



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

**ESTUDO DE EROSÃO E INSTABILIDADES DE
ARRIBAS ROCHOSAS DA ÁREA DO CUIO
(DOMBE-GRANDE, BAÍA- FARTA, BENGUELA,
ANGOLA)**

Manuel Cassinda Segundo

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS – AMBIENTE E ORDENAMENTO

Fevereiro, 2016





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

**ESTUDO DE EROÇÃO E INSTABILIDADES DE
ARRIBAS ROCHOSAS DA ÁREA DO CUIO
(DOMBE-GRANDE, BAÍA- FARTA, BENGUELA,
ANGOLA)**

Manuel Cassinda Segundo

MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS - AMBIENTE E ORDENAMENTO

**Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Geociências na
área de especialização em Ambiente e Ordenamento.**

Orientadores científicos

Prof. Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher
Prof. Doutor Pedro Gomes Cabral Santarém Andrade

Coimbra, 2016

Dedicatória

*De modo especial dedico este trabalho à minha
companheira de sempre Domingas Kaindi Salabinga,
aos meus filhos: Futura Hule Segundo e Futuro
Eugénio Segundo. Meus sobrinhos em especial, Noé
Cassinda Noloti Mário; aos irmãos de modo
particular, Pedro Mário.*

Agradecimentos

Em primeiro lugar tenho a agradecer a deus todo-poderoso, pelo dom da vida, os meus pais de "FELIZES MEMÓRIA" para eles dobro-me pela projeção ao longo da minha vida até tornar-me alguém nesta terra. Aos excetíssimos Professores Doutores do curso de MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS - AMBIENTE E ORDENAMENTO ministrado em Angola, particularmente os Professores Doutores Pedro Miguel Callapez Tonicher e Pedro Gomes Cabral Santarém Andrade meus excelentíssimos orientadores científicos, pelo incentivo multiforme, rigor técnico-científico, pela paciência já mais vista em atender minhas solicitações algumas vezes em horários impróprios. A MSc. Ir. Luzia Otília Kamene minha superiora hierárquica por todo apoio e dispensa dos serviços muitas vezes mesmo quando a presença no processo docente educativo era imprescindível, ao Exmo. Sr. Gil Maurício de Oliveira, proprietário da pescaria do Cuio, que sempre concedeu a minha presença dentro do espaço da empresa aí vai a minha gratidão, Lindo, pelo apoio com a embarcação, ao MSc. João Baptista Huvi pelo incentivo e apoio informático. A todos os meus condiscípulos deste curso de mestrado, de forma particular o Fernando Gimbo Kalueyo, Deulino Tchitombi Machado, Afonso Domingos Belo Caiuve, Carlos Ismael José, à Rita J.B.C. Canivete e José Chicanha Delfino pela partilha de convívio comum e encorajamento sobretudo nos momentos difíceis do percurso académico. Aos meus filhos, sobrinhos e irmãos: Futura Hule Segundo, Futuro Eugénio Trindade Segundo, Noé C. N. Mário, Clemilda Castiva de Carvalho Gaieta, Pequenino Ginga M. da Fonseca, António R. Sapalo, Pedro Mário, Isabel Castiva, Manuel Francisco Fortunato, pelos incentivos, ajuda e tolerância das ausências constantes e quase intermináveis. Ao António A. Machado, Manuel A. Baptista, Jacinto Abreu pelo apoio moral. Sem olvidar a minha família Conceição Pandécua, Rogério Pandécua e Zulmira Baptista por toda ajuda moral e material obrigado manos.

Á minha amável e companheira de sempre Domingas Kaindi Salabinga pela compressão das minhas ausências impercebíveis e o fraterno apoio moral imensurável. A toda a família, amigos e todos (desconhecidos) obrigado.

O MEU ETERNO AGRADECIMENTO A TODAS AUTORIDADES: LOCAIS, DA COMUNA DO DOMBE-GRANDE, BAÍA-FARTA, BENGUELA – ANGOLA.

ÍNDICE

Dedicatória	I
Agradecimentos	II
Índice	III
Índice de figuras	VI
Índice de quadros	XI
Resumo	XII
Abstract	XIII

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....1

1.1 Contextualização do tema.....	1
1.2 Objetivo geral.....	2
1.3 Objetivos específicos.....	2
1.4 Estrutura do trabalho.....	3

CAPÍTULO II - ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO.....5

2.1 Enquadramento geográfico e administrativo.....	5
2.1.1 - Atividades socioeconómicas.....	7
2.2 Enquadramento climático e hidrológico.....	8
2.3 Enquadramento geomorfológico e geológico.....	12
2.4 Aspetos geológicos da área em estudo.....	20

CAPÍTULO III - EROÇÃO COSTEIRA E INSTABILIDADES DE ARRIBAS

.....	27
3.1 Erosão costeira.....	27
3.1.1 Processos erosivos.....	30
3.1.2 Causas da erosão costeira.....	31
3.1.3 Medidas de prevenção e métodos de proteção costeira.....	33
3.1.4 Estabilização de arribas e métodos de prevenção.....	35
3.2 Movimentos de Instabilidade.....	36
3.2.1 Causas de movimentos de instabilidades.....	36
3.2.2 Desmoronamentos.....	37

3.2.3	Basculamentos.....	38
3.2.4	Deslizamentos.....	38
3.2.5	Fluxos.....	39
CAPÍTULO IV - METODOLOGIA DE ANÁLISE.....		41
CAPÍTULO V - ESTUDO DA EROSÃO COSTEIRA E DE		
INSTABILIDADE DE ARRIBAS.....		47
5.1	Descrição de arribas costeiras entre as praias do Cuio e de Kalohanda.....	47
5.1.1	Estudo da 1ª Estação.....	48
5.1.2	Estudo da 2ª Estação.....	51
5.1.3	Estudo da 3ª Estação.....	53
5.1.4	Estudo da 4ª Estação.....	55
5.1.5	Estudo da 5ª Estação.....	57
5.1.6	Estudo da 6ª Estação.....	60
5.1.7	Estudo da 7ª Estação.....	61
5.1.8	Estudo da 8ª Estação.....	64
5.1.9	Estudo da 9ª Estação.....	66
5.1.10	Estudo da 10ª Estação.....	70
5.1.11	Estudo da 11ª Estação.....	72
5.1.12	Estudo da 12ª Estação.....	74
5.1.13	Estudo da 13ª Estação.....	76
5.1.14	Estudo da 14ª Estação.....	78
5.2	Avaliação da erosão costeira na área entre o Cuio e Kalohanda.....	80
5.2.1	Litologia.....	81
5.2.2	Espaçamento das discontinuidades.....	81
5.2.3	Espessura das camadas.....	81
5.2.4	Atitude das camadas.....	82
5.2.5	Proteção do sopé.....	83
5.2.6	Altura das arribas.....	84
5.2.7	Grau de intensidade das ações marinhas.....	84
5.2.8	Suscetibilidade erosiva das arribas costeiras.....	85

5.3 Fatores determinantes das instabilidades das arribas costeiras entre o Cuio e Kalohanda.....	87
6 - Conclusões e recomendações.....	89
Referências bibliográficas.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 – Localização das estações de estudo (imagem adaptada do Google Earth).....	3
2.1– A- Mapa geral de África, ilustrando a região ocupada por Angola; B- Mapa de localização e a divisão administração de Angola; C- Mapa de Benguela ilustrando a área de estudo e os dados preliminares do censo populacional (INE, 2014)	6
2.2 – Ilustração relativa à deslocação em barco para as áreas de estudo.....	7
2.3 – Imagem panorâmica do porto do Cuio.....	8
2.4 – Imagem ilustrativa da atividade pesqueira na zona de Tchituca, observando-se bancas com esteiras artesanais, onde a população local obtém peixe seco. Para além da pesca costeira propriamente dita, a seca e salga de peixe, bem como a produção de sal são atividades tradicionais e seculares na região, envolvendo uma boa parte da sua população ativa.....	8
2.5 – Vista ilustrativa da atividade agrícola na planície arenosa litoral circundante ao Cuio, observando-se, como pano de fundo, vertentes com cornijas e escarpamentos do maciço calcário do Dombe Grande. Estes campos de cultivo prolongam-se para Norte, ao longo de vários quilómetros, até à planície aluvial do Rio Coporolo, formando o sustento das populações locais.....	9
2.6 – Valores médios de pluviosidade para o território de Angola, no trimestre de janeiro a março (1961-2013), expressos em "mm" (Fonte: www.inamet.gov.ao ; consultado em 30 de janeiro de 2016).....	10
2.7 – Gráfico termopluiométrico válido para a região litoral de Benguela e respeitante ao vinténio de 1988 a 2008, construído a partir de dados meteorológicos registados no Aeroporto 17 de Setembro (2010) (segundo Huvi, 2010).....	11
2.8 – Esboço geomorfológico de Angola com a representação das principais unidades de paisagem (segundo Atlas Geográfico de Angola, 1982).....	14
2.9 – Esboço geológico da Bacia de Benguela e unidades presentes (Adaptado de Buta-Neto <i>et al.</i> , 2006). A área em estudo encontra-se localizada no retângulo a negro.....	16

2.10 – Foto panorâmica de arriba com concheiros da pescaria da praia de Kalohanda (3ª Estação).....	21
2.11 – Foto panorâmica de arribas da pescaria da praia de Tchipadagoma (7ª e 8ª Estações).....	21
2.12 – Aspetos da erosão física na arriba viva, no Cuio (A) e de bioerosão atual sobre calcário fossilífero (B).....	22
2.13 – Aspeto de plataforma de abrasão da pescaria da praia do Cuio (9ª Estação)..	22
2.14 - Aspeto de plataforma de abrasão, com a presença de concheiro pré-histórico na pescaria da praia de Kalohanda (3ª Estação).....	23
2.15 – Panorâmica dos depósitos de vertente e dos escarpamentos na pescaria da praia da Tchituca (5ª Estação).....	23
2.16 – Esboço geológico da área em estudo (base cartográfica em Google Earth e limites geológicos traçados com base em levantamentos de campo e de observação remota). 1 – Soco Pré-Câmbrico e Formação de Cuvo; 2 – Formações Sal Maciço e de Binga; 3 – Formações de Catumbela/Twenza; 4 – Formação de Quissonde; 5 – Depósitos lagunares e aluviais do Plistocénico; 6 – Aluviões e coluviões holocénicos – depósitos de “rio seco”; 7 – Depósitos de vertentes carbonatados; 8 – Areias de praia e duna; 9 – Falha; 10 – contatos geológicos; 11 – direção e pendor da estratificação (pendores entre 10º a 30º NO); 12 – Concheiro pré-histórico; 13 - Estação do presente estudo.....	25
3.1 – Representação de queda de blocos na 2ª estação da área de trabalho.....	39
3.2 – Representação de fluxo de detritos na Formação de Quissonde, localizados da 7ª estação da área em estudo.....	40
4.1 – Fluxograma da metodologia utilizada no presente trabalho.....	43
5.1 - Ilustração das estações da área em estudo e sua localização ao longo do troço de costa compreendido entre o Cuio e Kalohanda (Base: imagem retirada de <i>Google Earth</i> em 10.01.2016).....	48
5.2- Cone de dejeção na frente do depósito de vertente da Estação 1, na Tchipadagoma, observando-se a extensa cornija com calcários diaclasados na parte	

superior, numerosos blocos caídos, a berma superior da praia que comunica com a arriba ativa e algumas habitações rudimentares da comunidade piscatória (Foto do autor).....	50
5.3 - Aspetos da Estação 2. (a) Bloco rochoso instabilizado no sopé da vertente e tipo de vegetação rasteira; (b) atividade agrícola rudimentar peto do sopé da vertente, observando-se a cornija na sua parte superior e o depósito de vertente correspondente, com grandes blocos de calcário da Formação de Catumbela caídos.	52
5.4 - ilustração de troço de arriba na Estação 3, parcialmente coberto pela acreção de areias e mostrando desgaste erosivo diferencial e meteorização química.	54
5.5 - Aspeto da Estação 4, na sua parte mais interna, situada frente à berma alta da praia, observando-se o espesso depósito de vertente sobre a Formação de Quissonde e o escarpamento superior, com calcários compactos da Formação de Catumbela...	56
5.6 - Aspeto da Estação 5, fronteira à povoação, observando-se o depósito de vertente correspondente, com numerosos blocos de calcário, e que mascara estratos da Formação de Quissonde, para além do escarpamento superior com calcários compactos da Formação de Catumbela.....	58
5.7 - Imagem panorâmica da Estação 6, localizada no extremo norte da enseada de Tchituca. Observa-se a extensa cornija no topo, com calcários da Formação de Catumbela e o depósito de vertente subjacente.....	60
5.8- Imagem da arriba na estação 7, sendo que o troço figurado apresenta areias de praia no seu sopé, mas também um cordão litoral espesso de seixos e blocos angulosos a rolados, resultantes da ondulação e deriva litoral de sul. É interessante ver a continuidade que existe entre os processos das instabilidades e desmoronamento de blocos e detritos para o sopé da arriba e a ação da deriva litoral, particularmente forte durante as calemas.....	63
5.9 – Panorâmica da arriba no local da Estação 8, notando-se a presença de uma zona de sopé, muito desenvolvida, com profusão de blocos inseridos em depósito de vertente e, em plano mais recuado, uma face verticalizada com grande empilhamento de estratos carbonatados, mais calcários no troço superior, em que a litofácies já se aproximam das da Formação de Catumbela. O fator espaçamento das diáclases foi considerado ser pertencente no primeiro termo, com diáclases afastadas a muito afastadas. O fator espessura das camadas foi considerada no 2º termo que	

corresponde camadas com espessura mediana. Notem-se, também, as importantes instabilidades presentes do lado esquerdo da foto, com fraturas verticais prenunciadoras de futuros movimentos.....65

5.10 – Amostra de calcário margoso da Estação 8, no qual se observa molde externo de amonite albiana, pertencente à Formação de Quissonde.....66

5.11 - Aspeto da Estação 9, localizada perto do Cuio, observando-se a arriba ativa composta por estratos finos, alternantes, de calcário margoso noduloso e de marga, formando dois conjuntos de coloração distinta, em que a estratificação pende suavemente para nordeste, sendo conforme com a exposição da arriba.....67

5.12 – Aspeto da arriba da Estação 9 com uma das falhas mencionadas no texto. Esta falha é sindeposicional e estará associada a estrutura de deslizamento submarino (*slumping*) intra Formação de Quissonde. Note-se igualmente o depósito de praia suprajacente, de onde provém fluxos de detritos.....69

5.13 - Imagem que ilustra uma panorâmica da Estação 9, observando-se a existência de falhas na arriba, associadas a dobras de arrasto e, na parte superior, o depósito de praia mencionado no texto.....71

5.14 - Aspeto da arriba ativa da Estação 11, observando-se estratos diaclasados de rochas carbonatadas da Formação de Quissonde.....73

5.15 – Aspeto da arriba ativa na Estação 12, observando-se uma falha inversa com expressão local que desloca os estratos carbonatados. De notar também os grandes blocos caídos, resultantes de instabilidades recentes.75

5.16 – Aspeto da arriba ativa na Estação 13, frente à linha de água mencionada no texto. Observa-se, em primeiro plano, um fluxo de detritos e alguns matérias remobilizados pela deriva litoral, a par de diversos desmoronamentos e materiais de vertente silto-argilosos, ligados a fluxos.....78

5.17 – Aspeto da arriba do Cuio na Estação 14, observando-se o maciço calcário fraturado, compostos por calcários, calcários margosos e margas da Formação de Quissonde.....79

5.18 – Distribuição do fator Litologia de acordo com as Formações nas várias estações consideradas.....82

5.19 – Distribuição da orientação das camadas nas estações estudadas.....	83
5.20 – Histograma relativo à proteção de sopé das arribas.....	83
5.21 – Distribuição da altura das arribas.....	84
5.22 – Intensidade das ações marinhas.....	85
5.23 – Tipologias de instabilidade presentes nas estações.....	87
5.24 – Causas externas da instabilidade nas arribas.....	88

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 4.1 – Versão resumida da Ficha A, relacionada com o estudo de situações de instabilidade.....	45
Quadro 4.2 – Ficha B, relacionada com o estudo da suscetibilidade à erosão costeira.	46
Quadro 5.1 – Resultados da avaliação da suscetibilidade à erosão.....	86
Quadro 5. 2 – Classes ou graus de suscetibilidade à erosão costeira.....	86

Resumo

O presente trabalho estuda a erosão e instabilidades de arribas rochosas nas áreas do Cuio, Tchipandagoma, Tchituca e Kalohanda que se localizam no litoral da província de Benguela, no Dombe-Grande, no município da Baía-Farta. Este setor do litoral angolano encontra-se ainda pouco estudado, mas tem grande interesse para estudos científicos, a par de cenários de rara beleza e praias extensas com grande potencial para atividades económicas ligadas ao turismo, sobretudo as balneares. Todavia, observam-se numerosas situações de instabilidades nessas arribas, parte delas próximas de populações e de infraestruturas, justificando um estudo detalhado, seguido de recomendações sobre os pontos de maior perigosidade e medidas preventivas a tomar nessas situações.

A geologia local das áreas em estudo compreende parte do extremo sul do *onshore* da Bacia sedimentar de Benguela e consiste, sobretudo, em afloramentos com sucessões carbonatadas espessas das Formações de Quissonde e de Catumbela, de idade albiã. Esta última unidade, mais rica em bancadas espessas de calcário, forma escarpamentos no topo das arribas e nas costeiras próximas aos vales secos das enseadas locais. A unidade subjacente apresenta litologias bastante mais margosas, dispostas em alternâncias rítmicas de bancadas menos espessas. A área é semidesértica, com vegetação seca e bastante escassa, e solos esqueléticos. No litoral ocorrem ainda depósitos plistocénicos, associados a níveis de praia levantada, por vezes com concheiros.

O estudo compreendeu 14 estações repartidas pelas arribas de Kalohanda (1-3), Tchituca (4-6), Tchipandagoma (7-8) e Cuio (9-14). O tipo de instabilidades encontrado consiste sobretudo na queda de blocos rochosos e fluxos. Verificou-se ainda a ocorrência de deslizamentos e situações de basculamento.

A suscetibilidade à erosão costeira foi definida como média e elevada, respetivamente em 54,5% e 27,3% das arribas estudadas.

Palavras-chave: Erosão costeira; Instabilidades; Suscetibilidade; Arribas, Cuio; Angola.

Abstract

This work deals with erosion and stability problems on cliffs from the seashore areas of Cuio, Tchipandagoma, Tchituca and Kalohanda located in the coast of Benguela Province, near Dombe Grande, in the municipality of Baía-Farta. This sector of the Angolan coast is scarcely studied, but reveals a large interest for scientific studies. It also shows amazing landscapes and large beaches with a huge potential for economic activity related with tourism, with emphasis on beach leisure. However, many situations with stability problems can be observed in these areas, part of them occurring near population areas. A detailed study followed by recommendations about hazard points and preventive measures was carried out.

The local geology of the studied areas is part of the southern onshore end of the Benguela sedimentary basin. It mainly consists of exposures with thick carbonated successions of the Quissonde and Catumbela Formations of Albian age. The last of these units is dominated by limestone thick beds that outcrop as escarpments on the top of the rocky cliffs, near the dry valleys of the local bays. The lower unit shows marly facies articulated as rhythmic succession whit thin beds. The local climate is semi desert, the vegetation is scarce and the soils skeletal. There is also a variety of Pleistocene deposits on the littoral, which are associated with raised beach levels, sometimes with shell mounds.

The study comprehends 14 stations along the Kalohanda (1-3), Tchituca (4-6), Tchipandagoma (7-8) and Cuio (9-14) cliffs. The main slope failures identified were the rock falls and flows. Slide and toppling failures are also observed. The coastal erosion was classified as medium and high, respectively, in 54.5% and 27.3%.of the studied cliffs.

Keywords: Coastal erosion; Slope stability; Susceptibility; Cliffs, Cuio; Angola.

Capítulo 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Contextualização do tema

O tema fundamental da presente dissertação corresponde ao estudo de erosão e instabilidade de arribas rochosas, incidindo sobre diversos exemplos caracterizados pela proximidade de núcleos populacionais piscatórios. Os locais selecionados encontram-se implantados nas áreas do Cuio e da Kalohanda, as quais se localizam, por sua vez, no setor meridional do município da Baía-Farta, no litoral da província de Benguela, em Angola.

Num país em que uma fração significativa da população reside junto ao litoral oceânico, em faixas compreendidas no onshore das bacias sedimentares de Kuanza, Benguela e Namibe, onde as sucessões estratigráficas compreendem volumes significativos de litologias pouco resistentes à ação continuada dos agentes de geodinâmica externa, os problemas de erosão costeira e de instabilidade são significativos em muitos locais fronteiros à linha de costa, sobre os quais incidiu a implantação de infraestruturas e fixação de populações. Neste sentido, o seu estudo tem vindo a adquirir uma pertinência crescente, sobretudo quando se encontram afetados vários setores da extensa orla litoral angolana, que possuem um grande interesse económico relacionado com o turismo e as atividades balneares. Para além disso, uma parte considerável das áreas urbanas do país, de maior importância demográfica e socioeconómica, situam-se precisamente no litoral, quase sempre em troços ocupados por materiais sedimentares, facto que ainda mais acentua as problemáticas relacionadas com a evolução dinâmica dos sistemas costeiros, e com os fenómenos erosivos e instabilidades por eles geradas.

Em estudos desta natureza, tendencialmente transversais e multidisciplinares, devem ter-se em conta aspetos geológicos fundamentais, intrínsecos aos maciços rochosos, entre os quais se enfatizam a litologia, a percolação da água, as estruturas geológicas (incluindo a atitude estrutural da estratificação e estruturas de deformação, tais como dobras e falhas), e a rede de fracturação, que são da maior importância na interpretação da dinâmica das instabilidades e

da evolução das arribas. Devem também considerar-se aspetos geomorfológicos locais, influenciados pela evolução climática e pela tectónica, designadamente a dimensão e morfologia dos taludes, a sua exposição, bem como a ocupação do solo. As arribas, enquanto resultado físico da confrontação entre os maciços rochosos e a dinâmica oceânica, tendo em atenção as características geológicas, climáticas e hidrodinâmicas do meio onde se encontram inseridas, são submetidas a uma ação constante da erosão costeira, verificando-se um recuo gradual das suas frentes ativas. Este desgaste ativo e continuado pode provocar danos em infraestruturas, bem como perturbações nas atividades económicas e nas populações que escolheram a proximidade destas geoformas para se estabelecerem, sem que, para isso, houvesse um conhecimento e uma planificação adequada, por forma a evitar ou mitigar estes fenómenos causadores de prejuízos económicos, ou mesmo, em situações mais extremas, danos ou perda de vidas humanas (Montgomery, 1997).

Desta forma, a erosão costeira é uma realidade constante de qualquer país cujo interior ou fronteiras externas comuniquem com grandes massas de água, verificando-se essencialmente nas margens dos oceanos e das zonas lacustres (Charlier & Meyer, 1998), precisamente as áreas que, com uma certa atração do homem pela proximidade dos espaços naturais aquáticos e dos recursos e mobilidade que eles propiciam, têm vindo a registar maior crescimento demográfico no decorrer das últimas décadas. Tais fluxos migratórios estão interrelacionados com outros fenómenos socioeconómicos e políticos complexos, envolvendo períodos de conflito, mas também o êxodo rural associado à procura de melhores condições de vida, sendo esta a realidade de diversos países africanos, como é o exemplo de Angola.

Considerando a pertinência efetiva destes estudos no momento presente que se vive no território angolano, aberto a projetos de desenvolvimento fomentados por uma economia virada para o empreendedorismo, no contexto geral de um progresso estruturado, o presente trabalho visa propiciar mais um contributo para a dinâmica em curso, sendo suscetível de ser aproveitado por agentes, sobretudo os económicos e os de poder local, com vista ao benefício

das populações e de atividades empresariais. Neste contexto, o estudo efetuado engloba 14 estações, nas zonas do Cuio e da Kalohanda, sendo que a distância linear entre as estações mais afastadas é de aproximadamente 7 340 m (Fig. 1.1).

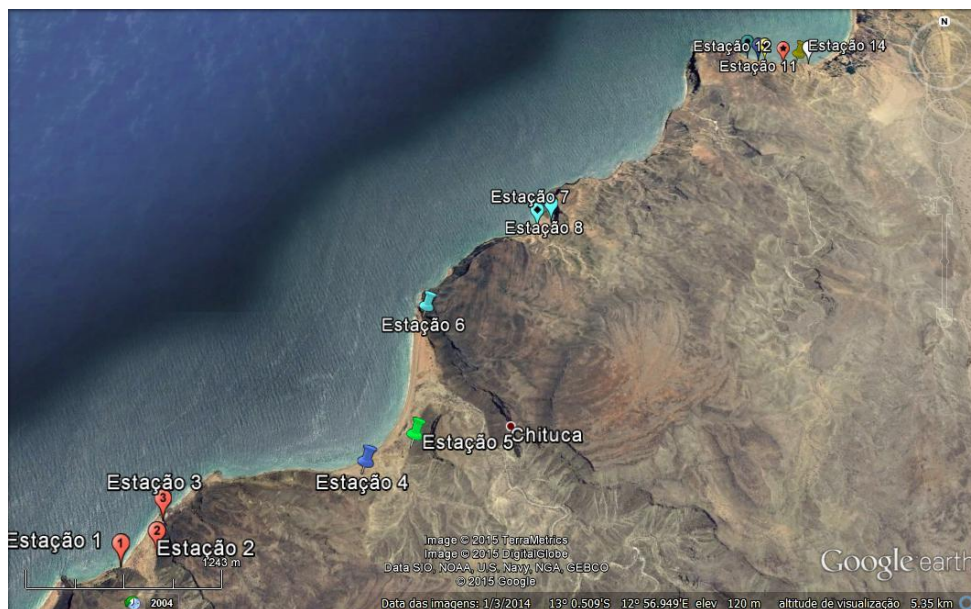


Figura 1.1- Localização das estações de estudo (imagem adaptada do Google Earth).

1.2 - Objetivo geral

Neste trabalho pretende-se caracterizar a erosão e instabilidade de arribas; determinar a suscetibilidade erosiva e definir as principais causas dos processos erosivos e de instabilidade nas áreas do Cuio e da Kalohanda, na província de Benguela.

1.3 - Objetivos específicos

No estudo efetuado desenvolveram-se os seguintes aspetos temáticos:

- Efetuou-se o enquadramento geográfico e geológico da área considerada;
- Caracterizou-se a erosão e instabilidade das arribas na área em estudo, através de fichas de campo estruturadas;

- Procedeu-se ao estudo dos tipos de instabilidades identificados nas arribas, bem como das suas causas;
- Identificaram-se e descreveram-se as consequências da instabilidade e de erosão das mesmas arribas;
- Determinou-se a suscetibilidade à erosão dessas arribas;
- Estabeleceram-se medidas de modo a minimizar ou evitar processos erosivos e situações de instabilidade.

1.4 - Estrutura do trabalho

O trabalho realizado é constituído por seis capítulos. O primeiro capítulo centra-se principalmente na introdução e contém a Figura 1.1, na qual está representada a localização das estações consideradas. Neste primeiro capítulo são ainda apresentados os objetivos gerais e os específicos. No segundo capítulo descreve-se o enquadramento geográfico, hidrológico e climático, mencionam-se as principais atividades socioeconómicas das áreas de estudo e definem-se os enquadramentos geomorfológicos e geológicos. No terceiro capítulo estabelecem-se considerações sobre a erosão costeira e os movimentos de instabilização nas arribas. No quarto, efetua-se a abordagem da metodologia que foi utilizada no presente trabalho. No quinto capítulo expõe-se o desenvolvimento do estudo da erosão costeira nas arribas, bem como da caracterização dos movimentos de instabilidade em diferentes estações localizadas nas áreas do Cuio e da Kalohanda. Por fim, no sexto capítulo apresentam-se as conclusões do trabalho efetuado.

Deste modo o presente trabalho pretende constituir um contributo válido para o ordenamento do território nas áreas estudadas, designadamente da praia do Cuio, de Tchipandagoma, da Tchituca e da Kalohanda, e ainda propor medidas de prevenção, mitigação e de estabilização das situações ocorrentes em arribas e vertentes/ taludes.

Capítulo II - ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO

2.1 - Enquadramento geográfico e administrativo

A República de Angola é um dos principais países da fachada atlântica da África Austral, ocupando um extenso território do interior do continente, pleno de diversidade humana e de espaços naturais, compreendido entre a República Democrática do Congo e República do Congo, a Norte e Nordeste, a República da Zâmbia, a Este, e a República da Namíbia, a Sul.

Este território de difícil penetração no passado, marcado por contrastes profundos entre as principais cidades densamente povoadas e o vasto *hinterland* do interior planáltico, estende-se, deste modo, entre as latitudes de 04° 22' S e 18° 02' S e os meridianos de 11° 38' E e 24° 35' E de longitude, abrangendo uma superfície calculada em 1 246 700 km² (Figs. 2.1A e 2.1B). A sua longa e recortada fronteira marítima, na qual se situam importantes cidades portuárias como Luanda, Lobito e Namibe, alcança cerca de 1 560 km de extensão, sendo que a fronteira terrestre, prolongada ao remoto interior africano, atinge 4 690 km. Também a extensão Norte-Sul do país é de cerca de 1300 km, e de Oeste a Este, aproximadamente 1250 km (João & Silva, 2007). Neste quadro de espaço geográfico multifacetado, o território angolano tem uma população atual estimada em 24 383 301 habitantes, se bem com grandes disparidades na sua repartição, acentuadas pelo êxodo rural e por anos de instabilidade e conflito que se seguiram á independência.

Quanto à região em estudo, esta faz parte da faixa litoral da Baía Farta, que é um dos dez municípios da Província de Benguela (INE, 2014), com uma população estimada em 102 989 habitantes, o que perfaz perto de 0,5 %, da população angolana, estando dividida administrativamente em quatro comunas (Sede - Baía Farta, Dombe Grande, Equimina e Kalohanda) (Fig. 2.1C).

É, precisamente, na comuna do Dombe Grande, posicionada no extremo sudoeste do Município da Baía Farta, que fica localizada a área em estudo, centrada na povoação piscatória do Cuio. A sua acessibilidade é relativamente precária, efetuando-se através de um estradão de terra batida que, a partir do limite meridional do Dombe Grande, no local se inicia a estrada principal de ligação para o Namibe, contorna o maciço calcário circundante à povoação e inflete para Oeste, até atingir a planície litoral. Após um percurso aproximadamente de 15 km, marcado pelo carácter árido e agreste da paisagem circundante, com os seus escarpamentos rochosos e vales secos onde afloram corpos de gesso deformado, chega-se ao Cuio - local fresco e aprazível, eivado de cabanas e de arboretos, por entre vestígios de uma antiga pescaria do período colonial e frente a uma extensa baía de paisagem deslumbrante, com forte potencial turístico-lúdico.

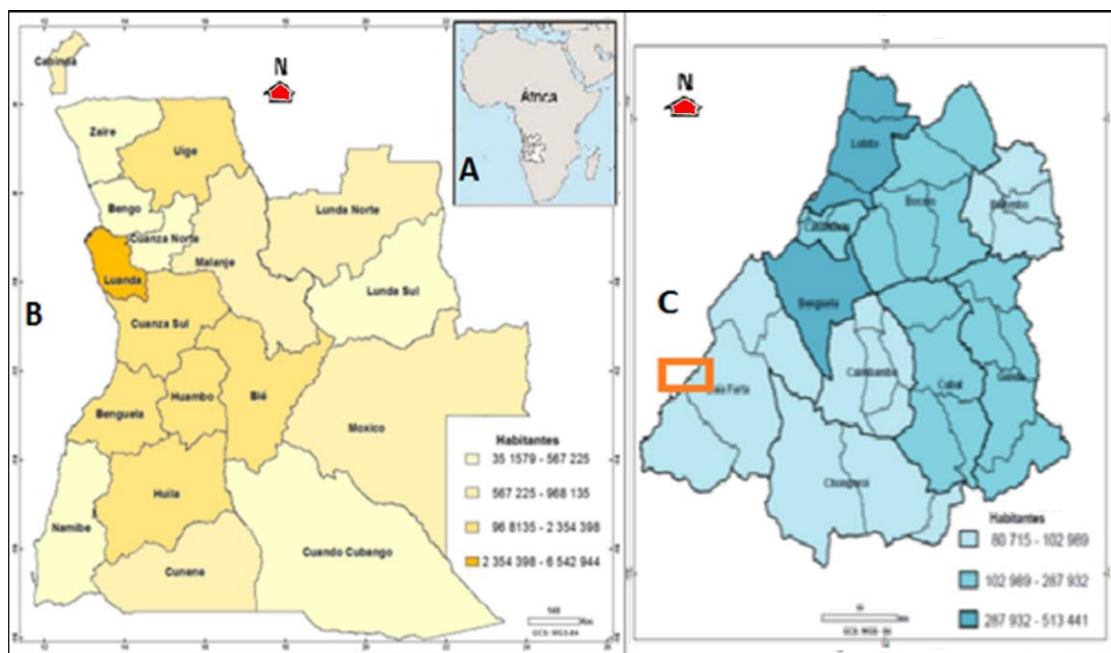


Figura 2.1 – A- Mapa geral de África, ilustrando a região ocupada por Angola; B- Mapa de localização e a divisão administração de Angola; C- Mapa de Benguela ilustrando a área de estudo e os dados preliminares do censo populacional (INE, 2014).

A partir do Cuio, o acesso aos restantes locais e populações abrangidas pelo presente estudo, nomeadamente a Kalohanda e a Tchituca, efetua-se por barco, utilizando-se para efeito embarcações disponibilizadas por pescadores locais (Fig. 2.2), dado que a alternativa por meio terrestre é difícil, efetuando-se

através de um carreiro, num percurso sinuoso e acidentado que demora várias horas. Como resultado, é marcante o isolamento dos pequenos núcleos populacionais de pescadores residentes nas enseadas situadas a Sul do Cuio, fazendo-se sentir a precariedade de infraestruturas básicas, entre as quais o abastecimento em água potável, géneros alimentícios e combustível, que, com frequência, são trocados por peixe pelos residentes locais.



Figura 2.2 – Ilustração relativa à deslocação em barco para as áreas de estudo.

2.1.1- Atividades socioeconómicas

O Cuio e a Kalohanda são localidades que se desenvolveram, sobretudo, graças à atividade pesqueira e à existência de um porto pesqueiro. A estas, junta-se a de uma agricultura praticada em pequena escala, pelo facto desta última atividade se desenvolver, sobretudo, na época chuvosa (Figs. 2.3, 2.4, 2.5). Este facto terá obrigado as populações a aglomerarem-se na costa, onde há abundância em peixe, impelindo-as a praticarem a atividade pesqueira durante todo o ano, instalando pescarias e salinas (Neto,1960).



Figura 2.3 - Imagem panorâmica do porto do Cuio.



Figura 2.4 – Imagem ilustrativa da atividade pesqueira na zona de Tchituca, observando-se bancas com esteiras artesanais, onde a população local obtém peixe seco. Para além da pesca costeira propriamente dita, a seca e salga de peixe, bem como a produção de sal são atividades tradicionais e seculares na região, envolvendo uma boa parte da sua população ativa.

2.2 - Enquadramento climático e hidrológico

A situação geográfica de Angola, situada na zona intertropical e subtropical do hemisfério Sul, a proximidade do oceano e da corrente fria de Benguela, a orografia e altimetria do território, a latitude (de 4° a 18° S) e as características fisiográficas das bacias hidrográficas dos rios Cunene, Zambeze, Cubango, Cwanza e Zaire constituem um conjunto importante de fatores cuja convergência contribui significativamente para o tipo e diversidade do clima, à escala nacional (Fituni, 1985). Em traços gerais, à semelhança de outros países africanos, constata-se a presença de duas estações bem distintas e que são extensíveis a todo o país: (1) A estação das chuvas, conhecida por

“período quente” e com expressão nos meses de outubro a finais de maio; (2) A estação seca, designada também por “período fresco” ou “época do cacimbo”, com começo em junho e prolongando-se até à parte final do mês de setembro (MINUA, 2006).



Figura 2.5 - Vista ilustrativa da atividade agrícola na planície arenosa litoral circundante ao Cuio, observando-se, como pano de fundo, vertentes com cornijas e escarpamentos do maciço calcário do Dombe Grande. Estes campos de cultivo prolongam-se para Norte, ao longo de vários quilómetros, até à planície aluvial do Rio Coporolo, formando o sustento das populações locais.

Quanto à faixa costeira da Província de Benguela, esta é classificada, geralmente, como sendo de clima semidesértico, muito em consequência dos valores bastante fracos de pluviosidade registados ao longo do ano (Fig. 2.6), sobretudo no litoral. A aridez daí resultante está patente na escassez do coberto vegetal e na frequência dos rios secos. Excetua-se as planícies aluviais e as áreas adjacentes das embocaduras dos rios Catumbela, Cavaco, Dungo, Coporolo e Equimina, que correspondem a cursos mais extensos, dependentes de bacias hidrográficas que se prolongam para zonas de maior altitude do interior do país, nas quais o clima é bastante mais pluvioso. Com efeito, para além destas áreas aluvionares em que a humidade e os solos férteis permitem a presença de terras de cultivo (nacas) e de plantios de

bananais, de palmeirais e de cana-de-açúcar, todo o restante espaço litoral se restringe a um coberto vegetal esparso, em que domina a vegetação rasteira e de pequeno porte, e o estrato arbustivo compreende espécies de plantas espinhosas.

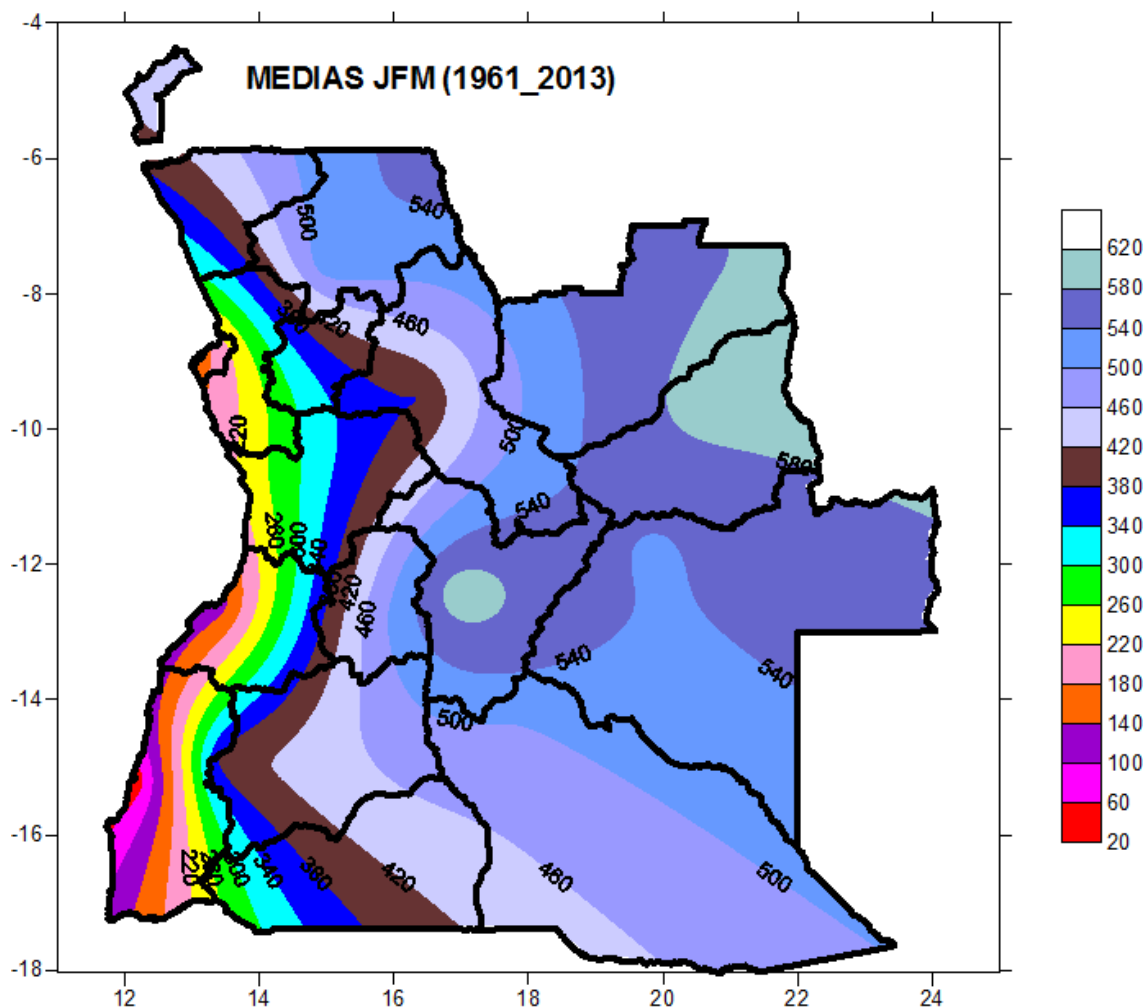


Figura 2.6. Valores médios da pluviosidade no território de Angola, durante o trimestre de janeiro a março (1961 - 2013), expressos em "mm" (Fonte: www.inamet.gov.ao).

O regime de precipitação e a distribuição anual das temperaturas mínimas, máximas e médias diárias são duas características essenciais para a caracterização do clima à escala regional, incluindo a evolução climática e sua estimativa a médio e longo termo (Bradley, 1985). Neste sentido, com base na classificação de Thornthwaite e de acordo com as indicações expressas em IICT (1981), a região litoral de Benguela, incluindo as regiões do Cuio e da Kalohanda, ao estarem situadas na envolverência da região do Sudoeste de Angola, apresentam um clima que é árido, ao longo da faixa litoral posicionada a Sul de Benguela, passando a megatérmico, no troço que se estende para

Norte desta cidade e na totalidade da sua extensão interior. De acordo com a classificação de Koppen, pode considerar-se que o espaço de implantação da cidade de Benguela regista um clima seco e semidesértico, como resultado da pluviosidade reduzida que se verifica nesta parte do litoral e que sofre a influência do deserto do Namibe, cuja aridez é muito considerável (Fig. 2.7). Consult (2007) sustenta que Benguela apresenta dois tipos de condições climáticas: (1) Quente e seco – em particular na faixa litoral, com uma aridez muito expressiva e uma humidade relativa que no decorrer do ano mantém valores elevados; e (2) Mesotérmico – no interior, com o regime da pluviosidade mais chuvoso. Nesta faixa os valores médios de precipitação anual oscilam entre 100- 250 mm (Minua, 2006).

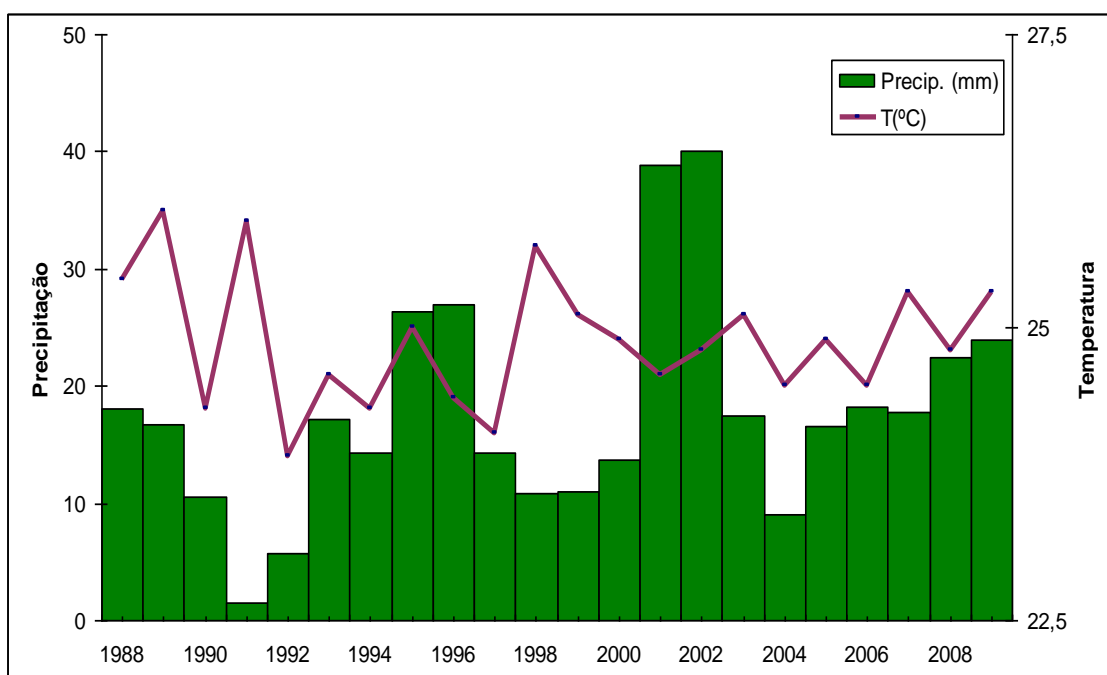


Figura 2.7 – Gráfico termopluiométrico válido para a região litoral de Benguela e respeitante ao vinténio de 1988 a 2008, construído a partir de dados meteorológicos registados no Aeroporto 17 de Setembro (2010), (segundo Huvi, 2010).

Considerando a rede hidrográfica regional e local, os cursos de água mais importantes na Província de Benguela são o Balombo, o Catumbela, o Cavaco e o Coporolo. Destes, apenas os rios Cavaco e Coporolo possuem caudal intermitente, transportando água durante a época das chuvas, normalmente entre setembro e abril (Consult, 2007). Todas as restantes redes de drenagens, menos extensas, permanecem secas durante a maior parte do ano. Muitos

destes “rios secos” apresentam os seus leitos a confluírem ao longo de dambas, como sucede, por exemplo, no Lobito e sua periferia. Todavia, estes cursos secos são propensos à ocorrência de *flash floods* quando, com a periodicidade de alguns anos, ocorrem intervalos particularmente pluviosos na época das chuvas.

Quanto ao Dombe Grande, este enquadra-se no setor situado mais a jusante da vasta bacia hidrográfica do rio Coporolo. Esta bacia apresenta uma forma bastante alongada e regular, embora o rio Coporolo siga um percurso sinuoso e irregular no seu interior. Este importante curso de água contribui, também, de modo significativo para hidrodinâmico costeiro do litoral de Benguela, ao fornecer volumes consideráveis de sedimentos, sobretudo os arenosos, que vão alimentar praias situadas a sotamar, ao longo de muitos quilómetros. Ainda segundo Snaprogetti (1986), o rio apresenta características detríticas nítidas em quase todo vale, com uma tendência para o tipo espinhado subparalelo nos dois flancos da sua parte baixa, em correspondência com as formações mais margosas e argilosas que vão sendo atravessadas.

2.3 - Enquadramento geomorfológico e geológico

Benguela encontra-se entre as províncias de Angola que registam maior desenvolvimento, ocupando o 3º lugar em densidade populacional, no território angolano. A área geográfica que representa atinge 39 827 km² (Censo, 2014) e estabelece fronteiras com as províncias limítrofes de Kuanza Sul, a Norte, de Huambo, a Leste, da Huíla e de Namibe, a Sul, posicionando-se o oceano Atlântico a Oeste (Fig. 2.1.C).

Do ponto de vista geomorfológico e geológico, o território provincial encontra-se dividido em três faixas fundamentais, com desenvolvimento meridiano, designadamente (Galvão & Silva, 1972; Diniz, 2006): (1) A faixa Oriental, representada pelo interior montanhoso da província, dominado por relevos rejuvenescidos e um substrato de rochas intrusivas, na qual, a altitude média ultrapassa a cota de 1500 m; (2) A faixa Central, que se situa a Este do litoral e

a Oeste da anterior, centrando-se em rochas de metamorfismo regional do denominado “Complexo de Base”, incluindo migmatitos, gneisses e xistos, que formam uma superfície em depressão relativamente à faixa anterior, e onde se registam valores altimétricos compreendidos entre 500-1200 m; e (3) a faixa Litoral, correspondente a uma orla com substrato sedimentar, cujos relevos são modestos e as altitudes inferiores a 500 m. Estas unidades de morfoestruturais e de paisagem concordam significativamente com a interpretação de Dinis (1981), autor que considera existirem, quatro grandes unidades geomorfológicas na província de Benguela, designadamente, o Planalto Antigo, a Cadeia Marginal de Montanhas, a Zona de Transição e a Faixa Litoral. Neste contexto, cerca de 35% das terras da província de Benguela encontram-se a uma altitude inferior a 800 m, 40% a uma altitude entre 800-1400 m, 7% entre 1400 e 1600 m, 13% de 1600 e 1800 m e 5% com altitudes superiores a 1800 m.

Quanto à Faixa Litoral, é esta a unidade em que se insere o presente estudo (Fig. 2.7). Constituem-na, fundamentalmente, formações sedimentares de origem marinha, compostas por volumes de rochas carbonatadas e mistas, ou ainda de origem continental, em que estão presentes rochas siliciclásticas, tipicamente muito grosseiras na base, e que se distribuem desde o Cretácico inferior até ao Holocénico, ocorrendo ainda rochas eruptivas que atravessam algumas daquelas formações sedimentares (Fig. 2.8). O substrato geológico caracterizado por este conjunto, integra o enchimento do *onshore* da Bacia Sedimentar de Benguela, pelo que as suas características litológicas e estruturais, designadamente estas últimas em que se evidenciam falhas com desenvolvimento meridiano (Galvão & Silva, 1972) e dobramentos a elas associados, constituem um dos fatores mais marcantes no estilo de paisagem, assim como pela presença de um relevo local marcado pela presença de alinhamentos de costeiras, frequentemente escalonadas e cortadas por dambas.

A sucessão de unidades basinais está afetada por diversos sinclinais e anticlinais, em geral amplos e com flancos suaves, principalmente as mesozóicas, sendo as formações cenozóicas normalmente monoclinais para

ocidente (Galvão & Silva, 1972). Os eixos das estruturas em anticlinal ou em sinclinal são, na maioria dos casos, paralelos ao contacto sedimentar-metamórfico. É, também, na deformação estrutural das formações carbonatadas albianas que se observam a maioria das falhas.

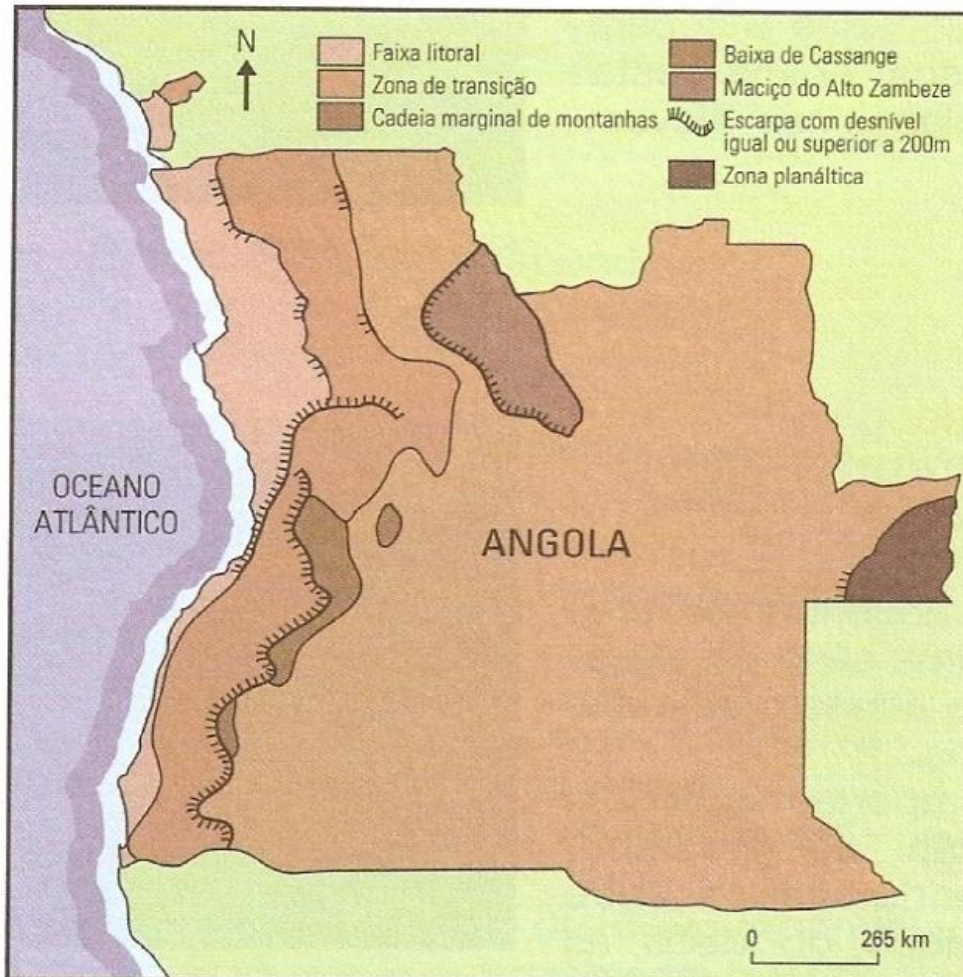


Figura 2.8 - Esboço geomorfológico de Angola com a representação das principais unidades de paisagem (segundo Atlas Geográfico de Angola, 1982).

As principais unidades litoestratigráficas e correspondentes idades relativas que se articulam de modo a formar o quadro estratigráfico hoje reconhecido no *onshore* da Bacia de Benguela, incluindo o seu setor mais meridional, centrado nos maciços calcários do Dombe Grande e Cuio (Buta-Neto, 2006; Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares, 2006; Tavares *et al.*, 2007; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010), são as seguintes:

a) Formação de Cuvo-Chela (Barremiano): É caracterizada por uma sucessão detrítica de origem continental, por vezes com intercalações carbonatadas, mas representada sobretudo por conglomerados heterométricos, arenitos, siltitos e xistos argilosos. Constitui a unidade de bordadura da bacia, apresentando fácies e espessuras variáveis, em função dos blocos estruturais que controlaram a deposição durante o início da distensão cretácica, e dos materiais erodidos disponíveis nas fontes de alimentação. Na região do Dombe Grande pode ser observada em taludes da estrada de ligação ao Namibe, onde persistem fácies conglomeráticas com grandes clastos rolados de rochas eruptivas e concentrações cupríferas.

b) Formação de Sal Maciço (Aptiano): De natureza evaporítica, é formada em grande parte por salgema, para além de intercalações de gesso, de anidrite e de marga e marga betuminosa. A designação de “Sal Maciço” provém da sua maior espessura relativamente a outros corpos evaporíticos encontrados em níveis mais altos da sucessão mesocenozóica. Apresenta grande expressão no interior da bacia, incluindo no *offshore*, onde tem vindo a ser mapeada através de sondagens e métodos geofísicos. A sua espessura é bastante variável e apresenta-se bastante deformada, em função da grande plasticidade dos materiais evaporíticos que deram lugar a diversos núcleos diapíricos.

c) Formação de Dombe Grande (Aptiano): Esta unidade é constituída, sobretudo, por evaporitos com prevalência de gesso. Localmente, pode ser observada, em afloramento, no leito seco de um dos ribeiros atravessados pelo estradão do Cuio.

d) Formação de Binga (Aptiano): É composta por uma sucessão acastanhada de carbonatos micríticos e de argilas betuminosas, aos quais sucedem calcarenitos marinhos, oolíticos, gresosos e fossilíferos. Estes sobrepõem-se

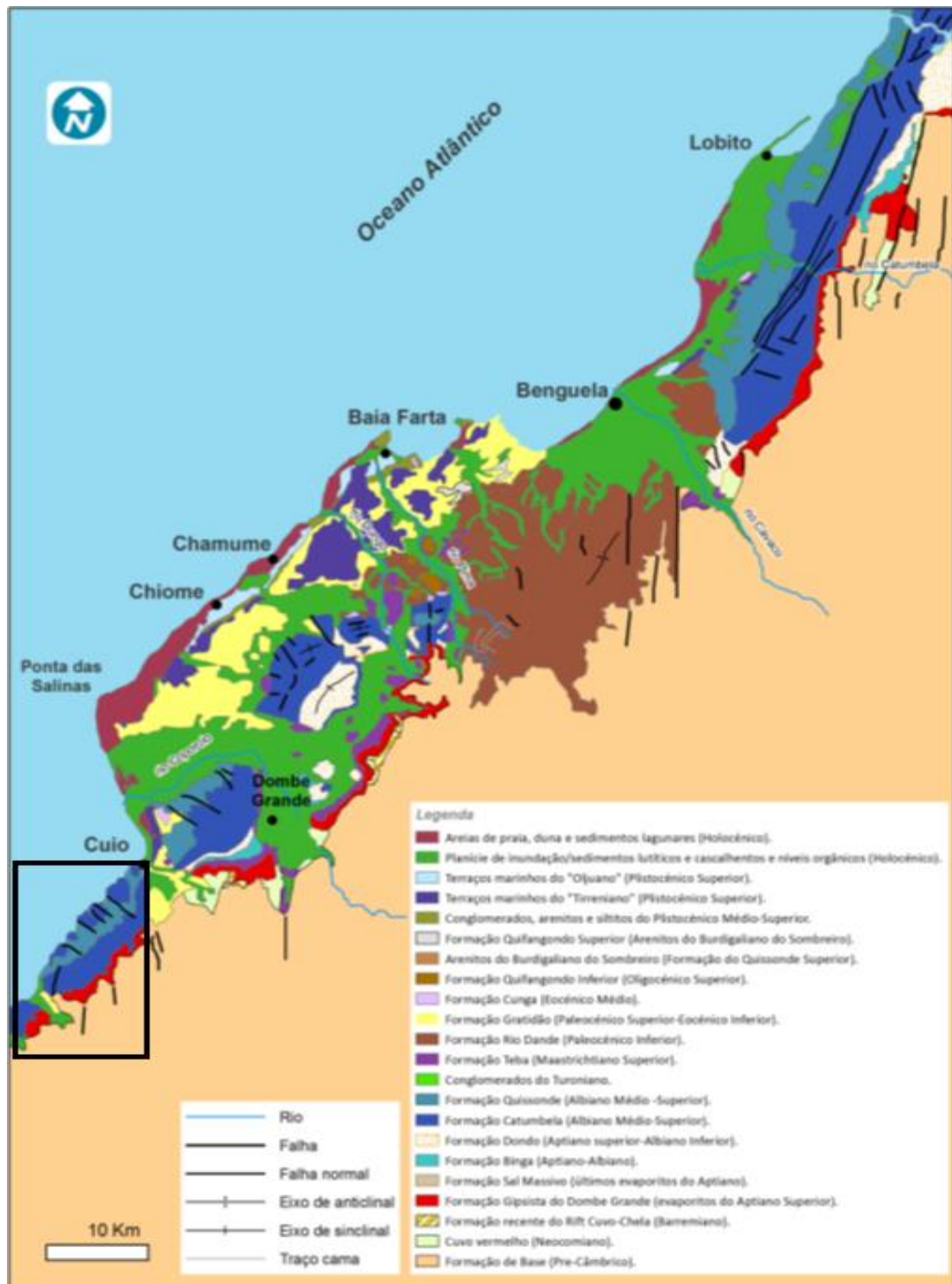


Figura 2.9 - Esboço geológico da Bacia de Benguela e unidades presentes (Adaptado de Buta-Neto *et al.*, 2006). A área em estudo encontra-se localizada no retângulo a negro.

às unidades anteriores e a articulação das fácies presentes sugere a presença de um cortejo transgressivo, em que, de modo gradual, se instala um meio marinho confinado na região.

e) Formação de Dondo (Aptiano-Albiano): Esta regista, no bordo oriental da bacia, um equivalente detrítico continental das formações anteriores. É composta por arenitos e argilitos (Fig. 2.9).

f) Formação de Twenza (Albiano inferior/médio): Esta unidade litoestratigráfica decompõe-se em três sequências principais com predominância salífera, anidritica e dolomítica, designadas por Twenza Salífero, Anidritico ou Dolomítico, em função da predominância de qualquer um destes componentes líticos. As fácies salíferas contêm, também, importantes intercalações de argilas betuminosas, importantes como rocha mãe, sendo que a anidritica e a dolomítica estão associadas a calcarenitos oolíticos gresosos. No seu todo, esta sucessão de natureza transgressiva indica uma evolução gradual do meio de sedimentação, desde um ambiente salino, restrito, até um domínio de plataforma interna, aberta a influências marinhas. A unidade está amplamente representada no maciço do Dombe Grande, constituindo as suas fácies gresosas, dolomíticas, uma boa parte dos afloramentos visíveis no percurso para o Cuio.

g) Formação de Catumbela (Albiano superior): Com equivalência lateral à unidade anterior, regista fácies carbonatadas e mistas de plataforma interna, incluindo carbonatos recifais associados a altos estruturais da bacia. Compreende calcários oolíticos, micríticos e gresosos, localmente bioconstruídos ou bioclásticos, por vezes glauconíticos ou piritosos, organizados frequentemente em estratos espessos. A Este, junto da bordadura interna da bacia, observa-se a sua passagem lateral a depósitos de meio confinado, da Formação Tuenza. Por sua vez, em direção ao *offshore*, acunha deposicional e gradacionalmente para a *Formação de Quissonde*, característica de meio distal. Constitui uma das principais unidades albiana da Bacia de Benguela, bem representada na área em estudo, no dédalo de colinas que salpicam a área acidentada a sul do Cuio.

h) Formação de Quissonde (Albiano superior): Esta importante unidade basinal marca o aprofundamento da plataforma Catumbela/Tuenza, sendo típica de

plataforma externa, em pleno contexto transgressivo. Interdigita com a unidade anterior e é constituída por fácies de calcário e calcário margoso, microcristalino, de tom creme a amarelado, organizadas em estratos finos que alternam ritmicamente com margas cinzentas, localmente siltosas, bioclásticas (foraminíferos planctónicos) e micáceas. Contém abundantes fósseis de amonoides e equinídeos, estudados por Tavares (2007), entre outros autores. Constitui a principal Formação presente na área em estudo.

i) Formação de Teba (Maastrichtiano): Este corpo compreende fácies carbonatadas e mistas de ambiente distal, dispostas numa sucessão de carácter regressivo, que indica decréscimo da coluna de água durante a sedimentação. A sua composição varia de argila arenosa e siltosa com pirite, a margas cinzentas com foraminíferos planctónicas, fragmentos de conchas e finas camadas de calcários argilosos, com prismas de grandes espécimes do molusco bivalve *Inoceramus* spp.

j) Formações de Gratidão e de Cunga (Eocénico): Registam uma sucessão monótona de margas e de argilas, com intercalações de estratos de calcário ou e siltitos, com maior expressão na parte central do *onshore* da bacia.

k) Formação de Quifangondo (Miocénico): Esta espessa unidade apresenta grande desenvolvimento nalguns setores da bacia localizados mais próximo do litoral. Na sua base compreende níveis lagunares de marga gipsífera e dolomia, sobre os quais assenta uma sucessão marinha, de carácter transgressivo, por vezes extensivamente fossilífera, composta por argilitos de tom amarelado a acastanhado, por vezes com intercalações de níveis com grandes nódulos de sílex, ou ainda estratos de arenito. Os fósseis são abundantes e incluem foraminíferos planctónicos e jazidas com moluscos e restos de vertebrados, sobretudo peixes e cetáceos (Antunes, 1961).

Para além das unidades supracitadas, as quais constituem o substrato geológico dos maciços rochosos da região de Benguela – Cuio, incluindo a área em estudo, importa destacar a extraordinária diversidade de geofomas e de depósitos de cobertura a elas associados, cuja génese está ligada à

evolução da faixa litoral durante o Quaternário, muito influenciada pela evolução climática e por variações do nível de base oceânico durante os longos períodos de frio e fases interglaciares do Plistocénico, a que se seguiu a melhoria climática à escala global e consequente subida do nível do mar, já no decorrer do Holocénico.

Vários autores se têm vindo a ocupar deste riquíssimo património, não só geológico, mas também arqueológico, pois abundam contextos e locais de ocupação associados a estes depósitos, que remontam ao Paleolítico inferior (Ervedosa, 1975). Destacamos, sobretudo, as contribuições Feio (1960) e Carvalho (1960, 1961) autores que consideram a existência dos seguintes tipos de depósitos:

a) Depósitos dos Terraços Altos (Plistocénico? Inferior-Médio): Estes depósitos de praia levantada são caracterizados por uma sucessão espessa que se inicia através de leitos conglomeráticos com concentrações heterométricas de seixos provenientes do substrato miocénico, ricos de coquilhas com valvas roladas de *Senilia senilis* e outros moluscos de meio litoral, para além de dentes de peixe (Feio, 1960). Seguem-se níveis arenosos, muito consolidados, com estrutura oblíqua e intercalações com abundantes marcas de raízes, sugerindo uma génese dunar. Estes depósitos encontram grande expressão na área da Caota e na Serra da Macaca, a Sul da Baía Farta, contendo indústrias paleolíticas (Neto, 1956).

b) Depósitos dos Terraços Baixos (Plistocénico Superior): Estes são constituídos por depósitos arenosos e areno-argilosos avermelhados e acastanhados, cujas cotas atingem 20 m. Estão particularmente bem representados a sul do rio Coporolo, onde se associam a uma extensa linha de paleoarriba, bem conservada, que se prolonga até às imediações do Cuio, no limite norte da área estudada. Neste local o depósito arenoso é particularmente fossilífero, com fauna indicadora de meio lagunar, e apresenta um carácter regressivo, com progressiva rarefação faunística.

c) Depósitos holocénicos: Situados a cotas próximas do atual nível de base, surgem ligados à evolução recente da linha de costa. Carvalho (1961) considera a existência de depósitos vasosos e arenosos, sendo que os primeiros ocorrem na zona vestibular do vale do Pima e na extensa depressão costeira desenvolvida entre os terraços baixos e o cordão dunar e de praia da Baía Farta para Sul. Os depósitos aí existentes contêm *Senillia* e conchas de outros moluscos de meio lagunar, sugerindo a existência de uma laguna holocénica no local, que foi sendo progressivamente assoreada. Quanto aos depósitos arenosos, sobretudo de praia e dunares, desenvolvem-se a partir da acreção de areias litorais transportadas de Sul, sendo particularmente importantes entre Catumbela e Lobito, a Sul da Baía Farta e entre o Rio Coporolo e o Cuio.

2.4 - Aspetos geológicos da área em estudo

A área em estudo situa-se ao longo da faixa litoral a Sul da Baía-Farta, com início no Cuio, cerca de 5 km a Sul do estuário do rio Coporolo. Compreende um troço de linha de costa com orientação NE-SW e aproximadamente 9 km de extensão, talhado em troços arriba ativa intercalados com nove praias arenosas, das quais as de Cuio, Tchituca e Kalohanda são as mais extensas e sustentam ocupação permanente a sazonal. As arribas ativas, resultantes da ação secular da abrasão marinha num maciço calcário constituído pelas formações de Quissonde e de Catumbela, são imponentes e apresentam desenvolvimento, em geral, subvertical e com altura das frentes compreendida entre 5 a 40 m (Figs. 2.10 e 2.11)

A faixa litoral da área em estudo é caracterizada, também, por uma grande abundância de depósitos, essencialmente arenosos ou rochosos, associados a uma acreção sedimentar significativa, proveniente do transporte e acumulação de materiais arenosos a partir de Sul. Por sua vez, os depósitos rochosos resultam, também, da acumulação de importantes volumes de blocos heterométricos na base das arribas ativas, em consequência de diferentes tipos de instabilidades e movimentos gravíticos, incluindo deslizamentos,

tombamentos e queda de blocos, à medida que se processa o recuo das arribas na dependência de processos erosivos, inclusive os ligados à bioerosão das rochas carbonatadas em meio intertidal ou infralitoral (Fig. 2.12).



Figura 2.10 – Foto panorâmica de arriba com concheiros da pescaria da praia de Kalohanda (3ª Estação).



Figura 2.11 – Foto panorâmica de arribas da pescaria da praia de Tchipandagoma (7ª e 8ª Estações).

Dos grandes volumes sedimentares transportados pela deriva litoral, sobretudo durante as calemas, resultou a formação de duas extensas planuras marginais

à área em estudo, respetivamente, a Oeste e a Sul do Dombe-Grande e entre o Cuio e a pescaria da praia de Kalohanda. Nestes locais é particularmente visível a geometria da acreção dos cordões litorais holocénicos.



Figura 2.12 – Aspectos da erosão física na arriba viva, no Cuio (A) e de bioerosão atual sobre calcário fossilífero (B).

Outro traço geomorfológico notável da área em estudo consiste na presença de vestígios de antigas plataformas de abrasão talhadas nas arribas e em vertentes a elas sobranceiras, frequentemente com restos de depósitos arenocascalhentos de praia, por vezes fossilíferos e com locais de ocupação pré-histórica, incluindo concheiros (Fig. 2.13).



Figura 2.13 – Aspeto de plataforma de abrasão da pescaria da praia do Cuio (9ª Estação).

Na realidade, o litoral do Município da Baía Farta é caracterizado por uma diversidade, extensão e espessura consideráveis de depósitos quaternários, entre os quais níveis de praia e outros, de origem lagunar, aluvial, dunar, de praia e de vertente. Alguns destes depósitos formaram-se durante fases interglaciares do Quaternário, durante as quais o nível do mar sofreu variações positivas significativas; outros ainda resultam da acreção holocénica e mesmo recente, de materiais sedimentares.

No extremo sul do Cuio, quando se inicia o primeiro troço de arriba, estão presentes exemplos destas plataformas, talhadas em calcários subhorizontais do Albiano. Observam-se aqui 3 patamares de plataforma de abrasão, dos quais os inferiores apresentam concheiros pré-históricos de origem antrópica e indústrias líticas talhadas sobre quartzo (Passassi, 2011) (Fig. 2.14).



Figura 2.14 - Aspeto de plataforma de abrasão, com a presença de concheiro pré-histórico na pescaria da praia de Kalohanda (3ª Estação).

Os depósitos de vertente, resultantes de instabilidades, também são importantes nalguns locais, com destaque para os associados às costeiras da Tchituca (Fig. 2.15).

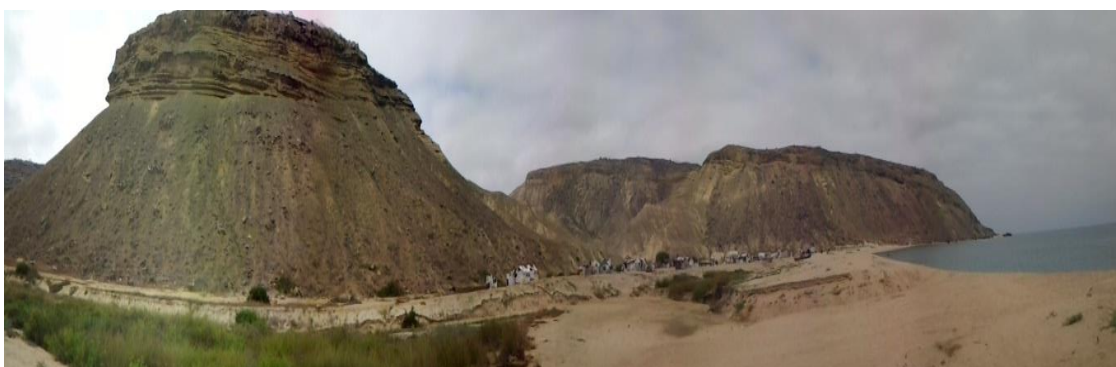


Figura 2.15 – Panorâmica dos depósitos de vertente e dos escarpamentos na pescaria da praia da Tchituca (5ª Estação).

A espessura visível desta unidade, ainda que parcial, é considerável e a sucessão correspondente consiste em alternâncias monótonas de estratos de calcário, calcário margoso, marga e marga argilosa, compactos a pouco compactos, com tom amarelado a acastanhado e possanças de vários centímetros a alguns decímetros. A deformação da estratificação é, em geral, fraca, com pendores suaves a moderados para sudoeste ou oeste. São visíveis algumas pequenas falhas que interseam arriba, junto ao Cuio, mas a principal das fracturações presentes consiste numa falha com direção próxima de N70°0 que desloca as unidades calcárias da costeira posicionada a Sul de Tchituca, perto da vertente sobranceira à Estação 4 do presente trabalho. Outras fraturas, de tipo lístrico e possivelmente sinsedimentares, são visíveis do mar, nalguns troços de arriba, e estão relacionadas com instabilidades e *slumpings* na rampa carbonatada.

Por fim, outro aspeto importante da geologia local é marcado pela presença de um importante corpo sedimentar com fácies calcareníticas grosseiras, gresosas, dispostas em estratos compactos e mais espessos que os anteriores, típicos das sucessões calcareníticas de plataforma/rampa carbonatada da Formação de Catumbela (Buta-Neto, 2006; Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares, 2006; Tavares *et al.*, 2007). Esta unidade coroa a anterior e atinge considerável espessura em afloramento, em torno da praia da Tchituca, designadamente nas Estações 4 a 6 do presente estudo, formando escarpamentos e cornijas imponentes, propensos a instabilidades e movimentos que alimentam os depósitos de vertente subjacentes.

Quanto ao maciço rochoso que constitui o substrato geológico local-regional, particularmente bem visível ao longo das frentes verticalizadas das arribas e de muitas vertentes, em virtude da escassez de solos e de coberto vegetal, este assenta, fundamentalmente das Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela (Fig. 2.16). A secção estratigráfica do Cuio, onde se situam as estações 9 a 14 do presente estudo, foi levantada por Tavares (2005)

e o seu conteúdo fóssil de amonoides e equinídeos estudado com fins biostratigráficos (Tavares, 2005; Tavares *et al.*, 2007). Constitui, desta forma, a secção tipo do sector mais meridional do *onshore* basinal.

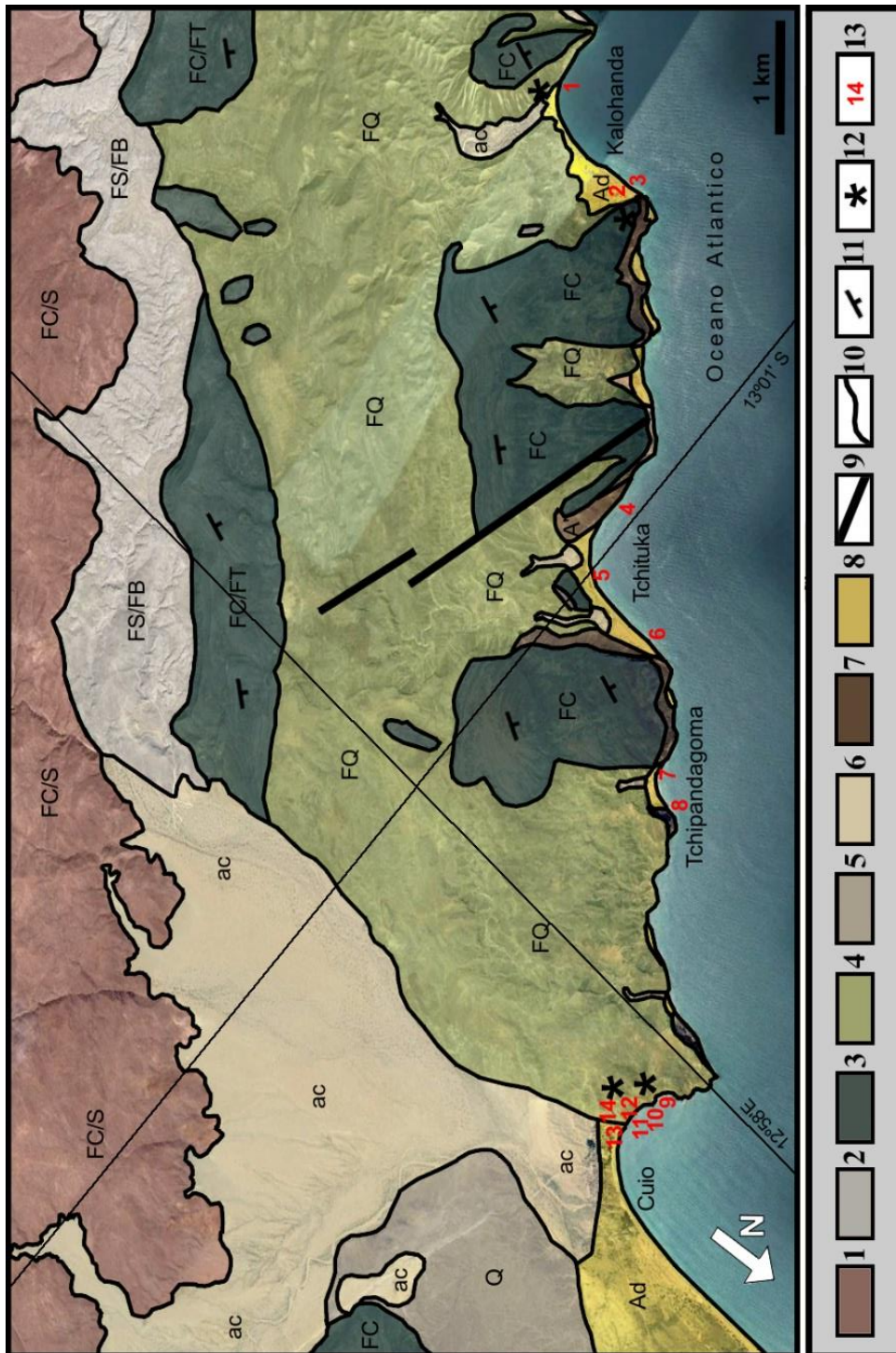


Figura 2.16 – Esboço geológico da área em estudo (base cartográfica em Google Earth e limites geológicos traçados com base em levantamentos de campo e de observação remota). 1 – Soco Pré-Câmbrico e Formação de Cuió; 2 – Formações Sal Maciço e de Binga; 3 – Formações de Catumbela/Twenza; 4 – Formação de Quissonde; 5 – Depósitos lagunares e aluviais do Plistocénico; 6 – Aluviões e coluviões holocénicos – depósitos de “rio seco”; 7 – Depósitos de vertentes carbonatadas; 8 – Areias de praia e duna; 9 – Falha; 10 – contatos geológicos; 11 – direção e pendor da estratificação (pendores entre 10° a 30° NO); 12 – – Concheiro pré-histórico; 13 - Estação do presente estudo.

Outra característica local importante, associada a esta unidade, consiste no desenvolvimento de carsificação superficial, visível através de um interessante

campo de lapiás em que as superfícies corroídas se encontram salpicadas por grande profusão de líquenes de tom esbranquiçado. Observada à distância, a associação entre líquenes e blocos de lapiás confere a estas rochas uma aparência estranha, mesclada de manchas brancas, como se de uma doença se tratasse.

No seu todo, o troço costeiro onde se insere o presente estudo, reveste-se de grande beleza e singularidade, não faltando locais de importância geológica que mereceriam estatuto de geoconservação.

Capítulo III - EROSÃO COSTEIRA E INSTABILIDADES DE ARRIBAS

3.1 - Erosão costeira

Na qualidade de país da fachada atlântica oeste-africana, detentor de uma extensa orla costeira desenvolvida sobre formações sedimentares, o litoral de Angola encontra-se particularmente vulnerável à ação de fenómenos erosivos, intrínsecos à dinâmica oceânica. Apesar de ser grande a disponibilidade de materiais arenosos resultantes da deriva litoral, cujos volumes sedimentares consideráveis são alimentados pela carga sólida proveniente da drenagem e transporte fluvial de alguns dos grandes rios do território que desaguam no oceano Atlântico, privilegiando a acreção de cordões arenosos e a formação de extensas praias e restingas (Dinis *et al.*, 2015), são muitos os setores em que os areais e as arribas se encontram particularmente expostos à erosão costeira, necessitando de uma atenção especial por parte das autoridades competentes.

Assim, de acordo CE (2006), os principais impactes derivados da erosão costeira consistem: (1) na perda de áreas com importância económica, social e/ou ecológica; (2) na destruição de sistemas e barreiras naturais de proteção costeira, o que conduz à ocorrência provável de galgamentos e/ou inundações, com invasão pelo mar de zonas adjacentes à linha de costa; (3) na degradação e potencial destruição de obras de engenharia de defesa costeira, de que poderão resultar situações de erosão e inundações.

No presente, segundo Bird (2000), tem vindo a ocorrer um aumento considerável do crescimento populacional em numerosas áreas costeiras espalhadas por várias regiões do globo. Este crescimento verifica-se, ainda que em parte, em zonas urbanas e de implantação de atividades económicas e industriais, mas também noutras áreas de apetência turística e de lazer, visto que, com a globalização e com a emergência económica de muitos países, é cada vez maior a procura de destinos turísticos de férias situados à beira mar.

Desta forma, mais de 70% da população mundial reside ou frequenta regularmente áreas afetadas por fenómenos ligados à erosão costeira. Este facto, para além de colocar em risco vidas humanas, pode também pôr em causa as suas propriedades e bens, nomeadamente os edificadados, incentivando a descoberta e o desenvolvimento de novos procedimentos e técnicas, de modo a mitigar os efeitos nocivos da erosão costeira.

O litoral angolano também é significativamente afetado por esta dinâmica natural, resultante da atuação conjugada de fenómenos atmosféricos e aquáticos, ainda para mais que a maioria da população, como resultado do êxodo rural associado a anos de instabilidade e na mira de melhores condições de segurança, trabalho e subsistência, tem vindo a concentrar-se em zonas costeiras, sobretudo na periferia de aglomerados urbanos onde o desenvolvimento das atividades económicas e o assentamento industrial são bastante maiores.

Quanto à erosão costeira como um processo natural e global, esta afeta a maior parte das zonas litorais do mundo e ocorre, basicamente, no momento em que o volume de sedimentos removidos pelos agentes ou ações dinâmicas na zona costeira ultrapassa o de sedimentos depositados nos mesmos locais. Deste modo a linha de costa recua em direção a massas continentais (Meyer & Charlier, 1998).

A erosão costeira é influenciada por diversos fatores, incluindo aqueles que são de origem natural, sobretudo a ondulação, a dinâmica das marés, o escoamento superficial e a deriva litoral, bem como os que têm uma origem antrópica. Estes últimos são variados, produto civilização tecnológica em que vivemos: a remoção de areia para fins diversos, incluindo os materiais de construção, a destruição de vegetação associada à fixação de cordões dunares, as construções de zonas urbanas, portuárias, industriais e turísticas, e as próprias obras proteção ou contenção da erosão costeira, ao perturbarem o fluxo natural destes sedimentos.

Os fenómenos erosivos podem processar-se em costas rochosas, arenosas e em deltas, estuários ou lagunas, em função das características

morfológicas, hidrográficas e geológicas de cada um destes locais. Alguns destes ambientes, como os deltaicos, estuarinos e lagunares, podem ser de alguma diversidade e complexidade morfológica, integrando canais de drenagem e bancos arenosos, sendo que o transporte dos sedimentos é condicionado pela ação das ondas e das correntes de maré (Fortunato, 2006). Por sua vez, as costas rochosas são caracterizadas pela presença de arribas, sendo que a sua morfologia e pendor da arriba estão relacionados com a sua constituição litológica, estruturas geológicas e a ação dos agentes externos e, não existindo recuperação relativamente aos processos erosivos, por contraposição com áreas arenosas do litoral, onde a erosão pode ser seguida de acreção (Teixeira, 2005).

Em costas arenosas, a erosão ocorre quando as praias são sujeitas à ação da ondulação que procede à remoção progressiva dos sedimentos arenosos, podendo ultrapassar a berma da praia e o cordão dunar frontal durante episódios de maior energia do meio. Neste processo dinâmico influem fatores tais como: a granulometria dos sedimentos, a morfologia da praia e o seu perfil transversal, a batimetria da faixa infralitoral fronteira à face da praia, as características das ondas e das correntes de deriva litoral, incluindo o seu sentido, e a elevação do nível do mar.

A abrasão marinha também atua de modo contínuo nas costas rochosas expostas. A intensidade a que se processa depende das características litológicas e estruturais do maciço rochoso e da configuração e orientação do troço de arriba, mais exposto em promontórios, ou mais protegido em enseadas, face à energia do oceano. A erosão também depende dos ciclos de maré, da intensidade, direção e período da ondulação e de fenómenos climáticos. As condições meteorológicas adversas podem, igualmente, causar uma subida temporária do nível do mar em dias ou horas, sendo que esta mudança pode originar situações de erosão costeira. A longo termo também são de considerar os efeitos da subida do nível médio do mar, influenciada pelo aquecimento climático global e degelo das calotes polares.

Quanto às arribas, estas resultam do desgaste provocado pela agitação marinha e por agentes de meteorização e biológicos. As características morfológicas mais distintas das costas rochosas são as arribas litorais e as plataformas de abrasão (Gabriel *et al.*, 2010). O tipo de ondas que

podem ocorrer na base das arribas pode ser distinguido em ondas estacionárias, ondas em rebentação e ondas que já sofreram rebentação (Sunamura, 1992).

3.1.1 - Processos erosivos

A taxa a que se processa a erosão costeira é influenciada pela dinâmica da agitação marinha, correntes litorais e de maré, vento e caudal fluvial (Fortunato *et al.*, 2008). A força do oceano promove erosão, transporte e deposição de sedimentos móveis, sob a forma de volumes consideráveis de materiais em trânsito que acabam por ir alimentar praias e baixios arenosos, ou ainda por se difundir através de áreas mais distais da plataforma continental, perdendo-se em fluxos de turbidez no talude continental.

A maior parte das costas rochosas evoluíram através de processos marinhos que são potenciados pela ação da meteorização aérea (Coque, 1998). Assim, as ondas atuam devido às forças hidráulicas que envolvem e à compressão do ar no interior de fraturas. Com o mar agitado os materiais rochosos são sujeitos a pressões que podem ser muito elevadas, facilitando instabilidades e colapsos. Os fenómenos de desgaste físico por abrasão são também fundamentais, bem como os de dissolução química em arribas carbonatadas.

O transporte dos materiais sedimentares erodidos faz-se através das ondas e correntes, por saltação, arrastamento e suspensão, sobretudo quando se geram correntes de deriva paralelas à linha de costa, alimentando ou erodindo praias e a base das arribas rochosas. As marés também originam correntes periódicas de fluxo e refluxo, capazes de deslocar volumes de sedimento, embora não sejam particularmente significativas no litoral da área em estudo.

Os agentes atmosféricos, sobretudo a precipitação, difusa ou concentrada, e o vento, também atuam no litoral. A densidade e tipo de vegetação e a sua retirada são outros fatores que potenciam situações de erosão costeira. Em conjunto com a dinâmica oceânica geram movimentos de instabilidade em que

a força gravítica, os agentes atmosféricos, os materiais litológicos e as estruturas geológicas desempenham um papel fundamental, sendo ainda de referir as ações sísmicas (Andrade, 2008).

Por fim, certas características morfológicas como o perfil da arriba e a configuração da plataforma de abrasão subjacente refletem o balanço entre resistência mecânica do material rochoso e o desgaste da ação marinha (Duperret, 2005). Se a arriba é atingida pelas vagas, designa-se arriba viva, mas se uma faixa de sedimento ou material desprendido impede que esta fique além do alcance do mar, designa-se por arriba morta (ANPC, 2010).

Para a evolução das arribas rochosas Sunamura (1992) enfatizou a energia da ondulação e a natureza do material rochoso. Nas arribas com rochas sedimentares é frequente uma diferença de resistência aos processos erosivos que facilita instabilidades como os desabamentos, visto que as litologias de alguns estratos são mais friáveis, permeáveis, ou menos resistentes à meteorização do que outras meteorização.

Do embate contínuo das vagas nas rochas, resulta a abrasão e desgaste progressivo da base da arriba, formando-se plataformas de abrasão parcialmente expostas na maré baixa. Na maior parte das litologias o incremento de pendor devido à erosão basal favorece situações de instabilidade, potenciáveis pela descompressão, atitude, espaçamento e resistência ao deslocamento das superfícies das discontinuidades, e pela ação da água superficial e infiltrada (Neves, 2004).

3.1.2 - Causas da erosão costeira

As tempestades e calemas, a elevação do nível relativo do mar, a diminuição do volume de sedimentos disponível e as correntes de deriva e de maré constituem fatores causadores de desequilíbrio entre deposição sedimentar e erosão, com causas naturais ou antrópicas. A erosão tende a acentuar-se aquando de tempestades, ondulação, correntes e vento fortes, mas outros

fatores como a gravidade, a natureza geológica das arribas rochosas, as variações do nível do mar e as ações antrópicas também são preponderantes. Podem-se ainda acrescentar-se a falta de fonte de sedimentos, e o caudal fluvial, em zonas contíguas a estuários ou deltas (Bird, 2000; Davis, 2004).

Por sua vez, o recuo da linha de costa relaciona-se com causas antrópicas, tais como: (1) o decréscimo do transporte aluvionar, influenciado por sua vez pela construção de barragens que retêm sedimentos; (2) a retirada de inertes através dragagens; (3) as alterações climáticas que provocam modificações do regime dos ventos e pluviosidade; (4) a ondulação e as correntes de deriva litoral e de maré; e (5) a subida do nível do mar (Aires, 2014). Quanto às causas naturais, Souza (2005) considera preponderantes a dinâmica costeira, a morfologia das praias, a natureza dos sedimentos, a presença de irregularidades na linha de costa (promontórios e alterações na orientação da costa), as situações de tempestade, as inversões na deriva litoral devido a situações meteorológicas e ações tectónicas relacionadas fenómenos de subsidência.

Também as causas climáticas da erosão costeira estão relacionadas com a elevação ou subida do nível do mar e com o recuo da linha costeira e os seus efeitos secundários (Santos, 2002; Miranda, 2006). A subida do nível do mar é um fenómeno atual, consequência do aquecimento global. Também são comuns situações devidas a marés vivas e fenómenos meteorológicos extremos.

De acordo com Souza (2009) as causas antrópicas estão ligadas à urbanização da orla costeira, à destruição do cordão dunar, à construção de estruturas rígidas ou flexíveis, à remoção de areias de praias e fluviais, a dragagens e à diminuição ou retenção de sedimentos. A estas juntam-se a degradação de estruturas naturais e a edificação de obras pesadas de engenharia junto à costa (Dias *et al.*, 1994). Também a urbanização em margens de rios e no litoral, e construção de barragens tem contribuído para a modificar fontes aluvionares e o comportamento natural das praias, e incrementando problemas de erosão (Oliveira, 2006).

Em suma, como principais consequências da erosão costeira verifica-se a remoção de areia, recuo e desaparecimento de praias, a deterioração de cordões dunares, o recuo de arribas rochosas, a salinização de aquíferos costeiros, a perda de território e de propriedade, e os danos em edifícios e infraestruturas.

Carter (1999) sustenta que os métodos utilizados pelo homem para travar a erosão costeira, não têm sido bem-sucedidos, na generalidade das intervenções efetuadas. Por sua vez, Charlie & Meyer (1998) afirmam que travar a erosão costeira é uma tarefa impossível, dado que se trata de um fenómeno de evolução natural, podendo apenas atrasar-se ou mitigar.

3.1.3 - Medidas de prevenção e métodos de proteção costeira

São vários os métodos usados para prevenir os efeitos negativos da erosão costeira e instabilidade de arribas, aplicáveis em função de estudos prévios de impacte ambiental e do custo/benefício envolvido. Das medidas na prevenção da erosão salientam-se as seguintes:

(1) Métodos tradicionais de proteção costeira: são usados em situações de emergência, com objetivo de proteger infraestruturas importantes de carácter definitivo, em situação eminente de erosão ou inundação.

(2) Defesas longitudinais, que são estruturas longitudinais construídas ao longo da praia, relacionadas com a fixação da linha costeira, evitando o seu recuo de forma direta. Não retêm sedimentos em transporte por parte da agitação marítima e constituem sobretudo enrocamentos que recebem de forma direta a energia das ondas e possibilitam a fixação da linha de costa (Coelho, 2014). Algumas destas defesas longitudinais designam-se por muros, e usam-se para proteger a retaguarda da praia, ou como revestimentos que permitem a dissipação das ondas no declive (Andrade, 2012).

(3) Os esporões, que consistem em estruturas orientadas quase sempre perpendicularmente à linha de costa e se edificam com material rochoso ou betão. Têm sido opção quando há forte desequilíbrio consideráveis no balanço aluvionar, inviabilizando a deriva da areia ao longo da praia e, assim, reduzindo a capacidade de transporte e equilibrando o balanço aluvionar (Fortunato, 2008). Apresentam maior eficácia em locais onde o transporte longitudinal é dominante, não evitando o transporte transversal à área da praia (Abecasis, 2014).

(4) Os molhes, que são obras de proteção existentes sobretudo em zonas portuárias e têm, de modo geral, orientação perpendicular à costa. Previnem o movimento das grandes ondas, aumentando a segurança das barras e estabilizando a linha de costa e os canais de navegação.

(5) Os quebra-mares destacados, que consistem em estruturas longitudinais usadas para diminuir a energia da dissipação das ondas e reduzir efeitos erosivos. São usados em áreas onde a energia da ondulação marítima e a amplitude das marés são reduzidas, criando condições de deposição de material arenoso entre a linha de costa e a estrutura, o que mitiga os processos erosivos. Todavia, são de mais difícil correção do que os esporões após a conclusão da obra (Abecasis, 2014).

(6) Também se opta frequentemente pela alimentação artificial, a qual passa por se abastecer com areia um local em perigo de erosão. É um método de recurso, utilizado para proteger zonas de importância turística e/ou económica, ou ainda aglomerados populacionais. O seu êxito depende da agitação marinha, da morfologia e perfil da costa e dos volumes de sedimento disponíveis. É uma solução que necessita de manutenção contínua, equilibrando o balanço de material arenoso.

(7) O plantio de vegetação nas dunas, que mitiga os processos erosivos, incluindo a fixação e arborização de dunas móveis (Pinho, 2010). A proteção das dunas pode passar pela criação de reservas dunares, áreas protegidas onde se impede a degradação das dunas, e se promove a sua recuperação

(Andrade, 2009). Devem ser restritas à circulação pedonal através do uso de passadiços (ANPC, 2010).

Por fim, na ausência das soluções anteriores, pode-se optar por uma retirada estratégica, transferindo moradores e infraestruturas da zona afetada, para outros locais seguros. Do ponto de vista ambiental, esta é a solução mais correta pois possibilita a evolução natural da linha de costa (Andrade, 1998). Porém, apresenta consequências importantes nas atividades económicas, no património histórico e cultural, e custos elevados com indemnizações (Coelho, 2014).

3.1.4 – Estabilização de arribas e métodos de prevenção

As arribas e as suas áreas adjacentes opõem-se ao avanço do oceano, são parte constituinte da dinâmica costeira e possibilitam o estabelecimento de uma multiplicidade de elementos da flora e fauna, constituindo um elemento de grande importância para a humanidade e os respetivos bens e património. Neste sentido, para prevenir situações de erosão e instabilidade, é necessário estabelecer faixas de proteção das arribas que permitam a continuidade da diversidade dos sistemas costeiros.

Para o incremento da estabilidade das arribas podem utilizar-se várias soluções que apresentam várias implicações em termos ambientais. A vegetação é utilizada para precaver o aparecimento de movimentos de instabilidade nas arribas, em especial as constituídas por materiais mais friáveis. A vegetação permite reduzir a velocidade de percolação da água. No entanto, é necessário ter em conta que, nos maciços rochosos, o crescimento das raízes nas descontinuidades pode contribuir para o incremento da sua abertura e conseqüentemente o desenvolvimento das instabilidades. Outros métodos possíveis de estabilização são a alteração das características geométricas das arribas, a implementação de sistemas de drenagem superficial e/ou profunda, a utilização de rede metálica, o emprego do betão projetado, o recurso a pregagens e ancoragens, enrocamentos e muros de contenção.

3.2 – Movimentos de Instabilidade

As situações de instabilidade nas arribas correspondem a movimentações, no sentido descendente, de material rochoso, detritos e/ou solos. Os principais tipos de movimentos que foram observados nas arribas e vertentes/taludes da área de estudo, nas pescarias das praias do Cuio, Tchibandagoma, Tchituca e da Kalohanda, foram os desmoronamentos e os fluxos, por vezes registaram-se deslizamentos e basculamentos. Nos locais seleccionados são também comuns situações relacionadas com a erosão costeira.

3.2.1 - Causas de movimentos de instabilidades

A evolução geomorfológica, que se verifica de modo natural nas encostas e vertentes, leva à ocorrência de situações de instabilidade. As ações humanas são, também, consideradas como promotoras das situações de instabilidades das vertentes.

Os movimentos de instabilidade estão, muitas vezes, relacionados com a conjugação da atuação de várias causas externas, como a exposição e o pendor dos taludes/vertentes, o material constituinte e a presença e influência da água (Neves, 2009). Por sua vez, a litologia, as estruturas geológicas (estratificação, falhas, diáclases, xistosidades, filões, dobras), o aumento da pressão de água, o decréscimo da resistência dos terrenos e incremento de tensões tectónicas, constituem as causas internas das instabilidades (Andrade, 2008).

As arribas e taludes/vertentes apresentam uma maior propensão para os movimentos de instabilidade quando possuem um pendor superior a 60°, são constituídas por materiais friáveis e/ou de durabilidade reduzida e ainda quando se encontram sujeitas à ação intensa de agentes de geodinâmica externa.

O material envolvente das vertentes pode se apresentar na forma de substrato rochoso e/ou de sedimentos bem consolidados ou não consolidados. A altura da vertente também influencia as instabilidades, pois quanto maior for a altura, maior será a queda dos materiais instabilizados, provocando a sua desagregação e a possível continuação da sua movimentação. A presença de água está dependente da porosidade dos materiais constituintes e dos valores da precipitação. Estes três fatores operam, em conjunto, para a ocorrência de movimentos de instabilidades e são também condicionados pela ação antrópica.

3.2.2- Desmoronamentos

Os desmoronamentos de rochas, detritos e de solos são, de acordo com Varnes (1978), um tipo de movimento de instabilidade com uma velocidade extremamente rápida a rápida.

A queda de blocos é um dos tipos mais comuns dos desmoronamentos que se verificam nos maciços (Fig. 3.1). Nos maciços rochosos mais fraturados e/ou sujeitos a uma erosão diferencial intensa são frequentes as ocorrências de quedas de blocos.

As características dos desmoronamentos nas arribas são condicionadas pela presença e ação da água, pelas dimensões dos materiais constituintes das arribas, pela volumetria do material afetado e pelo pendor da arriba (Hyndman & Hyndman, 2006).

Os desmoronamentos podem provocar a destruição de infraestruturas e habitações na parte inferior dos taludes ou vertentes, bem como causar vítimas.



Figura 3.1 – Representação de queda de blocos na 2ª estação da área de trabalho.

3.2.3 – Basculamentos

Os basculamentos correspondem a movimentos que envolvem a rotação do material instabilizado para o exterior do talude, estes movimentos estão relacionados com a ação de forças adjacentes, da força de gravidade e com a presença da água (Varnes, 1978). A inclinação elevada da face das arribas e taludes/vertentes, bem como das superfícies de descontinuidade, contribuem de forma muito notória para a ocorrência de basculamentos em maciços rochosos (Romana, 1999).

3.2.4 – Deslizamentos

Segundo Highland & Bobrowsky (2008) os deslizamentos consistem em movimentos descendentes de solos, detritos e/ou rochas ao longo de uma ou mais superfície(s) de rotura. Existem deslizamentos do tipo rotacional e translacional. Os deslizamentos podem ocorrer devido à ação da água, da atividade sísmica, das sobrecargas, das vibrações e são condicionados por

fatores como a litologia, o pendor, a morfologia, o grau de alteração e o de fraturação.

3.2.5 – Fluxos

Os movimentos de fluxo podem se observar em solos, rochas e detritos (Fig. 3.2). Os fluxos têm muitas vezes como causas principais a retirada do coberto vegetal, a presença excessiva de água nas encostas das arribas e vertentes e os processos erosivos.



Figura 3.2 – Representação de fluxo de detritos na Formação de Quissonde, localizados da 7ª estação da área em estudo.

Os fluxos de detritos correspondem a uma mistura de água com elementos de dimensões variadas, isto é, materiais finos (siltes e argilas) e grosseiros (areias e cascalhos) (Dikau et al, 1996). A velocidade dos movimentos de fluxos varia de acordo com a inclinação da vertente/talude ou arriba, a litologia presente e a

quantidade de água, sendo que a velocidade dos fluxos de detritos varia entre 1 m/ano a 100 km/h. Os fluxos de detritos têm efeitos muito destrutivos, de modo a minimizar ou evitar as consequências provocadas por estes movimentos, podem utilizar-se barragens permeáveis, bacias de dissipação ou falsos túneis (Nunes, 2011). Deve evitar-se a ocupação de linhas de água e de áreas localizadas na base de taludes/vertentes e arribas que são propícias a este tipo de movimentos, privilegiando-se, igualmente, a utilização de sistemas de alerta em áreas conhecidas por sofrerem fluxos em épocas chuvosas, de modo a se evitar a perdas de vidas humanas e os elevados prejuízos materiais.

Capítulo IV - METODOLOGIA DE ANÁLISE

No estudo da erosão costeira podem utilizar-se, de acordo com Carneiro et al. (2003), tecnologias de geoinformação, bem como proceder ao estudo de perfis de praia e efetuar a comparação com perfis de equilíbrio. Neste âmbito, a utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) constitui uma ferramenta importante, nomeadamente na monitorização do litoral, na avaliação de riscos e na avaliação e tomada de decisões (Ferreira, 2014). Também o volume de material transportado ao longo das praias pode ser, igualmente, estimado em função de períodos do ano, ou da sua variação sazonal.

Por sua vez, no estudo dos processos erosivos que afetam arribas rochosas, deve efetuar-se um levantamento de campo que abarque os aspetos geológicos, estruturais e hidrodinâmicos, devendo utilizar-se martelo de geólogo, bússola de geólogo, aparelho com GPS (Sistema de Posicionamento Global). Pode, ainda, recorrer-se a levantamentos topográficos, à cartografia digital, a tecnologias de Sistemas de Informação Geográfica e a imagens de levantamento aéreo e de satélite.

Com o processamento dos dados obtidos em datas diferenciadas, é possível verificar a evolução da linha costeira ao longo de um dado período considerado, avaliando possíveis recuos das arribas e taxas a eles associado.

Neste âmbito, a metodologia utilizada na presente investigação compreendeu cinco fases consecutivas (Fig. 4.1), precedidas por uma seleção criteriosa da área geográfica e do tema de estudo, a par de uma avaliação preliminar da bibliografia existente, de que resultou a escolha de quatro zonas a estudar, todas elas com populações permanentes a sazonais, que se localizam nas pescarias do Cuio, Tchipandagoma, Tchituca, e Kalohanda, por estas estarem expostas a fenómenos de erosão costeira, a par da ocorrência de instabilidades em arribas e vertentes situadas na sua proximidade. Estas fases e sua metodologia são as seguintes:

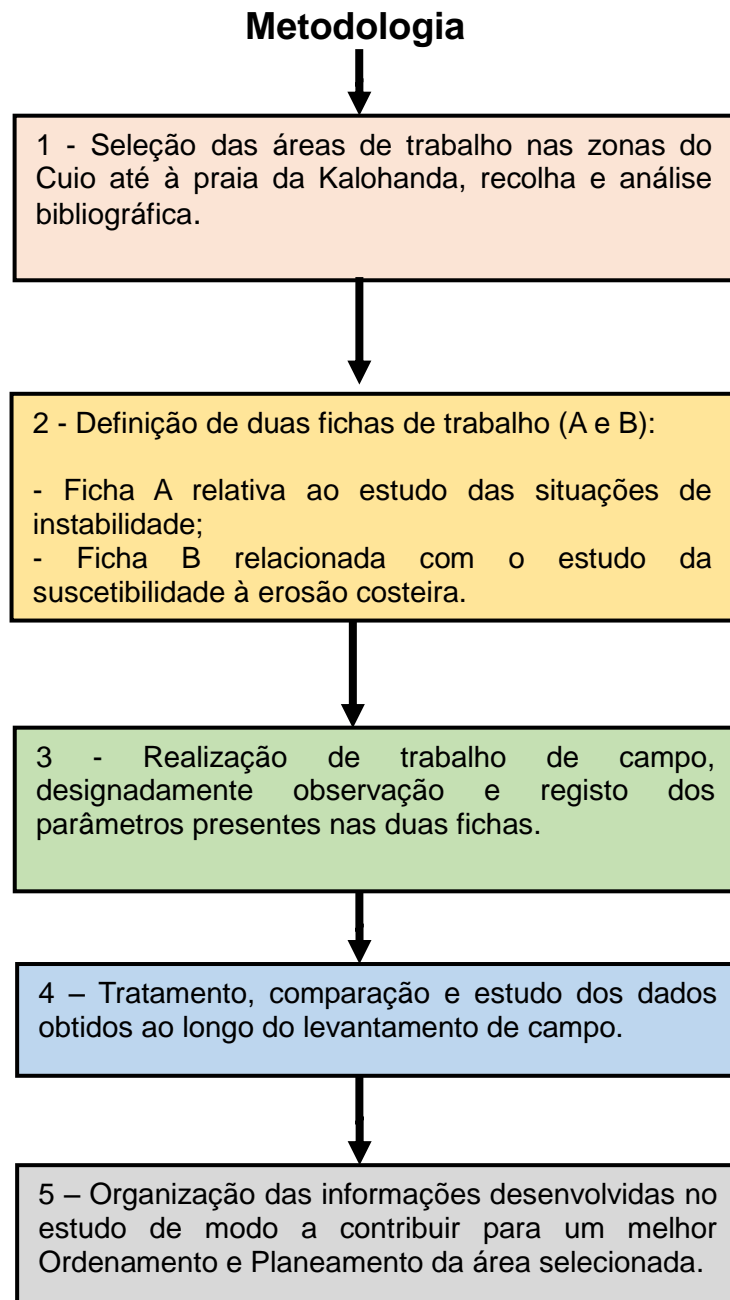


Figura 4.1 – Fluxograma da metodologia utilizada no presente trabalho.

1ª Fase: De acordo com a temática em estudo e a escolha da área de trabalho, efetuou-se uma recolha bibliográfica exaustiva sobre: (1) Geografia, Geologia e envolvente natural da região de Benguela – Cuio; (2) Dinâmica litoral e processos erosivos; (3) Instabilidades em arribas ativas e vertentes sujeitas a erosão costeira e subaérea. Em paralelo, através de uma saída de campo

preliminar, destinada a avaliar a área em estudo, o perfil da costa, a localização dos locais de ocupação e a proximidade de zonas de risco, selecionaram-se, na zona do Cuio até à praia da Kalohanda (pescarias do Cuio, Tchipandagoma, Tchituca, e Kalohanda), locais onde ocorreram processos erosivos e movimentos de instabilidade.

2ª Fase: Nesta etapa do estudo, elaboraram-se duas fichas de trabalho (A e B) para o desenvolvimento do trabalho de campo, das quais uma relativa aos movimentos de instabilidade em taludes/vertentes e outra relacionada com a suscetibilidade à erosão costeira. A elaboração destas fichas baseou-se, sobretudo, na experiência prática de um dos orientadores, decorrida do estudo de contextos análogos, noutros locais de Angola e Portugal.

A ficha A compreende 17 parâmetros que correspondem a vários aspetos das vertentes e arribas presentes na área de estudo (Quadro 4.1 & Anexo A).

Por sua vez, a ficha B está relacionada com a suscetibilidade à erosão costeira das arribas, apresenta 7 parâmetros, cada um dos quais é constituído por 3 a 5 termos (Quadro 4.2).

3ª Fase: Consistiu na etapa mais longa, de trabalho de campo, com duração de vários meses, em que se identificou nas várias estações a possibilidade de ocorrência de processos de erosão costeira e de instabilidade nas arribas e vertentes da área de trabalho. Para o efeito, o critério seguido levou ao levantamento de 14 estações, das quais 3 na praia e arriba de Kalohanda (estações 1-3); 3 na enseada de Tchituca (estações 4-6), 3 na praia e arriba de Tchipadagoma (estações 7-9) e as restantes 5 no troço de arriba situado no extremo sul da praia do Cuio (estações 10-14).

É de salientar que no acesso à área de investigação, dada as dificuldades de acessibilidade, foi necessária a utilização de uma viatura todo terreno e de uma lancha de madeira com fundo chato e motor fora de borda, para poder varar as praias. Para tal foi inestimável a colaboração de pescadores locais, que colaboraram com a embarcação e no papel de guias.

Quadro 4.1 – Versão resumida da Ficha A, relacionada com o estudo de situações de instabilidade.

Ficha A
1 - Denominação da arriba / vertente
2 - Localização
3 - Comprimento (m) da arriba / vertente
4 - Altura (m) da arriba / vertente
5 - Pendor da arriba / vertente
6 - Características litológicas
7 - Tipo de Vegetação
8 - Representação gráfica dos tipos litológicos, estratificação e de planos de falhamento (Cortes transversais interpretativos e/ou frente interpretativa da vertente/arriba).
9 - Classificação de Instabilidade (Tipos de Instabilidade de acordo com as Classificações de Varnes (1978) e Cruden & Varnes (1996)).
10 - Trabalhos de estabilização: Presença de trabalhos de estabilização ou de proteção de vertente/arriba.
11 - Representação gráfica das situações de instabilidade
12 - Velocidade dos movimentos de vertentes / arribas
13 - Atividade da Instabilidade (Adaptado de WP/WLI (1993)).
14 - Dimensão das situações de instabilidade.
15 - Consequências da Instabilidade.
16 - Causas Externas da Instabilidade.
17 - Causas Internas da Instabilidade.

Como equipamento básico que acompanhou o levantamento de campo, deve salientar-se a utilização de uma fita métrica que foi empregue para determinar a volumetria do material afetado pelas instabilidades, os espaçamentos das diaclases, a espessura das camadas e as dimensões das falhas identificadas nas estações. Recorreu-se, também, a um aparelho de Global Positioning System (GPS) para determinar as coordenadas geográficas dos vários locais de estudo. Ao nível da envolvente e de cada uma das estações analisadas, procedeu-se ao registo de várias observações geológicas, bem como da vegetação existente, tipos, velocidades e estado de atividade das instabilidades, consequências e causas dos movimentos das instabilidades. Utilizou-se uma bússola de geólogo para a definição das coordenadas geológicas das estruturas geológicas e das arribas e vertentes. Foi empregue um equipamento TAB2 SAMSUNG GALAXY digital para fotografar as diferentes características das 14 estações, em especial os aspetos geológicos, os processos erosivos e as situações de instabilidade.

Quadro 4.2 – Ficha B, relacionada com o estudo da suscetibilidade à erosão costeira.

Ficha B			
Nº da Ficha	Localização:	Data de Observação:	
PARÂMETROS (definição da suscetibilidade à erosão costeira nas áreas: Cuio, Tchipadagoma, Tchituca, e Kalohanda).		Termos	
1	Litologia	1	Calcários e calcários gresosos
		2	Calcários e calcários margosos
		3	Margas calcárias e margas
		4	Siltitos e argilitos
2	Espaçamento das diáclases (F)	1	Diáclases afastadas a muito afastadas ($F > 60$ cm)
		2	Diáclases medianamente afastadas a afastadas ($20 \text{ cm} < F < 200$ cm)
		3	Diáclases medianamente afastadas a próximas ($6 \text{ cm} < F < 60$ cm)
		4	Diáclases próximas a muito próximas ($F < 20$ cm)
		5	Diáclases muito próximas ($F < 6$ cm)
3	Espessura dos estratos (L)	1	Estratos espessos a muito espessos ($L > 60$ cm)
		2	Estratos de espessura mediana ($20 \text{ cm} < L < 60$ cm)
		3	Estratos de espessura reduzida a muito reduzida ($L < 20$ cm)
4	Atitude dos estratos	1	Inclinação contrária à da arriba
		2	Estratos subhorizontais
		3	Inclinação subparalela à da arriba
		4	Inclinação no mesmo sentido que a da arriba
5	Proteção do sopé	1	Existência de plataforma de abrasão recente
		2	Existência de proteção com blocos caídos
		3	Sem proteção
6	Altura de arribas	1	Altura > 25 m
		2	Altura entre 20 a 25 m
		3	Altura entre 15 e 20 m
		4	Altura entre 10 e 15 m
		5	Altura < 10 m
7	Intensidade das ações marinhas	1	Enseadas abrigadas
		2	Litoral exposto a Norte e Noroeste
		3	Litoral exposto a Oeste e Sudoeste
		4	Promontório

4ª Fase: Centrou-se em procedimentos de gabinete, nomeadamente na análise, interpretação e tratamento de todos dados de campo recolhidos e sistematizados em cada uma das 14 estações analisadas, tendo em conta o potencial de existência de erosão e instabilidade de arribas e talude/vertente. Mais concretamente, analisaram-se as observações criteriosas baseadas nas fichas de estudo das situações de instabilidade de arribas rochosas/vertentes e da suscetibilidade à erosão costeira, fenómenos que se consubstanciam em grande escala, nas regiões costeiras como é o caso do perímetro em estudo.

5ª Fase: Procedeu-se à interpretação final de todas as informações que foram recolhidas no terreno, baseadas nas fichas de trabalho designadas por ficha A e B, a par de observações complementares efetuadas noutros pontos da área de estudo. Especial ênfase foi dada à contribuição da presente investigação para uma futura elaboração de um Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) válido para o troço de litoral a Sul de Benguela e que engloba a área de estudo, de modo que as autoridades do poder local possam, de fato, criar políticas para minimizar e de contenção dos riscos que a erosão costeira e as situações de instabilidade podem provocar nas áreas habitacionais, nas infraestruturas socioeconómicas, nas zonas balneares e turístico-lúdicas da região do Cuio.

Capítulo V – ESTUDO DA EROSÃO COSTEIRA E DE INSTABILIDADES DE ARRIBAS

5.1 – Descrição de arribas costeiras entre as praias do Cuio e de Kalohanda

As arribas costeiras em estudo enquadram-se na região costeira do Cuio, a sul desta localidade, numa distância retilínea de aproximadamente 7340 m, a que correspondem 8530 de linha de costa sinuosa. Este troço costeiro encontra-se exposto a Noroeste (Fig. 5.1) e tem início no extremo sul da linha de praia-alta da baía do Cuio. A partir daí compreende várias extensões de arriba ativa, intercaladas com pequenas baías com praias arenosas, das quais a enseada de Tchituca é a mais extensa. A orientação geral deste troço de costa é para Sudoeste, pelo que existem diversas áreas, sobretudo pequenos promontórios rochosos, particularmente expostos ao efeito da ondulação vinda dos quadrantes de Sul, sobretudo durante o fenómeno meteorológico das calemas. As estações em estudo encontram-se numeradas de 1 a 14, de Sul para Norte, concentrando-se na proximidade de espaços com habitações e outras infraestruturas ligadas a atividades tradicionais (pesca, seca de peixe e agricultura de subsistência, e, como tal, frequentados regularmente pelas gentes locais, nomeadamente na Kalohanda (estações 1 a 3), na Tchituca (estações 4 a 6), na Tchibandagoma (estações 7 e 8) e no extremo sul do Cuio (estações 9 a 14).

No presente capítulo procede-se à descrição e interpretação dos dados obtidos a partir das fichas de trabalho, relacionadas com o estudo das ocorrências de instabilidades e de problemas de erosão costeira das arribas referidas (Fig. 5.1). De modo a permitir um melhor entendimento dos elementos relativos ao levantamento de campo, é apresentado um registo de imagens fotográficas das várias estações.

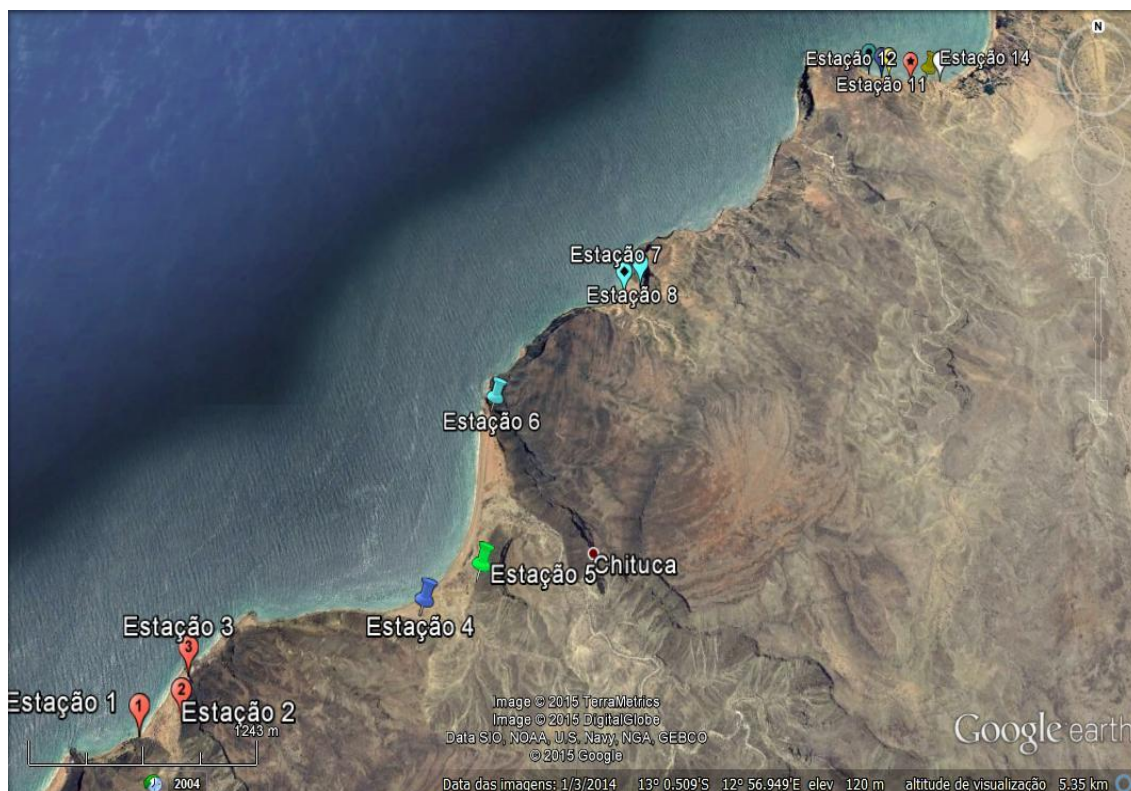


Figura 5.1 - Ilustração das estações da área em estudo e sua localização ao longo do troço de costa compreendido entre o Cuio e Kalohanda (Base: imagem retirada de *Google Earth* em 10.01.2016).

5.1.1 – Estudo da 1ª Estação

A Estação 1 localiza-se no extremo sul da enseada de Tchipandagoma e apresenta como coordenadas geográficas: $13^{\circ} 01,462'$ de latitude Sul e $012^{\circ} 55,665'$ de longitude Este (Fig. 5.2). Tem cerca de 130 m de comprimento e uma altura aproximada de 30 m. A primeira e a segunda estação de estudo encontram-se a uma distância de cerca de 224 m.

No seu todo, corresponde a uma arriba cujo lado oeste apresenta as características de arriba ativa, sujeita, na base, à acreção de materiais arenosos provenientes da deriva litoral, mas também à ação erosiva durante períodos de maior agitação marítima. Observa-se, lateralmente, a mistura de areias com os materiais de depósito de vertente.

As litologias predominantes nessa arriba são compostas por calcários e margas. Os estratos seus constituintes apresentam pendores suaves para

Noroeste, no sentido do oceano. A parte inferior da arriba é constituída por calcários, calcários margosos e margas pertencentes à Formação de Quissonde, do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela e dispostos em estratos com espessuras centimétricas a decimétricas, sendo os de marga geralmente mais espessos. Estes encontram-se parcialmente cobertos por um depósito de vertente, composto por materiais heterogéneos, provenientes do próprio maciço calcário. Verifica-se, ainda, a presença de vénulas de gesso nos estratos compostos por calcários e margas, geralmente de coloração acinzentada, o que estará relacionado com processos diagenéticos de precipitação desta substância mineral.

Quanto à parte superior da arriba, esta é constituída por calcários gresosos e arenitos bem consolidados, com cimento carbonatado, pertencentes à Formação de Catumbela. Estas rochas apresentam-se, geralmente, em estratos espessos, decimétricos a métricos e, como são bastante compactas, formam cornijas e escarpamentos no topo da arriba, subverticais e propensos a instabilidades.

As características do espaçamento das discontinuidades observadas, enquadram-se no 3º termo com diáclases medianamente afastadas a próximas. Quanto ao fator espessura das camadas, este apresenta características de camadas de espessura mediana.

Associado às situações de instabilidade, verifica-se a presença de um depósito de vertente que tem um pendor de 30º Norte. Quanto à vegetação, foi classificada de vegetação rasteira. Os tipos de instabilidades que podem ocorrer, mais frequentemente, são os fluxos de detritos e solos e os desmoronamentos de rochas e detritos. Os materiais provenientes dos fluxos depositam-se sob a forma de cones de dejeção.

A velocidade dos movimentos na arriba varia desde muito rápida a rápida. Verificou-se que os blocos rochosos instabilizados se encontram a uma distância média de 8 m em relação à base da vertente. Não existem medidas de estabilização ou de proteção nas arribas da Estação 1, tal como se pode verificar na Fig. 5.1. De acordo com o estabelecido por WP/WLI (1993), o estado da instabilidade é definido como ativo a suspenso. O volume dos

materiais afetados pela instabilidade possui as seguintes dimensões médias: 12 cm x 1,55 cm x 1,5 cm.



Figura 5.2- Cone de dejeção na frente do depósito de vertente da Estação 1, na Tchipandagoma, observando-se a extensa cornija com calcários diaclasados na parte superior, numerosos blocos caídos, a berma superior da praia que comunica com a arriba ativa e algumas habitações rudimentares da comunidade piscatória (Foto do autor).

As principais consequências da instabilidade afetam principalmente as habitações aí existentes, a agricultura de subsistência das gentes locais, estruturas de seca de peixe e, sobretudo, uma vasta área com importância balnear. As principais causas externas das instabilidades observadas, estão relacionadas com erosão superficial (diferencial nos estratos das duas formações geológicas, a primeira mais propensa à formação de relevos de resistência como cornijas), com o aumento da altura do talude, a infiltração de água no maciço, sobretudo aquando das grandes chuvadas, e vibrações ligadas a fenómenos sísmicos e ao impacto da ondulação no sopé da arriba ativa. Por sua vez, as causas internas da instabilidade estão relacionadas com a litologia (margas mais friáveis *versus* calcários mais compactos, a estrutura geológica (as litologias calcárias da Formação de Catumbela são mais propensas a adensamento do diaclasamento) e a atitude estrutural dos estratos

(o sentido do pendur é inferior a 90° relativamente à exposição da arriba/vertente), o incremento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos na parte basal (erosão da arriba ativa).

5.1.2 – Estudo da 2ª Estação

Esta estação localiza-se, também, na enseada de Tchibandagoma tem como coordenadas geográficas 13° 01,426' de latitude Sul e 12° 55,770' de longitude Este (Fig. 5.3). Dista da 3ª estação cerca de 216 m, possui uma extensão de 200 m de comprimento e 32 m de altura, sendo que o depósito de vertente a ela associado tem um pendur de 30° SO.

As litologias reconhecidas no maciço rochoso que caracteriza esta estação apresentam-se semelhantes às da anterior. São constituídas por calcários e calcários margosos, muito finos e compactos, de tom amarelado a beje e acastanhado, dispostos em estratos de espessura centimétrica e que alternam ritmicamente com estratos, geralmente mais espessos, de marga e marga calcária. Esta sucessão integra a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela. Por cima desta unidade, particularmente exposta e visível através de uma extensa cornija que ocupa a parte superior da vertente, ocorrem estratos espesso de calcário gresoso, bastante compacto, dispostos em estratos de espessura decimétrica a métrica e pertencentes à Formação de Catumbela. O maciço calcário encontra-se coberto por um depósito de vertente bastante expressivo, em que abundam blocos caídos da cornija calcária, alguns de dimensão considerável. Na parte basal constata-se ainda a presença de alguns depósitos bioclásticos com uma coloração avermelhada, o que prenuncia a presença de hidróxidos de ferro em por vezes assumem uma tonalidade negra devido à presença de fezes de aves. A segunda estação corresponde ao 3º termo quanto aos espaçamento das diaclases, com as espessuras das camadas a apresentarem-se delgadas a muito delgadas ($L > 20$ cm).

Em virtude da exposição da vertente e do sentido do pendur da estratificação dos níveis de calcário e marga serem conformes, a Estação 2 apresenta-se

como um local particularmente propenso a instabilidades, as quais devem ser tidas em conta dada a proximidade de habitações e de áreas de cultivo das gentes locais.

O tipo de vegetação é considerado desde ausente a rasteira, sendo que a existência desta última se verifica na parte intermédia e no sopé da vertente, como se pode verificar na Fig. 5.3a. Em relação aos tipos de instabilidades presentes, verificaram-se com maior frequência as quedas de blocos rochosos, os fluxos de detritos e solos, sendo que estes últimos só ocorreram na zona intermédia. Não se verificaram quaisquer trabalhos de estabilização.

A velocidade dos movimentos é considerada de muito rápida a rápida. Os blocos instabilizados, muitas vezes fragmentados, podem alcançar 12 m de distância relativamente à base da vertente, podendo deste modo interferir com as atividades humanas (Fig. 5.3b). O estado de atividade das instabilidades é considerado como ativo e suspenso.

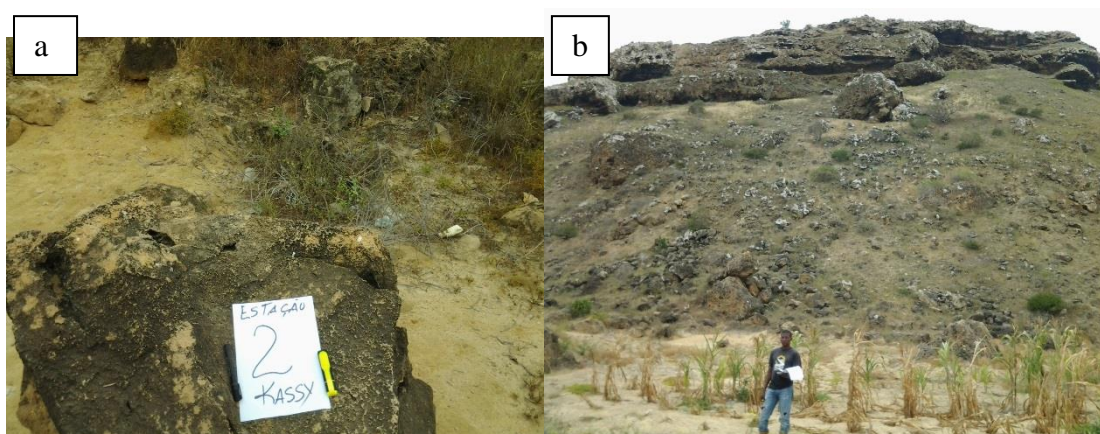


Figura 5.3 - Aspectos da Estação 2. (a) Bloco rochoso instabilizado no sopé da vertente e tipo de vegetação rasteira; (b) atividade agrícola rudimentar peto do sopé da vertente, observando-se a cornija na sua parte superior e o depósito de vertente correspondente, com grandes blocos de calcário da Formação de Catumbela caídos.

O volume do material afetado pela instabilidade é, em termos médios, de 80 cm x 1,70 m x 60 cm. As situações de instabilidades causam perturbações nas zonas agrícolas, algo incipientes, e atingem também áreas desocupadas.

As causas externas das instabilidades correspondem, principalmente, à infiltração da água, sobretudo durante períodos de chuva intensa e

concentrada no tempo, e a erosão superficial. Quanto às causas internas dessas instabilidades, estas estão associadas à composição litológica do talude, à estrutura geológica, designadamente das diáclases e da conformidade entre o sentido do pendor dos estratos e a exposição da vertente, ao aumento da pressão da água, e à redução da resistência dos terrenos.

5.1.3 – Estudo da 3ª Estação

A terceira estação localiza-se no extremo norte da enseada de Tchipandagoma e compreende as seguintes coordenadas geográficas: 13° 01,310' de latitude Sul e 12° 55,765' de longitude Este. Dista 1270 m da segunda estação, segundo a linha da praia-mar, tendo uma extensão de 100 m de comprimento e altura variável entre 2 m e 10 m (Fig. 5.4). A arriba apresenta um pendor de 30°N e exposição para noroeste, constituindo um relevo de resistência formado por calcários compactos da Formação de Catumbela, os quais mergulham na superfície oceânica e formam um pequeno promontório com expressão local, contíguo à praia arenosa. Desta forma, a Estação 3 compreende uma parte de arriba ativa particularmente exposta aos efeitos da ondulação, e uma parte mais interna, lateral, com frente verticalizada, virada a sudoeste e parcialmente coberta por areias de praia.

A litologia do maciço rochoso subjacente a esta arriba é composta por calcários na base, verificando-se igualmente a existência de calcários margosos e gresosos, pertencentes à Formação de Catumbela da Bacia sedimentar de Benguela. O topo da arriba com pendor para o mar apresenta vestígios de superfície de abrasão plistocénica e, ainda, vários depósitos de concheiros, ligados a atividades de caça e recolção pré-históricas. Os calcários têm uma coloração escura, por vezes acinzentada, e formam alternâncias com estratos finos de margas, margas calcárias e margas com fraturas preenchidas por óxidos de ferro. O conjunto da litologia apresenta características de erosão diferencial e de erosão química. A vegetação é considerada como inexistente no contacto e nas proximidades com o mar (Fig. 5.3), e como rasteira nas partes intermédias e de topo das arribas.

Os espaçamentos das diáclases foram enquadrados no 2º termo das diáclases medianamente afastadas a afastadas. Para o fator espessura das camadas foi consideradas as características de camadas de espessura mediana.



Figura 5.4 - ilustração de troço de arriba na Estação 3, parcialmente coberto pela acreção de areias e mostrando desgaste erosivo diferencial e meteorização química.

Os tipos de instabilidade ocorrentes foram o desmoronamento de rochas e detritos, bem como fluxos de detritos. Na arriba da Estação 3 não existem trabalhos de estabilização. A velocidade dos movimentos de talude foi definida como muito rápida a rápida. O estado de instabilidade foi, na sua maioria, classificado de ativo a suspenso.

O volume médio dos blocos e detritos caídos, resultantes de instabilidades, caracteriza-se em 70 cm x 70 cm x 40 cm. Os materiais resultantes dos movimentos de instabilidade ocorrem em zonas desocupadas e numa área balnear, designadamente a praia. As causas externas da instabilidade estão relacionadas com a ação da água no sopé da arriba e a erosão superficial, apresentando-se esta associada às variações de temperatura. As causas internas da instabilidade compreendem a litologia, as estruturas geológicas (diáclases e falhas), o incremento da pressão da água e a diminuição da

resistência dos terrenos. Deve salientar-se que a posição e orientação que a Estação 3 ocupa no perfil de costa a tornam particularmente exposta à ação da ondulação, particularmente intensa durante as calemas anuais, pelo que a ação abrasiva do oceano constitui aqui um fator importante a ter em conta.

5.1.4 – Estudo da 4ª Estação

Correspondendo a um local de estudo situado no extremo Sul da enseada de Tchituca (Fig. 5.5), é de salientar que a estação se encontra localizada entre as seguintes coordenadas geográficas: 13º 01,148` de latitude Sul e 012º 56,454` de longitude Este, e dista com a estação seguinte aproximadamente 460 m em linha reta. Neste local a extensão total da arriba atinge 209 m de comprimento, enquanto a sua altura é de 68 m. O pendor tem uma inclinação de 30º N. No seu lado mais ocidental corresponde a um troço de arriba ativa, sendo que passa lateralmente a uma arriba coberta por depósito de vertente e com o seu sopé selado pela acreção de areias móveis, resultantes da deriva litoral.

As litologias presentes nesta área compreendem calcários e calcários margosos de tom amarelado a acastanhado, compactos, dispostos em estratos de espessura centimétrica a decimétrica, que alternam com margas e margas calcárias, repartidas em estratos por vezes mais espessos. Esta sucessão integra a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela. Encontra-se, em grande parte, mascarada por depósito de vertente resultante da acumulação de detritos provenientes dos movimentos causados pelas instabilidades, mas a sua exposição é boa do lado exposto ao oceano.

A parte superior da arriba compreende um troço bastante escarpado em que afloram calcários e calcários gresosos bastante compactos, dispostos em bancadas espessas e bastante diaclasadas, formando cornijas que se destacam na paisagem circundante. É destes níveis que se sobrepõem e interdigitam com os da unidade anterior e apresentam litofácies características da Formação de Catumbela, que provém a generalidade dos blocos acumulados na vertente e na base da arriba.

Quanto ao diaclasamento presente, este corresponde ao 2º termo das diáclases medianamente afastadas a afastadas. Também as camadas correspondem às características de camadas de espessura mediana.

De notar ainda a presença de um depósito de vertente espesso, composto por materiais carbonatados heterométricos. Verifica-se, também, a existência de vénulas de gesso, tanto neste depósito como na unidade subjacente, as quais apresentam geralmente de coloração branca, mas, nalguns casos, exibem tonalidades acinzentadas devido à presença de algumas impurezas.



Figura 5.5 - Aspeto da Estação 4, na sua parte mais interna, situada frente à berma alta da praia, observando-se o espesso depósito de vertente sobre a Formação de Quissonde e o escarpamento superior, com calcários compactos da Formação de Catumbela.

O tipo de vegetação verificável na arriba é desflorestado e sem vegetação e vegetação rasteira. Quanto aos tipos de instabilidade verifica-se com maior frequência a queda de blocos, sobretudo os provenientes das bancadas dos calcários superiores, bastante diaclasadas. Também ocorrem instabilidades

devido à ação erosiva diferencial entre as duas unidades presentes, visto que, a primeira apresenta maior percentagem de margas e argilas, por conseguinte materiais mais friáveis e que tendem a erodir mais rapidamente. Desta forma, o tipo de instabilidades é caracterizado por desmoronamentos de rochas e detritos, assim como por fluxos de detritos.

Nesta arriba não se efetuarem trabalhos de estabilização. A velocidade dos movimentos é considerada desde muito rápido a rápido. O estado de instabilidade é classificado de ativa e suspensa. O volume médio dos blocos instabilizados é de 100 cm x 1,9 cm x 7,5 cm. As principais causas externas das instabilidades estão relacionadas com o aumento da inclinação da arriba, a infiltração da água e a erosão superficial, incluindo a ação da abrasão marinha na parte sujeita à ação da ondulação costeira. As causas internas das instabilidades estão relacionadas com a litologia, estrutura geológica (estratificação e diáclases). Como consequência das instabilidades verificadas, considera-se a presença de um troço de praia afetado com potencial importância balnear e turístico-lúdica.

5.1.5 – Estudo da 5ª Estação

A Estação 5 está localizada na Tchituca, na vertente sobranceira ao povoado, entre as seguintes coordenadas geográficas: 13° 01,046` de latitude Sul e 012° 56,629` Este (Fig. 5.6). Separa-se com a estação seguinte em 1005 m, e apresenta uma extensão de 210 m de comprimento e 75 m de altura. A vertente tem uma inclinação de 31° ONO.

As litologias predominantes no maciço rochoso subjacente à vertente são análogas às da estação anterior. Compreendem calcários, calcários margosos, e calcários nodulares, compactos, de tons amarelados a acastanhados, dispostos em estratos pouco espessos, com possanças de centímetros a decímetros. A sua unidade basal é constituída por alternâncias de calcários margosos em bancos de centímetros e a decímetros, os quais se intercalam com estratos de margas e margas micáceas, amareladas, dispostas em estratos de centímetros a decímetros de espessura, com fraturas preenchidas

por gesso. Da base para o topo os bancos aumentam de espessura, atingindo em alguns níveis espessuras métricas. Esta sucessão integra a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela e encontra-se, ainda que parcialmente, mascarada por materiais de vertente.

No pacote sedimentar de cima observa-se a existência de calcários e calcários gresosos de tom esbranquiçado a acinzentado, compactos a muito compactos, dispostos em bancadas espessas que tendem a formar um escarpamento bem definido. Este conjunto integra a Formação de Catumbela, cujas litofácies interdigitam e se sobrepõem às da unidade anterior.

Sobre a parte intermédia e o sopé da vertente, em que o maciço é composto por materiais mais margosos e menos compactos, sobrepõe-se um depósito de vertente composto por materiais heterométricos, calcíticos e argilosos, proveniente dos movimentos resultantes de instabilizações.



Figura 5.6 - Aspeto da Estação 5, fronteira à povoação, observando-se o depósito de vertente correspondente, com numerosos blocos de calcário, e que mascara estratos da Formação de Quissonde, para além do escarpamento superior com calcários compactos da Formação de Catumbela.

De realçar ainda dois aspetos: ao contrário das estações anteriores esta não compreende nenhum troço de arriba ativa, pelo que a sua erosão resulta unicamente de processos subaéreos. Por outro lado, verifica-se que o sentido do pendor da estratificação, apesar dos valores fracos desta, apresenta alguma concordância com a exposição da vertente para ONO, propiciando instabilidades na sua parte superior, escarpada e com bastantes diaclasamentos. O fator espaçamento das diáclases nesta vertente de acumulação foi considerado no 1º termo que corresponde a diáclases afastadas a muito afastadas. O fator espessura das camadas foi considerado no 2º termo que corresponde camadas com espessura mediana.

O tipo de vegetação existente nesta estação é considerado de rasteira, pouco densa, exceto a partir do sopé do talude, onde abundam gramíneas e arbustos e se observa uma pequena zona de alguma humidade no solo. É, também, neste espaço que os locais procedem a alguma agricultura de subsistência, ainda dentro da influência de materiais deslocados por alguns movimentos, inclusive um ou outro bloco de maior dimensão.

O tipo de instabilidades presentes é caracterizado por queda de blocos rochosos e detritos, e, em menor escala, fluxos de detritos e solos. O trabalho de estabilização não existe nesta estação. Os movimentos de vertentes/taludes obedecem a uma velocidade de muito rápido a rápido. O estado da atividade da instabilidade é classificada como ativo. O volume médio do material afetado pela instabilidade dos blocos caídos foi classificado em 50 cm x 70 cm x 65 cm. As consequências das instabilidades observadas afetam as habitações locais mais próximas, assim como alguns dos espaços de cultivo envolventes. As causas externas dessas instabilidades foram classificadas basicamente por aumento de inclinação do talude/vertente, aumento de altura da vertente, infiltração de água e erosão superficial. Quanto às causas internas dessas instabilidades, salientam-se a litologia, a estrutura geológica (a estratificação concordante com a orientação da vertente), e a diminuição da resistência dos terrenos.

5.1.6 – Estudo da 6ª Estação

A sexta estação inclui um troço de arriba ativa, na sua parte oeste, localizada num pequeno promontório correspondente ao extremo norte da enseada de Tchituca (Fig. 5.7). Compreende as seguintes coordenadas geográficas: 12° 00,506` de latitude Sul e 012° 56,650` de longitude Este. Dista da estação seguinte 1180 m de comprimento, ao longo do perfil da linha de costa na praia-mar. Apresenta uma extensão de 270 m de comprimento e cerca de 68 m de altura máxima, com um pendor de inclinação de 20° para Nordeste.

Quanto à sua natureza litológica, a arriba em estudo apresenta analogias com a da Estação 3. É composta, sobretudo, por estratos de calcário e calcário gresoso de tom acastanhado a esbranquiçado, compactos e bastante diaclasados, pertencentes à Formação de Catumbela, representativa de parte do andar albiano da Bacia sedimentar de Benguela. Estes dispõem-se em estratos de espessura decimétrica com pendores suaves para o oceano e alternam com níveis delgados de margas calcárias, por vezes margas, com fraturas preenchidas por óxido de ferro. O conjunto ilustra bem os efeitos da erosão diferencial e a meteorização química a atuarem sobre o maciço calcário, observando-se pequenas figuras de dissolução cársica e lapiás, para além dos estratos de calcário mais compacto tenderem a formar pequenas saliências e cornijas no afloramento, sobressaídas graças a um maior desgaste erosivo das margas, bastante mais friáveis.



Figura 5.7 - Imagem panorâmica da Estação 6, localizada no extremo norte da enseada de Tchituca. Observa-se a extensa cornija no topo, com calcários da Formação de Catumbela e o depósito de vertente subjacente.

O fator espaçamento foi enquadrado no 2º termo das diáclases medianamente afastadas a afastadas e o fator espessura das camadas foi considerado no 3º termo correspondente a camadas delgadas a muito delgadas.

De notar que o sentido do pendor dos calcários é contrário à exposição da arriba, mitigando de certa forma eventuais instabilidades. Por cima de parte da arriba, sobre o promontório, observa-se um nível de plataforma de abrasão com restos de depósito de praia e três concheiros pré-históricos, posicionado a uma cota da ordem de 10 m.

A vegetação desta arriba é desflorestada e sem vegetação e existência de vegetação rasteira na época chuvosa.

O tipo de instabilidades é composto por desmoronamentos e basculamentos (*toppling*), caracterizados por queda de rochas e detritos. Não há trabalho de estabilização nesta arriba. A velocidade dos movimentos de vertente regista-se entre muito rápido a rápido. O estado de instabilidade é, na sua grande maioria, considerado de ativa. O volume de instabilidade dos blocos caídos varia de 352 cm³ a 400.000 cm³. As consequências das instabilidades afetam a praia balnear e as atividades de pesca. As causas externas da instabilidade estão ligadas ao aumento da inclinação do talude, aumento de altura da vertente, infiltração de água e erosão superficial. As causas internas das instabilidades estão relacionadas com a litologia, a estrutura geológica (falhas, estratificação), aumento da pressão da água e diminuição da resistência dos terrenos.

5.1.7 – Estudo da 7ª Estação

A estação em estudo corresponde ao lado sul da enseada de Tchibandagoma (Fig. 5.8) e está localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 13° 00,073` Sul, 12° 57,126` Este. Dista da sétima estação 121 m de comprimento em linha reta, sendo que a arriba tem uma extensão de 200 m de comprimento, 25 m de altura e apresenta um pendor aproximado de 40°N e exposição orientada para norte.

As litologias desta estação são compostas por calcários, calcários margosos, margas calcárias e margas de tom esbranquiçado a amarelado e acastanhado, sendo os estratos de calcário mais compactos e os de marga mais friáveis, ambos com espessuras centimétricas a decimétricas. Esta sucessão está presente na maior parte do afloramento, com exceção do seu topo,

representando a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela. É interessante notar que, do ponto de vista litológico, este conjunto é divisível: (1) numa parte basal da arriba, constituída por calcários, calcários margosos e margas com uma coloração mais esbranquiçada e que, ao redor das camadas, tem uma tonalidade de cor escura e acastanhada, e (2) numa parte intermédia da arriba em que os tons dos estratos são mais amarelados e os de calcário mais compactos, destacando-se dos de marga por erosão diferencial, sobretudo na parte da arriba virada para o mar, formando uma sucessão de cornijas propensas a instabilidades, em função da rede de diáclases e fracturação do maciço rochoso. Regista-se também a existência de algumas vénulas de gesso acinzentadas com tonalidades esbranquiçadas com uma espessura que ronda 1,5 cm a 5 cm.

Na parte superior da arriba apresenta-se, ainda, um escarpamento composto por estratos mais espessos e bastante menos margosos, de calcário e calcário gresoso, compacto, da Formação de Catumbela. O fator espaçamento foi considerado ser pertencente ao 2º termo que é medianamente afastadas a afastadas o fator espessura das camadas está enquadrada no 3º termo, considerado de camadas delgadas a muito delgadas.

De notar que a estratificação do conjunto se apresenta com uma atitude contrária à exposição da arriba, o que permite explicar a relativa escassez de materiais de vertente, por comparação com estações anteriores.

Quanto ao tipo de vegetação, a Estação 7 foi classificada de desflorestada e sem vegetação. Os tipos de instabilidade que predominam neste afloramento em estudo são: os desmoronamentos de rochas, detritos provenientes do topo e basculamento (*toppling*). Nesta arriba não há trabalho de proteção

A velocidade dos movimentos dos blocos foi determinada como muito rápida a rápida. O estado de instabilidade foi considerado como ativo e suspensa nos últimos 12 meses, não no momento do estudo. A dimensão dos blocos e detritos é de 1,55 cm x 1,90 cm x 28 cm. As consequências das instabilidades podem afetar habitações implantadas sobre a praia circundante, dada a sua

proximidade, assim como o espaço da própria praia com potencialidades como espaço de veraneio e para atividades turístico-lúdicas.

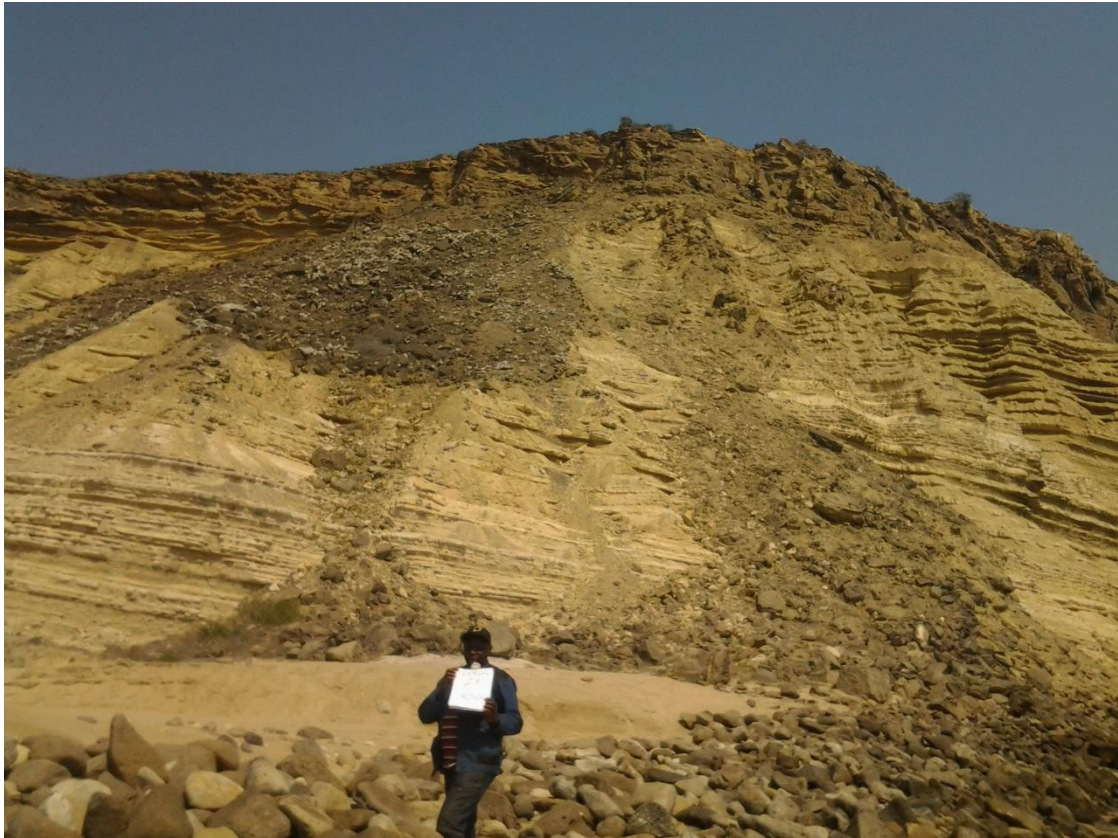


Figura 5.8- Imagem da arriba na estação 7, sendo que o troço figurado apresenta areias de praia no seu sopé, mas também um cordão litoral espesso de seixos e blocos angulosos a rolados, resultantes da ondulação e deriva litoral de sul. É interessante ver a continuidade que existe entre os processos das instabilidades e desmoronamento de blocos e detritos para o sopé da arriba e a ação da deriva litoral, particularmente forte durante as calemas.

As causas externas da instabilidade são: o aumento da inclinação do talude/vertente, aumento da altura do talude/vertente (escavação no pé da crista), infiltração da água e erosão superficial, enquanto as causas internas da instabilidade foram determinados pela sua própria litologia, estrutura geológica (estratificação, diáclases e falhas), o aumento da pressão da água e diminuição da resistência dos terrenos, sobretudo durante períodos ocasionais de forte pluviosidade.

5.1.8 – Estudo da 8ª Estação

Esta estação tem a correspondência com as seguintes coordenadas geográficas: 13° 00,048` de latitude Sul e 012° 57,186` de longitude Este. Localiza-se no centro da enseada da pescaria de Tchipandagoma, na arriba exposta por detrás das habitações (Fig. 5.9), separa-se da nona estação 2559 m medidos ao longo da linha de costa segundo a linha da praia-mar, tem uma extensão de 400 m de comprimento e 72 m de altura, sendo que face da arriba apresenta uma inclinação aproximada de 31° SO.

As litologias dominantes nesta estação são compostas por calcários, calcários margosos, margas calcárias e margas, com tom amarelado a acastanhado, alternando ritmicamente numa sucessão de estratos finos, com espessura centimétrica e, mais raramente, decimétrica. Os estratos mais carbonatados, por erosão diferencial com os de marga, bastante mais friáveis, ficam mais salientes na superfície do afloramento, formando uma sucessão de cornijas alongadas segundo os planos de estratificação. Este tipo de litofácies, assim como a existência de amonites (Fig. 5.10), coaduna-se com as sucessões carbonatadas espessas da Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela.

No seu todo, este troço de arriba compreende um espesso depósito de sopé, com enchimento caótico e heterométrico, que inclui grandes blocos provenientes de quedas e *toppling*. Este depósito conecta com a praia arenosa onde estão concentradas as habitações e estruturas de seca de peixe.

Segue-se um troço verticalizado da arriba, em que os estratos de calcário e de calcário margoso se apresentam relativamente pouco diaclasados, com espaçamentos das fraturas da ordem dos decímetros a 1-2 m. A estratificação básica na ordem dos 30° NO, sendo, por conseguinte, conforme com a exposição da arriba, aspeto que facilita a ocorrência de instabilidades.

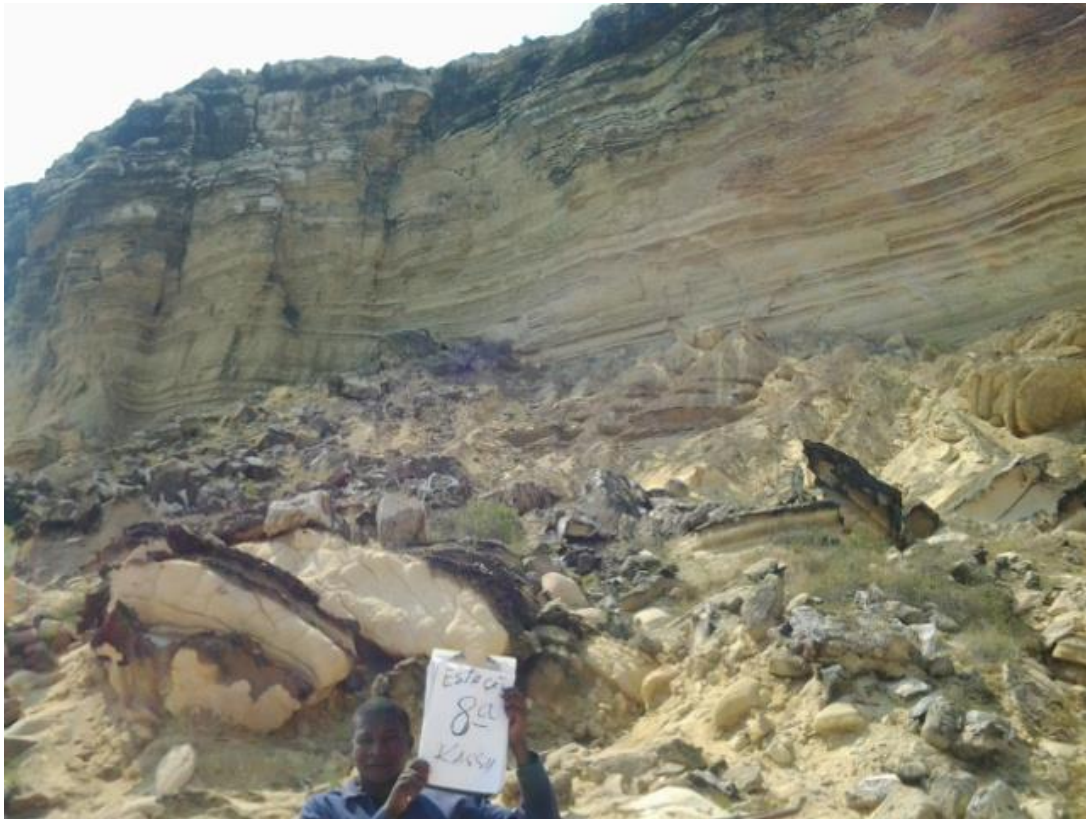


Figura 5.9 – Panorâmica da arriba no local da Estação 8, notando-se a presença de uma zona de sopé, muito desenvolvida, com profusão de blocos inseridos em depósito de vertente e, em plano mais recuado, uma face verticalizada com grande empilhamento de estratos carbonatados, mais calcários no troço superior, em que a litofácies já se aproximam das da Formação de Catumbela. O fator espaçamento das diáclases foi considerado ser pertencente no primeiro termo, com diáclases afastadas a muito afastadas. O fator espessura das camadas foi considerada no 2º termo que corresponde camadas com espessura mediana. Notem-se, também, as importantes instabilidades presentes do lado esquerdo da foto, com fraturas verticais prenunciadoras de futuros movimentos.

O tipo de vegetação é classificado como sendo rasteira e esparsa, sob a forma de tufos isolados, sobretudo sobre o depósito de vertente. Os tipos de instabilidades presentes são caracterizados por desmoronamento, fluxos de rochas e detritos em grande escala, margas preenchendo as falhas e diáclases. Não há trabalho de estabilização. A velocidade dos movimentos de vertentes verificados nesta arriba é de muito rápido a rápido. O estado de instabilidade é considerado como sendo ativo. A dimensão média dos blocos enquadra-se entre: 1,20 cm x 1,10 cm x 80 cm.



Figura 5.10 – Amostra de calcário margoso da Estação 8, no qual se observa molde externo de amonite albiana, pertencente à Formação de Quissonde.

As consequências da instabilidade afetam a praia e a pescaria. As causas externas da instabilidade relacionam-se com o aumento da inclinação da vertente, aumento da altura do talude/vertente, infiltração de água, vibrações e erosão superficial. Quanto as causas internas das instabilidades, estas estão ligadas a fatores tais como a litologia, a estrutura litológica (estratificação, falha e diáclases) e diminuição de resistência dos terrenos.

5.1.9 – Estudo da 9ª Estação

A estação número nove está localizada perto da povoação do Cuio, na arriba ativa que se desenvolve a partir do extremo sul da praia arenosa, formando uma linha contínua que desenha dois arcos com cerca de 800 m de extensão e vem a terminar num pequeno promontório (Fig. 5.11). As suas coordenadas geográficas correspondem à latitude de 12° 59,080` Sul e longitude de 012° 58,207` Este. Dista da estação seguinte 65 m, sendo que a arriba local tem uma extensão de 50 m de comprimento e uma altura que varia entre 12 a 16 m. O seu pendor tem, em geral, uma inclinação de 45° N, mas apresenta-se vertical ou mesmo com inclinação negativa nalguns troços, devido às ações marinhas.



Figura 5.11 - Aspeto da Estação 9, localizada perto do Cuio, observando-se a arriba ativa composta por estratos finos, alternantes, de calcário margoso noduloso e de marga, formando dois conjuntos de coloração distinta, em que a estratificação pende suavemente para nordeste, sendo conforme com a exposição da arriba.

A litologia da arriba local é constituída, predominantemente, por calcários margosos e margosos nodulosos, compactos, que alternam ritmicamente com margas calcárias e margas, pouco compactas a friáveis. Distinguem-se dois conjuntos, sendo o inferior de coloração acinzentada e o superior com a característica tonalidade amarelada da unidade representada, a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela.

Ao longo do estudo efetuado o fator espaçamento das diáclases foi considerado ser pertencente no 3º termo com diáclases medianamente afastadas a próximas. O fator espessura das camadas está enquadrado no 3º termo, considerado de camadas delgadas a muito delgadas.

Os calcários apresentam-se sempre bastante diaclasados, dispendo-se estas fraturas com espaçamentos da ordem de 10 cm a 20 cm. Por outro lado, a

estratificação apresenta um valor de pendor próximo de 30° para Noroeste, sendo, portanto, conforme com a exposição da arriba para Norte, facto que facilita potenciais instabilidades.

No sopé da arriba observa-se uma acumulação de sedimentos arenosos de praia, misturados com materiais provenientes da erosão da arriba, incluindo blocos de calcário margoso e de frações mais finas. Também ocorrem seixos rolados resultantes da abrasão de blocos tombados da arriba, e ainda outros de rocha granitoide e de gnaiss, relacionados, muito possivelmente, com o desmantelamento de depósitos de praia existentes por cima da arriba.

Quanto ao tipo de vegetação a Estação 9 foi classificada como desflorestada e sem vegetação, podendo apenas encontrar-se algum coberto vegetal rasteiro, no topo, sob a forma de tufo esparsos e isolados.

Os tipos de instabilidades preponderantes na arriba são desmoronamento (queda de bloco e detritos), bem como fluxos de detritos que vão crescendo junto às falhas aí existentes. É de salientar que a arriba tem cerca de três falhas com as seguintes características em afloramento (Fig. 5.12):

- a) Com 12 m de altura, isto é do topo a base, 2 m de largura e 3 m de profundidade.
- b) Com 16 m de altura, 1,5 m de largura e 1,5 m de profundidade.
- c) Tem 12 m de altura, 1 m de largura e 1 m de profundidade.

De notar que estas fraturas maiores são sindeposicionais e associam-se a estruturas de deslizamento submarino (*slumpings*) de grandes volumes carbonatados no seio de contexto distal da plataforma carbonatada albiana. Em termos práticos não têm sismicidade recente associada, mas, ao constituírem descontinuidades maiores no maciço rochoso, afetam os materiais seus constituintes, contribuindo para a ocorrência de instabilidades.

Não há trabalho de estabilização ou de proteção do talude/vertente ver. A velocidade dos movimentos dos blocos varia entre muito rápido a rápido. Os estados de atividades de instabilidade foram qualificados de instabilidade ativa

e suspensa. O volume do material afetado pela instabilidade foi analisada entre: 1,50 cm x 1,9 cm x 1,40 cm.



Figura 5.12 – Aspeto da arriba da Estação 9 com uma das falhas mencionadas no texto. Esta falha é sindeposicional e estará associada a estrutura de deslizamento submarino (*slumping*) intra Formação de Quissonde. Note-se igualmente o depósito de praia suprajacente, de onde provém fluxos de detritos.

As consequências das instabilidades afetam consideravelmente uma vasta área de praia desocupada, mas em que o cordão arenoso disposto ao longo do sopé da arriba é utilizado como percurso frequente por pescadores e outros habitantes locais. Causas externas da instabilidade só existem devido ao aumento da inclinação do talude/vertente, à infiltração de água na sequência de períodos de forte pluviosidade e à erosão superficial. As causas internas são essencialmente as seguintes: a litologia, a estrutura geológica (estratificação, falhas e diáclases), o aumento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos.

5.1.10 – Estudo da 10ª Estação

A estação em análise localiza-se na área da anterior arriba ativa, cerca de 500 m a Oeste do extremo sul da enseada do Cuio, com as seguintes coordenadas geográficas: 12° 59,090` de latitude Sul e 012° 58,242` de longitude Este (Fig. 5.13). A sua distância à estação seguinte é de apenas 60 m. A arriba tem aqui uma extensão de 80 m de comprimento e 14 m de altura, com o pendor de 67°N.

As litologias presentes são constituídas por calcários, calcários gresosos, calcários margosos e margosos nodulosos, margas calcárias e margas. A generalidade dos estratos apresentam colorações amareladas a esbranquiçadas e espessuras centimétricas, apresentando-se sob a forma de alternâncias rítmicas, em que os estratos calcários, por serem mais compactos, sobressaem relativamente às litologias mais margosas. Apresentam-se, também, consideravelmente diaclasados, com diáclases espaçadas de 10 a 30 cm entre si, por força da proximidade de uma falha que deforma o maciço rochoso.

Esta sucessão carbonatada é representativa da Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela, uma das principais unidades geológicas regionais. O fator espaçamento das diáclases foi considerado enquadrar-se no 3º termo com diáclases medianamente afastadas a próximas. Por sua vez, o fator espessura das camadas está enquadrado no 2º termo, com características de camadas de espessura mediana.

Perto do sopé da arriba aflora uma falha com características de lítrica, associada a dobras de arrasto no bloco inferior e que deverá estar associada a instabilidade sindeposicional intra plataforma carbonatada, que levou a deslizamento (*slumping*) de um volume considerável de materiais sedimentares (Fig. 5.13). Este tipo de estruturas observam-se noutros locais das arribas costeiras e parecem ser uma característica estrutural da Formação de Quissonde, já mencionada por outros autores (Guiraud *et al.*, 2010).



Figura 5.13 - Imagem que ilustra uma panorâmica da Estação 9, observando-se a existência de falhas na arriba, associadas a dobras de arrasto e, na parte superior, o depósito de praia mencionado no texto.

Outra característica importante da arriba da Estação 9 é a presença de um extenso depósito pliocénico associado a nível de praia levantada, que assenta discordantemente sobre patamar de abrasão talhado nos carbonatos cretácicos. Este depósito, composto por sedimentos finos, arenosos a silto-argilosos, compreende ainda seixos rolados de natureza carbonatada e siliciclástica, formando uma linha quase contínua de afloramentos, que se estendem desde o Cuio até ao promontório oeste da enseada. Em alguns pontos está coroadada por concheiros pré-históricos, análogos aos das imediações das estações 3 e 6.

Neste local, o tipo de vegetação foi classificado como desflorestada e sem vegetação e vegetação rasteira, sendo que esta última classificação só é verificável no topo.

É de salientar que a arriba exhibe três falhas com as seguintes características:

- a) Com 14 m de altura, isto é do topo a base, 2 m de largura e 2 m de profundidade.
- b) Com 14 m de altura, 2 m de largura e 1 m de profundidade.
- c) Com 14 m de altura, 1,5 m de largura e 1,7 m de profundidade.

Os tipos de instabilidades foram classificados de desmoronamento (queda de blocos) de rochas, detritos e solos vindos do topo da arriba. Não existe trabalho de estabilização. A velocidade dos movimentos de vertente/talude foram classificadas entre muito rápido a rápido. O estado de atividade da instabilidade foi visto como ativa e suspensa. A dimensão media dos blocos resultantes das instabilidades fixou-se entre: 70 cm x 65 cm x 27 cm.

As consequências das instabilidades afetam o espaço desocupado de savana junto ao topo da arriba, mas, sobretudo, a área adjacente de sopé, ao longo da qual existe um estreito troço de praia frequentado por pescadores e veraneantes. Como causas externas que estão na base do aumento da inclinação do talude/vertente, considera-se a erosão superficial e a infiltração de água aquando fenómenos meteorológicos extremos, assim como os efeitos da ondulação, principalmente durante as calemas. Quanto a causas internas, devem-se referir a litologia, a estrutura geológica (falhas, diáclases e a estratificação) e aumento da pressão da água.

5.1.11 – Estudo da 11ª Estação

A estação em estudo está localizada na mesma área de arriba ativa das estações 9 e 10, nas imediações do Cuio e nas seguintes coordenadas geográficas: 12º 59,089` de latitude Sul e 012º 58,274` de longitude Este (Fig. 5.14). Dista da décima segunda estação cerca de 164 m, sendo que a arriba tem uma extensão de 80 m de comprimento e 12 m de altura, e o pendor é de 70°N.

A litologia é constituída por calcários, calcários gresosos, calcários margosos, margas calcárias e margas, por vezes ricas de vénulas de gesso. As

colorações variam de amareladas e acastanhadas a esbranquiçadas. Os estratos calcários são finos, com espessuras centimétricas, e apresentam-se mais diaclasados que os restantes, sobressaindo por erosão diferencial na superfície da arriba, por serem mais compactos. Os estratos mais margosos e friáveis são mais espessos que os anteriores, que com eles intercalam. O espaçamento das diáclases observadas varia entre 10 cm e 40 cm.

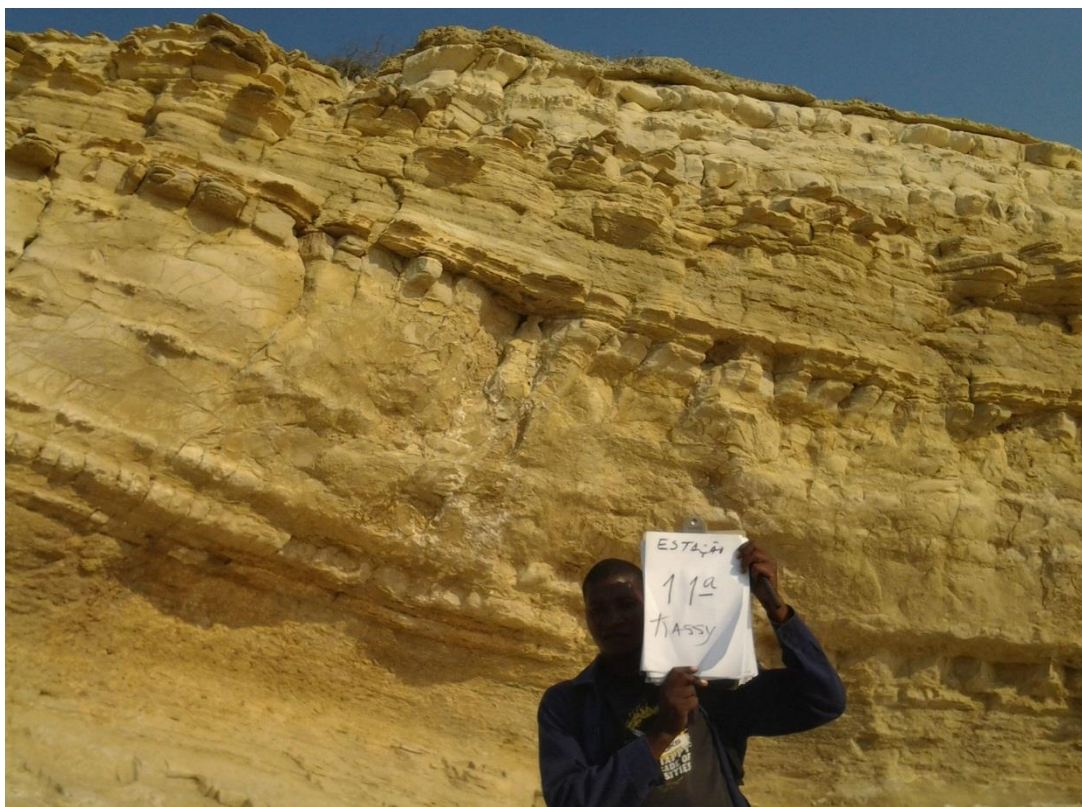


Figura 5.14 - Aspeto da arriba ativa da Estação 11, observando-se estratos diaclasados de rochas carbonatadas da Formação de Quissonde.

O tipo de vegetação é sem vegetação e vegetação rasteira. Os tipos de instabilidades verificáveis no local em estudo consistem em desmoronamentos, basculamentos e fluxos de detritos e solos. O trabalho de estabilização não existe. A velocidade dos movimentos de vertente/talude foram classificadas entre muito rápido a rápido. O estado de atividade das instabilidades foi visto como ativa e suspensa, mas não ativa no momento do estudo. A dimensão da instabilidade verificou-se entre: 1,10 cm x 58 cm x 30 cm. As consequências das instabilidades afetam a área de savana desocupada, situada à beira do

topo da arriba, assim como o troço estreito de praia arenosa frontal ao sopé da arriba, parte de uma zona balnear e turístico-lúdica.

As causas externas das instabilidades observadas estão na base do aumento da inclinação do talude/vertente, na erosão superficial, na erosão diferencial entre estratos calcários e margosos e na infiltração de água, sobretudo durante períodos de intensa pluviosidade concentrada. Quanto às causas internas, devem-se mencionar a litologia, estrutura litológica (falhas, diáclases e estratificação), e aumento da pressão da água.

5.1.12 – Estudo da 12ª Estação

O troço de arriba ativa estudado, correspondente à estação 11, localiza-se cerca de 250 m a Oeste do término da praia arenosa da enseada do Cuio, nas seguintes coordenadas geográficas: 12° 59,114` de latitude Sul e 12° 58,360` de longitude Este (Fig. 5.15). Dista da décima terceira estação 117 m segundo a linha de praia-mar, tendo uma extensão de 200 m de comprimento, e altura de 20 m. O pendor médio da arriba é de 67° N.

A composição litológica desta arriba é análoga à dos troços escarpados das estações anteriores, compreendendo calcários na base, calcários margosos, calcários gresosos e margas, por vezes com vénulas de gesso, e com colorações esbranquiçadas, amareladas e acastanhadas. Estas litologias apresentam-se em estratos finos, de espessura centimétrica, compactos a pouco compactos, mais friáveis nas litologias margosas. No seu todo, a sucessão exposta integra a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia de Benguela.

No local onde se centraram as observações, a estratificação pende aproximadamente 25° para Noroeste, intercetando obliquamente a superfície da arriba ativa. Este fator, conjuntamente com a presença de diversas fraturas, propicia a ocorrência de instabilidades ativas, como se pode depreender da

figura 5.14. É de salientar que a arriba se apresenta intercetada por três falhas com as seguintes características:

- a) Com 20 m de altura, isto é do topo a base 1 m de largura e 1,5 m de profundidade.
- b) Com 18 m de altura, 1 m de largura e 1 m de profundidade.
- c) Com 20 m de altura, 1,6 m de largura e 1,1 m de profundidade.
- d) Tem 16 m de altura, 1 m de largura e 1 m de profundidade.

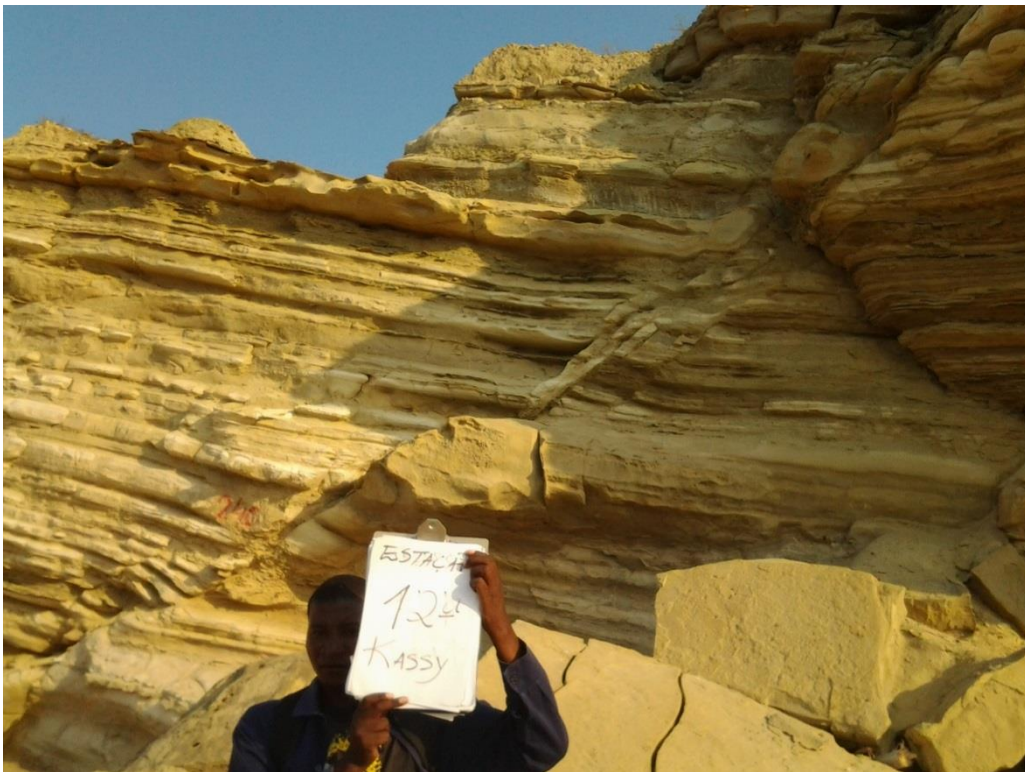


Figura 5.15 – Aspeto da arriba ativa na Estação 12, observando-se uma falha inversa com expressão local que desloca os estratos carbonatados. De notar também os grandes blocos caídos, resultantes de instabilidades recentes.

Quanto ao tipo de vegetação, este é considerado de sem vegetação.

Os tipos de instabilidades considerados são os desmoronamentos de rochas e detritos, basculamentos (*toppling*), deslizamentos planares e fluxos de detritos. Na arriba em análise não existe trabalho de estabilização. A velocidade dos movimentos de talude regista-se entre muito rápido a rápido.

O estado de instabilidade é, na sua maioria, considerado de ativo e suspenso. O volume médio de instabilidade dos blocos e detritos caídos constatou-se entre: 1,40 cm x 70 cm x 30 cm.

As consequências das instabilidades afetam os espaços de savana desocupados, situados à beira do topo da arriba e, na sua base, a linha estreita de praia que segue ao longo do sopé, utilizada por pescadores e outros habitantes locais e com relevância balnear e turístico-lúdica.

As causas externas das instabilidades estão ligadas ao aumento da inclinação do talude/vertente, aumento da altura do talude (escavação do pé da crista ligada aos efeitos da abrasão marinha na arriba ativa), infiltração da água, mais efetiva durante períodos ocasionais de pluviosidade intensa, e erosão superficial. Por sua vez, as causas internas das instabilidades estão relacionadas com a litologia, a estrutura geológica (diáclases, litologia e falhas), o aumento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos.

5.1.13 – Estudo da 13ª Estação

À semelhança das anteriores, a Estação 13 está localizada perto da povoação do Cuio, ao longo de um troço de arriba ativa exposta a norte e sujeita aos efeitos da ondulação (Fig. 5.16). Os seus pontos de coordenadas geográficas são: 12° 59,105` de latitude Sul e 12° 58,424` de longitude Este, sendo que dista da estação seguinte 135 m e tem uma extensão de 90 m e uma altura estimada em 13 m. O seu pendor apresenta uma inclinação de 55° N. A linha de arriba encontra-se cortada por uma linha de água incisa no maciço calcário, frente à qual se observa um cone de dejeção com um fluxo de detritos parcialmente remobilizados pela ação da ondulação.

As litologias presentes no sopé e na parte intermédia da arriba são, predominantemente, calcários, calcários margosos e margosos nodulosos, margas calcárias e margas com vénulas de gesso, argila e gesso, com

colorações amareladas a acastanhadas, dispostos numa sucessão alternada, com ritmicidade, de estratos finos, com espessuras centimétricas. As litologias mais calcárias são compactas a subcompactas e as mais margosas relativamente friáveis, sobressaindo os estratos das primeiras na frente do afloramento, formando pequenas cornijas, por erosão diferencial. Nalguns dos estratos calcários o diaclasamento é mais apertado, apresentando espaçamentos de 10 cm a 20 cm. Esta sucessão integra a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela.

Por sua vez, na parte superior da arriba observa-se superfície de descontinuidade correspondente a nível de plataforma pliocénica, sobre o qual assenta depósito constituído por materiais finos, arenosos e silto-argilosos, friáveis, propensos a fluxos.

O tipo de vegetação foi classificado como desflorestada e sem vegetação podendo apenas encontrar uma vegetação rasteira no topo (Fig. 5.15) Os tipos de instabilidade preponderante na arriba são desmoronamento (queda de bloco e detritos), fluxos de detrito e rochas. É de salientar que a arriba apresenta duas falhas, das quais a primeira com 13 m de altura, isto é, do topo à base 1 m de largura e 1,2 m de profundidade, e a segunda com 13 m de altura, 1 m de largura e 1 m de profundidade.

Não há trabalho de estabilização ou de proteção do talude/vertente. A velocidade dos movimentos dos blocos varia entre muito rápida a rápida. Os estados de atividade de instabilidades foram qualificados de instabilidades ativas e suspensas, sendo não ativas no momento do estudo. O volume do material afetado pela instabilidade analisou-se entre: 1,60 m x 1,90 m x 30 m. As consequências da instabilidade afetam consideravelmente uma vasta área da praia e pesca. Causas externas da instabilidade só existem devido ao aumento da inclinação do talude/vertente, à infiltração de água durante períodos de precipitação intensa e à erosão superficial. As causas internas são, essencialmente, as seguintes: a litologia, a estrutura geológica (estratificação, falhas e diáclases), o aumento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos.



Figura 5.16 – Aspeto da arriba ativa na Estação 13, frente à linha de água mencionada no texto. Observa-se, em primeiro plano, um fluxo de detritos e alguns materiais remobilizados pela deriva litoral, a par de diversos desmoronamentos e materiais de vertente silto-argilosos, ligados a fluxos.

5.1.14 – Estudo da 14ª Estação

A estação em estudo está localizada frente ao extremo da praia arenosa da enseada do Cuio, correspondendo a um troço de arriba ativa com enchimento arenoso no seu sopé, com as seguintes coordenadas geográficas: 12° 59,080` de latitude Sul, 12° 58,207` de longitude Este (Fig. 5.17). A arriba tem uma extensão de 120 m de comprimento e 18 m de altura, sendo que a inclinação do pendor, na parte inferior, é de 30°E.

No sopé e na parte intermédia da arriba, as litologias são constituídas por calcários, calcários margosos, margas calcárias e margas com vénulas de gesso, pouco compactas a friáveis, com colorações amareladas. Os estratos de calcário, por serem mais compactos que os de marga, formam cornijas na superfície do afloramento, por ação da erosão diferencial.



Figura 5.17 – Aspeto da arriba do Cuio na Estação 14, observando-se o maciço calcário fraturado, compostos por calcários, calcários margosos e margas da Formação de Quissonde.

As espessuras variam de pequenas a médias, sendo decimétricas nalguns dos estratos margosos. O diaclasamento encontra-se relativamente apertado, da ordem dos 20 cm a 30 cm nos estratos de calcário, devido à presença de algumas pequenas falhas que deformam o maciço rochoso. Esta sucessão integra a Formação de Quissonde do Albiano da Bacia sedimentar de Benguela, sendo aqui, neste local, que Tavares (2006) procedeu ao levantamento de um perfil estratigráfico que permitiu caracterizar esta unidade no setor do Cuio – Dombe Grande.

Na parte superior da arriba observa-se situação análoga à da estação anterior, nomeadamente uma superfície de descontinuidade correspondente a nível de plataforma plistocénica, sobre o qual assenta um depósito formado por materiais finos, arenosos e silto-argilosos, bastante friáveis e propensos a fluxos.

É de realçar que a arriba apresenta duas falhas com as seguintes características: (a) com 13 m de altura, isto é do topo a base 1,5 m de largura e 1,5 m de profundidade; (b) com 15 m de altura, 1,5 m de largura e 1 m de profundidade.

A vegetação está ausente, com exceção de alguns pequenos arbustos secos, isolados, no topo do talude. Os tipos de instabilidade verificáveis na estação em estudo são caracterizado de desmoronamentos e fluxos de detritos. O trabalho de estabilização não existe.

A velocidade dos movimentos de vertente/talude foram classificadas entre muito rápido a rápido. O estado de atividade das instabilidades foi visto como ativas e suspensas, mas não ativas no momento do estudo. A dimensão média dos blocos resultantes das instabilidades considerou-se entre: 42 cm x 50 cm x 60 cm.

As consequências das instabilidades afetam, sobretudo, a praia e uma vasta zona balnear. Causas externas estão na base, infiltração de água e erosão superficial. Quanto as causas internas, devem-se a litologia, estrutura litológica (falhas, diáclases e a estratificação), e aumento da pressão da água, diminuição de resistência dos terrenos.

5.2 – Avaliação da erosão costeira na área entre o Cuio e Kalohanda.

A região apresenta várias arribas que são sujeitas a processos erosivos que são provocados por vários fatores que podem originar modificações a médio ou longo prazo. No presente trabalho procedeu-se ao estudo da avaliação da suscetibilidade aos processos erosivos das arribas em 14 estações, no Município da Baía Farta, entre o Cuio e a Kalohanda.

Na classificação de fatores relacionados com a obtenção da suscetibilidade à erosão marinha usou-se a Ficha Técnica – B, em que se consideraram

parâmetros relativos à litologia e respetiva resistência, ao espaçamento das diaclases, à possança e coordenadas geológicas das camadas, proteção da base da arriba, altura das arribas e ações marinhas mais frequentes.

5.2.1 – Litologia

Na Ficha B o parâmetro relativo à litologia está relacionado com a constituição dos materiais geológicos presentes nas arribas, e com o seu grau de resistência.

Do levantamento de campo realizado na zona estudada, verificou-se que em 9 das 14 estações predominam os calcários, calcários margosos e margas da Formação de Quissonde (Fig. 5.18). Os materiais pertencentes a esta formação correspondem a uma intercalação de calcários e margas, é de destacar que nas estações 9 e 10 os valores ponderais do parâmetro da resistência são os mais elevados, o que está relacionado com a maior importância das margas e de estratos argilosos nestas estações, o que confere uma menor resistência das arribas aos processos erosivos.

Os calcários e calcários gresosos da Formação de Catumbela estão presentes com maior expressão nas estações 2 a 4 e também nas estações 6 e 8. Os valores ponderais mais reduzidos são os das estações 3 e 6, em que a resistência dos materiais litológicos é, de modo geral, mais elevada do que nas restantes estações.

5.2.2 – Espaçamento das descontinuidades

Verificou-se que em 5 estações o espaçamento das diaclases foi enquadrado no termo diaclases medianamente afastadas a afastadas (45,5%), enquanto em 6 estações as diaclases foram classificadas como medianamente afastadas a próximas (54,5%). Os restantes termos deste fator não foram encontrados.

5.2.3 - Espessura das camadas

Nos vários locais selecionados e tendo em atenção a espessura das camadas, definiram-se apenas situações respeitantes aos 2º e 3º termos: 8 estações com camadas com espessura média (72,7%) e 3 estações com camadas delgadas a muito delgadas (27,3%).

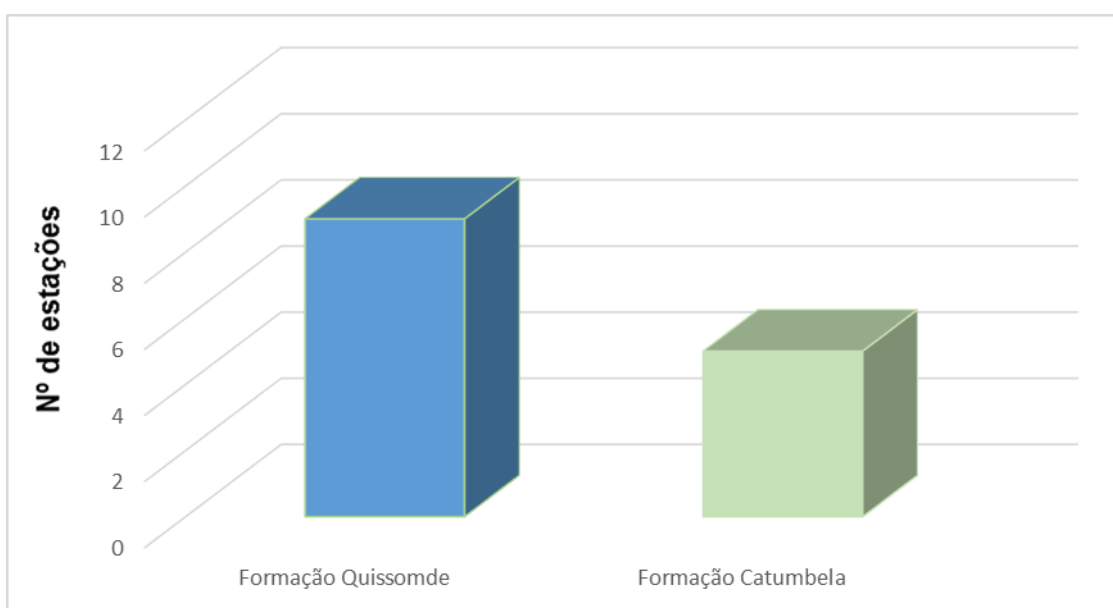


Figura 5.18 - Distribuição do fator Litologia de acordo com as Formações nas várias estações consideradas.

5.2.4 - Atitude das camadas

Ao longo da faixa litoral estudada registaram-se duas estações com camadas com inclinação contrária à do talude (18,2%), quatro com estratos sub-horizontais (36,4%), quatro com inclinação sub-paralela ao talude (36,4%) e uma estação com inclinação no mesmo sentido da face da arriba (9,1%) (Fig. 5.19).

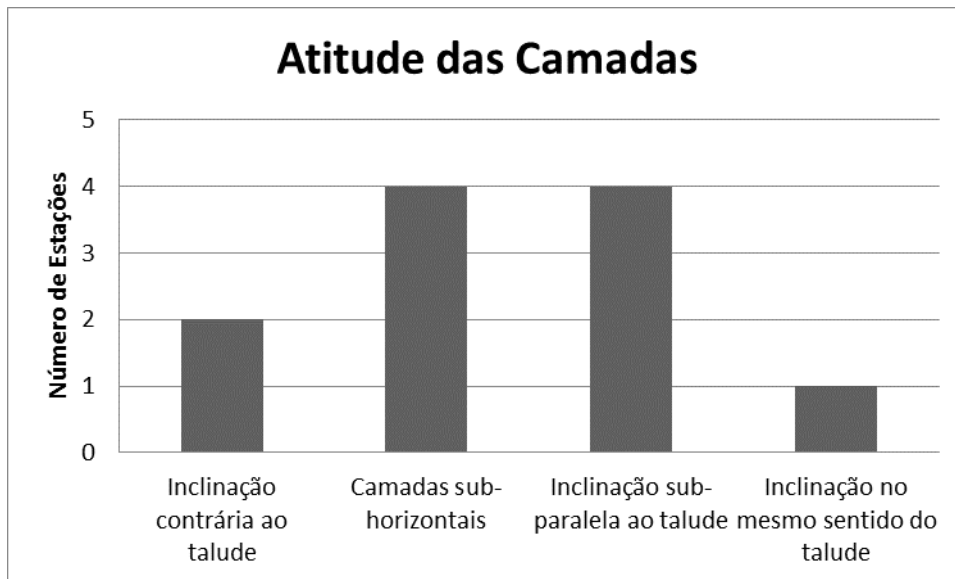


Figura 5.19 - Distribuição da orientação das camadas nas estações estudadas.

5.2.5 – Proteção do sopé

Da observação da proteção de sopé das arribas, constatou-se que existem 4 estações em que as arribas têm proteção do sopé sob forma de blocos caídos (36,4%), enquanto 7 estações se encontram sem proteção (63,6%) (Fig. 5.20).

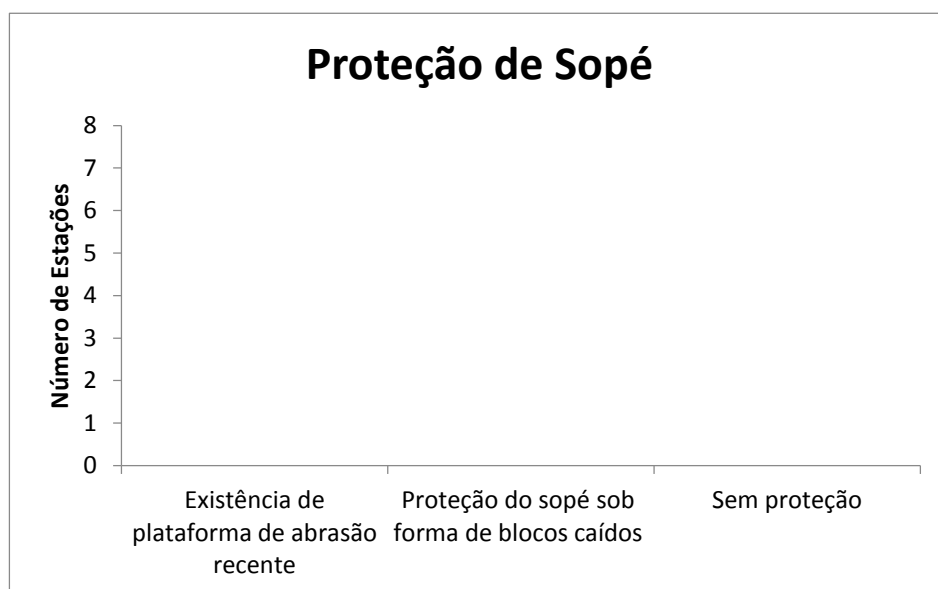


Figura 5.20 – Histograma relativo à proteção de sopé das arribas.

5.2.6 – Altura das arribas

Observou-se que as arribas ao longo do litoral apresentam uma distribuição variada de valores relativamente à sua altura. Na Figura 5.21, observou-se que as arribas de 3 estações têm uma altura superior a 25 m, o que corresponde a 27,3%, 1 têm uma altura entre 15 e 20 m (9,1%), 3 evidenciaram uma altura entre 10 m e 15 m (27,3%), enquanto 4 estações têm alturas inferiores a 10 m (36,4%).

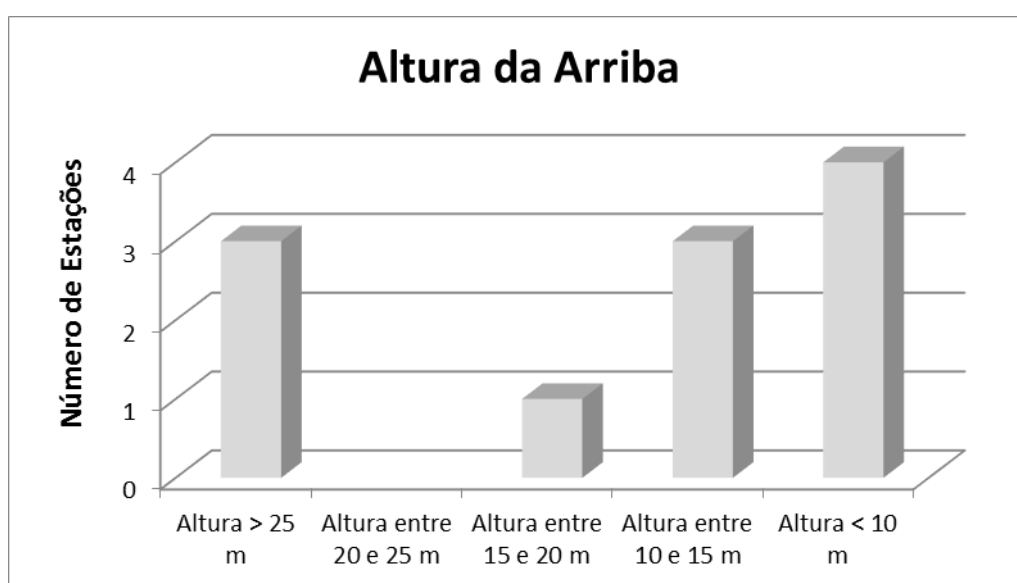


Figura 5.21 – Distribuição da altura das arribas.

5.2.7 – Grau de intensidade das ações marinhas

Na zona costeira da Província de Benguela as marés com uma amplitude superior a 1,5 m são raras, correspondendo apenas 0,5 % das observações e verificam-se, de modo geral, nos meses de janeiro a fevereiro e de agosto a setembro (Huvi, 2010).

No litoral de Benguela, não são comuns ondas de energia muito elevada, a ação da ondulação tem uma maior intensidade nos meses de dezembro a abril, no decorrer dos quais se verificam as calemas que são responsáveis pelo incremento de ações erosivas na costa. A orientação da linha de costa da região de Benguela e também na área de estudo segue o sentido NE-SW. A deriva litoral processa-se, de modo geral, no sentido

Sudoeste para Nordeste, a orientação predominante da ondulação apresenta cristas N-S, por vezes NE-SW.

Constatou-se neste trabalho que as ações marinhas correspondentes às registadas em promontórios se verificam em 3 estações, constituindo 27,3% do conjunto das estações estudadas. As ações marinhas relativas ao litoral a NW-SE e a NE-SW, ocorrem, respetivamente, em 2 estações. As zonas que correspondem às enseadas abrigadas são observadas em 4 estações (36,4%), conforme se pode verificar na Figura 5.22.

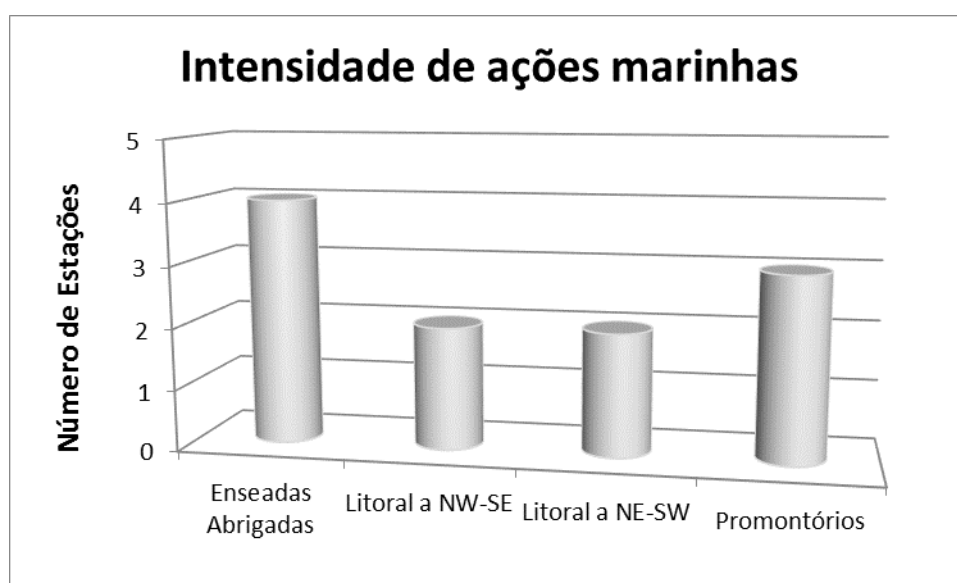


Figura 5.22 – Intensidade das ações marinhas.

5.2.8 - Suscetibilidade erosiva das arribas costeiras

Neste estudo de definição de suscetibilidade à erosão costeira das arribas utilizaram-se 11 estações, ao longo do litoral compreendido entre o Cuio até à praia da Kalohanda. No Quadro 5.1 são apresentados os resultados encontrados relativamente à suscetibilidade da erosão das arribas na área considerada. De acordo com os valores obtidos por Marques & Romariz (1989), por Saque (2013) e Caiúve (2014), que efetuaram estudos em zonas também constituídas por rochas sedimentares carbonatadas e margosas, estabeleceram-se as classes de suscetibilidade que se podem observar no Quadro 5.2.

Nos resultados encontrados para as várias estações, é de assinalar que a suscetibilidade elevada à erosão costeira (Quadro 5.2) é elevada em 3 dos 11 locais estudados, o que corresponde em termos percentuais a 27,3%. Para 6 estações, a suscetibilidade à erosão costeira foi considerada como média, o que equivale a 54,5% da totalidade das estações. A suscetibilidade à erosão foi classificada como baixa para as restantes duas estações (18,2%).

Quadro 5.1 – Resultados da avaliação da suscetibilidade à erosão.

Estação/Nº	Coordenadas geográficas	Suscetibilidade à erosão costeira
1	S 13° 01,462'; E 012° 55,665'	25
3	S 13° 01,310'; E 012° 55,765'	28
4	S 13° 01,148'; E 012° 56,454'	26
6	S 13° 00,506'; E 012° 56,650'	28
7	S 13° 00,048'; E 012° 57,186'	31
8	S 13° 00,073'; E 012° 57,126'	26
9	S 12° 59,080'; E 012° 58,207'	37
10	S 12° 59,090'; E 012° 58,242'	35
11	S 12° 59,089'; E 012° 58,274'	29
12	S 12° 59,114'; E 012° 58,360'	24
13	S 12° 59,105'; E 012° 58,424'	30

Quadro 5. 2 – Classes ou graus de suscetibilidade à erosão costeira.

Grau	Baixo	Médio	Elevado
Valores	<26	26-30	>30
Casos registados	2	6	3

As situações de suscetibilidade à erosão mais elevadas ocorrem nas estações em que existe uma presença mais significativa de margas e de camadas argilosas, um espaçamento de diaclasamento mais reduzido, a agitação marítima é mais intensa e em que se verifica uma atitude desfavorável da estratificação em relação à estabilidade das arribas.

5.3 – Fatores determinantes das instabilidades das arribas costeiras entre o Cuio e Kalohanda.

No estudo das ocorrências das instabilidades de vertentes/taludes de 14 estações localizadas na faixa litoral considerada, recorreu-se a uma ficha de trabalho, designada como Ficha Técnica – A.

Constatou-se que das 14 estações, em 12 o tipo de vegetação foi definido como ausente, o que equivale a 85,7% dos locais estudadas. A presença de vegetação rasteira, verificou-se em 10 estações, o que corresponde a 71,4% das estações consideradas.

As diferentes tipologias de instabilidade foram registadas nas várias estações selecionadas, na sua totalidade constatou-se a presença de situações de desmoronamento, em particular as quedas de blocos, o que torna este movimento no mais frequente (Fig. 5.23). Os deslizamentos e as situações de basculamento, ocorreram, respetivamente, em duas (14,3%) e três (27,3%) das estações consideradas. Os fluxos são muito frequentes dada a existência de depósitos de cobertura e foram assinalados em 13 estações (92,3%). O acumular de material na parte inferior das arribas e vertentes, por vezes com volumetrias consideráveis, está associado à ocorrência das instabilidades.

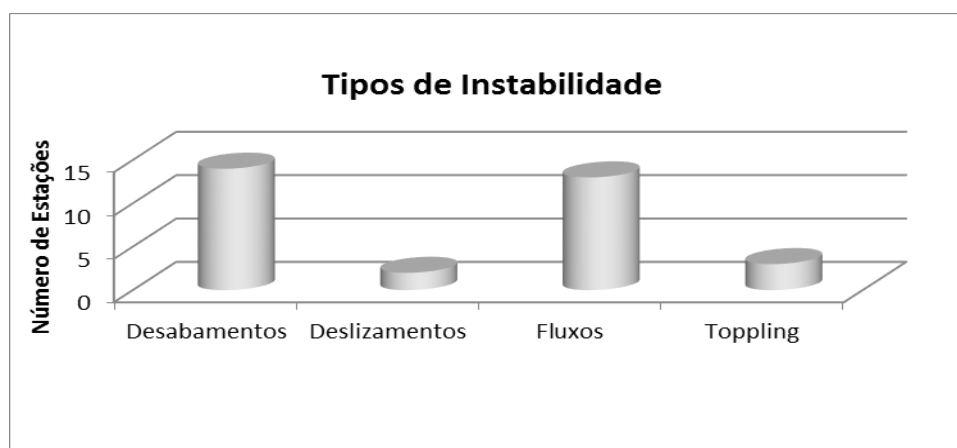


Figura 5.23 – Tipologias de instabilidade presentes nas estações.

A velocidade dos movimentos de instabilidade, foi definida como muito rápida a moderada, não se registando velocidades lentas ou mesmo moderadas, o que

pode ser explicado pelo tipo de instabilidade encontrados, em particular as quedas de blocos, ao pendor considerável das arribas e vertentes e às suas alturas relativamente elevadas. Na totalidade das estações, as situações de instabilidade são classificadas como ativas a suspensas.

As causas externas de instabilidade, nas áreas de estudo são: a infiltração da água e a erosão superficial na totalidade das estações (100,0%), o incremento do peso no topo da arriba numa só estação (7,1%), o aumento do pendor das vertentes e arribas em 10 estações (71,4%) e a abrasão marinha em 11 estações (78,6%) (Fig. 5.24).

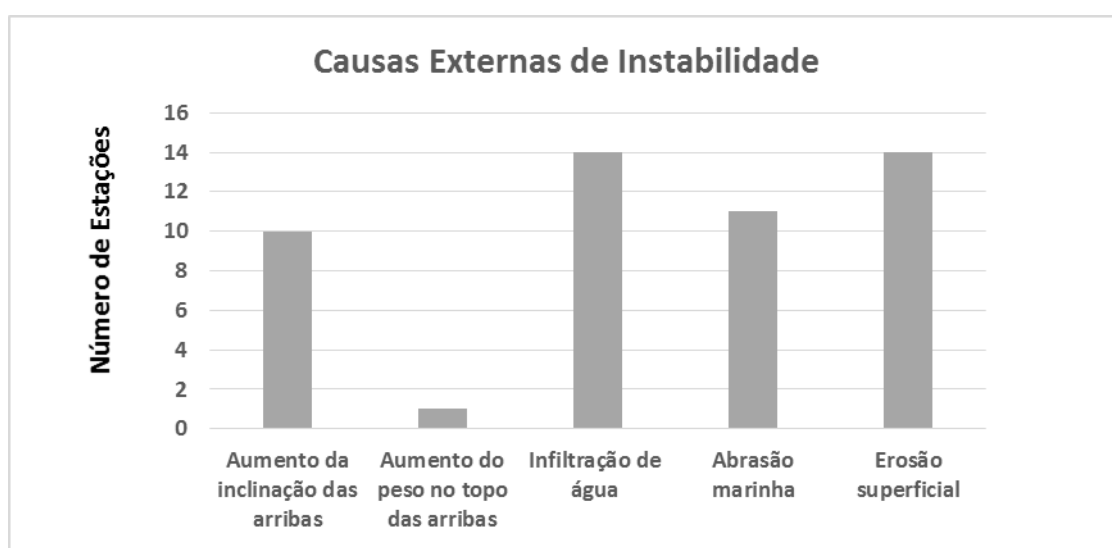


Figura 5.24 - Causas externas da instabilidade nas arribas.

As causas internas das situações de instabilidade estão associadas às características litológicas e estruturais dos materiais constituintes das arribas e vertentes, devendo considerar-se igualmente o aumento da pressão de água e a variação dos parâmetros de resistência dos terrenos.

Como consequências das instabilidades são de destacar a perturbação das atividades piscatórias e de lazer, dado que os materiais instabilizados atingem as zonas de praia localizadas nas várias estações, em cerca de 35,7% destas verificou-se que as habitações existentes podem ser igualmente afetadas,

registou-se ainda uma área agrícola, localizada na 2ª estação, que pode ser atingida pelas ocorrências de instabilidades.

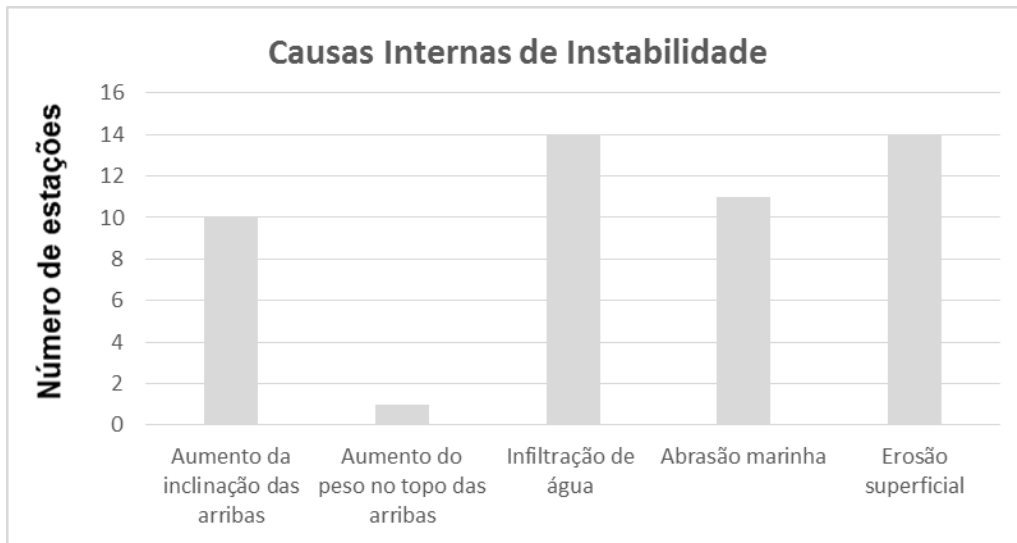


Figura 5.24 - Causas externas da instabilidade nas arribas.

6 - Conclusões e recomendações

A realização desta tese centrou-se preferencialmente no estudo de erosão e instabilidades de arribas rochosas nas áreas do Cuio, nas pescarias da praia de Tchibandagoma, Tchituca e da Kalohanda que se localizam no litoral da província de Benguela, no município da Baía-Farta, na comuna do Dombe-Grande.

Este setor do litoral angolano encontra-se ainda escassamente estudado e apresenta grande interesse para estudos científicos, a par de cenários de rara beleza e praias extensas com grande potencial para atividades económicas ligadas ao turismo, sobretudo as balneares.

Todavia, são numerosas as situações de instabilidades presentes nas arribas, sobretudo as que se encontram próximas de populações e de infraestruturas, justificando um estudo e consequentes indicações sobre os locais de maior perigosidade e sobre as medidas preventivas a tomar nessas situações.

A geologia local da área em estudo compreende parte do extremo sul do *onshore* da Bacia sedimentar de Benguela e consiste, sobretudo em afloramentos com sucessões carbonatadas espessas das Formações de Quissonde e de Catumbela. Esta última, mais rica em bancadas espessas de calcário, tende a formar cornijas e escarpamentos pronunciados no topo das arribas e costeiras circundantes aos vales secos das enseadas locais. A unidade subjacente compreende litologias muito mais margosas, dispostas em alternâncias rítmicas de bancadas menos espessas.

A área é semidesértica, com vegetação seca e bastante escassa, e solos esqueléticos. Ao longo da faixa litoral ocorrem ainda uma série de depósitos plistocénicos, associados a níveis de praia levantada, por vezes com concheiros. Nas enseadas, as praias são extensas, mercê da grande abundância de areias de acreção transportadas pela deriva litoral. No sopé das arribas e nas vertentes próximas abundam depósitos de vertente espessos,

resultantes do acumular de materiais heterométricos provenientes do desencadear de instabilidades.

Utilizaram-se duas fichas de trabalho para o levantamento de campo em 14 estações. A primeira das fichas está relacionada com a definição da suscetibilidade à erosão costeira, enquanto a segunda está associada ao estudo das ocorrências de instabilidade das vertentes e das arribas rochosas.

Constatou-se que em 9 estações, os materiais rochosos de maior expressão pertencem à Formação Quissomde representando 64,3% das estações, enquanto as restantes estações evidenciam um predomínio da Formação Catumbela.

O tipo de instabilidades mais frequente corresponde aos desmoronamentos, presentes na totalidade das estações consideradas, os fluxos são igualmente importantes ocorrendo em 92,3% das estações. Os deslizamentos e as situações de basculamento são menos comuns, verificando-se, respetivamente, em 14,3% e 27,3% das estações consideradas.

Do trabalho de campo constatou-se que 27,7% das arribas têm uma altura superior aos 25 metros, verificando-se que 36,4% apresentam alturas inferiores a 10 m.

Em sete estações, as arribas não apresentam proteção do sopé; isto implica que 63,6% das arribas se encontram mais expostas às ações marinhas.

A suscetibilidade à erosão costeira das arribas rochosas foi definida como baixa em duas estações (18,2%). Verificaram-se 6 casos que foram classificados como de suscetibilidade média, o que corresponde a 54,5%, e 3 situações de suscetibilidade elevada, o que equivale a 27,3%. Isto corresponde a que 81,8% das estações apresentam uma suscetibilidade média a elevada à erosão costeira.

As causas externas da instabilidade mais importantes são a percolação da água e os processos erosivos, que se verificam em todas as estações. A abrasão marinha observou-se em 78,6% das estações, o incremento da

inclinação das arribas e vertentes em 74,1% e o aumento das cargas no topo das arribas em 7,1%. As principais causas internas da instabilidade são a litologia, os aspetos estruturais, o incremento da pressão da água e a redução da resistência dos terrenos.

Os resultados obtidos no estudo da erosão costeira são de grande importância para um melhor ordenamento do território da região do Cuio, conseguindo caracterizar-se as potenciais situações de erosão costeira e de instabilidade, de modo a evitar eventuais perigos para a vida humana e para as atividades turísticas e económicas.

Na faixa costeira considerada, os turistas, pescadores e habitantes podem ser atingidos pelas situações de instabilidade nas áreas localizadas na base das arribas e vertentes. Outras consequências das instabilidades são o aumento da dimensão dos depósitos localizados na parte inferior das arribas e vertentes, a diminuição da largura das praias, bem como a existência de problemas nos acessos e vias de comunicação e a ocorrência de novos problemas de instabilidade.

O presente trabalho é um importante contributo para a construção de uma carta de risco, do litoral da área do Cuio.

As principais medidas para mitigar os efeitos nefastos da erosão da linha costeira e as ocorrências das instabilidades compreendem ações de informação aos moradores, pescadores e turistas presentes nas áreas de suscetibilidade mais elevada à erosão costeira e em que os movimentos de instabilidades sejam frequentes e de consequências mais gravosas. Poderão estabelecer-se medidas de interdição de edificação e de proibição de circulação nas zonas de maior instabilidade e de erosão costeira mais intensa.

Referências bibliográficas

- Aires, C.M.A. (2014) – Monitorização do Litoral: Quando o conhecimento é crucial para a decisão, *Ingenium*, ser. II, 141.
- Andrade, C. (1998) – *Dinâmica, erosão e conservação das zonas de praia*. Expo '98, Lisboa.
- Andrade, P.S. (2012) – Diapositivos da disciplina de Análise e Gestão de Riscos Naturais. Departamento de Ciências da Terra da FCT da Universidade de Coimbra.
- ANPC (2010) – Movimento de vertentes. *PROCIV, Boletim Mensal da Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC)*, 32: 6-7.
- Antunes, M.T. (1964) – *O Neocretácico e o Cenozóico do litoral de Angola*. Junta de Investigação do Ultramar, Lisboa.
- Ayala-Cacerdo, F.; Marques, M. & Gijon, M.F. A. (1987) – *Manual de Taludes*. Serie Geotécnica. Instituto Geológico y Mineiro de Espana, Madrid, 455 p.
- Bastos, M.J.N. (1999) – *A instabilidade estrutural na segurança de pedreiras a Céu aberto – Maciços terrosos*. Comunicação Técnica. Visa consultores. www.visaconsultores.co (acedido em dezembro de 2013).
- Baud, P., Bourgeat, S. & Brás, C. (2007) – *Dicionário de Geografia*. Plátano Editora, Lisboa.
- Bell, F.G. (1993) – *Engineering Geology*. Blackwell Science (Ed), Oxford.
- Bird, E.C., (2000) – *Coastal geomorphology: an introduction*. Wiley, Chichester.
- Bradley, R.S. (1985) – *Palaeoclimatology. Reconstructing climates of the Quaternary*. 2nd. Edition, Elsevier Ed., Amsterdam.
- Buta-Neto, A.; Tavares, T.S.; Quesne, D.; Giraud, M; Meister, C.; David, B. & Morais, M.-L. (2006) – Synthèse des travaux ménes sur le bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques et structurales. *Africa Geoscience Review*, 13(3):23-250.
- Callapez, P.M. & Soares, A.F. (2001) – *Fósseis de Portugal - Amonoides do Cretácico Superior*. Museu mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, Coimbra.

- Caiúve, A.D.B. (2014) – *Estudo da erosão costeira e da instabilidade de arribas rochosas na área da Caota e Sombreiro. Benguela, Angola*. Tese de Mestrado em Geociências, Ramo de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Coimbra, Coimbra, 93 p.
- Carmo, J.S.A. (2014) – Obras Multifuncionais, um novo conceito de proteção costeira, *Ingenium, A engenharia portuguesa em revista*, ser. II, 141: 44-45.
- Carson, M.A. & Kirkby. M.J (1972) – *Hillslop Form and Processes*. 2nd. Ed., Cambridge University Press, Malta.
- Carvalho, G.S. (1961) – Alguns problemas dos terraços quaternários do litoral de Angola. *Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola*, 2: 5-16.
- Carvalho, G.S. (1963) – Problemas de sedimentologia das praias do litoral de Angola (Entre a foz do rio Coporolo e o Lobito). *Garcia de Orta*, 11(2): 291-313.
- CE (2006) – *Viver com erosão costeira na Europa. Sedimentos e espaço para a sustentabilidade. Resultados dos estudos Eurovision*. União Europeia. Serviço das Publicações oficiais das comunidades Europeias, Luxemburgo.
- Chalier, R.H. & Meyer C.P.D. (1998) – *Coastal erosion response and management*. Springer, Berlim.
- Buta-Neto, A. (2006) – *Analyse des interactions tectonique salifère – sédimentation grésocarbonatée albienne dans les basin onshore de Benguela (marge sud angolaise)*. Tese de Doutoramento, Université de Bourgogne, Dijon, France.
- Coelho, C. (2014) – As intervenções de defesa Costeira, na mitigação do problema da Erosão: Análise crítica. *Ingenium, A engenharia portuguesa em revista*. Ser. 2, 141: 40-41.
- Consult (2007) – *Monografia da Província de Benguela*. KAT, 1ª Edição, Benguela.
- Coque, R. (1998) – *Géomorphologie*. 6^{ème} ed., Armand Colin Ed., Paris.
- Costa, F.M.P. (2012) – *Instabilidade em arribas costeiras*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto..

- Davis, R.A. Jr. & Filzgerald, D.M. (2004) – *Beaches and Coast*. Blackwell, Oxford.
- Dias, J.M.A (1994) – *Estudos da Avaliação da Situação Ambiental e Propostas de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa (Geologia Costeira)*. Liga para Protecção da Natureza/ Ministério do Ambiente, Lisboa.
- Dikau, R.; Brunsden, D.; Schrott, L.; Ibsen, M. (1996) – *Landslide Recognition*. John Wiley and Sons, Chichester, United Kingdom, 251 p.
- Dinis, A.C. (1998) – *Angola, o meio Físico e potencialidades agrícolas*, 2ª Edição Revista, Instituto da Cooperação Portuguesa, Lisboa.
- Diniz, A.C. (2006) – *Características mesológicas de Angola*. IPAD, Lisboa, Portugal.
- Dinis, P.; Huvi, J.; Cascalho, J.; Garzanti, E.; Vermeesch, P. & Callapez, P. (2016) – Sand-spits systems from Benguela region (SW Angola). An analysis of sediment sources and dispersal from textural and compositional data. *Journal of African Studies*, in press (doi:10.1016/j.jafrearsci.2016.01.020).
- Domech, A. & Francisco, K. (1982) – *Atlas Geográfico*, Volume 1. Editora: Esselte Map service (SEM) Estocolmo, Suécia.
- Dramis, F. & Soriso-Valvo, M. (1994) – Deep-Seated gravitational Slope deformations related landslides, and tectonics. *Engineering Geology*, 38: 231-243.
- Duperret, A., Taibi, S., Mortimore, R.N. & Daigneault, M. (2005) – Effect of ground water and sea weathering cycles on the strength of chalk rock from unstable coastal cliffs of NW France. *Engineering Geology*, 78: 321-343.
- Dyminski, A.S. (2010) – *Noções de estabilidade de taludes e contenções. Estabilidade de Taludes*. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Feio, M. (1960) – As praias levantadas da região do Lobito e Baía Farta. *Garcia de Orta*, 8 (2): 357-370.
- Fituni, L.L. (1985) – *Angola Natureza População e Economia*. Edições Progresso, Moscovo.

- Fortunato, A.B., Clímaco, M., Oliveira, A., Sancho, F. & Freire, P. (2008) – Dinâmica Fisiográfica da Orla Costeira: Estudos de Reabilitação e Proteção. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 8(1): 45-63.
- Galvão, C.F. & Silva, Z. (1972) – *Carta Geológica de Angola à escala 1:100.000. Notícia explicativa da folha nº227-228 Lobito*. Direção provincial dos serviços de Geologia e minas, Luanda, Angola.
- Gonçalves, G. (2011) – Avaliação dos processos de instabilidade da vertente do bairro “A Luta Continua”, Lubango – Angola. Tese de Mestrado. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Gonzalez, I. (2006) – *Estabilização de taludes em autoestradas*. Formação de Estabilização de Taludes. LEMO, Oeiras.
- Guiraud, M., Buta-Neto, A. & Quesne, D. (2010) – Segmentation and differential post-rift at the Angolan margin as recorded by the transform-rifted Benguela and oblique to Orthogonal-rifted Kwanza basins. *Marine and Petroleum Geology*, 27 (5): 1040-1062.
- Highland, M.L. & Bobrowsky, P. (2008) - The landslide handbook—A guide to understanding landslides. U.S. Geological Survey Circular, 1325:147 p.
- Hunt, R.E. (2007) – *Geologic Hazards: A Field Guide for Geotechnical Engineers*. Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida, USA.
- Hutchinson, J.N. (1988) – *General report. Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. In: R.D.C. Bonna (Ed.) - Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, Lausanne, 1988, vol. 1, Balkema, Rotterdam, pp. 3–35.
- Huvi, J.B. (2010) – *Dinâmica sedimentar recente em três áreas seleccionadas do litoral de Benguela*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- IICT (1981) – *Carta geral dos solos de Angola: 6. Distrito de Benguela*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Memórias da Junta de Investigação do Ultramar, 2ª Série, nº 65.
- João, A. & Silva, A.M.C. (2007) – *Geologia*. Texto Editores. Alfragide.
- Marques, F. (1997) – *As arribas do Litoral do Algarve – Dinâmica, processos e mecanismos*. Dissertação de doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa.

- Marques, F. & Romariz, C. (1989) – Susceptibilidade à erosão litoral da península de Peniche. *Geolís*, 3: 212-222.
- MINUA (2006) – *Relatório do Estado Geral do Ambiente em Angola*. (<http://www.ecolex.org/server2.php/libcat/docs/LI/MON-083704.pdf>) (Consultado em 29 de janeiro de 2016).
- Moura, D., Albardeiro, L., Viega-Pires, C. & Tigano, E. (2006) – Morphological features and processes in the central Algarve rocky coast (South Portugal). *Geomorphology*, 81: 345-360.
- Neto, M.G.M. (1958) – *Geologia da Região de Benguela – Cuio*. Relatório inédito dos Serviços de Geologia e Minas de Angola.
- Neto, M.G.M. (1960) - *Géologie de la région de 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.
- Neves, L.F. & Pereira, A.J.S.C. (2004) – Radioatividade natural e ordenamento do território: O contributo das Ciências da Terra. *Geonovas*, 18: 103-114.
- Nunes, A.L. (2011) – Casos de Obras, Queda de blocos e Debris Flow. 2º *Seminário sobre Estabilização de Taludes em Solos e Rochas*, 13 a 14 de Outubro de 2011, Faculdade de Engenharia do Porto.
- Oliveira, S.B.F. (2006) – Problemas e Soluções de Proteção Costeira, um caso de estudo, *Garcia de Orta*, 9(2): 356-369.
- Ortigão, J.A.R. & Sayão, A. (1999) – *Estabilização, de taludes – Experiencia Brasileira em Maciços de solos Resistentes*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.
- Passasi, M.E. 2011 – Caracterização Geoambiental e perspectiva de ordenamento da Faixa Litoral do Município da Baía-Farta (Angola). Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Pinho, A.C. & Carvalho, F.F. (2010) - *Prospecção, pesquisa e produção de petróleo em Angola* em revista. O papel desempenhado pelas companhias petrolíferas. In: J.M. Coteló Neiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha & M.M. Ramalho (Eds.) - *Ciências Geológicas* –

- Ensino e Investigação e sua história. Lisboa: Associação Portuguesa de Geólogos, pp. 61-70.
- Quesne, D., Buta-Neto, A., Benard, D. & Guiraud, G. (2009) - Distribution of Albian clastic deposits in the Benguela basin (Angola): evidence of a Benguela paleocurrent? *Bulletin de la Société Géologique de France*, 180 (2): 117-129.
- Rodrigues, M.L., Ramos, C., Teles, V. & Dimuccio, L. (2007) – *Glossário Ilustrado de Termos Cárnicos*. Edições Colibri, Lisboa.
- Santos, F. D.; Forbes, K. & Moita, R. (2002) – *Climate change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures*. SLAM Project Cradiva, Lisbon, Portugal.
- Taramasso, M. (1987) – *Industria oceano*, Snamprogetti Internal Report, 23.
- Saque, P.E. (2013) – *Estudo da erosão costeira de arribas rochosas entre S. António e Caota (Benguela, Angola)*. Tese de Mestrado em Geociências, Ramo de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Coimbra, Coimbra, 80 p.
- Souza, C.R.G., Souza Filho, P.W.M., Esteves, S.L., Vital, H., Dillemburg, S.L., Patchineelam, S.M. & Addad, J.E. (2005) – *Praias Arenosas e Erosão Costeira*. In: C.R. Souza e tal. (eds) - *Quaternário do Brasil*. Holos Editora. Ribeirão Preto.
- Souza, C. R. de G. (2009) – *Erosão nas praias do Estado de São Paulo: Causas, Consequências, Indicadores de Monitoramento de Risco*. In: V.L.R. Bononi & N.A. Santos Júnior (Eds.) - *Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: Síntese de Um Ano de Conhecimento Científico Acumulado*. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Sunamura, T. (1992) – *Geomorphology of Rocky Coasts*, John Wiley & Sons, Chichester.
- Tavares, T. (2005) – *Ammonites et échinides de l’Albien du bassin de Benguela (Angola): systématique, biostratigraphie, paléoenvironnement et paléobiogéographie*. Thèse Doctorat, Université de Dijon, Dijon, France.
- Tavares, T., Meister, C., Duarte-Morais, M.L., David, B., 2007. Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic framework. *South African Journal of Geology*, 110: 137–156.

- Teixeira, M. (2005) – Movimentos de vertente. Fatores de ocorrência e metodologia de investigação. *Geonovas*, 19: 95-106.
- Vale, S.A. (2014) – *Perda de território por ação do mar. Ingenium, A engenharia Portuguesa em revista*. Sér. 2, 141: 29-31.
- Vallejo, L.I.G., Ferrer Gijón, M., Ortuño, L. & Otelo, C. (2002) – *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall, Madrid.
- Varnes, D.J. (1978) – *Slope Moviment. Types and Processes*. In: R.L. Schuster, R.J. & Krizek, (Eds.) - *Landslides: Analysis and Control*. Transportation and Road Research Board, National Academy of Science, Special Report 176, pp. 11-33.
- Vieira, A.G. (1971) – Serviços Meteorológicos de Angola. *Memórias*, 87.
- WPWLI – UNESCO (1993) *Multilingual Landslide Glossary*. IGS, Canadian Geotechnical Society, Richmond.
- Zêzere, J.L. (2005) – *Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos*. Centro de Estudos Geomorfológicos. Relatório nº41. Lisboa.