa-se apenas um ligeiro estreitamento ao passar por duas colinas suportadas por unidades calcárias, mais compactas, do Albiano-Aptiano (sobretudo da Formação Catumbela, Albiano médio superior). As unidades calcárias também suportam as outras colinas de maior altitude nas zonas de interflúvio e é aqui que se observa uma alteração no rumo da planície aluvial. Este padrão geral sugere tratarem-se de conjuntos sedimentares tendencialmente mais resistentes à erosão de que a generalidade das restantes unidades aflorantes na área.

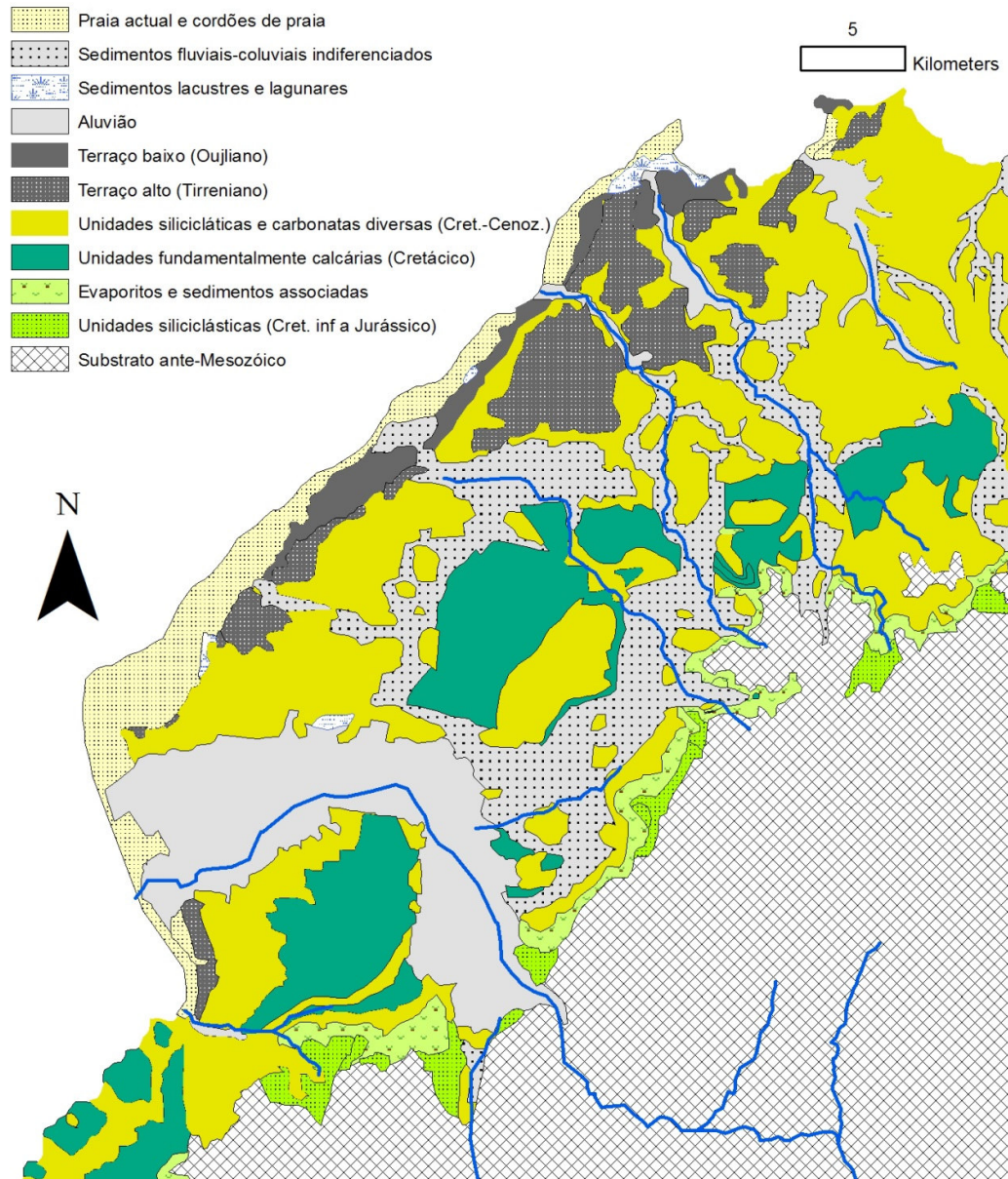


Figura 3.1: Carta geológica da região da Baía Farta baseado em Guiraud (2010).

Outro aspecto a reter da planície aluvial do rio Coporolo é o seu elevado declive. A cota da planície aluvial atinge mais de 50 metros no ponto em que se inicia o alargamento do vale, ao deixar o soco ante-Mesozóico, descendo de forma regular até

alcançar a planície marítima. Tem-se assim um desnível de 50 metros para uma distância horizontal da ordem de 26 km. Ao nível da planície marítima o relevo é marcado por uma sucessão de altos e baixos (associado aos cordões litorais), mas a altitude dos seus pontos mais interiores e exteriores é semelhante.

Com a exceção dos rios maiores, o Coporolo e, em certa medida, o Dungo, os cursos de água da região desaparecem ao deixarem as zonas de vale mais apertado e íngreme e se espriarem em zonas planas mais baixas e periodicamente alagadas. É o que se passa com muitos dos afluentes do rio Coporolo, quando alcançam a ampla planície aluvial. O mesmo se passa com outros cursos de água que se dirigem para Noroeste, diretamente ao Atlântico, os quais se perdem em zonas baixas do lado interior dos cordões de praia. Esta situação está bem representada nas proximidades da Baía Farta, onde um ribeiro desenvolve acumulação deltaica que se alarga à entrada de uma antiga área lagunar (Carvalho, 1957). Em ambientes áridos, como a região em estudo, é provável que os cursos de água menores carreguem ocasionalmente grandes volumes de sedimento que apenas são facilmente transportados nos troços mais encaixados e de maior declive. Quando alcançam as zonas baixas estes sedimentos depositam-se rapidamente, criando acumulações em leque, enquanto a água tende a infiltrar-se.

Outro aspeto relevante consiste na presença de uma cobertura sedimentar que se desenvolve ao longo de vales que permanecem secos durante a maior parte do tempo. Estão muito bem representados ao longo de toda a área para noroeste do vale do rio Coporolo e a ocidente dos cordões de praia. Estas unidades sedimentares resultarão dum misto de processos de dinâmica de vertente, com algum retrabalhamento eólico e, apenas ocasionalmente, por ação da água.

Surgem, virados ao Atlântico, dois níveis de terraço. Os terraços mais baixos confundem-se topograficamente com os cordões litorais mais interiores. Pontualmente, a separação entre estas duas unidades é sublinhada por uma zona baixa em que se instalaram lagunas ou salinas. Os terraços mais altos surgem geralmente no alto de arribas, definindo por vezes manchas com grande continuidade lateral.

3.2 Unidades morfo-sedimentares

A partir da análise de imagens de satélite e de reconhecimentos de campo definiram-se sete unidades morfo-sedimentares. Estas são:

- **Canal fluvial:** Os canais fluviais no seio da planície aluvial são responsáveis pela drenagem das águas e transporte de sedimentos do continente para o interior. Dada a elevada inclinação da superfície aluvial, a reduzida amplitude da onda de maré e a presença de uma barreira arenosa ao longo da foz do rio, o escoamento de água não se inverte em função do ciclo de maré. O canal é entrançado e apresenta sedimentos de fundo areno-cascalhentos.

Depois de deixar o substrato ante-Mesozóico, as águas do rio Coporolo são drenadas através de um canal único. Após percorrer cerca de 12 km, a 15 km da foz, o rio divide-se em dois canais independentes, que alcançam mais de 100 metros de largura. Ambos tendem a ser ativos durante a estação húmida, mantendo-se o escoamento nos dois pelo menos até Maio ou Junho, em anos mais chuvosos.

Nos últimos 5 km da planície aluvial, em particular nas proximidades da foz e no canal norte do rio Coporolo, individualizam-se pequenos canais em meandros que se prolongam por poucas centenas de metros, perdendo-se para montante no seio da planície aluvial. Ou seja, tratam-se de canais que se desenvolvem integralmente no seio da planície aluvial, estando associados à sua drenagem após o alagamento durante a estação das chuvas. A largura destes canais aumenta progressivamente para jusante, alcançando 50 a 100 metros. Os meandros são muito apertados e é possível identificar lagos em ferradura associados ao abandono de canais anteriores. Estes canais em meandros desembocam frequentemente em corpos lagunares.

- **Barras:** são consideradas dois tipos de barras:

- (1) Formas de fundo de maiores dimensões, que se desenvolvem no seio do canal abandonado e que surgem emersas, definindo ilhas, com cobertura vegetal ou campos cultivados;
- (2) Acumulações sedimentares adoçadas entre os canais que não apresentam cobertura vegetal.

Muito próximo da foz existem barras arenosas onde, devido à sua elevada mobilidade, inundação periódica e salinidade das águas, não se desenvolve uma cobertura vegetal. Algumas destas formas desenvolvem-se no lado de dentro das curvas de canais em meandros, constituindo acumulações de acreção lateral do tipo “point bar”. Em posições mais interiores, em que se tem um canal marcadamente entrançado, é frequente encontrar uma cobertura vegetal nos pontos mais altos das barras e apenas as formas de menor altitude estão completamente desprovidas de vegetação, como aparece na Figura 3.3.

Depois da estação chuvosa, se o nível atingido pelas águas for suficientemente elevado, mesmo as barras mais altas ficam submersas. Nestas alturas o rio apresentará ter apenas canais principais simples.

- **Campo aluvial:** o termo genérico de “campo aluvial” é aqui aplicado para a planície homogénea, com intensa ocupação vegetal, que se desenvolve lateralmente em relação aos canais do rio Coporolo e é inundada periodicamente durante a estação húmida dos anos mais chuvosos. No seio desta planície de inundação é possível, por vezes, individualizar algumas unidades sedimentares de menores dimensões em forma de lóbulo que se desenvolvem a partir dos canais ativos (lóbulo de derrame). Por regra, estas acumulações constituem um relevo que no terreno não é fácil de perceber, dada a sua dimensão e a densa cobertura vegetal.

- **Lagoas:** correspondem a depressões no seio da planície aluvial em que se observa periodicamente uma massa de água sub-aérea. Atribuímos aqui a designação de lagoas às formas deprimidas e periodicamente inundadas que se localizam em posições muito afastadas da linha de costa, sendo de prever que nelas se acumulem exclusivamente águas de origem fluvial. Apresentam um contorno sinuoso e uma zona pantanosa de bordadura com ocupação vegetal homogénea que a distingue dos campos aluviais envolventes.

- **Praia atual:** considera-se aqui como “praia atual” a acumulação arenosa ao longo da linha de costa, mais a Oeste ou Noroeste, dependendo da orientação do troço litoral, que está sob influência direta dos agentes costeiros atuais.

- **Cordões litorais:** correspondem a acumulações fundamentalmente arenosas que registam praias antigas e que se desenvolvem a oriente da praia atual nos dois lados

da planície aluvial e entre as porções distais dos dois canais fluviais principais. Ganham maior largura no lado situado a Norte do rio Coporolo.

Estes cordões estruturam-se numa série de cristas e sulcos cuja orientação nem sempre é paralela à linha de costa atual, como se descreverá abaixo. A expressão topográfica de muitos deles é bastante reduzida. Os mais antigos estão particularmente esbatidos devido à erosão e acumulação de sedimentos por ação dos ventos fortes que afetam a região, arrastando areias das posições mais altas das cristas dos cordões e entulhando os sulcos entre cristas. A ação do Homem e as cheias periódicas também terão tido um papel no afeiçoamento destas formas. Nestas condições, a área dos cordões litorais é, muitas vezes, quase plana.

Uma análise na orientação dos cordões litorais sugere três fases de geração, como podemos verificar na figura 3.2. Os cordões da geração A são os mais recentes, caracterizando-se pela sua boa preservação e orientação sub-paralela à orientação da linha de costa no sector em que se situa a foz do rio Coporolo. As fases de geração B e C são mais antigas. Nestes sectores a orientação dos cordões define sigmóides sempre diagonais à orientação da linha de costa, ainda que no caso da geração C, cujas flechas de praia são mais antigas, aquela orientação seja muito difícil de reconhecer. Os cordões das gerações B e C encostam-se no substrato ante-Holocénico e estão separados da planície aluvial por unidades deste substrato. Estes cordões litorais seriam alimentados por sedimentos do rio Coporolo que migravam para norte sob ação da corrente de deriva litoral, contornando um pequeno cabo. O limite entre os troços B e C é marcado por uma alteração no rumo da linha de costa atual. Nota-se também que, entre estas gerações de cordões, há depressões mais alargadas que nos fazem supor a presença de lagunas relativamente extensas.



Figura 3.2: Fases de geração de cordões litorais A, B, e C.

- **Depressão lagunar:** correspondem a zonas deprimidas no seio dos cordões litorais, associadas aos sulcos mais profundos. Durante a época das chuvas estes sectores encontram-se inundados, desenvolvendo-se lagunas.

Sampaio (2013) - Sector Jusante do rio Coporolo Caracterização Morfosedimentar e suas Implicações na Ocupação Humana.



Figura 3.3: Imagens e fotos das unidades sedimentares. (A) canais entrançados; (B) *cultbank* e *point-bar*; (C) barras arenosas; (D) divisão do canal do Coporolo em dois braços; (E) Imagem do Google Earth laguna; (F) laguna; (G) lagoa do Undembe; (H) Imagem do Google Earth de barras vegetadas.

3.3 Morfologia

3.3.1. Perfis transversais à linha de costa

Para entender a geometria das unidades morfo-sedimentares foram levantados 3 perfis topográficos transversais à linha de costa, todos situados em posições setentrionais, face à localização do canal principal do rio Coporolo localizado mais a norte.

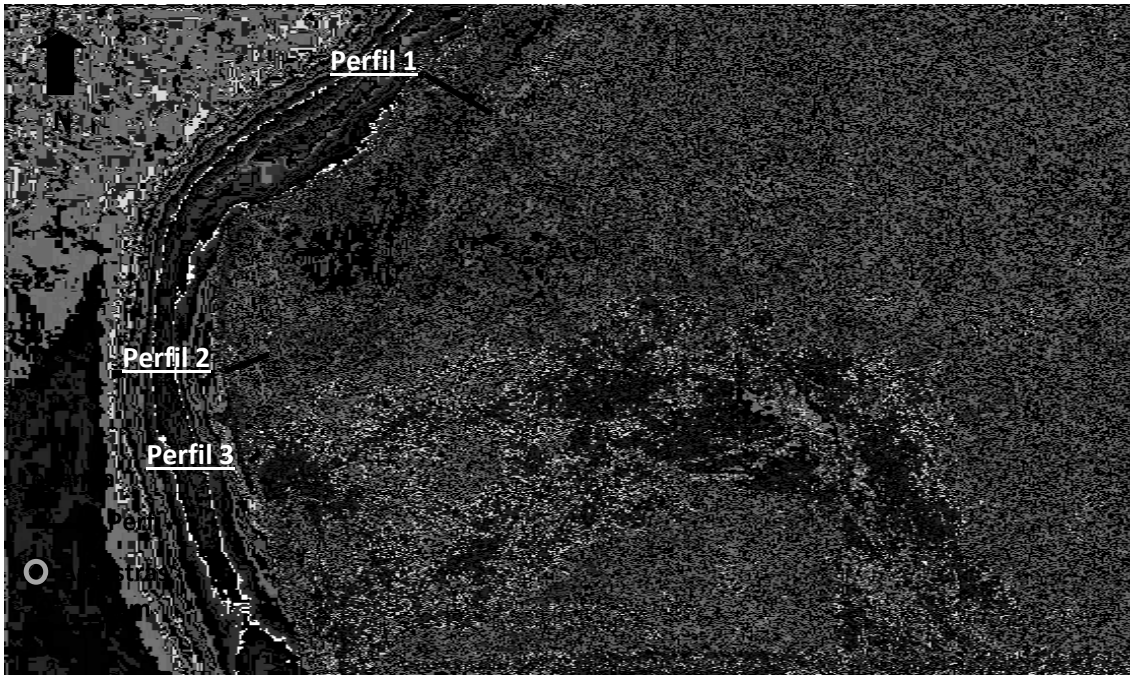


Figura 3.4: Localização dos perfis transversais à linha de costa e dos pontos de amostragem de sedimentos sobre imagem do GoogleEarth.

3.3.1.1 Perfil da Praia da Tenda

O perfil da Praia da Tenda (Perfil 1) foi construído a cerca de 12.5 km a norte da foz do rio Coporolo, entre um ponto mais ocidental ($12^{\circ}47'48,20''S$; $12^{\circ}59'14,17''E$), estendendo-se por 1.595 metros até ao ponto mais interior ($12^{\circ}48'24,84''S$; $13^{\circ}0'13,50''E$) (Figura 3.5). Neste perfil reconhecem-se quatro sectores, dois mais elevados e dois mais deprimidos.

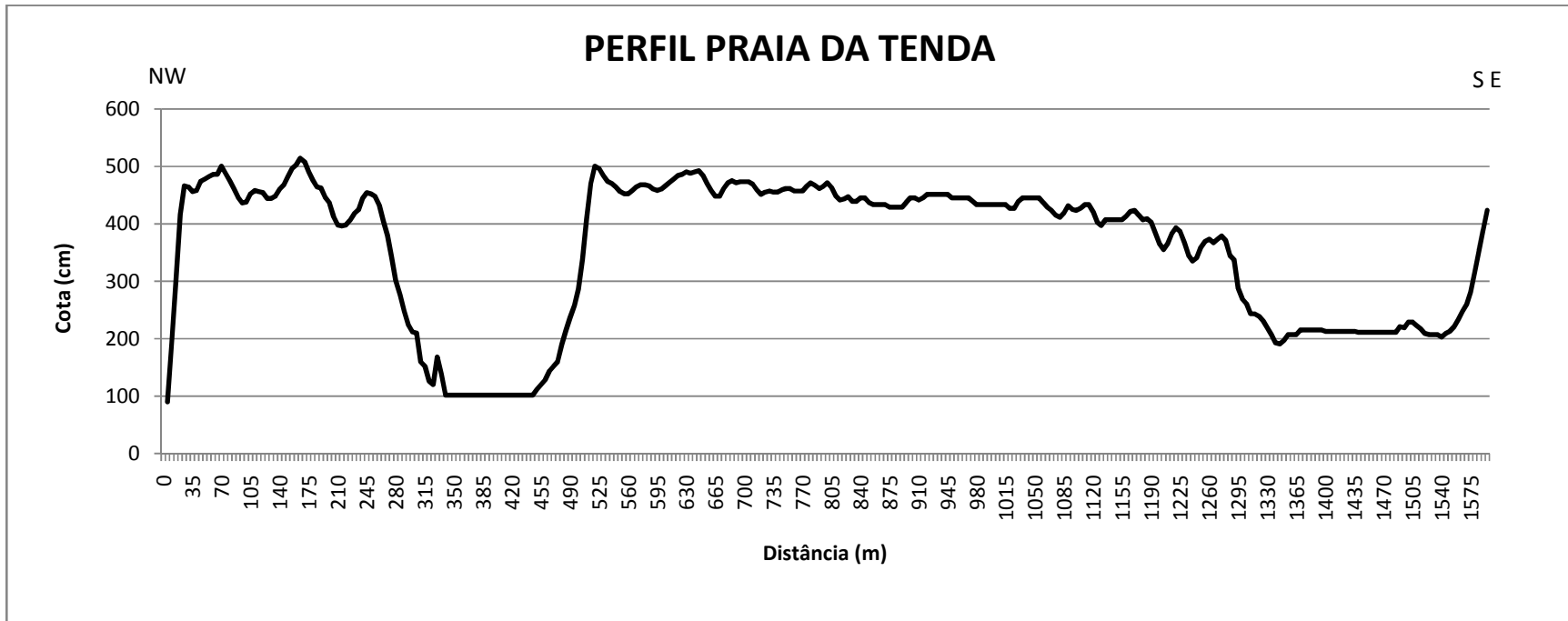


Figura 3.5: Perfil 1, transversal à linha de costa na praia da Tenda.

A primeira elevação, numa progressão do oceano para o interior, está associada à praia actual e aos cordões mais recentes, alcançando cerca de 5 metros acima do nível do mar. Neste sector reconhecem-se três cordões litorais bem individualizados, atingindo-se mais de 1 metro de desnível entre as zonas mais altas das cristas e os sulcos adjacentes. As cristas destes cordões estão separadas por 60 a 100 metros. Aos 345 metros de distância da linha de costa tem-se uma depressão que culmina numa salina com cerca de 100 metros de largura. Na linha do perfil surge em seguida a segunda elevação, que também se aproxima dos 5 metros de altitude. Ao longo deste sector essa elevação mantém-se relativamente equilibrada, ainda que com tendência para diminuir para o interior, onde se limita a 4 metros. Observa-se no fim do perfil, uma depressão, com cerca de 2 metros de desnível para os sectores elevados envolventes, com largura de 225 metros. O degrau desta depressão para o interior marca o contacto com os terraços baixos.

Como se disse acima, a morfologia é complexa, com uma série de cristas e sulcos. A primeira crista surge a cerca de 70 metros de distância da linha de costa. Em seguida tem-se uma descida da ordem de 0,5 metros e que apresenta uma crista menor no seu interior. As cristas seguintes posicionam-se a aproximadamente 170 e 240 metros da linha de costa, alcançando, respectivamente, 5 e 4,5 metros de altitude. O desnível que se segue, para a baixa das salinas, é da ordem de 3,5 metros. De um modo geral, os cordões no segundo sector elevado apresentam menor relevo, dando a impressão de se tratar de uma zona semi-plana. A relativa uniformidade altimétrica neste segundo sector elevado deve resultar dos cordões mais antigos estarem afeiçoados pelos processos erosivos e deposicionais recentes. Os cordões mais interiores já apresentam maior relevo, com desníveis da ordem de 0,5 metros. Referência ainda para o facto dos pontos mais profundos do sector deprimido interior se situarem nos seus extremos ocidentais e orientais.

Os maiores desníveis observados são de 4,5 metros, localizando-se nos limites do primeiro sector elevado, quando este desce para o mar e para a salina. Todos os cordões no sector elevado mais ocidental são assimétricos, com a face virada ao oceano mais inclinada que a face interior. No sector elevado mais interior os cordões estão muito afeiçoados, não se preservando o carácter assimétrico original dos cordões.

Neste perfil foram colhidas as amostras:

- P1A1, próximo da linha de costa ($12^{\circ}47'48,20''S$; $12^{\circ}59'14,17''E$);
- P1A2, a 345 metros para o interior, na salina ($12^{\circ}47'54,94''S$; $12^{\circ}59'24,46''E$);
- P1A3, no limite interior do perfil ($12^{\circ}48'24,84''S$; $13^{\circ}0'13,50''E$).

3.3.1.2: Perfil da Praia da Vara

O perfil da praia da Vara (Perfil 2), foi construído a cerca de 2,5km a Norte da foz do rio Coporolo, entre um ponto mais ocidental ($12^{\circ}52'17,88''S$; $12^{\circ}56'23,82''E$), estendendo-se por 1040 metros até ao ponto mais interior ($12^{\circ}51'53,90''S$; $12^{\circ}27'2,19''E$)(Figura 3.6). Neste perfil reconhecem-se três sectores, dois mais elevados e um mais deprimido.

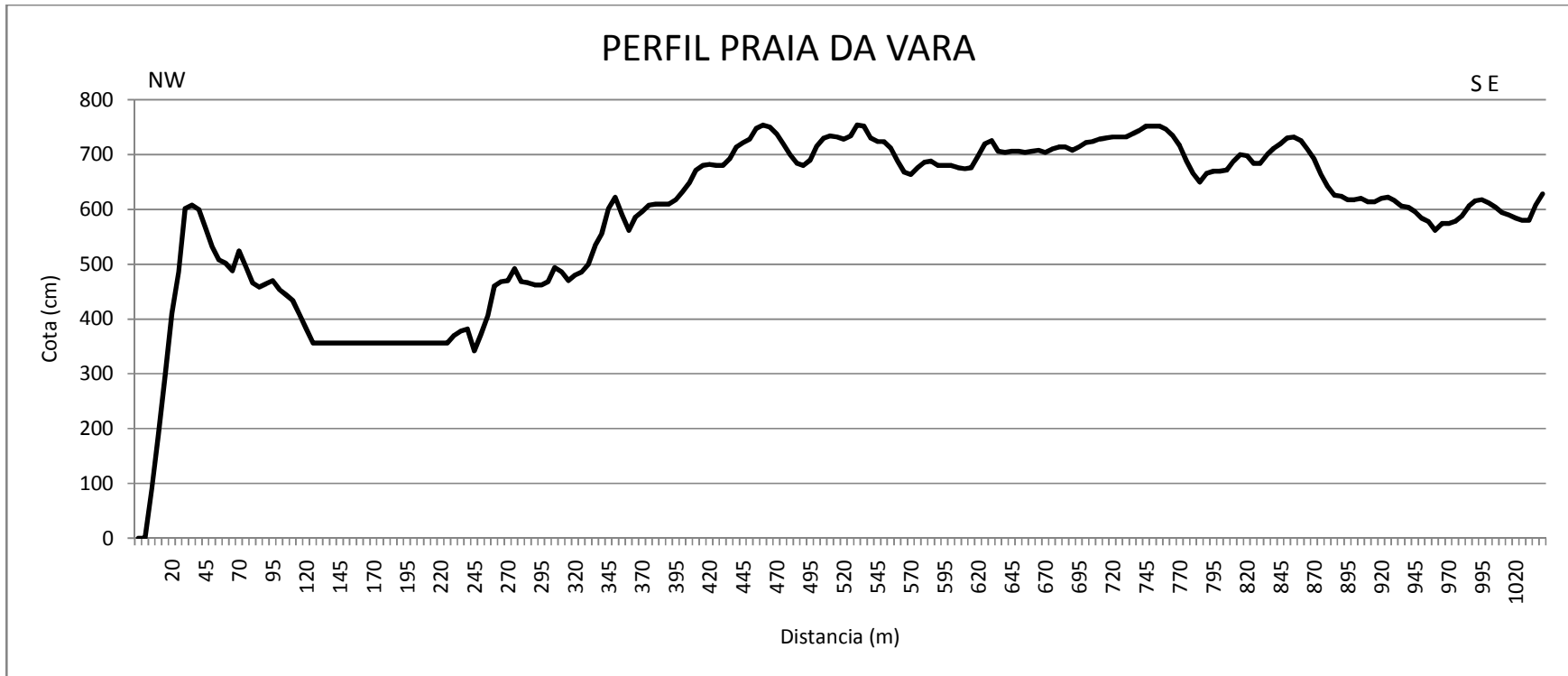


Figura 3.6: Perfil 2, transversal à linha de costa na praia da Tenda.

A primeira elevação, numa progressão do oceano para o interior, está associada à praia atual e aos cordões mais recentes, alcançando cerca de 6 metros acima do nível do mar. Neste sector reconhecem-se três cordões litorais bem individualizados, atingindo-se mais de 1 metro de desnível entre as zonas mais altas das cristas e os sulcos adjacentes. As cristas destes cordões estão separadas por 25 a 45 metros. Aos 130 metros de distância da linha de costa tem-se uma depressão que culmina numa laguna com cerca de 95 metros de largura. Na linha do perfil surge em seguida a segunda elevação, que também se aproxima dos 7,5 metros de altitude. Ao longo deste sector mantém-se relativamente equilibrada, na linha dos 7 metros com tendência para diminuir para o interior, onde se limita a 5,5 metros, depois entra em contacto com os terraços baixos.

Como se disse acima, a morfologia é complexa. A primeira crista surge acerca de 30 metros de distância da linha de costa. Em seguida tem-se uma descida da ordem de 1 metro. As cristas seguintes posicionam-se a aproximadamente 75 e 100 metros da linha de costa, alcançando, respetivamente, 5,3 e 4,7 metros de altitude. O desnível que se segue, para a baixa da laguna, é da ordem de 2,5 metros. Os cordões no segundo sector elevado parecem apresentar-se muito erodidos ou amalgamados, não sendo possível identificar com clareza as morfologias assimétricas com as faces viradas ao oceano mais inclinadas. Como algumas formas com cerca de 1 metro de altura apresentam a face virada ao continente mais inclinada que a face virada ao Atlântico, admite-se que possa ter havido alguma movimentação de areia no sentido do continente por ação dos ventos.

Neste perfil foram colhidas as amostras:

- P2A1, próximo da linha de costa (12°52'17,88''S; 12°56'23,82''E).
- P2A2, 130 metros para o interior, na laguna (12°52'6,44''S; 12°56'27,62''E).
- P2A3, no limite interior do perfil (12°51'53,90''S; 12°27'2,19''E).

3.3.1.3 Perfil junto à foz do rio Coporolo

O terceiro perfil foi construído próximo à foz do rio Coporolo, entre a linha de costa (12°53'23,98''S; 12°56'47,87''E), estendendo-se por 365 metros até ao ponto mais interior (12°53'17,50''S; 12°56'57,11''E) (Figura 3.7). Neste perfil reconhecem-se três sectores, dos quais dois mais elevados e um mais deprimido.

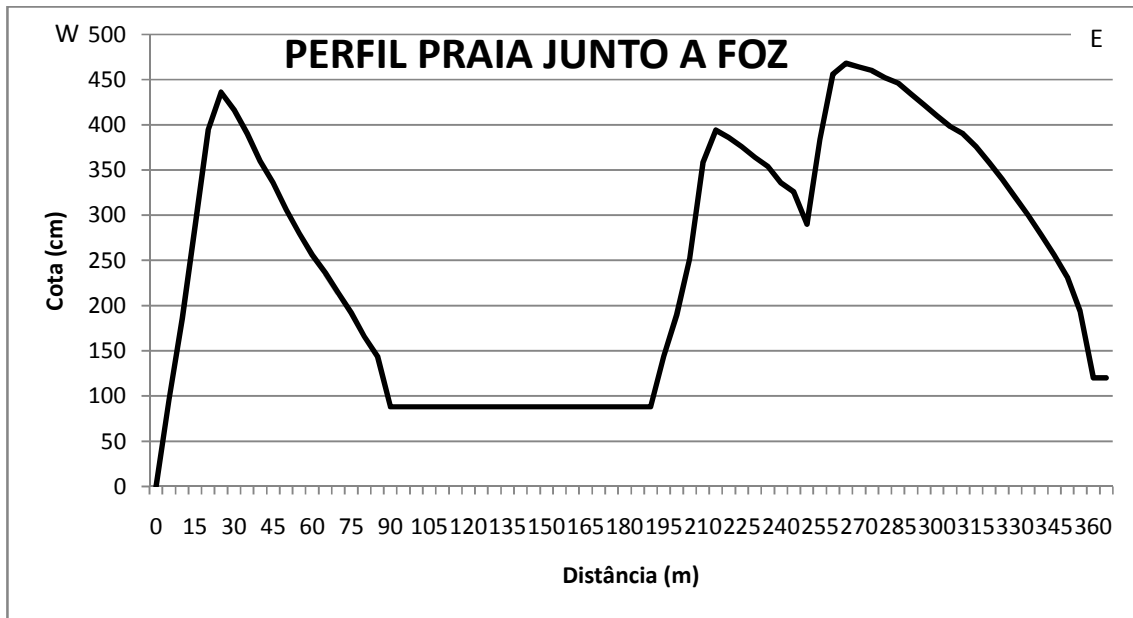


Figura 3.7: Perfil 3 transversal a linha de costa praia junto a foz

A primeira crista surge acerca de 30 metros de distância da linha de costa, alcançando 4,5 metros de altura. Em seguida observa-se um desnível para a baixa da laguna da ordem de 3,5 metros. No segundo sector soerguido estão duas cristas bem definidas, posicionadas a aproximadamente 220 e 270 metros da linha de costa, alcançando respetivamente, 4 a 4,8 metros de altitude. Em seguida tem-se um desnível que se segue, para o fundo de um canal do rio, na ordem de 3,5 metros.

Os maiores desníveis observados são de mais de 4,8 metros, localizando-se nos limites do segundo sector elevado, quando este desce para a laguna e para o rio.

Neste perfil foram colhidas as amostras:

- P3A1, próximo da linha de costa ($12^{\circ}53'23,98''S$; $12^{\circ}56'47,87''E$)
- P3A2, a 130 metros para o interior, na laguna ($12^{\circ}53'23,50''S$; $12^{\circ}56'57,22''E$)
- P3A3, no limite interior do perfil ($12^{\circ}53'17,50''S$; $12^{\circ}56'57,11''E$)

3.3.2 Distribuição espacial das unidades morfosedimentares

O sector jusante do rio Coporolo, com um percurso de cerca de 27 km, estende-se entre a posição em que o rio ultrapassa a área com unidades do substrato ante-Mesozóico, entrando na Bacia de Benguela, e a foz. Como se disse acima, a planície aluvial alarga-se bruscamente no extremo montante deste sector, alcançando cerca de 8 km na parte mais ampla, já próximo da foz.

A orientação da planície aluvial ao longo do sector instalado na Bacia de Benguela define um "L", com troços NNW-SSW e WSW-ENE. A alteração de rumo coincide com o sector em que afloram as unidades mais compactas, fundamentalmente calcárias, do Albiano-Aptiano, onde a planície aluvial sofre um ligeiro

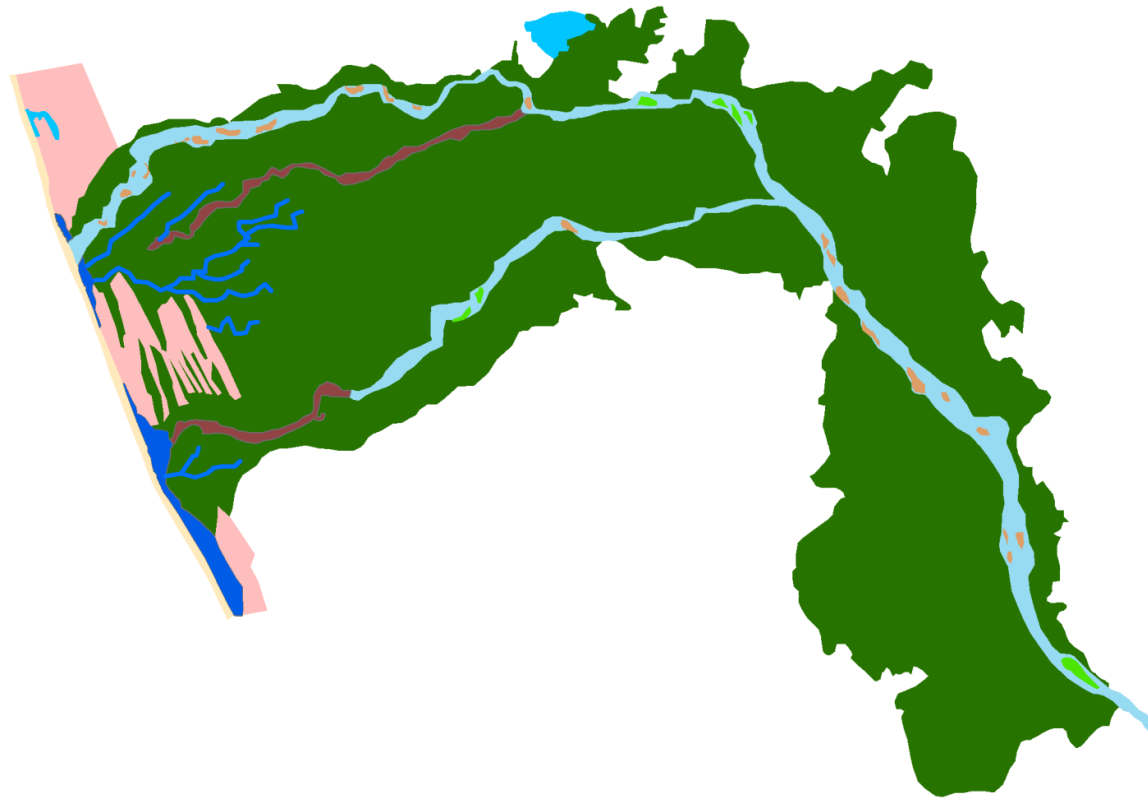
estrangulamento. A planície alcança a maior largura na zona onde afloram unidades siliclásticas e carbonatadas diversas do Cretácico a Cenozoico.

Na faixa mais litoral, a planície aluvial interdigita com a planície marítima e preserva-se um sector com cordões litorais entre duas porções mais baixas, periodicamente ocupadas por canais ativos do rio Coporolo.

Observam-se algumas lagoas no meio da planície, sendo que a de maior expressão é a lagoa Undembe, com 1650 metros de comprimento e 600 metros de largura. Esta apresenta-se com água, mas se a estiagem durar um ano, ela pode ficar seca. As outras são pequenas, individualizando-se quando, após a inundação dos campos, as águas começam a baixar. Assim, só têm água na estação das chuvas e durante algumas semanas após terminar esta época.

No seio do canal fluvial, existem barras. As que apresentam vegetação são tendencialmente imóveis e mesmo no período das cheias podem individualizar ilhas no seio do canal. Algumas, no troço dominante de canal entrançado têm terminações encostadas aos bancos do canal. O tamanho varia entre os 250 a 2500 metros de comprimento e 60 a 400 metros de largura.

Como se disse acima, a 15 km da foz o rio divide-se em dois canais. Na época chuvosa os dois canais estão ativos devido à grande quantidade de água vinda dos planaltos da Huíla e de Benguela. Neste sector o canal chega a suportar dentro das suas margens uma altura da coluna de água da ordem de três metros. Na época seca a altura do perímetro molhado do canal geralmente não ultrapassa os 50 cm. Mas na estação húmida dos anos mais pluviosos as águas ultrapassam as margens. Para o interior, na desembocadura do canal encaixado no soco para a planície aluvial, a largura entre as montanhas é de aproximadamente 250 metros. Neste sector, durante os períodos de cheia, o fluxo de água eleva-se a mais de 6 metros de altura.



Legenda

-  canal distal menor
-  Canal fluvial ativo
-  Canal fluvial abandonado
-  Planície Aluvial
-  Laguna
-  Praia
-  Cordões Litorais
-  Lagoa
-  Barras
-  Barras com vegetação



0 2.500 5.000 10.000 Meters

21_12_2012

2012

Figura 3.8: Imagem da planície e suas unidades, do ano de 2012, trabalhada no Arcgis.



Figura 3.9: Saída do rio Coporolo do soco ante-Mesozoico. Nota-se o grande encaixe e ausência de planície de inundação (04/2013).

A praia atual, juntamente com os cordões litorais que registam praias antigas, enquadra-se numa planície marítima que se prolonga, sem interrupções orográficas, desde a Baía do Cuio, a Sul, até à Baía Farta, a Norte. Possui largura variável, que pode alcançar 2000 metros no troço litoral em que desagua o rio Coporolo. A sua largura pode ser bastante maior no troço SW-NE, aproximando-se de 5000 metros. Os cordões litorais estendem-se para Norte e Sul da planície aluvial, encontrando-se também no espaço entre os dois canais principais do rio, onde alternam com lagunas e a planície aluvial.



Figura 3.10: Praia da Baía do Cuio (11/2012).

As lagunas ocorrem a Norte, a Sul e entre os canais do rio Coporolo. Muitas vezes ocupam espaços deprimidos entre as cristas dos cordões litorais, aumentando de expressão durante as cheias para Norte e Sul, ao longo destes sectores mais baixos. As lagunas nestas posições são lineares e têm, geralmente, uma grande relação comprimento/largura. A largura máxima das lagunas é da ordem de 200 metros quando o comprimento chega a alcançar os 1800 metros. Outras lagunas associam-se diretamente às posições terminais dos canais fluviais, apresentando nestes casos formas mais variadas, por vezes com limites sinuosos, condicionadas pela geometria dos numerosos canais nas posições mais distais do rio Coporolo e das sucessivas linhas de praia.



Figura 3.11: Laguna entre cordões litorais (02/2013).

A planície aluvial constitui a unidade morfo-sedimentar mais extensa. Desenvolve-se a Norte e a Sul dos canais e a oriente dos cordões litorais. O seu limite interior faz-se com as unidades ante-holocénicas que são cobertas pela acumulação fluvio-deltaica. Ocupa uma área com cerca 13.500 hectares.

3.3.3 Evolução recente

Para avaliar a evolução recente da área procedeu-se a uma análise de quatro imagens do satélite Landsat de anos diferentes (16/7/2000, 14/11/2003, 29/12/2008) e da imagem do GoogleEarth (21/12/2012). Notou-se que nos últimos doze anos ocorreram algumas alterações (Figuras 3.12). As maiores alterações tiveram lugar nos canais fluviais e nas lagunas e lagoas. Alguns aspetos morfológicos, contudo,

não sofreram alterações significativas. Importa ainda referir aqui que algumas das alterações observadas terão a ver com a sazonalidade do fluxo fluvial, uma vez que as várias imagens foram obtidas em diferentes alturas do ano.

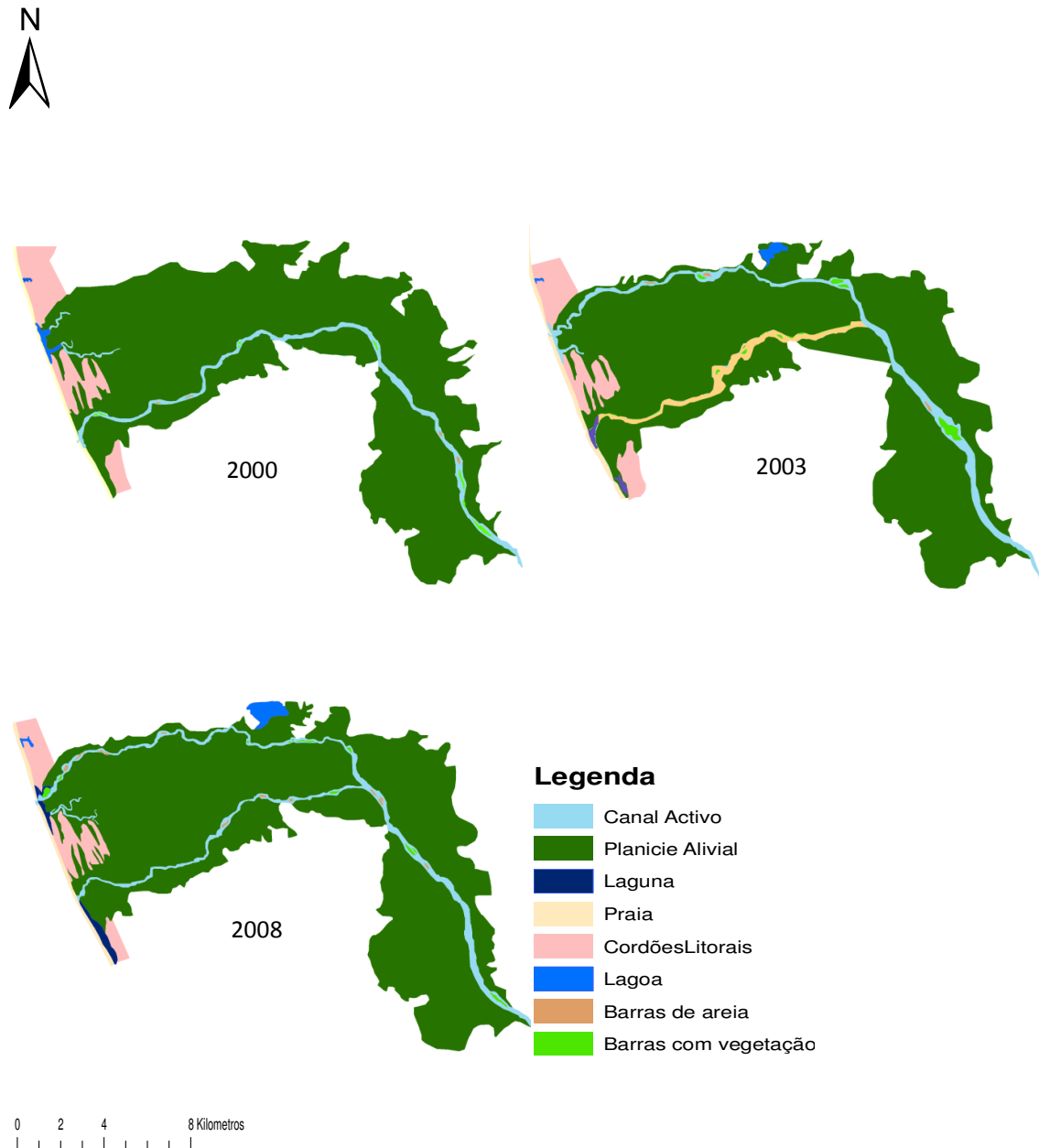


Figura 3.12: Distribuição das unidades morfo-sedimentares do rio Coporolo analisadas para os anos de 2000, 2003 e 2008.

As seguintes situações merecem particular referência:

- Posição da linha de costa: Registou-se apenas um ligeiro avanço do delta e da faixa de praias para o ocidente, naturalmente acompanhada da posição da foz.
- Canais ativos/inativos: No ano de 2000, ao tempo da imagem de satélite, o canal do lado norte estava completamente seco e coberto por vegetação rasteira, não sendo fácil de individualizar na imagem de satélite. O facto do canal se encontrar completamente seco e já coberto por vegetação é justificado por a imagem ser de 16 de Julho, ou seja, em plena estação seca. Durante este período o canal ativo era o canal sul, que nas restantes imagens parece ser subsidiário. Inversamente, ao tempo da imagem de 2003, é o canal norte que surge ativo. Nas imagens de 2008 e de 2012, ambas de Dezembro, observa-se que os dois canais estão ativos.
- Lagunas: Nas posições mais distais, onde os canais tendem a apresentar meandros, observavam-se espaços lagunares com expressão variável nos troços terminais de canais abandonados. Estas lagunas surgem no canal norte da imagem de 2000 e no canal sul da imagem de 2003. As lagunas que se desenvolvem no espaço entre cordões também apresentam dimensões variáveis.
- Lagoas: A lagoa do Undembe não é identificada na imagem de 2000. Ela aparece com reduzida expressão na de 2003 e atinge uma dimensão máxima nas imagens de 2008 e 2012.
- Posição do canal: Apesar do essencial do fluxo fluvial alternar entre os dois braços de canal, a posição destes manteve-se, quase inalterada. Mesmo na imagem de 2000, onde é difícil perceber a posição do canal, surgem manchas descontínuas desprovidas de vegetação que são compatíveis com a posição deste canal nas restantes imagens. Refira-se que é muito fácil identificar diversos pontos comuns de passagem dos canais, em particular em posições de referência próximas do bordo lateral da planície aluvial. O ponto de divergência em que se separam os braços norte e sul do rio Coporolo também é comum às quatro imagens.

3.4 Sedimentos

Durante ao trabalho de campo colheram-se dez amostras de sedimento em diferentes unidades morfo-sedimentares (Figura 3.13).

- Praia: foram colhidas três amostras, no início de cada um dos perfis topográficos. Tratam-se das amostras designadas por P1A1 (12°47'48,20''S; 12°59'14,17''E), P2A1 (12°52'17,88''S; 12°56'23,82''E) e P3A1 (12°53'23,98''S; 12°56'47,87''E).
- Canal fluvial: foi colhida a amostra A10 (12°55'7,86''S; 13°6'20,94''E).
- Lagoas e lagunas: os sedimentos de lagunas foram amostrados em três posições: P1A2 (12°47'54,94''S; 12°59'24,46''E) P3A3 (12°48'24,84''S; 13°0'13,50''E), P3A2 (12°53'23,50''S; 12°56'57,22''E); A amostra P2A2 (12°52'6,44''S; 12°56'27,62''E), foi obtida nas margens da lagoa do Undembe.
- Cordões litorais: foram colhidas as amostras P2A3 (12°52'6,44''S; 12°56'27,62''E) e P1A3 (12°53'23,50''S; 12°56'57,22''E). Ambas estão localizadas em posições interiores de cordões de praia.

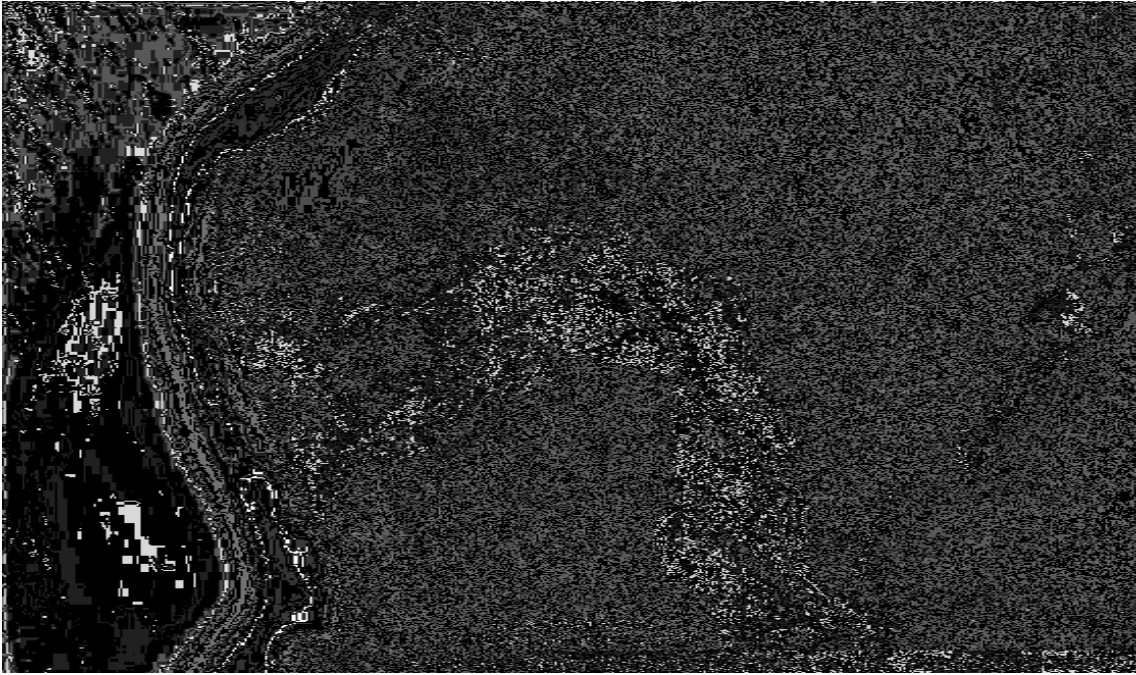


Figura 3.13: Pontos de amostragem de sedimentos sobre imagem do GoogleEarth.

3.4.1 Granulometria das unidades sedimentares

A granulometria dos sedimentos foi determinada em todas as amostras de sedimento recolhidas e atrás referenciadas.

3.4.1.1 Amostras de praia

Todas as amostras são dominadas por areias médias e grosseiras. São sedimentos bem calibrados (desvio padrão entre 0,89 e 0,97) que apresentam reduzidas proporções da fracção de seixo-cascalho (0 a 2,2%) e da fracção silto-argilosa (0 a 0,13%) e elevada percentagem de areia (97,7 a 99,88%). As classes modais situam-se na gama de 0,355 a 2 mm. As amostras P1A1 e P3A1 são bimodais, apresentando, respectivamente, modas nas classes 0,5-0,71 e 1,4-2 mm e nas classes 0,355-0,5 e 0,71-1 mm.



Figura 3.14: Imagens de alguns dos pontos de amostragem

Tabela 3.1: Granulometria dos sedimentos de praia do delta do rio Coporolo.

Amostras	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	Média (mm)	Média (phi)	Desvio padrão	Assimetria
P1 A1	2,20	97,70	0,10	0,00	0,89	0,16	0,97	0,42
P2 A1	0,00	99,87	0,13	0,00	0,65	0,63	0,85	0,13
P3 A1	1,31	98,51	0,12	0,06	0,65	0,62	0,89	-0,43

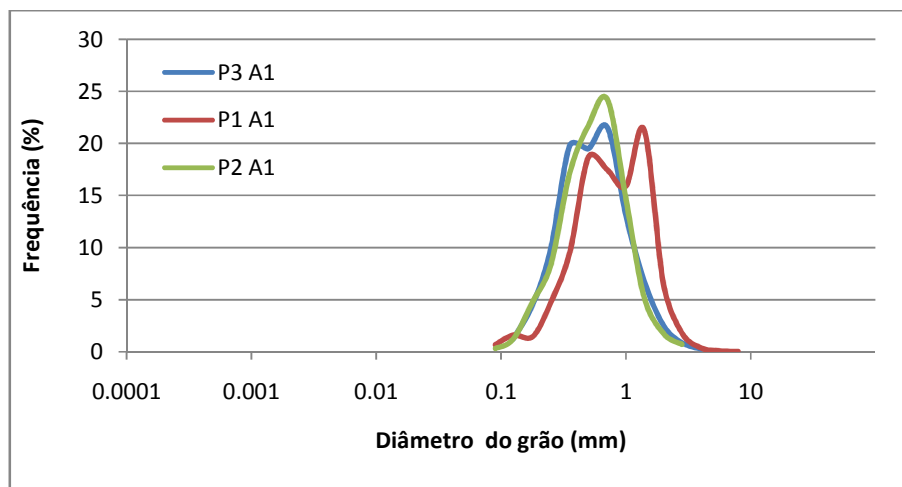


Figura 3.15: Curvas de frequência das amostras de praia, no delta do rio Coporolo.

Das amostras colhidas ao longo da praia, a P3A1 é a que tem uma alguma percentagem de argila e maior componente silto-argilosa. Estas características são justificadas pela sua localização nas proximidades da foz do rio Coporolo, integrando assim algum material fino fornecido pelo rio. As amostras P1A1 e P2A1, por sua vez, são quase de areia pura. Tratam-se, pois, de sedimentos mais afastados da foz do rio Coporolo e que foram, entretanto, lavados pela ação da ondulação costeira.

3.4.1.2 Amostras das lagoas e lagunas

Todas as amostras são dominadas por areias médias a grosseiras, formadas sobretudo por partículas entre 0,063 mm e 4 mm. Apresentam reduzida a moderada proporção das frações de seixo (0,00 a 11,99%) ou silto-argilosa (0,22 e 8,57%) e elevada percentagem de areias (85,49 a 95,53%). São sedimentos com calibragem muito variada. As amostras P2A2 e P3A2 são moderadamente a bem calibrados (desvio padrão de 0,79 e 0.87), ao passo que as amostras P1A1 e P1A3 apresentam pior calibragem (desvio padrão de 1,78 e 1,87). A classe modal está sempre na fração 0,500-0,710 mm.

Tabela 3.2 Granulometria dos sedimentos das lagoas e lagunas do delta do rio Coporolo.

Amostras	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	Média (mm)	Média (phi)	Desvio padrão	Assimetria
P2 A2	11,99	85,49	2,29	0,22	0,57	0,80	0,89	-0,09
P3 A2	2,23	95,53	1,92	0,33	0,53	0,92	0,79	-0,47
P1A2	0,00	90,20	7,43	2,37	0,31	1,65	1,78	1,69
P1A3	0,00	89,36	8,57	2,07	0,36	1,45	1,97	1,87

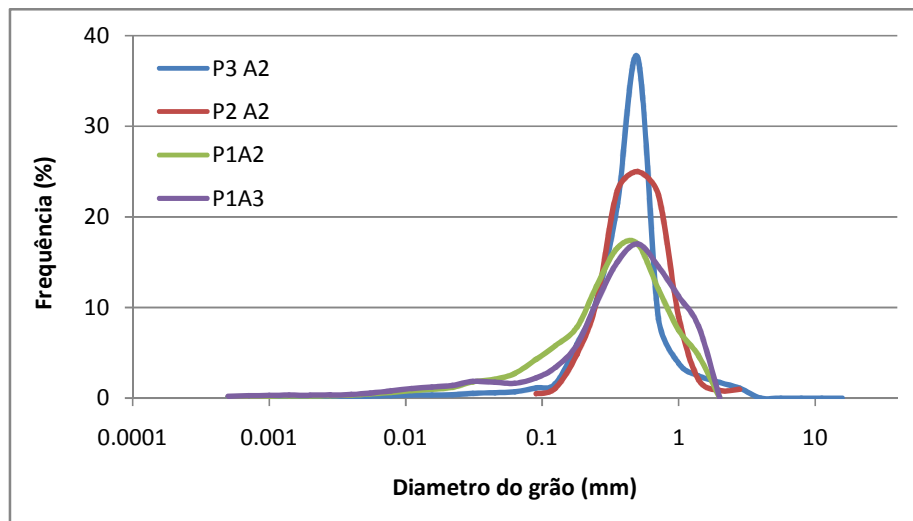


Figura 3.16: Curvas de frequência das amostras das lagoas e lagunas, no delta do rio Coporolo.

3.4.1.3 Amostras dos cordões litorais

Todas as amostras são dominadas por areias médias a grosseiras. São sedimentos moderadamente bem calibrados (desvio padrão de 1,23 e 1,26) que apresentam uma apreciável porção da fração de seixo-cascalho (5,51 e 10,32%), reduzidas quantidades de fração silto-argilosa (0,13 e 1,44%) e elevada percentagem de areia (87,99 e 94,12%). A classe modal está sempre na fração de 0,355-0,500 mm.

Tabela 3.3: Granulometria dos sedimentos dos cordões litorais.

Amostras	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	Média (mm)	Média (phi)	Desvio padrão	Assimetria
P2 A3	10,32	87,99	1,44	0,25	0,32	1,62	1,23	3,40
P3 A3	5,51	94,12	0,24	0,13	0,30	1,73	1,26	3,12

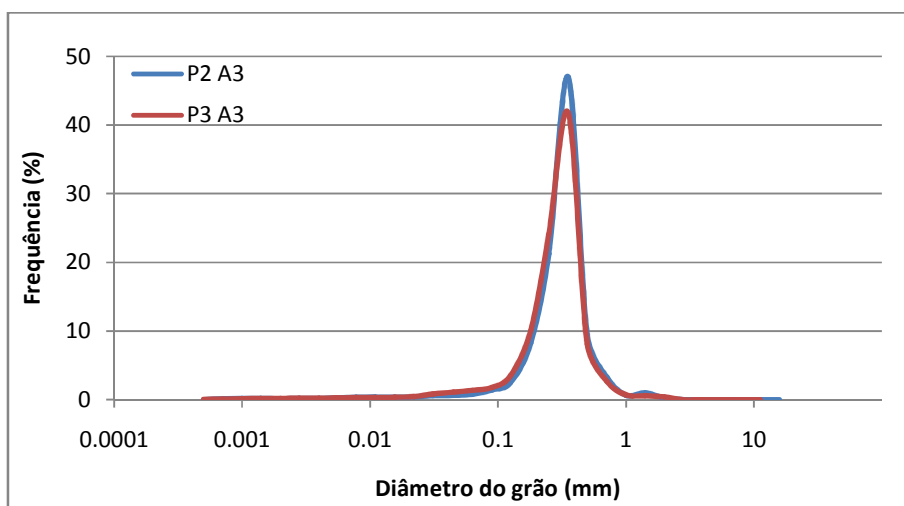


Figura 3.17: Curvas de frequência das amostras dos cordões litorais.

3.4.1.4 Amostra fluvial

No sedimento fluvial A10, não se observou argila. As percentagens de seixo, areia e silte são de 13,04%, 86,93% e 0,2%, respectivamente. A classe modal é de 0,355-0,5 mm.

Tabela 3.4: Granulometria dos sedimentos do rio Coporolo.

Amostra	% Seixo	% Areia	% Silte	% Argila	Média (mm)	Média (phi)	Desvio Padrão	Assimetria
A10	13,04	86,93	0,02	0,00	0,48	1,05	0,92	0,03

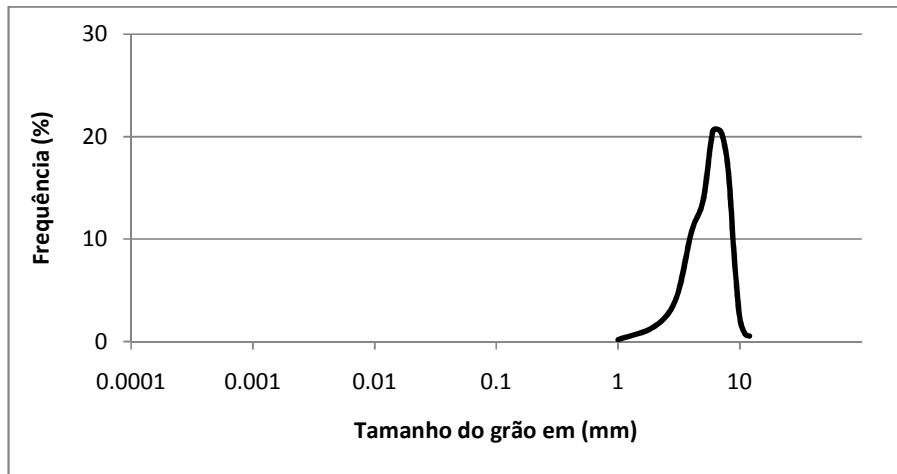


Figura 3.18: Curva de frequência da amostra do rio Coporolo.

3.4.2 Mineralogia

Das amostras colhidas, quatro, que apresentavam maiores quantidades de material sito-argiloso, foram selecionadas para a determinação da mineralogia da fração argilosa (inferior a 2 μm). Os resultados estão representados na figura 3.19. Verificou-se que a mica-ilite (45% a 79%) e a caulinite (3% e 55%), são os minerais mais bem representados.

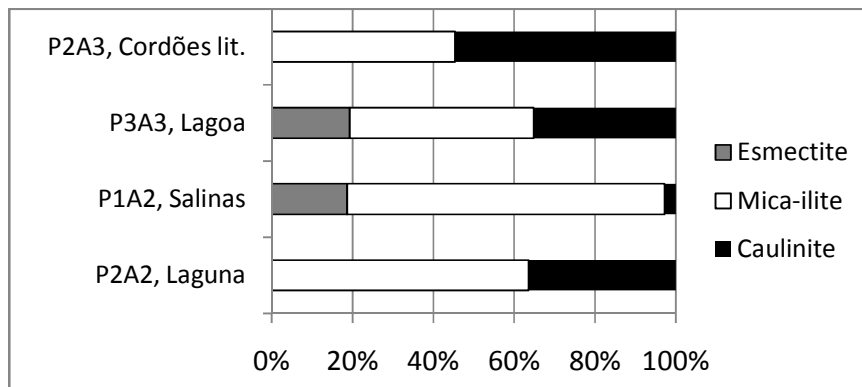


Figura 3.19: Mineralogia da fração de argila (<2 μm)

A mica-ilite é o mineral mais frequente nas lagoas e lagoas, que apresentam sedimento de granulometria mais fina. Nos cordões litorais, ligeiramente mais grosseiros, a caulinite surge como o mineral mais comum. Estas diferenças na proporção de caulinite e mica-ilite devem estar relacionadas com a textura dos sedimentos. Os sedimentos mais grosseiros devem integrar maiores quantidades de feldspato, provavelmente já muito corroído e alterado para caulinite. Sabe-se que as partículas de caulinite podem alcançar maiores dimensões que as de ilite (Gomes, 1986; Chamley, 1989) e alguns autores têm assumido que diferenças na mineralogia podem estar relacionadas com alguma seleção granulométrica destes minerais (Chamley, 1989; Šimkevičius *et al.*, 2003). Contudo, num ambiente suficientemente hidrodinâmico para mobilizar sedimentos da dimensão de areia, não é de prever que alguma diferença no tamanho das partículas de argila possa justificar alterações nos cortejos de minerais argilosos.

A esmectite ocorre apenas em sedimentos das lagoas e lagoas, sempre sob a forma de um mineral secundário (19% e 18%). As reduzidas quantidades de esmectite merecem uma referência final. Presentemente, a esmectite é o mineral mais comum em solos da zona litoral de Benguela, ao passo que nas zonas mais interiores do soco, onde as condições climáticas são mais húmidas, ocorrem maiores quantidades de caulinite (Sanches Furtado, 1967). Assumimos, assim, que a alimentação dos sedimentos que apresentam esmectite envolve um maior contributo de unidades da Bacia de Benguela.

Capítulo 4

Dinâmica Sedimentar: Implicações para o Ordenamento do Território

4.1. Processos sedimentares nas planícies envoltentes do Coporolo

A descarga fluvial, agitação marítima, marés e ventos, como agentes hidrodinâmicos costeiros, determinam o balanço sedimentar no litoral, promovendo, assim, erosão, transferência de sedimentos ou deposição. É com base nas relações de influência destes agentes que têm sido estabelecidos alguns dos mais usuais sistemas de classificação das regiões costeiras (Boyd *et al.*, 1992; Dalrymple *et al.*, 1992).

As precipitações refletem-se nos caudais dos rios, influenciando assim as quantidades de sedimentos por estes transportados e que eventualmente afluem à costa. No caso do delta do rio Coporolo, o rio não apresenta um escoamento permanente, durante todo ano, pelo que o afluxo de sedimentos para o litoral será muito variável.

Os processos fluviais também variam em função da posição no seio das planícies envoltentes do rio Coporolo. Quando a energia do rio vai diminuindo por entrar em zonas de menor declive ou onde o fluxo se pode espraiar, ocorre rápida deposição dos sedimentos mais grosseiros. A grande carga sedimentar em trânsito e a brusca diminuição da capacidade de transporte na porção jusante do rio Coporolo promove o desenvolvimento de barras arenosas e faz com que o canal principal se torne claramente entrançando.

Os sedimentos transportados pelos canais fluviais são relativamente grosseiros e muito porosos. Assim, durante o período seco, boa parte dos volumes de água drenados e que não evaporam acabam por se infiltrar e alguns canais, ou braços de canal dispostos lateralmente a barras, que estavam ativos durante a época das chuvas anteriores passam a apresentar-se secos. Dada a diminuição da capacidade de transporte para jusante, o rio não consegue romper a costa durante o período seco e criam-se lagunas, sobretudo nas porções distais dos canais e em espaços deprimidos entre cordões.

Os sedimentos mais finos, que ainda se mantêm em suspensão e podem ser transportados sob condições hidrodinâmicas muito baixas, encontram caminho

para o Atlântico, sendo então levados para alto-mar, ou acabam por se depositar em lagoas ou lagunas no seio da planície do rio Coporolo.

Durante a época das cheias, não só a energia de transporte como a capacidade erosiva das águas são muito maiores. Nestas alturas a descarga de sedimentos para a região litoral é muito mais elevada. Os sedimentos de grão mais fino serão transportados para posições marinhas, muito afastadas da linha de costa, enquanto os sedimentos mais grosseiros se depositam nas proximidades da foz, sendo depois remobilizados pelos agentes costeiros.

A ondulação no litoral de Benguela é o elemento preponderante na movimentação das areias costeiras e na modelação da morfologia litoral. A supremacia da ondulação sobre a onda de maré manifesta-se claramente na morfologia do delta do Coporolo, caracterizada por uma sucessão de cordões litorais sub-paralelos à linha de costa. O mesmo já foi descrito para outros sectores costeiros da região de Benguela onde a foz de rios está associada ao desenvolvimento de deltas condicionados pela ondulação (Huvi, 2010; Silva, 2011; Dinis *et al.*, 2012).

A origem dos cordões litorais no litoral de Benguela foi discutida por diversos autores (Huvi,2010.; Silva, 2011). Eles podem estar relacionados com tempestades, tendo-se cada crista a registar a linha de costa associada a uma tempestade (Bird, 1984). Para outros autores, uma descida do nível do mar seria o principal promotor destas morfologias litorais (Carter, 1988; Anthony, 1991). Segundo Tanner (1995), estas morfologias podem estar relacionados com oscilações do nível do mar com intervalos de alguns anos a décadas ainda que Curray (1996) considere que não são necessárias alterações do nível do mar para se formarem estes cordões, bastando um progressivo crescimento e emersão de barras submarinas, desde que haja um suficiente fornecimento sedimentar e não ocorra erosão destas acumulações durante os períodos mais energéticos.

Como defendido por Silva (2011), admitimos que a formação dos sucessivos cordões de praia, definindo um complexo com tendência progradante, poderá estar associado a variações plurianuais da ondulação dominante (rumo e altura) e da frequência e intensidade de tempestades. O processo envolveria fases de intenso acarreio fluvial e fases de redistribuição desses sedimentos sob ação das ondas, com ritmo sazonal, responsáveis pela reorientação das acumulações de praia na desembocadura dos rios (Goy *et al.*, 1996; Allard, 2008). As fases marcadas por grandes acarreios fluviais são relativamente curtas, ocorrendo em alguns períodos da estação húmida, ao passo que as fases de redistribuição sedimentar serão sazonalmente mais prolongadas (Dinis *et al.*, 2012). A escassez de sedimentos lodosos entre cordões de praia explica-se por uma grande eficácia dos processos de remobilização.

4.2. Dinâmica de praias

Na área em estudo, as diferenças entre a orientação da linha de costa e o rumo da ondulação são espacialmente variáveis, pelo que é de prever que a

intensidade da corrente de deriva litoral também não seja constante. A deriva litoral faz-se preferencialmente para norte, sendo responsável por um maior desenvolvimento das acumulações sedimentares a norte dos pontos de descarga de sedimentos. Espera-se, contudo, que a corrente de deriva seja particularmente intensa no troço costeiro de direção NE-SW que se desenvolve a nordeste da zona NNE-SSW, onde desagua o rio Coporolo. A orientação desta zona (NNE-SSW) parece ser geralmente sub-paralela à orientação da ondulação, não sendo de prever correntes de deriva litoral muito intensas.



Figura 4.1: Rumos da ondulação e deriva litoral. Rumos de ondulação (orientação média e de limite esperados) definidos com base nos dados de Abecassis (1958), para a região do Lobito (Silva 2011) e na orientação da ondulação inferida da análise de imagens de satélite.

Assim se explicam alguns aspetos particulares na praia, como o grande desenvolvimento de cúspides e de correntes de “rip” no troço NNE-SSW, em particular a sul da foz do rio Coporolo (Figura 4.2A). Estas morfologias são esperadas em zonas com saldo de deriva litoral aproximadamente nulo (Dingler, 2005). No troço NE-SW não são perceptíveis estas cúspides e esperam-se elevadas taxas de transferência lateral de sedimentos, uma vez que os sentidos de avanço e recuo das partículas por ação das ondas são muito distintos. A observação da zona litoral submersa neste sector também sugere a possibilidade de ocorrência de canais de “rip” a cortar uma morfologia aplanada (terraço de baixa-mar) da praia.

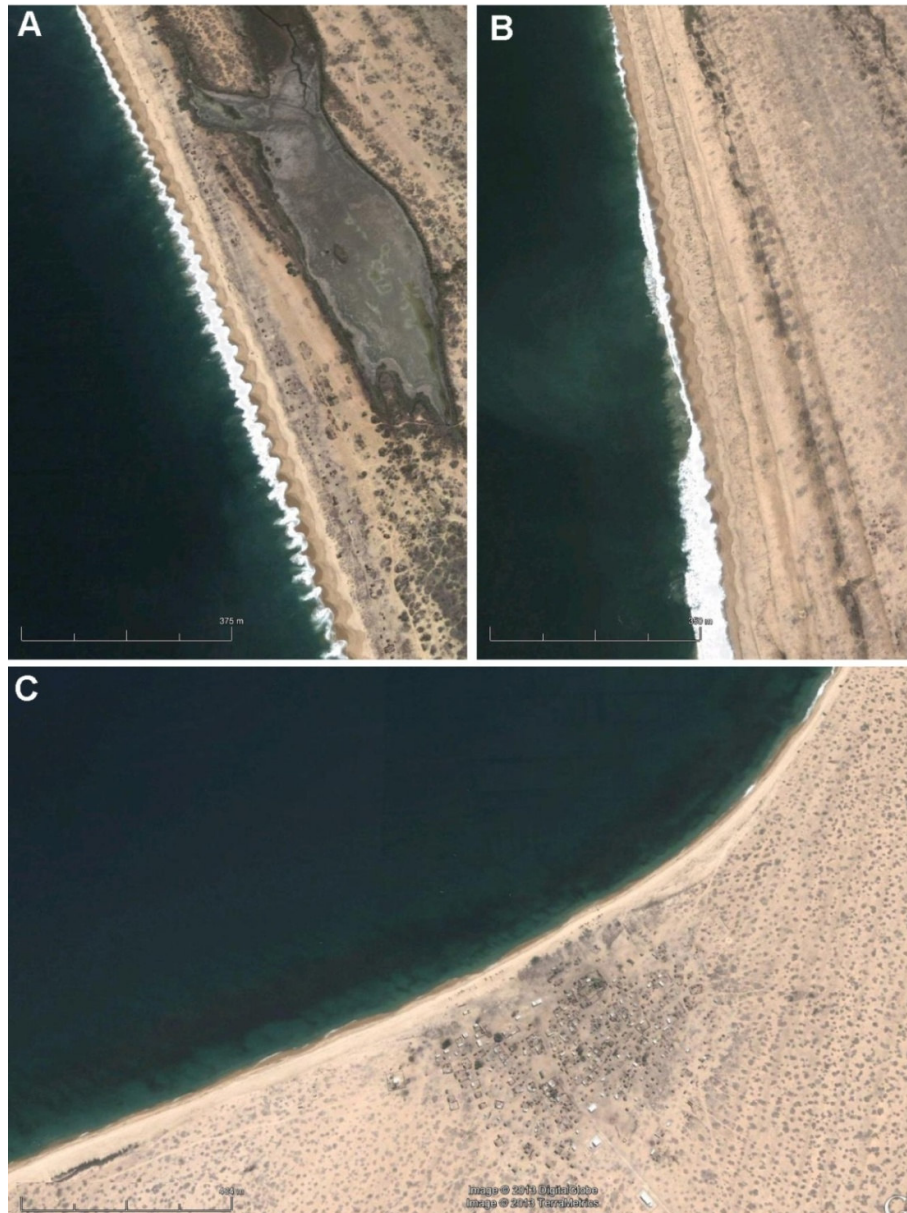


Figura 4.2: Aspeto, em planta, da linha de costa em diferentes sectores litorais, com diferentes orientações, da área de estudo. (A) A Sul da foz do rio Coporolo. (B) A Norte da foz do rio Coporolo. (C) Troço de orientação geral NE-SW. Norte para o topo da folha.

As praias apresentam morfologias tipicamente refletivas, caracterizadas por elevado declive e reduzida largura (Wright *et al.*, 1979; Wright e Short, 1984; Komar, 1998). A classificação como praias refletivas também é compatível com os aspetos granulométricos, uma vez que os sedimentos são relativamente grosseiros, com classes modais próximas de 1 mm. Como este tipo de praias não apresentam barras submarinas destacadas da costa e a zona de *surf* é muito estreita, as ondas quebram bruscamente no litoral. A presença de cúspides também é um aspeto comum em praias refletivas (Komar, 1998; Dingler, 2005). Nos troços em que estas formas não estão presentes

encontram-se bermas de praia muito pronunciadas, como se observou nos perfis topográficos levantados na área (Capítulo 3).

Como se disse atrás, os vários cordões litorais, testemunhando posições antigas da linha de costa, estão muito melhor definidos nas proximidades da foz. À medida que nos afastamos da foz, quer para o interior quer ao longo da linha de costa, os cordões tornam-se menos evidentes. Nos locais mais interiores a expressão morfológica das anteriores linhas de costa é menor porque os cordões que as testemunham são mais antigos, estando portanto sujeitas a processos erosivos, por ação dos ventos, água e do Homem, há mais tempo. Lateralmente, os locais mais afastados dos pontos de descarga recebem menos sedimento, tendo, conseqüentemente, menor volumetria.

4.3. Cheias do rio Coporolo

Nos últimos anos tem-se vivido grandes transtornos por causa das cheias e inundações na comuna do Dombe-grande. Efetuamos seguidamente uma abordagem ligada aos fenómenos provocados pelo rio Coporolo. Atualmente, encontram-se zonas afetadas em toda a planície aluvial.

4.3.1. A vulnerabilidade da planície aluvial do rio Coporolo

O conceito de vulnerabilidade no estudo de riscos naturais relaciona-se com os danos que um determinado processo natural pode ter para o Homem. Ele deve envolver aspetos relacionados com as características da ocupação humana e o valor dos bens expostos ao processo natural que envolve alguma perigosidade para esta população.

Como a planície aluvial do rio Coporolo apresenta uma grande densidade de ocupação humana, os danos causados pelas cheias têm sido drásticos. Um dos principais fatores de vulnerabilidade resulta de nesta planície a população construir as suas casas dentro das lavras e passar a viver lá, mesmo no período crítico na época chuvosa. Por outro lado, as cheias e inundações na planície do rio Coporolo não dependem das chuvas locais, mas sim das que ocorrem no planalto da Huíla e de Benguela. Quando as águas do rio Coporolo chegam à região jusante, com grande ocupação humana, apanham a população desprevenida.

Segundo dados da Comissão Provincial de Proteção Civil (CPPC, 2011), as cheias de Fevereiro foram responsáveis por 2.542 famílias desalojadas, 2.179 casas desabadas e 10.895 pessoas desalojadas. As construções nestes locais são sempre extremamente vulneráveis, perante grandes inundações (Figura 4.3). Há a lamentar a perda de 2 vidas e 22 feridos. As populações da Granja e do Chingongo tiveram de ser evacuadas para locais seguros.

Estas mesmas cheias foram, também, responsáveis por problemas de saúde na população, devido a focos de doenças infecciosas secundárias. As autoridades tomaram conhecimento e tiveram de fazer face à escassez de quadros de apoio médico nas zonas afetadas e à necessidade de distribuir medicamentos e produtos para desinfetar a água. Foram também distribuídos diversos materiais pelas populações, como latrinas, reservatórios de água e alimentos.

Para além destes números, diretamente relacionados com a saúde e segurança das populações, uma extensa área de campo agrícolas manteve-se inundada durante semanas. As culturas de 589 terrenos de lavra foram destruídas e 70 moto-bombas foram submersas e arrastadas pelas águas do caudal de cheia. Para além de bens particulares, algumas estruturas e equipamentos públicos foram afetados por estas cheias. É assim evidente a atenção que o problema das cheias deve merecer da parte das autoridades competentes. Olhando para o historial local e regional dos cenários ligados a cheias, sobretudo às ocorridas no baixo curso do rio Coporolo, verifica-se que estas são bastante recorrentes e que a sua memória data de longos anos atrás.

4.3.2. Avaliação da perigosidade

A análise da perigosidade dum determinado processo natural, como por exemplo as cheias, deve envolver uma avaliação da sua expressão no espaço e tempo. Ou seja, devemos considerar a probabilidade de ocorrência de fenómenos que envolvam algum risco e a incidência espacial desses fenómenos (Dauphiné, 2001). Este último tem sido designado de “susceptibilidade”, ou seja, a propensão, independentemente do período de recorrência, que uma determinada área tem para ser afetada por um processo perigoso. Já o primeiro deve tratar da incidência temporal, considerando assim os tempos de retorno ou probabilidade de recorrência.

Não dispomos de dados que permitam avaliar convenientemente os intervalos de recorrência de cheias com diferentes dimensões. Podemos apenas adiantar que elas têm tido lugar ciclicamente na planície do rio Coporolo, havendo ainda memória de cheias na década de 1940-1950 e mais recentemente nos anos de 1986, 2001 e 2011. Apresentamos de seguida alguns aspetos associados à susceptibilidade do vale do rio Coporolo, que condicionam a perigosidade das cheias deste rio.

O rompimento dos diques de proteção é uma das principais causas das cheias na região. A ausência, ao longo de muitos anos, de trabalhos de manutenção para regular o leito dos rios, fez com que as cheias se repetissem, apanhando de surpresa as populações vulneráveis, incapazes de, por si mesmas, ultrapassarem os níveis de calamidade que o transbordo dos rios provoca. A caducidade, em alguns casos, e a destruição, em outros, dos sistemas de previsão e alerta rápido também aumenta o risco de cheias. Durante o período colonial foram instalados vários instrumentos de monitorização, envolvendo a medição dos níveis e caudais dos rios e de diversos parâmetros

meteorológicos, que ajudaram a controlar os efeitos das cheias. Lamentavelmente, a maioria destes equipamentos já não se encontra operacional.



Figura 4.3: Retrato dos acontecimentos das inundações planície do rio Coporolo (2011). (A) Povoado que dista 10 km da foz onde algumas casas estão quase submersas. (B) Povoado a 22 km da foz; a população desesperada tenta salvar os seus bens arrastados pelas correntes; as casas foram destruídas. (C) Campos de cultivos todos submersos com a cultura destruída. (D) Estrada ao longo do canal e antiga ponte sobre o rio Coporolo a 22 km da foz. (E) Casas de adobe destruídas a 12km da foz. (F) Povoado do Luacho a 10 km da foz, abandonado na época das cheias.

Outros fatores naturais que podem aumentar os efeitos das cheias são as calemas que ocorrem no verão. A grande agitação marinha, proporcionada por ondas muito altas, leva à acumulação de areias de praia, fechando temporariamente as desembocaduras do rio. Diminui-se a capacidade de drenagem das águas fluviais e promovem-se as inundações junto à costa.

Com o objetivo de avaliar a perigosidade associada às cheias determinou-se a altura atingida pela água durante as cheias de 2011 em diversos pontos do vale do rio Coporolo. Recorreu-se a diversos sinais que testemunham os níveis então alcançados. Por exemplo, à saída do soco, no início da planície, a altura alcançada pela água é definida pela presença de restos de galhos e capins pendurados nos ramos das árvores; em zonas urbanizadas o nível alcançado encontra-se bem marcado nas paredes de algumas casas (Figuras 4.4). Esta análise é bastante importante, para podermos conhecer melhor o comportamento do rio e identificar as áreas inundáveis e as zonas de risco mais prováveis.



Figura 4.4: Marcas deixadas pelas inundações de 2011. (A) À saída do soco, a presença de galhos partidos em árvores mostra que as cheias alcançaram 6 metros. (B) Bairro do Soba, Dombe-Grande, onde o rio subiu 4,1 metros (C) Povoado do Luacho, onde o rio subiu 2,8 metros.

Em todos os pontos determinou-se a diferença entre a altura máxima alcançada durante a cheia de 2011 e o nível observado durante a estação seca nos reconhecimentos de campo efetuados em 2013. A localização dos pontos de medição está indicada na figura 4.5. Os resultados da medição dos níveis alcançados pelas águas estão representados na figura 4.6.



Figura 4.5: Pontos de medição da altura da água durante as cheias de 2011.

O primeiro ponto de medição foi próximo do local onde o rio deixa o soco ante-Mesozóico e entra na Bacia de Benguela. Naquele local a água subiu pelo menos a 6 metros acima da posição alcançada durante a estação seca. À medida que se avança para jusante, a altura máxima atingida durante as cheias diminui progressivamente. Nos pontos mais a jusante a subida verificada foi da ordem de 2,7 metros.

Da projeção das alturas alcançadas contra a distância ao ponto de alargamento da planície aluvial é possível estabelecer sectores com perigosidades variáveis. Nas regiões mais interiores, onde a largura do vale é menor, as águas podem subir mais do que 5 metros acima do nível de escoamento durante a estação seca. Este sector é claramente o que apresenta maior perigosidade. Depois da planície aluvial se estabelecer com uma largura estável, da ordem de 5 km, os níveis alcançados pelas águas rondam os 4 metros. Considera-se este sector como de perigosidade intermédia. Posteriormente, observa-se uma descida que praticamente coincide com a posição em que ocorre a bifurcação do rio, gerando-se dois canais que devem aumentar a capacidade de escoamento dos caudais. A partir deste ponto, verifica-se uma suave diminuição dos níveis alcançados pelas cheias, que acompanha o progressivo alargamento da planície aluvial. Este último sector é considerado o de menor perigosidade.

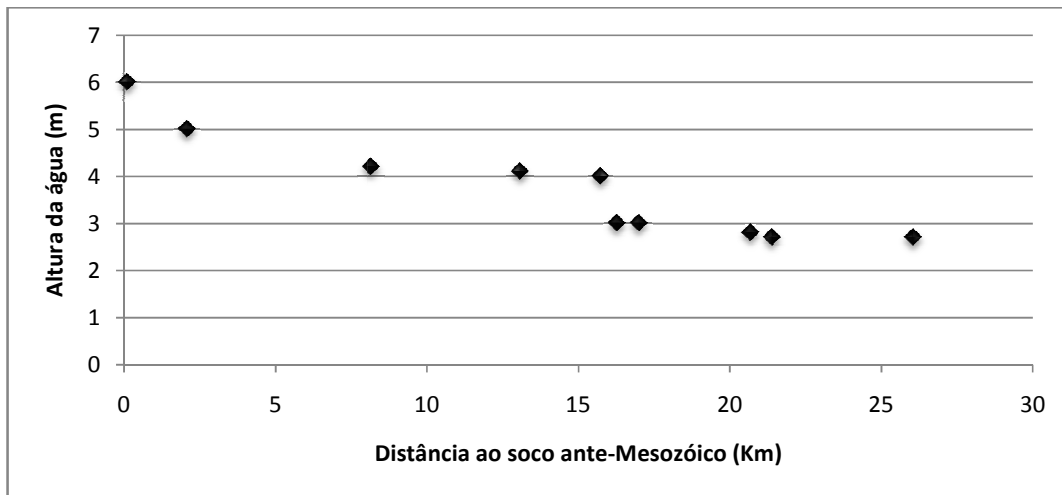


Figura 4.6: Altura máxima da coluna de água nas cheias de 2011 em função da distância ao ponto de alargamento da planície de inundação à saída do soco ante-Mesozóico.

4.3.3 Definição de áreas de risco

Para a definição das áreas de risco natural é necessário considerar aspetos relacionados com as vulnerabilidades das populações instaladas na região e a perigosidade associada ao ambiente natural (Dauphiné, 2001; Rebelo, 2010). Se, para alguns autores, o risco é o produto ou o somatório das variáveis “perigosidade” e “vulnerabilidade”, para outros o risco deve ser encarado como algo que é função dessas variáveis, não se podendo, em bom rigor, aplicar qualquer fórmula matemática para obter um resultado final de quantificação do risco (ver Rebelo, 2010). Tomou-se esta abordagem no presente trabalho.

Nesse sentido, foi criada para a área de estudo, uma figura a representar as áreas prováveis de risco durante as cheias em função das vulnerabilidades e perigosidades. No que respeita às vulnerabilidades, na figura estão representadas os locais onde existem estruturas de maior importância para o Homem. Para a área de estudo, são sobretudo as habitações, e outros edifícios construídos para atividades económicas, e as vias de comunicação. Estes são os locais onde as vulnerabilidades são máximas. Nas zonas envolventes, os campos aluviais são ocupados para atividades agrícolas, sendo portanto também valorizados pelo Homem.

No que se refere à perigosidade, assume-se que ela será máxima, onde a altura da água durante as cheias atinge valores mais elevados e mínima onde os níveis alcançados são menores. Definiram-se assim três sectores com distinta perigosidade em função dos níveis alcançados durante as cheias: (1) máxima para nível igual ou superior a 5 metros; (2) intermédia para nível de 3 a 5 metros; (3) mínima para nível inferior a 3 metros. O sector junto a costa, na zona dos cordões litorais, também está assinalado porque é inundado periodicamente.

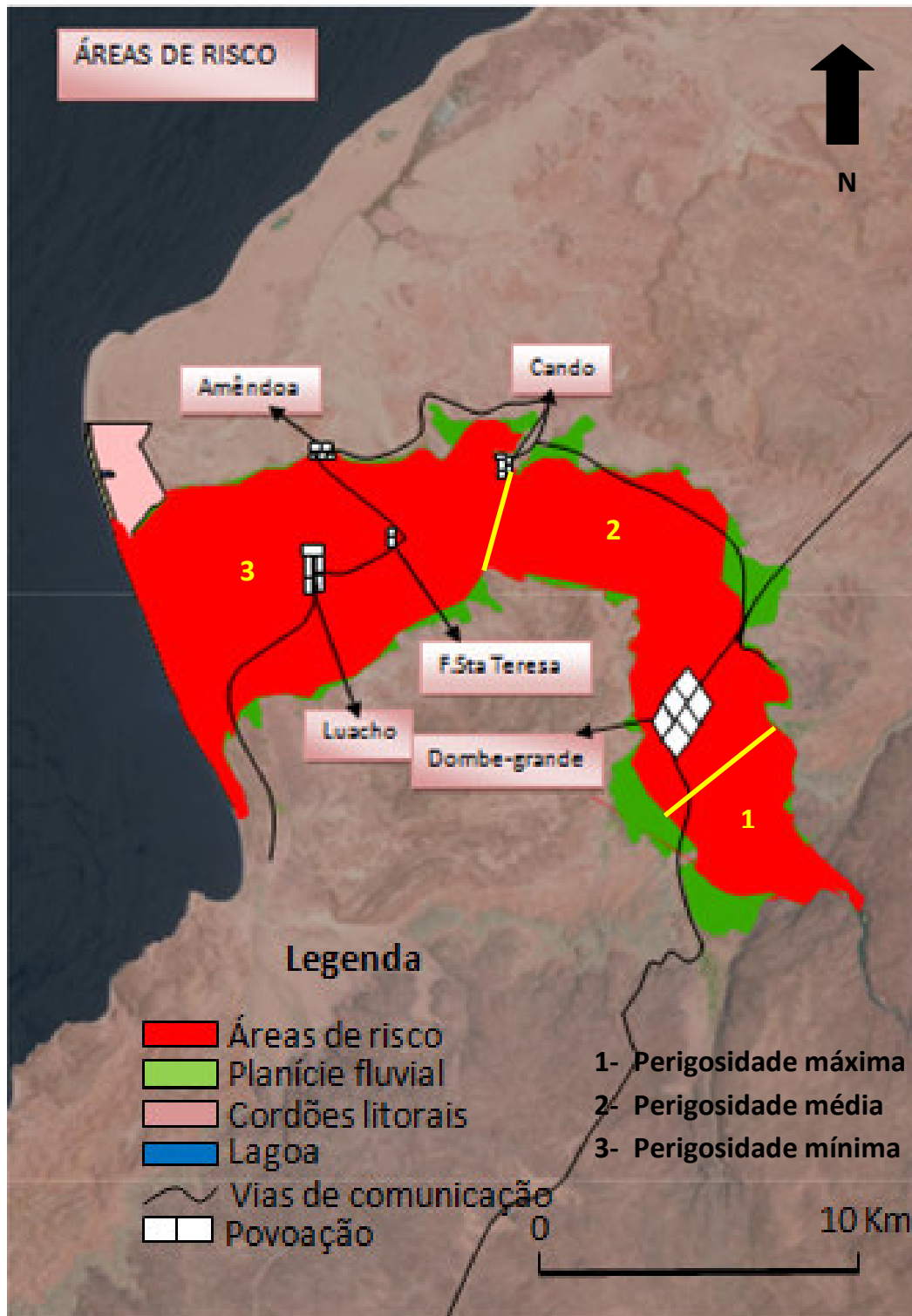


Figura 4.7: Áreas de risco dentro da planície aluvial, com cerca de 12.000 hectares. Separam-se três setores com perigosidade distintas. A vulnerabilidade é maior nas áreas povoadas e ao longo das vias de comunicação.

4.4. Propostas de gestão ambiental e de ordenamento territorial

Com a explosão demográfica em quase toda zona costeira do país, devido ao conflito armado interno, a população foi-se instalando à procura de lugares para a sua sobrevivência, mesmo em áreas de risco como é neste caso na planície aluvial do rio Coporolo. Este rio representa uma ameaça à vida das populações e às atividades agrícolas em suas margens. Quando chove nas cabeceiras, sempre na mesma época do ano, entre novembro e abril, as águas retornam com muita força, derrubam casas e acabam com as plantações.

Um dos intuitos que rege o presente trabalho é o de proporcionar, de um modo claro e célere, o acesso a um raciocínio que permita fundamentar o sistema processual que acompanha um ato de ordenamento, que se deseja coerente e flexível e que deve permitir a arrumação e o devido enquadramento da realidade.

Pode-se afirmar que no país não existe presentemente um sistema de gestão de informação sobre riscos e desastres naturais, porque esta matéria é gerida na maior parte dos casos pelas autoridades locais (governos provinciais) e algumas organizações não governamentais. No sentido de mitigar os efeitos negativos destes fenómenos nas populações, infraestruturas e atividades económicas são necessárias medidas e estratégias que visem melhorar significativamente a recolha dos dados necessários a uma visão clara dos problemas das cheias. Deste modo, a utilização de boas bases de dados é, atualmente, essencial para a tomada de boas decisões. Em todos os pontos de vista, sejam eles técnico (hidrologia, hidráulica e de engenharia civil), administrativo, social, económico ou legal, os dados estão inter-relacionados. A análise destes dados deve ser feita com recurso aos Sistemas de Informação Geográfica (Rocha *et al.*, 1994).

É necessário um trabalho multidisciplinar que dificilmente será realizável a nível local e por uma só instituição. A contribuição de cada instituição deve ser inserida numa rede lógica, situação que não se tem verificado no passado, em que os conflitos de interesses nas intervenções têm tornado as decisões muito difíceis de tomar ou feito com que elas sejam tomadas individualmente comprometendo a sua eficácia. O Ministério do Ambiente deve ter um papel fundamental na gestão de desastres, análise das alterações climáticas e suas consequências, avaliação participativa para redução de riscos nas comunidades e estudo de ameaças, tendo presente que é necessário conhecer tanto os processos destrutivos como as vulnerabilidade locais e regionais.

O Território é um sistema dotado de uma elevada complexidade devido ao elevado número de elementos que o constitui (Figura 4.7). Tal considerando deve constar, sempre, em qualquer tipo de estratégia com reflexos territoriais (Brundtland *et al.*, 1987). Num processo de ordenamento do território devem ser integrados indicadores diretamente relacionados com a expansão urbana, questão à qual o nosso país não é indiferente, devido, em grande parte, ao reconhecimento de inúmeros casos de desacertos de planeamento, os quais permitiram a construção em locais de perigosidade natural elevada.

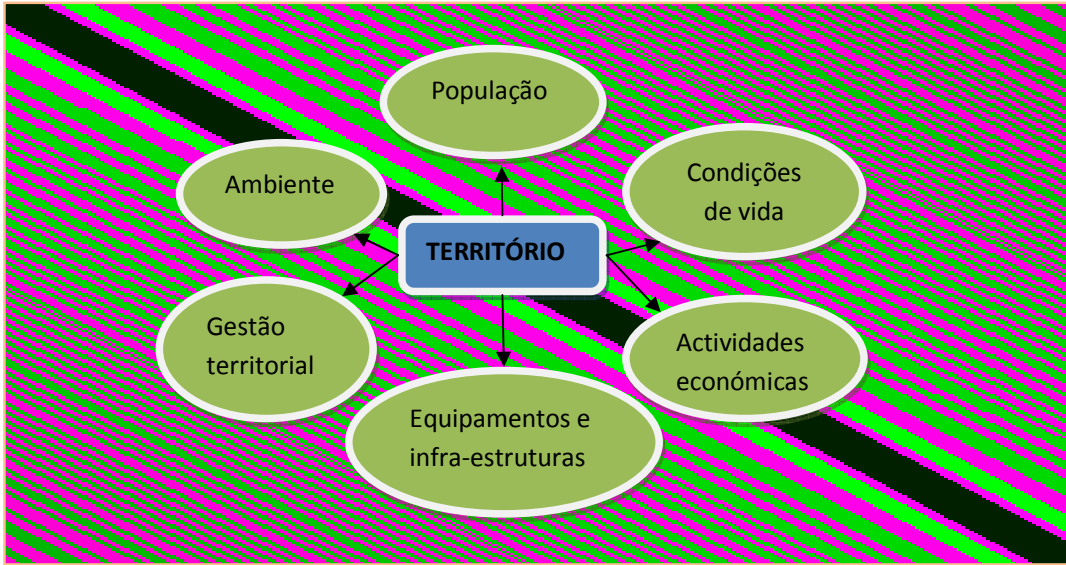


Figura 4.8: Relação entre os diferentes domínios que integram o Território (Rocha *et al.*, 1994).

Para minimizar o sofrimento, a dor e o luto das populações devido aos efeitos negativos que podem derivar da dinâmica fluvial, bem como promover as atividades económicas na região, propõe-se as seguintes medidas:

- É urgente limitar as possibilidades de instalação em zonas de risco para garantir que a população não ocupe nem construa junto as margens do rio.
- Importa pôr em prática projetos que visem melhorar as condições de drenagem das águas, atendendo em particular aos problemas do assoreamento do rio e ao estado dos diques em torno do canal e das valas de drenagem.
- Deve-se projetar e implementar programas de atividades de mobilização e informação as populações sobre os riscos na planície aluvial, envolvendo a sensibilização e mobilização das populações em situações de emergência e gestão de desastres.
- Deve-se tentar agilizar os processos de alerta, socorro e assistência às pessoas atingidas ou em perigo iminente. Logo à partida, para o sucesso destes processos é necessário um bom sistema de monitorização do comportamento dos sistemas naturais.
- Há que garantir a incorporação da visão da gestão dos desastres nos processos de planificação para o desenvolvimento por forma a evitar a criação de novos riscos derivados da implementação de projetos de desenvolvimento.

Deixa-se uma palavra final para o ordenamento da orla costeira. Esta região encontra-se presentemente desocupada, não existindo povoações nem redes viárias que polarizem o seu desenvolvimento. Contudo, é provável que venha a ser alvo de grande interesse nos próximos anos e não interessa cometer os erros de ordenamento que hoje se reconhecem para outras áreas do litoral de Angola.

CAPITULO 5

Considerações Finais

Na região em que se enquadra o sector estudado é possível individualizar duas grandes unidades morfológicas (ou morfo-sedimentares): a planície marítima e a planície aluvial do Coporolo. A primeira comporta sedimentos de praia (atual e antigas, materializadas por cordões de praia), ocorrendo lagunas que se alongam pelos espaços mais baixos entre cordões. A segunda desenvolve-se para o interior, lateralmente em relação aos canais fluviais do rio Coporolo.

Alguns aspetos do seu enquadramento climático, geológico-geomorfológico e de ocupação humana terão um papel fundamental para a definição das características atuais da paisagem e para a sua evolução recente. Merecem particular destaque:

- As condições climáticas no sector jusante são marcadas por uma secura pronunciada, mas a bacia de drenagem do rio Coporolo estende-se por uma área em que a precipitação é significativa e com sazonalidade marcada; nestas condições, a ação erosiva nos sectores mais interiores e os caudais sólidos fornecidos pelo rio tendem a ser muito elevados; por outro lado, a capacidade de transporte de sedimentos nas zonas mais a jusante depende muito dos volumes de água escoados, sendo reduzida durante a época seca.

- O sector jusante do rio Coporolo inicia-se na linha de contacto entre a Bacia de Benguela, mais brandas e, provavelmente, em abatimento relativo, e as unidades do soco ante-Mesozóico, mais duras e soerguidas; estas condições serão determinantes para a geração e pronunciado alargamento da planície aluvial para jusante desta linha, contrastando com a zona a montante, onde o canal do rio Coporolo se encontra encaixado em unidades rochosas.

- Da conjugação das condições climáticas e orográficas gerou-se uma volumosa acumulação sedimentar com relevo pronunciado e granulometria tendencialmente grosseira, que em geral apresenta características tipicamente entrançadas; a faixa mais ocidental, onde se observam canais distais em meandros, são a exceção a este padrão geral.

- A planície marítima surge condicionada pela presença dum ponto com grande descarga de sedimentos (associados ao rio Coporolo) e por uma maior influência da ondulação que das marés; a principal característica, à semelhança de outros sectores na envolvente da embocadura de rios de Angola, é a presença duma sucessão de cordões litorais que testemunham antigas linhas de costa; estes sedimentos de praia suportam frequentemente

um relevo próximo da linha de costa que dificulta o escoamento das águas fluviais.

- Como o troço litoral apresenta rumos variáveis (NNW-SSE e NE-SW), a influência das correntes de deriva litoral e as características da faixa costeira também difere consoante o troço litoral analisado.

- Dado o seu elevado potencial agrícola, encontramos no seio da planície do rio Coporolo alguns aglomerados populacionais (Dombe Grande e Luacho são os maiores); a construção é na generalidade dos casos em adobe.

Se não considerarmos as modificações sazonais, a região não tem sofrido mais que ligeiras alterações durante a última década. As principais alterações verificam-se na morfologia do canal fluvial, na posição da foz e na extensão de lagoas e lagunas. Merece particular destaque a presença duma bifurcação a aproximadamente 15 km da foz de onde derivam dois canais que têm alternado em importância para a drenagem das águas.

Se atendermos às alterações sazonais, tem-se então uma paisagem de estação seca profundamente diferente da que se observa na estação húmida, em particular nos anos mais chuvosos. Nestes períodos observa-se frequentemente a rutura das motas e o alagamento dos campos envolventes. A subida do nível das águas é particularmente elevada nos sectores mais interiores da planície, quando ela deixa o canal encaixado no soco ante-Mesozóico (chega a ser superior a 6 metros), diminuindo progressivamente à medida que se avança para jusante (onde oscila entre os 2 e 3 metros). O perímetro molhado dos canais, a extensão das lagoas e lagunas e, naturalmente, as características do coberto vegetal, também sofrem profundas alterações sazonais.

As sucessivas modificações na posição dos canais e a presença de lóbulos de derrame indicam que os riscos de cheias e de inundações são significativos. As bruscas subidas do nível das águas fazem com que a perigosidade da região mais interior deva ser encarada como maior. As áreas populacionais, desordenadas e com os seus frágeis edifícios em adobe, apresentam particular vulnerabilidade.

Mas também devemos ter em conta que a presença de campos aluviais com grande potencial agrícola se deve às inundações periódicas e que quaisquer esforços para fixação dos canais podem levar à diminuição do valor agrícola dos campos envolventes. As inundações são necessárias para a renovação de nutrientes e lavagem dos campos. Impedir as inundações levará à degradação ambiental de um ecossistema rico e frágil.

As características da dinâmica sedimentar recente associadas à ocupação humana, exigem intervenção na gestão ambiental e no ordenamento do território. Ainda há muito trabalho pela frente para se ter um diagnóstico conveniente das condições ambientais e riscos naturais. Este trabalho constitui um passo para um melhor conhecimento das planícies aluviais e marítimas associadas ao rio Coporolo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abecassis, F.M. (1958). Les flèches de sable de la côte d'Angola. *Mém. LNEC*, 140: 21p.
- AGRIPO. AMBIENTE. Consultores. S. A. (2007). *Estudo de Impacte Ambiental. Nova Fabrica de Clinquer e Cimento – Secil Lobito*. Luanda, 176 p.
- Alves, A.M.C. (1997). Causas e Processos da Dinâmica Sedimentar na Evolução Actual do Litoral do Alto Minho. Tese de Doutoramento. Universidade do Minho.
- Andrade, F. e Ferreira, M.A. (2006). A simple method of measuring beach profiles. *Journal of Coastal Research*, 22: 995 – 999.
- Anthony, E.J. (1991). Beach-ridge plain development: Sherbo Island Sierra Leone. *Z. Geomorphologie*, 81: 85-98.
- Araújo, A. G e Guimarães, F. (1992). *Notícia explicativa da carta geológica de Angola à Esc.1.100.000*. Serviço Geológico de Angola, Luanda.
- Bhattacharya, J.P. e Giosan, L (2003). Wave-influenced deltas: geomorphological implications for facies reconstruction. *Sedimentology*, 50: 187-210.
- Bird, E.C.F. (1984). *Coasts: an introduction to coastal geomorphology*. Blackwell, 320p.
- Boyd, R., Dalrymple, R. e Zaitlin, B.A. (1992). Classification of clastic coastal Depositional environments. *Sedimentary Geology*, 80: 139-150.
- Brookfield, M.E. (2004). *Principles of Stratigraphy*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Brundtland, G.H. (editor) (1987). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development Oxford: Oxford University Press.
- Buta-Neto, A., Tavares, T.S., Quesne, D., Guiraud, M., Meister, C., David, B. e Morais, M.-L. (2006). Synthèse préliminaire des travaux menés sur le bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques, paléontologiques et structurales. *Africa Geoscience Review*, 13: 239-250.
- Buta-Neto, A. (2006). *Analyse des interactions tectonique salifère – sédimentation grés-carbonaté e albiénne dans le bassin onshore de Benguela (margesudangolaise)*. Tese não publicada, Université de Bourgogne, Dijon, France.
- Carvalho, G.S. (1957). *A fotografia aérea ao serviço da geologia e da morfologia. Sep. das Jornadas das estradas*, Luanda, 1957, 11p.

- Carvalho, G.S. (1961). Alguns problemas dos terraços quaternários do litoral de Angola. *Sep. Boletim Serv. Geol. Mineiro*, 10p.
- Carvalho, G. S (1963). Problemas de sedimentologia das praias do Litoral de Angola. *Garcia de Orta*, 11: 292-313.
- Carvalho, H. (1983). Notice explicative preliminaire sur la geologie de Angola. *Garcia Orta*, 6: 15-30.
- Carvalho, A.M.G. (2008). *Geologia Sedimentar. Volume I – Sedimentogénese*. Editora Âncora, Lisboa.
- Carter, R.W.G. (1988). The morphodynamics of beach-ridge formation: Amgilligan, Northern Ireland. *Marine Geology*, 73: 191-214.
- Chamley, H. (1989). *Clay sedimentology*. Springer-Verlag, Berlin, 623 p.
- Christofoletti, A. (1980). *Geomorfologia*, 2ª edição, Ed. Edgard Blucher, São Paulo.
- CONSULT (2007). *Monografia da província de Benguela*. KAT 1ª ed, Benguela: 50-86p.
- CPPC (2011). *Relatório de balanço final da época chuvosa (2010/2011)*. Serviço Nacional de Protecção Civil. Comissão Provincial de Protecção Civil-Benguela.
- Curray, J.R. (1996). Origin of beach ridges: Comment on Tanner, W.F., 1995. Origin of beach ridges and swales. *Marine Geology*, 136: 121-125.
- Dalrymple, R.W., Zaitlin, B.A e Boyd, R. (1992). Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62: 1130-1146.
- Dauphiné, A. (2001) *Risques et catastrophes*. Observer-Spatialiser-Comprendre-Gérer. Paris, Armand Colin.
- Davies, J.L. (1964). A morphogenetic approach to world shorelines. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, 8: 127-142.
- Diester-Haass, L., Meyeres, P. A. e Vidal, L. (2002). The late Miocene onset of high productivity in the Benguela Current upwelling system as part of a global pattern. *Marine Geology*, 180: 87-103.
- Dingler, J.R. (2005). *Beach process*. Encyclopedia of Coastal Science. Springer.
- Diniz, A.C. (1973). Características Mesológicas de Angola, descrição e correlação dos aspectos fisiográficos, dos solos e da vegetação das zonas agrícolas. Instituto de Investigação Agronómica de Angola, 2ª edição Lisboa.
- Diniz, A.C. (1998). *Angola, o Meio Físico e Potencialidades Agrícolas*. 2ª Edição revista. Instituto da Cooperação Portuguesa (ICP).
- Dinis, A.C. (2006). *Características Mesológicas de Angola*. 2ª Edição revista. Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (IPAD).

- Dinis, P. A. (2008). *Conjugação de técnicas em análise granulométrica de sedimentos. Algumas dificuldades e remedeios*. In: Callapez, P.M., Rocha, R.B., Marques, J.F., Cunha, L.S., Dinis, P.M. (Eds.). A Terra: Conflitos e Ordem, Livro de Homenagem ao Professor Ferreira Soares, pp. 25-30. MMGUC, Coimbra.
- Dinis, P.A., Silva, L.S., Huvi, J., Dinis, J.M. e Cunha, P.P. (2012). *Evolução recente (1950-2010) da morfologia dos deltas do Catumbela e Cavaco (Benguela, Angola)*. In: A. Campar de Almeida, A.M.S Bettencourt, D. Moura, S. Monteiro-Rodrigues e M.I. Caetano Alves (Eds.). Environmental Changes and Human Interaction Along the Western Atlantic Edge (Mudanças Ambientais e Interação Humana na Fachada Atlântica Ocidental), pp. 259-264.
- Duarte-Morais, M.L., Sgrosso, I., De Capoa, P., Castellano, M.C. e Putignano, M.L., (2001). Evidences from the area around Benguela (Angola) of a peculiar tectonic activity in the Late Cretaceous. *Africa Geosciences Review*, 8: 57–66.
- De Menocal, P. B. (1995). Plio-Pleistocene African climate. *Science*, 270: 53-59.
- Fadiga, L. (2007). *Fundamentos Ambientais do Ordenamento do Território e da Paisagem*. Edições Sílabo, Lda., Lisboa.
- Feio, M. (1946). O relevo de Angola, segundo Jessen. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, 5: 267-295.
- Feio, M. (1960). As praias levantadas da região do Lobito e da Baía Farta. *Garcia de Orta*, 8: 357-370.
- Feio, M. (1964). *Evolução da escadaria de aplanações do Sudoeste de Angola*. *Garcia de Orta*, 12: 323-354.
- Feio, M. (1981). *O Relevo do Sudoeste de Angola. Estudo de Geomorfologia*. Memória da Junta de Investigação Científica do Ultramar, 2ª série, Lisboa.
- Florenzo, T.G. (2008). *Geomorfologia. Conceitos e Tecnologia Actuais*. Oficina de Textos.
- Galvão, C.F. e Silva, J. (1972). *Notícia explicativa da Carta Geológica de Angola à escala 1:100000, Folha nº 227 – 228, Lobito*. Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas, Luanda.
- Giresse, P., Kouyoumontzakis, G. e Delibrias, G. (1976). La transgression finiholocene en Angola, aspects chronologique eustatique, paleoclimatique etepirogenique. *CR. hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris*, 283:1157-1160.
- Gomes, C.F. (1986). *Argilas, o que são e para que servem*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Goy, J.L., Zazo, C., Dabrio, C.J., Lario, J., Borja, F., Sierro, F.J. e Flores, J.A. (1996). Global and regional factors controlling changes of coastline in

southern Iberia (Spain) during the Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 15: 773-780.

- Gregory, J.W. (1916). Contributions to the geology of Benguela. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 51: 495–536.
- Guiraud, M., Buta-Neto, A. e Quesne, D. (2010). Segmentation and differential post-rift uplift at the Angola margin as recorded by the transform-rifted Benguela and oblique-to-orthogonal-rifted Kwanza basins. *Marine and Petroleum Geology*, 27, 1040-1068.
- Huvi, J. B. (2010). *Dinâmica Sedimentar Recente em três Áreas seleccionadas do Litoral de Benguela. Contribuição para o Ordenamento do Território*. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra.
- INHG (2010). *Dados Meteorológicos do Aeroporto 17 de Setembro*. Benguela, 12p.
- Komar, P. D. (1998). *Beach Processes and Sedimentation*. 2nd ed., Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.
- Lencastre, A. e Franco, F.M. (1984). *Lições de Hidrologia*, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e tecnologia. 284 p.
- Malheiro, L. (1881). *Explorações geológicas e mineiras nas colónias portuguesas*. Sociedade de Geografia de Lisboa, 26 p.
- Marques, M.M. (1966). Les grandes unités géomorphologiques d'Angola. *Boletim do Serviço de Geologia e Minas de Angola*, 13: 13-16.
- Marques, M. M. (1977). Esboço das grandes unidades geomorfológicas de Angola. (2ª aproximação). *Garcia de Orta, Série de Geologia*, 2: 41-44.
- Meeuwis, J. M. e Lutjeharms, J.R.E. (1990). Surface thermal characteristics of the Angola Benguela from. *South African Journal of Marine Science* 9: 261-279.
- Monteiro Marques, M. (1963) Notas sobre geomorfologia de Angola -1- Significado morfológico de algumas «Anharas do Alto». *Garcia de Orta*, 11: 541-559.
- Montgomery, C. (2006). *Environmental Geology*. 7th Edititon, McGraw-Hill Publ., London.
- Mouta, F. e O'Donnell, H. (1933). *Carte géologique de l'Angola: notice explicative (1:2.000.000)*. República Portuguesa. Ministério das Colónias. Colónia de Angola, 87 p.
- Mouta, F. (1954). *Esboço geológico de Angola: (1:2.000.000)*. Lisboa, 206 p.
- Neto, M.G.M. (1960). *Géologie de la Région Benguela – Cuio*. 3ª Reunião do Comité Regional de Geologia da África Central e Ocidental (C.C.T.A.). Fevereiro de 1960, Kaduna, Nigéria.
- Neto, M.G.M. (1961). As bacias sedimentares de Benguela e Moçâmedes. *Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola*, 3: 63-93
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and Stratigraphy*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, Ltd., london.

- Passasi M.E. (2011). *Caracterização Geoambiental e Perspectivas do Ordenamento da faixa litoral do município da Baía Farta*. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. e McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11: 1633–1644.
- Pereira, E, Mascarenhas Neto, M.G. e Graça da Cruz, A. (2010). *Evolução do conhecimento geológico do soco cristalino*. In: J.M. Coteló Neiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha e M. Magalhães Ramalho (Eds.) *Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua história*.
- Pimentel, N.L. (2009). *Os Deltas: quando os rios depositam mar-adentro*. Ambientes Sedimentares, Aula 7. Texto não publicado. Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, Lisboa.
- Quinzeca, D.C. (2012). *Distribuição de Elementos Radioactivos em Depósitos Sedimentares Caso de Estudo do Delta do Catumbela*. Tese de Mestrado Universidade de Coimbra.
- Rebelo, F. (2001). *Riscos Naturais e Acção Antrópica*. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Selley, R.C. (2000). *Applied Sedimentology, Second Edition*. Academic Press, San Diego, 523 p.
- SMA (1974). *Colectânea de estudos hidrológicos*. Serviços Meteorológicos de Angola.
- Sanches Furtado, A.F.A. (1967). As argilas dos solos do distrito de Benguela. *Garcia de Orta*, 15: 567-576.
- Shannon, L. V. e Nelson, G. (1996). *The Benguela: large scale features and processes and system variability*, pp. 163-210. In: W. H. B. G. Wefer, G. Siedler, D. Webb, ed. *The South Atlantic: Present and Past Circulation*. Springer Berlin.
- Silva C.G., Patchineelam S.M., Neto J.A.B. e Ponzi V.R.A. (2004). *Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa*. In: Neto J.A.B., Ponzi V.G.A., Sichel S.E. *Introdução à Geologia Marinha*. Interciência, Rio de Janeiro, 175-218p.
- Silva L.S. (2011). *Dinâmica Sedimentar do Delta do Catumbela Contribuição para o Ordenamento do Território*. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra.
- Šimkevičius, P., Ahlberg, A. e Grigelis, A. (2003). Jurassic smectite and kaolinite trends of the East European Platform: implications for palaeobathymetry and palaeoclimate. *Terra Nova*, 15: 225-229.
- Sousa, F. L. P. (1915). *Esboço Geológico do Sudoeste de Angola. Texto Explicativo por M. Montenegro de Andrade*. Serviços Geológicos de Portugal, 1952. Lisboa.
- Tanner, W.F. (1995). Origin of beach-ridges and swales. *Marine Geology*, vol. 129: 149-161.

- Tavares, A. (1999). *Condicionantes físicas ao planeamento: análise da susceptibilidade no espaço do conselho de Coimbra*. Tese de Doutoramento não publicada, Universidade de Coimbra.
- Tavares, T. (2005). *Ammonites et Echinidés de l'Albien du bassin de Benguela (Angola). Systématique, biostratigraphie, paléoenvironnement et paléobiogéographie*. Tese não publicada, Université Bourgogne, Dijon, France.
- Tavares, T., Meister, C., Morais, M.L.D. e David, B. (2007). Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic framework. *South African Journal of Geology*, 110: 137-156.
- Technoexportstrov (1990). *Esquema para o desenvolvimento socio-económico da província de Benguela*. Comissão Provincial de Benguela, Gabinete do Plano), 208p.
- Tonecas, J. (2012). *Inundações nas Bacias Hidrográficas dos rios Catumbela e Cavaco*. Contribuição para o Desenvolvimento Dum Sistema de Previsão e Alerta. Tese de Mestrado, Universidade de Coimbra.
- Vieira, A.G. (1971). Serviços Meteorológicos de Angola. *Memórias*, 87: 1-21.
- Wright, L.D., Chappell, J., Thom, B.G., Bradshaw, M.P e Cowell, P. (1979). Morphodynamics of reflective and dissipative beach and inshore systems: southeastern australia. *Marine Geology*, 32: 105-140.
- Wright, L.D. e Short, A.D. (1984). Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56: 93-118.

Webgrafia

<http://www.luso-oemas.net/modules/news/article.php?storyid=162169#ixzz2XG86UQfV>

http://www.portalangop.co.ao/motix/pt_pt/portal/angop/Fev.2011

http://www.portalangop.co.ao/motix/pt_pt/noticias/sociedade/2010/10/47/Access-Executivo-contra-cheias-travam-catastrofes-populacoes-ribeirinhas,d5cd063e-d491-4a09-8803-704f78886633.html

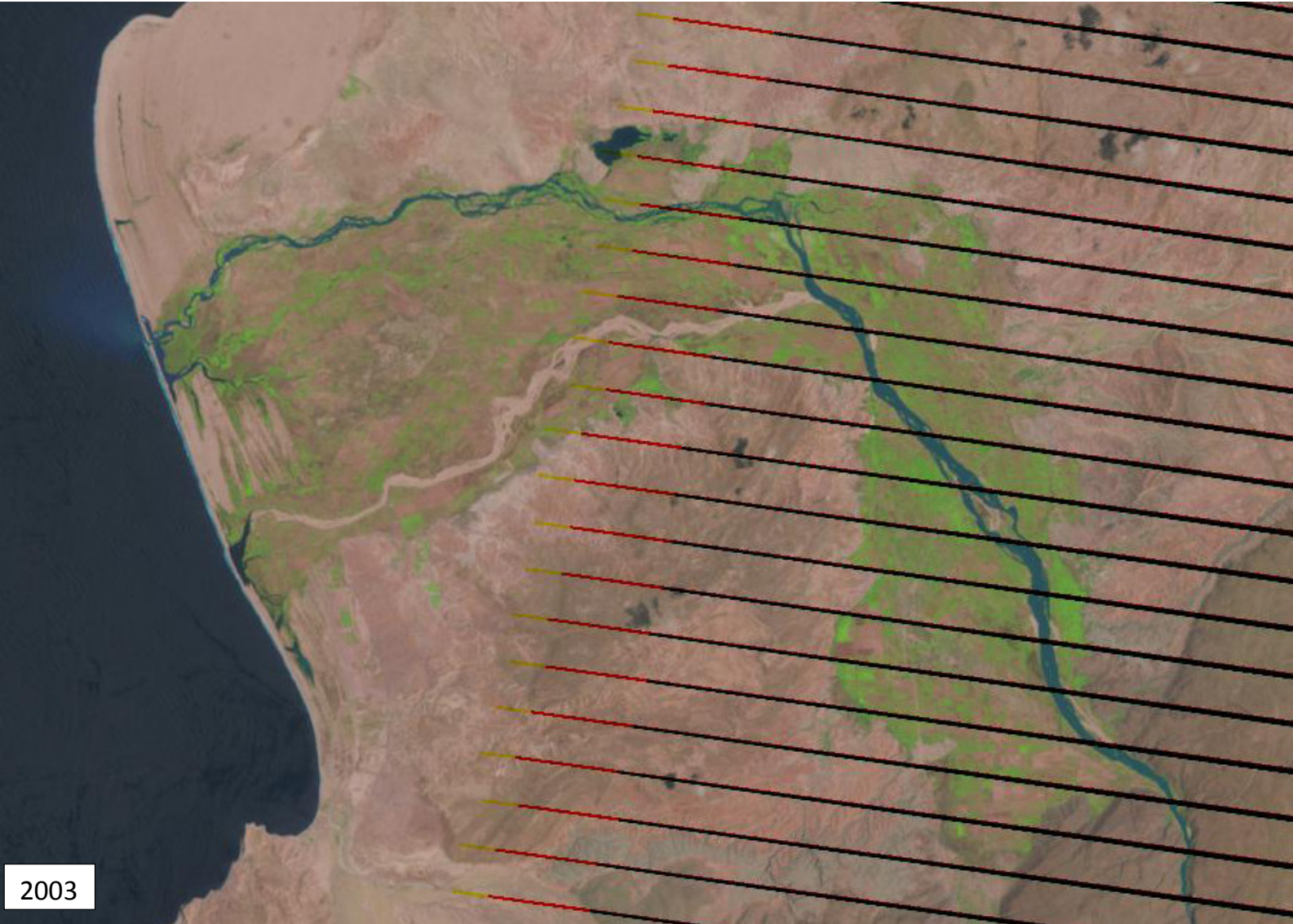
http://www.portalangop.co.ao/motix/pt_pt/noticias/sociedade/2011/1/8/Cheias-isolam-comuna-Luacho,3d63be24-d41e-41db-bad0-99152b240fc2.html

ANEXOS

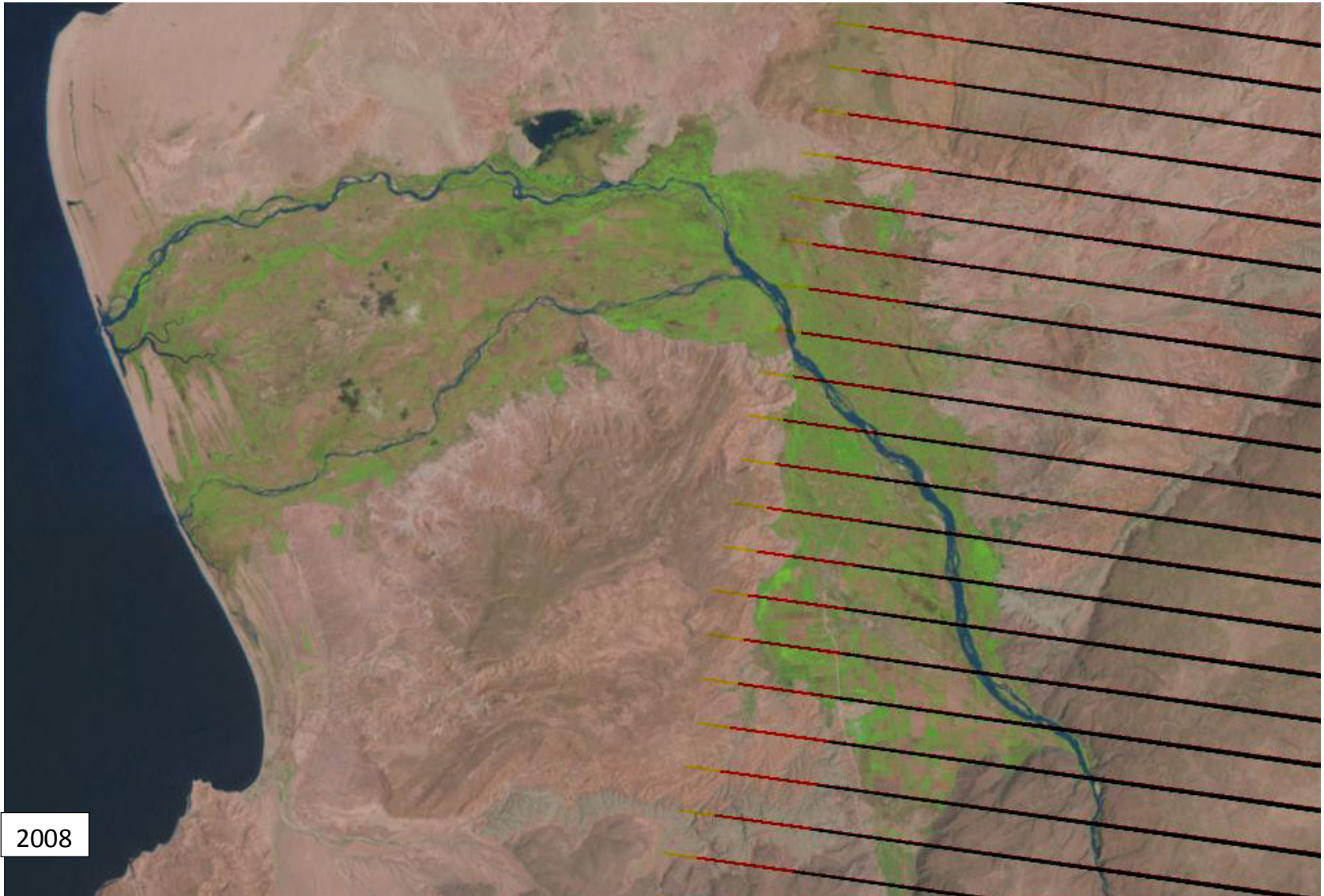
Imagens de satélite



2000



2003



2008

2012



Image © 2013 DigitalGlobe