

I. INTRODUÇÃO GERAL

1. Definição de Conceitos e Fundamentos do Estudo

O presente trabalho baseia-se na caracterização geológica e análise de risco de uma zona costeira, enquadrado no âmbito da especialidade em Ambiente e Ordenamento do Território do Mestrado em Geociências da Universidade de Coimbra. A área localiza-se na região do Lobito (Angola) compreendendo a extensão entre a praia da Jomba e o extremo norte do Complexo Industrial da Secil (Lobito Velho). Esta linha de costa é basicamente caracterizada pela presença de arribas, onde se observa no extremo mais a norte, a extensão da faixa longilitoral da praia da Jomba. Pretende-se com este trabalho avaliar as potencialidades e fragilidades de uso e ocupação de solos que caracterizam o sector a montante da faixa da área de estudo.

A faixa litoral é de grande importância para as nações que dispõem de fronteiras com o mar, como é o caso de Angola e em particular o Lobito, motivos porque actualmente, os seus problemas são activamente investigados. Essa importância resulta não só de na faixa costeira se localizarem formas de relevo características, condicionando muitas vezes uma ecologia própria, mas também utilizados pelo Homem para a instalação de estruturas visando o aproveitamento dos recursos naturais que o mar e a própria faixa lhe oferecem (recreio e lazer, obras portuárias, incluindo portos pesqueiros, etc.).

A ideia de sociedade de risco de BECK (1992), assume uma extrema importância neste contexto, na qual, o risco é conceptualizado como um perigo externo, e que enfatiza o processo de politização do risco que tem ocorrido nos últimos anos, nomeadamente no que se refere às consequências morais e políticas que este processo tem desencadeado. Para este mesmo autor, a consciência dos riscos é uma condição inerente às sociedades contemporâneas e considera que, se nos primórdios da industrialização, os riscos e acidentes eram sensorialmente evidentes, agora são globais, impessoais e escapam a percepção humana. Deste modo, as sociedades de risco, formadas a partir da fragilidade e inoperância das instituições públicas em relação aos crescentes problemas das famílias, são um estágio da sociedade moderna na qual a produção de riscos políticos, ecológicos e individuais esta, cada vez mais, fora do controlo das instituições encarregadas de garantir a segurança da população.

Por sua vez, os impactos destes não escolhem grupos específicos, a partir de critérios de rendimento, prestígio ou poder, nem selecciona classes sociais.

Segundo Ramalho *et al.* (1985), a evolução do litoral, e portanto das formas que a caracterizam, não é mais do que a resposta a um sistema morfogenético que provoca ablação de rochas, preparadas, por processos que as modificam, para serem transportadas como sedimentos, que por sua vez serão acumuladas. O sistema morfogenético que contribui para evolução do litoral inclui processos continentais ou terrestres (meteorização das rochas, escorrência difusa ou concentrada - este gera ravinamentos-processos geradores de movimentos de terra lentos ou bruscos, acção de seres vivos, acção do vento, etc.).

As formas do litoral podem agrupar-se em formas de erosão e formas de acumulação, as formas mais notáveis são as arribas, que podem mostrar índices de um recuo muito rápido ou lento. As arribas podem ser definidas como um ressalto com um pendor acentuado (15° a 90°), sem cobertura vegetal ou muito fraca, se estão em evolução actual, cuja génese resulta da acção combinada de processos continentais (físicos, químicos e biológicos) combinados com processos ligados à dinâmica das águas do mar na faixa litoral. A arriba diz-se viva quando é ainda trabalhada pelas águas do mar; diz-se morta ou fóssil quando deixou de ser atacada pela acção das águas do mar e se encontra dele separada por uma zona sobre a qual se podem observar depósitos marinhos e depósitos continentais.

Garcia *et al.* (2001), definem susceptibilidade como, “ a probabilidade espacial de ocorrência de um determinado fenómeno numa dada área com base nos factores condicionantes do terreno, independentemente do seu período de recorrência”. Este termo difere do conceito de perigosidade que tem em conta uma probabilidade espacial e temporal, ou que abrange apenas a probabilidade temporal.

De acordo com Cantos & Ayala-Carcedo (2002), a susceptibilidade é a tendência de uma zona ser afectada fisicamente por um perigo, comparativamente com outras áreas que tenham sido afectadas no passado. É determinada através de uma análise comparativa dos factores condicionantes e desencadeantes, quantitativos e qualitativos.

De acordo com Julião *et al.* (2009), a susceptibilidade é o movimento de descida de uma massa ou solo coerente numa arriba litoral. O centro de gravidade do material afectado progride para jusante e para o exterior da arriba. Inclui desabamento (queda), tombamento (balançamento) e deslizamento (escorregamento) planar e rotacional. Os movimentos são predominantemente desencadeados por precipitação intensa ou prolongada, sismos, temporais no mar e acções antrópicas. A susceptibilidade é a incidência espacial do perigo. Representa a propensão para uma área ser afectada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos factores de predisposição para a ocorrência dos processos ou acções, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência.

Perigosidade ou probabilidade do perigo, é a probabilidade de ocorrência de um processo ou acção (natural, tecnológica ou misto) com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade, numa dada área e num período de tempo.

Movimento de massa em vertentes, é o movimento de descida numa vertente de uma massa de rocha ou solo. O centro de gravidade do material afectado progride para jusante e para o exterior. Incluem desabamento (queda), tombamento (balançamento), deslizamento (escorregamento), expansões laterais e fluxos (escoadas).

Segundo a Lei do Ordenamento do Território e Urbanismo de Angola (LOTUA, 2004), o ordenamento do território é a aplicação no território das políticas económico-sociais, urbanísticas e ambientais, visando a localização, organização e gestão correcta das actividades humanas. É um sistema integrado das normas, princípios, instrumentos e acções da Administração Pública que tem por função a organização e gestão do espaço biofísico territorial, urbano e rural, em termos de enquadramento, disciplina, defesa e valorização da sua ocupação pelas pessoas singulares e colectivas, privadas e públicas, com vista à realização dos fins e segundo os princípios previstos na presente lei.

De acordo com a Lei de Bases do Ambiente de Angola (LBA, 1989), na base nos princípios gerais previstos no artigo 3º, alínea f), deve-se promover acções de investigação e estudo científico em todas as vertentes de ecologia, aproveitando as capacidades nacionais principalmente dos centros universitários e de pesquisa.

2. Objectivos do Trabalho

Passamos agora a apresentar os objectivos considerados neste trabalho e que estão identificados por quatro questões de investigação, para a qual será adaptada uma metodologia de avaliação. As perguntas investigativas, relacionadas com a área de estudo, são as seguintes:

Como se caracterizam os materiais geológicos presentes na faixa costeira estudada?

Quais são os factores condicionantes da instabilidade nessa faixa costeira?

Quais são as tipologias e os volumes de instabilidades associadas aos movimentos de massa presentes?

Que acções de protecção e valorização devem ser implementados na faixa costeira?

De referir que por razões de defesa costeira enquadradas na gestão do ordenamento do território, é de extrema importância o estudo em questão.

3. Esquema de Investigação

Embora este trabalho se baseie fundamentalmente em observações de campo, foram seguidas várias outras metodologias, que implicaram análise bibliográfica, visitas técnicas a empresas e a diversos organismos públicos e trabalho de gabinete. A Fig.1.1 apresenta o esquema metodológico de investigação, de alguma forma desenvolvido no Capítulo III. Apesar de este capítulo fazer uma caracterização detalhada dos procedimentos utilizados no desenvolvimento do presente estudo, há que realçar as fases de recolha bibliográfica e as diversas visitas técnicas realizadas. A primeira delas baseou-se fundamentalmente na consulta do vasto acervo bibliográfico do Departamento de Ciências da Terra (DCT) da Universidade de Coimbra. Quanto á segunda, foi necessário o contacto com vários organismos públicos e entidades governamentais, para facilidades nos acessos e fornecimento de informações e documentos necessários para o enriquecimento do trabalho. De referir a Administração Municipal do Lobito, Capitania do Porto do Lobito, Direcção Provincial de Geologia e Minas de Benguela, Complexo Industrial da Secil-Lobito, Porto do Lobito, Comando Municipal dos Bombeiros, entre outros. Que de certa forma permitiram a análise de várias fontes documentais.

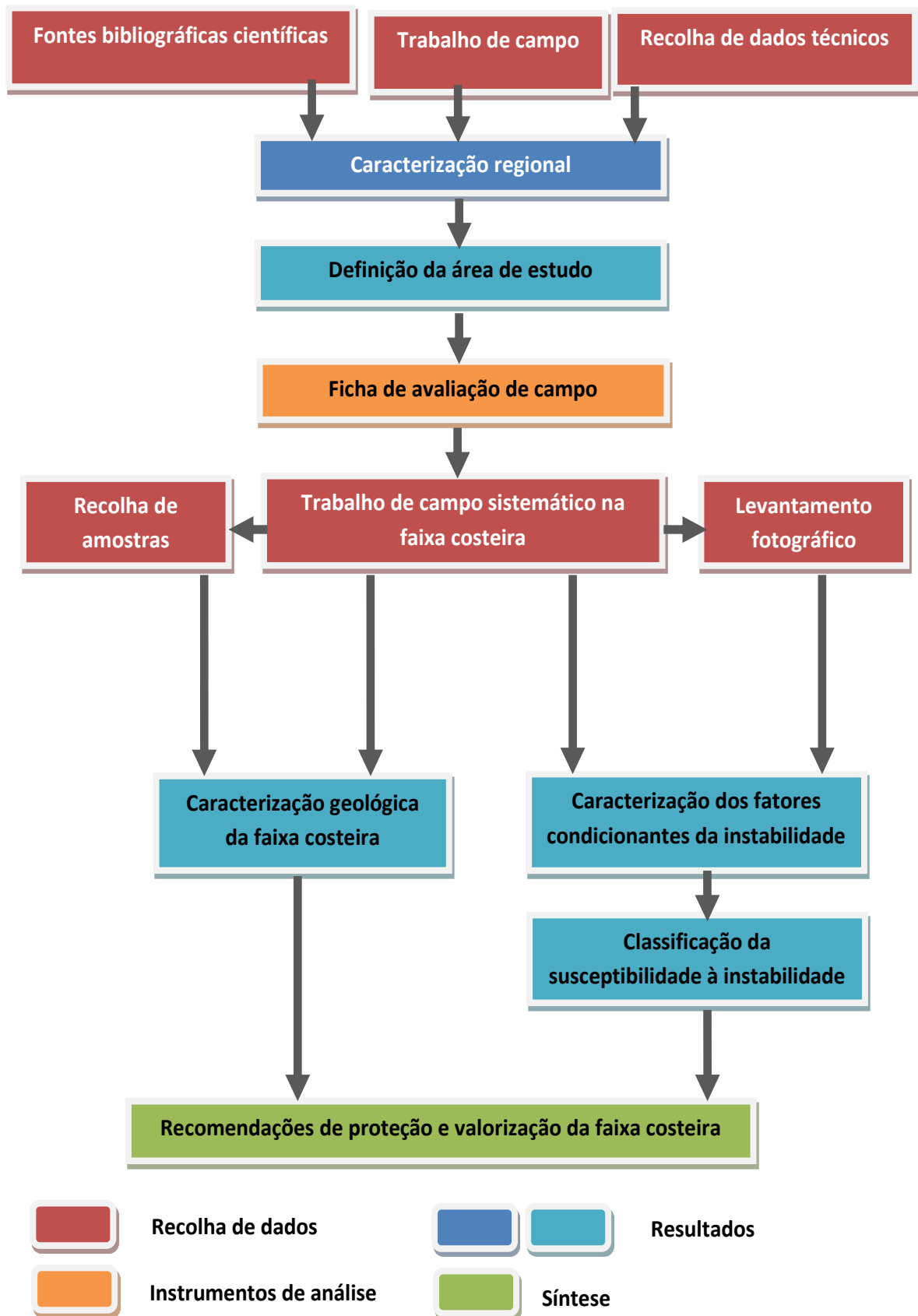


Fig. I. 1. Esquema conceptual da metodologia geral utilizada na concepção deste trabalho.

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, descrevendo-se o esquema de investigação e os objectivos a que se procura responder.

O capítulo II apresenta um enquadramento, baseado na revisão da literatura, relativo ao contexto geográfico, climático, geomorfológico, assim como uma descrição sumária da geologia da faixa costeira, tectónica e 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 geológica das arribas costeiras. Definem-se aqui os sectores de análise entre a praia da Jomba e o extremo norte da Secil (Lobito Velho).

No capítulo V apresenta-se a caracterização dos factores condicionantes da instabilidade das arribas costeiras entre a praia da Jomba e o extremo norte da Secil (Lobito Velho), destacando-se a importância dos factores líticos, de geodinâmica e de outros factores presentes. Este capítulo apresenta ainda a avaliação da susceptibilidade e da tipologia dos movimentos de massa nas arribas.

No capítulo VI apresentam-se as considerações finais do estudo, que fundamentam a definição de um conjunto de estratégias sobre as políticas de uso e ocupação dos espaços ao longo da faixa costeira, assim como recomendações de protecção e conservação.

II. ENQUADRAMENTO DA ÁREA DE ESTUDO, CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

1. Localização da Área

O Município do Lobito localiza-se na região Centro-Oeste do território angolano, tem uma extensão de 3.605 Km², que representa cerca de 9,25 % do território da província de Benguela (Fig.II.1), constituindo um dos 10 municípios, com aproximadamente 805.299 habitantes. Grande parte desta população vive na zona costeira.



Fig.II.1 – **A:** Localização do Município do Lobito no contexto da Província de Benguela e de Angola. **B:** Representação cartográfica da área de estudo (linha vermelha) (retirado do Google Earth).

A área de estudo localiza-se na região do Lobito e compreende a faixa costeira entre a Ponta da Jomba e o complexo industrial da Secil (Lobito Velho) (Fig.II.1B), abrangendo uma área com cerca de 10 km de comprimento. Apesar das grandes semelhanças em termos litológicos (afloram essencialmente alternâncias calcomargosas), observadas em toda a área de estudo, existem uma série de condicionantes na morfologia, o que permite o desenvolvimento de uma zona costeira com várias feições, entre arribas verticais (a mais dominante), praias e pequenas baías.

1. Clima

Angola, apesar de se localizar numa zona tropical, tem um clima que não é caracterizado exclusivamente por aquela condição, devido à confluência de três factores: a corrente fria de Benguela, o relevo na porção interior e a influência do deserto do Namibe, a sudeste. Como tal, segundo a classificação de Thornthwaite & Koppen (*in* Diniz, 1973), é de salientar a grande variabilidade climática que se observa no território angolano, onde se definem várias zonas climáticas: de clima subtropical com chuva de inverno (**Aw**), temperado húmido com inverno seco e verão quente (**Cwa**), temperado húmido com inverno seco e verão temperado (**Cwb**), estepe quente de baixa latitude e altitude (**Bsh**) e o clima de regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude (**Bwh**). Tal como se pode constatar da Fig. II.2, a região de estudo encontra-se na confluência de várias dessas zonas, onde se destaca o clima temperado húmido com inverno seco e verão quente e o clima de estepe quente de baixa latitude e altitude. Neste contexto, há que realçar o papel da corrente de Benguela, que é resultante da relação global atmosfera/oceanos, responsável pela circulação de água fria proveniente da Antárctida e que passa pelas zonas costeiras da Namíbia e de Angola (Fig. II.2). As implicações desta corrente são sobejamente conhecidas pelos efeitos climáticos e de produtividade oceânica que provocam.

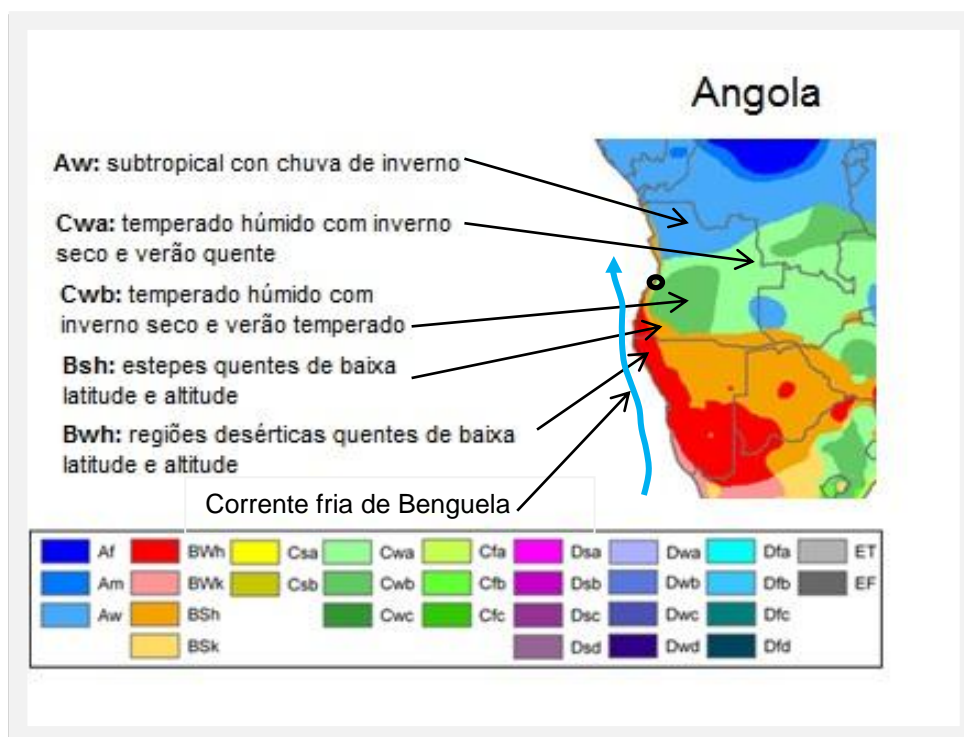


Fig.II.2 - Imagem ilustrativa da caracterização climática de Angola, situada na zona inter-tropical do hemisfério Sul. Círculo: zona de estudo (adaptado de <http://www.hidrografico.pt/Angola.pt>).

De acordo com Dinis (1973), baseado na classificação de Thornthwaite & Koppen, Benguela apresenta clima árido “E”. Segundo Consult (2007), baseando-se numa série de dados meteorológicos, de um intervalo não identificado, a Província de Benguela apresenta dois grandes tipos de condições climáticas:

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

A região de Benguela é caracterizada por apresentar duas estações: a das chuvas, de Outubro a Abril; e a do chamado cacimbo, de Maio a Agosto, mais seca e com temperaturas mais baixas. Por outro lado, a orla costeira apresenta elevados índices de pluviosidade, que vão decrescendo de Norte para Sul, e dos 400 mm para os 100 mm, com temperaturas médias anuais acima dos 23°C (Diniz, 1998). A época quente vai de Setembro a Abril. Durante esta época, a temperatura média é de 26°C, sendo Março o mês mais quente, com uma temperatura média de 27°C. A época fresca vai de Junho a Setembro com a temperatura média de 21°C. De acordo com os dados de temperatura e precipitação, relativos aos anos de 2000 a 2011, disponibilizados pelo Instituto de Meteorologia e Geofísica de Benguela (IMGB), é possível reconhecer algumas variações nos parâmetros climáticos no decurso desta década (Figs.II.3 a II.5). As temperaturas médias oscilam entre 24 e 25°C. As oscilações de temperatura são mais irregulares (Fig.II.3) e não se observa qualquer relação clara com as tendências de variação da precipitação média anual.

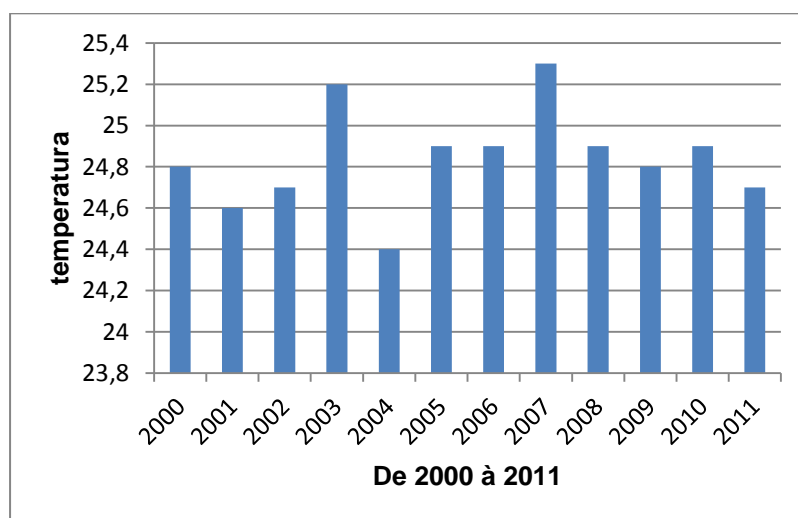


Fig.II.3 – Gráfico de temperatura para Benguela baseado nos dados do IMGB (2012).

De acordo com os dados do IMGB (2012) as precipitações têm sido geralmente reduzidas. Durante o período compreendido entre os anos de 2000 a 2011, houve uma variação no registo dos volumes de precipitação anual, sendo os anos de 2004 e 2009 com os menores registos, onde a média total para 2004 foi de 115,5 mm e 110,8 mm para 2009. Os valores médios anuais mais altos, ocorreram nos anos de 2001 e 2002, sendo o ano de 2001, o de maior volume de precipitações registadas neste período, equivalente a 916,8 mm e 510 mm para 2002 (Fig.II.4).

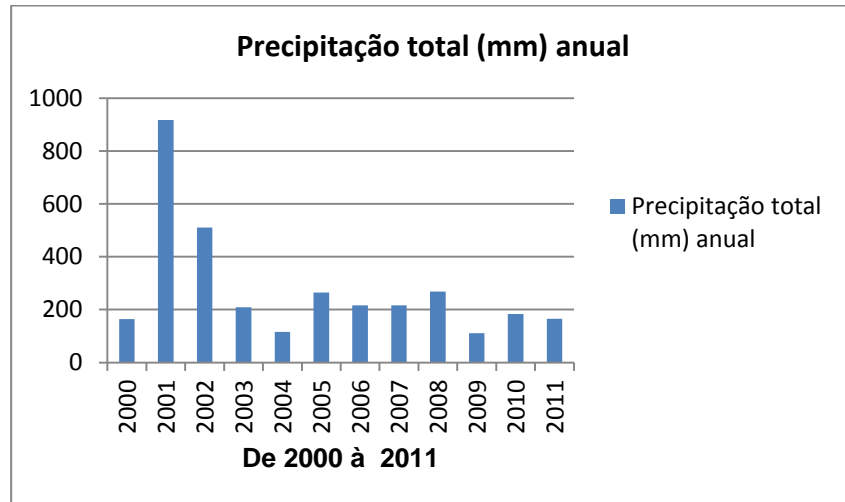


Fig.II.4 – Gráfico pluviométrico para Benguela, baseado nos dados do IMGB (2012).

A humidade relativa média anual neste período, varia entre 68% e 72%, os anos de 2001 e 2010 são os que apresentam médias anuais superiores, e os anos de 2007 e 2009 são os que apresentam a menor média anual (Fig.II.5). Segundo a CIP (2009) a velocidade do vento é inferior a 1m/s durante a maior parte do tempo e a máxima não atinge valores acima de 3,0 m/s.

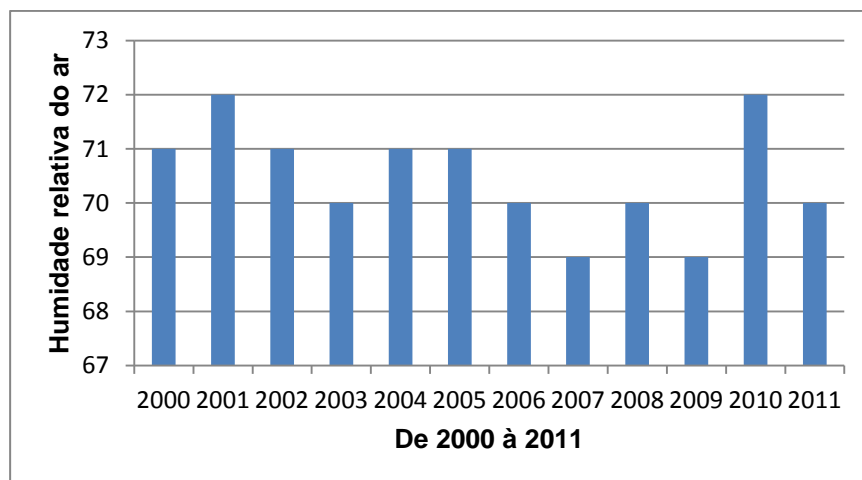


Fig.II.5 – Gráfico de humidade relativa para Benguela baseado nos dados IMGB (2012).

3. A Orla Meso-Cenozóica da Região de Benguela

Tal como foi referido anteriormente, a área de estudo insere-se na zona costeira da região do Lobito. Em termos geológicos esta área abrange unidades essencialmente calcárias, datadas do Cretácico Inferior (Fig.II.6), que correspondem ao enchimento da Bacia (ou Sub-bacia) de Benguela (Fig.II.7). Considerando a geologia regional à escala 1:100 000, representada na área das Folhas n.ºs 227/228 da Carta Geológica do Lobito (*in Galvão & Portugal 1971*), esta região encontra-se delimitada em três zonas perfeitamente distintas, e que se definem paralelamente (Fig.II.6).

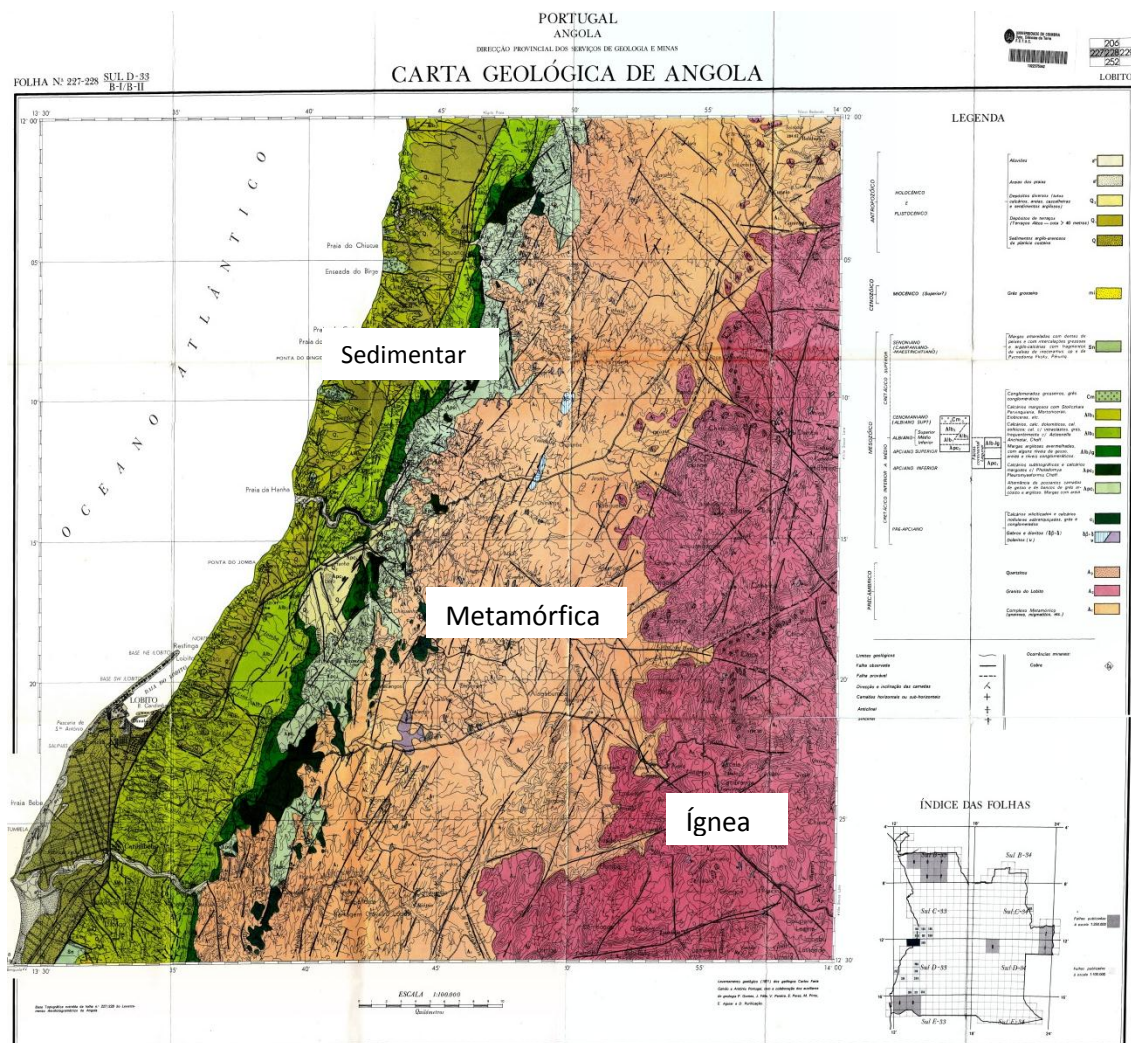


Fig.II.6 - Folhas 227-228 da Carta Geológica de Angola, à escala 1:100.000, ilustrando os três sectores caracterizados no texto (adaptado de Galvão & Portugal, 1971).

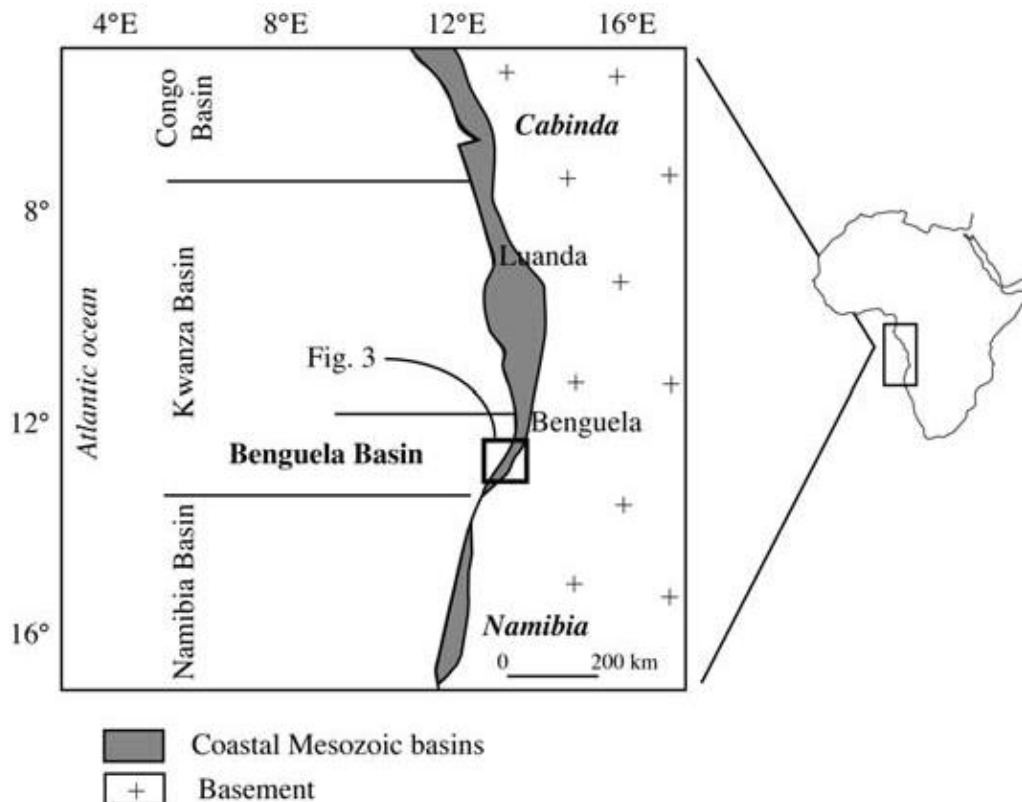


Fig.II.7 – Definição das bacias sedimentares peri-atlânticas de Angola onde se insere a Bacia (por vezes apelidada de Sub-Bacia) de Benguela (retirado de Quesne *et al.*, 2009).

De oriente para ocidente definem-se as seguintes zonas (ver Fig. II.6):

A primeira zona é constituída por rochas granitóides, a que se dá o nome de Complexo de Base (Galvão & Silva, 1972). Esta unidade representa um conjunto de rochas com características texturais e composições mineralógicas muito próximas, e que já tinha sido descrita em relatórios de cartas publicadas anteriormente pelos Serviços de Geologia e Minas (Lapão, 1971; Afonso, 1972).

Uma segunda zona, designada por Complexo Metamórfico, ocupa uma área abatida, situada entre a zona anterior ocupada pelas rochas graníticas da faixa oriental da região do Lobito e a ocidente, as unidades sedimentares. As rochas do Complexo Metamórfico são formadas por gnaisses, granitos-gnaissicos e xistos, sendo consideradas as rochas de idade mais antiga da geologia regional, do Pré-câmbrico. O Complexo Metamórfico está cortado por numerosos diques de rochas diabásicas de direcção predominantemente NE–SW. Também se nota a existência de corpos intrusivos de rochas do tipo gabros e dioritos. A idade destas rochas é incerta, admitindo-se serem pré-Apcianas (Galvão & Silva, 1972).

A última zona, que se estende de norte a sul, junto à zona costeira, é formada por rochas sedimentares, entre siliciclásticas, evaporíticas e carbonatadas, cujas idades vão do Cretácico (desde o possível Barremiano) ao Quaternário. Esta zona abrange a área de estudo, correspondendo ao enchimento da Bacia de Benguela (Fig.II.7).

Em termos da tectónica da região, pode-se dizer que a faixa de estudo é caracterizada por apresentar numerosas falhas, muitas delas segundo a direcção NW-SE, dominantes na área metamórfica e sedimentar (Fig. II.6). A área sedimentar que envolve o sector estudado mostra ainda falhamentos com atitude WNW-ESE e grandes estruturas em sinclinal e anticlinal, abertos, com eixos dominantes segundo a direcção NE-SW.

3.1. A Bacia de Benguela

A Bacia de Benguela estende-se ao longo da costa central de Angola (Fig.II.7). O seu limite Norte é algo difícil de estabelecer dado que esta bacia representa o prolongamento para Sul da Bacia do Kwanza (Neto, 1961, p. 65). De facto, a área que tem sido designada na literatura por Sub-Bacia de Benguela, representa a continuação, para sul, da Bacia do Kwanza, sendo a definição do seu limite setentrional algo arbitrária (Neto, 1961, p. 77). Sendo assim, é limitada a Norte pelo paralelo 11° 00'S, a Sul pelo Cabo de Santa Maria 13° 25'S, a Este pelo Complexo de Base (Soco) e a Oeste pelo Oceano Atlântico (Neto, 1961; Galvão & Silva 1972).

A Bacia de Benguela, com uma área da ordem dos 4000Km² na parte *onshore*, possui uma largura bastante reduzida, atingindo um máximo (cerca de 25 Km) nos arredores do Dombe Grande; a Norte desta localidade, a largura diminui gradualmente até às proximidades de Benguela, começando posteriormente a aumentar. A Sul do Dombe Grande, a largura diminui de modo geral até ao Cabo de Santa Maria, onde as rochas metamórficas do Complexo Metamórfico atingem a região costeira (ver, por exemplo, Neto, 1961; Galvão & Silva, 1972). Esta bacia é distinta de todas as outras da margem costeira de Angola, por apresentar uma distribuição bastante expressiva de afloramentos do Cretácico, relativa facilidade de acesso, e uma boa exposição da sucessão estratigráfica. Tem sido utilizada em vários estudos, destacando-se entre eles os trabalhos de Neto (1958, 1961), Carvalho (1961, 1963), Antunes (1964), Galvão & Silva (1972), Duarte-Morais (2000), Tavares (2006), Tavares *et al.* (2007),

Quesne *et al.* (2009) e Guiraud *et al.* (2010). Mais recentemente, os trabalhos de Segundo (2011) e Soma (2011) vieram clarificar alguns aspectos da estratigrafia das unidades carbonatadas cretácicas.

A Bacia de Benguela apresenta formações sedimentares meso-cenozóicas, variando em idade do pré-Apciano ao Holocénico (ver, por exemplo, Neto, 1970; Galvão & Silva, 1972; Buta-Neto *et al.*, 2007; Guiraud *et al.*, 2010). Dado o facto de ser uma continuidade da Bacia do Kwanza, as duas bacias mostram bastantes semelhanças em termos sedimentares e estratigráficos, sendo as diferenças apresentadas resultantes das variações laterais de fácies. Embora com diferença de fácies, parecem estar presentes as mesmas unidades estratigráficas da Bacia do Kwanza (Fig.II.8).

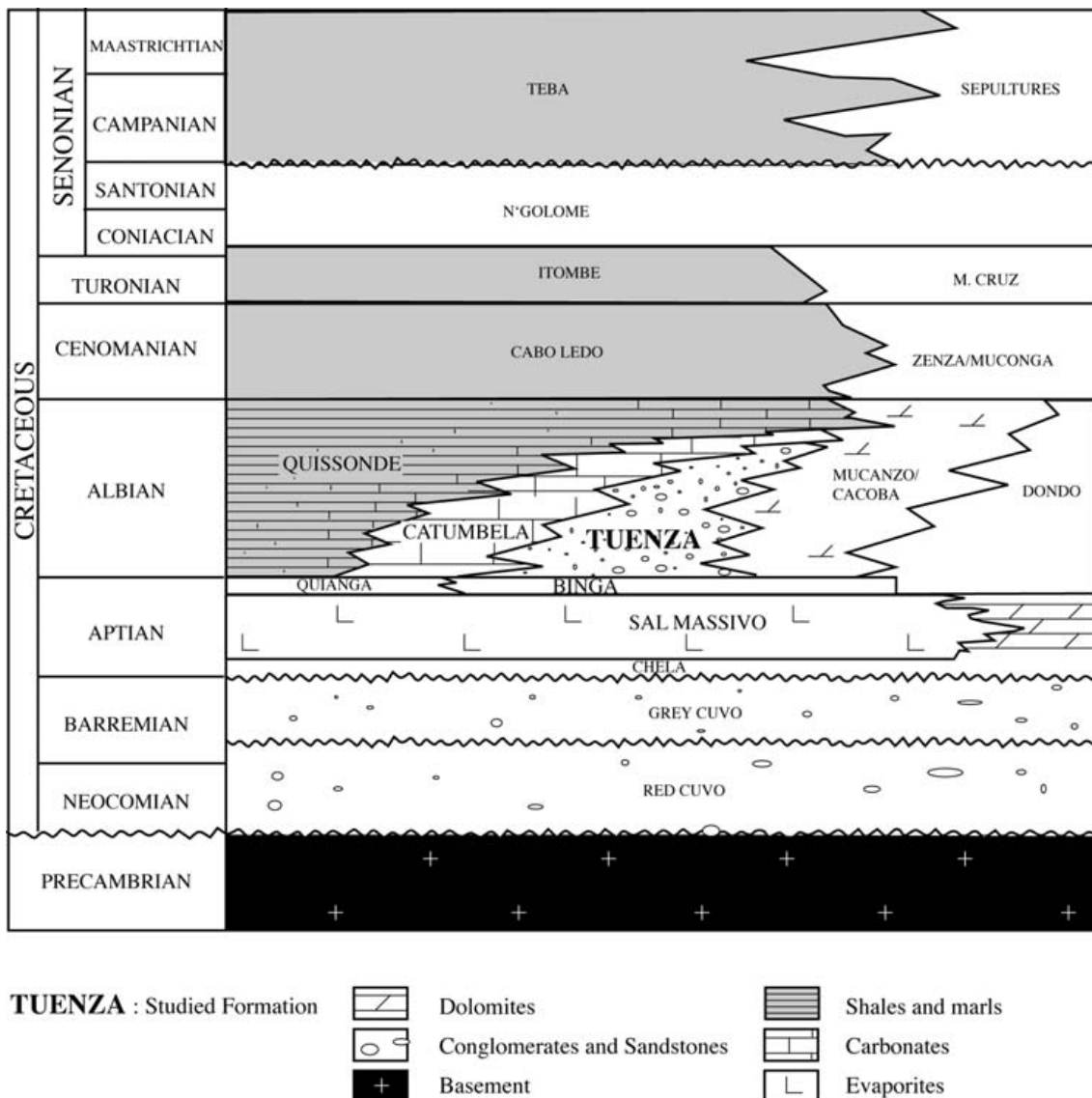


Fig.II.8 - Quadro litostratigráfico das unidades cretácicas da Bacia do kwanza, nomenclatura usada igualmente na Bacia de Benguela (*in* Quesne *et al.*, 2009).

3.2. As Unidades do Cretácico

Em conformidade com a litostratigrafia definida na folha 227/228 da Carta Geológica de Angola, à escala 1: 100.000 (*in* Galvão & Portugal, 1971), afloram na região do Lobito oito unidades datadas do Cretácico: **Ci**, **Apc1**, **Apc2**, **Alb1lg**, **Alb2**, **Alb3**, **Cm** e **Sn**. Nos trabalhos de litostratigrafia mais recentes, todas estas unidades têm a sua correspondência no quadro litostratigráfico das unidades cretácicas da Bacia do Kwanza (Fig.II.8., *in* Quesne *et al.*, 2009). Comparando os dois quadros estratigráficos, as primeiras seis daquelas unidades correspondem às formações do Cuvó, Sal Maciço, Binga, Dondo-Tuenza, Catumbela e Quissonde, datadas do pré-Apciano ao Albiano (ver, entre outros autores, Tavares, 2006; Buta-Neto *at al.*, 2007; Tavares *et al.*, 2007; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010; Segundo, 2011; Soma, 2011; Cavita, 2011).

Unidade Ci

Esta unidade é datada do pré-Apciano, correspondendo à formação sedimentar mais antiga do Mesozóico da região do Lobito, datada do possível Apciano Inferior ou mesmo do Barremiano e Neocomiano (Galvão & Silva, 1972). Engloba todos os depósitos pré-salíferos, essencialmente de natureza greso-conglomerática, envolvendo clastos muito grosseiros, alguns deles com dimensões próximas de 1m³ (Morais & Sgrosso, 1992) e arenitos arcósicos.

Unidade Apc₁

É uma formação tipicamente evaporítica, datada do Apciano Superior, composta por fácies continental lagunar, sendo constituída essencialmente por gesso, apresentando-se recoberta por anidrite e alguns níveis de argilas bem laminadas, grés micáceos de cimento carbonatado e argiloso. Em alguns pontos da bacia ocorre halite e sais de potássio (Tavares, 2000). Esta unidade ocorre em quase toda bacia, parecendo exibir uma espessura muito variável. Brognon & Varrier (1966) admitem que a espessura original da unidade **Apc₁** pode atingir os 1000m no interior da bacia evaporítica e 400m sobre o Alto de Cabo Ledo.

Esta unidade repousa sobre a unidade siliciclástica **Ci**, separada apenas por finas camadas de dolomias e de argilitos betuminosos. Considerando as suas características litológicas no esquema litostratigráfico apresentado na Fig.II.8, esta unidade corresponde à **Formação Sal Maciço**.

Unidade Apc₂

Esta unidade é datada do Apciano Superior (Fig. II.6), sendo composta por evaporitos, dolomias, calcários micríticos e lutitos (depósitos de ambiente confinado), aos quais sucedem calcarenitos oolíticos e gresosos. É uma formação carbonatada, variando desde calcário oolítico mais a Este da bacia, passando a calcário argiloso em direcção às zonas mais profundas, mas é sob a forma de dolomia que ela é mais frequente (Galvão & Silva, 1972). É equivalente da **Formação Binga**.

Unidade Alb_{1g}

Esta unidade é datada do Albiano Inferior (Galvão & Silva, 1972), composta essencialmente por rochas greso-conglomeráticas, sendo formada por sedimentos de cor avermelhada, de características predominantemente continentais. Para além destes tipos litológicos, possui calcários oolíticos e (oncolíticos), calcarenitos, com intercalações locais de dolomias e de argilitos avermelhados. É um equivalente lateral das **formações Dondo e Tuenza** (ver Buta-Neto *et al.*, 2007; Quesne *et al.*, 2009).

Unidade Alb₂

Esta unidade é datada do Albiano Médio, apresentando-se como uma formação essencialmente calcária, mas heterogénea quanto aos diversos tipos litológicos. É composta por calcários brancos ou acinzentados, duros, subcristalinos, maciços ou estratificados em camadas espessas, dolomíticos, oolíticos, pisolíticos, bioclásticos, gresosos, ocasionalmente muito quartzosos, e argilitos calcários (ver Segundo, 2011). Segundo Neto (1961) a secção completa terá uma espessura de cerca de 200m. No quadro da (Fig. II.8) Alb₂ é equivalente da **Formação de Catumbela**.

Unidade Alb₃

É uma das unidades que mostram maior representatividade cartográfica entre as diversas unidades mesozóicas aflorantes na região do Lobito (Fig.II.6). Estende-se por toda a faixa costeira do Lobito, concretamente da região da Jomba, a norte, passando pelo farol do Lobito, Burrelho, Quileva, toda a zona urbanizada até Catumbela e prolonga-se para lá do rio Catumbela, a sul.

É constituída por sedimentos de natureza predominantemente calco-margosa. É composta por calcários micríticos, margosos, por vezes nodulares, argilitos calcários, siltosos e, em certos pontos, a fácies torna-se gresosa, como na Formação de

Catumbela. Localmente, a série é mais dolomítica (Segundo, 2011). Devido às suas características litológicas, no quadro litostratigráfico da Bacia do Kwanza esta unidade corresponde à **Formação de Quissonde** (Quesne *et al.* 2009) (Fig.II.8). Segundo os dados de Tavares (2006) e Tavares *et al.* (2007), através de um estudo detalhado de biostratigrafia de amonites, esta unidade é datada do Albiano Superior. Esta formação foi recentemente estudada na região do Lobito por Segundo (2011), nos domínios da caracterização sedimentar e litostratigráfica.

Unidade Cm

Esta unidade, datada do Cenomaniano, é observada apenas no extremo mais a norte da região costeira do Lobito, especificamente na região da Hanha, Gumba, Ponta do Binge, Bimbe, Enseada do Binge e praia do Chiuque. É constituída por conglomerados contendo grandes blocos de material heterogéneo: migmatitos, granitos, rochas das formações sedimentares subjacentes, formadas por grés idêntico à matriz do conglomerado, calcários e alternâncias calco-margosas. Este conglomerado, com uma espessura por vezes superior a 50m, apresenta elementos bem rolados e com calibragem imperfeita (Galvão & Silva, 1972).

Unidade Sn

Esta unidade é datada do Senoniano (Galvão & Silva, 1972). Segundo estes autores é uma unidade composta por margas claras, não estratificadas nos níveis superiores. Apesar de não aflorar na área de estudo, define-se a norte e a sul da região do Lobito (ver Fig. II.6; Galvão & Silva, 1972). Corresponde à **Formação do Teba**.

4. Enquadramento Geomorfológico

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 grande variedade de rochas (ígneas, metamórficas e sedimentares), 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.

Circunscrevendo a análise geomorfológica à faixa litoral do Lobito, esta é dominada pelo rio/delta Catumbela, pela restinga do Lobito e pelas arribas calcárias cretácicas que se desenvolvem ao longo do sector estudado, a norte do Lobito. Estas arribas, na sua continuidade para sul, inflectem para dentro da zona continental (onde se desenvolve parte da cidade do Lobito), desenhando uma escarpa (de direcção NW-SE), de uma centena de metros de altura, desenvolvendo-se na sua base, toda a planície aluvial do rio Catumbela (Carvalho, 1961; Fig. II.9). O litoral envolve a plataforma que se dispõe, de forma quase contínua, ao longo da costa e a altitude média de 150m a 250m, atingindo alguns pontos da periferia interior, a três centenas de metros ou mais, descaindo suavemente para o litoral onde termina, em grande parte do percurso, numa arriba marinha que marca desníveis da ordem dos 100m a 150m (Carvalho, 1961).

Nesta região, bem como em outros locais, em menor extensão, formam-se baixas costeiras constituídas por terraços planos que se elevam a alguns metros apenas acima do nível do mar. Dois níveis de terraços, quer representados por plataformas de acumulação, quer de abrasão com material detrítico disperso, condicionam a morfologia deste sector do litoral angolano. Uma rede de vales, actualmente secos a maior parte do ano, separa essas plataformas, que correspondem a superfícies que foram mais contínuas e extensas (Galvão & Silva, 1972).

A norte da baía do Lobito, as rochas carbonatadas cretácicas formam uma linha de cristas inclinadas levemente para o oceano. Na primeira superfície, junto à costa, podemos observar vales suspensos, a diversas alturas, alguns dos quais atingem quase o nível do mar (ver apresentação no capítulo IV). Junto ao farol do Lobito, as camadas têm inclinações cerca de 25° para o Ocidente. Nesta área, a primeira superfície identificada tem aproximadamente 50m de altura.

Do ponto de vista geomorfológico, e de acordo com a (Fig. IV.9), definem-se a oriente da zona de estudo dois níveis de terraços, seguidas por plataformas desenvolvidas sobre calcários do Cretácico, com ou desprovidas de cobertura arenosa, ou por depósitos com alguns metros de espessura.

No primeiro caso, inclui o nível que se pode observar a este do farol do Lobito. Este nível, cujas cotas podem ser superiores a 120m, prolonga-se para sul e é atravessado pelo vale do rio Catumbela.

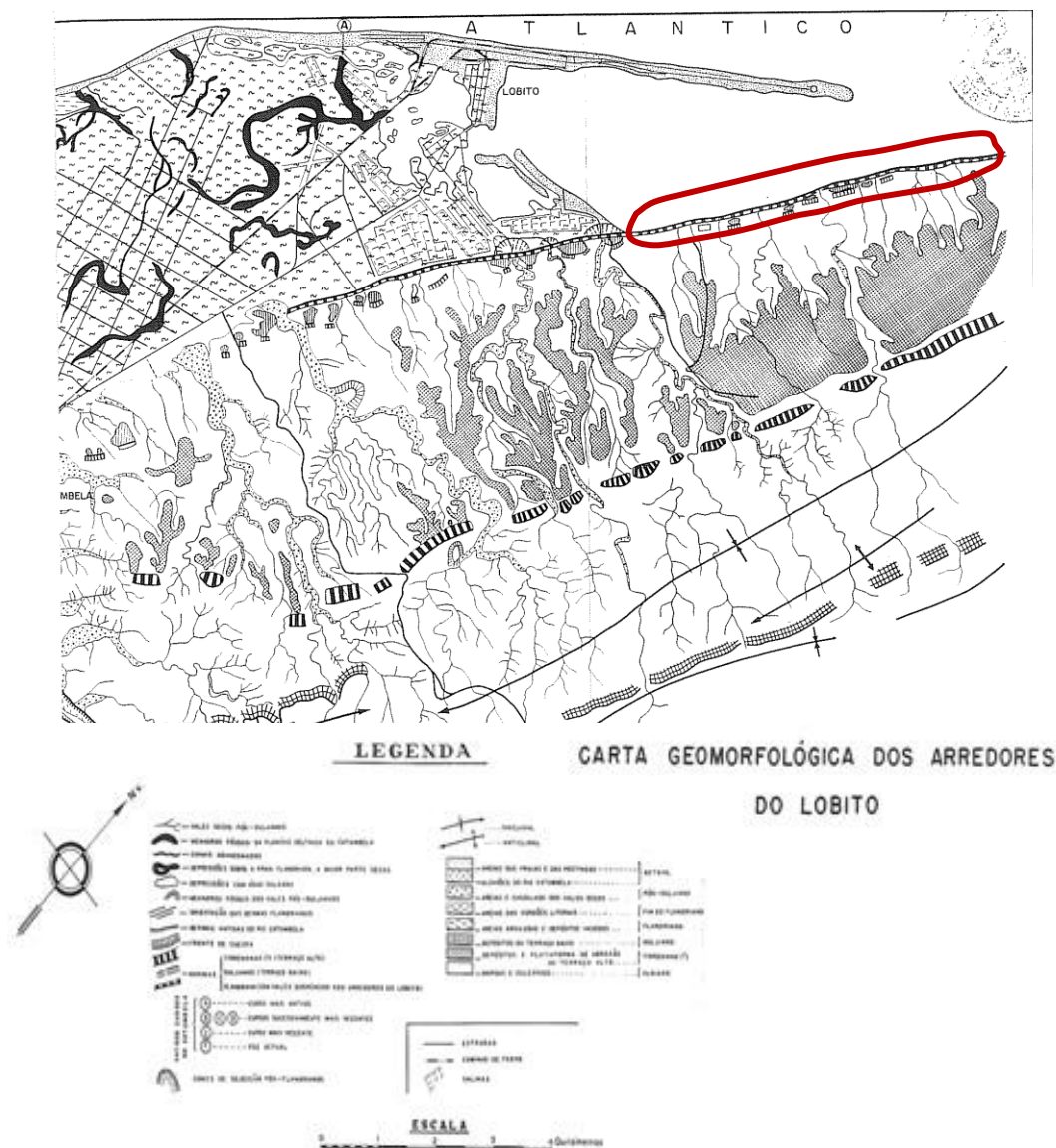


Fig.II.9 – Extracto da Carta Geomorfológica dos arredores do Lobito evidenciando alguns dos pormenores geomorfológicos mais significativos. Cor vermelha, área de estudo (retirado de Carvalho, 1961).

No segundo caso, pertencem os terraços baixos, cujas cotas máximas são da ordem dos 20m. Os seus depósitos podem ser observados, seguindo a estrada Lobito-Benguela, nos arredores da Catumbela.

Durante a génese dos cordões litorais, o rio Catumbela deslocou a sua embocadura para o sul da cidade do Lobito. Depois da génese dos terraços baixos

ocorreram os seguintes fenómenos: Escavação dos vales, a maior parte dos quais está cheio por areias e seixos devidos à desagregação das rochas das suas vertentes (enchimento climático); movimentos epirogénicos seguiram-se ao enchimento dos vales, evidenciando sobre a arriba que delimita a bacia do porto do Lobito, onde os vales são suspensos (*in* Carvalho, 1960).

5. Dinâmica Litoral

Dado o facto de a área de estudo corresponder a uma zona litoral, importa entender a conjugação de factores que influenciam este sector, desde os de dinâmica continental aos marinhos. Apesar da zona costeira em análise estar enquadrada por dois cursos fluviais importantes (Cubal da Hanha a norte; Catumbela a sul), nenhum deles parece ter uma influência directa no desenvolvimento/instabilidade das arribas do sector estudado. Sendo assim, os factores hidrodinâmicos mais importantes parecem resumir-se aos de natureza marinha. Concretamente, aos parâmetros de ondulação e marés.

Segundo a (CIP, 2009), as ondas apresentam geralmente reduzida altura, não superiores a 2m. 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 podem ser muito significativas e capazes de promover fenómenos de erosão costeira.

Com base na relação entre a orientação geral da ondulação durante a maior parte do ano e a orientação regional da linha de costa (NE-SW) é comum haver uma deriva litoral de SW para NE (CIP, 2009). Quando os fundos são baixos, a ondulação rebenta e liberta essa energia, dando origem a dois tipos fundamentais de correntes. A corrente longitudinal (ou longilitoral), que se desloca sensivelmente paralela à praia e a corrente em zig-zag, que se movimenta segundo o pendor da praia.

Relativamente às marés, neste sector da zona costeira de Angola, o nível do mar oscila entre 0,28 e 1,98 metros (<http://www.hidrografico.pt.Angola.pt>), acima do zero hidrográfico (Fig.II.10), sendo considerada uma zona micromareal, uma vez que a amplitude das mesmas é inferior a 2m. As marés com amplitudes superiores a 1,5 m são muito raras, ocorrendo pontualmente nos períodos de Janeiro-Fevereiro e Agosto-

Setembro, tal como é documentado pela Tabela II.1, com dados relativos aos anos de 2008 e 2009.

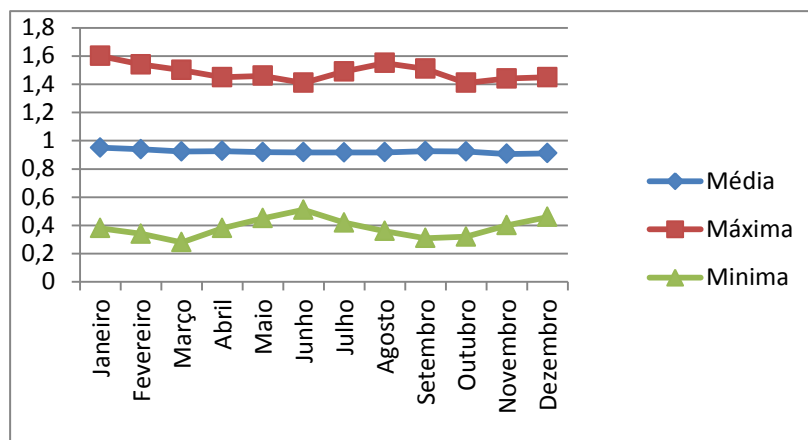


Fig.II.10 – Amplitudes mensais da maré durante os anos de 2008 e 2009 (CIP, 2009).

Tabela II.1 - Variação das marés durante 2008-2009 (CIP, 2009)

	Janeiro.	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
Média	0,95	0,939	0,923	0,927	0,919	0,918
Máxima	1,6	1,54	1,5	1,45	1,46	1,41
Mínima	0,38	0,34	0,28	0,38	0,45	0,51

Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
0,917	0,918	0,926	0,23	0,906	0,911
1,49	1,55	1,51	1,41	1,44	1,44
0,51	0,42	0,31	0,32	0,4	0,46

).

III. METODOLOGIA

Para a descrição e caracterização dos materiais geológicos da faixa costeira entre a praia da Jomba e o extremo norte da Secil (Lobito Velho), assim como para a análise da susceptibilidade relacionada com a instabilidade das arribas costeiras, foram implementadas diferentes acções e utilizadas diversas técnicas de análise.

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

Para a caracterização do enquadramento geológico e estrutural da área de estudo recorreu-se a diferentes fontes bibliográficas, e fez-se um reconhecimento de campo das principais unidades geológicas à escala regional. Foram elementos essenciais a consulta das folhas nº 227/228 Lobito da Carta Geológica de Angola à escala 1/100000 (Galvão & Portugal, 1971; Galvão & Silva, 1972), alguns dos trabalhos realizados nas décadas de 60 e 70 do século passado (Feio, 1960; Carvalho, 1961; Antunes, 1964; Galvão & Silva, 1972) e as mais recentes contribuições relativas às bacias sedimentares meso-cenozóicas de Angola (Duarte-Morais & Sgrosso, 2000; Tavares, 2000; Tavares, 2006; Buta-Neto, *et al.*, 2007; Quesne, *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010).

Para esta caracterização física, regional, recorreu-se ainda a dados e referências sobre a geomorfologia, a climatologia e a dinâmica litoral. São exemplo Knapic (1981), CIP (2009) e IMGB (2012).

Para a recolha de informação complementar recorreu-se a dados da Capitania do Porto do Lobito, do Comando Provincial dos Bombeiros e Protecção Civil, Direcção Provincial de Geologia e Minas de Benguela, Delegação de Benguela do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica e da Administração Municipal do Lobito.

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 faixa costeira entre a praia da Jomba e o Lobito Velho. Foi considerado proceder à avaliação dos materiais e processos de geodinâmica das arribas, numa

faixa com 50m de largura, e considerando pontos de avaliação espaçados entre 50 a 100m. 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 103. A Fig. III.1 mostra a localização da sucessão de locais convenientemente observados e caracterizados.

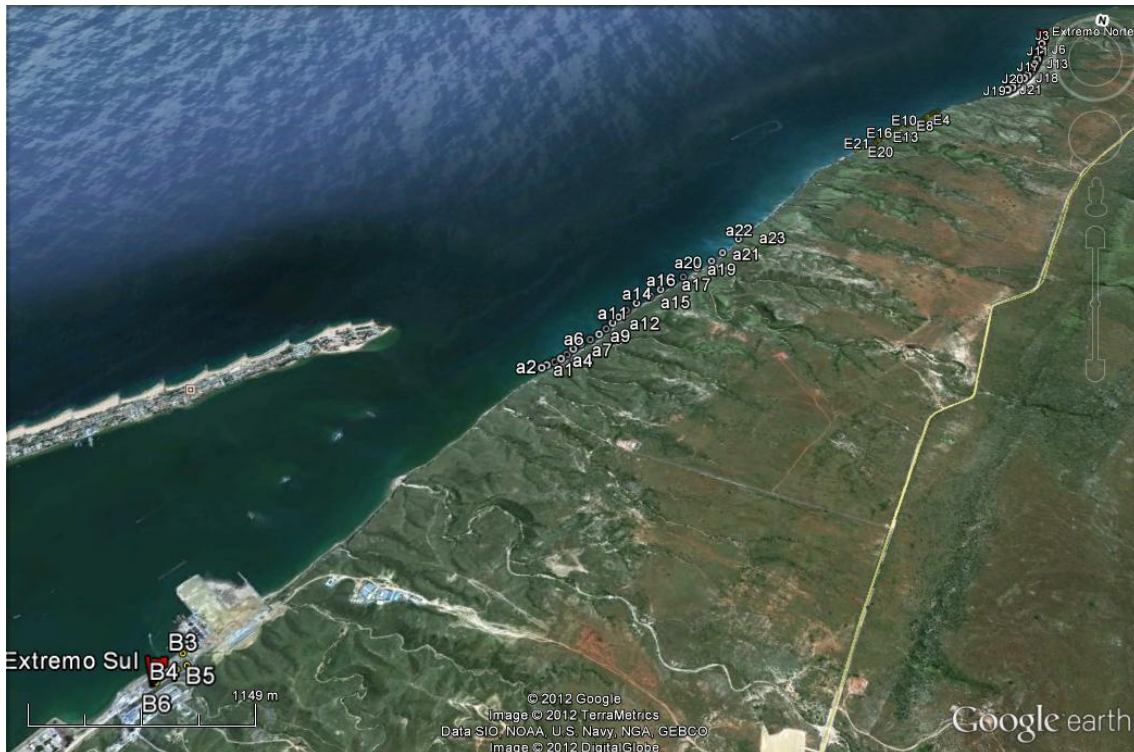


Fig.III.1- Localização dos 103 pontos de observação ao longo da zona estudada (base cartográfica retirada do Google Earth).

A ficha de observação contém 32 parâmetros de avaliação que inclui 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, a recorrência e o volume dos processos de instabilidade. A observação contempla ainda a realização de um perfil da arriba e dos processos de instabilidade, assim com a inclusão de algumas fotografias do afloramento.

Nas Figs.III.2 a III.3 aparecem representados dois exemplos de fichas de observação, preenchidas com os diversos dados de campo.

Ficha de observação de campo					
Data: 25.03.2012	Localização Área do farol	M - 13°37' 19,09 E	P - 12° 16' 54,15 S		
		Cota base do perfil (m)			
Condições meteorológicas: Céu limpo.					
Espessura do perfil aprox. 34m			Altura da arriba aprox. 25m		
Inclinação da arriba 85°			Outro parâmetro		
Largura da faixa arenosa longilitoral 0 m			Protecção de sopé	Sim	Não
			Volume da protecção de sopé -0,3 m3		
Cobertura vegetal		Descrição da cobertura vegetal (densidade, tipo, distribuição)			
		Presença de gramíneas, com fraca densidade e distribuídas de forma descontínua			
Sim	Não				
Estratificação		Direcção - variável			
		Pendor - variável			
Orientação de falhas:		Outro elemento			
Desenho do perfil			Foto		
<p>Esquema do perfil da arriba. O eixo vertical indica a altura da arriba (25m) e a espessura do perfil (34m). O eixo horizontal indica a distância do nível do mar (50m). A linha superior representa o topo da arriba, e a linha inferior representa o nível do mar.</p>			<p>Fotografia da arriba, mostrando uma formação rochosa com estratificação horizontal e vertical, situada junto ao mar.</p>		
Grau de alteração		W1	W2	W3	W4
Homogeneidade lítica dos materiais		Sim	Número de zonas		
Volumes líticos diferentes (genérica)					
Descrição A	Descrição B		Descrição C		
Calcário-margoso					
Representação volumétrica no perfil					
Existência de volumes de dissolução		Sim	Volume máximo (cm2) (1x1)		Não
Descrição petrográfica dos diferentes materiais					
Observa-se uma unidade lítica essencialmente calcária em bancadas métricas.					
Resposta à percussão do martelo no material (A)	Friável	Pouco compacto	Moderado compacto	Compacto	Muito Compacto
Espessura dos estratos (Volume A)	L5 <6cm	L4 6-10cm	L3 10-60cm	L2 60-200cm	L1 > 200cm
Espaçamento das discontinuidades (A)	F5	F4	F3	F2	F1
Preenchimento das discontinuidades					
Entre as discontinuidades observa-se um preenchimento de calcite espática.					
Orientação das diaclases (direcção e pendor)					

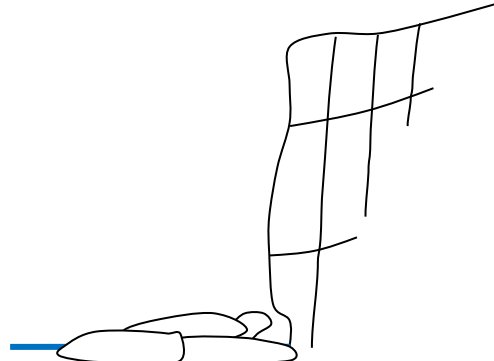
Tipo de instabilidade (descrição do movimento)			Quedas de blocos.		
Volume médio dos materiais instabilizados	Pequenas quantidades de material instabilizado.	Blocometria (dimensões e forma)	0,3 m ³ Formas irregulares e angulosas.		
Representação esquemática do movimento					
					
Recorrência do movimento	Todas as semanas	Todos os Meses	Todos os anos	Em alguns anos	Muito raramente
Situação desencadeante	Abrasão marinha, descompressão mecânica	Precipitação intensa	Acção antrópica	Outra	

Fig. III.2 – Exemplo de Ficha de observação de campo (Ficha 25).

Nº84

Ficha de observação de campo						
Data: 25.03.2012		Localização Extremo Sul Lobito Velho		M - 13°35' 31,5 E	P - 12°19' 04,3 S	
				Cota base do perfil (m)		
Condições meteorológicas: Céu limpo						
Espessura do perfil aprox. 35m				Altura da arriba aprox. 28m		
Inclinação da arriba 90°				Outro parâmetro		
Largura da faixa arenosa longilitoral 1 m				Protecção de sopé		
				Volume da protecção de sopé		1,3 m ³
Cobertura vegetal		Descrição da cobertura vegetal (densidade, tipo, distribuição)				
Sim	Não	Presença de gramíneas, com fraca densidade e distribuídas de forma descontínua				
Estratificação A horizontal		Direcção - variável Pendor - variável				
Orientação de falhas:		Outro elemento				
Desenho do perfil				Foto		
<p>Esquema do perfil da arriba. O eixo vertical indica a altura da arriba (28m) e a espessura do perfil (35m). O eixo horizontal indica a distância do nível do mar (50m). A linha superior representa o topo da arriba, e a linha inferior representa o nível do mar.</p>				<p>Fotografia da arriba mostrando as camadas estratificadas de calcário e margas. A data da fotografia é 25-03-2012.</p>		
Grau de alteração A				W1	W2	W3
Homogeneidade lítica dos materiais				Não	Número de zonas	
Volumes líticos diferentes (genérica)						
Descrição A Calcário		Descrição B Calcário-margoso		Descrição C		
Representação volumétrica no perfil						
Existência de volumes de dissolução		Sim	Volume máximo (cm²) (1x1)			Não
Descrição petrográfica dos diferentes materiais Observam-se duas unidades líticas, sendo uma calcária em bancadas decimétrica e a segunda composta por calcário em bancadas centimétricas, alternadas com margas em bancadas centimétricas muito finas.						
Resposta à percussão do martelo no material (A)	Friável	Pouco compacto	Moderado compacto	Compacto	Muito Compacto	
Resposta à percussão do martelo no material (B)	Friável	Pouco compacto	Moderado compacto	Compacto	Muito Compacto	
Espessura dos estratos (Volume A)	L5 <6cm	L4 6-10cm	L3 10-60cm	L2 60-200cm	L1 > 200cm	

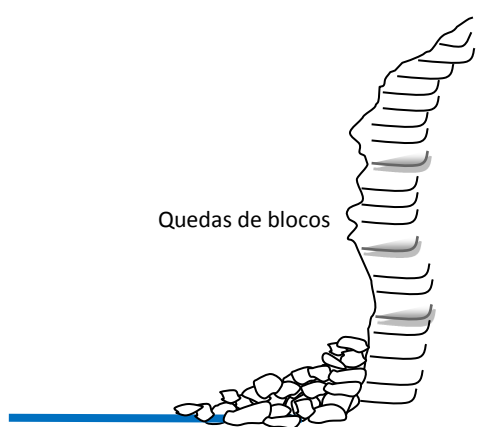
Espessura dos estratos (Volume B)	L5 <6cm	L4 6-10cm	L3 10-60cm	L2 60-200cm	L1 > 200cm
Espaçamento das descontinuidades (A)	F5	F4	F3	F2	F1
Espaçamento das descontinuidades (B)	F5	F4	F3	F2	F1
Abertura média das descontinuidades (A)	1 mm				
Abertura média das descontinuidades (B)	1 mm				
Preenchimento das descontinuidades Entre as descontinuidades, observa-se um preenchimento cristalizado: calcite.					
Orientação das diaclases (direcção e pendor)					
Tipo de instabilidade (descrição do movimento)			Quedas de blocos		
Volume médio dos materiais instabilizados	Pequenas quantidades		Blocometria (dimensões e forma)	1,3 m ³	
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, descompressão mecânica	Precipitação intensa	Acção antrópica	Outra	

Fig.III.3 – Exemplo de Ficha de observação de campo (Ficha 84).

A descrição das unidades geológicas foi baseada nas referências citadas no Capítulo II. Para reforçar as questões metodológicas relativas à caracterização das arribas carbonatadas, teve-se por base alguns trabalhos realizados no mesmo tipo de litologias (Ramalho *et al.*, 1985; Duarte, 2007; Rilo, 2009).

Em termos da análise da susceptibilidade e do risco, fez-se a caracterização com base em classificações dos seguintes parâmetros (ver IRSM, 1981; Ferrer & Vallejo, 1999; Tavares, 1999; Rodrigues, 2007; UNESCO/WPWL, 1993): grau de alteração (Tabela III.1), espaçamento das descontinuidades (Tabela III.2), descrição de abertura de diaclases (Tabela III.3), descrição da espessura dos estratos (Tabela III.4) e descrição da blocometria (Tabela III.5).

Relativamente à alteração dos materiais, utilizou-se o quadro referente à descrição do grau de alteração superficial dos materiais (segundo Rodrigues, 2007).

Tabela III.1 - Grau de Alteração superficial dos materiais (segundo Rodrigues, 2007).

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

Relativamente às descontinuidades, utilizou-se o quadro referente à descrição do espaçamento das diaclases (segundo Ferrer & Vallejo, 1999).

Tabela III.2 - Espaçamento das descontinuidades (segundo Ferrer & Vallejo, 1999).

Intervalo (cm)	Símbolo	Classificação	
> 600	F ₀	Extremamente afastado	Maciço não fracturado
200 à 600	F ₁	Muito afastado	Maciço pouco fracturado
60 à 200	F ₂	Afastado	
20 à 60	F ₃	Mediamente Afastado	Maciço mediamente fracturado
6 à 20	F ₄	Próximas	Maciço muito fracturado e fragmentado
2 à 6	F ₅	Muito próximas	
< 2	F ₆	Extremamente próximas	Maciço esmagado

Relativamente à abertura, utilizou-se o quadro referente à descrição de abertura de diaclases (adaptado de Ferrer & Vallejo, 1999).

Tabela III.3 - Descrição de abertura de diaclases (adaptado de Ferrer & Vallejo, 1999).

Abertura	Descrição
< 0,25 mm	Muito fechada
0,25 mm – 2,5 mm	Fechada
2,5 mm – 1 cm	Parcialmente aberta
1 cm – 10 cm	Aberta
10 cm – 100 cm	Muito aberta
> 1 m	Cavernosa

Relativamente à espessura, utilizou-se o quadro referente à descrição da espessura dos estratos (IRSM, 1981).

Tabela III.4 - Descrição da espessura dos estratos (IRSM, 1981).

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

Relativamente à blocometria, utilizou-se o quadro referente à descrição dos materiais incluídos em IAEG (1981).

Tabela III.5 - Descrição de blocometria dos materiais (IAEG, 1981).

Blocometria (dimensões média em m)	Designação
Entre 0,06 x 0,06 x 0,06 e 0,2 x 0,2 x 0,2	Calhaus
Entre 0,2 x 0,2 x 0,2 e 0,70 x 0,70 x 0,70	Blocos
Entre 0,70 x 0,70 x 0,70 e 1,5 x 1,5 x 1,5	Blocos grandes
Entre 1,5 x 1,5 x 1,5 e 3,0 x 3,0 x 3,0	Blocos muito grandes
> 3,0 x 3,0 x 3,0	Rochedos

Na análise da zona costeira foi estabelecida uma caracterização da tipologia de movimentos de massa assim como uma estimativa dos volumes instabilizados. Para a classificação dos movimentos de massa utilizou-se a proposta de classificação da UNESCO/ WPGWL, (1993), que aparece representada na Fig. III.4. Neste estudo procurou-se avaliar os volumes dos materiais instabilizados recentemente, assim como a blocometria característica desses materiais, conforme o esquema da referida figura.

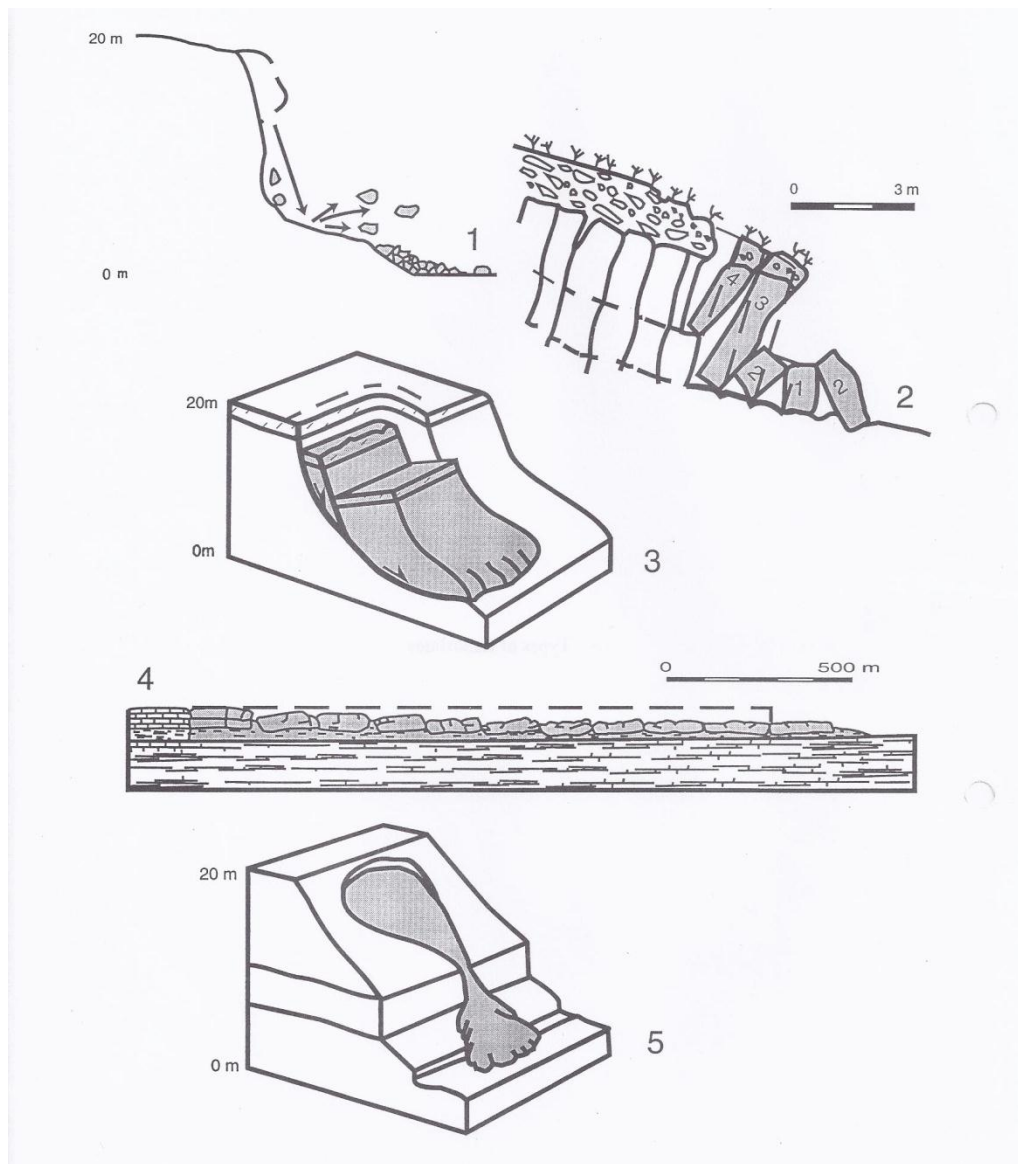


Fig.III.4 – Caracterização dos movimentos em taludes e vertentes, de acordo com a trajetória da massa deslocada: 1 – desabamento, 2 – tombamento, 3 – deslizamento, 4 – expansão lateral, 5 – fluxo (UNESCO/WPGWL, 1993).

Salienta-se que a realização dos trabalhos de campos foi dificultada pelas limitações de acesso aos afloramentos por duas razões principais: vedação de algumas áreas da faixa costeira (trabalhos de desminagem e construção do cais mineiro) e a não existência de faixa longitudinal para circulação a pé, como são os casos da parte sul da área de estudo. Para complementar a informação foi assim necessário recorrer ao transporte em barco, através do aluguer de uma lancha (Fig.III.5). Neste âmbito procedeu-se à recolha fotográfica de toda a faixa costeira (cerca de oitocentas fotografias), tendo-se construído alguns painéis.

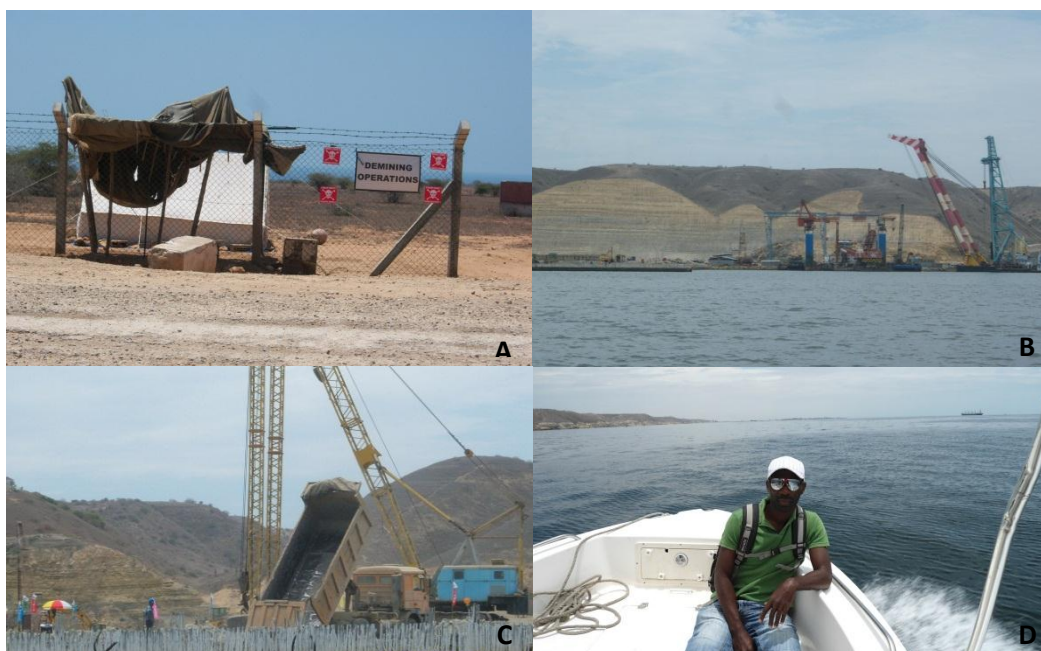


Fig. III.5 – Aspecto ilustrativo das limitações de acesso aos afloramentos, **A**: área vedada, trabalhos de desminagem; **B e C**: trabalhos de engenharia (construção do cais mineiro); **C**: transporte em barco (Lancha).

IV. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DAS ARRIBAS COSTEIRAS ENTRE A PRAIA DA JOMBA E O LOBITO VELHO

A faixa costeira estudada compreende uma extensão de aproximadamente 10km, desde a praia da Jomba ao extremo sul do Lobito Velho, composta maioritariamente por **arribas de natureza carbonatada**. Do ponto de vista geomorfológico em quase toda a sua extensão, observam-se vários vales suspensos, a diversas alturas, alguns dos quais atingem quase o nível do mar. Quanto à cobertura vegetal é visível a existência de uma fraca vegetação, constituída basicamente por gramíneas e pequenos arbustos espaçados de forma descontínua.

De acordo com a análise bibliográfica (ver capítulo II) e todo o trabalho de campo efectuado, concluiu-se que a zona costeira estudada corresponde, do ponto de vista geológico, essencialmente à unidade Alb₃ (Formação de Quissonde), dadas as características predominantemente margo-calcárias, em grande parte fossilíferas (ocorrência de amonóides, bivalves, gastrópodes e equinóides), aflorantes. No entanto, contrariamente ao admitido nas diversas cartas geológicas publicadas (ver, por exemplo, Galvão & Portugal, 1971) (Fig. IV.1), definem-se alguns afloramentos com características litológicas (calcários em bancos espessos, mais calciclásticos e praticamente sem margas) mais próximas da definição da unidade Alb₂ (Formação de Catumbela (ver Tavares *et al.*, 2007; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 2010 e Segundo, 2011). De facto, o bordo norte de toda a zona estudada é representada por calcários maciços da Formação de Catumbela, mais resistentes, que contactam por falha com uma sucessão margo-calcária, praticamente contínua, da Formação de Quissonde (Fig. IV.2), unidade que se observa muito bem ao longo de toda a praia da Jomba.

Nos sectores em que afloram as alternâncias margo-calcárias típicas da Formação de Quissonde, diferenciam-se vários conjuntos de unidades líticas distintas, tal como o preconizado anteriormente por Segundo (2011) para a praia da Jomba (Fig.IV.3). No estudo efectuado, que não teve como preocupação uma análise detalhada do ponto de vista litológico e estratigráfico, foi possível definir nesta formação, claramente dois conjuntos: na base, uma sucessão predominantemente calcária, sucedendo-lhe outra mais margosa. A cobrir toda esta unidade albiana definem-se, por vezes, depósitos conglomeráticos, igualmente carbonatados (de vertente), expostos ao longo de toda a costa, de forma descontínua.

Apesar da aparente semelhança das litologias que compõem a Formação de Quissonde, existe ao longo de toda a linha de costa estudada uma diferenciação das sucessões sedimentares que, a par da tectónica e de aspectos geomorfológicos associados, mostram várias feições. Tendo em conta esta variabilidade, e a análise das diversas fichas de observação de campo (ver capítulo III), definiram-se entre a praia da Jomba e as imediações do extremo norte do Lobito Velho, **três sectores** que serão a seguir descritos, de norte a sul (Fig. IV.4)

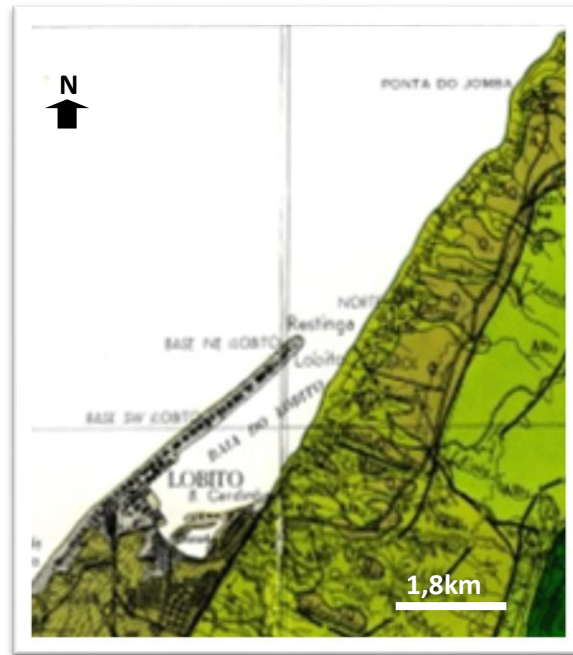


Fig.IV.1 - Extracto das Folhas 227/228-Lobito da Carta Geológica de Angola à escala 1/100000 (in Galvão & Portugal, 1971), Ilustrando a parte correspondente à zona costeira estudada. Ver legenda na Fig. II.6.



Fig.IV.2 - Observação do limite Norte da zona estudada (praia da Jomba) onde se observa o contacto por falha entre as formações de Catumbela e de Quissonde.

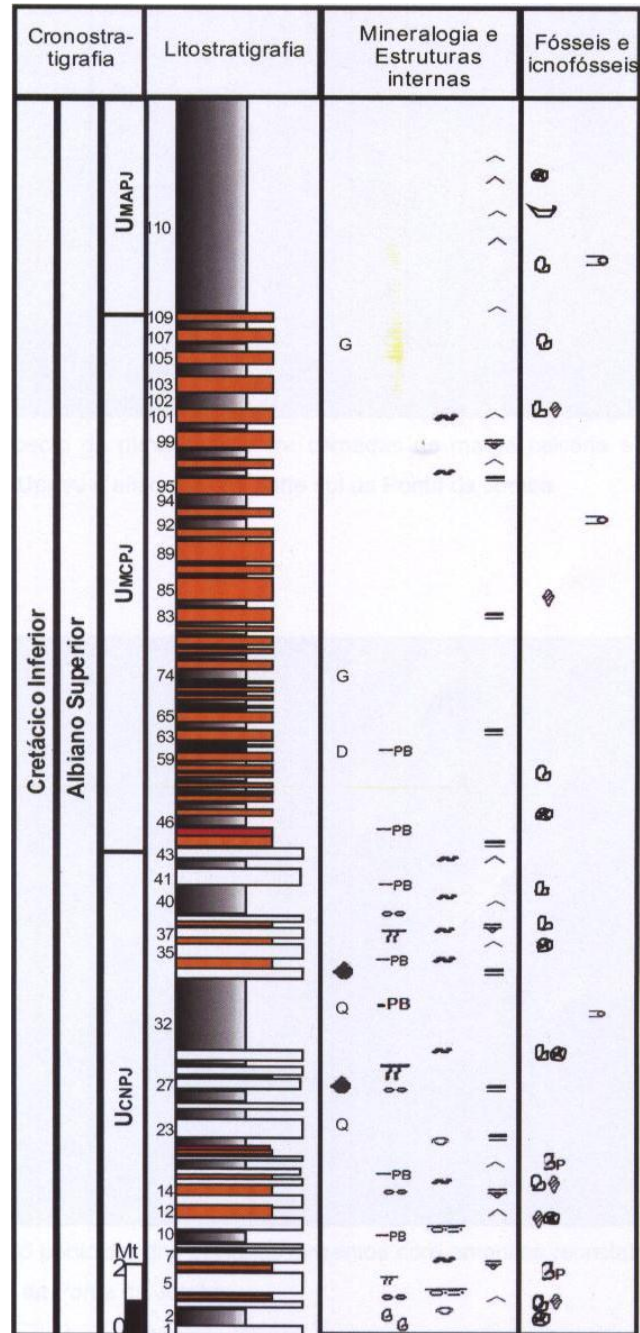


Fig.IV.3- Perfil estratigráfico da Formação de Quissonde aflorante na praia da Jomba onde é possível discernir um conjunto diferenciado de 3 unidades (retirado de Segundo, 2011).

1.Sector 1 – Praia da Jomba

Compreende toda extensão da praia da Jomba, definindo-se pela combinação de características geomorfológicas (existência de praia), condicionada claramente pelas características litológicas, dominadas por rochas margo-calcárias. Ao longo de todo o segmento da praia (13°37',949E/12°16',145S e 13°37', 873E/12°16',387S), são

visíveis variações quanto ao tipo das alternâncias calco-margosas, típicas da Formação de Quissonde (Fig. IV.3). Devido às boas condições de acesso, este sector acaba por ser o melhor ponto de observação e de caracterização geológica de toda a área estudada.



Fig.IV.4 - Localização dos sectores 1,2e3 da área de estudo (base cartográfica retirada do Google Earth).

Na porção norte da praia, logo a seguir ao pequeno esporão natural criado pelas litologias calcárias da Formação de Catumbela (Fig. IV.2), observa-se uma alternância regular de calcários em bancadas centimétricas a decimétricas com camadas de marga mais espessas. A cor das unidades líticas estratificadas é amarelo-acinzentada. Alguns calcários apresentam características calciclásticas, sendo dominante a presença de bioclastos (essencialmente fósseis de amonites). Tal como foi referido por Segundo (2011), existe uma variabilidade vertical do ponto de vista litológico (Fig. IV.3), que se observa muito bem ao longo de toda a praia, numa sucessão que pende ligeiramente para sul. De norte para sul a Formação de Quissonde fica gradualmente mais expressiva em litologias margosas e lutíticas (Figs. IV.5 a IV.7).



Fig.IV.5 – Aspecto da variabilidade vertical e lateral da Formação de Quissonde, onde as alternâncias marga-calcário mostram uma componente margosa mais saliente.

As características líticas mais margosas da Formação de Quissonde observam-se no segmento que se estende entre as coordenadas $13^{\circ}37',855E/12^{\circ}16',436S$ e $13^{\circ}37',833E/12^{\circ}16',490S$. No extremo Sul deste segmento observam-se pequenos retalhos, descontínuos, de depósitos conglomeráticos de natureza calcária (clastos mal calibrados), de vertente (possivelmente pós-cretácicos) que ravinam a unidade do Albiano (Fig. IV.6).



Fig.IV.6 - Ilustração do extremo Sul do segmento margoso da praia da Jomba, onde se observa uma unidade conglomerática de natureza calcária, correspondendo a um depósito de vertente que ravinam a Formação de Quissonde.

As evidências margosas são de tal forma tão salientes entre as coordenadas 13°37'820E/12°16'519S e 13°37' 785 E/12°16, 568S (porção mais meridional da praia), que se observa uma zona costeira com morfologia mais aplanada e com cobertura vegetal (Fig.IV.7).

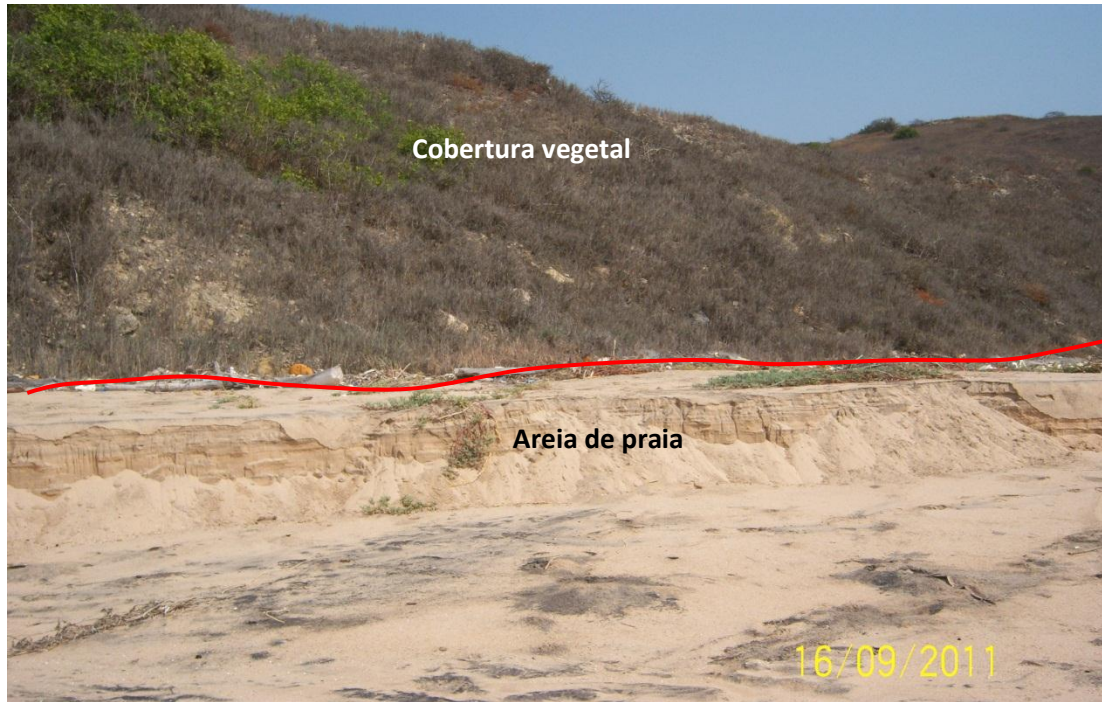


Fig.IV.7 – Ilustração da morfologia mais aplanada da zona costeira e da cobertura vegetal, resultante da sucessão mais margosa da Formação de Quissonde. Esta unidade é identificada em Segundo (2011) como MAPJ (ver Fig. IV.3).

Na extremidade sul da praia da Jomba a geologia mostra um conjunto de características completamente diferentes da sequência anteriormente observada. Começa a desenvolver-se novamente uma arriba, materializada por uma sucessão de alternâncias regulares margas-calcário, numa estrutura inclinada para NE (Fig. II.8), e onde se observam as unidades mais basais da Formação de Quissonde (unidades MCPJ e CNPJ de Segundo, 2011). Este bordo, de estrutura em sinclinal, provavelmente influenciado por alguma fracturação, horizontaliza-se na parte sul, correspondendo à parte terminal da praia da Jomba (Figs. II.9 a II.10). Do ponto de vista da tectónica, este segmento encontra-se muito fracturado, observando-se ao longo de quase toda sua extensão várias fracturas e pequenas falhas (Figs.IV.9 e IV.10).

Salienta-se desta forma que, à medida que os materiais constituintes das arribas se vão tornando mais calcários e menos margosos, a largura da faixa arenosa

longitudinal vai se tornando cada vez mais estreita, começando-se a observar arribas vivas e abruptas (Fig. IV.10).



Fig. II.8 – Aspecto estrutural (inclinação dos estratos) do contacto entre as duas unidades superiores da Formação de Quissonde aflorantes na praia da Jomba (unidades MCPJ e MAPJ de Segundo, 2011).

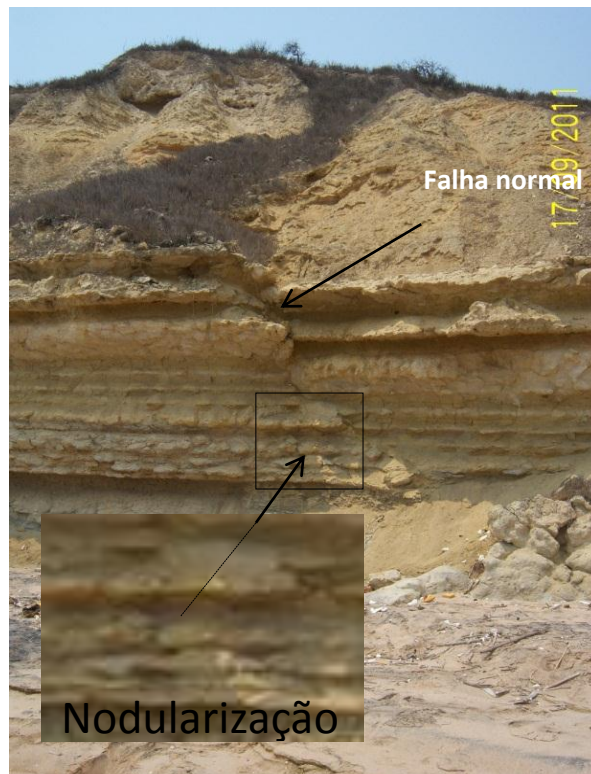


Fig.IV.9 - Aspecto da sucessão estratigráfica da Formação de Quissonde, ilustrando as suas típicas alternâncias marga-calcário e alguma nodularização. De notar ainda a presença de uma pequena falha normal, observada entre as estações J17 e J18 (entre as coordenadas $13^{\circ} 37'49,66E/12^{\circ} 16'28,01S$ e $13^{\circ} 37'48,02E/12^{\circ} 16'30,70S$).

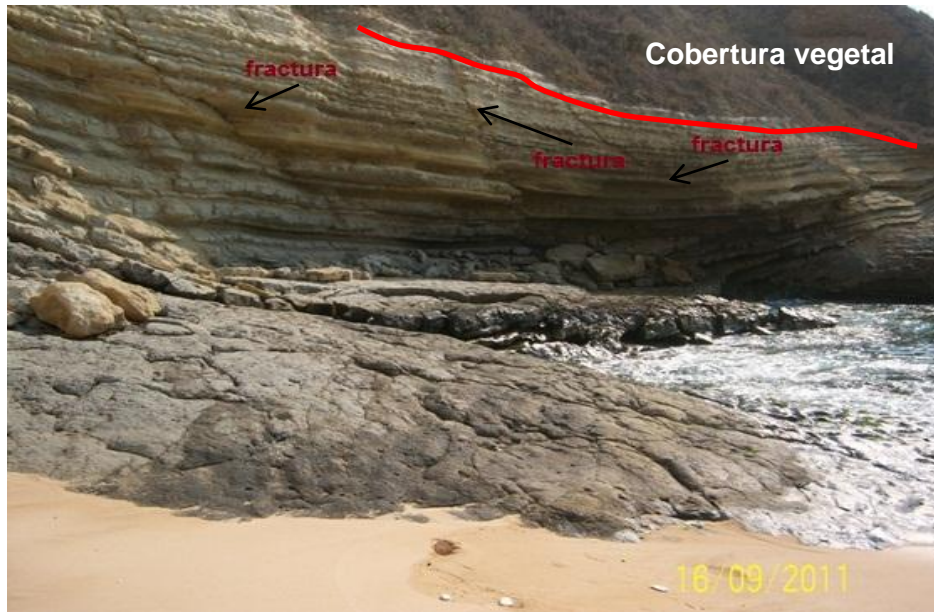


Fig.IV.10 - Aspecto visual da fracturação das alternâncias marga-calcário no extremo sul da praia da Jomba.

2.Sector 2 - Extremo Sul da Praia da Jomba e o Farol do Lobito

Este sector define-se pela combinação de características geomorfológicas distintas do sector anterior, onde se salienta a existência de arribas com declive de 75° a 85° (expostas à abrasão marinha) e de vales encaixados, todos eles acima do nível do mar. Do ponto de vista geológico (litostratigráfico) as arribas são constituídas essencialmente por alternâncias marga-calcário, típicas da Formação de Quissonde (Figs. IV.11 a IV.13), correspondendo possivelmente às duas unidades basais descritas por Segundo (2011) para a praia da Jomba. Evidências dessa diferenciação litológica podem ser observadas ao longo de toda esta faixa, através da sobreposição de um conjunto alternante, mais margoso, sobre outro mais calcário, com intercalações marga-calcário mais regulares (Fig. IV.11).

Neste segmento, as camadas pendem geralmente e ligeiramente para norte, observando-se por vezes o contacto das alternâncias calco-margosas com uma unidade conglomerática composta por clastos de natureza calcária (Fig.IV.12). Ao longo deste sector são evidentes algumas porções das arribas extraordinariamente fracturadas (falhas normais), algumas delas não intersectando partes da sucessão estratigráfica superior da Formação de Quissonde. Isto significa que essa fracturação terá sido em parte contemporânea da deposição desta unidade (Fig. IV.13).



Fig.IV.11 – **A:** Aspecto da sucessão alternante decimétrica mais calcária; **B:** Unidade alternante mais margosa, mais susceptível à erosão.

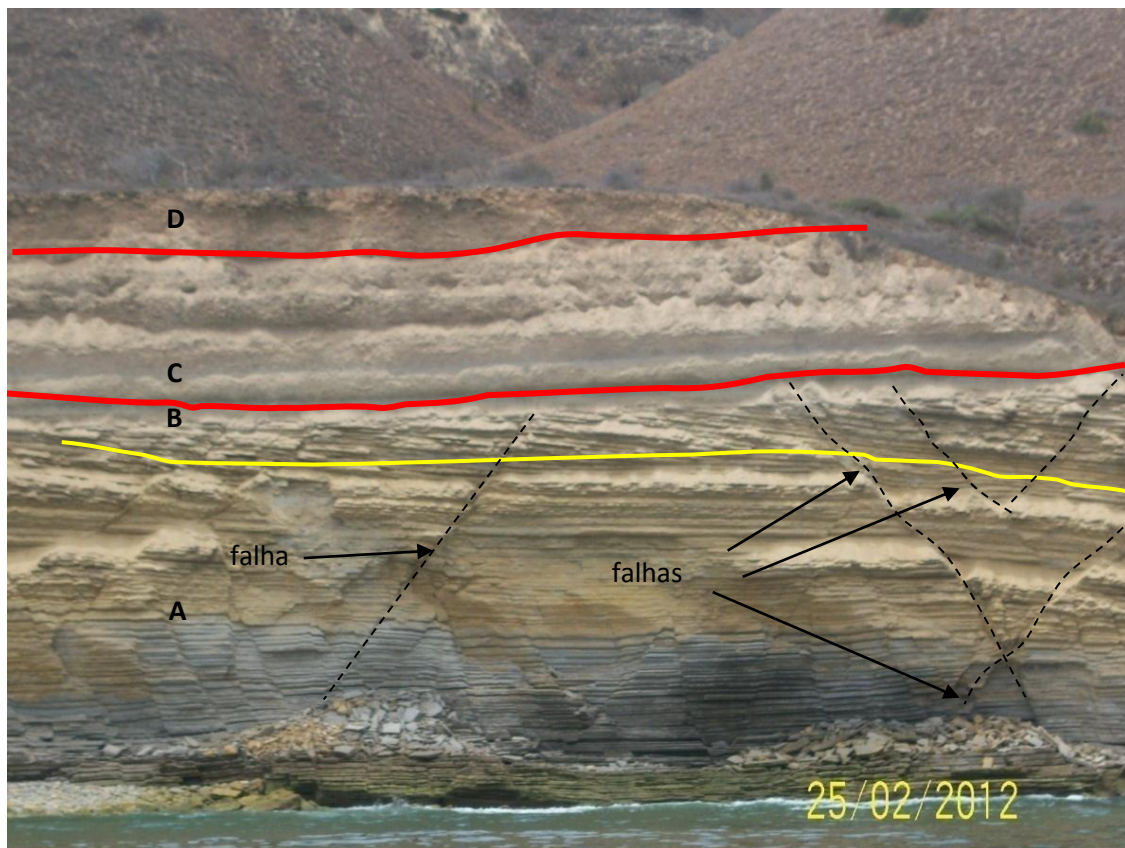


Fig.IV.12 – Sobreposição de vários conjuntos litológicos margo-calcários da Formação de Quissonde (**A** e **C**) evidenciando-se várias fracturas, algumas contemporâneas da deposição da formação. De notar a ocorrência de uma unidade conglomerática calcária (**D**) que se sobrepõe a todo o conjunto.

Ao longo de quase toda sua extensão, observam-se neste sector vários vales suspensos, todos eles acima do nível do mar. Em parte associadas a estas morfologias podem observar-se algumas zonas com acumulação de calhaus na base da arriba, configurando pequenas praias com largura de 1 a 3m, favorecidas pelas características micromareais da zona costeira (Fig. IV.13).

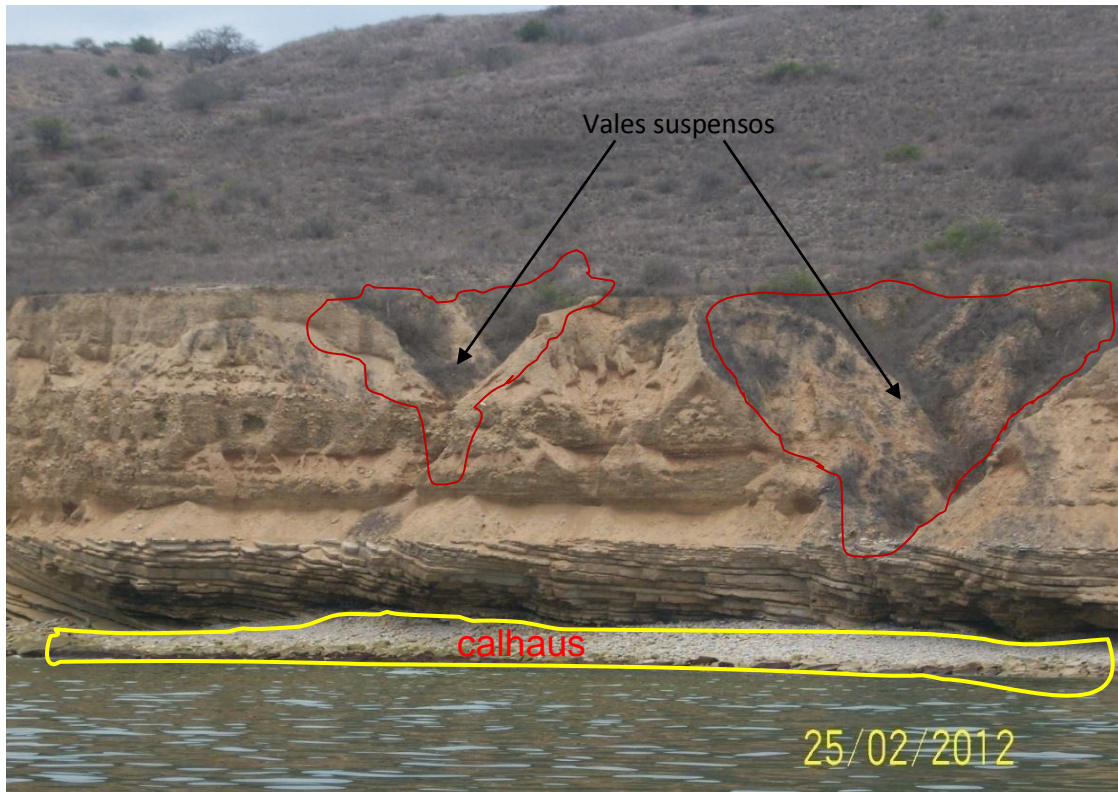


Fig.IV.13 - Aspecto visível dos vales suspensos e da faixa longitudinal constituída basicamente por calhaus.

3.Sector 3 – Extremo Sul do Farol do Lobito a Norte da Secil (Lobito Velho)

Apesar de não se diferenciar muito do ponto de vista litológico (Formação de Quissonde) do sector anterior, este define-se por apresentar arribas muito abruptas, com declives entre 80° a 90°. Por outro lado, constitui um espaço da zona costeira (essencialmente no extremo sul) que se encontra a ser intervencionada com grandes obras de engenharia (ver Considerações Finais) e, como tal, de acesso restrito.

Do ponto de vista geomorfológico, para além das arribas, definem-se vários vales encaixados, muito acima do nível da água do mar, com cotas superiores a 8m. Estes vales potenciam a queda de blocos que se acumulam na base das arribas,

influenciados pelo declive da arriba, formando uma faixa longilitoral, de aproximadamente 3m de largura constituída essencialmente por calhaus de natureza calcária (Fig. IV.14)

De realçar que neste sector as arribas apresentam geralmente uma homogeneidade marcante, que lhes caracteriza na estratificação das suas camadas ao longo da extensão deste sector. A parte superior da arriba, expressa uma descontinuidade da unidade lítica constituído essencialmente por depósitos, devido à presença de inúmeros vales encaixados (Figs.IV.14 a II.16).



Fig.IV.14 - A: Aspecto visível do vale suspenso acima do nível médio da água do mar, cortando uma sucessão muito bem estratificada da Formação de Quissonde.

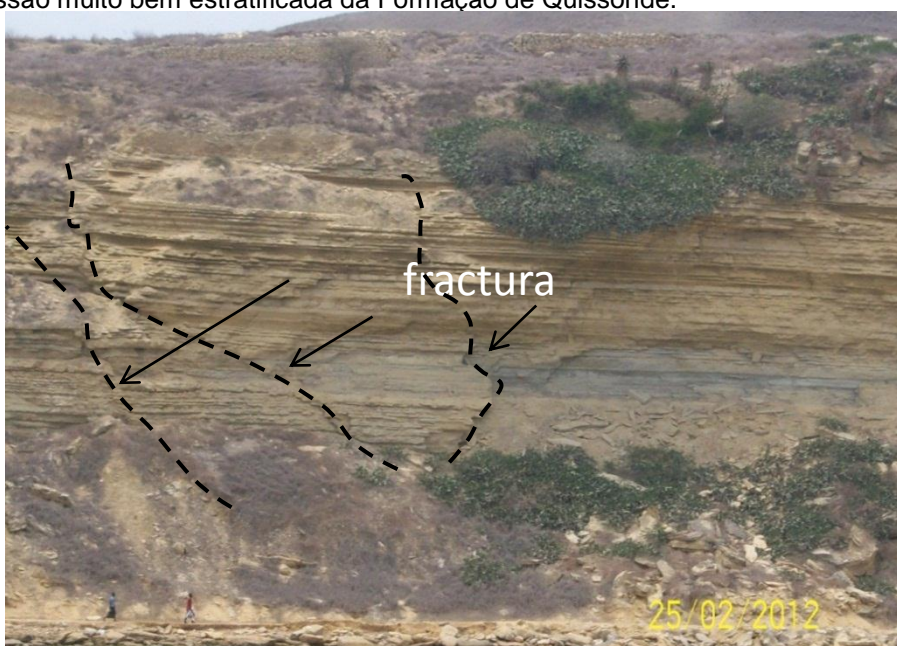


Fig. IV.15 – Aspecto visível da intensa fracturação, declive e altura da arriba (escala dada pelas duas pessoas na parte inferior esquerda da imagem).



Fig.IV.16 – Aspecto da estratificação das unidades líticas aflorantes neste segmento. **A:** Unidade calcária em bancada métrica. **B:** Unidade calcária em bancada métrica, com estratificação decimétrica. **C:** Alternância calco-margosa em bancada métrica, com estratificação decimétrica. **D:** Depósitos de vertente.

Em termos de conclusão, os três sectores da faixa litoral mostram um domínio de alternâncias marga-calcário da Formação de Quissonde, fortemente tectonizadas, algumas delas com disposição paralela à costa. Segundo Galvão & Silva (1972), o estilo tectónico desta região é muito complexo pois, além dos dobramentos e fracturação, deve-se acrescentar os acidentes diapíricos que afectaram as camadas sedimentares de toda a zona meridional, desde o Cretácico ao Miocénico.

V. CARACTERIZAÇÃO DOS FACTORES CONDICIONANTES DA INSTABILIDADE DAS ARRIBAS COSTEIRAS ENTRE A PRAIA DA JOMBA E O EXTREMO NORTE DA SECIL (LOBITO VELHO)

Na avaliação dos factores condicionantes da instabilidade e na caracterização dos movimentos de massa assumiram-se os mesmos três sectores definidos no capítulo anterior:

Sector 1 - Praia da Jomba;

Sector 2 – Extremo sul da praia da Jomba e o farol do Lobito;

Sector 3 – Extremo sul do farol do Lobito a norte da Secil (Lobito Velho).

Esta análise, resultante dos levantamentos de campo, será baseada na discussão dos seguintes factores: 1 - factores morfológicos, 2 – factores líticos, 3 – factores geomecânicos, 4 – outros factores, 5- avaliação da susceptibilidade e da tipologia dos movimentos de massa nas arribas.

1. Factores Morfológicos

1.1. Largura da Faixa Longitudinal

Na Fig.V.1. aparecem representadas as diferentes classes de largura da faixa longitudinal, as quais se vão alterando em função das oscilações entre o nível do mar no período de preia mar e baixa-mar. Domina a classe de largura inferior a 5m, correspondendo a 84 pontos de observação, sendo que na maioria a abrasão marinha dá-se directamente na base da arriba, o que traduz que esta coincide com a linha de variação do nível médio da água do mar. Os valores superiores a 15m concentram-se na praia da Jomba, em que a faixa longilitoral está representada por um cordão arenoso.

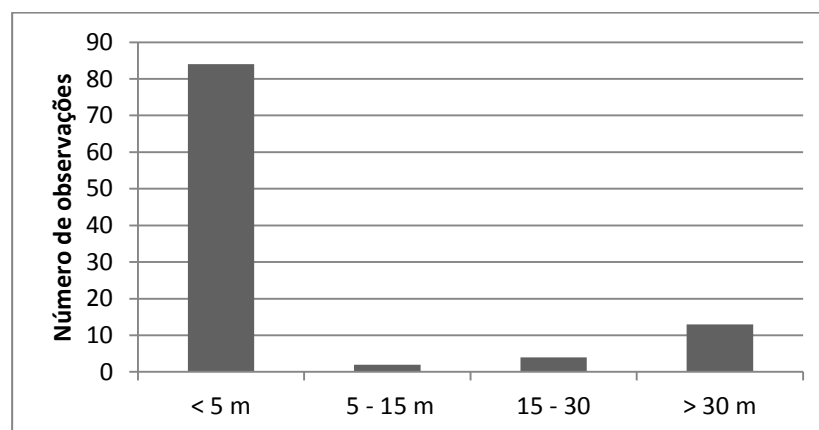


Fig. V.1- Classes de largura da faixa longitudinal.

1.2. Altura da Arriba

Na Fig.V.2. aparecem representadas as classes de altura da arriba, correspondendo cerca de 16m o valor médio, sendo dominante a classe compreendida entre 10 e 20m. Verifica-se que no sector da praia da Jomba os valores de altura da arriba são sempre próximos de 10m. No sector do farol a altura da arriba é menos constante, variando os valores entre 7 e 19m. No sector do Lobito Velho a altura da arriba é genericamente superior aos sectores anteriores, variando entre 15 e 34m.

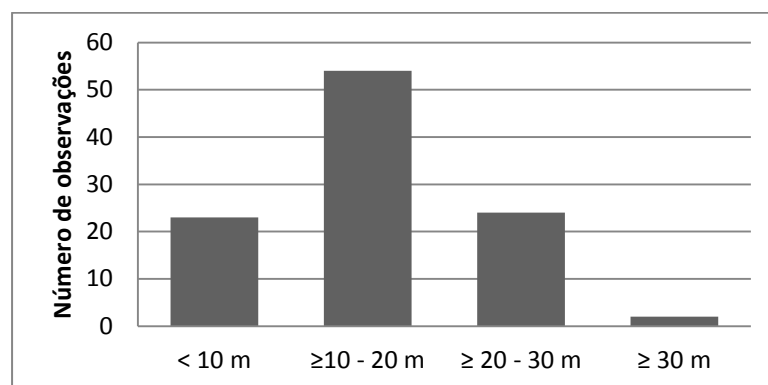


Fig.V.2 - Classes de altura da arriba.

1.3. Inclinação da Arriba

Na Fig.V.3. aparecem representadas as classes de inclinação da arriba, correspondendo a 80° o valor médio, sendo dominante a classe $\geq 83^\circ$. Verifica-se que no sector da praia da Jomba os valores de inclinação das arribas são sempre próximos do intervalo 30 – 75°. No sector do farol a inclinação da arriba é constante, sendo os valores próximos da vertical. De igual modo no sector do Lobito Velho a inclinação da arriba é igualmente elevada, à semelhança do segundo sector, variando entre 80- 90°.

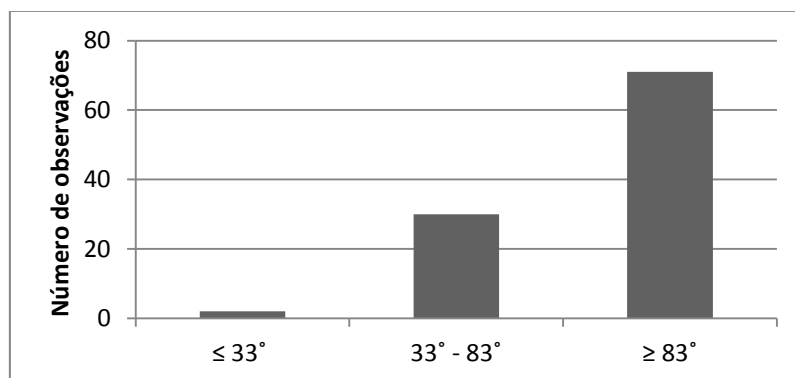


Fig.V.3 - Classes de inclinação da arriba.

1.4. Protecção de Sopé

Para as classes de protecção de sopé. Domina a classe “ Sim” com protecção de sopé, correspondendo a 54 pontos de observação, equivalente a 52%. Verifica-se que no sector da praia da Jomba não há protecção de sopé, devido a faixa arenosa longitudinal. No sector do farol a protecção de sopé não é muito constante, variando a extensão da linha de costa com protecção de sopé, existindo 29 pontos de observação sem protecção de sopé. No sector do Lobito Velho a protecção de sopé é geralmente superior, comparativamente ao segundo sector do farol, equivalente a 45% da extensão da linha de costa com protecção de sopé.

2. Factores Líticos

2.1. Volume dos Materiais Instabilizados

Na Fig.V.4. aparecem representadas as classes de blocometria, sendo dominante a classe entre $0,343\text{m}^3$ e $3,375\text{m}^3$ o correspondendo a 30 pontos de observação, dos 73 pontos de observação ao longo da linha de costa. Equivalente a 41%. (Ver Tabela III. 4.). Verifica-se que no sector da praia da Jomba a blocometria varia entre $0,000216\text{m}^3$ e $0,008\text{m}^3$ à $0,008\text{m}^3$ e $0,343\text{m}^3$. Domina a classe entre $0,008\text{m}^3$ e $0,343\text{m}^3$, correspondendo a 9 pontos de observação. Entre o sector do farol e o da Secil, a blocometria varia entre $0,343\text{m}^3$ à $(> 27\text{m}^3)$. De realçar que nestes sectores existem materiais instabilizados cuja sua blocometria atingem volumes estimados em 80m^3 .

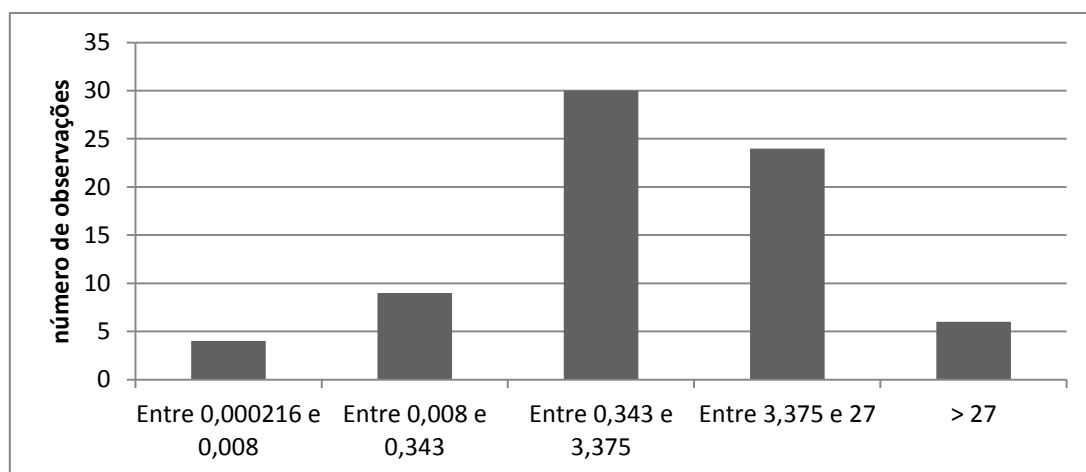


Fig.V.4 - Volume dos materiais instabilizados.

2.2. Heterogeneidade dos Materiais

Na representação das classes de heterogeneidade dos materiais, dos 103 pontos de observação correspondentes aos três sectores, domina a classes do sim (heterogeneidade), correspondendo a 93 pontos de observação, o equivalente a 90%. O sector da praia da Jomba e o da Secil (Lobito Velho), os materiais são basicamente heterogéneos, onde se observam sucessivas alternâncias calco-margosa. No sector do farol, 10 pontos dos 35 pontos de observação, corresponde a classes não (basicamente homogéneas), o equivalente a 10%.

2.3.Espessura dos Estratos

Na representação das classes de espessura dos estratos. Domina a classe dos estratos com espessura entre 6 – 10 cm, correspondendo a 65 pontos de observações, o equivalente a 63%. Verifica-se que no sector da praia da Jomba os valores de espessura dos estratos encontram-se entre 10 – 60 cm. No sector do farol bem como no sector do Lobito Velho, a espessura dos estratos pode ser representada por dois intervalos, 6 – 10 cm à 10 – 60 cm.

3.Factores Geomecânicos

3.1. Grau de Alteração

Na Fig.V.5. aparecem representadas as classes de grau de alteração. Domina a classe de grau de alteração o W3, correspondendo a 80 pontos de observação, equivalente a 78%. Representando este termo mediantemente alterado, materiais com alteração visível em todo o maciço rochoso, mas a rocha não é fiável (Ver Tabela III.1). Nos sectores da praia da Jomba e do farol o grau de alteração é variável. No sector do Lobito Velho o grau de alteração é mais constante, comparativamente ao primeiro e o segundo sector, dominando o termo W3.

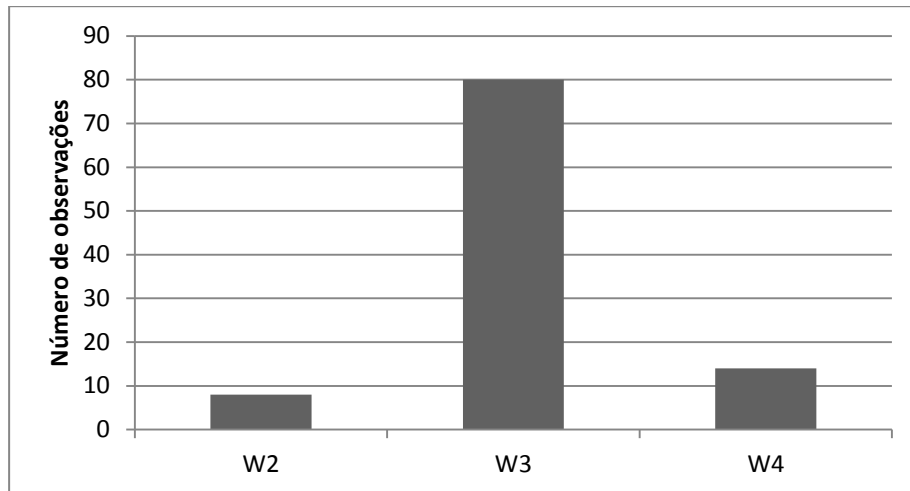


Fig.V.5 - Classes de grau de alteração nos três sectores em estudo.

3.2. Espaçamento das Descontinuidades

Na Fig.V.6. aparecem representadas as classes de espaçamento das descontinuidades, sendo dominante o intervalo F3, correspondendo a 69 pontos de observação, o equivalente a 67%, e que se caracterizam por descontinuidades mediamente afastadas, maciço mediamente fracturado (Ver Tabela III.2). Em termos genéricos verifica-se que no sector da praia da Jomba o espaçamento das descontinuidades varia entre os intervalos F3 à F5; no sector do farol o espaçamento das descontinuidades predominantemente é o intervalo F3; no sector da Secil (Lobito Velho) o espaçamento das descontinuidades varia entre F3 e F4.

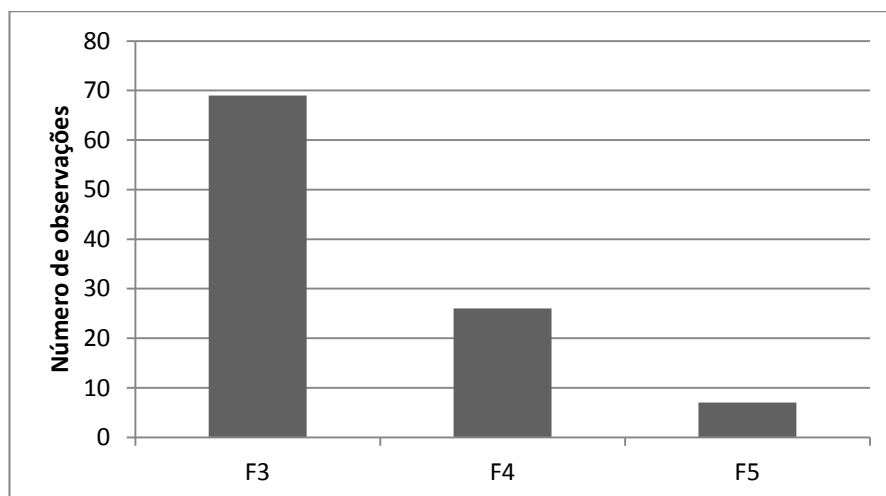


Fig.V.6 - Classes de espaçamento das descontinuidades.

3.3. Resposta à Percussão

Na Fig.V.7. aparecem representadas as classes de resposta à percussão do martelo no material. Domina a classe de resposta a percussão - moderadamente compacto, correspondendo a 91 pontos de observação, o equivalente a 88%. Verifica-se que no sector da praia da Jomba a resposta à percussão varia entre o moderado compacto e o pouco compacto, dominando o moderado compacto, correspondente a 12 pontos de observação, dos 19 pontos correspondente ao sector. No sector do farol a resposta à percussão domina o moderado compacto. No sector do Lobito Velho a resposta à percussão domina o moderado compacto correspondente a 44 pontos de observação, dos 48 pontos de observação do sector.

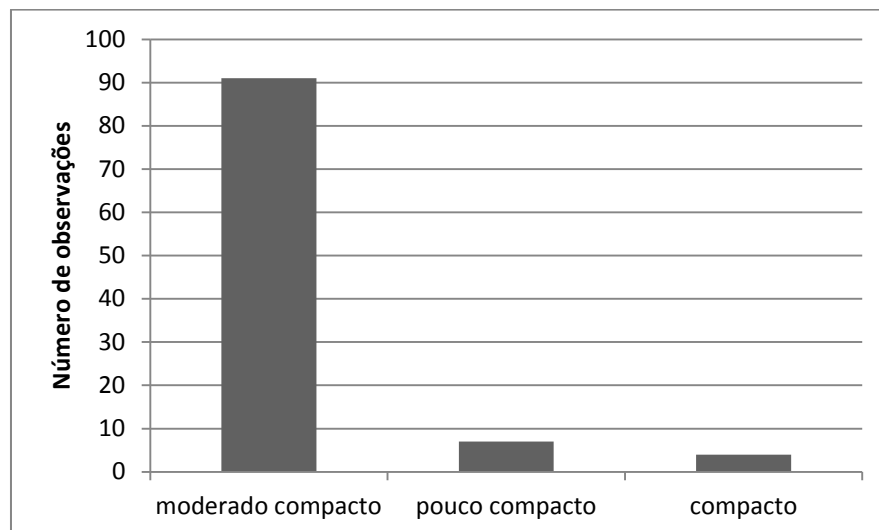


Fig.V.7 - Classes de resposta à percussão ao martelo no material dos sectores.

4. Outros Factores

4.1. Cobertura Vegetal

Na Fig.V.8. aparecem representadas as classes de cobertura vegetal. Domina a classe de pouca cobertura vegetal e muito espaçada, correspondendo a 58 pontos de observação, o equivalente a 56%. Verifica-se que no sector da praia da Jomba a cobertura vegetal varia entre as classes com cobertura vegetal e as classes com pouca cobertura vegetal e muito espaçada, domina a classe de pouca cobertura vegetal e muito espaçada, correspondendo a 10 pontos de observação dos 19 pontos do sector. Equivalente a 10%. No sector do farol dominam as classes sem cobertura vegetal, correspondendo a 19 pontos dos 35 pontos de observação correspondentes

ao sector, o equivalente a 18%. No sector do Secil (Lobito Velho), domina a classe de pouca cobertura vegetal e muito espaçada, correspondente a 32 pontos, dos 48 pontos de observação correspondente ao sector, o equivalente a 31%.

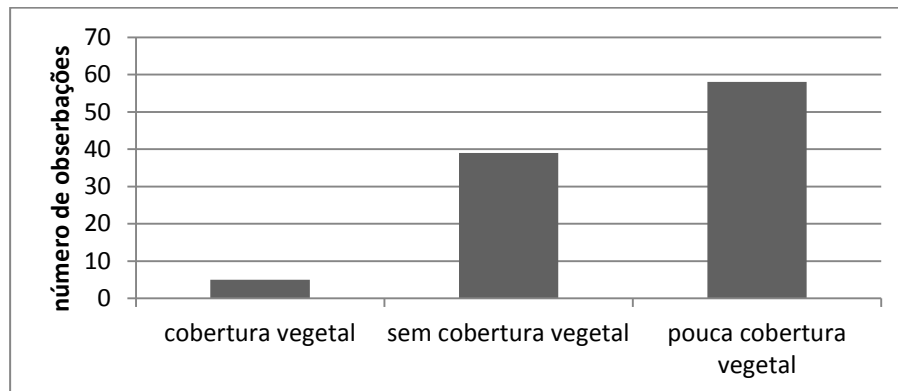


Fig.V.8 – Classes de cobertura vegetal nas arribas.

4.2. Exposição à Abrasão Marinha

Na representação das classes de exposição à abrasão marinha. Domina o “Sim”, exposição à abrasão marinha. O equivalente a 84%, correspondente a 87 pontos, dos 103 pontos de observação. Verifica-se que no sector da praia da Jomba devido a largura da faixa arenosa longilitoral ao longo de quase toda sua extensão, excepto o extremo sul, a exposição directa à abrasão marinha não si faz sentir. No sector do farol, bem como no sector do Lobito Velho, as arribas estão basicamente expostas a abrasão marinha.

5. Avaliação da Susceptibilidade e da Tipologia dos Movimentos de Massa nas Arribas

5.1. Movimentos de Massa

De modo a caracterizar a faixa costeira em relação à susceptibilidade e à tipologia dos movimentos de massa nas arribas, foram tidos em conta diferentes factores nomeadamente: a existência de movimentos de tombamento, desmantelamento da arriba por erosão ravinante, deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional planar, deslizamento translacional em cunha e quedas de blocos. De acordo com o grau de importância no que respeita à influência que esta tem em relação à susceptibilidade.

Na Fig.V.9, aparecem representadas as classes de movimentos de massa. Das 103 estações de observação, ao longo da linha de costa que compreende a área de estudo, observaram-se variações na tipologia dos movimentos de massa (fig. V.10). Domina nesta classe, o movimento de quedas de blocos, correspondendo 38 pontos de observação, o equivalente a 45%. Na segunda posição correspondente a 15 pontos de observação, relacionado o deslizamento rotacional superficial, equivalente a 18%. Na terceira posição correspondente a 12 pontos de observação, o deslizamento rotacional planar, equivalente a 14%. Na quarta posição, correspondente a 10 pontos de observação, o movimento de tombamento, equivalente a 12%. Na quinta posição o deslizamento rotacional em cunha, correspondente a 7 pontos de observação, equivalente a 8%. Na sexta e última posição, correspondente a 4 pontos de observação, afigura o desmantelamento por erosão ravinante, equivalente a 5%.

No sector da praia da Jomba a tipologia do movimento de massa dominante é o desmantelamento por erosão ravinante; nos dois últimos sectores, o do farol e da Secil, o movimento dominante é a queda de blocos, os outros seguem em função da ordem. Deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional planar, tombamento e o deslizamento translacional em cunha.

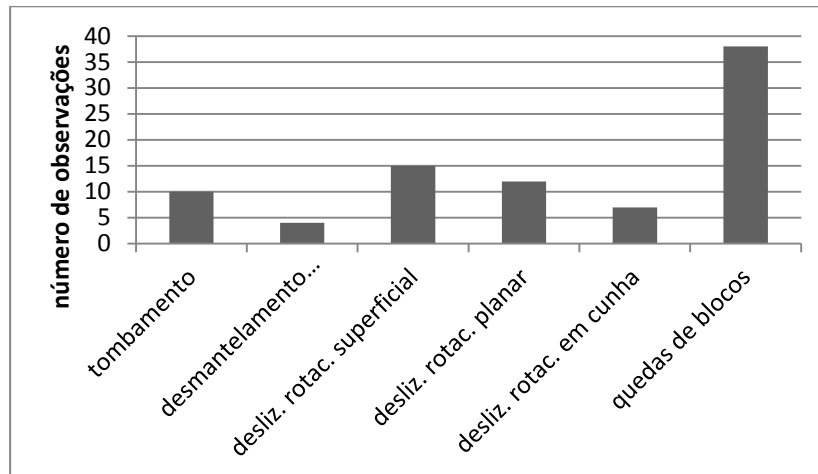


Fig.V.9 -Tipologia dos movimentos de massa nas arribas.

Apresentam-se a título de exemplo seis locais de observação em que foram identificadas diferentes tipos de instabilidade: quedas de blocos, movimento de tombamento, deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional em cunha, deslizamento translacional planar, desmantelamento da arriba por erosão ravinante (Fig. V.10).



A – Exemplo de queda de blocos no sector 2 (farol)



B – Exemplo de movimento de tombamento no sector 2 (farol)



C – Exemplo de deslizamento rotacional superficial no sector 1 (farol)



D – Exemplo de deslizamento translacional em cunha no sector 3 (Secil)



E – Exemplo de deslizamento translacional planar no sector 2 (farol)

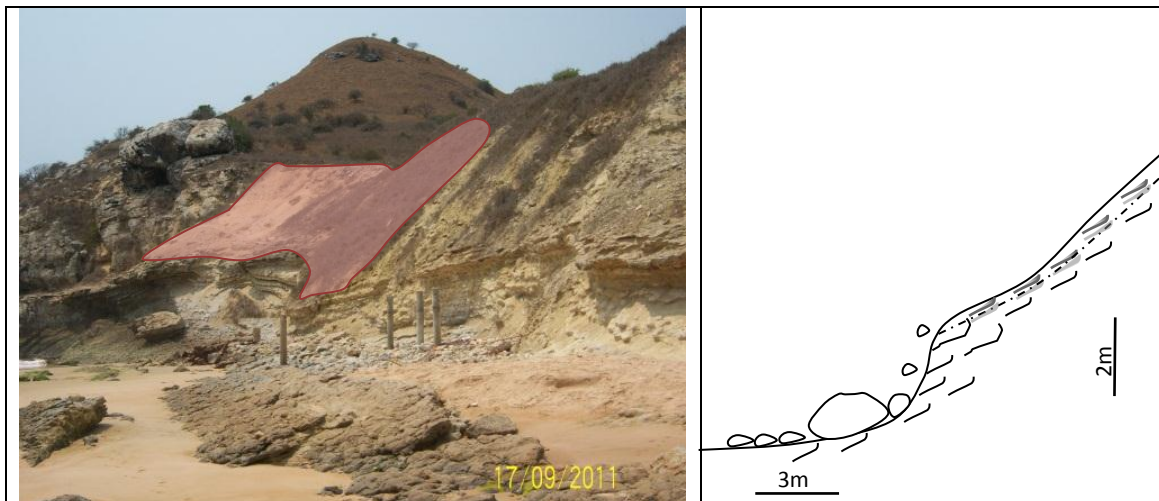


F – Exemplo de dismantelamento da arriba por erosão ravinante no sector 1 (Jomba)

Fig.V.10 – Ilustração dos diferentes tipos de instabilidade observados ao longo da faixa costeira estudada.

5.2. Perfis-tipo da instabilidade das arribas

Apresentam-se seguidamente doze perfis-tipo de observação onde se apresentam as características da morfologia da arriba, a caracterização dos materiais da arriba e classificação dos movimentos de instabilidade. Pretende-se com esta amostragem de perfis-tipo de observação produzir uma sistemática avaliação dos factores condicionantes da instabilidade das arribas e do tipo de movimento de instabilidade gerado. A apresentação dos diferentes perfis-tipo, embora sem um espaçamento constante, procura representar de Norte (praia da Jomba) para Sul (Secil - Lobito Velho) ilustra as diferentes formas de instabilidade e a volumetria dos materiais envolvidos.



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura aproximada de 10m, com uma inclinação de 55°. Na base da vertente aparece uma faixa longilitoral arenosa, com uma largura máxima de 6m em baixa-mar, que desaparece em preia-mar. Na base observa-se um volume de acumulação de material instabilizado por deslizamento. A arriba apresenta uma pequena cobertura vegetal de forma descontínua.

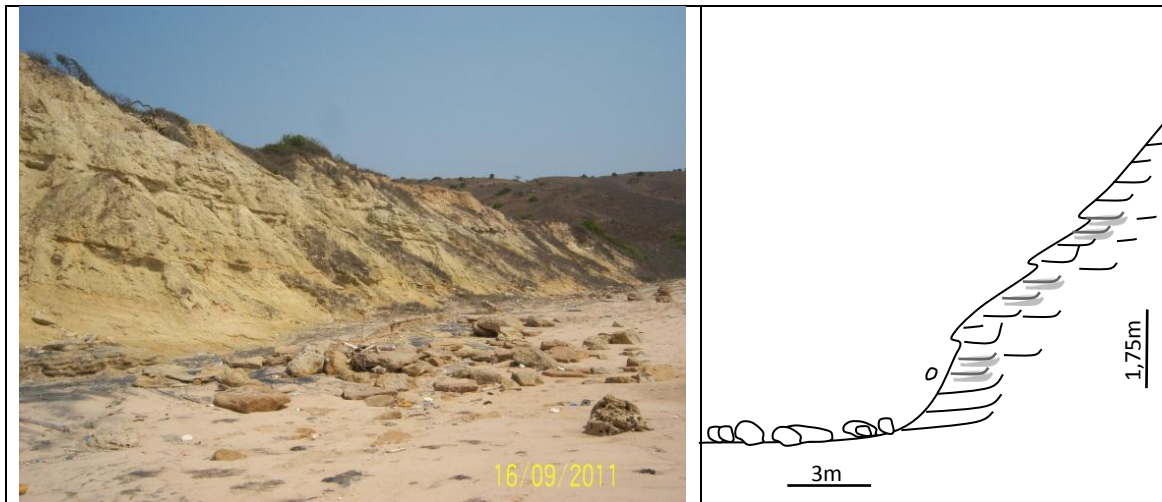
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente heterogéneos, de natureza calcária e margo-calcária, aflorantes na zona de contacto entre à Formação de Catumbela e a Formação de Quissonde. A estratificação inclina genericamente para oeste, com valores 40° a 55°. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm) e o espaçamento das diaclases F4 (6 a 10cm), e a abertura das diaclases (0,25 – 2,5mm). Em termos médios os materiais apresentam um grau de alteração superficial W3, e uma resposta à percussão ao martelo (muito compacto à moderado compacto).

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de deslizamento translacional planar e queda de blocos, originando materiais com diferente heterometria. Há blocos com dimensões que podem atingir 0,6m³, sendo o volume médio dos blocos de aproximadamente 0,004m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da vertente na faixa arenosa longilitoral e sujeitos à abrasão marinha em preia-mar.

Fig.V.11 - Perfil-tipo 1 – sector 1 (Extremo Norte da praia da Jomba).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 7m, com uma inclinação média de 60°. Na base da vertente aparece uma faixa longilitoral arenosa, com uma largura máxima em preia-mar de 20m. A vertente apresenta sulcos de ravinamento que promovem a erosão regressiva com desmantelamento dos materiais rochosos. Na base observa-se um volume de acumulação de material instabilizado por desmantelamento. A arriba apresenta zonas sem cobertura vegetal indiciando uma elevada erodibilidade e localmente zonas com cobertura vegetal rasteira, a vegetação aparece mais desenvolvida para lá do topo da arriba.

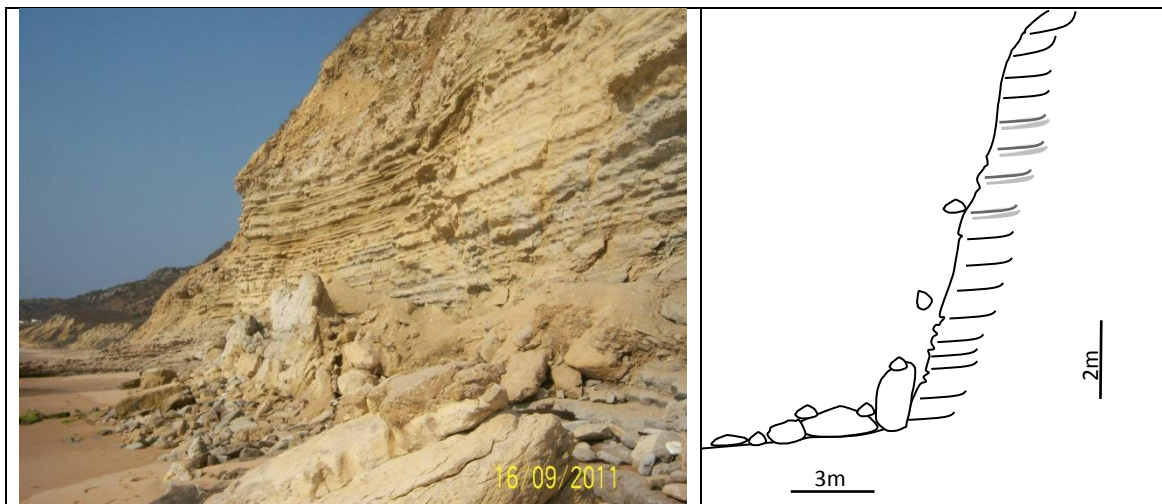
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação inclina ligeiramente para sudoeste. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F4 (6 a 20), e a abertura (0,25 – 2,5mm). O grau de alteração superficial é W4, e uma resposta à percussão ao martelo moderadamente compacta.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de desmantelamento da arriba por erosão ravinante remontante a qual origina pequenas soleiras que são instabilizadas sob a forma de queda de blocos. O volume médio dos blocos instabilizados é de aproximadamente 0,01m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da vertente na faixa arenosa longilitoral e sujeitos à abrasão marinha em preia-mar.

Fig.V.12 – Perfil-tipo 2 – Sector 1 (praia da Jomba).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 15m, com uma inclinação de 80°. Na base da vertente aparece uma faixa longilitoral arenosa, com uma largura máxima em baixa-mar de 9m. Na base há um volume de acumulação de material instabilizado por queda de blocos. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba está exposta à abrasão marinha em preia-mar.

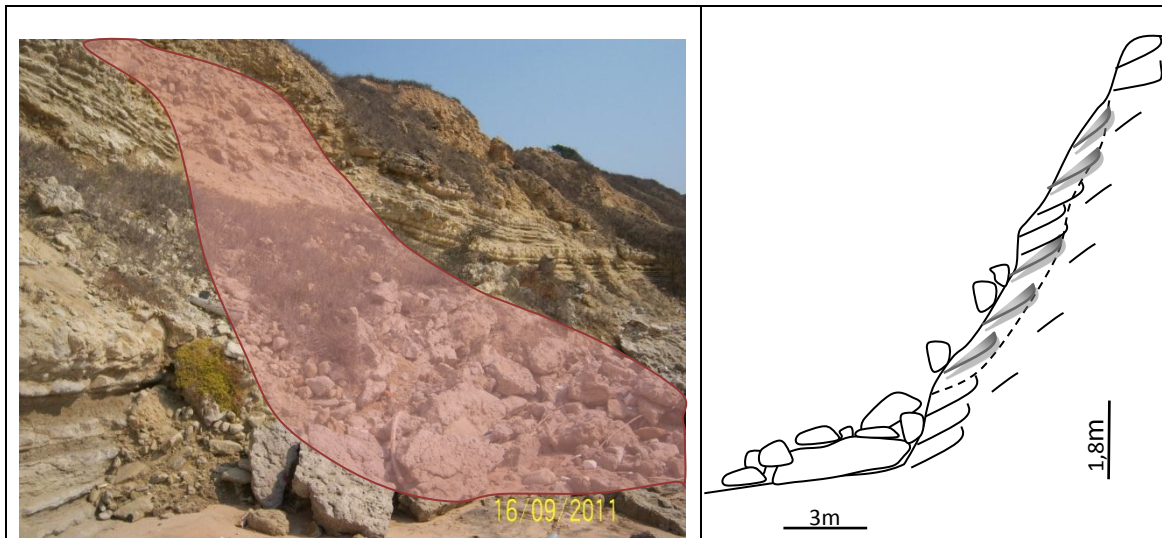
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação inclina ligeiramente para sudoeste. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20) sendo a abertura de 0,25 – 2,5mm. O grau de alteração superficial é W3, e uma resposta à percussão ao martelo é moderadamente compacta a compacta).

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de queda de blocos, com diferente heterometria. Há blocos com dimensões que podem atingir 0,6m³, sendo o volume médio dos blocos de aproximadamente 0,08m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da vertente na faixa arenosa longilitoral. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade, nomeadamente na proximidade das superfície de falha.

Fig.V.13 – Perfil-tipo 3 - Sector 1 (praia da Jomba).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 12m, com uma inclinação de 70 °. Na base da vertente aparece uma faixa longitudinal arenosa, com uma largura máxima em baixa mar de 7m. Na base há volume de acumulação material instabilizado por deslizamento. A arriba apresenta uma fraca cobertura vegetal de forma descontínua, que cobre pequenas superfícies do declive. A base da arriba está exposta à abrasão marinha em preia-mar.

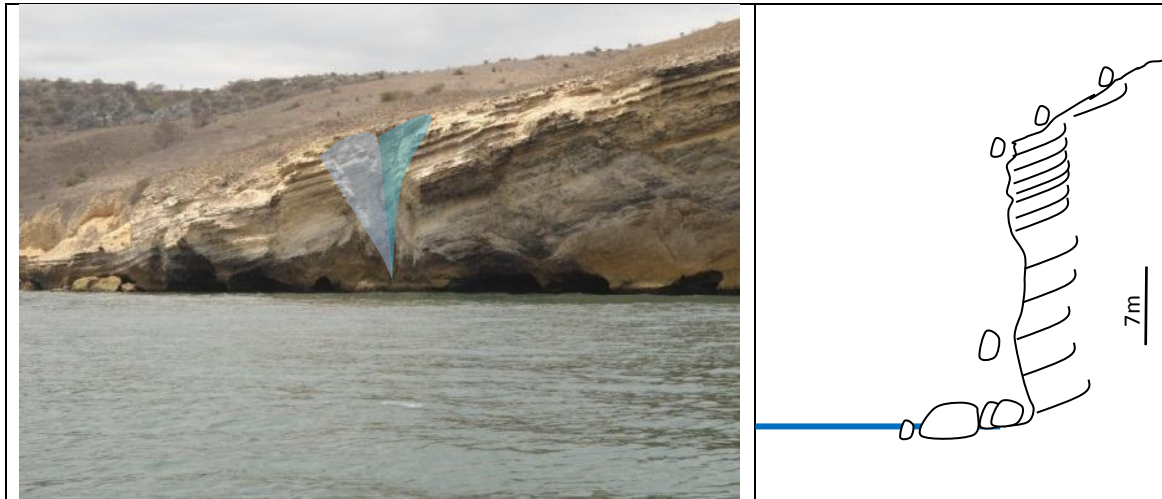
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação é genericamente horizontal. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20). E a abertura (0,25 – 2,5mm). O grau de alteração superficial é W3, e uma resposta à percussão ao martelo de moderadamente compacto a compacto.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de deslizamento rotacional superficial, com diferente heterometria. Há blocos com dimensões que podem atingir 0,6m³, sendo o volume do médio dos blocos de aproximadamente 0,06m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da vertente na faixa arenosa longitudinal. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade.

Fig.V.14 – Perfil-tipo 4 - Sector 1 (praia da Jomba).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura variável, com valor máximo de aproximadamente 25m, com uma inclinação de 80°. A arriba apresenta na base um entalhe basal. Na base da arriba e parcialmente emersos, há blocos resultantes da instabilização. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba está exposta à abrasão marinha.

Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogêneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação inclina para noroeste. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20cm), e a abertura (0,25 – 2,5mm). O grau de alteração superficial é W2, com uma resposta à percussão ao martelo do tipo moderadamente compacta a compacta.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de deslizamento translacional em cunha e queda de blocos. Sendo o volume médio dos blocos de aproximadamente 1m³, e resultantes nomeadamente do colapso do entalhe basal. Os materiais instabilizados, parcialmente emersos afloram à superfície da água, e ficam acumulados na base da arriba. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade.

Fig.V.15 – Perfil-tipo 5 - Sector 2 (Extremo Sul da praia da Jomba e o farol do Lobito).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 25m, com uma inclinação de 85°. Na base há volume de acumulação material instabilizado. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba está exposta à abrasão marinha de forma alternada, existindo um entalhe basal.

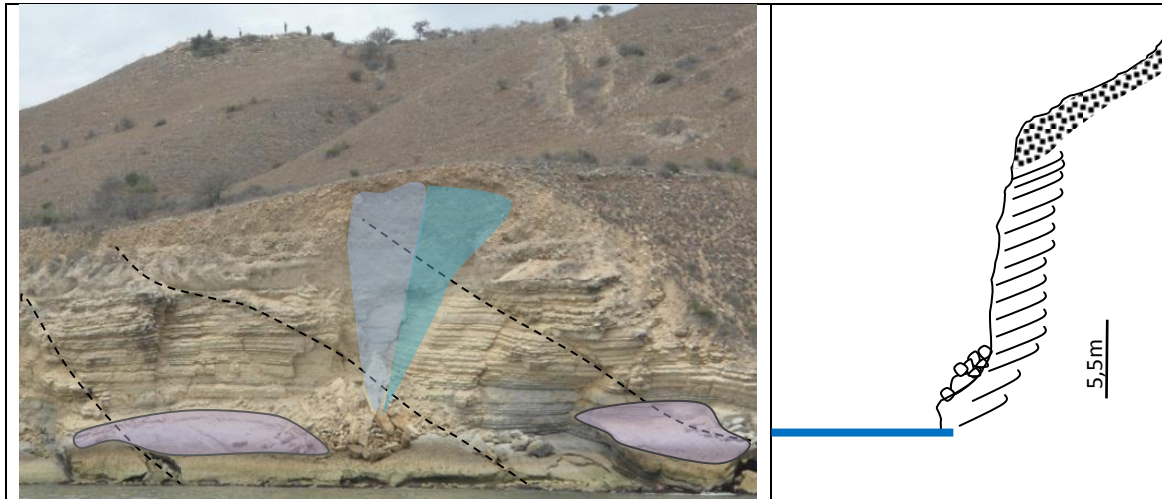
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação é aproximadamente horizontal. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20), sendo a abertura 0,25 – 5mm. O grau de alteração superficial é W2, e uma resposta à percussão ao martelo compacta. Observam-se diferentes planos de fractura que compartimentam o material.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de tombamento, com elevada heterometria resultante da compartimentação do material com o movimentos e da abrasão marinha. Sendo o volume dos blocos instabilizados pode atingir 50m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da arriba, e parcialmente emersos. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade, nomeadamente na proximidade das superfícies de falha.

Fig.V.16 – Perfil-tipo 6 - Sector 2 (Extremo Sul da praia da Jomba e o farol do Lobito).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 22m, com uma inclinação de 80°. Na base há volume de acumulação material instabilizado. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba está exposta à abrasão marinha, existindo contudo uma pequena soleira na base da arriba.

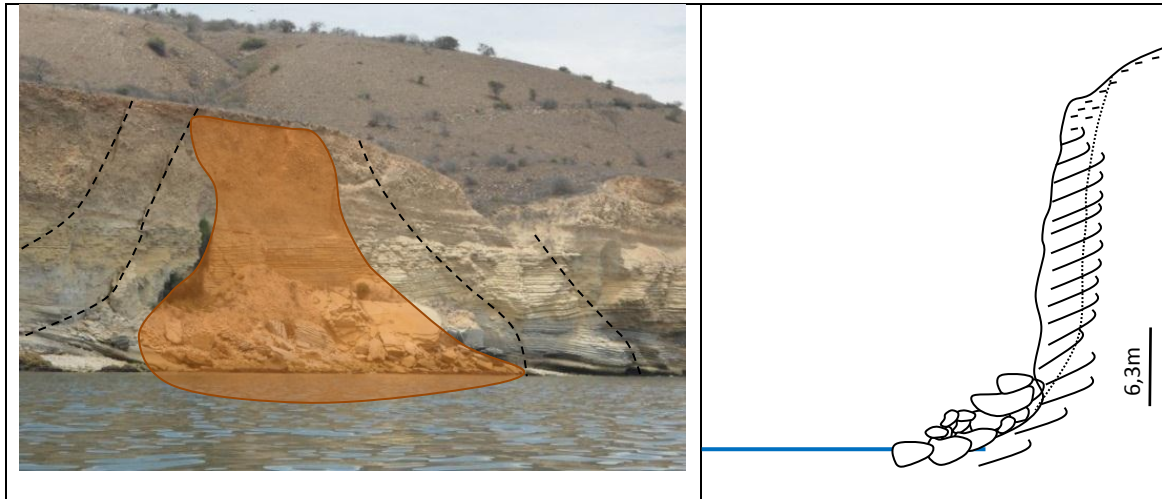
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde, a que se sobrepõe uma espessa de aproximadamente 3,5m de um depósito conglomerático de evolução da vertente para além do topo da arriba. A estratificação da arriba é aproximadamente N-S, com um pendor para oeste de cerca de 30°. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20), sendo a abertura 0,25 – 2,5mm. O grau de alteração superficial é W3, e apresenta uma resposta à percussão ao martelo moderadamente compacta a compacta. A arriba está afectada por várias fracturas que provocam a degradação das características mecânicas dos materiais.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade da arriba é do tipo de deslizamento translacional planar (A) e em cunha (B), assim como de queda de blocos, em que parte dos materiais instabilizados mergulha no mar. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade, nomeadamente na proximidade das superfícies de fractura.

Fig.V.17 – Perfil-tipo 7 - Sector 2 (Extremo Sul da praia da Jomba e o farol do Lobito).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 22m, com uma inclinação de 80°. Na base há volume de acumulação material instabilizado. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba está exposta à abrasão marinha, apresentando contudo uma pequena soleira na base da arriba.

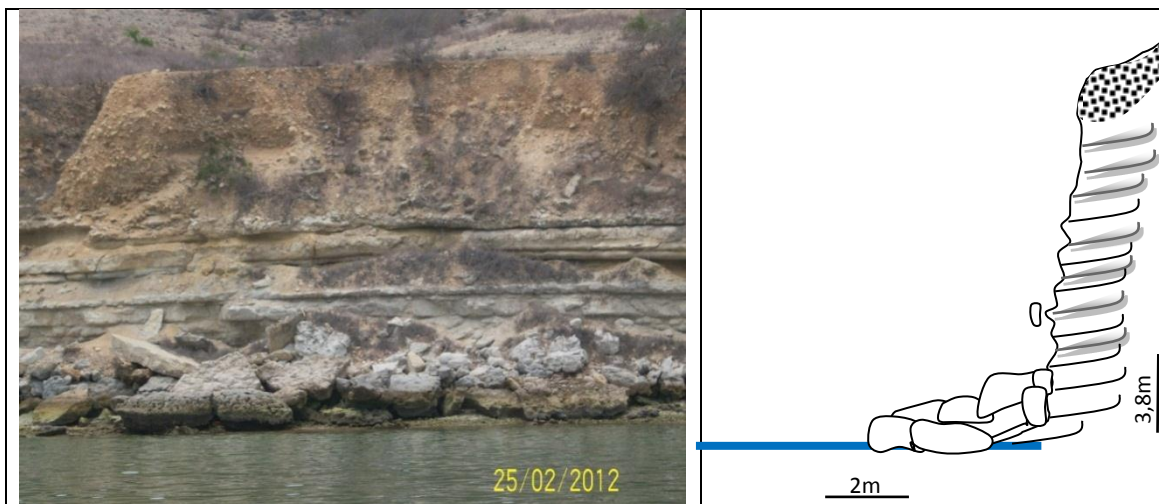
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde, a que se sobrepõe um depósito conglomerático da evolução da vertente a montante da arriba. A estratificação pende genericamente para oeste com um valor próximo de 30°. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20), estando a abertura no intervalo 0,25 – 2,5mm. O grau de alteração superficial é W3, e uma resposta à percussão ao martelo revela-se moderadamente compacta a compacta. A frente da arriba mostra várias fracturas que compartimentam os volumes líticos e que degradam mecanicamente os materiais.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de deslizamento translacional superficial. Há blocos com dimensões que podem atingir 40m³, sendo o volume médio dos blocos instabilizados de aproximadamente 0,07m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da vertente e que resultaram da desagregação por impacto do movimento e abrasão marinha.

Fig.V.18 – Perfil-tipo 8 - Sector 2 (Extremo Sul da praia da Jomba e o farol do Lobito).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 21m, com uma inclinação de 75°. Na base há um volume de acumulação material instabilizado. A arriba apresenta uma fraca cobertura vegetal de forma descontínua, que cobre pequenas superfícies do declive. A base da arriba não está directamente exposta à abrasão marinha.

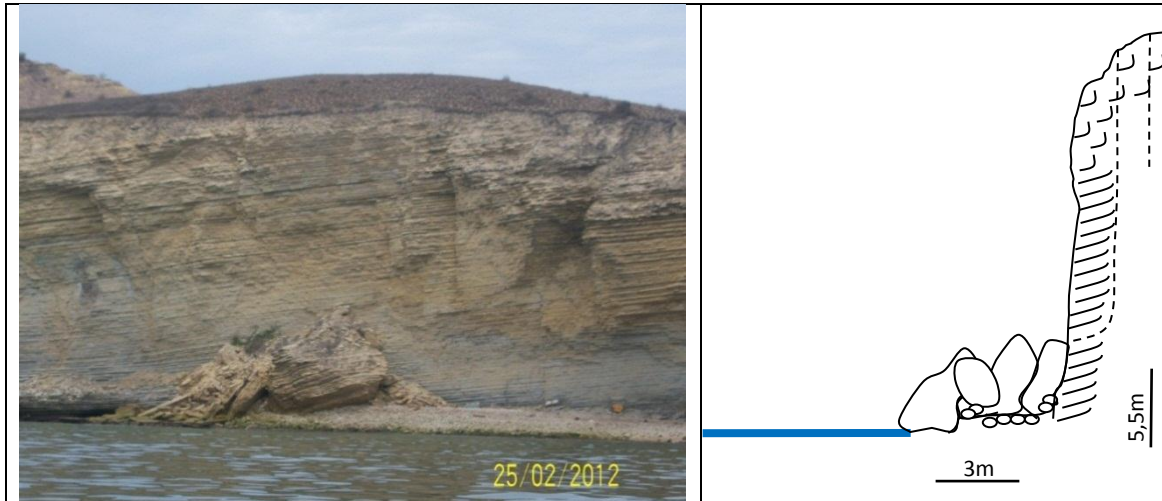
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde, a que se sobrepõe uma espessura de aproximadamente 8m de depósito conglomerático resultante da evolução da vertente a montante. A estratificação é genericamente horizontal, com ligeiro pendor para oeste. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm), e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20) sendo a abertura de 0,25 – 2,5mm. O grau de alteração superficial é W3, e apresenta uma resposta à percussão ao martelo de pouco compacta a compacta.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de queda de blocos, com diferente heterometria. Há blocos com dimensões que podem atingir 10m³, sendo o volume médio dos blocos de aproximadamente 1m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base originando um volume de protecção à abrasão marinha.

Fig.V.19 – Perfil-tipo 9 - Sector 2 (Extremo Sul da praia da Jomba e o farol do Lobito).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 21m, com uma inclinação vertical. Na base da arriba há uma faixa longilitoral cascalhenta onde se acumulam materiais instabilizados. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual que só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba fica exposta à abrasão marinha em preia-mar.

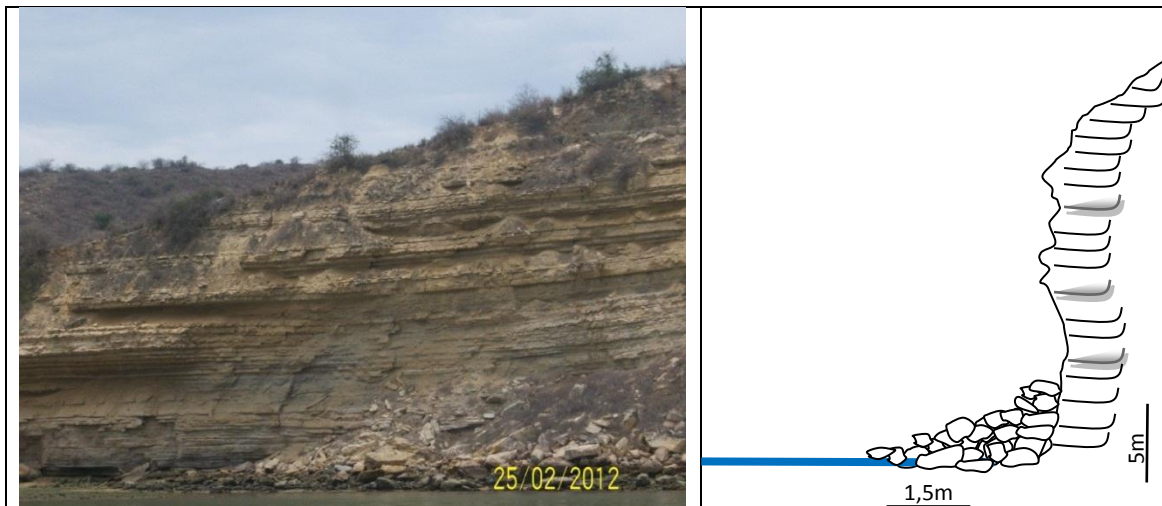
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação pende para Norte. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm) e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20cm), e a abertura varia no intervalo 0,25 – 2,5mm. O grau de alteração superficial é W3, e apresenta uma resposta à percussão ao martelo de pouco compacta a compacta. Sendo observáveis planos de fracturação.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de queda de blocos nos corpos superiores da arriba, sendo o movimento de maior volume de instabilização o tombamento. Os materiais desagregam-se pelo impacto do movimento, existindo blocos com $80m^3$. O volume médio dos blocos na base da arriba é aproximadamente $0,02m^3$. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade.

Fig.V.20 – Perfil-tipo 10 - Sector 2 (Extremo Sul da praia da Jomba e o farol do Lobito).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 28m, com uma inclinação genérica de 85°. O perfil da arriba apresenta alguns entalhes resultantes da existência de alternância de termos mais margosos e camadas calcárias mais espessas e resistentes à abrasão. Na base há um volume de acumulação de material instabilizado. A arriba apresenta uma fraca cobertura vegetal de forma descontínua, que cobre pequenas superfícies do declive. A base da arriba está parcialmente exposta à abrasão marinha em preia-mar.

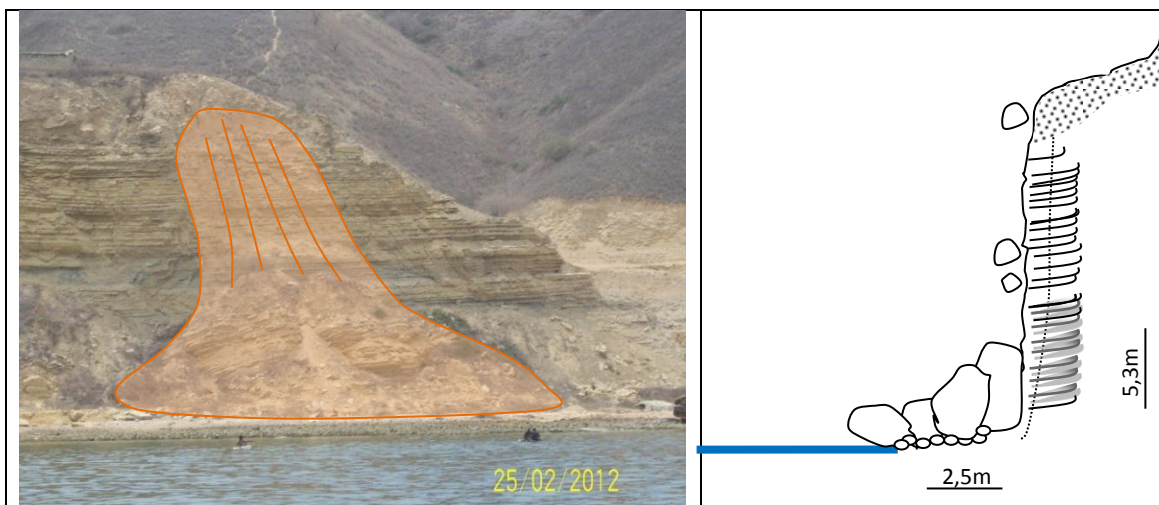
Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde. A estratificação é genericamente horizontal. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm) e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20cm), pertencendo a abertura ao intervalo 0,25 – 2,5mm. O grau de alteração superficial é W3, com uma resposta à percussão ao martelo do tipo moderadamente compacta a compacta.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de queda de blocos, com diferente heterometria. Há blocos com dimensões que podem atingir 0,5m³, sendo o volume médio dos blocos de aproximadamente 0,14m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da arriba. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade.

Fig.V.21 – Perfil-tipo 11 - Sector 3 (Entre o farol do Lobito e a Secil - Lobito Velho).



Morfologia da arriba:

Neste local de observação a arriba apresenta uma altura de aproximadamente 24m, com uma inclinação de 85°. Na base há um cordão longilitoral cascalhentos a que se sobrepõe um volume de acumulação de material instabilizado. A arriba não apresenta cobertura vegetal, a qual só aparece para lá do topo da arriba. A base da arriba não está exposta directamente à abrasão marinha em preia-mar.

Caracterização dos materiais:

Os materiais presentes na arriba são genericamente homogéneos, de natureza margo-calcária, pertencentes à Formação de Quissonde, a que se sobrepõe um depósito conglomerático. A estratificação é genericamente horizontal. A espessura dos estratos pertence à classe L3 (10 a 60cm) e o espaçamento das diaclases F3 (2 a 20cm), e a abertura (0,25 – 2,5mm). O grau de alteração superficial é W3, com uma resposta à percussão ao martelo do tipo moderadamente compacta a compacta.

Caracterização da instabilidade:

Neste local a instabilidade é do tipo de queda de blocos e deslizamento translacional planar, com diferente heterometria. Há blocos com dimensões que podem atingir 160m³, sendo o volume médio dos blocos de aproximadamente 0,8m³. Os materiais instabilizados ficam acumulados na base da vertente. A superfície da arriba apresenta evidências recentes de processos de instabilidade. É neste sector limítrofe que se realizam os trabalhos de construção do futuro cais mineiro.

Fig.V.22 – Perfil-tipo 12 - Sector 3 (Entre o farol do Lobito e a Secil - Lobito Velho).

Com estes perfis-tipo fica ilustrada a instabilidade nos três sectores em análise, como movimentos de tombamento, desmantelamento, deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional planar, deslizamento translacional em cunha e quedas de blocos. Na praia da Jomba observam-se o movimento de tombamento, deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional planar, quedas de blocos; no sector do farol, observa-se o movimento de tombamento, deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional planar, deslizamento translacional em cunha; e no sector da Secil, observa-se o deslizamento translacional planar, deslizamento translacional em cunha assim como quedas de blocos. Os volumes instabilizados são em média inferior a $0,08 \text{ m}^3$ quando associados à quedas de blocos, mas podem atingir volumes superiores a 80 m^3 quando em movimentos de tombamento os deslizamentos.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o exposto anteriormente, a área de estudo é caracterizada por apresentar arribas geralmente muito abruptas com altura variável, em que as mais elevadas atingem aproximadamente 30m. As arribas estão genericamente expostas à abrasão marinha, exceptuando o sector da praia da Jomba, em que existe uma faixa longilitoral arenosa, que podem atingir uma largura de aproximadamente 50m, ou os locais em que existem pequenas plataformas de abrasão ou materiais resultantes da instabilização.

Relativamente à litologia, os materiais aflorantes na faixa da área de estudo são exclusivamente de natureza carbonatada, onde se podem observar unidades muito estratificadas (alternâncias marga-calcário) do Cretácico, assim como alguns depósitos conglomeráticos de cobertura, no topo das arribas ou de acumulação na base.

As unidades cretácicas correspondem ao Albiano Superior “Alb³” (Galvão & Silva, 1972), o equivalente da Formação de Quissonde (Quesne *et al.*, 2009). Esta formação é uma das unidades que mostra maior representatividade cartográfica entre as diversas unidades mesozóicas aflorantes na região costeira do Lobito, salientando-se que no extremo norte da praia da Jomba aparece representado o contacto entre a Formação de Quissonde e a Formação de Catumbela, esta sem uma verdadeira expressão na área de estudo.

Ao longo de quase toda sua extensão, é notória a expressão de instabilidade das arribas, com evidências de processos recentes, sob a forma de quedas de blocos, deslizamentos translacionais, tombamentos e erosão superficial ravinante, sob a forma de sulcos.

Tendo em conta as várias tipologias de instabilidade ao longo dos três sectores de estudo foi possível detalhar seis tipos de instabilidade, a que correspondem processos, formas e volume de instabilização diferentes: movimentos de tombamento, deslizamento rotacional superficial, deslizamento translacional planar, deslizamento translacional em cunha e quedas de blocos heterométricos. Assim, e relativamente ao volume dos materiais, existe uma variação no volume dos materiais instabilizados, onde ao longo de toda extensão da linha de costa referente a área de estudo,

observam-se desde calhaus, blocos, blocos grandes, blocos muito grandes e rochedos, segundo a classificação IAEG (1981).

Uma das limitações encontradas no levantamento de campo foi o acesso directo às arribas na totalidade da extensão da faixa costeira, o que limitou a obtenção de dados directos. Outra limitação encontrada foi a falta de dados cartográficos actualizados relativos a caracterização dos volumes líticos, uma vez que a bibliografia existente é relativamente antiga, havendo necessidade de se realizarem novos trabalhos sobre a litostratigrafia dos materiais aflorantes na região do Lobito no geral e em particular na faixa da área de estudo.

Do ponto de vista da instabilidade, ressaltou neste trabalho a necessidade de se produzir cartografia recente da faixa litoral que incorpore os processos de instabilidade e erosão, que condicionam as formas das arribas e da plataforma litoral.

Dos três sectores estudados, o sector 2 – extremo sul da praia da Jomba e o farol do Lobito, e o sector 3 – extremo sul do farol do Lobito a norte da Secil (Lobito Velho), são os que apresentam maior recuo e indicadores de actividade de instabilidade e recuo. Decorre desta avaliação a importância de restringir o acesso e circulação ou permanência de pessoas na base ou topo da arriba por questões de segurança, nomeadamente pescadores, banhistas entre outros.

Revela-se assim importante uma avaliação e monitorização dos processos de instabilidade, a partir de perfis transversais, para se analisar as taxas de recuo das arribas. Esta necessidade de análise sistemática permite a adopção de acções de mitigação deste processo geológico.

Este trabalho que deu resposta às questões investigativas colocadas no capítulo I, pretende contribuir para a gestão do risco na faixa costeira, ordenando o uso do solo com funções recreativas ou para a colocação de infra-estruturas. Este contributo de caracterização geológica dos materiais e das estruturas presentes na faixa litoral entre a praia da Jomba e o extremo Norte da Secil (Lobito-Velho), assim como de avaliação dos processos de instabilidade das arribas poderão vir a ser incluídos num futuro Plano de Ordenamento da Orla Costeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, J. A. & Albuquerque, M. H. (1972). Notícia explicativa da folha nº 229 (Vila de Sousa Lara). Da Carta Geológica de Angola à escala 1:00000, 30p.
- Antunes, M. (1964). O Neocretácico e o Cenozóico do litoral de Angola. Junta de Investigação do Ultramar, 2: 122 p.
- Beck, U. (1992). Risk society. Towards a new modernity. London: Sage, 161p.
- Brognon, G. P. & Varrier (1966). Oil & Geology in Cuanza Basin of Angola. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 50 (1):108-158.
- Buta-Neto, A., Tavares, T.S., Quesne, D., Guiraud, M., Meister, C., David, B. & Morais. (2007). Synthèse préliminaire des travaux menés sur le bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques, et structurales. *África Geoscience Review*, 13 (3): 239-250.
- Cantos, J. & Ayala-Carcedo, F. (2002). Riesgos Naturales. Conceptos fundamentales y clasificación. *Riesgos Naturales*. Ed. Ariel Ciência, Barcelona, pp. 41-73.
- Carvalho, G. S. (1958). New observations on the Quaternary of the litoral in Angola, Província de Angola. *Serviços de Geologia e Minas*, pp 1-13.
- Carvalho, G.S. (1960). Alguns problemas dos terraços quaternários do litoral de Angola. *Boletim Sev. Geol. Minas de Angola*, 2: 10.
- Carvalho, G.S. (1961). Um problema de Geomorfologia aplicada. As possibilidades para a Prospecção de Minérios de Alumínio na Província de Angola. *Boletim Sev. Geol. Minas de Angola*, 3:19-46.
- Carvalho, G. S. (1963). Problemas de sedimentologia das praias do Litoral de Angola. *Gardiade Orta, Revista da Junta de Investigações do Ultramar*, 11 (2): 292-313.
- Cavita, J. R. R. (2011). As Unidades Carbonatadas Cretácicas da Região do Lobito (Angola). Caracterização e Importância no ordenamento do Território. Tese do Mestrado em Geociências (especialidade em Ambiente e Ordenamento do Território), 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.
- CONSULT (2007). Monografia da província de Benguela. KAT 1ª ed, Benguela: 50-86p.
- Dinis A.C. (1973). Características mesológicas de Angola, Nova Lisboa, 450p.
- Dinis, A. C. (1998). Angola, o meio Físico e potencialidades agrícola, 2ª Edição Revista, 59p.
- Duarte, C. L. B. (2007). As Arribas Calcárias de S. Pedro de Moel. Importância da Geologia na Valorização do Território, Portugal. Tese do Mestrado em Geociências (especialidade em Ambiente e Ordenamento do Território), Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 157p.
- Duarte-Morais, M. L. & Sgrosso, L. (1992). Alcune considerazione Sul Cretacico Superiore nei dintorni de benguela (Angola). In: *Atti Conferenza Scientifica Annuale. Dipartimento Scienza Della terra. Università Napoli*, pp 245-247.

- Duarte-Morais, M. L. & Sgrosso, L. (2000). The Meso-cenozoic succession of the Benguela Basin exposed surroundings of Benguela between Lobito and Dombe Grande. Guide book post-Congress Geoluanda 2000: Luanda – Benguela-Dombe Grande, 24p.
- Feio, M. (1960). As praias levantadas da região do Lobito e Baía farta. Garcia de Orta, Revista da Junta de Investigação do Ultramar, 8 (2): 357-370.
- Ferrer, M. & Vallejo, L.I.G., (1999). Manual de campo para la descripción y caracterización de macizos rochosos em afloramentos, Instituto Tecnológico Geominero de España. Ministerio de Medio ambiente, Madrid, 83 p.
- Galvão, C. F. & Portugal, A. (1971). Carta Geológica do Lobito à escala 1:100.000. Direcção provincial dos Serviços de Geologia e Minas.
- Galvão, C. F. e Silva, Z. (1972). Notícia explicativa de carta geológica de Angola, à escala 1:100.000. Direcção provincial dos serviços de Geologia e Minas, 39p.
- Garcia, R. A. C. & Zêzere, J. L. (2001). Avaliação de riscos geomorfológicos: conceitos, terminologia e métodos de análise. Actas do III Seminário de Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território, Lisboa, pp. 299-308.
- Julião, R. P., Nery, F., Ribeiro, J. L., Branco, M. C. & Zêzere, J. L. (2009). Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistema de informação geográfica (SIG) da base municipal. Edição: Autoridade Nacional de Protecção civil, 91p.
- 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.
- IAEG, (1981). Bulletin of international Association of Engineering Geology. Symposium on Engineering Geological Problems of Construction on Soluble Rocks. Istanbul, Turkey, 14.-18.9.
- IMGB (2012). Instituto da Estação Meteorológica e Geofísica de Benguela, Aeroporto 17 de Setembro, Benguela.
- IRSM (1981). Basic Geotechnical description of Rock Masses (BGD) Int. Journal Rock Mechanics Mining Science & Geomechanics Abstracts, 22 (2): 55 -110.
- Knapic, D. (1981). Geografia, 11º Ano – área A, Lisboa, 251p.
- Lapão, L. P. & Galvão, C. F. (1971). Carta geológica: folha nº 206: Egipto praia: 1:100.000, notícia explicativa: Estudos petrográficos: Direcção dos Serviços de Geologia e Minas de Angola. 42p.
- LBA (1989). Lei de Base do Ambiente, Diário da República de Angola. 19 de Junho. I série – nº 27.
- LOTU (2004). Lei do Ordenamento do Território e do Urbanismo, Diário da República de Angola. 25 de Junho. I série – nº 51.
- Neto, M. G. M. (1958). geologia da Região de benguela – Cuio. Relatório inédito dos serviços de Geol. e Minas de Angola, 59 p.
- Neto, M. G. M. (1961). As bacias sedimentares de Benguela e Moçamedes. Serviços de Geologia e Minas de Angola, 3: 63-93.

- Neto, M. G. M. (1970). O sedimentar costeiro de Angola. Junta de Investigação do Ultramar, 2: 191- 232.
- Quesne, D., Buta-Neto, A., Benard, D., Guiraud, M. (2009). Distribution of Albian clastic deposits in the Benguela basin (Angola): evidence of a Benguela palaeocurrent?. Bull. Soc. Géol. Fr. 2: 117-129.
- Ramalho, M. M. M., Burgarin, G. R. B., Pais, J. J. C., Munha, M. J. B., Beato, M. F. G. & Baptista, R. J. F. (1985). GEONOVAS / Revista da Associação Portuguesa de Geologia, nºs 8/9, Lisboa, p 3-15.
- Rilo, A. R. (2009). A Importância da Geologia no Ordenamento da Orla Costeira da Península de Peniche, Portugal. Tese do Mestrado em Geociências (especialidade em Ambiente e Ordenamento do Território), Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 91p.
- Rocha, A. T. & Ferreira, J. M. (1956). Sobre a posição estratigráfica dum nível com foraminíferos do Cretácico de Catumbela. Com. Mun. XXIII Congr. Luso-Espanhol Prog. Ciên. Coimbra, pp.95-102.
- Rodrigues, M. L. (coord.), Cunha, L., Ramos, C., Perira, A. R., Teles, V., Dimuccio, L. (2007). Glossário ilustrado de termos cársicos. Edição colibri. Lisboa, 167p.
- Segundo, J. C. (2011). Análise Sedimentológica e Estratigráfica da Formação Quissonde (Albiano Superior) na região do Lobito. Angola. Tese do Mestrado em Geociências (especialidade em Geologia do Petróleo), Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 98p.
- Soma, T. E. (2011). Caracterização Faciológica e Litostratigráfica das Unidades Cretácicas ao Longo do Rio Catumbela – Lobito (Angola). Tese do Mestrado em Geociências (especialidade em Geologia do Petróleo), Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 84p.
- Tavares, A. M. O. S. (1999). Condicionantes Físicas ao Planeamento. Análise da Susceptibilidade no Espaço do Concelho 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. (2006). Ammonites et Échinides de l'Albien de Benguela. Systématique, biostratigraphie, Paléoenvironnement et Paléobiogéographie. Unpublished PhD Thesis, Université Bourgogne, France, 381p.
- Tavares, T., Meister, C., Duarte-Morais, M. L. & David, B. (2007). Albian amonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic Framwork. South Afr. J. Geol., (110): 137 - 156.
- Technoexportstrov (1990). Esquema para o desenvolvimento socio-económico da província de Benguela. Comissão Provincial de Benguela, 208p.
- UNESCO/ WPWLI, (1993). The International Geotechnical Societiés. UNESCO Working Party for Word Landslide Inventory. Multilingual Landslide Glossary, p. 6-1.
- Htt://www.hidrográfico.pt.angola.pt. acessado 02/07/2012.