

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais Palanga Lucamba e Margarida Miñala, que tudo fizeram para que fosse capaz de fazer algo útil neste mundo. Ao meu pai, que a sua alma descanse eternamente na glória celestial.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todos que sem os quais este trabalho não seria uma realidade. Mas de maneira especial agradeço em primeiro lugar ao Professor Doutor Alexandre Tavares, pela sua atenção, dedicação, disponibilidade, comentários, críticas e sugestões para o melhoramento do trabalho no decorrer deste ano lectivo.

Agradeço igualmente Professor Doutor Luís Duarte, pela sua disponibilidade, sugestões e orientação nos momentos mais oportunos, no decorrer do ano lectivo, em particular nas questões relativa a caracterização geológica. O meu muito obrigado.

Agradeço o Governo Provincial de Benguela, Administração Municipal do Lobito e a Direcção Provincial de Geologia e Minas, no apoio de prestação de dados.

Agradeço muito especialmente jovens pescadores da praia da Hanha pelo apoio ímpar prestado na recolha e observação directa das arribas nas zonas de difícil acesso da área de trabalho da tese.

À Biblioteca do departamento de ciências da Terra, nas pessoas da Dra. Cristina Brojo e D. Conceição pela ajuda na pesquisa.

À minha esposa Melita e os meus filhos Alvarito, Jéssica e Honório, que sempre estiveram ao meu lado mesmo nos momentos difíceis desta página da vida. O meu muito obrigado.

A minha gratidão vai a pessoas muito especiais da minha vida académica como, Prs. José Chipala e Avelino Muojamba. E de maneira especial a família Pr. Ambrósio Fabiano que sempre orou para a conclusão desta tese.

A todos aqueles que directa ou indirectamente deram coragem e força nos momentos de maior necessidade.

Acima de tudo eterno Deus, o todo-poderoso.

## Resumo

Este trabalho apresenta uma caracterização geológica e uma análise da instabilidade das arribas de uma faixa da orla costeira da região do Lobito (Angola), contida entre as praias da Hanha e da Jomba. As arribas são maioritariamente de natureza carbonatada, sendo compostas por unidades do Cretácico e por depósitos conglomeráticos mais recentes. Grande parte da faixa costeira estudada está representada pelas formações de Catumbela (essencialmente, calcários maciços) e de Quissonde (alternâncias marga-calcário), ambas datadas do Albiano. A relação geométrica entre as diversas unidades mostra estruturas dobradas e uma intensa fracturação.

Para a caracterização das unidades líticas desta faixa costeira, assim como para a análise das características da instabilidade nas arribas costeiras, foram implementadas diferentes acções e utilizadas diversas técnicas de análise de campo. Os factores condicionantes da instabilidade incluem a análise de parâmetros tão diversos como a largura da faixa longitudinal, altura da arriba, inclinação da arriba, protecção do sopé, blocometria, cobertura vegetal, espessura dos estratos, espaçamentos das descontinuidades, grau de alteração, homogeneidade lítica dos materiais, resposta à percussão do martelo no material e a abertura média das diaclases. As tipologias de instabilidade dominantes na área de estudo são: quedas de blocos, tombamentos e deslizamentos e envolvendo volumes muito diversos

**Palavras-chave:** Rochas carbonatadas, arriba costeira, movimentos de massa, susceptibilidade à instabilidade, Angola.

## Abstract

This study presents a geological characterization and an analysis of cliff instability in a coastal area in the region of Lobito (Angola), between the Hanha and Jomba beaches. Cliffs are mainly of carbonated nature, composed by Cretaceous units and by recent conglomeratic deposits. Much of the coastline materials studied are represented by the Catumbela (mainly compact limestones) and Quissonde (marl-limestone alternations) formations, both dated from the Albian. The geometric relationship between the different units shows folded structures and an intense fracturing.

For the characterization of lithological units at this coastline cliffs, as well as to analyze the characteristics of instability, various actions were implemented and various techniques for field analysis were used. The conditioning factors of instability included the analysis of parameters as diverse as the width of the longitudinal beach, the cliff slope and height, foot/base protection, block dimension, vegetation cover, thickness of strata, spacing of discontinuities, degree of alteration/weathering, lithological heterogeneity, response to hammer percussion on the material and the average diaclasses opening. The dominant instability types/typologies in the study area are: rock falls, toppling and translational landsliding. Those mass movements produce diverse instable materials and accumulation volume.

**Keywords:** carbonates rocks, coastal cliffs, instability, mass movements, susceptibility, Angola.

# Índice Geral

Dedicatórias .....	I
Agradecimentos .....	II
Resumo .....	III
Abstract .....	IV
I – Introdução .....	1
I.1 – Localização genérica da área de estudo .....	2
I.2 – Objectivos do trabalho .....	4
I.3 – Esquema da Investigação .....	4
I.4 – Descrição dos conteúdos da dissertação .....	6
II – Caracterização Física, Geomorfológica e Geológica Regional .....	7
II.1 – Geologia da região do Lobito .....	9
II.2 – Geomorfologia costeira .....	14
1 – Hidrografia .....	16
2 – Vegetação .....	17
3 – Agentes hidrodinâmicos costeiros .....	18
II.3 – População e acção humana .....	19
III – Metodologia da investigação.....	21
IV – Caracterização das unidades líticas da área de estudo .....	29
IV.1 – Troço sul da praia da Hanha .....	30
IV.2 – Troço intermédio .....	33
IV.3 – Troço norte da praia da Jomba .....	36
V – Caracterização da instabilidade da área de estudo .....	37
V.1 – Factores condicionantes da instabilidade .....	37
V.2 – Caracterização dos movimentos de instabilidade das arribas .....	40
V.3 – Perfis-tipos da instabilidade na área de estudo .....	42
VI – Conclusões .....	55
VII – Bibliografia .....	57

## Índice de Figuras

Fig. I.1 – Localização da área de estudo a partir da imagem Google Earth .....	3
Fig. I.2 – Esquema de investigação .....	5
Fig. II.1 – Gráfico pluvio-métrico para Benguela baseado nos dados do INAMG de Benguela (2012) .....	8
Fig. II. 2 – Folha 227-228 da carta geológica de Angola, à escala 1:100000 (in Galvão & Portugal, 1971) .....	10
Fig. II.3 – Definição das bacias sedimentares meso-cenozóicas da faixa costeira angolana (in Quesne <i>et al.</i> , 2009) .....	11
Fig. II. 4 – Quadro litostratigráfico das unidades cretácicas da Bacia do Kwanza, onde se insere a Sub-Bacia de Benguela (in Quesne <i>et al.</i> , 2009) .....	13
Fig. II. 5 – Pequena praia a sul da foz do rio Cubal da Hanha .....	16
Fig. II. 6 – Vista do rio Cubal da Hanha no inverno, no limite norte da zona estudada .....	17
Fig. II. 7 - Vegetação da província de Benguela, segundo Technoexportstroy (1990) .....	18
Fig. II. 8 – Vegetação típica da área de estudo .....	18
Fig. II. 9 - Amplitude das ondas de maré durante ano 2008-2009 (in CIP de Benguela, 2009) .....	19
Fig. II. 10 – Ocupação e actividade principal da população na foz do rio Cubal da Hanha no inverno .....	20
Fig.II.11 – Acção humana na praia da Jomba .....	20
Na Fig. III.1 – Representação dos troços da área de estudo e localização de pontos de observação .....	22
Fig. III.2 - Ficha de observação de campo 02 na Praia da Hanha .....	23
Fig. III.3 - Ficha de observação de campo 25 na Praia da Jomba .....	24
Fig. III. 4 – Tipologia de instabilidade resultantes da UNESCO/WPWL (1993) ...	28
Fig. IV.1 - Cartograma da área de estudo evidenciando os 3 troços que se identificam por critérios geológicos e geomorfológicos .....	30
Fig. IV.2 – Contraste geomorfológico do sector norte da faixa costeira na foz do rio Cubal da Hanha entre arribas da Formação de Quissonde .....	30
Fig. IV.3 – Perfil estratigráfico da Formação de Quissonde aflorante na praia da Hanha .....	31
Fig. IV.4 – Aspectos gerais das unidades aflorantes (estratificação e fracturação: F) no troço 1, imediatamente a sul da praia da Hanha .....	32
Fig. IV. 5 – Aspectos das unidades aflorantes no troço 2 .....	34

Fig. IV. 6 – Detalhe dos dobramentos observáveis na parte sul do troço 2 .....	35
Fig. IV.7 – Particularidade da litologia (calcários compactos e maciços), estratificação e fracturação da Formação de Catumbela aflorante no troço 2 .....	35
Fig. IV.8 – Depósito conglomerático sobre a Formação de Catumbela, perto da praia da Jomba .....	35
Fig. IV.9 – Contraste morfológico entre as formações de Catumbela e de Quissonde (contacto tectónico) aflorantes no limite norte da praia da Jomba .....	36
Fig. V.1 – Largura da faixa arenosa na área de estudo .....	37
Fig. V.2 – Classes de altura da arriba na área de estudo .....	38
Fig. V.3 – Inclinação da arriba na área de estudo .....	38
Fig. V. 4 – Classes de Blocometria na área de estudo .....	39
Fig. V.5 – Queda de blocos com blocometria no intervalo $100 \times 10^3$ - $1000 \times 10^4$ cm <sup>3</sup> , a sul da praia da Hanha .....	41
Fig. V.6 – Queda de blocos com blocometria inferior na classe $<10 \times 10^3$ cm <sup>3</sup> , na praia da Jomba .....	41
Fig. V.7 – Deslizamento de materiais rochosos no troço intermédio, a sul da praia da Hanha .....	41
Fig. V.8 – Deslizamento translacional em cunha a sul da praia da Hanha .....	41
Fig. V.9 – Aspectos de tombamento e de deslizamento translacional .....	41
Fig. V.10 – Tombamento de materiais rochosos no troço intermédio, a norte do fundeamento de navios .....	41
Fig. V.11 - Perfil-tipo no troço 1, sul da praia da Hanha .....	42
Fig. V.12 - Perfil-tipo no troço 1, sul da praia da Hanha .....	43
Fig. V.13 – Perfil-tipo no troço 1, sul da praia da Hanha .....	44
Fig. V.14 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo .....	45
Fig. V.15- Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo .....	46
Fig. V.16 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo .....	47
Fig. V.17 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo .....	48
Fig. V.18 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo .....	49
Fig. V.19 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo .....	50
Fig. V.20 - Perfil-tipo no troço intermédio perto da praia da Jomba .....	51
Fig. V.21- Perfil-tipo no troço intermédio perto da praia da Jomba .....	52
Fig. V.22 - Perfil-tipo no troço 3 na praia da Jomba .....	53
Fig. V.23 - Perfil-tipo no troço 3 na praia da Jomba .....	54

## Índice de Tabelas

Tab. II.1 - Dados climatológicos 2000-2011 .....	7
Tab. II. 2 - Variação da maré durante 2008-2009 .....	19
Tab. III. 1 – Grau de Alteração (IAEG, 1981). .....	26
Tab. III. 2 – Classes de espessura dos estratos (Tavares, 1999) .....	27
Tab. III.3 – Classificação do espaçamento das descontinuidades (Tavares, 1999). .....	27
Tab. III.4 – Classificação de abertura das descontinuidades (Ferrer & Vallejo, 1999) .....	27
Tab. III. 5 – Classes de resistência a percussão com o martelo (Tavares, 1999)...	27
Tab. III.6 – Classificação da blocometria (IAGE, 1981) .....	28
Tab. V.1 – Tipos de movimentos observados na área de estudo.....	40



## Capítulo I – Introdução

O trabalho que se apresenta incide sobre a zona costeira de Benguela – Angola, sendo definida como a porção territorial influenciada directa e indirectamente, em termos biofísico, pelo mar (ondas, marés, ventos, biota ou salinidade) (Gomes, 2007), e tem por base a caracterização dos materiais e processos de instabilidade na orla costeira, ou seja a porção do território onde o mar, auxiliado pela acção eólica, exerce directamente a sua acção e que se estende, a partir da margem até 500m para o lado da terra e até à batimétrica dos 30m (abrangendo a profundidade de fecho) para o lado do mar (Gomes, 2007).

A metodologia de análise, baseada essencialmente em dados de campo, procurou para além da caracterização das formações geológicas presentes na orla costeira, a avaliação das condições de instabilidade ao longo de uma faixa costeira que inclui a linha de costa, enquanto fronteira entre a terra e o mar para a qual se assume como referencial a linha máxima de preia-mar de águas vivas equinociais (Gomes, 2007).

As formações geológicas presentes na área de estudo são predominantemente carbonatadas, datadas do Cretácico, formadas aquando da abertura do Atlântico Sul, resultado da divisão do Super-Continente Gondwana (Reyere, 1984; Guiraud, *et al.*, 2010).

Este sistema dinâmico apresenta um conjunto de morfologias típicas das zonas costeiras com materiais sedimentares sob a forma de arribas ou de cordões longilitorais.

As arribas são uma forma particular de vertente costeira abrupta, ou com declive elevado, em regra talhada em materiais coerentes pela acção conjunta dos agentes morfogenéticos marinhos, continentais e biológicos (MAOTDR, 2008). Estas arribas estão enquadradas a norte e a sul pelas praias da Jomba e Hanha, que representam formas de acumulação de sedimentos não consolidados, geralmente de areia ou cascalho, compreendendo um domínio emerso, que devido à influência das ondas e das marés, se processa a deriva litoral e o transporte de sedimentos e onde ocorrem alterações morfológicas significativas nos fundos próximos (MAOTDR, 2008).

De acordo com Julião *et al.*, (2009) os processos de susceptibilidade à erosão costeira, como o recuo e instabilidade de arribas, são representado por movimentos de

descida de uma massa de rocha ou solo coerente nas arribas litorais, e em que os movimentos são predominantemente desencadeados por precipitações intensas e/ou prolongadas, sismos, temporais no mar e acções antrópicas. A instabilidade assim desencadeada corresponde a movimentos para baixo ou para fora de uma massa de rocha, solo ou detritos ao longo de uma vertente sob a influência da gravidade ou de outras forças (Glade & Crozier, 2005).

A análise da dinâmica litoral, assim como a avaliação da susceptibilidade da faixa costeira associada ao recuo e à instabilidade das arribas, constituem objectivos fundamentais para a boa gestão do território, nomeadamente no âmbito do ordenamento do uso e ocupação do solo, ou na definição das condições de avaliação do risco e segurança de pessoas e bens.

### **I.1 – Localização genérica da área de estudo**

A área de estudo está localizada na zona costeira do Lobito, na província de Benguela (Angola), entre a ponta da Jomba e a praia da Hanha, localizadas na orla costeira a Norte do farol do Lobito. Tem uma extensão latitudinal de 7 km e longitudinal de aproximadamente 50 m. É limitada a norte pela praia da Hanha, a sul pela praia da Jomba, a leste pela estrada que liga o município do Lobito com a povoação da Hanha do Norte e a Oeste pelo oceano Atlântico (Fig. I.1).

A oriente da orla costeira estende-se um relevo suave marcado por vales que enquadram linhas de água permanentes, como o rio Cubal da Hanha, e intermitentes como as quais são responsáveis pelo entalhamento dos materiais do substrato, originando pequenas bacias hidrográficas litorais.

As linhas de água apresentam uma elevada erodibilidade, desmantelando e transportando grandes volumes de materiais em condições de elevada precipitação, em direcção à orla costeira. Por sua vez, a orla costeira apresenta um relevo bastante acidentado na berma, com arribas altas que podem atingir dezenas de metros de altura, conforme descrito por Galvão & Silva (1972). Por vezes, aparecem cordões longilitorais de acumulação de sedimentos, como as praias da Hanha e Jomba, que são alimentadas pelas areias trazidas pelos rios Cubal da Hanha e do rio Catumbela (Galvão & Silva, 1972). A cobertura vegetal da área é arbustiva e herbácea, vegetação constituída por gramíneas e alguns arbustos isolados.



Fig. I.1 – Localização da área de estudo a partir de imagem do Google Earth, 2012.

A zona costeira da área em estudo enquadra-se na sub-bacia sedimentar de Benguela, que se estende para norte a sul, constituída por rochas sedimentares carbonatadas (Galvão & Portugal, 1971; Galvão & Silva, 1972; ver Fig. II.4). Estende-se ao longo da costa angolana numa área aproximada de 4000km<sup>2</sup>, limitada a norte pelo paralelo 11° 00'S e a sul as mediações do cabo de Santa Maria (ver, por exemplo, Neto, 1961; Galvão & Silva, 1972; Guiraud *et al.*, 2010).

As condições climáticas da região são caracterizadas por um clima tropical seco e quente seco na faixa litoral e mesotérmico com regime pluvial moderadamente chuvoso no interior.

Do ponto de vista da ocupação antrópica a área apresenta apenas alguns focos populacionais, no limite norte e sul da área de estudo, com uma população que se estima em 500 habitantes, flutuante, que tem como actividade principal a pesca. A oriente da zona costeira em estudo procede-se a profundas alterações no uso do solo

com a implantação de unidades industriais ligadas produção de cimento e à refinaria de petróleo. O aproveitamento da área para lazer, é feita nomeadamente sob a forma de turismo balnear ou para pesca turística e artesanal.

O Município do Lobito em que se localiza a sul da área de estudo, a uma distância aproximada de 20 km, tem uma área de 107.560.000 m<sup>2</sup> com uma população estimada em 805 mil habitantes da etnia Ovibundo e Nganguela, sendo a língua nativa mais falada é Umbundo (informação obtida na Administração Municipal do Lobito).

## **I.2 – Objectivos do trabalho**

Passamos agora a apresentar os objectivos considerados neste trabalho e que estão identificados por quatro questões de investigação. Assim, será criada uma metodologia de investigação, que contém essencialmente trabalho de campo, procurando dar resposta às seguintes questões:

Como se caracterizam os materiais geológicos presentes na orla costeira localizada entre a Praia da Hanha e a Praia da Jomba, Lobito, Angola?

Quais são os factores condicionantes da instabilidade na faixa costeira localizada entre a Praia da Hanha e a Praia de Jomba, Lobito, Angola?

Como se organizam os materiais geológicos e que processos de instabilidade estão presentes na faixa costeira localizada entre a Praia da Hanha e a Praia da Jomba, Lobito, Angola?

Que acções de protecção e valorização devem ser implementados na faixa costeira localizada entre a Praia da Hanha e a Praia da Jomba, Lobito, Angola?

## **I.3 – Esquema da investigação**

Passamos agora a apresentar o esquema de investigação que foi utilizado para dar resposta às questões investigativas. O esquema aparece representado na Fig. I.2 e envolve cinco componentes: as fontes utilizadas para a obtenção de dados, os instrumentos que possibilitaram tratar os dados e obter resultados, e os elementos síntese produzidos.

O esquema de investigação desenrolou-se ao longo de 12 meses, tendo os trabalhos de campo decorrido entre Agosto e Abril, e os trabalhos de análise dos resultados e produção de propostas realizaram-se entre Maio e Julho de 2012.

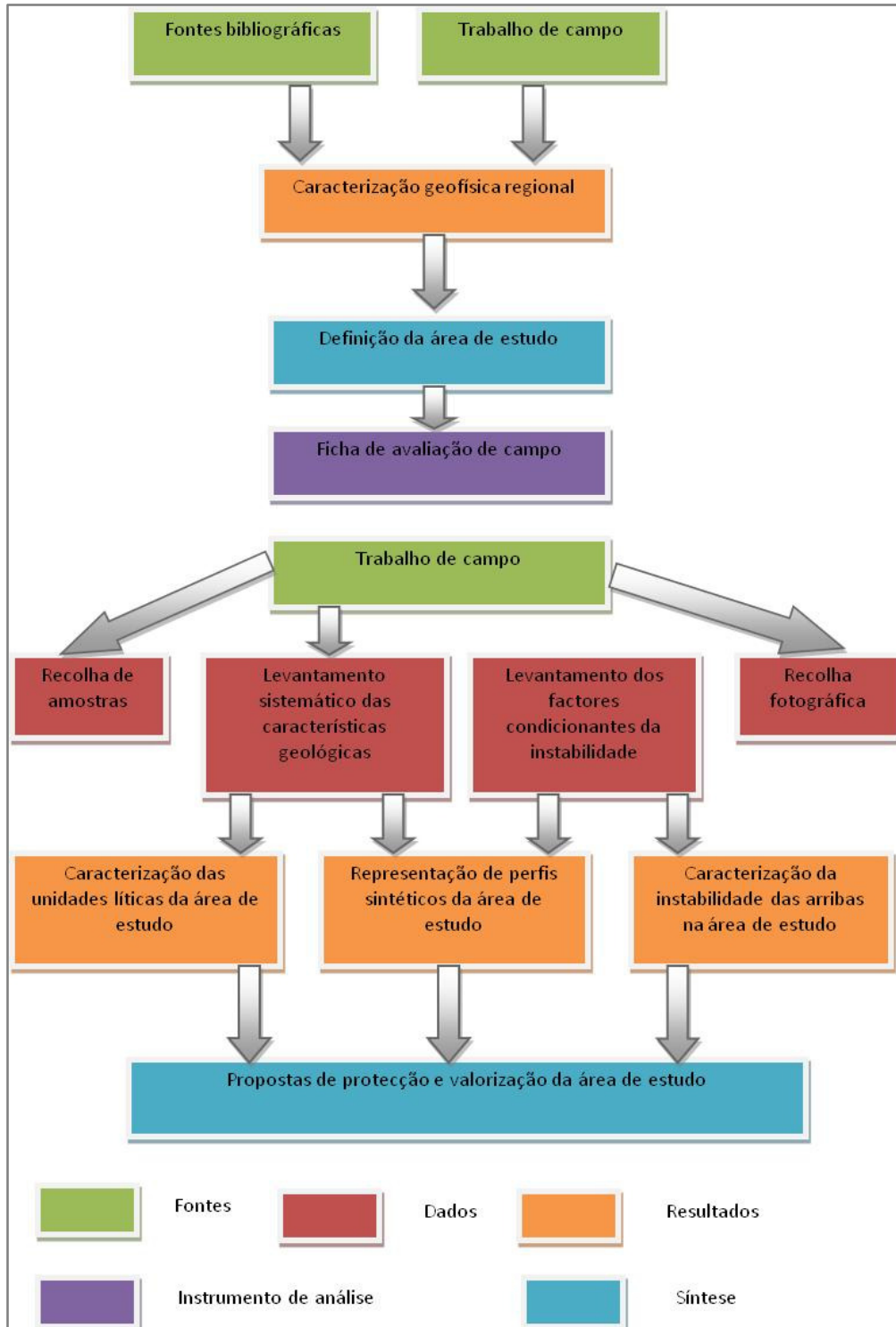


FIG. I.2 – Esquema de investigação do trabalho.

#### **I.4 – Descrição dos conteúdos da dissertação**

O trabalho está dividido em seis capítulos.

No capítulo I apresenta-se uma introdução ao trabalho, caracterizando-se o tema em que ele se centra, descreve-se o esquema de investigação, e os objectivos a que se procura responder.

O capítulo II apresenta um enquadramento geofísico regional, incluindo aspectos geográficos, geológicos, climático, assim como relativos à dinâmica litoral.

No capítulo III apresenta-se a metodologia da investigação, destacando-se os instrumentos e técnicas necessários à aquisição de dados e à avaliação de resultados.

No capítulo IV apresenta-se uma caracterização das unidades líticas das arribas costeiras entre a praia da Hanha e da Jomba.

No capítulo V apresenta-se a caracterização dos processos de instabilidade das arribas costeiras entre a praia da Hanha e da Jomba, salientando-se os factores condicionantes da instabilidade, os volumes instabilizados e a blocometria dos materiais instabilizados. Neste capítulo propõe-se igualmente uma classificação da tipologia dos movimentos de massa presentes nas arribas.

No capítulo VI apresentam-se as conclusões do estudo, que fundamentam a definição de um conjunto de estratégias sobre a gestão e ocupação da orla costeira, assim como recomendações de acções de protecção e conservação.

## Capítulo II – Caracterização Física, Geomorfológica e Geológica Regional

Angola é um dos maiores países da África Austral, situado na costa Atlântica do continente africano, entre as latitudes 4°41' e 18°02' Sul e longitude 11°38' e 24°03' Este. Tem uma área territorial de 1 246 700 Km<sup>2</sup>, 18 províncias, sendo a área de estudo localizada a norte da cidade do Lobito, em Benguela (ver Fig. I.1).

O clima da província de Benguela é tropical seco com dois grandes tipos de condições climáticas [Instituto de Meteorologia e Geofísica de Benguela (INAMG de Benguela, 2012)]:

- Tipo quente e seco na faixa litoral, onde apesar da considerável aridez, a humidade relativa do ar se mantém em valores elevados ao longo de todo ano (Tab. II.1 e Fig. II. 1)

- Tipo mesotérmico na faixa interior sub-planáltica, com regime pluvial do tipo moderadamente chuvoso.

Tab. II.1 - Dados climatológicos 2000-2011 (in INAMG de Benguela, 2012)

Anos	Temperatura do ar (°C) Média Anual	Humidade Relativa (%) Média Anual	Precipitações (mm) Média Anual
2000	24,8	71	163,8
2001	24,6	72	916,8
2002	24,7	71	510,8
2003	25,2	70	208,9
2004	24,4	71	115,5
2005	24,9	71	265
2006	24,9	70	216,1
2007	25,3	69	216,6
2008	24,9	70	268,3
2009	24,8	69	110,8
2010	24,9	72	183,6
2011	24,7	70	165

Segundo o INAMG de Benguela (2012), as cidades de Benguela e do Lobito apresentam durante o ano temperatura máxima de 35°, média de 24° e mínima de 10°; a humidade relativa média mensal é de 70% e a precipitação média anual é de 275 mm. O período anual com média mensal de precipitação superior a 50 mm vai de Janeiro a Março. Neste período a amplitude térmica média anual é de 7°C; com as

temperaturas máxima média de 35°C e mínima média de 20°C no período de Junho a Setembro.

Duma forma geral, as precipitações têm sido relativamente reduzidas na última década. Foram especialmente altas em 2001 e 2002. Um pico menor de precipitação ocorreu nos anos de 2004 e 2009 (Fig. II.1). A ocorrência de anos de maior precipitação e mais secos obedecem a uma ciclicidade com uma periodicidade da ordem de 6 a 8 anos.

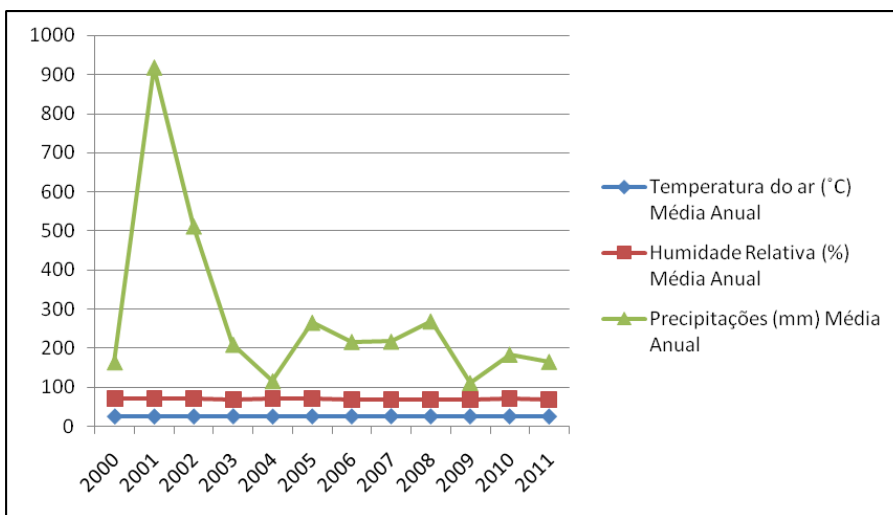


Fig. II.1 - Gráfico termo pluvio-métrico para Benguela baseado nos dados do INAMG de Benguela (2012).

Os ventos são geralmente calmos. Sopram das 06.00 as 09.00 horas e a partir das 09.00 as 18.00 horas, o vento varia entre Oeste e Norte, predominando o Nordeste com a velocidade média de 23 Kms/hora (INAMG de Benguela, 2012).

A corrente fria de Benguela constitui um parâmetro muito importante que influencia o clima na faixa costeira de Angola. Esta corrente, promovida pelos ventos alísios, tem origem no Oceano Glacial Antártico, transportando água fria ao longo da costa de Angola em direção ao Equador. A Corrente Fria de Benguela está associada a uma corrente ascendente (*upwelling*) de águas frias que favorece o afloramento de substâncias nutritivas. O impacto da Corrente de Benguela na costa de Angola também se manifesta por condições áridas e semi-áridas. Devido à diminuição da sua influência, a pluviosidade vai aumentando gradualmente de sul para norte, tendo-se uma média anual de cerca de 71 mm no Namibe, 250 mm em Benguela, 300 mm em Luanda e mais de 500 mm a norte de Luanda (Vieira, 1971). Devido ao enfraquecimento dos ventos alísios, a Corrente de Benguela não é tão forte no verão



do hemisfério Sul (Janeiro a Abril). Durante este período, as águas atingem uma salinidade menor por causa da penetração de águas vindas da zona equatorial e a frente da corrente vai-se localizar na Namíbia. Em oposição, no Inverno (Maio à Agosto), a frente vai se localizar mais a norte, no Gabão (Vieira, 1971).

## **II.1 – Geologia da Região do Lobito**

Segundo Galvão & Silva (1972), a geologia regional do Município do Lobito diferencia-se em três zonas distintas, mais ou menos paralelas (Fig. II.2), a seguir descritas de forma sucinta, de Oeste para Este:

A primeira é constituída por uma faixa que se estende de Norte a Sul, junto à costa, formada por rochas sedimentares, com idades entre o Cretácico Inferior ao Recente. É maioritariamente composta por rochas carbonatadas, embora se definam diversos tipos de rochas siliciclásticas (conglomerados, arenitos e lutitos) e rochas evaporíticas. Devido ao facto de englobar o sector estudado, será feita posteriormente uma abordagem mais completa.

A segunda zona, designada por Complexo Metamórfico, ocupa uma área abatida, situada entre a faixa costeira composta pelas rochas sedimentares e o sector mais oriental, constituído por rochas graníticas. As rochas que constituem esta zona intermédia são fundamentalmente de natureza metamórfica (gnaisses, granito-gnaissicos e xistos). Localmente encontram-se rochas cuja composição varia de granitos a granodioritos e a dioritos quartzosos, dispersos no complexo que constituem pequenos morros na região (Galvão & Silva, 1972).

A terceira zona, localizada na parte mais oriental do Município do Lobito é formada por rochas graníticas de idade compreendida entre a base do Apciano e a idade das rochas do Complexo Metamórfico. Têm características texturais e composição mineralógica muito próxima. O tipo de rocha predominante é o granito de granulação média a fina de textura xenomórfica granular, apresentando localmente aspectos cataclásticos. No conjunto denominado por “Granito do Lobito” as variações mineralógicas permitem a identificação de granodioritos e dioritos quartzosos. Em algumas zonas o granito está coberto de laterite em consequência da acção do clima húmido sobre a rocha (ver, por exemplo, Afonso & Albuquerque, 1972; Galvão & Silva, 1972).

Segundo a carta geológica representada na Fig. II.2, a tectónica da região é bastante complexa. Da observação da referida carta e de observações no terreno, parecem sobressair os alinhamentos estruturais NNE-SSW que dominam o Complexo Metamórfico assim como alguns dobramentos (anticlinais e sinclinais) abertos, visíveis nas unidades sedimentares, e que mostram eixos com disposição aproximadamente NNW-SSE (Galvão & Portugal, 1971). Segundo Galvão & Silva (1972), define-se na cidade do Lobito uma linha de morros que resultam de uma escarpa de falha aparentemente recente. Nesta área são notáveis as rochas calcárias cortadas por falhas paralelas à costa. Algumas falhas mais pequenas estão cavalgadas no sentido SW.

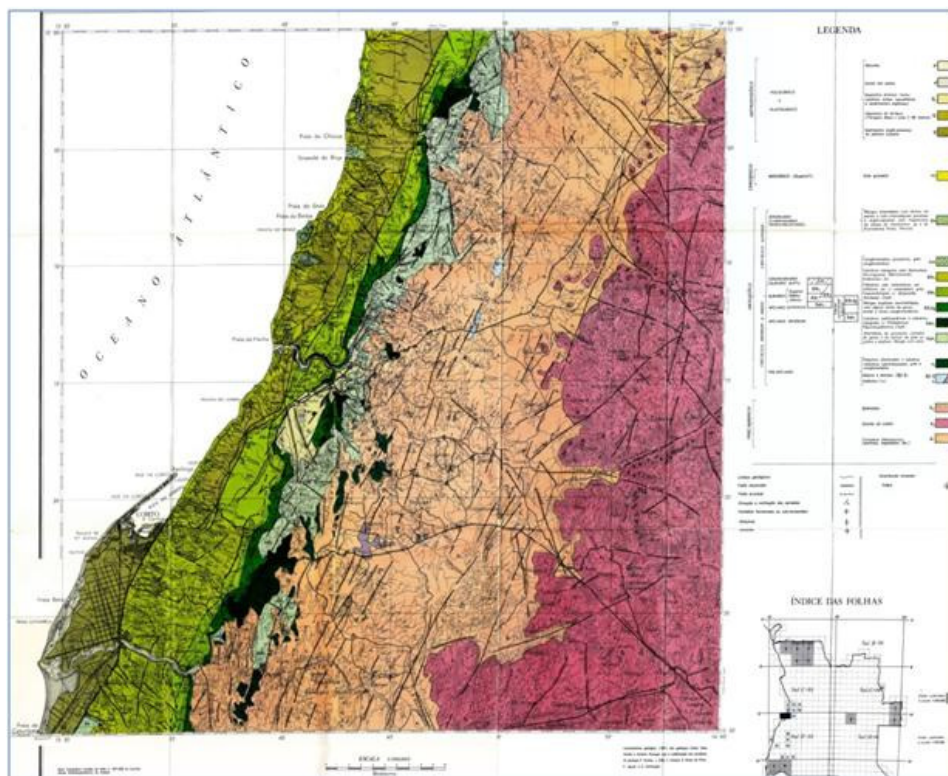


Fig. II.2 - Folha 227-228 da Carta Geológica de Angola, à escala 1:100000 (in Galvão & Portugal, 1971).

A faixa sedimentar da costa angolana enquadra-se na idade compreendida entre o Cretácico Inferior e o Quaternário (Galvão & Silva, 1972). Este sector da geologia de Angola mostra um conjunto de unidades siliciclásticas, carbonatadas e evaporíticas, que correspondem ao enchimento sedimentar de três bacias sedimentares, do norte ao sul: Bacia do Congo (Cabinda e Congo), Bacia do Cuanza (que inclui a Sub-Bacia de Benguela) e Bacia do Namibe (ver, por exemplo, Neto,

1961; Antunes, 1964; Buta-Neto *et al.*, 2006; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010) (Fig. II.3). Apesar de grande parte da informação sedimentar e estratigráfica disponível corresponder à Bacia do Cuanza, como consequência da grande actividade de exploração petrolífera, é na Sub-Bacia de Benguela onde é possível observar grande parte das unidades mesozóicas de Angola (ver, por exemplo, Neto, 1961; Antunes, 1964, Buta-Neto *et al.*, 2006; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010) e onde se insere a área do presente estudo.

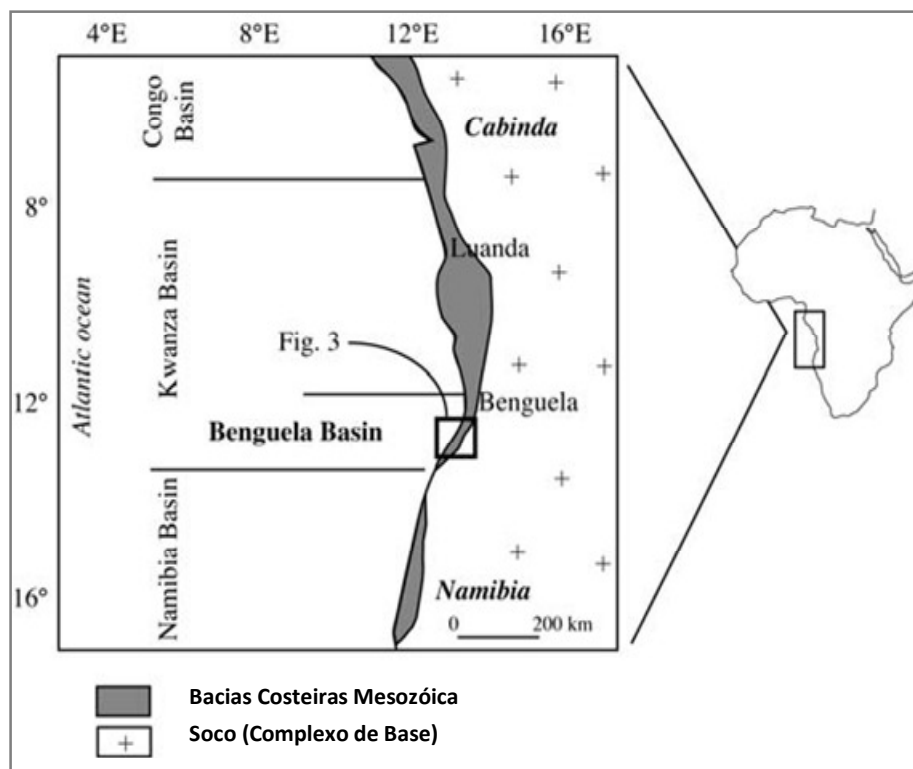


Fig. II.3 – Definição das bacias Sedimentares meso-cenozóicas da faixa costeira angolana (*in* Quesne *et al.*, 2009).

Neste sentido, é importante fazer uma caracterização das diversas unidades meso-cenozóicas aflorantes nesta região. Pelo facto de a região ser abrangida por uma carta geológica já publicada (Fig. II. 2), as descrições são feitas tendo em conta as designações das unidades aí referidas (Galvão & Portugal, 1971; Galvão & Silva, 1972). No entanto, devido à existência de uma nomenclatura litostratigráfica mais moderna e actual para as bacias do Cuanza e de Benguela (ver Buta-Neto *et al.*, 2006; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010) (Fig. II.4), a caracterização de cada unidade será baseada na utilização das duas nomenclaturas.

De acordo com a litostratigrafia associada à cartografia geológica publicada (Galvão & Silva, 1972; Tavares, 2000; Buta-Neto *et al.*, 2006; Quesne *et al.*, 2009), definem-se na região do Lobito as unidades **Ci**, **Apc1**, **Apc2**, **Alb1lg**, **Alb2**, **Alb3 Cm** e **Cn**, que têm a sua correspondência no esquema de Quesne *et al.* (2009) (Fig. II.4).

**Unidade Ci (Formação Cuvo):** Esta formação corresponde à base das unidades do Cretácico da Bacia de Benguela, formada pelos sedimentos mais antigos do Mesozóico. É materializada por sedimentos greso-conglomeráticos, arenitos e calcários negros ricos em óxidos de ferro e manganés. Esta unidade assenta directamente sobre as rochas metamórficas do Pré-Câmbrico, através de uma discordância angular (Neto, 1961; Antunes, 1964; Galvão & Silva, 1972). As camadas encontram-se inclinadas para ocidente e, segundo Buta-Neto *et al.* (2006), a espessura desta unidade varia entre 30-40m no Norte e 100-120m no Sul.

**Unidade Apc<sub>1</sub> (Formação de Sal Maciço):** É uma unidade tipicamente evaporífica, datada do Aptiano (Neto, 1961; Antunes, 1964; Galvão & Silva, 1972). Esta unidade repousa sobre a unidade **Ci (Formação Cuvo)**, separada por finas camadas de dolomias e de argilitos betuminosos (Tavares, 2000). Caracteriza-se pela presença de gesso e lutitos laminados, frequentemente gipsíferos, grés micáceos com cimento calcário e argiloso. As ocorrências do gesso são muito frequentes, formando em alguns locais manchas relativamente extensas. Estima-se que a espessura do gesso é de cerca 120m. Em algumas bacias ocorre halite e potássio (Tavares, 2000).

**Unidade Apc<sub>2</sub> (Formação do Binga):** A unidade Apc<sub>2</sub> assenta sobre a unidade anterior (Formação de Sal Maciço). Possui uma espessura aproximada de 100 metros, é uma unidade fundamentalmente carbonatada, composta por calcários oolíticos e calcários margosos, alternando com finos leitos de margas (Galvão & Silva, 1972). A parte calco-margosa, fétida, mostra numerosos restos de moluscos (*Pholadomyapleuromyaeforis*) e equinídeos (Neto, 1964). Na vertente cronológica o Apc<sub>2</sub> pertence ao Aptiano Superior ao Albiano Inferior (Tavares *et al.*, 2007).

**Unidade Alb<sub>1lg</sub> (Formação Tuenza-Dondo):** Esta unidade é composta por arenitos, de grão fino a grosseiro, por vezes conglomerático, de cor avermelhada, gesso e calcário, de características predominantemente continentais. Para além destes tipos litológicos, possui calcários oolíticos (por vezes oncolíticos), com intercalações locais de dolomito cinza e argilito vermelho. Aflora em vastas áreas da região, sobretudo a Norte do rio Cuporolo (ver, por exemplo, Neto, 1961; Segundo, 2011) sendo datada do Albiano inferior (Galvão & Silva, 1972).

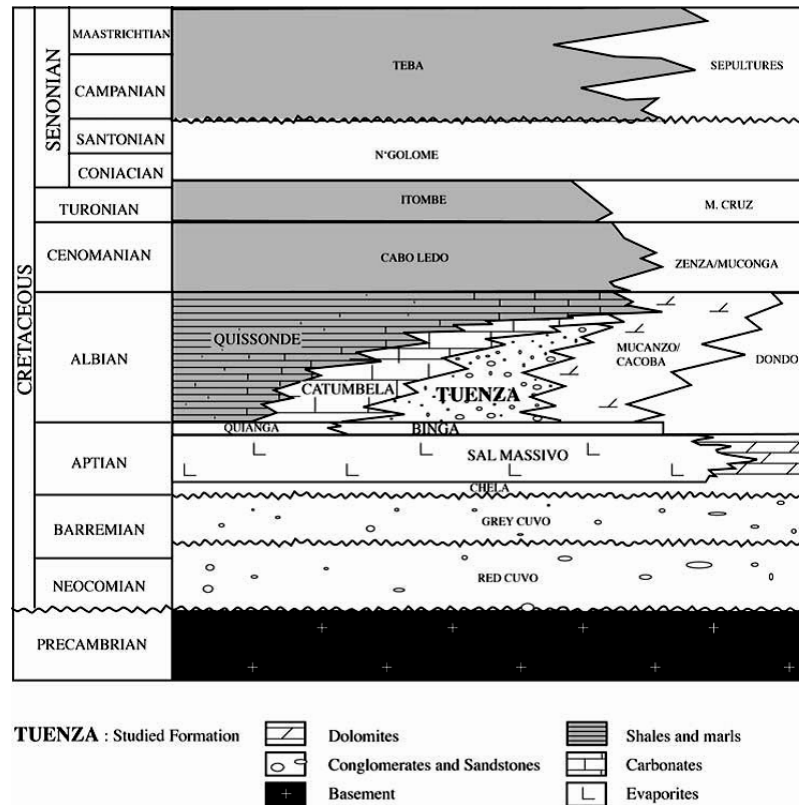


Fig. II. 4 – Quadro litostratigráfico das unidades cretácicas da Bacia do Cuanza, onde se insere a Sub-Bacia de Benguela (*in* Quesne *et al.*, 2009).

A unidade abrange toda carta geológica do Lobito, apresentando uma distribuição espacial contínua longitudinalmente (Galvão & Portugal, 1971). Segundo Cavita (2011), a unidade é visível na descida do Comango ao longo da estrada nacional que liga as cidades do Lobito e Luanda.

**Unidade Alb<sub>2</sub> (Formação da Catumbela):** Segundo Galvão & Silva (1972), do ponto de vista litológico, é uma formação homogénea dada a sua natureza carbonatada. Dominam calcários brancos ou cinzentos, subcristalinos, dolomíticos, oolíticos, pisolíticos, bioclásticos e gresosos (às vezes muito quartzosos), em camadas por vezes muito espessas (métricas). Segundo Neto (1961) os calcários são geralmente bastantes fossilíferos, apresentando numerosos fósseis de amonites.

Esta unidade assenta na formação subjacente e, em alguns afloramentos, através de contacto por falha. A unidade pode atingir uma espessura de aproximadamente 250 m, sendo particularmente bem observada ao longo do rio Catumbela (Quesne *et al.*, 2009; Segundo, 2011). É datada do Albiano superior (ver, por exemplo, Galvão & Siva, 1972; Tavares *et al.*, 2007).

**Unidade Alb<sub>3</sub> (Formação de Quissonde):** A unidade é composta fundamentalmente por calcários micríticos, bioclásticos, margosos, por vezes nodulosos, argilitos, calcários siltosos e, localmente, por dolomitos (Galvão & Portugal, 1971). Do ponto de vista paleontológico, esta unidade é muito rica e diversificada, sendo a paleofauna constituída por gastrópodes, amonites equinodermes e foraminíferos. Esta unidade é datada do Albiano Superior (ver, por exemplo, Neto, 1961; Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares *et al.*, 2007). Os depósitos desta unidade apresentam uma espessura de cerca de 110m (Galvão & Silva, 1972; Buta-Neto *et al.*, 2006). Segundo a cartografia geológica (Fig. II.2), esta unidade aflora essencialmente na região costeira a norte da cidade do Lobito.

**Unidade Cm:** Está assente sobre a formação subjacente, sendo observada nos extremos mais a norte do Lobito, como são os casos da Hanha, Gumba, Ponta do Binge, Bimbe, enseada do Binge e Praia do Chiuque (Galvão & Silva, 1972). É constituída por conglomerados com blocos heterogéneos de magmatitos, granitos e rochas das formações sedimentares subjacentes. Este conglomerado apresenta elementos bem rolados e com calibragem imperfeita, exibindo uma espessura por vezes superior a 50m (Galvão & Silva, 1972). Esta unidade é datada do Cenomaniano inferior (Galvão & Silva, 1972).

**Unidade Sn:** Segundo Galvão & Silva (1972) a unidade é composta por alternâncias de argilitos, margas calcárias e calcários pelágicos que marcam o início dos depósitos de talude dentro da bacia, datada do Senoniano. Segundo estes autores, a unidade é formada por margas claras não estratificadas nos níveis superiores.

## II.2 – Geomorfologia Costeira

O território de Angola apresenta uma geomorfologia muito variada. Encontramos exemplos de planície costeira, zonas de transição, serras e cadeias de montanha, picos, planaltos, e até regiões desérticas. De acordo com a diferenciação geológica da região do Lobito acima evidenciada é claro o impacto que os diversos tipos litológicos e a tectónica deixam na paisagem da zona (Carvalho, 1961; Galvão & Silva, 1972). Como o sector estudado se centra na faixa costeira, a análise geomorfológica circunscreve-se apenas a esta área.

Segundo Diniz (1998), toda faixa litoral angolana, tem uma extensão total de 1400 km, altitude máxima de 200m, a sua profundidade, em média oscila sensivelmente aos 43 km e a sua largura média é de 45 km ao longo de toda costa. No litoral propriamente dito encontramos arribas, praias e restingas como a das Palmeirinhas, do Lobito, e da Baía dos Tigres (ver Galvão & Silva, 1972).

Segundo Technoexportstrov (1990), a província de Benguela caracteriza-se por um relevo variado por causa da longa exposição a diversificados processos erosivos ou de acumulação e pela variedade de rochas com diferente resistência à meteorização e erosão. O relevo apresenta depressões aluviais e costeiras, separadas por arribas de erosão não muito elevadas. Normalmente, as zonas mais baixas apresentam aluviões, enquanto os interflúvios são constituídos por rochas calcárias ou margosas (Galvão & Silva, 1972).

Junto ao mar existe uma estreita planície costeira, atravessadas por todosos cursos de águas de Angola que desembocam na costa Atlântica, os quais originaram a formação de vales, ora profundos e escarpados, ora de vertentes suáveis, consoante a natureza das formações atravessadas. Nas zonas onde as rochas mais duras atingem a linha da costa, observam-se escarpas que atingem algumas dezenas de metros de altura. Pelo contrário, quando as rochas argilosas ou gessos friáveis atingem a costa, na proximidade das embocaduras dos rios mais importantes e formam-se praias extensas.

Tal como fizemos referência no parágrafo anterior, a presença de arribas vivas quase em toda extensão, vales profundos ou escarpados e ausência de rios com o curso permanente na zona, dificulta a formação de praias na zona. Sendo só observada uma praia de pequena extensão a sul da praia da Hanha (Fig. II. 5).



Fig. II. 5 – Pequena praia a sul da foz do rio Cubal da Hanha.

### **1 – Hidrografia**

Angola é um dos países com abundantes recursos hídricos. Apresenta conjuntos de bacias hidrográficas que vertem no oceano Atlântico. Na província de Benguela, os rios Balombo, Cubal da Hanha, Catumbela, o Cavaco e o Coporolo apresentam caudais permanentes durante todo o ano, mas com grande variabilidade sazonal em resposta às diferenças na intensidade da precipitação, com excepção o rio Cavaco que o seu regime é temporário com o caudal superficial nos meses de Março e Abril (ver Galvão & Silva, 1972; Diniz, 1998). Estes rios correspondem a importantes factores de erosão que se desenvolvem na direcção Este-Oeste (Galvão & Silva, 1972).

A área de estudo tem uma variedade de linhas de água com excepção do rio Cubal da Hanha no limite norte (Fig. II.6) que tem um caudal permanente.





Fig. II. 6 – Vista do rio Cubal da Hanha no inverno, no limite norte da zona estudada.

## 2 – Vegetação

Segundo Technoexportstroy (1990) a vegetação na zona mais ocidental (mais costeira) da Província de Benguela (Municípios do Lobito, Benguela, e Baía Farta) é dominada por formações de estepe. Noutras regiões é composta por floresta espessa (Bocoio, Caimbambo, Cubal e Chongoroi), floresta aberta (Ganda, Balombo, sueste de Chongoroi e leste do Cubal) e mata de savana medianamente arborizada nas zonas mais interiores da província (entre Bocoio e Balombo e leste de Balombo) (Fig. II.7).

Na área de estudo a vegetação é limitada, sendo constituída por ervas e alguns arbustos isolados para além do topo da arriba (Fig. II.8). Ao longo do perímetro da área de estudo, à medida que nos deslocamos para Norte, regista-se um crescimento de capim alto e arbustos. Este empobrecimento da vegetação, deve-se a falta de queda pluviométricas que se registam na região. No cume das arribas, em alguns pontos, observam-se arbustos que crescem junto as cavernas, não de maior dimensão.

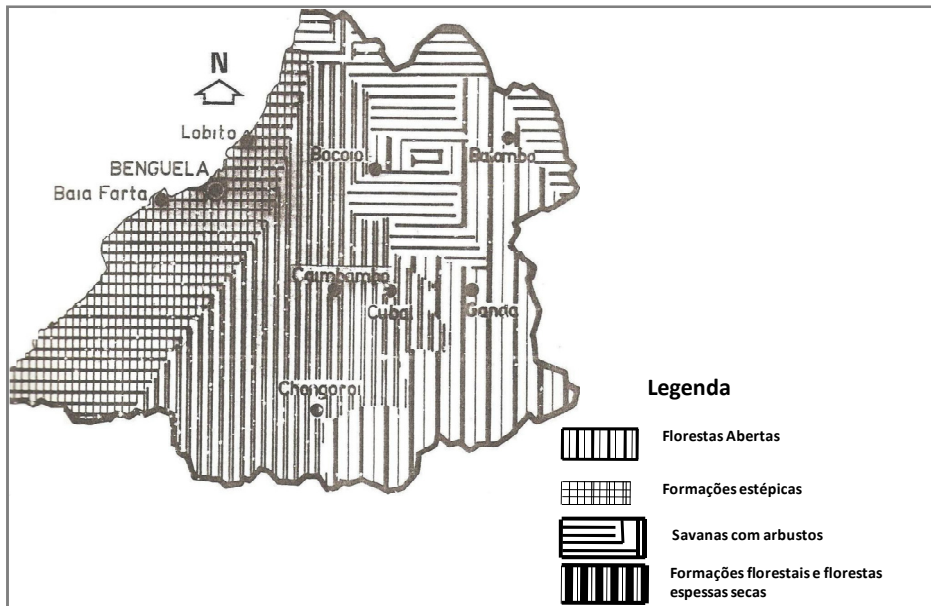


Fig. II. 7 - Vegetação da província de Benguela, segundo Technoexportstroy (1990).



Fig. II.8 – Vegetação típica da área de estudo.

### 3 – Agentes hidrodinâmicos costeiros

Segundo [Centro de Investigação Pesqueira de Benguela (CIP de Benguela, 2009), as ondas apresentam geralmente reduzida altura, mas, durante as “calemas”

(designação local para a sobre-elevação de tempestade), quando se conjugam condições de baixa pressão atmosférica e ventos vindos do Atlântico, as ondas tornam-se mais agressivas capazes de promover fenómenos de erosão costeira muito significativa.

A variação sazonal da amplitude das ondas de marés está ilustrada na Fig.II.9.Onde as maiores amplitudes ocorram durante os períodos de lua nova e lua cheia, nota-se alguma variação ao longo do ano. Em termos de variação mensal para os dois anos considerados, notou-se que a amplitude média oscila entre 0,91 e 0,95 m. As amplitudes mais elevadas foram atingidas nos meses de Janeiro e Agosto. As amplitudes mínimas ocorreram nos meses de Março e Setembro (Tab. II.2).

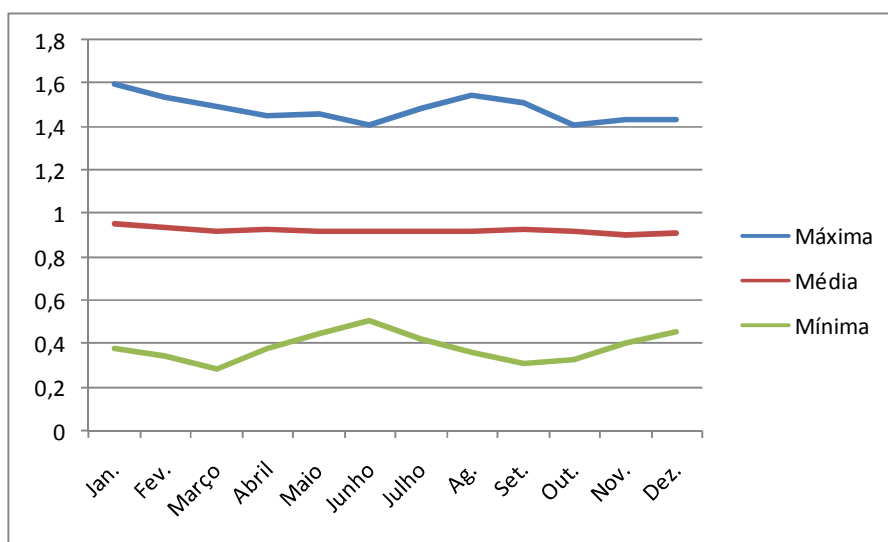


Fig. II. 9 - Amplitude das ondas de maré durante ano 2008-2009 (in CIP de Benguela, 2009)

Tab. II. 2 - Variação da maré durante 2008-2009 (in CIP de Benguela, 2009)

Varição da maré	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maio	Junh	Jul.	Ag.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Máxima	1,6	1,54	1,5	1,45	1,46	1,41	1,49	1,6	1,51	1,41	1,44	1,44
Média	0,95	0,94	0,923	0,93	0,92	0,919	0,92	0,9	0,93	0,923	0,91	0,911
Mínima	0,38	0,34	0,28	0,38	0,45	0,51	0,42	0,4	0,31	0,32	0,4	0,46

### II.3 – População e acção humana

Com base nos dados oficiais do governo da província de Benguela (Consult, 2007), a densidade populacional da província de Benguela é considerada muito baixa,

aproximadamente de 48,4 habitantes por Km<sup>2</sup> sendo a maioria, de etnia Ovimbundo e Nganguela. A língua nativa mais falada é o Umbundo. Tem como actividades principais agricultura, pecuária e pesca. A pesca é praticada por uma larga franja da população que vive ao longo do litoral, estimada em cerca de 7.300 pessoas.

A acção humana na área de estudo pouco se faz sentir. Pois poucos habitantes estimados em 500 pessoas se destacam apenas nos limites da área de estudo. Têm como actividades principais a pesca e a agricultura de baixa renda, praticada essencialmente nas margens do rio Cubal da Hanha. Estes povos vivem em cubatas de pau e outros nas instalações dos antigos trabalhadores da Jomba (Figs. II.10 e II.11).



Fig. II. 10 – Ocupação e actividade principal da população na foz do rio Cubal da Hanha no inverno.

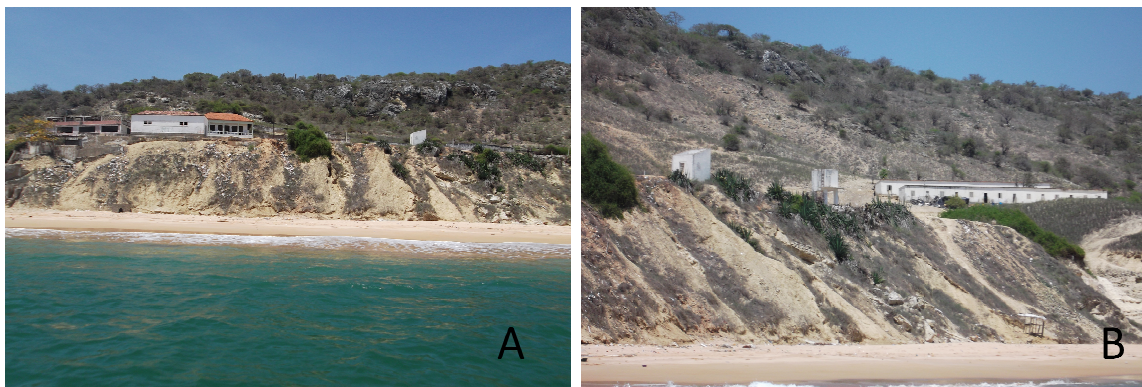


Fig. II.11 - Acção humana na praia da Jomba. **A** – Instalações da fábrica da Jomba, **B** – Antigas residências dos trabalhadores da fabrica.

### Capítulo III – Metodologia da Investigação

Para a caracterização das unidades líticas da faixa costeira entre a praia da Hanha e a praia da Jomba, assim como para a análise das características da instabilidade nas arribas costeiras, foram implementadas diferentes acções e utilizadas diversas técnicas de análise.

Procurou-se assim, responder às questões investigativas que estão descritas no ponto 1.2, e propor recomendações para a protecção e valorização da faixa costeira.

Para a caracterização do enquadramento geofísico da zona costeira (geológico, estrutural, climático e de dinâmica litoral) da área de estudo recorreu-se a diferentes fontes bibliográficas, e fez-se um reconhecimento de campo das principais unidades geológicas à escala regional.

Após este enquadramento, e reconhecidos os aspectos particulares de organização dos corpos líticos, assim como os processos de instabilidade presentes na faixa litoral a norte da cidade do Lobito, foi decidido estabelecer como área de análise a orla costeira entre a praia da Hanha e da Jomba.

Foi considerado proceder à avaliação dos materiais e processos de geodinâmica das arribas, numa faixa com 50 m de largura, e considerando pontos de avaliação espaçados cerca 100 m.

Para que esta avaliação se efectuasse de uma forma sistemática foi elaborada uma ficha de observação de campo a ser aplicada em cada ponto de avaliação, num total de 68. Na Fig. III.1 aparecem localizados os pontos de avaliação, distribuídos por três troços. O Troço nº 1 está localizado a sul da praia da Hanha e corresponde às observações directas, dada a existência de um cordão longilitoral arenoso e de uma plataforma rochosana arriba da praia da Hanha, num total de 18 pontos. O Troço nº 2 corresponde a 42 pontos em que a observação se fez a partir de barco, com incursões localizadas em cinco locais em que se observou no topo da arriba. O Troço nº 3 está localizado a sul e corresponde às observações directas na arriba da Praia da Jomba, num total de 8 pontos. Assim fez-se uma cobertura sistemática que permitiu a recolha fotográfica e posterior representação de perfis sintéticos.

A ficha de observação de campo continha 32 parâmetros de avaliação que incluía nomeadamente: a localização, a morfologia da arriba, a largura da faixa longilitoral, a descrição petrográfica dos diferentes materiais, as características das discontinuidades, o grau de alteração, a resposta dos materiais à percussão ao martelo, a recorrência, o volume e a tipologia dos processos de instabilidade. A observação contemplava ainda a realização de um perfil da arriba e dos processos de instabilidade, assim com a inclusão de uma fotografia do afloramento.



Fig. III.1 – Representação dos troços da área de estudo e localização de pontos de observação.

Nas Figs. III.2 e III.3 aparecem representadas, a título de exemplos, duas fichas de observação, uma obtida no Troço 1 – Praia da Hanha e no Troço 3 – Praia da Jomba.

Ficha de observação de campo 02													
Data: 13/04/2012		Localização: Praia da Hanha		M – 013°39.366			P – 12°13.631			Cota base do perfil (m) – 11			
Condições meteorológicas: Céu nublado													
Espessura do perfil (m) -					Altura da Arriba (m) – 17								
Inclinação da Arriba (°) – 90					Outro parâmetro								
Largura da faixa longilitoral (m) – 5			Protecção de sopé				Sim		Não				
			Volume da protecção de sopé (m <sup>3</sup> ) (1x1x1)										
Cobertura vegetal			Descrição da cobertura vegetal (densidade, tipo, distribuição) - Arbustos e gramíneas										
Sim		Não		Direcção: N21°E			Estratificação B		Direcção				
				Pendor: 10°S					Pendor				
Orientação de falhas:				Outro elemento									
Desenho do perfil					Foto								
Grau de alteração A		W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	Grau de alteração B		W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>
Homogeneidade lítica dos materiais							Sim		Número de zonas: 3			Não	
Volumes líticos diferentes (genérica)													
Descrição – Volume com corpos estratificados. Presença de margas e de diferentes tipos de calcário, de diferente espessura.													
Representação volumétrica no perfil													
Existência de volumes de dissolução				Sim		Volume máximo (cm <sup>2</sup> ) (1x1)				Não			
Descrição petrográfica dos diferentes materiais													
Alternância de calcários (margosos, micríticos e bioclásticos) com margas de diferente coloração (incluindo margas escuras).													
Resposta à percussão do martelo no material (A)			Friável		Pouco compacto		Moderad. compacto		Compacto		Muito compacto		
Espessura dos estratos (Volume A)			L <sub>5</sub> <6cm		L <sub>4</sub> 6-10cm		L <sub>3</sub> 10-60cm		L <sub>2</sub> 60-200cm		L <sub>1</sub> >200cm		
Espaçamento das discontinuidades (A)			F <sub>5</sub>		F <sub>4</sub>		F <sub>3</sub>		F <sub>2</sub>		F <sub>1</sub>		
Abertura média das discontinuidades (A)			1mm										
Preenchimento das discontinuidades:													
Orientação das diaclases (direcção e pendor)					Direcção N40°W								
Tipo de instabilidade (descrição do movimento) Queda de Blocos										Não há			
Volume médio dos materiais instabilizados			Médio		Blocometria (dimensões e forma) (1x1x1) 3mx1,80mx1m								

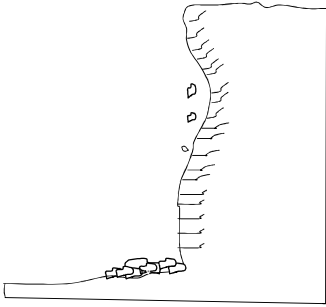
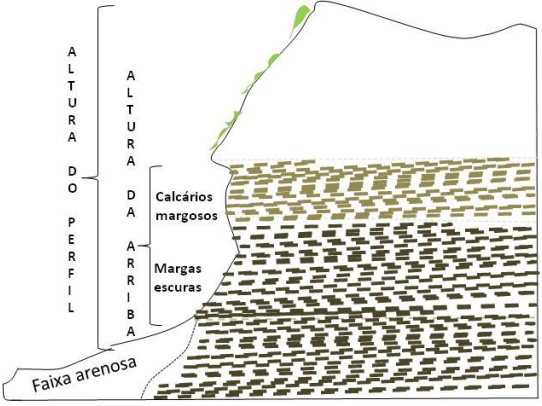

Representação esquemática do movimento					
					
Recorrência do movimento	Todas as semanas	Todos os meses	Todos os anos	Em alguns anos	Muito raramente
Situação desencadeante	Abrasão marinha	Precipitação intensa	Acção antrópica	Outra. Qual?	

Fig. III.2 - Ficha de observação de campo 02 na Praia da Hanha.

Ficha de observação de campo Nº 25												
Data: 13/09/11		Localização: Praia da Jomba		M -013°37.968'		P -12°16.043'						
				Cota base do perfil (m) – 9								
Condições meteorológicas: Céu parcialmente nublado												
Espessura do perfil (m) – 7						Altura da Arriba (m) – 5						
Inclinação da Arriba (°) – 85						Outro parâmetro						
Largura da faixa arenosa longilitoral - 25m			Protecção de sopé					Sim	Não			
			Volume da protecção de sopé (m³) (1x1x1)									
Cobertura vegetal			Descrição da cobertura vegetal (densidade, tipo, distribuição) - Gramíneas									
Sim			Não									
Estratificação A			Direcção - N40°SW			Estratificação B			Direcção			
Horizontal			Pendor 19°SW						Pendor			
Orientação de falhas:						Outro elemento						
Desenho do perfil						Foto						
												
Grau de alteração A	W1	W2	W3	W4	W5	Grau de Alteração B	W1	W2	W3	W4	W5	
Homogeneidade lítica dos materiais						Sim		Número de zonas: 3			Não	
Volumes líticos diferentes (genérica)												



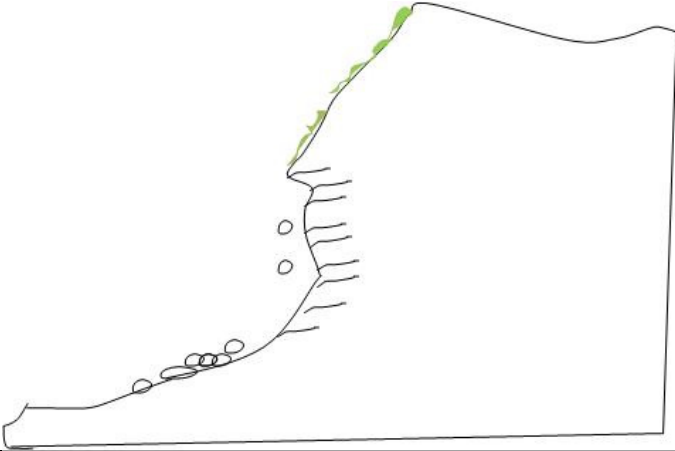
Descrição - <b>Volume com corpos estratificados. Presença de margas escuras na base, calcários margosos e calcário com comportamento de solo no topo da arriba.</b>					
Representação volumétrica no perfil					
Existência de volumes de dissolução	Sim	Volume máximo (cm <sup>2</sup> ) (1x1)			Não
Descrição petrográfica dos diferentes materiais -Ocorrência de calcários e margas, alternando entre si. -Estratos diaclasados.					
Resposta à percussão do martelo no material (A)	Friável	Pouco compacto	Moderad. compacto	Compacto	Muito Compacto
Resposta à percussão do martelo no material (B)	Friável	Pouco compacto	Moderad. compacto	Compacto	Muito Compacto
Resposta à percussão do martelo no material (C)	Friável	Pouco compacto	Moderad. compacto	Compacto	Muito Compacto
Espessura dos estratos (Volume A)	L5 <6cm	L4 6-10cm	L3 10-60com	L2 60-200cm	L1 >200cm
Espessura dos estratos (Volume B)	L5 <6cm	L4 6-10cm	L3 10-60com	L2 60-200cm	L1 >200cm
Espaçamento das descontinuidades (A)	F5	F4	F3	F2	F1
Espaçamento das descontinuidades (B)	F5	F4	F3	F2	F1
Espaçamento das descontinuidades (C)	F5	F4	F3	F2	F1
Abertura média das descontinuidades (A)	1mm				
Orientação das diáclases (direcção e pendor)					
Tipo de instabilidade (descrição do movimento): <b>Queda de detritos</b>					Não há
Volume médio dos materiais instabilizados	Médio	Blocometria (dimensões e forma) (1x1x1): <b>0,02m<sup>3</sup></b>			
Representação esquemática do movimento					
					
Recorrência do movimento	Todas as semanas	Todos os meses	Todos os anos	Em alguns anos	Muito raramente
Situação desencadeante	Abrasão marinha	Precipitação intensa	Acção antrópica	Outra. Qual?	

Fig. III.3 - Ficha de observação de campo 25 na praia da Jomba.

Para a descrição das unidades geológicas baseámo-nos nas informações contidas nas Folhas nº227-228 da Carta Geológica de Angola à escala 1/100000 (Galvão & Portugal, 1971; Galvão & Silva, 1972) e nos trabalhos mais recentemente efectuados nas bacias do Cuanza e de Benguela (Buta-Neto *et al.*, 2006; Tavares *et al.*, 2007; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010).

No âmbito do levantamento das características relacionadas com morfologias e análise da instabilidade de arribas calcárias em zonas costeiras, foram utilizados como referência os trabalhos de C. Duarte (2007) e de A. Rilo (2009) sobre a orla costeira da margem ocidental portuguesa.

Para a avaliação das características dos materiais da arriba e das discontinuidades presentes utilizou-se como base os trabalhos de IAEG (1981), Tavares (1999) e Ferrer & Vallejo (1999).

Na caracterização do grau de alteração superficial da arriba utilizou-se a classificação presente na Tab. III.1.

Tab. III. 1 – Grau de Alteração (IAEG, 1981).

<b>Símbolo</b>	<b>Designação</b>	<b>Descrição</b>
W <sub>1</sub>	São	Sem qualquer sinal de alteração
W <sub>2</sub>	Pouco alterado	Sinais de alteração apenas nas imediações das discontinuidades
W <sub>3</sub>	Mediamente alterado	Alteração visível em todo o maciço rochoso, mas a rocha não é fiável
W <sub>4</sub>	Muito alterado	Alteração visível em todo o maciço, mas a rocha é parcialmente fiável
W <sub>5</sub>	Decomposto	O maciço apresenta-se completamente fiável, praticamente com comportamento de solo

Para a classificação das características das discontinuidades utilizaram-se diferentes classes, e que envolvia a espessura dos estratos (Tab.III.2), o espaçamento das discontinuidades (Tab. III.3), a abertura das discontinuidades (Tab. III.4) e a resposta à percussão (Tab. III.5), recorreu-se aos trabalhos de Alexandre Tavares (1999) e Ferrer & Vallejo (1999).

Tab. III. 2 – Classes de espessura dos estratos (Tavares, 1999).

Intervalo (cm)	Símbolo		Descrição	
>200	L <sub>1</sub>	L <sub>1,2</sub>	Muito espesso	Espesso
60 – 200	L <sub>2</sub>		Espesso	
20 – 60	L <sub>3</sub>	L <sub>3</sub>	Moderado	Moderado
6 – 20	L <sub>4</sub>	L <sub>4,5</sub>	Pouco espesso	Pouco espesso
<6	L <sub>5</sub>		Muito pouco espesso	

Tab. III.3 – Classificação do espaçamento das descontinuidades (Tavares, 1999).

Intervalos (cm)	Símbolo	Classificação	
>6m	F <sub>0</sub>	Extremamente afastadas	Maciço não fracturado
2 – 6m	F <sub>1</sub>	Muito afastadas	Maciço pouco fracturado
0,6 – 2m	F <sub>2</sub>	Afastadas	
0,2 – 0,6m	F <sub>3</sub>	Moderadamente afastadas	Maciço mediamente fracturado
0,06 – 0,2m	F <sub>4</sub>	Próximas	Maciço muito fracturado e fragmentado
2 – 6cm	F <sub>5</sub>	Muito Próximas	
<2cm	F <sub>6</sub>	Extremamente próximas	Maciço esmagado

Tab. III.4 – Classificação de abertura das descontinuidades (Ferrer & Vallejo, 1999).

Descrição	Intervalos (mm)
Muito fechadas	<0,1
Fechadas	0,1 – 0,25
Parcialmente abertas	0,25 – 0,5
Abertas	0,5 – 2,5
Largas	2,5 – 10
Muito largas	10 – 100
Extremamente largas	100 – 1000
Cavernosas	>1000

Para a classificação da resposta à percussão utilizou-se a classificação de Tavares (1999), conforme está expresso na Tab.III.5.

Tab. III. 5 – Classes de resistência a percussão com o martelo(Tavares, 1999).

Resposta a percussão	Descrição
1 Friável	Material com fácil desagregação quando raspado com o martelo, ou de fácil penetração quando percutido
2 Pouco compacto	Material de difícil desagregação quando raspado com o martelo e desintegrando-se facilmente quando percutido
3 Moderadamente compacto	Material com desintegração segundo os planos estruturais quando percutido
4 Compacto	Material necessitando mais do que um impacto de percussão para fracturar
5 Muito Compacto	Material necessitando vários impactos para fracturar segundo os planos estruturais, ou evidenciando somente o aparecimento de lascas, e determinando frequentemente o ressalto do martelo

Para os três troços considerados foi estabelecida uma caracterização da tipologia de movimentos de massa, assim como uma estimativa dos volumes instabilizados. Para a classificação da tipologia dos movimentos utilizou-se a classificação da UNESCO/WPWL (1993), conforme os esquemas representativos presente na Fig.III.4

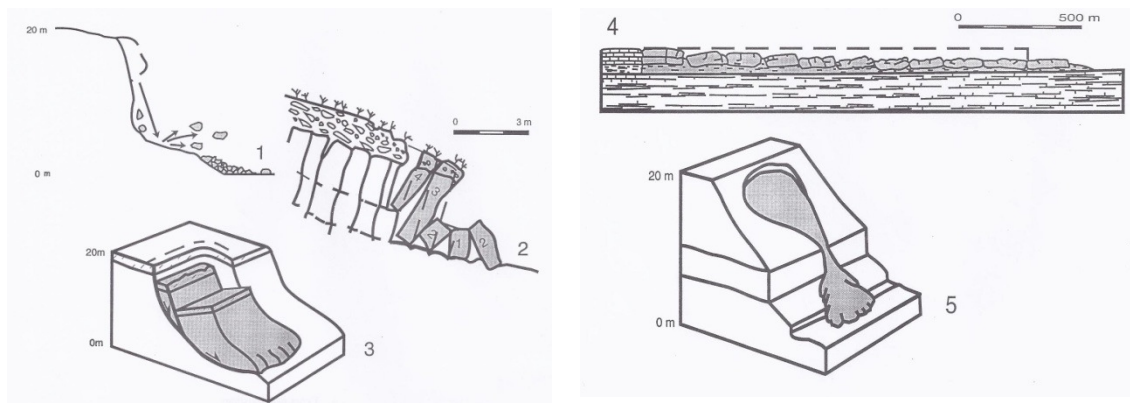


Fig. III. 4 – Tipologia de instabilidade resultantes da UNESCO/WPWL (1993); 1 – Queda de blocos, 2 – Tombamento, 3 – Deslizamento rotacional, 4 – Expansão lateral, 5 – Fluxo.

Nos troços em análise avaliou-se os volumes dos materiais instabilizados recentemente, assim como a blocometria característica dos materiais instabilizados, tendo como referência a classificação da blocometria (IAGE, 1982) (Tab. III.6).

Tab. III.6 – Classificação da blocometria (IAGE, 1981)

<b>Classificação</b>	<b>Dimensão média dos blocos</b>
Muito largo	>2m
Largo	600mm – 2m
Médio	200mm – 600mm
Pequeno	60mm – 200mm
Muito pequeno	<60mm

Este conjunto de técnicas e instrumentos de classificação dos materiais, das discontinuidades e dos processos de instabilidade permitiram uma análise sistemática para cada um dos pontos de observação.

De acordo com as observações a área de estudo foi avaliada relativamente às características das unidades líticas e da tipologia dos movimentos de massa.

## Capítulo IV – Caracterização das Unidades Líticas da Área de Estudo

Tal como foi visto anteriormente (capítulo II), a costa atlântica angolana está materializada essencialmente por rochas sedimentares meso-cenozóicas, estendendo-se por cerca de 1450 km ao longo do litoral angolano. É repartida de Norte a Sul por 90 km ao longo da costa de Cabinda e 1360 km entre a foz do rio Zaire e ilha dos Tigres, exceptuando cerca de 50 km, entre o Cabo de Santa Maria e a baía da Lucira (ver Antunes, 1964; Neto, 1964; Carvalho, 1960). Neste contexto, as unidades cretácicas encontram-se particularmente bem registadas na Bacia (ou Sub-bacia) de Benguela (ver Fig. II.3), através de uma larga distribuição de afloramentos. É neste contexto que se insere a área de estudo, compreendendo a zona costeira contida entre as praias da Hanha e da Jomba (ver Fig. I.1 e Fig. III.1), sendo um sector da margem angolana muito pouco estudado. A parte norte é delimitada pelo contacto entre arribas calcárias e a foz do rio Cubal da Hanha, resultando num dos contrastes geomorfológicos mais salientes da região costeira a norte da cidade do Lobito (Figs. IV.1 e IV.2).

Do ponto de vista geológico e após os estudos de campo realizados, verifica-se que a zona corresponde essencialmente a unidades carbonatadas. No entanto, a análise litológica e estratigráfica efectuadas demonstram que existe uma grande variabilidade litológica, entre litótipos calcários (vários tipos), margas e argilitos ligeiramente carbonatados, com arranjos verticais muito diferenciados. Tal como será demonstrado neste capítulo, registam-se em toda a faixa costeira três unidades principais, na seguinte sucessão estratigráfica: unidade caracterizada por calcários maciços, espessos (espessura métrica) compostos por elementos calciclásticos variados (calcários oolíticos e bioclásticos); unidade composta por alternâncias marga-calcário; depósitos conglomeráticos de natureza calcária. Considerando as terminologias litostratigráficas apresentadas no capítulo II para as bacias sedimentares da margem oeste de Angola, as duas primeiras unidades correspondem, respectivamente, às formações Alb<sub>2</sub> (Formação de Catumbela) e Alb<sub>3</sub> (Formação de Quissonde). Estas evidências de campo constituem desde logo importantes contributos para a melhoria da cartografia geológica pois, de acordo com o mapa geológico publicado para esta região (Galvão & Portugal, 1971; ver Fig. II.2), apenas há referência ao registo da unidade Alb<sub>3</sub>. Esta diferenciação litostratigráfica, a variabilidade litológica e o contexto tectónico, que resultam em diversas configurações

geomorfológicas da zona costeira estudada, permitem identificar três troços (ver Fig. III.1 e Fig. IV.1) a seguir descritos do ponto de vista geológico.

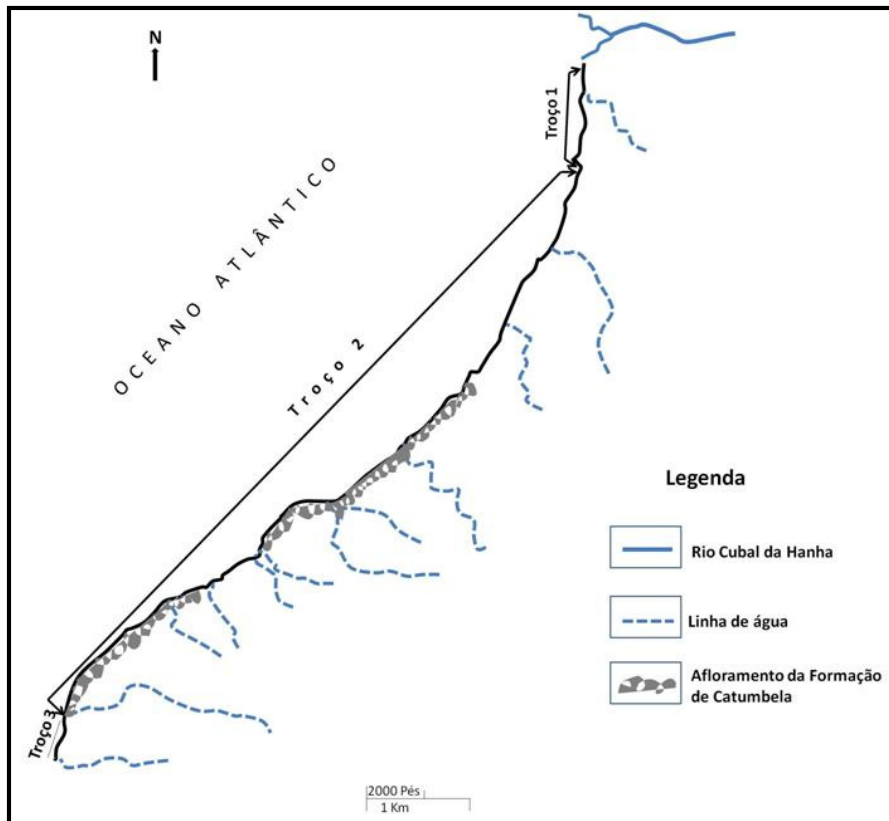


Fig. IV.1 - Cartograma da área de estudo evidenciando os 3 troços que se identificam por critérios geológicos e geomorfológicos. De realçar as partes da arriba correspondentes à Formação de Catumbela (base cartográfica adaptada a partir do Google maps).



Fig. IV.2 – Contraste geomorfológico do sector norte da faixa costeira estudada onde é possível identificar a foz do rio Cubal da Hanha entre arribas da Formação de Quissonde.

#### IV.1 – Troço 1: Sul da Praia da Hanha

O troço localiza-se a sul da praia da Hanha e é limitado pelas coordenadas geográficas a norte  $12^{\circ}13.651S/13^{\circ}39.368E$  e a sul  $12^{\circ}13.949S/13.969E$ . Compreende

uma plataforma rochosa de abrasão marinha alternada por uma pequena praia bem próximo do limite norte (ver Fig. II.5), onde mesmo com muitas dificuldades é possível caminhar a pé. Esta parte da zona costeira é composta por alternâncias margacalcário da Formação de Quissonde, unidade recentemente estudada por Segundo (2011) nesta zona (Fig. IV.3).

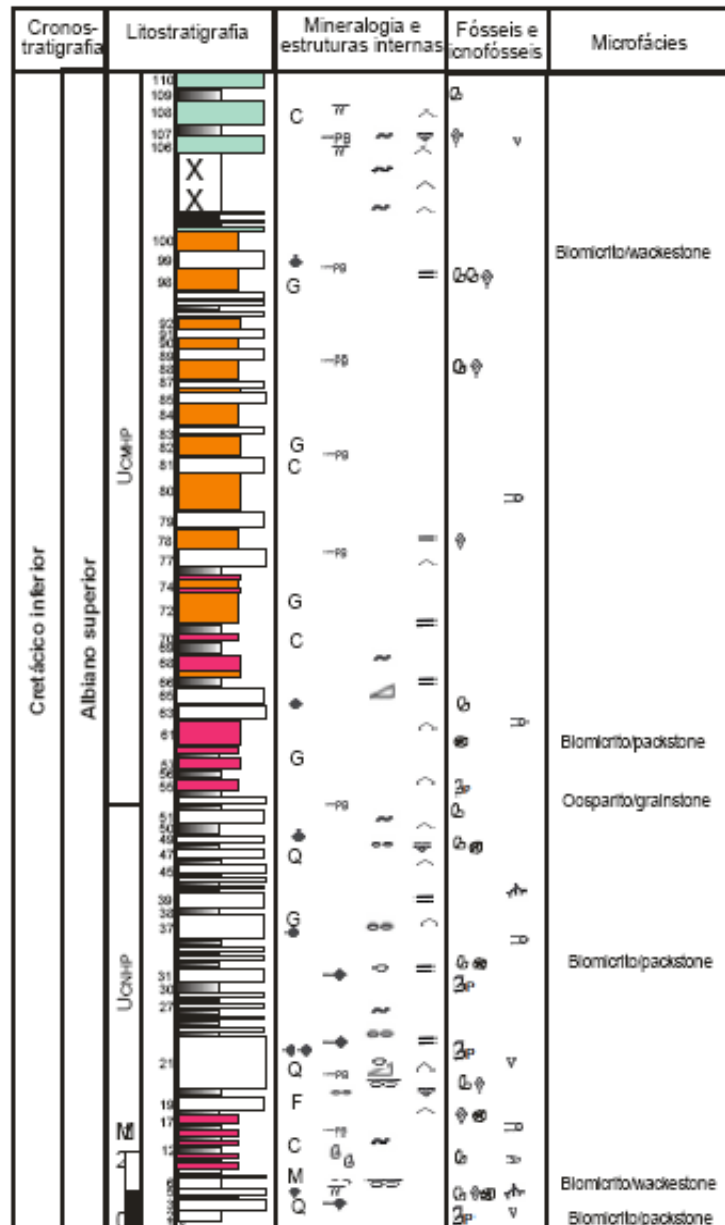


Fig. IV.3 – Perfil estratigráfico da Formação de Quissonde, aflorante na praia da Hanha (imediatamente a norte da zona de estudo) (retirado de Segundo, 2011).

O limite norte da área estudada é constituído por uma arriba (à volta dos 22m de altura) de natureza margo-calcária, típica da Formação de Quissonde,

apresentando uma heterogeneidade dos materiais da base ao topo (Fig. IV.4). Em 18 pontos de observação deste troço, em geral, a base da arriba é composta por margas escuras alternando com níveis centimétricos de calcário noduloso, dando um aspecto muito irregular à estratificação (Fig. IV.4A e B). Alguns dos níveis calcários são muito bioclásticos e fossilíferos. Na parte intermédia da sucessão nota-se a perda da nodularização, através dum conjunto alternante marga-calcário com estratificação mais regular e evidenciando uma grande densidade de diaclases. O topo da arriba é composto por um conjunto alternante mais calcário com margas de espessura centimétrica.

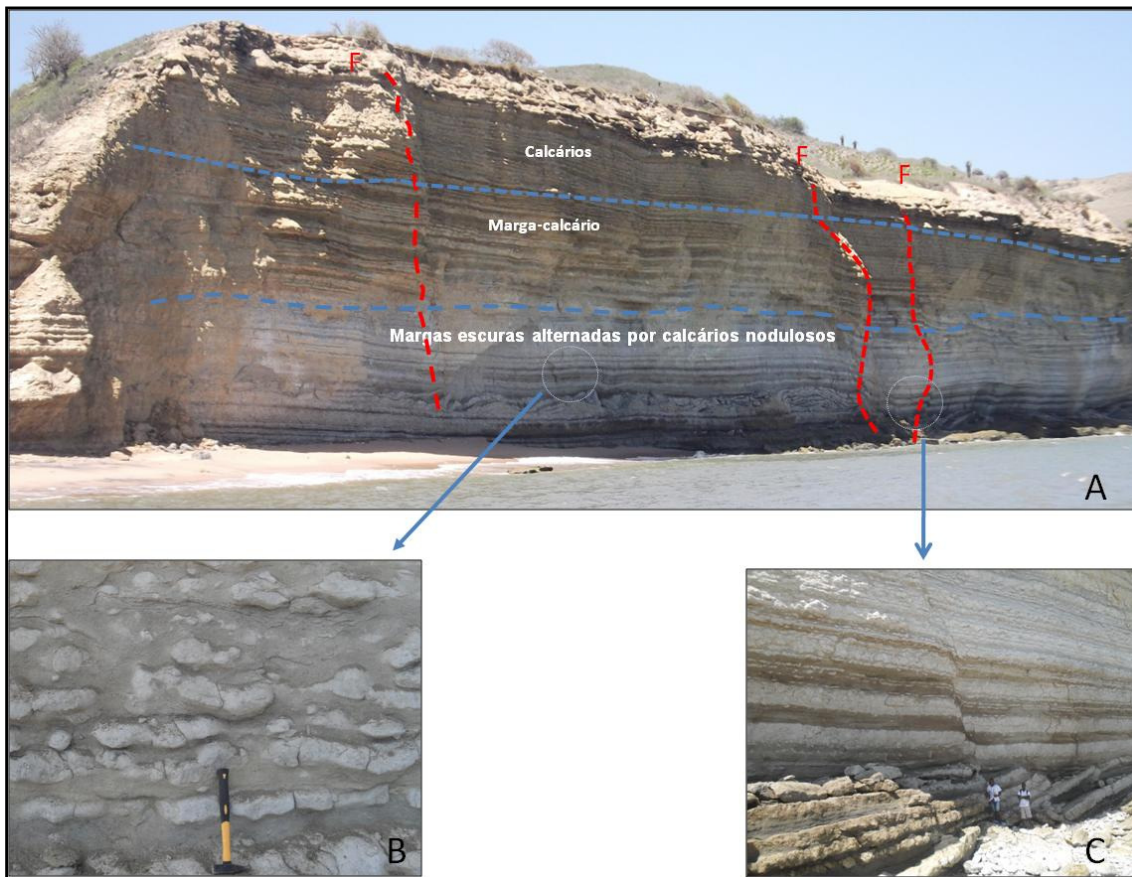


Fig. IV.4 – Aspectos gerais das unidades aflorantes (estratificação e fracturação: F) no troço 1, imediatamente a sul da praia da Hanha: **A** – Vista geral, onde se identificam aspectos litológicos diferenciados da Formação de Quissonde; **B** – Detalhe da nodularização observada na base da arriba; **C** – Aspecto dos tipos de falhamento observados.

Tal como é evidenciado na Fig. IV.4, a sucessão estratigráfica encontra-se predominantemente na horizontal, exibindo localmente pendores que atingem os 24°SE. A espessura média dos estratos varia entre 10 a 60cm na base, diminuindo com o aumento da altura até ao intervalo de 6-10cm (L<sub>3</sub> - L<sub>4</sub>). À superfície, as rochas apresentam-se pouco alteradas na base, aumentando progressivamente e verticalmente o grau de alteração (de W<sub>2</sub> para W<sub>5</sub>).



Este troço apresenta uma grande densidade de falhas e diaclases (Fig. IV.4C). Algumas falhas apresentam-se com direcções que variam entre N50°E a N50°W (algumas delas subverticais), sendo um factor determinante de instabilidade das arribas. A abertura média das diaclases classifica-se entre fechadas a moderadamente largas. Os espaçamentos das descontinuidades estão no intervalo de F1 a F<sub>5</sub>, da base ao topo.

## **IV.2 – Troço 2: Troço Intermédio**

Localiza-se na zona intermédia entre os troços 1 e 3 (Fig. IV. 1), limitado pelas coordenadas 12°13.949S/13.969E e 12°16.014S/13°37.981E, terminando a norte da praia da Jomba. As observações foram feitas de barco por ser uma zona de difícil acesso, tanto no topo como na base da arriba.

Da análise litológica feita pela observação directa e pela interpretação das fotografias, registam-se neste troço as unidades Alb<sub>2</sub> (Formação de Catumbela) e Ab<sub>3</sub> (Formação de Quissonde), conforme o representado na Fig. IV. 5. A Formação de Quissonde aflora na porção norte do troço (Fig. IV.5B), na continuidade com o troço 1, verificando-se o seu registo em mais uma pequena parcela da zona costeira (Fig. IV.5D). A relação cartográfica desta unidade com a Formação de Catumbela (Figs. IV.1 e IV.5A e C) mostra que a série carbonatada cretácica se encontra dobrada, através da definição de estruturas em sinclinal e anticlinal. Entre as duas unidades, a mais antiga é a que parece mostrar uma maior repartição cartográfica (Fig. IV.6).

Tendo em conta a definição espacial destas duas unidades, a análise das diversas heterogeneidades é claramente condicionada pelos materiais litológicos que ocorrem em cada uma das formações. Lateralmente, neste troço, cada uma das unidades mostra exactamente as mesmas características. Isto significa que estaremos nas mesmas posições estratigráficas:

Formação de Catumbela: Os materiais desta unidade são constituídos em geral por calcários cinzentos ou brancos, compactos, maciços, estando a maioria deles dispostos em camadas espessas (métricas) (Fig. IV. 7).

As arribas com materiais desta formação mostram geralmente alguma diferenciação, da base para o topo, em termos cromáticos e de representação dos

termos margosos. O material é resistente com espessura de estratos entre  $L_1$  e  $L_2$  e grau de alteração  $W_2$  na base.

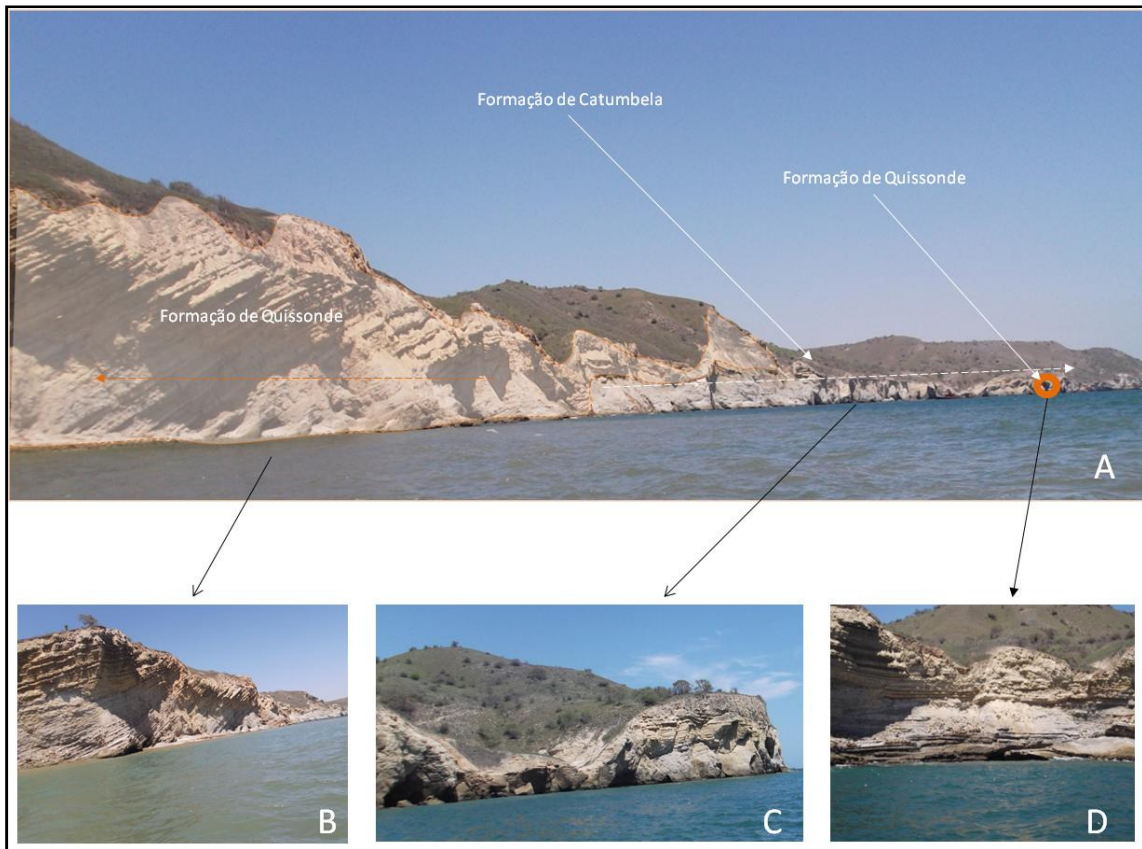


Fig. IV. 5 – Aspectos das unidades aflorantes no troço 2; **A** – Vista geral da porção norte do troço 2 onde se identificam as formações de Quissonde e de Catumbela; **B** – Aspectos da estratificação das unidades margo – calcárias da Formação de Quissonde; **C** – Aspecto estratonómico dos calcários maciços da Formação de Catumbela; **D** – Alternâncias marga-calcário da Formação de Quissonde.

**Formação de Quissonde:** Os depósitos desta formação são constituídos essencialmente por alternâncias marga-calcário, apresentando sempre uma grande heterogeneidade da base para o topo, quer em termos das litologias (marga ou calcário), da sua espessura ou da cor. Na base das arribas, onde aflora esta unidade, a série é geralmente composta por margas escuras, alternando com níveis centimétricos de calcário noduloso. Sobrepõem-se alternâncias marga-calcário com este último tipo litológico a mostrar uma estratificação mais regular, num conjunto com grande densidade de diaclases. A espessura dos estratos varia entre  $L_3$  e  $L_2$  e um grau de alteração de  $W_2$  a  $W_5$ , enquanto o espaçamento das discontinuidades é próxima. O afastamento médio das diaclases está no intervalo de  $F_2$  a  $F_5$ . A abertura média das discontinuidades é variável entre parcialmente abertas a abertas.



Fig. IV. 6 – Detalhe dos dobramentos observáveis na parte sul do troço 2.

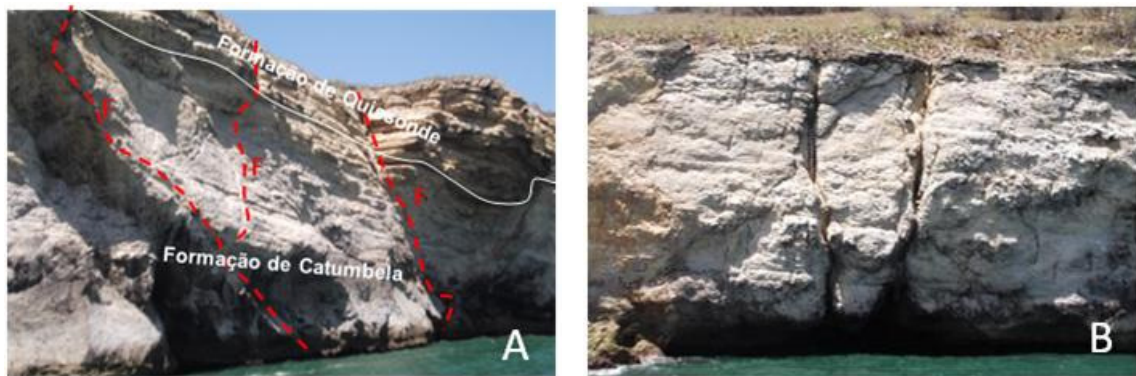


Fig. IV.7 – Particularidade das litologias (calcários compactos e maciços), estratificação e fracturação da Formação de Catumbela aflorante no troço 2: **A** – Contacto com a Formação de Quissonde **B** – De notar o diferente grau de abertura das fracturas subverticais e verticais paralelas.

No topo das arribas, em litologias das duas formações, aparece por vezes representado um depósito conglomerático, mal calibrado, composto maioritariamente por clastos de calcário (Fig. IV.8).



Fig. IV.8 – Depósito conglomerático sobre a Formação de Catumbela, perto da praia da Jomba.

### IV.3 – Troço3: Norte da Praia da Jomba

Este troço corresponde à extremidade norte da praia da Jomba, sendo limitado pelas coordenadas geográficas 12°16.014S/13°37.981E e 12°16.137S/13°37.945E. Um dos aspectos geológicos mais relevantes corresponde ao contacto por falha entre as formações de Catumbela e de Quissonde (Fig. IV.9). Esta última unidade aflora em toda a praia, dando à zona costeira um aspecto geomorfológico muito particular: ausência de arribas marcantes. Neste local, a Formação de Quissonde é caracterizada pela sucessão típica de alternâncias margo-calcário, em estratos de diferente espessura e apresentando uma grande abundância de fósseis. Estratigraficamente, a sucessão enriquece em componente argilosa, o que confere uma morfologia mais aplanada a toda a zona costeira. A atitude dos planos de estratificação é muito variável, sendo influenciado pela grande densidade de falhas observadas. No entanto, existe uma tendência genérica pendendo para SW.



Fig. IV.9 – Contraste morfológico entre as formações de Catumbela e de Quissonde (contacto tectónico) aflorantes no limite norte da praia da Jomba.

Da análise dos diversos parâmetros geológicos observados e medidos, os corpos líticos margo-calcários da Formação de Quissonde apresentam-se entre  $W_3$  a  $W_5$ , a espessura média dos estratos varia entre  $L_4$  e  $L_5$ , enquanto o afastamento médio das diaclases é classificada em todo troço em  $F_4$ ,  $F_5$ , e ou  $F_6$  (próximo, muito próximo às vezes extremamente próximo). A abertura média das discontinuidades varia entre os intervalos 0,1-0,25 a 0,5-2,5, descritas por fechadas, parcialmente fechadas e abertas. A resistência com a percussão com o martelo classifica-se em moderadamente compacto a friável no topo.

## Capítulo V – Caracterização da instabilidade da área de estudo

### V.1 – Factores condicionantes da instabilidade

Passamos agora a apresentar os resultados da avaliação dos factores condicionantes da instabilidade na área de estudo, e que incluem a largura da faixa longitudinal, altura da arriba, inclinação da arriba, protecção do sopé, blocometria, cobertura vegetal, e espessura dos estratos, espaçamentos das descontinuidades, grau de alteração, homogeneidade lítica dos materiais, resposta à percussão do martelo no material, abertura média das diáclases, tipos de instabilidades, recorrência do movimento e situação desencadeante.

Na Fig. V.1 aparece representada a largura da faixa longilitoral na área de estudo, sendo largamente dominantes os pontos de observação com largura inferior a 5m (N=50), sendo que na maioria a base da arriba está directamente exposta à abrasão marinha. Os valores superiores a 30m correspondem à praia da Jomba, em que a faixa litoral é representada por um cordão arenoso de praia. Na praia da Hanha a largura máxima observada na base da arriba foi de 20m.

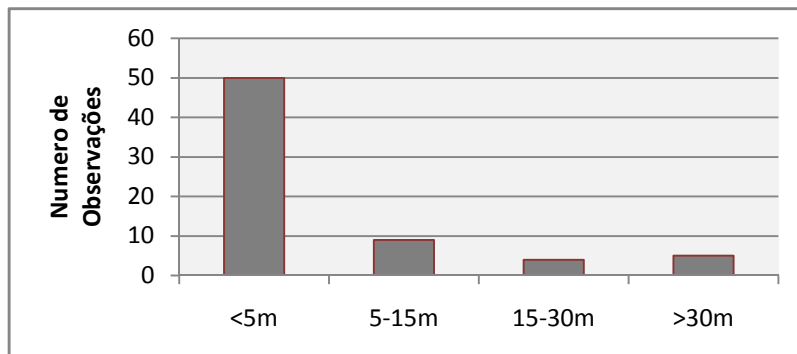


Fig. V.1 – Largura da faixa arenosa na área de estudo.

Na Fig. V.2 aparecem representadas as classes de altura da arriba, tendo-se verificado uma altura média próxima de 15m. Os valores superiores a 30m aparecem esporadicamente representados no troço intermédio da área de estudo, concentrando-se os valores próximos a 20m na praia da Hanha, por oposição aos valores inferiores a 10m na praia da Jomba.

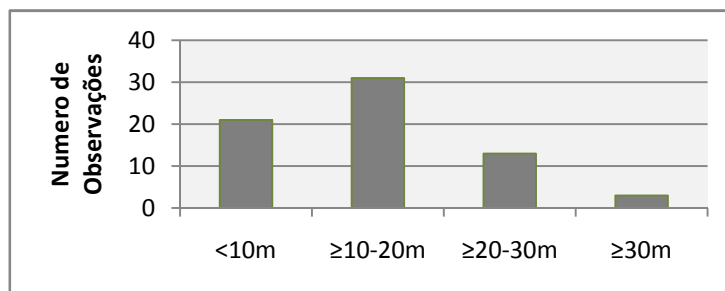


Fig. V.2 – Classes de altura da arriba na área de estudo.

Na Fig. V.3 aparece representada a distribuição dos valores médios de inclinação da arriba. Os valores inferiores a 33° aparecem tendencialmente representados na praia da Hanha, aparecendo os valores abaixo da inclinação média (80°) nas arribas da praia da Jomba.

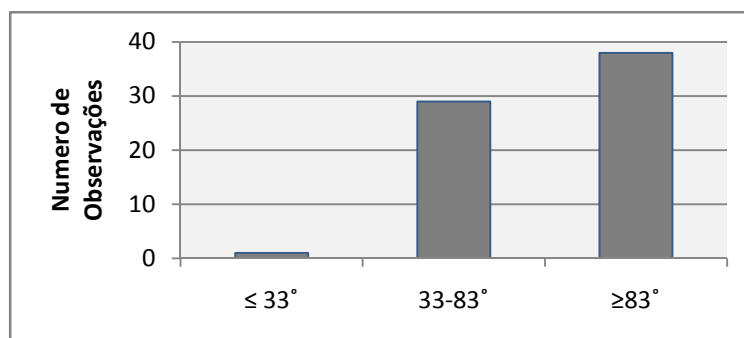


Fig. V.3 – Inclinação da arriba na área de estudo.

A análise da existência ou ausência de protecção de sopé ao longo da área de estudo faz salientar que maioritariamente esta aparece representada (37 pontos de observação). Faz ainda salientar, a sul da praia da Hanha, a existência de uma plataforma rochosa de abrasão, assim como localmente junto ao encalhamento dos navios e localmente na praia da Jomba. No sector intermédio aparecem representados localmente grandes blocos resultantes da instabilidade da arriba, ou a sul da praia da Hanha, de cones de acumulação de detritos.

Na Fig. V. 4 aparecem representadas as classes de blocometria observadas nos materiais instabilizados. Estes tipos de materiais estão distribuídos em toda área de estudo com maior representação a sul da praia da Hanha e no troço intermédio.

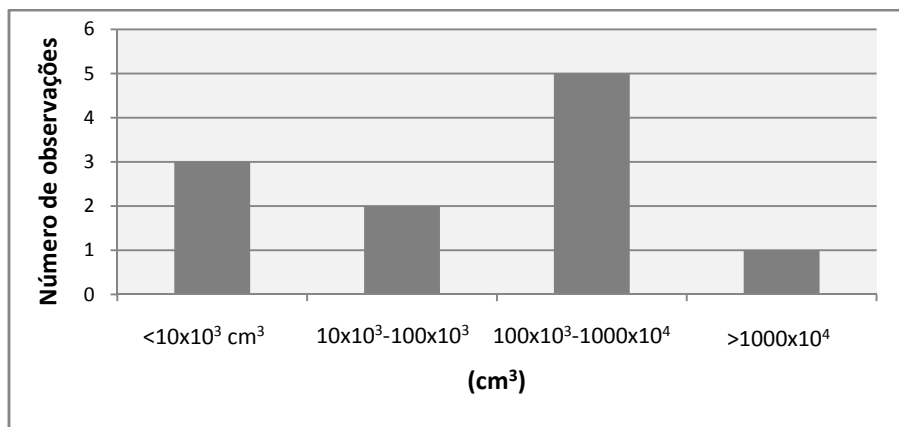


Fig. V. 4 – Classes de Blocometria na área de estudo.

A vegetação é fraca sendo frequentemente só observada para além do topo da arriba. É constituída principalmente por gramíneas e arbustos isolados com maior representatividade a sul da praia da Hanha e no troço intermédio. Na praia da Jomba a arriba apresenta alguma cobertura vegetal, aproveitando a menor inclinação, assim como em alguns afloramento do troço intermédio quando associado a materiais com maior grau de alteração.

Foi possível avaliar nos afloramentos localizados nos troços 1 (sul da praia da Hanha) e troço 3 (praia da Jomba) algumas das características líticas e geomecânicas dos materiais, como as margas–calcárias e calcários margosos da Formação de Quissonde e os calcários margosos compactos em camadas espessas da Formação de Catumbela no troço intermédio.

Na praia da Hanha a espessura dos estratos varia, genericamente, no intervalo 10 a 60cm ( $L_3$ ), evidenciando o espaçamento das descontinuidades um maciço muito fracturado e fragmentado com classes de afastamento próxima ( $F_4$  6-20cm) ou muito próxima ( $F_5$  2-6cm), existindo ainda dois locais que representam um maciço esmagado.

Na praia da Hanha os materiais apresentam alguma heterogeneidade na resposta à percussão, existindo materiais que respondem de forma moderadamente compacta (dominantes), e outros que se apresentam friáveis.

Ainda na praia da Hanha a classificação do grau de alteração superficial dos materiais da arriba mostram valores genericamente de  $W_3$  (mediamente alterado, alteração visível em todo o maciço rochoso mas a rocha não é friável) e localmente de

$W_2$  (pouco alterado, sinais de alteração apenas nas imediações das descontinuidades) ou  $W_4$  (muito alterado, alteração visível em todo o maciço, mas a rocha é parcialmente friável).

Na praia da Jomba a espessura média dos estratos está no intervalo entre 10 e 60cm ( $L_3$ ) na base, sendo o espaçamento das descontinuidades característico de um maciço muito fracturado e fragmentado com classes de afastamento próxima ( $F_4$  6-20cm) ou muito próxima ( $F_5$  2-6cm).

Na praia da Jomba os materiais apresentam-se genericamente friáveis ou pouco compactos à percussão, só localmente se encontrando materiais moderadamente compactos. O grau de alteração dos materiais da arriba nesta praia mostra valores variando entre  $W_3$  (mediamente alterado, alteração visível em todo o maciço rochoso mas a rocha não é friável) e  $W_5$  (decomposto, o maciço apresenta-se completamente friável, praticamente com comportamento de solo).

## V.2 – Características dos movimentos de instabilidade das arribas

Quando se analisa a tipologia dos movimentos de massa nas arribas ressaltam: queda de blocos, deslizamentos, e tombamentos, em alguns pontos não é observável instabilidade.

A queda de blocos é frequente em quase toda a área de estudo enquanto a sul da praia da Hanha e na praia da Jomba são observáveis deslizamentos translacionais. O tombamento de blocos observou-se em sete pontos, a sul da praia da Hanha e no troço intermédio da área de estudo. Em treze locais de observação do troço intermédio não se observou instabilidade (Tab.V.1).

Tab. V.1 – Tipos de movimentos observados na área de estudo.

<b>Tipo de Movimento</b>	<b>Número de perfis com observações</b>
Quedas de blocos	43
Deslizamentos	5
Tombamentos	7
Não é observável instabilidade	13
<b>Total</b>	<b>68</b>

Nas Figs. V.5,6,7,8,9 e 10 aparecem representados os tipos de movimentos e a classificação da blocometria predominantes na área de estudo.





Fig. V.5 – Queda de blocos com blocometria no intervalo  $100 \times 10^3 - 1000 \times 10^4 \text{ cm}^3$ , a sul da praia da Hanha.



Fig. V.6 – Queda de blocos com blocometria inferior na classe  $< 10 \times 10^3 \text{ cm}^3$ , na praia da Jomba.



Fig. V.7 – Deslizamento de materiais rochosos no troço intermédio, a sul da praia da Hanha.



Fig. V.8 – Deslizamento translacional em cunha a sul da praia da Hanha.



Fig. V.9 – Aspectos de tombamento (sector esquerdo da foto) e de deslizamento translacional (sector direito da foto).



Fig. V.10 – Tombamento de materiais rochosos no troço intermédio, a norte do fundeamento de navios.

### V.3 – Perfis-tipo da Instabilidade na Área de Estudo

Passamos agora a apresentar diferentes perfis-tipo localizados nos três troços evidenciando as condições locais da instabilidade sob a forma de queda de blocos (Fig. V.11; V.13), queda de blocos e deslizamento translacional (Fig.V.12; V.20), queda de detritos (Fig. V.14; V.15;V.17), deslizamentos translacionais (Fig. V.16; V.22; V.23), tombamentos de blocos (Fig. V.18; V.21), delizamento translacional e quedas de blocos (Fig. V.19).A fotografia do local permite identificar os materiais e alinhamentos estruturais maiores, estando representado no perfil sintético as evidência e elementos que condicionam a instabilidade. As características da descrição estão agrupadas na morfologia da arriba, na composição e organização dos materiais e na tipologia e volumetria da instabilidade.

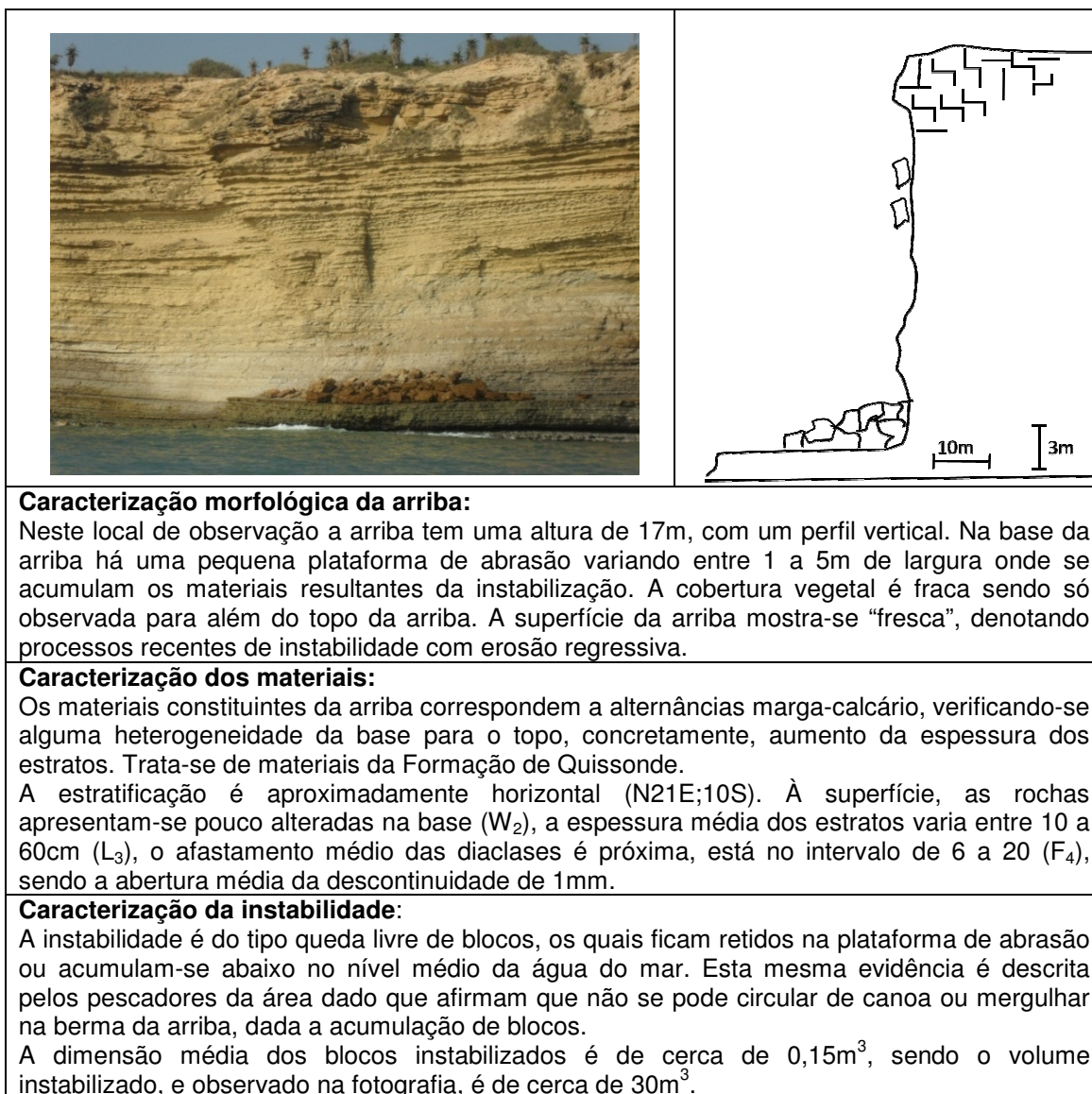
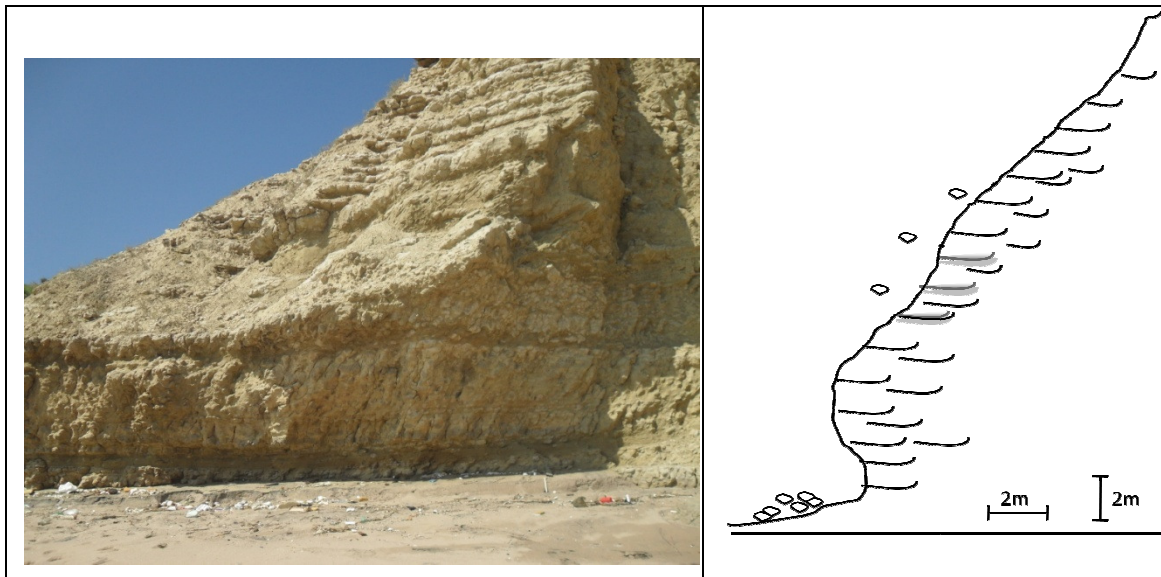


Fig. V.11 - Perfil-tipo no troço 1, sul da praia da Hanha.



**Caracterização morfológica da arriba:**

Neste ponto de observação a arriba tem uma altura aproximada de 11m com o perfil aproximadamente vertical de 60°. Na base da arriba aparece uma faixa arenosa de 13m em maré baixa, sem acumulação de materiais. Segundo os moradores, os materiais resultantes instabilização são destruídos ou arrastados para o mar no tempo de calemas (marés vivas), ou ficam soterrados na areia. A cobertura vegetal é fraca.

A base da arriba mostra-se desgastada recentemente em resultado da abrasão marinha de preia-mar, evidenciando o troço intermédio da arriba uma superfície côncava que pode resultar de processos de instabilidade, no topo a arriba ganha um perfil rectilíneo.

**Caracterização dos materiais:**

Os materiais da arriba, apresentam alguma heterogeneidade, estando representados por calcários margoso espessos na base, termos margo-calcários no troço intermédio, e calcários margosos no topo, embora com menor espessura que na base. Trata-se de material da Formação de Quissonde.

A estratificação é aproximadamente horizontal (direcção N10°W e o pendor 5°W) bastante nodulada.

A superfície da arriba apresenta-se mediantemente alterada ( $W_3$ ) e pouco compacta à percussão com o martelo.

A espessura média dos estratos varia entre 10-60 cm ( $L_3$ ), enquanto o espaçamento da descontinuidade é próxima (muito fracturado e fragmentado). O afastamento médio das diáclases é próxima, está no intervalo de 6 a 20 ( $F_4$ ). A abertura média das descontinuidades é de 2mm.

**Caracterização da instabilidade:**

A instabilidade presente pode ser de dois tipos; ou por queda de pequenos blocos que evoluem em saltação na arriba, apresentando uma dimensão média inferior a  $0,01m^3$ , ou ainda deslizamento rotacional pouco profundo no troço intermédio da arriba.

Fig. V.12 - Perfil-tipo no troço 1, sul da praia da Hanha.



**Caracterização morfológica da arriba:**

Neste local de observação a altura da arriba corresponde a 18m e é aproximadamente vertical. A base da arriba é constituída por uma plataforma de abrasão rochosa com 6m de largura em baixa-mar, onde os blocos instabilizados se acumulam. A vegetação só existe para além do topo da arriba e é fraca, constituído por gramíneas.

**Caracterização dos materiais:**

Os materiais constituintes da arriba correspondem a margo-calcários da Formação de Quissonde. Apresentam uma heterogeneidade lítica, sendo constituídos na base por margas escuras, espaçados por camadas de margas escuras friáveis, calcários margosos e calcarenitos.

A estratificação é aproximadamente horizontal. A superfície da arriba apresenta-se mediantemente alterada ( $W_3$ ) e moderadamente compacta à percussão com martelo. A espessura média dos estratos variam entre 10-60cm ( $L_3$ ) sedo o espaçamento de descontinuidade muito próxima ( $F_5$ ) e a abertura média da descontinuidade varia entre 1 a 2 mm.

**Caracterização da instabilidade:**

A instabilidade é do tipo de queda de blocos os quais ficam retidos na plataforma de abrasão ou acumulam-se a baixo no nível médio das águas do mar. A dimensão em média dos blocos instabilizados é inferior a  $0,06m^3$ .

Fig. V.13 – Perfil-tipo no troço 1, sul da praia da Hanha.

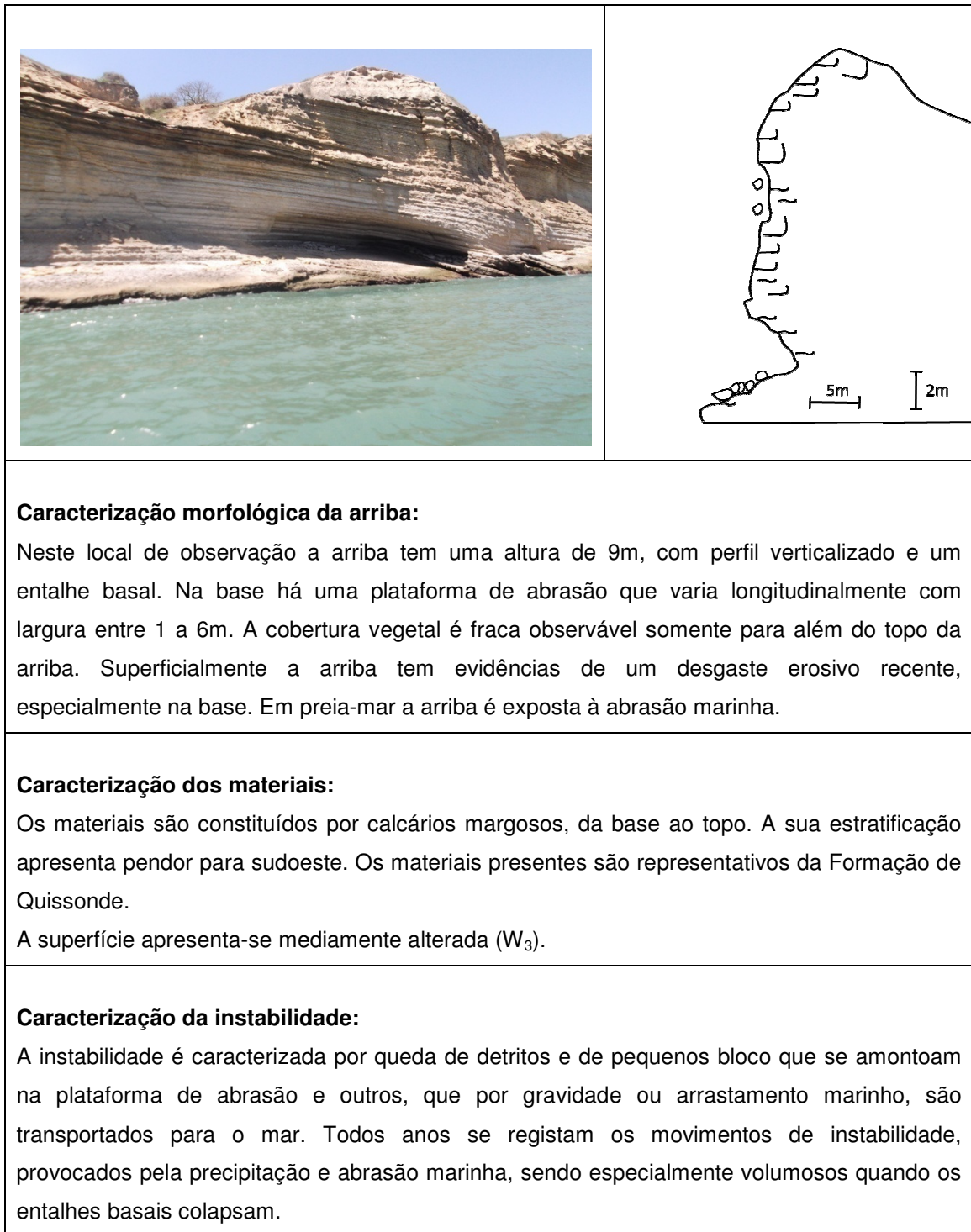


Fig. V.14 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo.

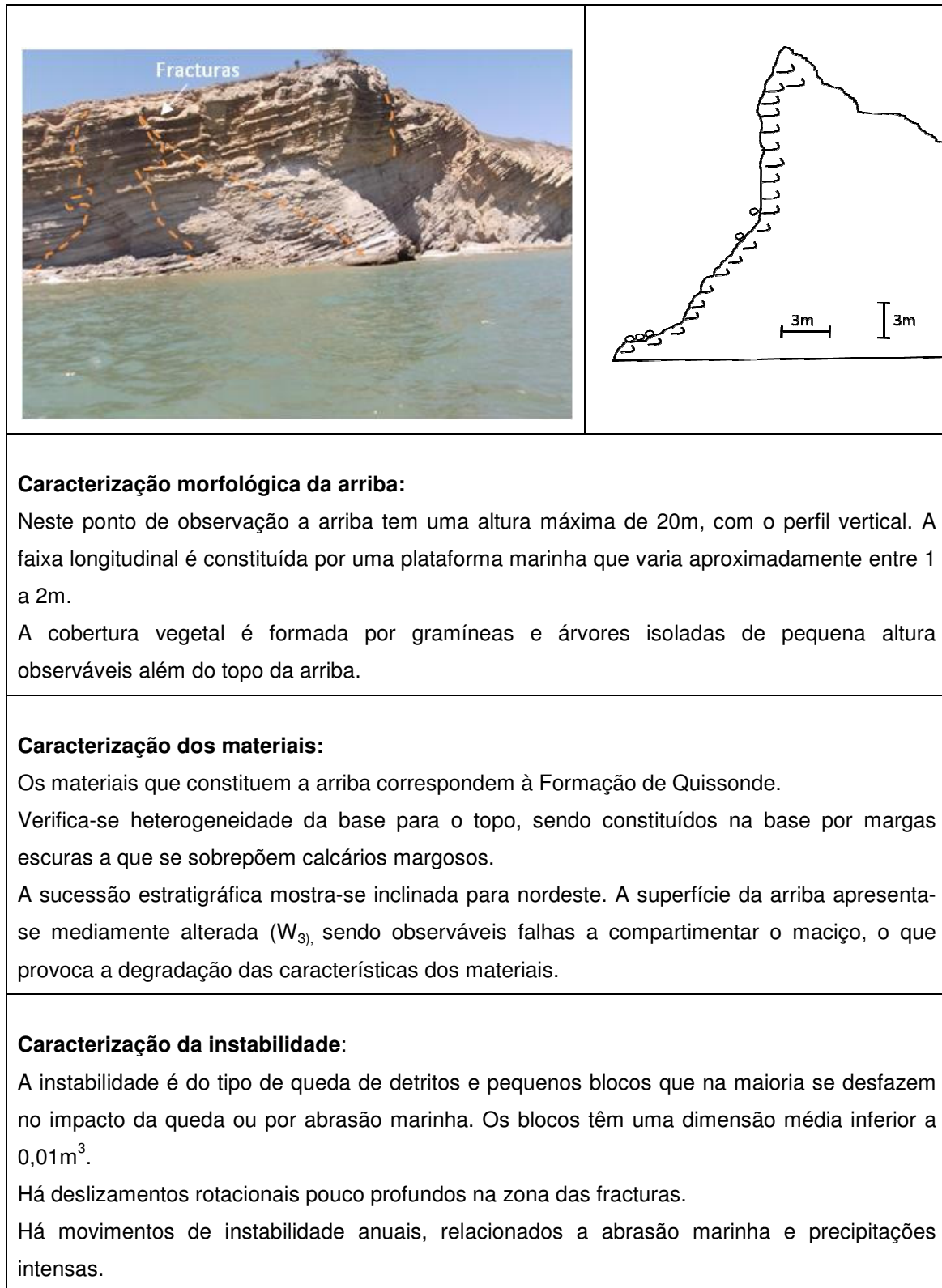


Fig. V.15- Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo.

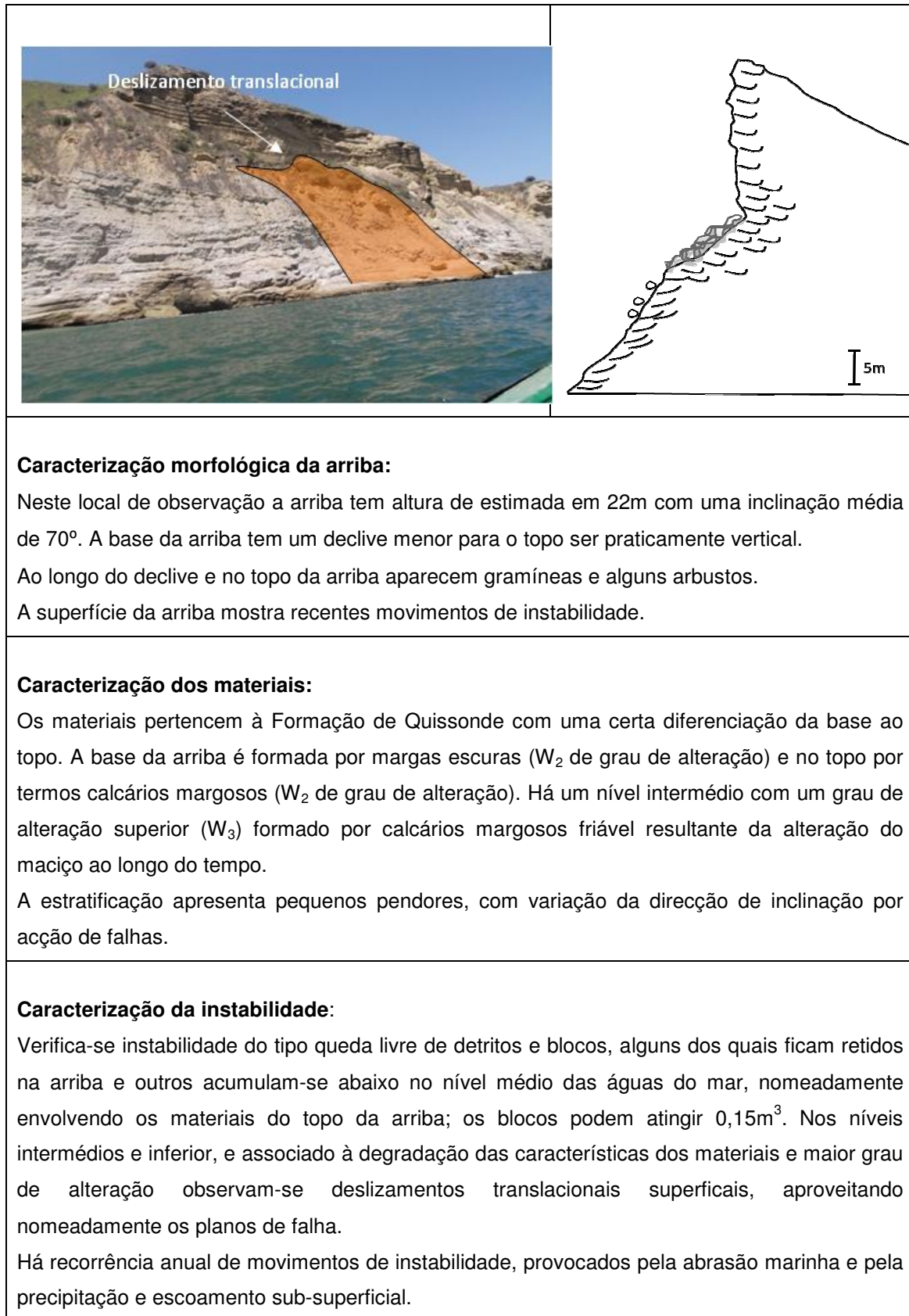


Fig. V.16 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo.

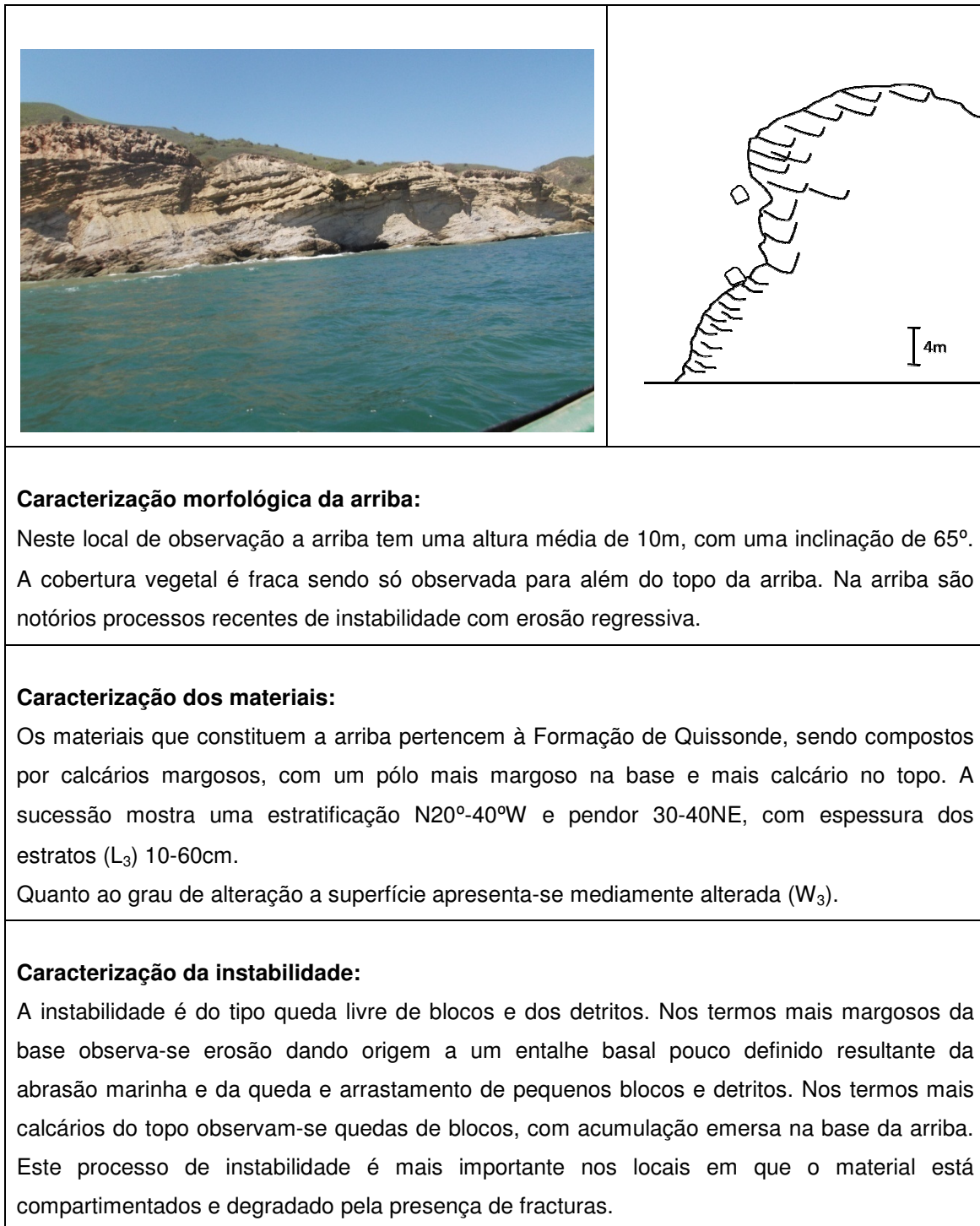


Fig. V.17 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo.



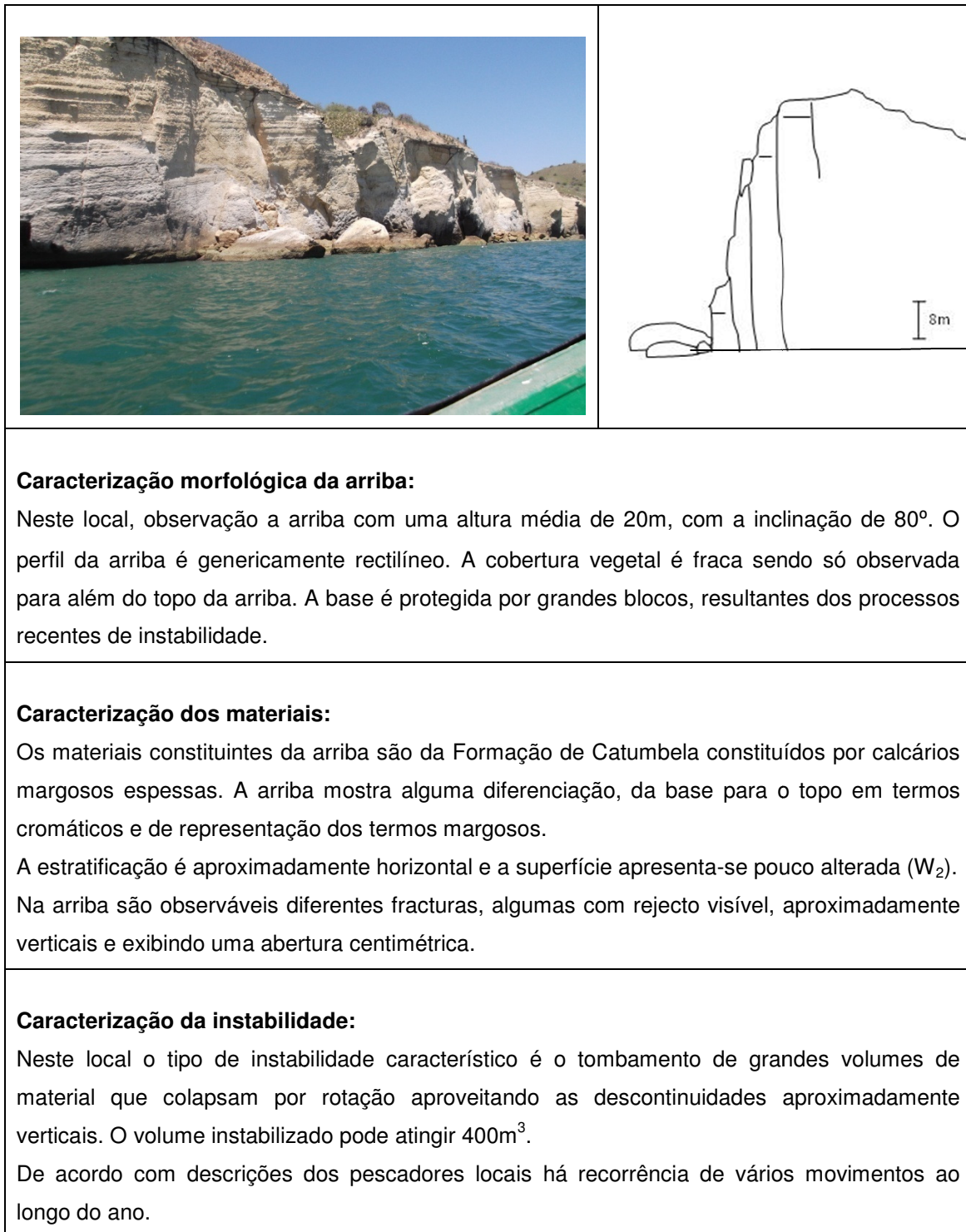
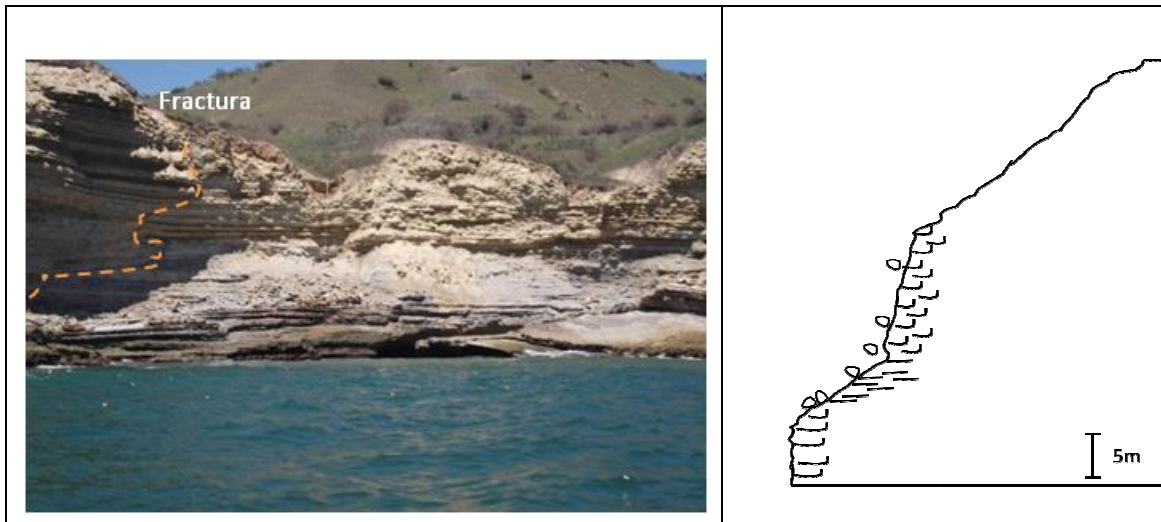


Fig. V.18 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo.



**Caracterização morfológica da arriba:**

Neste ponto de observação a arriba tem uma altura de 13m, com um perfil inclinado de aproximadamente  $65^\circ$  com uma pequena plataforma de abrasão na base, onde ficam retidos alguns blocos e detritos da desagregação destes. A cobertura vegetal é fraca sendo só observada para além do topo da arriba.

A arriba está na base exposta à abrasão marinha.

**Caracterização dos materiais:**

Os materiais constituintes da arriba pertencem à Formação de Quissonde demonstrando uma heterogeneidade, com materiais de diferente resistência e estado de alteração. A base é constituída por calcários com uma espessura de estratos ( $L_3$  e  $L_2$ ), com pendor para oeste, e um grau de alteração  $W_2$ . Sobrepõem-se níveis mais margosos, com uma espessura de estratos ( $L_3$ ), e um grau de alteração  $W_3$ . Este nível intermédio apresenta sinais de instabilidade e um perfil rectilíneo com menor declive. No topo aparecem representados materiais margosos, com aspecto grumoso, e com espessura de estratos ( $L_3$ ), e um grau de alteração  $W_3$ , grau de compartimentação elevado.

**Caracterização da instabilidade:**

A instabilidade da arriba é complexa já que associa no nível intermédio da arriba evidências de deslizamento translacional e no topo queda de blocos, dos quais aparecem detritos na plataforma intermédia ou foram transportados para a base da arriba e se encontram emersos. Nas zonas das fracturas da arriba há evidências de maior desagregação e compartimentação dos materiais com maior instabilidade.

Fig. V.19 - Perfil-tipo no troço intermédio da área de estudo.

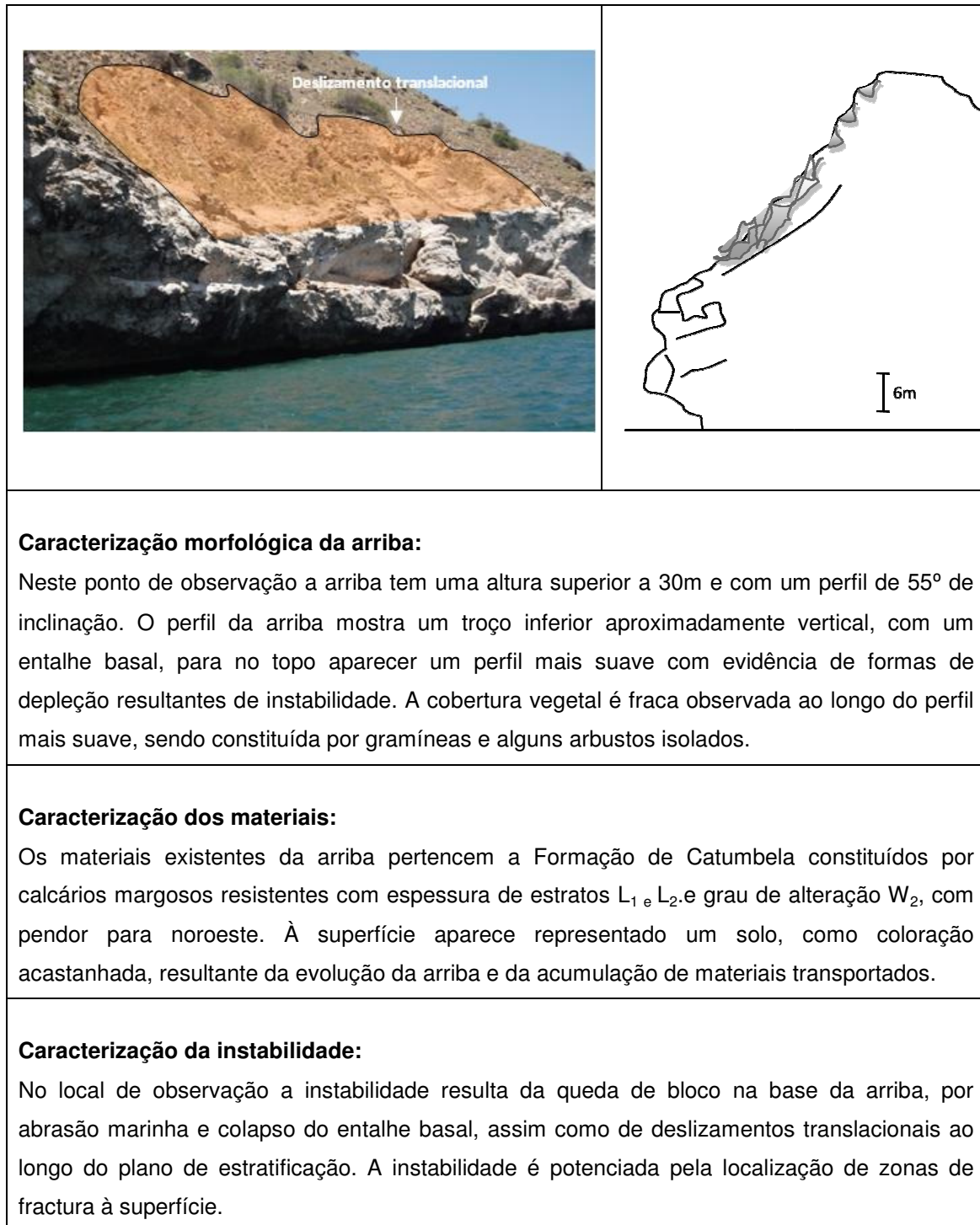


Fig. V.20 - Perfil-tipo no troço intermédio perto da praia da Jomba.

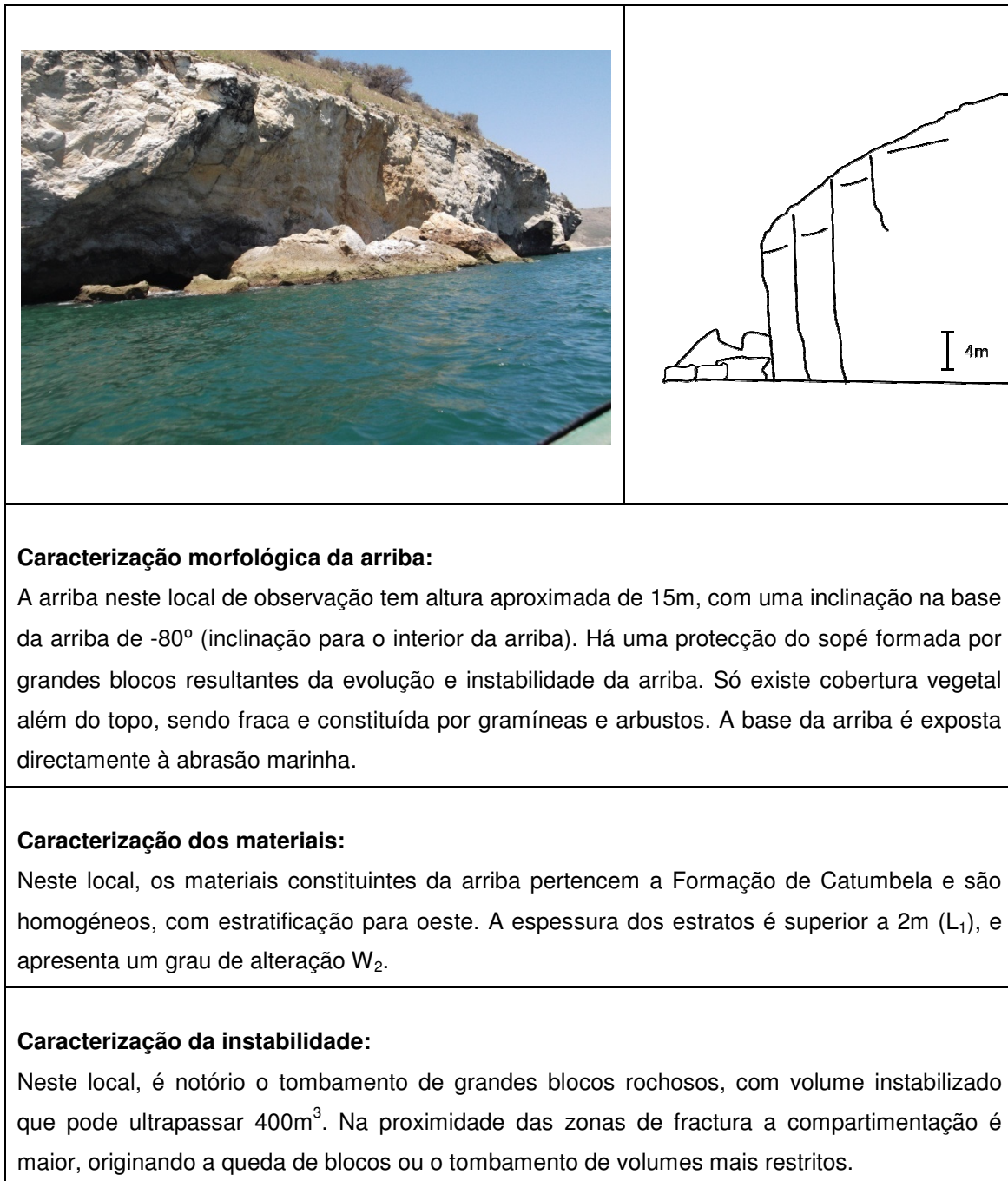


Fig. V.21- Perfil-tipo no troço intermédio perto da praia da Jomba.

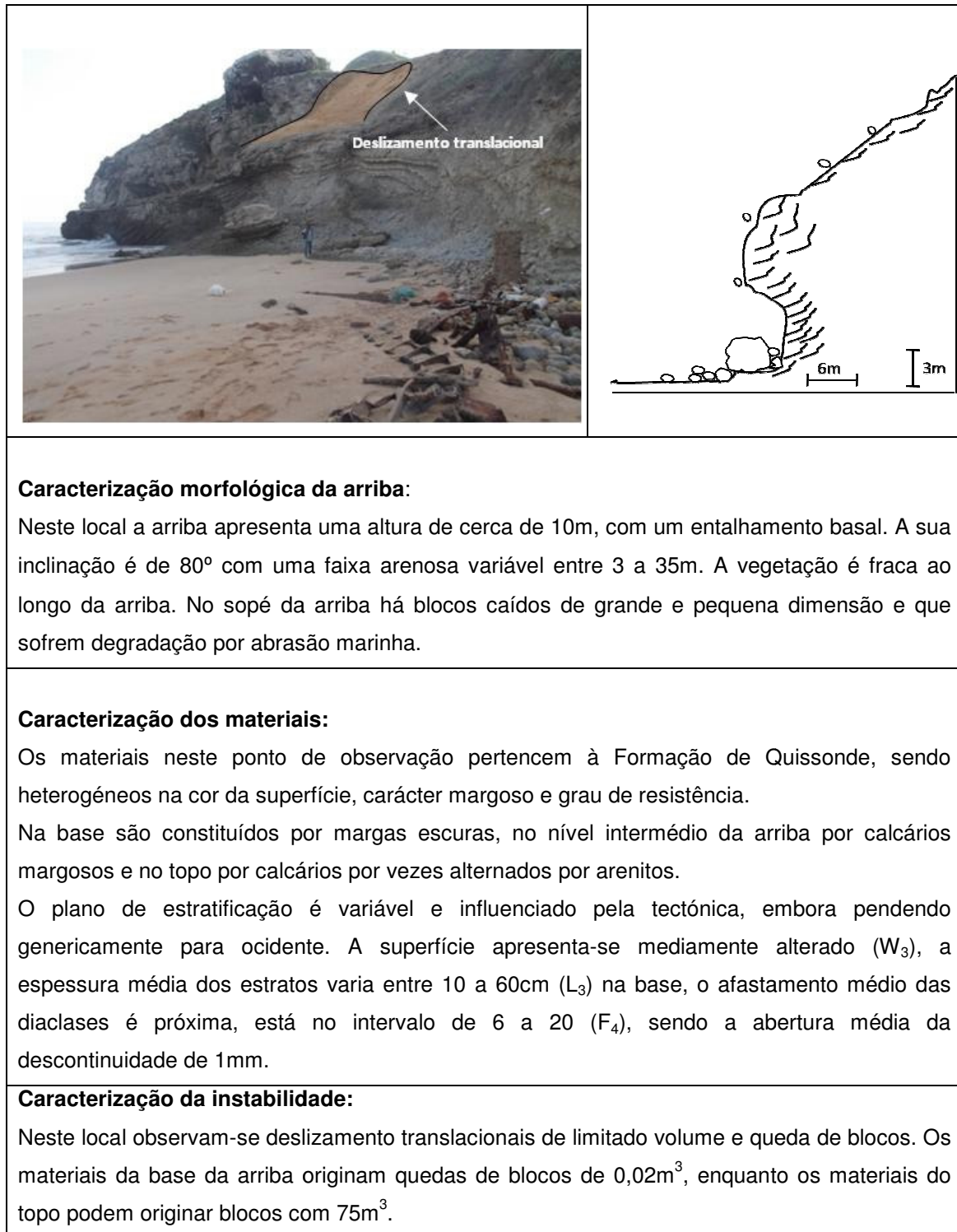


Fig. V.22 - Perfil-tipo no troço 3 na praia da Jomba.



Fig. V.23 - Perfil-tipo no troço 3 na praia da Jomba.

## Capítulo VI – Conclusões

A faixa costeira entre a praia da Hanha e a praia da Jomba caracteriza-se pela presença de formações geológicas cretácicas – Formação de Catumbela e da Formação de Quissonde, marcadas por inúmeros elementos estruturais maiores (falhas e fracturas), que provocam o basculamento das unidades com mudança de plano de estratificação, a compartimentação e movimentação relativa dos volumes líticos, assim como a degradação das características geomecânicas dos materiais.

A Formação de Catumbela, aflora a norte da praia da Jomba (troço intermédio da área de estudo), sendo constituída por calcários margosos espessos de coloração branca ou escuros, muito consolidada. A Formação de Quissonde, mais recente que a unidade anterior, é constituída por margas escuras alternadas por calcários margosos, só aparecendo representada em dois locais na área por erosão e desmantelamento.

Os volumes líticos caracterizam-se por corpos estratificados com presença de margas e de estratos de calcário com diferentes espessuras. Esta alternância entre calcários (margosos, micríticos e bioclásticos) com margas de diferente coloração (incluindo margas escuras), traduz-se por materiais com diferente resistência, e com resposta entre friável a muito compacto quando percutidos com o martelo.

Estas características das unidades líticas e das discontinuidades, a par da abrasão marinha, promovem a instabilidade das arribas costeiras sob a forma de movimentos translacionais, tombamentos, quedas de blocos e queda de detritos.

As arribas costeiras na área de estudo apresentam altura média elevada, rondando 30m, com declives muito pronunciados, nomeadamente no troço intermédio e na parte sul da praia da Hanha. Nas praias da Jomba e Hanha aparecem representados cordões longilitorais de material arenoso que podem atingir 30m de largura.

As arribas apresentam recorrência de movimentos de massa todos os anos, sendo mais frequentes na Formação de Quissonde, mas os volumes instabilizados são maiores nos afloramentos da Formação de Catumbela. A maioria parte das arribas está expostas à abrasão marinha ou à erosão resultante de precipitações intensas, observando-se em diversos locais a existência de pequenas plataformas rochosas na base da arriba ou de acumulações heterométricas de material instabilizado.

A blocometria do material instabilizado pode variar entre  $<10 \times 10^3$  e  $1000 \times 10^4$   $\text{cm}^3$ , com maior representatividade a sul da praia da Jomba e no troço intermédio.

Metodologicamente a caracterização efectuada esteve limitada pela impossibilidade de aceder à base da arriba no troço intermédio, tendo a avaliação sido feita por barco.

Os resultados obtidos para os três troços da faixa costeira em estudo mostram os contrastes entre os materiais das duas formações, e a compartimentação dos materiais em formas costeiras de elevado declive e com evidências activas de instabilidade.

A instabilidade da arriba origina um recuo progressivo da linha de costa e a movimentação, projecção e acumulação de grandes volumes de materiais na base emersa da arriba e na plataforma imersa.

Estas constatações chamam a atenção para a necessidade de uma monitorização contínua dos processos e formas costeiras, através de perfis transversais à linha de costa, de forma a avaliar a evolução das arribas e das formas de acumulação.

Decorrente também das perguntas investigativas, é de salientar a importância de se adoptarem medidas de segurança que envolvem a circulação e permanência de pessoas na base e topo das arribas, com a colocação de placares de sinalização da instabilidade ou de restrição de acessos a locais mais instáveis.

Os resultados obtidos chamam ainda a atenção para a necessidade do ordenamento do território, definindo as áreas mais adequadas para a construção de infra-estruturas ou para a utilização balnear.

Os resultados desta dissertação salientam ainda a relevância de se desenvolver um Plano de Ordenamento da Orla Costeira, podendo estes constituírem contributos.



## Bibliografia

- AFONSO, J. A., & ALBUQUERQUE, M. H. (1972). Notícia Explicativa da folha nº 229 (Vila de Sousa Lara) da Carta Geológica de Angola à escala 1:100000, 30p..
- ANTUNES, M. T. (1964). Neocretácico e o Cenozóico do Litoral de Angola. Junta de Investigação Ultramar, Lisboa, 258p..
- BUTA-NETO, A., TAVARES, T. S., QUESNE, D., GUIRAUD, M. MEISTER, C., DAVID, B., & MORAIS, M. L. (2006). Synthèse préliminaire des travaux menés sur le bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques et structurales. *África Geoscience Review*, 13 (3), 239-250.
- CAVITA, J. R. R. (2011). As Unidades Carbonatadas Cretácicas da Região do Lobito (Angola). Caracterização e Importância no Ordenamento do Território. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Geociências, na área de especialização em Ambiente e Ordenamento, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 80p..
- CIP (2009). Controlo estatístico da estação Meteorológica do Centro de investigação. Pesqueira de Benguela, Lobito, 7-10.
- CARVALHO, G. S. (1960). Alguns Problemas dos Terraços Quaternários do Litoral de Angola. *Serviços de Geologia e minas de Angola*, 16p..
- CONSULT (2007). Monografia da província de Benguela. KAT 1ª ed, Benguela, 86p..
- DINIZ, A. C. (1998). Angola, o Meio Físico e Potencialidades Agrícola, 2ª Edição, 154p..
- DUARTE, C. L. B. (2007). As Arribas Calcárias de S. Pedro de Moel. Importância da Geologia na Valorização do Território. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Geociências, na área de especialização em Ambiente e Ordenamento, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 158p..
- DUARTE-MORAIS, M.L. & SGROSSO, L. (2000). The Meso – Cenozoic Sucession of the Benguela Basin Surroundings of Benguelabetween Lobito and Dombe Grande. Guide bookport – congress Geoluanda 2000: Luanda – Benguela – Dombe Grande, 24p..
- FERRER, M. & VALLEJO, L.I.G. (1999). Manual de campo para la descripción y Caracterización de macizos rochoso sem afloramentos, instituto Tecnológico geo.minero de España. Ministério de Medio ambiente Madrid, 83p..
- GALVÃO, C. F. & PORTUGAL, A. (1971). Carta Geológica do Lobito à escala 1:100000. Direcção Provincial dos Serviços da Geologia e Minas.
- GALVÃO, C. F. & SILVA, Z. (1972). Notícia explicativa da Folha 227-228 Lobito da Carta Geológica de Angola, à escala 1:100000. Direcção Provincial dos Serviços da Geologia e Minas, 39p..
- GLADE, T., ANDERERSON, M. & CROZIER, M.J. (2005). *Landslide Hazard and Risk*, 801p..

- GOMES, V. F. (2007). A Gestão da Zona Costeira Portuguesa. Revista da Gestão Costeira Integrada. Faculdade Engenharia da Universidade do Porto, 7(2), 83-95.
- GUIRAUD, M., BUTA-NETO, A. & QUESNE, D. (2010). Segmentation and differential post-rift uplift at the Angola margin as recorded by the transform – rifted Benguela and oblique-to-orthogonal-rifted Kwanza basins. Marine and Petroleum Geology, 27, 1040-1068.
- INAMG (2012). Instituto de Meteorologia e Geofísica de Benguela.
- JULIÃO, R. P., NERY, F., RIBEIRO, J. L., BRANCO, M.C., ZÊZERE, J.L. (2009). Guia Metodológico a produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal, 91p..
- IAEG (1981). Billeting of international Association of Engineering Geology. Symposium on Engineering geological Problems of construction on soluble Rocks. Istanbul; Turkey, 14 – 18.9.
- MAOTDR. (2008). Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Dec. Lei nº 166/2008 Diário da República, 1ª Serie, nº 162 de 22 de Agosto. Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional. PSB 865 – 5884.
- NETO, M. G. M. (1961). As bacias sedimentares de Benguela e Moçamedes. Serviços de Geologia e Minas de Angola, 77p..
- NETO, M. G. M. (1964). O sedimentar costeiro de Angola. Algumas notas sobre o estado actual do seu conhecimento, Lisboa, 2, 217p..
- QUESNE, D., BUTA-NETO, A., BERNARD, D. & GUIRAUD, M. (2009). Distribution of Albianclastic deposits in the Benguela basin (Angola): evidence of a Benguelapalaeocurrent? Bull. Soc. Geol. France, 180 (2), 117-129.
- REYER, D. (1984). Caractères pétroles et evolutiongeológica d´une marge passive. Le câs du basin bas Congo - Gabon. Bull. Cent. Rech. Explor. Prod. Elf – Aquitaine, 8, 2, 291–302.
- RILO, A. R. (2009). A Impotância da Geologia no Ordenamento da Orla Costeira da Península de Peniche. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Geociências, na área de especialização em Ambiente e Ordenamento, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 91pp..
- SEGUNDO, J. C. (2011). Análise Sedimentológica e Estratigráfica da Formação Quissonde (Albiano Superior) na Região do Lobito. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Geociências, na área de especialização em Ambiente e Ordenamento, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 98p..
- TAVARES, M. O. S. (1999). Condicionantes Físicas ao Planeamento Análise da Susceptibilidade no espaço do Conselho de Coimbra. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de doutor em Engenharia Geológica (especialidade em Geologia do Ambiente e Ordenamento) na Universidade de Coimbra, 346p..

- TAVARES, T. (2000). Amonites de Angola. Sua ocorrência no Mesozóico das bacias sedimentares de Angola: Estratigrafia e Sistemática. Tese de Licenciatura, Universidade Agostinho Neto, Luanda – Angola, 137p..
- TAVARES, T., MEISTER, C., DUARTE-MORAIS, M. L., DAVID, B. (2007). Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic Framework. *SouthAfr. J. Geol.*, 137-156.
- TECHNOEXPORTSTROV. (1990). *Esquema para o desenvolvimento socio-económico da província de Benguela*. Comissão Provincial de Benguela, Gabinete do Plano), 208p..
- UNESCO/WPWL, (1993). The international geotechnical societies. UNESCO Working Party for World Landslide inventory. *Multilingual Landslide Glossary*, p. 6 – 1.
- VIEIRA, A. DA GAMA, (1971). Serviços Meteorológicos de Angola. *Memórias*, série 87: 1-21.