

1-Introdução

No decorrer da guerra civil em Angola, o crescimento populacional das cidades do litoral, verificou-se principalmente ao longo das estradas e das linhas de água principais, que constituem uma forma relativamente rápida de alcançar uma determinada região. A ocupação da povoação da Caota, localizada a 15 km da cidade de Benguela, foi efetuada ao longo da orla marítima, dado que os bens de consumo das populações eram, muitas vezes, transportados por barcos e chatas. Como a população não tinha possibilidade de se instalar numa área com infra-estruturas de boa qualidade, veio a fixar-se nas encostas das vertentes e em zonas arenosas próximas das praias. Deste modo estabeleceram-se habitações de condições péssimas e que foram edificadas pela população mais necessitada, na sua maioria originária do interior da Província de Benguela, e que procedeu à construção de habitações em áreas muito próximas ou mesmo localizadas nas vertentes e taludes, ou seja em zonas de risco.

A ocorrência de situações de instabilidade num talude ou vertente está relacionada com vários fatores entre os quais se pode destacar a água, e de outros como a orientação das descontinuidades, a geometria do talude, o grau de alteração, as características litológicas e das superfícies de descontinuidades e a resistência à desagregação dos solos e rochas.

Com a ocorrência da precipitação mais intensa, na área de Benguela, nos meses de Janeiro a Abril, aumenta a vulnerabilidade dos lugares suscetíveis de sofrerem erosão, verificando-se a saturação dos solos devido à presença, escorrimento e infiltração da água. Registam-se processos erosivos na base dos taludes que retirando assim a sustentação, provocam situações de instabilidade de toda a cobertura natural ou artificial do solo e também quedas de blocos.

Esta problemática de situações de instabilidade de vertentes e taludes na área da Caota – Benguela, foi o grande motivo da investigação desenvolvida na presente dissertação, propondo-se a realização de um diagnóstico de modo a permitir tirar ilações gerais e específicas das referidas situações e propor medidas mitigadoras.

1.1 – Situações e problema científico

Verifica-se uma grande instabilidade de vertentes e taludes na área da povoação da Caota que nos últimos anos foi sendo invadida por moradias e projetos de infra-estruturas diversas, a referida área não é somente considerada como residencial e “piscatória” mas também como turística, verificando-se uma situação de perigosidade em relação à utilização das vias de comunicação e do património construído, tendo em conta a ocorrência das instabilidades que se verificam na área considerada. Devem definir-se os perigos que podem derivar da instabilidade das vertentes e taludes na Caota e como proceder à sua mitigação.

1.2 – Objetivos de estudo

➤ Geral:

- Definir as situações de instabilidade das vertentes e taludes e as respetivas consequências nas vias rodoviárias e na povoação da Caota, nos seus residentes e turistas.

➤ Específicos:

- Descrever os aspectos geográficos da área da povoação da Caota;
- Caracterizar os movimentos de instabilidade;
- Diagnosticar os perigos que a instabilidade das vertentes e taludes podem provocar;
- Compreender e analisar as ocupações irregulares em áreas de risco;
- Propor medidas de mitigação na área estudada.

1.3 - Importância teórica e prática do estudo

Compreende a realização de um estudo de caracterização das instabilidades das vertentes e taludes na área da povoação da Caota, com a finalidade de propor acções dirigidas ao melhoramento das condições de segurança da comunidade. Contribuição para a prevenção dos perigos relacionados com as situações de instabilidade que se verificam nos taludes e vertentes da área de estudo.

1.4 - Limitações de estudo

Durante a realização desta dissertação, as dificuldades não estiveram ausentes, existiram vários obstáculos tais como:

- Dificuldades de acesso às instituições e pessoas singulares;
- Dificuldades de acesso a alguma da bibliografia;
- Dificuldades financeiras;
- Dificuldades na acessibilidade aos taludes e vertentes devido às suas características geométricas e grau de instabilidade que apresentam.

1.5 - Metodologia de estudo

Com base na investigação realizada houve a necessidade de utilizar os seguintes métodos:

- **A pesquisa bibliográfica:** para se realizar o presente estudo pesquisaram-se e consultaram-se livros, artigos de revistas, comunicações, cartas e imagens digitalizadas de diversos autores de forma a melhorar e implementar a consistência científica do trabalho.
- **Realização de inquéritos, de fichas de trabalho e utilização de classificações:** Elaboração de questionários dirigidos às autoridades e populações que residem ou presenciaram a ocorrência das situações de instabilidade, preparação de fichas de trabalho relacionadas com as situações de instabilidade e aplicação de classificações como o Rockfall Hazard Rating System (RHRS).
- **Levantamento de campo:** Observação e caracterização das litologias, estruturas e movimentos de instabilidade bem como dos elementos principais das vias de comunicação da área da Caota, permitindo a localização, interpretação, análise e síntese dos diferentes aspetos estudados, realização de fotomontagens das vertentes e taludes considerados.
- **Utilização de estatística:** Realização da análise percentual dos dados obtidos no levantamento de campo e nos inquéritos.
- **Análise e síntese:** estão presentes nas diferentes fases de trabalho desde a sua conceção até às conclusões dos resultados.

2 - Caracterização física e geológica da área de estudo

No presente capítulo procede-se à contextualização geográfica e geológica da área objeto do presente estudo, considerando a sua localização no território angolano e na faixa litoral da província de Benguela.

2.1 - Situação geográfica

A nação angolana está localizada na parte ocidental do continente africano, no seu segmento Austral, aí compreendendo uma área total de 1 246 700 km² e uma linha costeira atlântica com uma extensão de cerca de 1650 km, limitada pelas coordenadas geográficas: 04° 21' - 18° 02' Sul e 011° 38' - 024° 03' Este (Fig. 2.1). A máxima extensão latitudinal do território angolano é de 1277 km, e o comprimento máximo de Oeste a Este é de 1236 km (Manuel, 2011). Neste contexto, a República de Angola confronta, a Norte, com a República Democrática do Congo e a República do Congo - Brazzaville, a Sul com a República da Namíbia e, a Leste, com a República da Zâmbia. Face à sua importante extensão costeira, atrás mencionada, é também um dos principais países da fachada atlântica africana, com todo o significado estratégico, económico e de gestão de recursos naturais que essa localização privilegiada implica no quadro das nações do perímetro do Oceano Atlântico.

Benguela corresponde a uma das 18 províncias da República de Angola. De acordo com Consult (2007), esta fração do território abrange uma extensão de 39 827 km² da parte litoral central do país e tem fronteira a Norte com a Província do Kwanza-Sul, a Este com a do Huambo, a Sudeste com a da Huíla, a Sul com a do Namibe e a Oeste com o Oceano Atlântico (Fig. 2.2).

A presença e respetiva combinação dos diferentes elementos naturais (clima, rios, relevo, solos e vegetação) permitiram a definição de três faixas distintas na Província de Benguela (Technoexportstrov, 1990). Assim:

Faixa Oriental: localiza-se na parte oriental da província, onde os valores da altitude média são geralmente superiores aos 1500 m.

Faixa Central: Apresenta altitudes compreendidas entre 500 m e 1200 m, localizando-se a Este da faixa costeira e a Oeste da faixa oriental. É constituída por uma planície montanhosa, geralmente ondulada e apresenta algumas montanhas isoladas e colinas mais elevadas.

Faixa litoral: Tem uma largura relativamente reduzida de 30-50m e situa-se na parte mais ocidental da província, entre a grande quebrada do planalto central (Este) e o Oceano Atlântico (Oeste). É possível a sua diferenciação em três sub-regiões designadas respetivamente, de Norte, Centro e Sul:

A sub-região Norte: a qual está compreendida entre os vales dos rios Tapado e Cubal. Apresenta um relevo, de modo geral, uniforme.

A sub-região Centro: na qual se localiza a área de estudo. Esta sub-região compreende o espaço situado Entre-Os-Rios Catumbela e Coporolo, verificando-se a existência de várias baías e reentrâncias costeiras e de uma vasta depressão litoral. Esta parte assenta em formações tabulares de idade Cenozóica, formadas por areias e margas, fracamente cobertas por materiais finos de idade quaternária. As depressões apresentam-se, muitas vezes, separadas por relevos calcários de idade Cretácica.

A sub-região Sul: situa-se a Sul do vale do rio Coporolo e possui um relevo aplanado, drenado por vales fluviais de dimensões reduzidas, e os terrenos apresentam uma aridez considerável.



Figura 2.1 – Mapa de Angola e suas províncias (adaptado de Infotur (2009)).



Figura 2.2 - Mapa simplificado da província de Benguela, à escala 1:5 000 000, (adaptado de Angop (2007-2012)).

2.2 - Clima

Os estados meteorológicos variam de dia para dia e de momento para momento. Contudo, em determinado lugar essa variação é previsível. Portanto, se o “tempo” é o estado da atmosfera resultante da combinação efémera e ocasional dos fenómenos meteorológicos, o clima é o conjunto de condições meteorológicas que habitualmente se repetem, com características semelhantes, durante um longo período do tempo (Soma, 2013). A caracterização climática abrange um maior número de dados do que, simplesmente, as condições médias do tempo numa determinada área.

Nesse sentido, torna-se importante a determinação dos desvios em relação às médias e em função da época do ano, parâmetros que traduzem a variabilidade climática. São igualmente importante o reconhecimento das condições climáticas extremas, a caracterização das tipologias de tais fenómenos e o cálculo as probabilidades de frequências de ocorrência de determinadas condições de tempo. Desta forma, o clima apresenta uma generalização, enquanto o tempo lida com eventos específicos (Soma, 2013).

Dada a dimensão do território angolano e da própria província de Benguela é natural que os parâmetros climáticos neles apresentem variações consideráveis, conforme se pode observar das Figs. 2.3, 2.4 e 2.5. No entanto, de acordo com Consult (2007), a província de Benguela possui dois tipos distintos de características climáticas;

- Quente e seco na faixa litoral, apesar da humidade relativa do ar possuir valores elevados ao longo do ano;

- Tipo mesotérmico no interior sub - planáltico, com um regime de precipitação moderado.

No primeiro destes tipos, com o qual se relaciona a área em estudo, o clima é quente e seco, a pluviosidade média anual situa-se entre 200 mm e 400 mm, ao passo que a humidade relativa do ar atinge os 75 a 80%. Este regime climático contribui para que a generalidade dos solos sejam áridos tropicais, para além dos aluvionares, estes últimos mais localizados.

Neste tipo de substratos e devido à quantidade reduzida de precipitações, o coberto vegetal é bastante escasso e a vegetação é constituída essencialmente por formações estépicas (Technoexportstrov, 1990). Desta forma, considerando a classificação de Thornthwaite e de acordo com Dinis (1973), constata-se que a área de Benguela fica localizada na região árida (E) do Sudoeste de Angola.

Quanto à área em estudo e apesar de nas proximidades da povoação da Caota não existirem meios de registo das condições climáticas locais, a proximidade geográfica às sedes de município da cidade de Benguela e da Baía Farta permite uma extrapolação segura, ainda para mais que o substrato pedológico e o tipo de coberto vegetal são análogos, o que faz pressupor parâmetros semelhantes nas condições climáticas.

Assim, de acordo com Consult (2007), a temperatura máxima anual nestas áreas é de 35°C, a média é igual a 24,2°C, e a mínima corresponde a 10,4°C. A humidade relativa média é de 79% e a precipitação média anual atinge os 268 mm. Agosto e Setembro são os meses mais secos e Março e Abril são os meses de precipitação mais elevada.

O vento na área da Caota é predominante no sentido Oeste – Este, com uma velocidade variável (MED, 1982 e Lucombo, 2006).

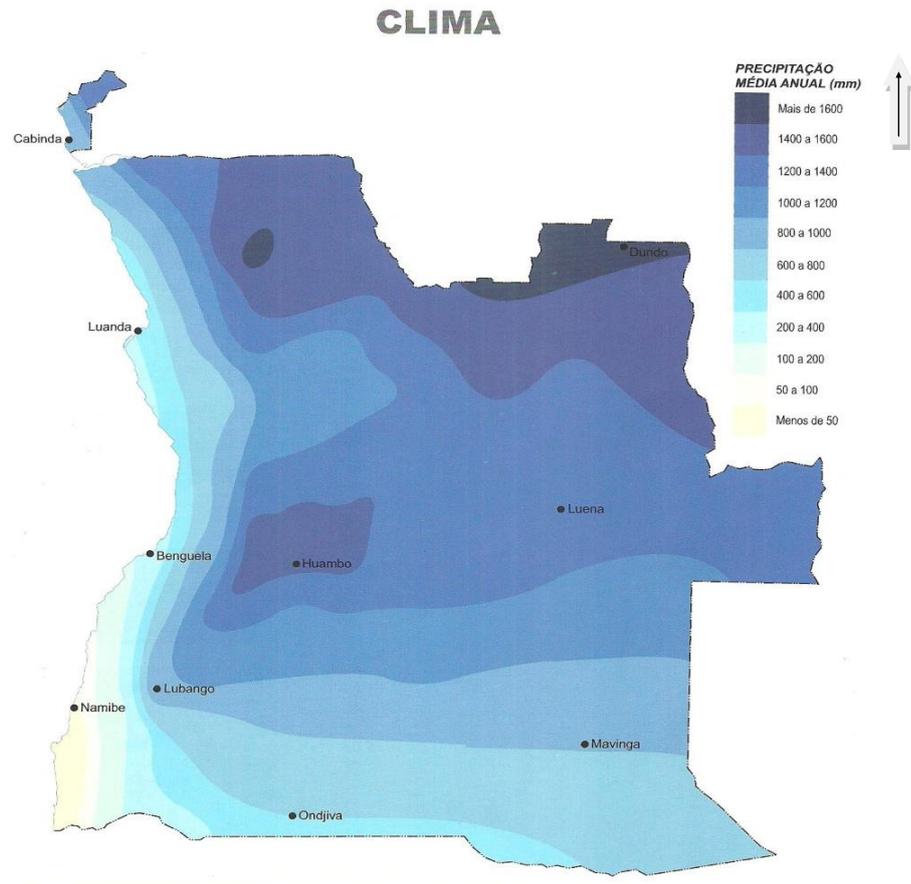


Figura 2.3 – Esboço da precipitação média anual no território de Angola (Costa, 2013).

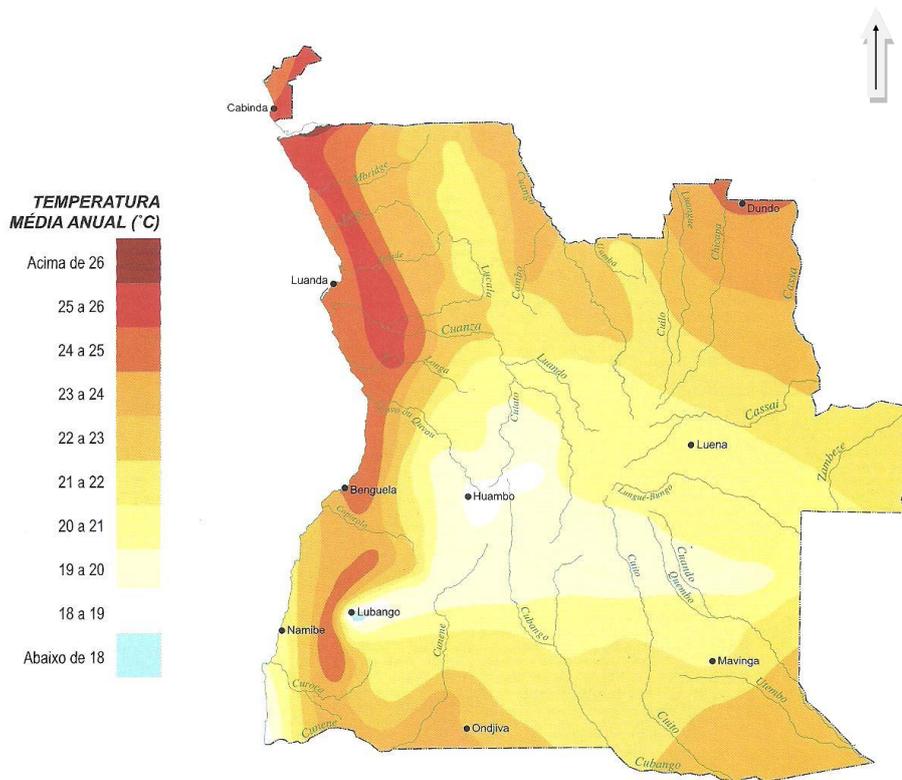


Figura 2.4 – Esboço da temperatura média anual no território de Angola (Costa, 2013).

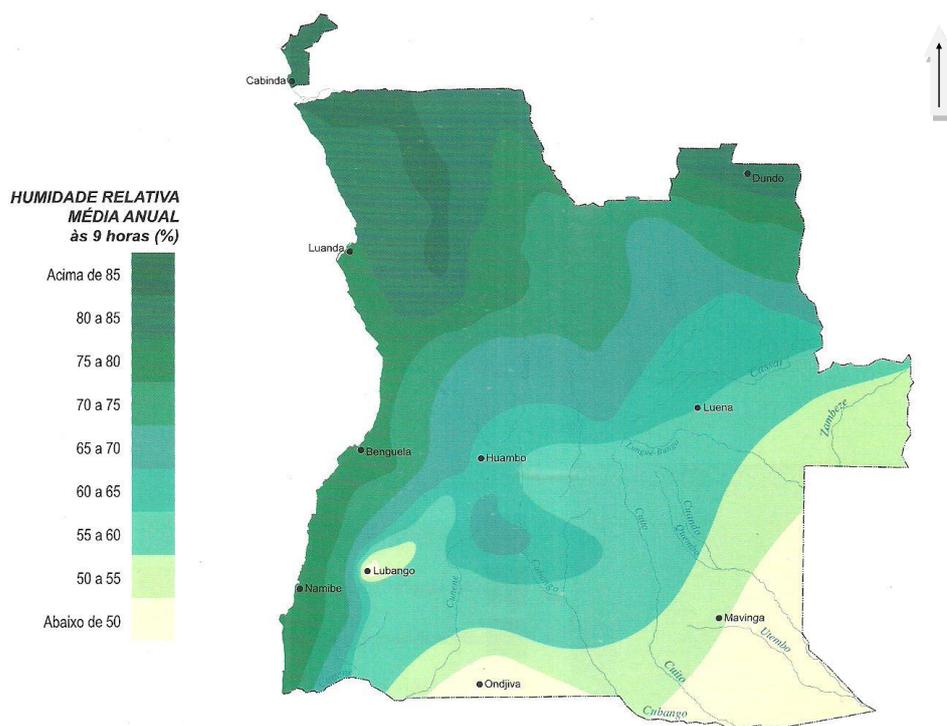


Figura 2.5- Esboço da humidade relativa média anual no território de Angola (Costa, 2013).

2.3 – Hidrografia

De acordo com Consult (2007), os rios mais importantes da Província de Benguela são o Balombo, o Catumbela, o Cavaco e o Coporolo, cujas bacias de drenagem se estendem às regiões centrais, planálticas e mais pluviosas do interior do território. Destes, apenas o rio Cavaco apresenta caudal intermitente, verificando-se um caudal permanente na época de maior precipitação, normalmente entre Setembro e Abril. O rio Catumbela, o curso de água represado e que desagua no grande delta da Catumbela, é a linha de água com a maior importância para o abastecimento de água aos aglomerados populacionais.

2.4 – Flora, fauna e solos

2.4.1 - Flora

A vegetação da Província de Benguela é constituída por formações de estepe na zona ocidental e por formações de floresta aberta e mata de savana medianamente arborizada nas zonas mais interiores (Consult, 2007).

De acordo com Dinis (1973), na faixa costeira de Benguela, os principais elementos lenhosos da formação de estepe com arbustos são as acácias, principalmente *Acacia mellifera*, *Acacia etbaica*, *Acacia anellifera* e *Acacia gossweileri*.

Nas superfícies mais aplanadas de solos arídicos e psamíticos, além da dominância das acácias referidas, ocorrem diversos outros tipos de arbustos, com destaque para: *Bacia microphilla*, *Salvadora persica*, *Maerua angolensis*, *Balanites angolensis*, *Ximenia americana*, *Maprounea africana* e *Croton angolensis*.

2.4.2 – Fauna

De acordo com Infotur (2009), na fauna da província de Benguela destacam-se as seguintes espécies de grandes mamíferos: a zebra, o leão, o elefante, o olongo, o golungo, o búfalo, a onça, a cabra de leque e o babuíno. Não obstante estas espécies ocorrem essencialmente na região planáltica e, com raras exceções, na área em estudo apenas ocorrem pequenos mamíferos e répteis.

Na avifauna a diversidade é exuberante, encontrando-se na área em estudo espécies com afinidades essencialmente litorais. O mesmo se deverá dizer quanto a anelídeos e insetos.

No âmbito da fauna marinha, a biodiversidade e a biomassa costeiras de Benguela são consideráveis, contribuindo para um longo histórico de atividades piscatórias e tradicionais (pesca, produção de sal e salga de peixe) nas áreas da Caota e da Baía Farta. Dada a sua importância nos processos de erosão costeira, importa aqui referir a abundância de moluscos bivalves foládios, perfuradores naturais de substratos calcários das zonas de arriba dos andares litoral e infralitoral, dentro da zona fótica do meio marinho. Dada a sua grande abundância local, constatada por observações nos detritos de maré da praia da Caota e nos calhaus perfurados encontrados na base das arribas, é natural que o seu papel bio erosivo não seja desprezável no recuo das arribas costeiras.

2.4.3 – Solos

De acordo com Diniz (1998), considera-se que na faixa litoral da província de Benguela predominam solos aluviais, carbonatados e arídicos tropicais.

Os aluviões estão relacionados com as baixas marginais e planícies de inundação dos rios Catumbela, Cavaco e Coporolo, mais extensas nos seus baixos cursos. Estão, também, presentes no delta do rio Catumbela, originando solos férteis, aproveitados como áreas de cultivo. De um modo geral são solos pouco evoluídos e não apresentam horizontes genéticos bem definidos, são constituídos por depósitos estratificados de sedimentos aluviais de grande heterogeneidade, podendo possuir próximo da superfície ou em profundidade níveis enriquecidos em matéria orgânica.

Os solos calcários estão relacionados, apresentam uma constituição rica em sais, principalmente de cálcio e magnésio e frequentemente de sódio. Apresentam colorações pardas ou pardo-oliváceas.

Segundo Diniz (2005) os solos arídicos tropicais possuem geralmente um perfil de tipo ABC, em que o horizonte B é de acumulação de argila (minerais argilosos e óxidos de ferro), com ou sem acumulação de carbonato de cálcio.

Na área em estudo e por esta ser uma das com maior aridez de toda a província, os solos são de natureza esquelética e permanecem secos durante a maior parte do ano. São particularmente visíveis os fenómenos de calcretização ligados ao desenvolvimento de paleosolos sobre as unidades miocénicas ou pliocénicas, dos quais resultam crostas calcárias espessas, frequentemente ricas de bonecas e de concentrações de marcas de raízes de plantas herbáceas ou, mais raramente, de porte arbustivo.

2.5 – Demografia

De acordo com Consult (2007), a densidade populacional da Província de Benguela é considerada como sendo muito baixa por comparação com outras regiões do território angolano, situando-se, aproximadamente, em 48,4 habitantes por Km². Extrapolando os dados estatísticos nacionais para a Província de Benguela, poderão obter-se como estimativas para 2025 um valor de população total da Província superior a 3,4 milhões de habitantes e um aumento da densidade populacional para 86,2 habitantes por Km². A população economicamente ativa (com idade entre os 14 e 65 anos) atingirá cerca de 1 870 000 habitantes.

Considerando dados da mesma fonte e tendo em atenção o Plano de Ordenamento da Orla Costeira, vivem cerca de 700 000 habitantes no município de Benguela, dos quais 530 000 na sede de concelho. Deste valor, cerca de 470.000 habitantes estão em áreas de “construção desordenada” e 60.000 habitantes em áreas de “construção ordenada”, sendo que o resto da população reside em assentamentos agrícolas. O crescimento da população está calculado em 3,5% por ano.

2.6 – Vias de comunicação

De acordo com Infotur (2009) o acesso rodoviário e ferroviário na província de Benguela tem sofrido grandes melhorias, depois de um longo período de guerra civil, que degradou grande parte das vias nacionais, em particular as de Benguela.

Deve destacar-se a Estrada Nacional 100 (EN 100) que parte de Luanda, esta dá acesso a três vias rodoviárias interprovinciais, designadamente a que liga Benguela, a partir do Lobito, às Províncias do Huambo e Bié, a que de Benguela estabelece a ligação com as Províncias de Huambo e Huíla e também a via entre Benguela e a Província do Namibe, esta última dando acesso às imediações da área em estudo.

A Província de Benguela possui dois aeroportos: o aeroporto 17 de Setembro em Benguela, que tem capacidade para receber voos de pequeno e médio porte e o aeroporto internacional da Catumbela, que foi inaugurado em finais de Agosto de 2012 (PNN, 2012), e que, anteriormente, foi um aeroporto militar.

No município do Lobito localiza-se, também, um importante porto comercial, dos maiores de Angola e cujas infraestruturas permitem receber embarcações de pequeno a grande porte.

A linha de caminho-de-ferro de Benguela atravessa o país até a fronteira com a República Democrática do Congo e foi primordial para o desenvolvimento da região que se afirmou como entreposto comercial de grande importância em África, sendo mesmo um poderoso eixo de desenvolvimento urbano, social e económico de Angola. Desde finais de Agosto de 2011 que esta linha está em funcionamento entre o Porto do Lobito e o Planalto Central (Quintas, 2011).

O Porto do Lobito e o Caminho-de-ferro de Benguela têm uma grande importância na economia da província. A revitalização destas duas unidades económicas tem efeitos multiplicadores, do ponto de vista económico, não só na Província, mas igualmente em toda a região central de Angola.

2.7 – Geomorfologia

Segundo Technoexportstroy (1990), a província de Benguela caracteriza-se por um relevo variado devido à longa exposição a diversificados processos destrutivos (eolização, denudação, acumulação) e pela variedade de rochas com diferente capacidade de resistência face aos processos geodinâmicos. Não obstante e de acordo com Consult (2007), a região de Benguela pode subdividir-se em três unidades geomorfológicas principais: faixa litoral, faixa central e faixa oriental (Fig. 2.6).

A área em estudo, assim como toda a sua envolvente, localizam-se na primeira destas unidades e apresentam cotas quase sempre inferiores a 150 m, predominado o relevo plano, com características tabulares, ou fracamente ondulado. Entre as formas de relevo locais encontram-se ainda numerosas depressões aluviais e costeiras, que estão intercaladas por arribas de erosão que não se apresentam muito elevadas.

As zonas de menor cota correspondem a aluviões, enquanto nos interflúvios ocorrem rochas calcárias ou margosas (Carvalho, 1961). São também abundantes os depósitos de cobertura de idade plistocénica e holocénica, entre os quais áreas consideráveis ocupadas por terraços marinhos situados a cotas diversas, entre as cidades do Lobito e Benguela, Sombreiro, Macaca e Cuio.

Segundo o mesmo autor, nos terraços da região Lobito-Benguela podem definir-se dois níveis expostos por arribas fósseis, seguidas por plataformas desenvolvidas sobre calcários do Cretácico, com ou sem a presença de coberturas arenosas, ou por depósitos com alguns metros de espessura; desde os 20 m para os terraços com cotas relativamente reduzidas e os 120 m para os terraços de cota mais elevada.

Entre o paralelo da Ponta do Sombreiro (ao Sul da cidade de Benguela) e a Baía do Cuio, podem observar-se também vários patamares de depósitos quaternários, verificando-se que os mais antigos se dispõem em plataformas e apresentam litologias bastante consolidadas.

Foram classificados de acordo com as designações seguintes: depósitos dos terraços altos, depósitos dos terraços baixos e depósitos do fim do Cenozoico (Carvalho, 1961):

Depósitos dos terraços altos – Localizam-se a Sul da Ponta do Sombreiro e na parte superior das plataformas que se situam entre a estrada Dombe Grande-Benguela e a estrada Baía Farta-Dombe Grande. O topo destes depósitos tem cotas da ordem dos 150 m. A Sul do rio Coporolo, nos arredores da Baía do Cuio, os depósitos dos terraços altos não são muito desenvolvidos, mas ainda se pode identificar a arriba que delimita a plataforma que os suporta (Carvalho, 1961).

Depósitos arenosos avermelhados dos terraços baixos – Estão presentes nas imediações da Baía Farta. As suas cotas são da ordem dos 20 m. Estes depósitos têm semelhanças com os depósitos dos terraços baixos dos arredores da Catumbela. Possuem 10 -12 m de espessura e apresentam, por vezes, numerosos utensílios paleolíticos no seu interior.

Depósitos lutíticos e arenosos do Holocénico – Estes correspondem a dois tipos de depósitos: lutíticos (areias lutíticas e lutitos salgados com concreções de gesso) e arenosos. Os depósitos compostos por materiais mais finos concentram-se na zona do estuário do vale do Pima e correspondem a uma zona localizada entre os terraços baixos e as pescarias da Baía Farta, onde teria existido uma área lagunar, posteriormente assoreada.

O mesmo tipo de depósitos pode ser observado, também, a Sul da Baía Farta, numa área situada entre as pescarias da Macaca e a Tenda Grande.

Por sua vez, a acumulação de depósitos arenosos ter-se-á verificado em consequência de episódio regressivo do nível do mar. Este último é evidenciado pela acumulação de cordões litorais, cujo crescimento é confirmado através da acreção sedimentar de sucessivas bermas de praia (Carvalho, 1961), das quais o registo está muito bem conservado e é particularmente visível, por exemplo, através de imagens Google Earth TM®.

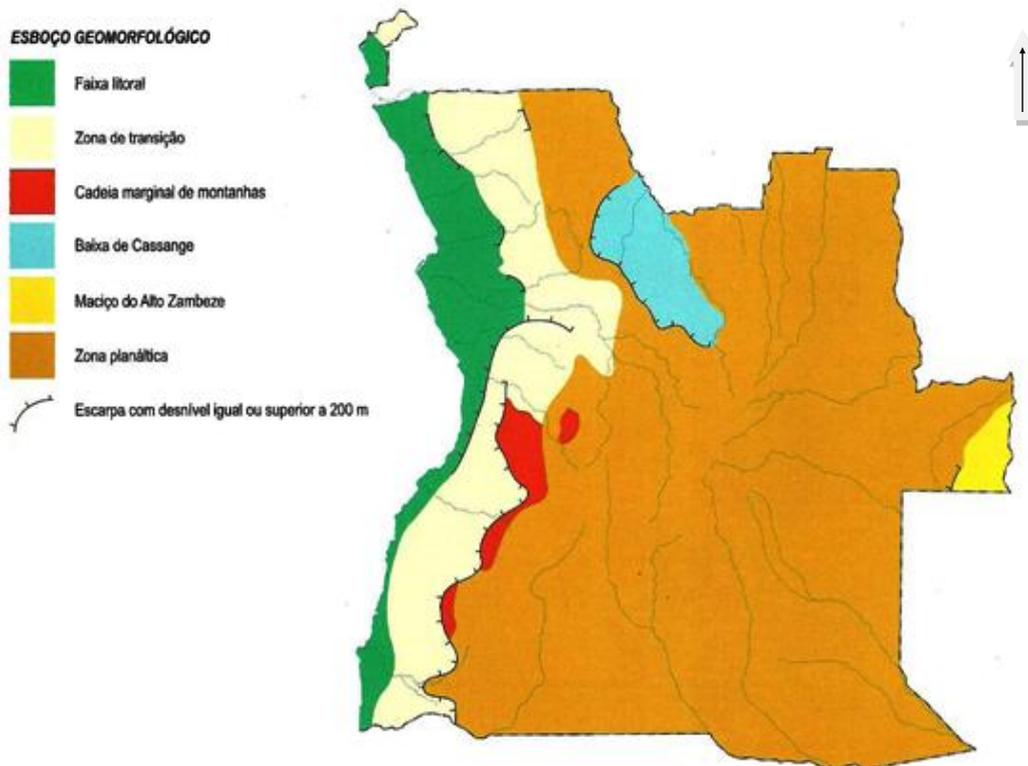


Figura 2.6- Esboço geomorfológico do território angolano (MED, 2009).

A acumulação de areias Holocénicas é igualmente importante na área em estudo, sobre elas assentando os estaleiros, as pescarias e a povoação da Caota, sendo que neste caso está particularmente bem conservada uma arriba fóssil, de pendor vertical e exposição a noroeste, que delimita internamente a planura arenosa habitada (Fig. 2.7).



Figura 2.7- Arriba da área da Caota.

2.8 - Enquadramento Geológico

2.8.1 – Geologia Regional

A orla sedimentar marinha de Angola divide-se em cinco Bacias designadas, respetivamente, por: Bacia de Cabinda, Bacia do Congo (Zaire), Bacia do Cuanza, Bacia de Benguela e Bacia de Namibe (Neto, 1961), as quais podem considerar-se repartidas da seguinte forma:

- a) Bacia de Cabinda (distrito de Cabinda);
- b) Bacia do Congo-Zaire (entre o Congo e o paralelo 8°S);
- c) Bacia do Cuanza (entre os paralelos 8° e 11°S);
- d) Bacia de Benguela (entre os paralelos 11° e 13° 25' S);
- e) Bacia de Namibe (entre os paralelos 13°50' e 17° 10' S).

Relativamente às três primeiras, as plataformas arenosas do Plio-Plistocénico dominam largamente. Os outros materiais litológicos mais representativos são as argilas, calcários, margas, arenitos e conglomerados, que se depositaram desde o Cretácico inferior até ao Miocénico, sendo particularmente evidentes nas bacias sedimentares de Benguela e Namibe (Dinis, 1998). Estas unidades assentam discordantemente sobre um soco antigo, Pré-Câmbrico, ligado ao cratão angolano e constituem, no seu todo, os setores mais internos, emersos, da margem continental Meso-Cenozóica angolana.

Neste sentido, formam uma faixa sedimentar de largura muito variável, que apresenta o seu valor máximo (cerca de 140 quilómetros), na Bacia Sedimentar do Cuanza, um pouco ao Norte do Cabo Ledo, e o seu mínimo (cerca de 4 quilómetros) na Bacia de Moçâmbides – Namibe nas proximidades de Chapéu Armado, pequena aldeia de pescadores (Neto, 1961).

Nas Figs. 2.8 e 2.9 ilustram-se as grandes divisões da Geologia de Angola de acordo com esta tipologia que tem vindo a ser seguida, se bem que com algumas adaptações em função do maior conhecimento tectono-sedimentar do *onshore* angolano e suas relações estratigráficas com os setores emersos da margem continental, ocorrido nas últimas duas décadas, muito em função das atividades de prospeção petrolífera.

GRANDES DIVISÕES DA GEOLOGIA DE ANGOLA

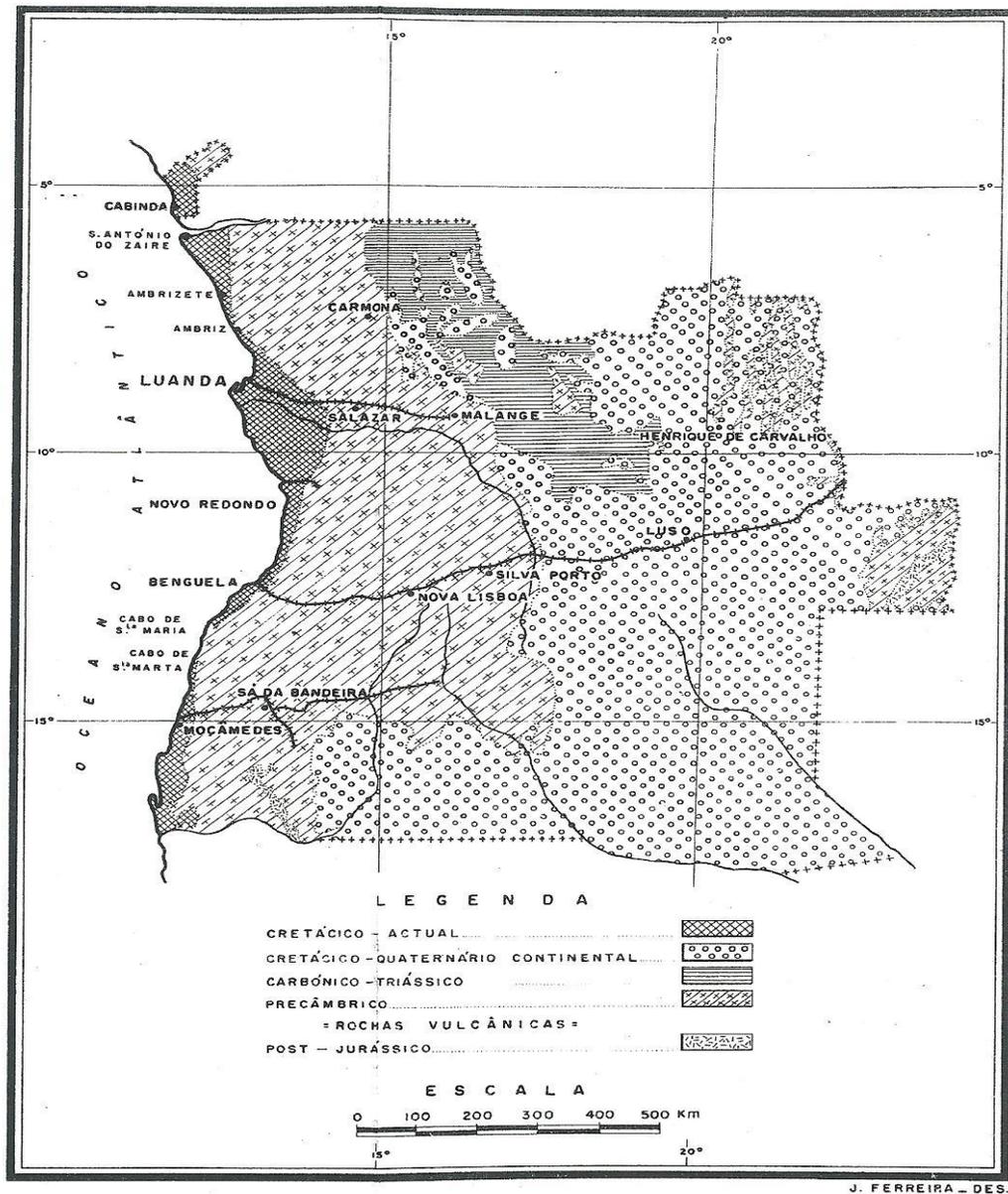


Figura 2.8 - Esboço simplificado da Geologia de Angola (adaptado de Neto (1961)).

A área em estudo e as regiões envolventes de Benguela e da Baía Farta, localizam-se, por conseguinte, num dos setores abrangidos pelo *onshore* da Bacia Benguela, uma das grandes unidades tectono-sedimentares atrás referidas. Este espesso pacote sedimentar está intimamente ligado ao ciclo atlântico e à evolução geodinâmica desta parte central da margem continental africana durante as etapas de *rifting* e de detumescência térmica que levaram à abertura e consequente distensão do Oceano Atlântico Sul (Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 1991, 2000, 2010).

O enchimento desta bacia sedimentar, também considerada como um setor meridional da grande bacia do Cuanza em virtude da semelhança considerável entre os seus cortejos estratigráficos (Duarte Morais & Sgrosso, 2000; Buta-Neto *et al.*, 2006), compreende formações cujas idades variam do Cretácico inferior (pós-Barremiano) ao Holocénico e são constituídas por um misto de litologias carbonatadas de origem marinha (calcários, calcários margosos, margas), evaporíticas (margas gipsíferas, gesso, dolomias e margas dolomíticas primárias) e terrígenas ou siliciclásticas de origem continental (conglomerados heterométricos, arenitos, lutitos) ou marinha (conglomerados de praia levantada, arenitos finos, lutitos).

Mais para o interior, na parte mais afastada do litoral da Província de Benguela e, por conseguinte já na bordadura basinal, afloram maciços com rochas magmáticas do Pré-Câmbrico, como os granitos, pórfiros e gabros, os quais se distinguem pelos relevos mais acidentados que tendem a formar, com imponentes colinas e acumulações caóticas de blocos (Technoexportstrov, 1990).

A faixa sedimentar inclui, como atrás se referiu formações cujas idades variam desde o Cretácico Inferior (pré-Aptiano) ao Holocénico (Duarte Morais & Sgrosso, 2000; Buta-Neto *et al.*, 2006). A diferenciação da bacia ocorreu a partir do Neocomiano, em estreita ligação com um controlo tectónico distensivo em contexto de *rifting*, através do preenchimento e colmatação de fossas tectónicas (grabens) por materiais detríticos grosseiros provenientes de leques aluviais coalescentes, ligados aos sistemas de drenagem da margem cratónica ao tempo existentes. A denominada Formação Cuvo (Buta-Neto *et al.*, 2006), cuja espessura é muito variável de local para local em função dos espaços de acomodação disponíveis ao tempo da sedimentogénese, compreende o registo destes episódios deposicionais representativos do enchimento inicial da bacia de Benguela, em que os clastos podem atingir dimensões métricas e são constituídos por clastos de rochas intrusivas e metamórficas associados a *red beds*.

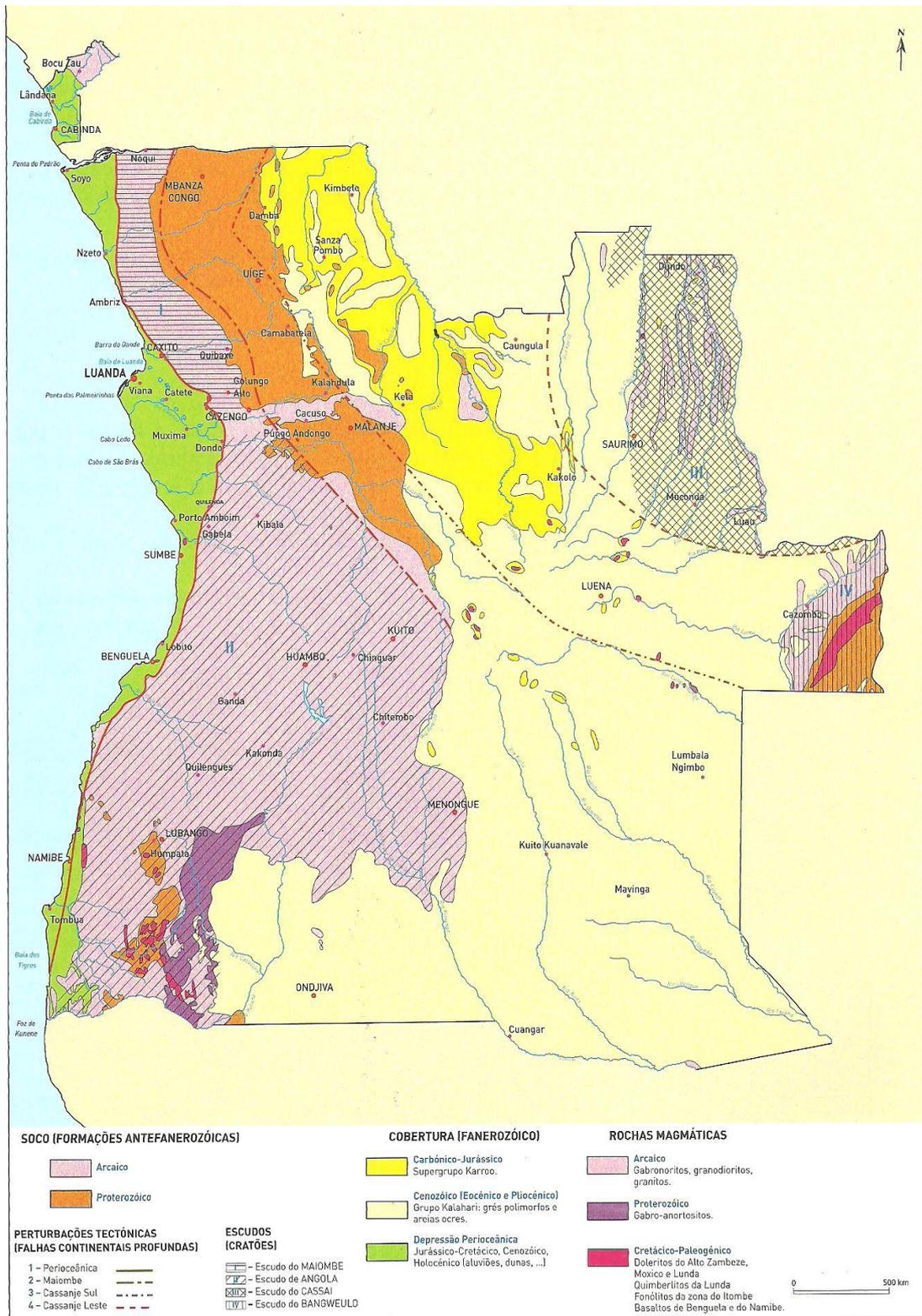


Figura 2.9 - Esboço geológico do território angolano (adaptado de MED, 2009).

De acordo com a generalidade dos autores que nas últimas duas décadas se debruçaram sobre a estratigrafia e evolução tectono-sedimentar e paleogeográfica desta bacia (Tavares, 2006; Tavares *et al.*, 2007; Buta-Neto *et al.*, 2006; Quesne *et al.*, 2009; Guiraud *et al.*, 1991, 2000, 2010), depositaram-se sobre esta unidade sucessões espessas de evaporitos e de rochas carbonatadas marinhas de idade aptiana a albiana, representadas pelas formações sedimentares designadas por Sal-Maciço, Binga, Twenza, Catumbela, Quissonde e Itombe Ngolome, entre outras (Fig. 2.10).

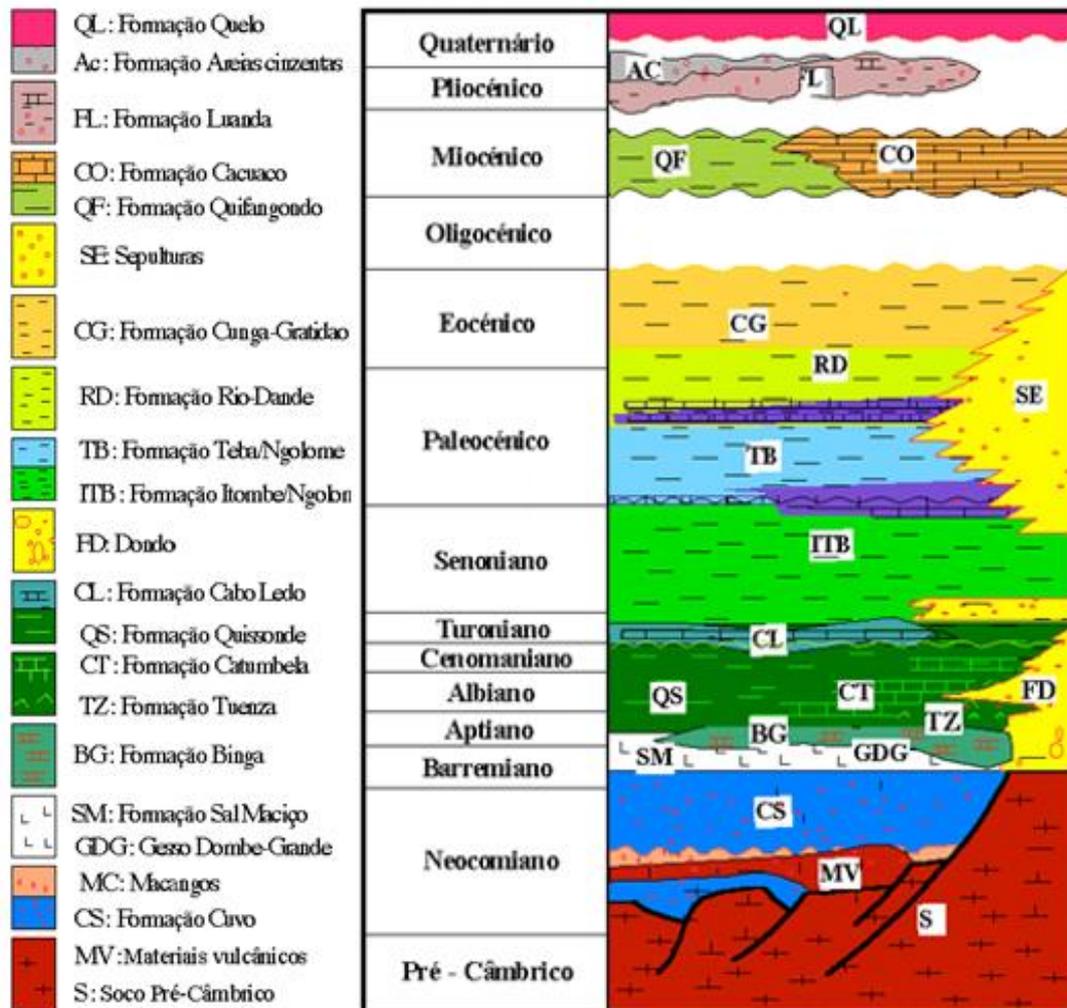


Figura 2.10 - Quadro estratigráfico da Bacia de Benguela (adaptado de Tavares (2005) in Passassi, 2011).

2.9 – Fisiografia e potencial turístico da área de estudo

A área de estudo localiza-se na Caota, cerca de 15 km a Sudoeste da cidade de Benguela. Encontra-se limitado pelas coordenadas de $12^{\circ} 36' 13,24''$ S e $13^{\circ} 16' 28,11''$ E (Fig. 2.11). Tendo como limite a Norte a área da Caotinha e a Oeste o Oceano Atlântico.



Figura 2.11 – Localização da área de estudo, com base em imagem obtida no programa Google Earth TM® (2013).

2.9.1 - Ocupação e organização do espaço

O Ordenamento do Território, de acordo com os Decreto-Lei nº3/04 de 25 de Junho de 2004, nº5/98 de 19 de Junho de 1998 e segundo a lei de base do ambiente consiste no: “processo integrado da organização do espaço biofísico, tendo como objetivo o uso e transformação do território de acordo com as suas capacidades, vocações, permanência dos valores de equilíbrio biológico e de estabilidade geológica, numa perspetiva de manutenção e aumento da sua capacidade de suporte de vida”.

Tendo em conta as observações efetuadas na área em estudo constatou-se que as habitações existentes surgiram de forma espontânea e desorganizada, não atenção às condições definidas para um correto ordenamento do território.

2.9.2 – Turismo na região litoral centro de Angola

Existem lugares em que o turismo é o principal elemento de desenvolvimento. Deste modo, a sua economia centra-se quase exclusivamente neste sector de atividade. Por exemplo na Espanha, podem-se citar destinos como o Mediterrâneo, Benidorm e Marbella, enquanto noutros países como a Tunísia mencionam-se locais como Hammamet ou Port Kautai; na França, a grande Motte da Côte Vermeille, e na Itália, o enclave do Adriático como Riccione, Rimini ou Cattolica.

Para alguns países o turismo constitui uma importante fonte de geração de receitas e com peso considerável no Produto Interno Bruto (PIB), a exemplo da Tunísia com 6%, Ilhas Maldivas com 18% e Barbados com 32% (OMT, 2003). Esta tendência ganha cada dia, mais adeptos, pelo facto de muitas administrações terem compreendido que o turismo é uma atividade que gera muitos postos de trabalho e em consequência, pode contribuir para o incremento da renda *per capita* de seus cidadãos (Ejarque, 2005).

No caso da área de estudo (Caota) não existe um investimento considerável no ramo do turismo. Segundo a OMT (1998), uma forma de assegurar que o desenvolvimento turístico seja controlado é incentivar a participação de todos os agentes envolvidos.

2.9.3 - Áreas turísticas da província de Benguela.

A nível geral da província de Benguela, é possível destacar as seguintes áreas turísticas (Infotur, 2009):

- Morro do Sombreiro – foi ao longo dos séculos um importante ponto de referência para a navegação marítima. O farol foi construído em Abril de 1884.
- Praias – Benguela possui várias praias com extensos areais não poluídos, sendo de destacar: praia da Baía Azul, praia Morena, Caota, Santo António e Egito-Praia.
- Vale do Rio Cubal – cercado por cadeias montanhosas e com milhares de palmeiras, numa extensão de 30 mil hectares, corresponde a um local de grande produção agropecuária, de onde se destacam as bananas e o óleo de palma.
- Quedas do Lomaum – localizadas no município do Cubal, estas quedas apresentam um desnível superior a 100 metros.
- Águas Quentes do Lomaum – extremamente ricas em sais minerais e ferro, estas águas quentes do Lomaum podem ser utilizadas para efeitos terapêuticos.

- As Mamas da Vitória – esta formação rochosa é uma das principais atrações do município do Caimbambo, obteve este nome devido à morfologia particular da área montanhosa.
- Restinga do Lobito – a Restinga é a área mais famosa, em termos turísticos, da cidade do Lobito, é na sua maioria ocupada por moradias rodeadas por praias. Tem 3 km de extensão e, por vezes, apresenta uma largura inferior a 300 m.

2.10 - Características geográficas da Caota

De acordo com a Monografia do Município de Benguela (2008) a área da Caota situa-se no município de Benguela e tem uma população de 5 320 habitantes cuja atividade económica principal é a pesca. De acordo com os dados obtido de fontes orais do soba e Administrador da Zona “B”, os habitantes da área em estudo são maioritariamente do grupo etnolinguístico Ovimbundu, oriundo das povoações periféricas, do centro da cidade e dos municípios do interior como Caimbambo, Cubal, Ganda, Chongoroi, Quilengues, Bocoio e Balombo.

No domínio das atividades económicas, destacam-se as pescarias do Mormole, Mário Soares e Maria da Glória (Fig. 2.12). No setor da Educação, a área conta com uma escola do ensino primário (da iniciação até à 6ª classe) com 882 alunos, 28 professores e 27 turmas. Os serviços de saúde são constituídos por um posto estatal e outros privados.

A deslocação da população é efetuada maioritariamente através de motociclos simples, vulgarmente chamados “Kupapatas” e alguns veículos automóveis particulares.

A nível religioso verifica-se a presença na zona de algumas instituições como a Igreja Evangélica Congregacional em Angola (IECA), a Igreja Católica, a Igreja Adventista e outras confissões religiosas. As mesmas funcionam também em parceria com o setor da educação nos processos de ensino e aprendizagem.



Figura 2.12 - Fotografia ilustrando a Pescaria da Caota.

2.10.1 - Geologia Local

A área em estudo encontra-se a Sudoeste da cidade de Benguela, correspondendo deste modo a um setor da margem basinal em que as formações geológicas aflorantes são representativas do intervalo Neogénico – Quaternário (Fig. 2.13).

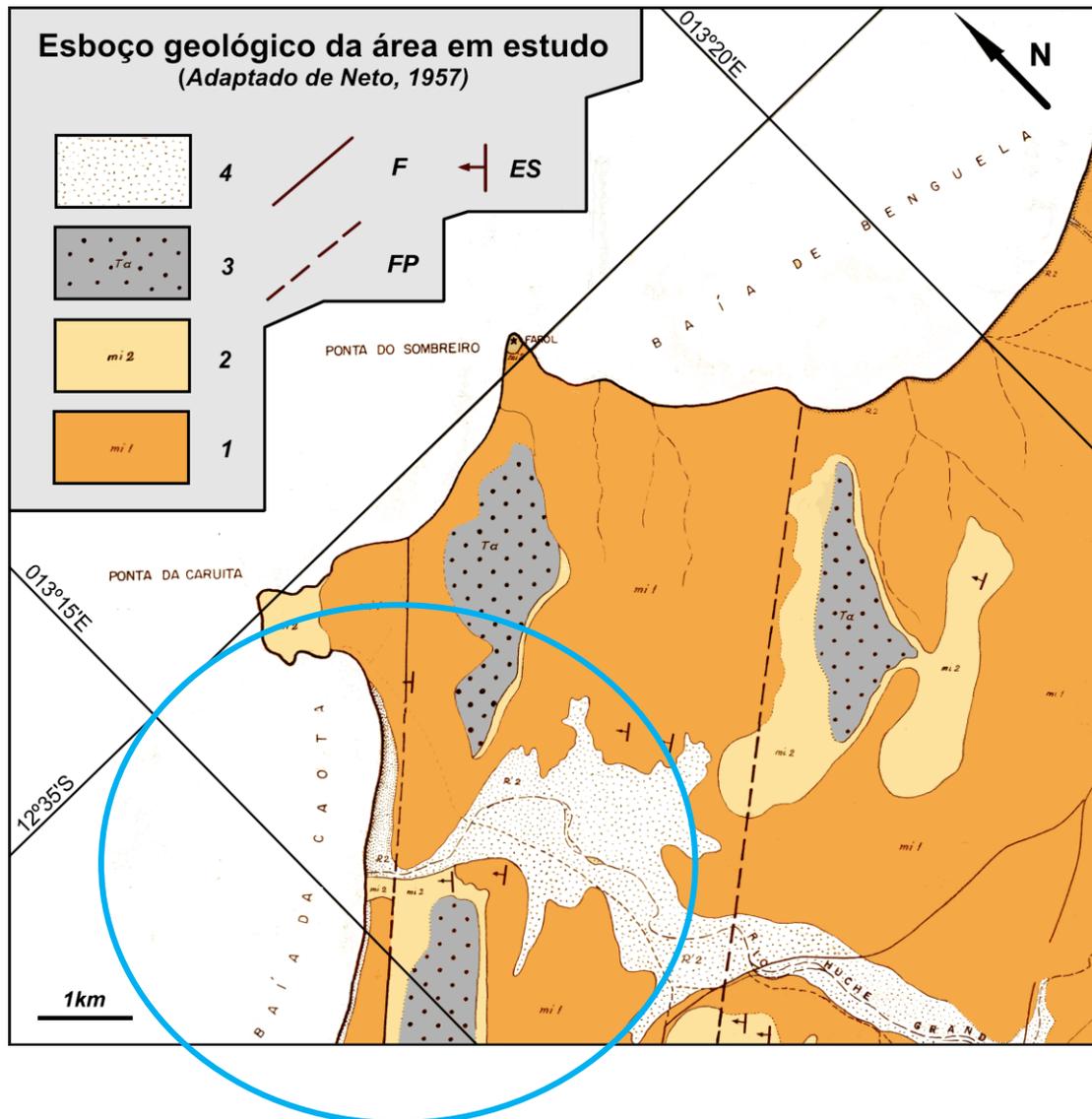


Figura 2.13 - Esboço geológico da área em estudo.

- 1- **Formação de Quifandongo**; membro inferior com fácies de margas acastanhadas com moluscos marinhos e dentes de peixes (Aquitânico a Burdigaliano, Miocénico Inferior);
- 2 - **Formação de Quifandongo**; membro superior com fácies de grés calcários, silicificados, com dentes de peixes (Tortoniano a Messiniano, Miocénico Superior);
- 3 - **Depósitos de praia levantada**, detríticos, com cota de base superior a 40 m (Plistocénico);
- 4 - **Depósitos aluvionares**, coluviões e de areias de praia (Holocénico); F - Falha geológica; FP - Falha provável; ES - Direção e pendor da estratificação (Adaptado de Neto, 1957; Idades segundo Guiraud *et al.*, 2010; Revisão de campo e microfósseis por P. M. Callapez, P. Diniz; J. Sessa - projeto 2011-2013, *in Saque*, 2013).

A unidade de base deste setor do litoral é a Formação Quifandongo (Guiraud *et al.*, 2010) de idade Miocénica, a qual comporta dois membros que traduzem uma tendência sequencial regressiva, no sentido de uma continentalização progressiva do cortejo de fácies. O membro inferior aflora largamente e é representado na área por fácies de margas acastanhadas com moluscos marinhos e dentes de peixes (Aquitano a Burdigaliano, Miocénico Inferior), aflorando localmente jazidas com concentrações de moluscos e de outros invertebrados marinhos, com elevada densidade e diversidade de fósseis. Os grandes vertebrados também estão representados, ainda que pontualmente, por dentes de esqualos e ossos de cetáceos, (Antunes, 1964). Quanto ao membro superior, este consiste em grés calcários, silicificados, com dentes de peixes (Tortoniano a Messiniano, Miocénico Superior) e inclui intercalações fortemente bio turbadas com concentrações de icnitos.

Coroando todo este conjunto observam-se níveis de depósitos de praia levantada do Plistocénico, frequentemente areno-cascalhentos e com cota de base superior a 40 m, os quais aparecem ligados ao desenvolvimento de antigas plataformas de abrasão, cujas extensões aplanadas e revestidas de tapetes de seixos em matriz arenosa forma superfícies de resistência contra os profundos ravinamentos que salpicam a área e são facilmente perceptíveis através de imagem de fotografia aérea ou de satélite.

As observações locais efetuadas no presente estudo permitiram evidenciar que a formação rochosa que aflora na zona compreende, sobretudo, estratos espessos e fracamente basculhados, compostos por litologias de arenito de grão fino a grosseiro, muitas vezes detríticas e com grãos de quartzo arredondado. Outras litologias presentes são o siltito e o calcário gresoso ou gresoso dolomítico. A intercalação de níveis com silicificações, por vezes relativamente espessos, compostos por concentrações de *rogons* de sílex avermelhado, é bastante frequente.

Estas silicificações surgem, ainda que pontualmente, mais desenvolvidas no extremo Norte da povoação da Caota, frente à praia, onde se associam a estrutura de dissolução e colapso ligadas à falha representada na Fig. 2.13.

A generalidade dos estratos Miocénicos são ricos de concentrações de gesso secundário, fibroso, o qual precipitou sob a forma de abundantes vénulas com desenvolvimento vertical a oblíquo, isoladas ou convergentes, associadas ao diaclasamento do maciço rochoso.

A sua espessura é fraca, não excedendo alguns centímetros, mas a extensão destas estruturas penetrativas ligadas à evolução geoquímica em meio associado a clima quente e árido, é frequentemente de dimensão métrica.

Os afloramentos de estratos Miocénicos encontram-se, muitas vezes, coroados por níveis calcetizados com concentrações de marcas de raízes, ligados a uma evolução pedogénica antiga, em condições provavelmente análogas às que levaram a precipitação do gesso, (Fig. 2.14).



Figura 2.14- Fotografias ilustrando gesso e raízes do local de estudo (Talude 9).

Nas linhas de água secas circundantes, correspondentes à convergência dos ravinamentos ativos da área, observam-se também depósitos de vertente com materiais resultante da ação eólica ou da ação das chuvas, compostos por materiais heterométricos que incluem placas de gesso fibroso, sílex e blocos e calhaus angulosos de arenito ou siltito, dispostos em matriz fina, por vezes com algum grau de organização. A sua espessura, todavia, não é muito grande, assim como a dos solos esqueléticos que coroam os afloramentos locais, capazes de suportar pouco mais do que um coberto esparsa de vegetação herbácea.

Estes solos residuais da zona, são essencialmente constituídos por argila e produtos resultantes da meteorização dos arenitos. Nota-se a existência de algumas árvores de maior e menor porte, o que deverá estar associado à variação da espessura local do solo.

Por fim, a principal estrutura geológica observada no local corresponde a um plano de falhamento que está presente no maciço rochoso (Fig. 2.13), verificando-se igualmente a presença de uma estrutura de preenchimento de colapso carsificada, como atrás se referiu.

A panorâmica da paleo-arriba talhada nas unidades do Miocénico e fronteira a povoação da Caota. Observam-se sulco de erosão com ravinamento profundo e dos cones de injeção com matérias Heterométricas proveniente da erosão da paleo-arriba, (Fig.2.15).



Figura 2.15 - Fotografia ilustrando a erosão com ravinamento profundo.

3 - Considerações sobre instabilidades de vertentes e taludes

O estudo da instabilidade de vertentes/taludes apresenta uma importância crescente nas questões relacionadas com o ordenamento do território (Zêzere, 1997).

A ocorrência de situações de instabilidade num talude (natural, escavação ou aterro) está relacionada com a ação de vários fatores, designadamente da água, das características das discontinuidades, em particular pelas suas coordenadas geológicas e da intensidade de compartimentação, da geometria do talude, das características do estado de alteração, do tipo litológico e da capacidade de resistência à desagregação dos materiais que constituem os taludes. As consequências das situações de instabilidade podem ser muito graves no património, pessoas e infraestruturas (Saraiva & Andrade, 2003).

3.1 - Talude

Um talude pode ser definido como uma superfície inclinada que delimita um maciço terroso, rochoso ou um aterro. Um talude instabilizado é composto por vários elementos, entre os quais de destacam: crista ou topo, corpo principal do material instabilizado, pé ou base de superfície de rotura (Andrade, 2011).

3.1.1 - Tipos de taludes

Os taludes podem ser classificados como: naturais (vertentes); de escavação e de aterro.

- Taludes Naturais (Vertentes) – estão relacionados com processos de ação geomorfológica de origem natural (Fig. 3.1).



Figura 3.1 - Talude natural/vertente (Lucira – Dombe Grande).

- Taludes de Escavação – correspondem à escavação dos maciços naturais pela ação humana (Fig. 3.2).



Figura 3.2 - Talude de escavação no Cabo Mondego (Andrade, 2011).

- Taludes de Aterro – são parte integrante de elementos (aterros) que são construídos pelo homem (Fig. 3.3).



Figura 3.3 - Talude de aterro (Andrade, 2011).

3.2 – Meios para identificação de locais de instabilidade

Na caracterização de locais de instabilidade deve proceder-se à identificação das áreas que são suscetíveis a esse tipo de movimentos. De acordo com Dyminski (2010) a identificação destas áreas pode ser efetuada através de: mapas topográficos; mapas geológicos; fotografias aéreas e de satélite, imagens digitalizadas e evidências de movimentos de instabilidade.

Durante o estudo efetuado, utilizaram-se vários destes documentos, imagens e procedimentos para atingir os objetivos definidos na presente dissertação.

3.3 - Movimentação dos terrenos (vertentes e taludes)

De acordo com a morfologia e o tipo de material presente nos movimentos dos terrenos, podem definir-se de acordo com Varnes (1978) e Dikau *et al.* (1996) os seguintes tipos de instabilidades (Quadro 3.1): desabamentos ou desmoronamentos; basculamentos; deslizamentos (rotacionais e translacionais); expansões laterais; escoadas ou fluxos e movimentos complexos.

Quadro 3.1 - Classificação dos movimentos de vertente (Varnes, 1978) e (Dikau *et al.*, 1996).

Tipo de movimento		Tipo de material		
		Substrato rochoso	Solos	
			Dominante grosseira	Dominante fina
Desabamentos		Rochoso	Detritos	Solos
Basculamentos		Rochoso	Detritos	Solos
Deslizamentos	Rotacional	Rotacional rochoso	Rotacional de Detritos	Rotacional de Solos
	Translacional	Translacional em bloco rochoso	Translacional em bloco de Detritos	Translacional de Solos
		Translacional rochoso	Translacional de Detritos	Translacional lamacento
Expansões laterais		Rochoso	Detritos	Solos
Escoadas		Rochosas	Detritos	Solos
			"Creep"	
Complexos		Combinações de dois ou mais tipos de movimentos principais		

3.3.1 - Desabamentos ou Desmoronamentos

Os desabamentos ou desmoronamentos correspondem a uma deslocação de solo, detritos ou material rochoso ao longo de um desnível acentuado. O material movimenta-se pelo ar, através de queda, bem como através de saltos e/ou rolamento (Fig. 3.4).

É um movimento caracterizado por uma velocidade rápida a extremamente rápida, e em que a queda livre ocorre pelo menos numa parte da deslocação (Varnes, 1978; Záruba & Mencl, 1982). A ação diferencial da erosão pode originar que as unidades mais resistentes presentes nos taludes/vertentes, fiquem em forma de consola, e possam colapsar por ação gravítica (Vallejo *et al.*, 2002). A movimentação dos blocos pode propagar-se a velocidade elevada. Os desabamentos podem ocorrer devido à atividade sísmica, à escavação na base dos taludes/vertentes, mas também podem verificar-se devido à infiltração de água, ao crescimento de raízes e/ou formação de gelo nas fraturas.



Figura 3.4 – Resultado do movimento de queda de blocos na área da Caota.

3.3.2 - Deslizamentos

Os deslizamentos são de acordo com o WP/WLI (1993) movimentos de solos, detritos ou rochas que se verificam geralmente ao longo de um plano ou planos de rotura ou ainda de zonas de espessura reduzida que sofreram uma deformação tangencial intensa.

O material deslocado no decorrer do movimento encontra-se em contacto com o material localizado inferiormente, observando-se graus muito variáveis de deformação, de acordo com o tipo de deslizamento.

- Os deslizamentos rotacionais (Fig 3.5) podem verificar-se em solos argilosos, solos arenosos ou em maciços rochosos intensamente alterados e/ou fraturados (de orientação aleatória), em que as pressões intersticiais da água são suficientemente elevadas para originar a rotura (Delgado, 2006). As superfícies de rotura são de modo geral curvas e com a concavidade voltada para cima. O movimento em causa pode ainda desenvolver-se durante ou após a realização de escavações nos taludes, devido à atividade sísmica, através de processos erosivos, pelo aumento de carga no talude ou no seu topo, bem como através da remoção da vegetação (por corte ou incêndio).



Figura 3.5 - Movimento de deslizamento rotacional (retirado de USGS (2004)).

- Deslizamentos translacionais – ocorrem em materiais anisotrópicos e evidenciam uma relação estreita com as superfícies de descontinuidades. O plano de rotura é estabelecido ao longo de superfícies de fraqueza que apresentam uma baixa resistência ao corte, podendo estas ser falhas, diáclases, planos de xistosidade, planos de estratificação ou o contacto entre o material alterado/solo e o maciço rochoso (Nemcok, 1977; Bell & Pettinga, 1988).

Os deslizamentos translacionais podem ocorrer ao longo de uma única superfície (deslizamentos planares) (Fig. 3.6) ou ao longo da reta de intersecção entre dois planos (deslizamentos em cunha) (Fig. 3.7). Os deslizamentos translacionais estão relacionados com as características das descontinuidades, designadamente com a orientação, rugosidade, material de preenchimento, persistência e grau de alteração, bem como com a presença de água.

Os vários tipos de classificação de deslizamentos são apresentados no Quadro 3.2.



Figura 3.6 - Movimento de deslizamento planar (Andrade, 2011).



Figura 3.7 - Movimento de deslizamento em cunha (Nunes, 2011).

Quadro 3.2 – Tipos de deslizamentos de acordo com Dikau *et al.* (1996)

Tipos de Deslizamentos		Tipos de Materiais		
		Rocha	Detritos	Solo
Rotacionais		Simple Múltiplo Sucessivo	Simple Múltiplo Sucessivo	Simple Múltiplo Sucessivo
Translacionais	Com rotura compósita	Deslizamento de rocha em bloco	Deslizamento de detritos em bloco	Deslizamento de solo em bloco
	Com rotura planar	Deslizamento de rocha	Deslizamento de detritos	Deslizamento lamacento

3.3.3 - Basculamentos

O Basculamento é um movimento de instabilidade em que se verifica uma rotação de massa de solo ou rocha, em redor de um ponto ou eixo situado abaixo do centro de gravidade da massa que é afetada pela situação de instabilidade. Apresenta uma velocidade muito variável, desde extremamente lenta a extremamente rápida (Cruden & Varnes, 1996).

O movimento de basculamento ocorre por ação da gravidade e/ou das forças laterais exercidas por unidades adjacentes ou por fluidos existentes em superfícies de descontinuidades (Varnes, 1978; Ayala, 1991). O basculamento pode afetar volumes de material rochoso ou de solos muito consideráveis. Este tipo de movimentos é comum nas rochas xistosas que apresentam uma foliação penetrativa pronunciada (Saraiva & Andrade, 2003) (Fig 3.8). Para os vários basculamentos podem distinguir-se o flexural de blocos, e flexural e mecanismos secundários de basculamento. Para os do tipo flexural ocorrerem devem existir, previamente, movimentos entre os planos de foliação do maciço. Para que ocorram movimentos de basculamento é necessário que a direção da superfície do talude e a das superfícies de foliação tenham uma diferença angular inferior ou igual a 30°.



Figura 3.8 - Movimento de basculamento (Andrade, 2011).

3.3.4 - Escoda ou Fluxo

A escoada ou fluxo correspondem a movimentos contínuos onde a distribuição das velocidades na massa deslocada é semelhante à de um fluido viscoso (WP/WLI, 1993). Os fluxos estão relacionados com a diminuição da resistência dos materiais que formam a cobertura ou a parte superficial dos taludes, podendo ocorrer em terrenos argilosos e/ou que apresentam uma percentagem elevada de água (Andrade, 2011).

O material deslocado, nos movimentos de fluxo, tem um comportamento aparentado ao de um fluido, sofrendo deformação contínua sem apresentar superfícies de rotura bem definidas. A ação da água é determinante no aumento do grau de saturação, com a perda de resistência dos materiais e a conseqüente movimentação (Fig. 3.9). Isto acontece com maior frequência nas áreas sem cobertura vegetal e pode atingir grandes extensões. (WP/WLI, 1993). As ações sísmicas podem igualmente desencadear fluxos.

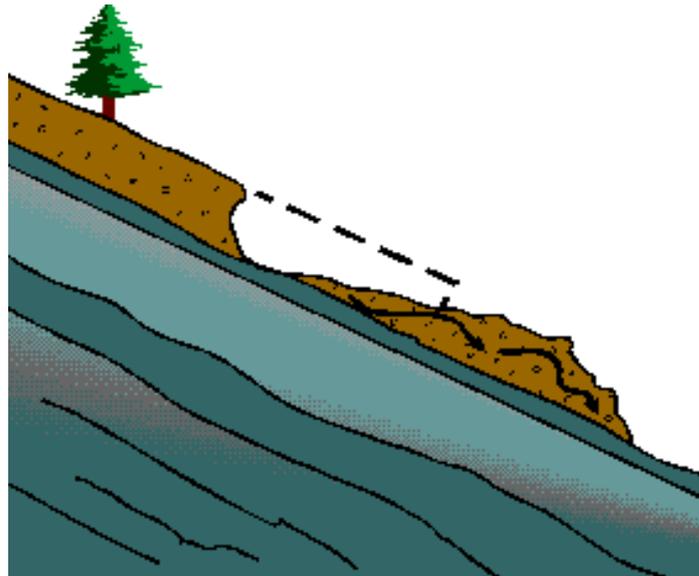


Figura 3.9 - Movimento de fluxo.

3.4 - Prevenção e medidas de estabilização de taludes

As condições meteorológicas como a precipitação podem levar ao incremento da instabilidade dos taludes. Estas situações nas proximidades de aglomerados populacionais, zonas industriais e comerciais, vias rodoviárias e ferroviárias, devem ser estudadas e monitorizadas de modo a se tomarem medidas preventivas de acidentes de deslizamento de terrenos e de derrocadas. A execução de qualquer obra de contenção ou estabilização deverá contemplar os seguintes aspetos: a geotecnia, as estruturas, o método construtivo e a escolha cuidadosa do material a utilizar.

Podem adaptar-se de acordo com Highland & Bobrowsky (2008), as seguintes medidas de precaução:

- Identificação dos taludes de maior inclinação, onde se podem verificar roturas de forma abrupta, designadamente desmoronamentos;
- Verificação do funcionamento correto das estruturas de drenagem e das estruturas de suporte relacionadas com a estabilização de taludes;
- Observação de deformações, em particular: aberturas de fendas e os assentamentos relacionados com as variações do nível da água nos terrenos.

A caracterização das situações de instabilização de taludes e as respetivas medidas de mitigação e contenção são indispensáveis, devido às graves consequências que os movimentos de instabilidade podem provocar.

As instabilidades vão ter implicações económicas como custos, estes podem ser considerados como diretos e indiretos (Dyminski, 2010). Os custos diretos estão relacionados com a reparação, reposição de estruturas, manutenção e implementação de sistemas de contenção; os custos indiretos estão associados a danos nas atividades industriais, agrícolas, florestais e turísticas, diminuição do valor de propriedades, vítimas humanas, danos físicos ou psicológicos em habitantes de zonas afetadas por movimentos de instabilidade. Existem vários métodos para a estabilização de taludes, os mais utilizados são a modificação das características geométricas, a utilização da drenagem, o reforço e a contenção.

3.4.1 - Geometria (diminuição da inclinação do talude)

De acordo com Ayala-Cacerdo *et al.* (1987), este é um método simples e que permite diminuir o peso existente num determinado talude, consiste na redução do ângulo de inclinação ou na execução de patamares intermédios no talude, o que permite um efeito idêntico (Fig. 3.10).

A diminuição do pendor do talude reduz o peso da massa do material potencialmente instável e a existência de patamares permite a criação de acessos a vários pontos do talude e permite um sistema de drenagem mais eficaz.

Este método é de eficácia moderada no aumento da estabilidade porque uma solução completa do problema pode envolver outras modificações do terreno.



Figura 3.10 - Modificação da geometria de um talude (Andrade, 2011).

3.4.2 - Drenagem

Vallejo *et al.* (2002) indicam que as águas superficiais e de infiltração têm grande influência na estabilidade dos taludes, daí a importância da drenagem (pressão hidrostática ou hidrodinâmica, forças de percolação). Para as águas superficiais a drenagem é, muitas vezes, executada através de banquetas, enquanto para as águas profundas ou subterrâneas o escoamento é efetuado através de vários procedimentos como os drenos sub-horizontais, poços, galerias e também através da bombagem. O objetivo de promover a implementação de um sistema de drenagem num talude é de modo a garantir que não se verifiquem processos erosivos e/ou uma acumulação de pressões de água que atuam como forças desestabilizadoras nas descontinuidades e superfícies de rotura dos maciços. Segundo Nascimento (1965), as medidas de drenagem em terrenos pouco permeáveis e/ou com caudais reduzidos, levam à diminuição da pressão intersticial e conseqüentemente à diminuição das potenciais situações de instabilidade.

3.4.3 - Revestimento do talude

Ao proteger um determinado talude, deve-se ter atenção algumas medidas simples para diminuir os processos erosivos, dado que estes podem originar problemas de drenagem e levar à ocorrência de roturas nos taludes. Os métodos de revestimento, como a utilização de vegetação e de mantas biodegradáveis, são utilizados para reduzir as conseqüências ambientais adversas e constituem medidas para evitar os deslizamentos nos taludes (Highland & Bobrowsky, 2008).

3.4.4 – Pregagens, ancoragens, betão projetado e rede de proteção

3.4.4.1 - Pregagens

De acordo com Farmer (1992) as pregagens correspondem a um método simples e de custo reduzido que permite evitar situações de instabilidade, designadamente as relacionadas com a queda de blocos rochosos. Trata-se de um varão de aço, não tracionado, geralmente introduzido ao longo de um furo previamente aberto.

Segundo Fookes & Sweeney (1976), Farmer (1992) e Gonzalez (2006) as pregagens são constituídas por um varão de aço com cerca de 15 a 40 milímetros de diâmetro e de 1 a mais de 5 metros de comprimento, estas últimas designadas como profundas.

3.4.4.2 - Ancoragens

As ancoragens são elementos pós-tencionados, como os cabos ou varões de aço, que podem ser utilizados em maciços rochosos fraturados, possibilitando deste modo a estabilização de blocos rochosos, ou associados a elementos de contenção constituindo deste modo muros ancorados.

Segundo Pinelo (1979), os varões ou cabos de aço são selados ao maciço mediante a injeção de calda de cimento ou aplicação de resinas epoxídicas. A utilização das resinas apresenta algumas vantagens em relação ao cimento, tais como:

- Apresenta um rápido endurecimento, permitindo um pré-esforço pouco depois da sua implementação;
- É de fácil transporte e aplicação;
- Em algumas situações apresentam melhores características de resistência à compressão a curto prazo.

3.4.4.3 - Betão projetado

De acordo com Vallejo *et al.* (2002) e Hoek (2007) quando um talude apresenta problemas de estabilidade de uma forma moderada, e se preveem deslizamentos ou escorregamentos, é frequente o recurso ao betão projetado (Fig. 3.11) com ou sem armadura e com a possível utilização de pregagens.



Figura 3.11 - Betão projetado (Andrade, 2011).

O betão projetado corresponde a um método expedito e de simples utilização que permite um reforço da superfície existente entre os blocos rochosos e da mesma forma possibilita a diminuição do desgaste e da esfoliação superficial (Highland & Bobrowsky, 2008). O betão projetado pode ser aplicado a céu aberto, permitindo que grandes áreas podem ser cobertas num período de tempo reduzido.

3.4.4.4 - Rede de proteção

Segundo Richards (1992) as redes de proteção são utilizadas de modo a evitar os movimentos de instabilidade como as quedas de blocos rochosos sobre as vias de comunicação ou ainda as áreas habitadas. Estas situações de instabilidade são resultantes da ação e de fatores naturais tais como: a precipitação, o vento forte ou os processos erosivos. De modo geral, as redes de proteção são constituídas por redes metálicas de dupla ou tripla torção e de resistência elevada, correspondendo a um dos métodos mais vantajosos em termos económicos.

3.4.5 - Muros de suporte

De acordo com Gonzalez (2006) e Coelho (1996), a execução de muros de suporte convencionais ou a aplicação de muros de suporte de gabiões (Fig. 3.12), constituem soluções para muitos casos de instabilidade. A utilização dos muros de contenção possibilita a diminuição da extensão dos taludes. Um muro de suporte ou de contenção corresponde a uma obra de sustentação e retenção de terrenos e é construída superiormente a uma fundação superficial ou profunda. São estruturas que fornecem apoio aos maciços e evitam movimentos nos taludes, vertentes ou aterros, estes podem ser provocados pelo seu próprio peso ou carregamentos externos.

Os muros de suporte permitem o reforço da base dos taludes, impedindo ou mitigando os processos suscetíveis de provocarem situações de instabilidade. Para os vários tipos de muros de contenção é fundamental a existência de uma drenagem adequada ao longo de toda a estrutura. Os muros de contenção podem ser constituídos por betão, aço, madeira ou outros materiais, muitas vezes são ancorados de maneira apropriada (Figura 3.13), de modo a possuírem um comportamento de maior resistência relativamente às situações de instabilidade.

Dentro dos muros de suporte destacam-se os gabiões, estes correspondem a caixas ou gaiolas de arame galvanizado que são preenchidas com pedras, estas caixas são sobrepostas e unidas umas às outras por arame, constituindo desta forma muros de dimensões e formas diferenciadas (Onodera, 2005). Os processos de construção dos gabiões são relativamente simples e pouco dispendiosos, e são muitas vezes utilizados na contenção de aterros e de encostas.



Figura 3.12 – Gabiões (Andrade, 2011).



Figura 3.13 - Muro de contenção ancorado (Andrade, 2011).

4. Metodologia

4.1- Esquema metodológico geral

Assume-se como esquema metodológico geral as sequências lógicas do processo de investigação, onde se estruturaram os procedimentos que conduziram aos resultados do estudo das situações de instabilidade dos taludes e vertentes da área da Coata (Fig. 4.1).

4.2 - Descrição dos procedimentos metodológicos

O esboço da investigação foi elaborado a partir da identificação dos eventuais problemas de instabilidade, procedeu-se a uma análise preliminar da informação necessária à determinação das suas possíveis fontes de contribuição, definiu-se o tempo disponível e os recursos essenciais para as tarefas de modo a dar cumprimento às atividades definidas a partir do uso de diferentes métodos.

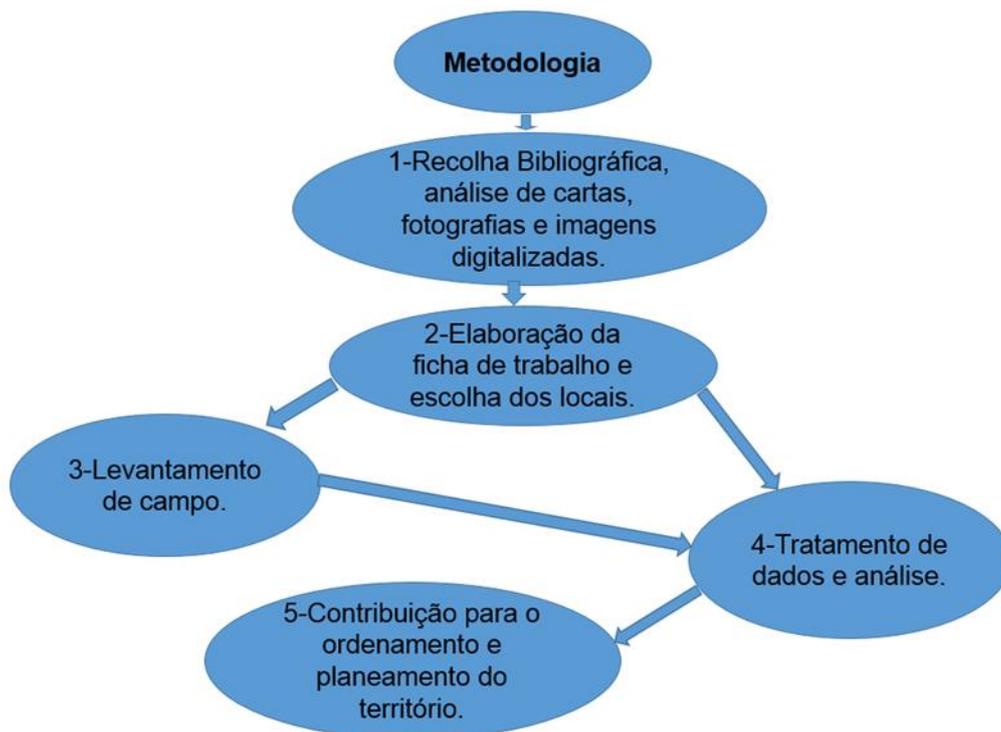


Figura 4.1- Fluxograma da metodologia utilizada na dissertação.

A **primeira fase** do estudo consistiu no inventário e classificação tipológica dos fenómenos de instabilidade ocorridos na área e na análise das suas relações com a litologia, a morfologia, a estrutura geológica e as características geotécnicas das formações afetadas. Procedeu-se a uma primeira análise das fotografias da área em estudo, visando o reconhecimento de indícios de antigos fenómenos de instabilidade de taludes ocorridos no

local e a sua representação cartográfica. Desta última utilizaram-se elementos do Ministério do Urbanismo e Ambiente, do Instituto de Geodesia e Cartografia de Angola, das bases cartográficas digitais da área em formato tif, e escala original 1: 100 000, bem como as imagens de satélite do sítio Google Earth. Procedeu-se a uma caracterização física e geológica da área em estudo, em que se efetuou o enquadramento climático, geológico, geomorfológico e o estudo da geologia regional e local. Também se procedeu à recolha da bibliografia, à obtenção e análise de cartas topográficas e geológicas, bem como a consulta de regulamentos, legislação e outro tipo de documentação relacionada com o ordenamento e ambiente, designadamente nos aspetos relacionados com as situações de instabilidade de taludes/vertentes, estabelecendo-se a compilação, ordenação e catalogação da informação relacionada com os dados obtidos.

Na **segunda fase** da metodologia procedeu-se à criação de fichas de trabalho, relacionadas com as situações de instabilidades e que engloba entre outros, a definição de características dos taludes/vertentes como a localização, a altura, a litologia presente, a vegetação existente, os tipos de instabilização, bem como as suas dimensões, as consequências e causas. Estabeleceram-se as questões a efetuar ao Administrador da zona “B” e ao Soba da Caota, bem como à população e aos turistas da área. Consideraram-se os vários parâmetros a utilizar na Classificação Rockfall Hazard Rating System (RHRS).

A **terceira fase** corresponde ao trabalho de campo ou in situ na área da Caota, efetuando-se a aplicação dos vários métodos definidos na segunda fase, mediante a observação científica, procedeu-se à recolha de amostras para identificação mineralógica, realizaram-se entrevistas, caracterizaram-se os parâmetros da classificação RHRS e preencheram-se as fichas de trabalho.

Na **quarta fase** utilizaram-se os dados e informações que se obtiveram no trabalho de campo, este baseou-se na localização das ocorrências de movimentos de terrenos e sua correlação com as características litológicas e topográficas. Analisaram-se os resultados dos inquéritos e das fichas de trabalho. Definiram-se nos taludes estudados os movimentos de terrenos em função de diferentes tipos de instabilidade e das suas características de acordo com as classificações de Varnes (1978) e Dikau *et al.* (1996), em particular os deslizamentos, as quedas de blocos e os fluxos (escoadas). Evidenciaram-se as principais consequências das situações de instabilidade, Definiram-se as causas externas e internas mais importantes para os fenómenos de instabilidade. Através da aplicação da classificação RHRS estabeleceram-se diferentes probabilidades de ocorrência das instabilidades.

Na **quinta fase** indicaram-se as principais conclusões do trabalho, dando especial atenção à definição dos diferentes graus de instabilidade dos taludes e estabeleceram-se possíveis

medidas de estabilização, prevenção e mitigação dos vários taludes/vertentes da área da Caota.

4.3 - Ficha de trabalho relativa à caracterização de taludes/vertentes

A ficha de trabalho da caracterização dos tipos de instabilidade foi elaborada de forma a definir-se a realidade atual da área em estudo, pois verificam-se várias situações de instabilidade nos taludes e vertentes da Caota e que constituem motivo de preocupação para os moradores e turistas.

A ficha relativa às situações de instabilidade apresenta vários itens como: a localização e as características geométricas dos taludes/vertentes, a litologia; as estruturas geológicas; a presença de vegetação, a definição das instabilidades e a sua velocidade; o estado de atividade da instabilidade; as dimensões das instabilidades, as suas consequências e também as causas externas e internas (Quadro 4.1).

Quadro 4.1- Ficha de trabalho relativa às situações de instabilidade (versão resumida).

1- Designação do talude/vertente
2 – Localização
3 - Comprimento (em metros) do talude/vertente
4 - Altura (em metros) do talude/vertente
5 - Pendor (Inclinação) do talude/vertente
6 – Litologia
7- Tipo de vegetação: - Sem vegetação - Vegetação rasteira - Existência de árvores de médio e pequeno porte e vegetação moderada - Existência de árvores de grande e médio porte e vegetação moderada a densa
8 - Estruturas geológicas
9 - Tipo de Instabilidade de acordo com Varnes (1978) & Dikau <i>et al.</i> (1996) -Desmoronamentos (Queda de blocos) -Basculamento - Deslizamentos - Fluxos - Creep - Movimentos complexos
10 – Existência de trabalhos de estabilização
11- Esboço da instabilidade
12 - Velocidade dos movimentos de vertentes / taludes: -Muito rápido > 3m/min -Rápido 1,8m/h à 3m/min -Moderado 13m/mês à 1,8m/h -Lento 1,6m/ano à 13m/mês -Muito lento <1,6m/ano
13 - Estados da atividade da instabilidade
14 - Dimensão da instabilidade
15 - Consequências da instabilidade
16 - Causas externas da instabilidade
17 - Causas internas da instabilidade

4.4 - Guia de entrevista ao Administrador da zona “B” e ao Soba da Caota

Efetuaram-se entrevistas ao administrador da zona “B”, e ao presente Soba da Caota, estas foram efetuadas tendo em atenção o processo de investigação e a consequente caracterização da Caota e dos respetivos processos de instabilidade. As questões principais são apresentadas seguidamente:

- Como surgiu a povoação da Caota?
- Na origem da povoação, como se caracterizava esta área?
- Qual é a principal atividade económica da população da Caota?
- Qual é a origem da população da Caota?
- Existem requerimentos para a construção de residências nesta área?
- Quais são os principais impactos negativos relacionados com a instabilidade dos taludes/vertentes?
- Quais as indicações que considera ser válidas para os residentes, turistas ou investidores que pretendam construir residências/edifícios nesta área?

4.5 - Inquérito à população da Caota

Este inquérito tem como objetivo definir a opinião e o grau de conhecimento dos moradores e turistas da área da Caota, acerca das situações de instabilidade que se verificam no local. As perguntas selecionadas ajudaram a compreender a realidade atual dos residentes e dos turistas, definiu-se a sua idade; o tempo de residência e o nível de escolaridade, a frequência de várias situações de riscos, os diferentes tipos de instabilidade; a velocidade dos movimentos; o tipo de danos; a caracterização da vegetação; as medidas de estabilização; a autorização das construções; o tipo de material de construção e as medidas a adotar (Quadro 4.2).

Quadro 4.2 - Inquérito para os habitantes da Caota e aos turistas da área.

O presente questionário destina-se à recolha de dados que serão úteis na elaboração de uma dissertação para a obtenção do grau de Mestre, cujo título é “Estudo de situações de instabilidade de vertentes e taludes na área da Caota – Benguela, Angola.

1. Qual é a sua idade?
2. Há quanto tempo reside ou visita a área da Caota?
3. Qual o seu grau de escolaridade?
4. Quais são os processos que ocorrem mais frequentemente? Consideraram-se: cheias e inundações; movimentos de instabilidade de rochas; deslizamento de terras; erosão de terrenos; período de seca; tempestades e trovoadas com chuvas intensas; ventos fortes que envolveram a queda de árvores ou arranque de telhados ou cobertura; incêndios florestais; incêndios em habitações ou outros edifícios; derrocadas ou quedas de habitações; acidentes com quedas de postes ou linhas de tensão; contaminação dos solos e dos cursos de água e afogamento.
5. Qual é a velocidade dos movimentos de instabilidade? Movimentos lentos, moderados ou rápidos.
6. Os movimentos das quedas de blocos são individuais ou em conjunto?
7. Quais os danos se verificam com maior frequência na área da Caota? Pessoas desalojadas; Pessoas feridas ou com escoriações; Pessoas com doenças prolongadas; Vítimas mortais; Prejuízos em viaturas; Prejuízos em habitações; Prejuízos num outro tipo de edifícios; Danos em estradas principais; Danos em caminhos e estradas florestais; Prejuízos em zonas agrícolas; Perdas na vegetação existente; Perda de animais de criação ou gado.
8. Quais os elementos que originam as situações da instabilidade? Água; Ação Humana; Vegetação; Vento ou Erosão.
9. Registam-se mais quedas de blocos durante e posteriormente aos períodos de chuva?
10. O tipo de vegetação influencia a instabilidade da encosta?
11. Executaram-se algumas medidas de estabilização e/ou proteção das situações de instabilidade das vertentes/taludes?
12. As construções efetuadas nas proximidades das vertentes/taludes foram autorizadas pelo ministério do urbanismo?
13. As autoridades informaram as populações sobre os possíveis riscos que os residentes estariam expostos nas proximidades das vertentes/taludes?
14. Tem conhecimento do plano diretor?
15. Que tipo de material foi utilizado nas construções? Adobe; Blocos de cimento; Tijolo; Madeira; Vegetação; Pedra/rocha.
16. Que medidas deviam ser efetuadas relativamente às situações de instabilidade? Desalojamento; Medidas de estabilização/proteção da vertente; Não efetuar quaisquer medidas; Impedir novas construções na área da Caota.

4.6 - Classificação de Rockfall Hazard Rating System

No presente trabalho, recorreu-se à classificação “Rockfall Hazard Rating System” (RHRS), que pode ser designada na língua portuguesa como “Sistema de Avaliação do Perigo de Queda de Blocos Rochosos”. De acordo com Pierson *et al.* (1990), a classificação foi definida pela Divisão de Autoestradas do Estado de Oregon (Noroeste dos Estados Unidos da América).

Empregou-se este método de classificação, por ser apropriado para o estudo de situações de instabilidade em taludes de vias de comunicação rodoviária e apresentar uma complexidade relativamente reduzida em termos de aplicação e ser expedito em termos de avaliação. Nesta classificação consideram-se 10 parâmetros que são apresentados no Quadro 4.3, e que compreendem: a altura do talude, a capacidade de retenção da vala, o risco médio para veículos, a distância de visibilidade de decisão, a largura de plataforma da via rodoviária, a caracterização geológica, a dimensão dos blocos, as características do clima e a existência de água no talude e o registo histórico da queda de blocos. Cada parâmetro é avaliado de forma quantitativa em valores ponderais, numa escala que varia entre 3, 9, 27 e 81 pontos.

Para os taludes onde se aplicou este método, efetuou-se o somatório dos valores dos diferentes parâmetros utilizados pelo que, quanto menor for a pontuação mais reduzido será o risco relacionado com as situações de instabilidade, segundo Pierson *et al.* (1990) e Hoek (2007) se o resultado for inferior a 300 a intervenção nos taludes deve ser realizada de médio a longo prazo, se o resultado for superior a 500 a intervenção de estabilização deve ser efetuada com a máxima urgência.

Quadro 4.3 - Rockfall Hazard Rating System (adaptado de Pierson *et al.* (1990) & Hoek (2007)).

PARÂMETROS		Critério de Classificação e Respetiva Pontuação				
		3 Pontos	9 Pontos	27 Pontos	81 Pontos	
ALTURA DO TALUDE		7,62m	15,24m	22,86m	30,48m	
EFICÁCIA DA VALA		Boa Retenção	Retenção Moderada	Retenção Limitada	Sem Retenção	
RISCO MÉDIO PARA VEÍCULOS		25% do tempo	50% do tempo	75% do tempo	100% do tempo	
DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE DECISÃO		Distância de visibilidade adequada (100%)	Distância de visibilidade moderada (80%)	Distância de visibilidade limitada (60%)	Distância de visibilidade muito limitada (40%)	
LARGURA DA PLATAFORMA DA VIA		13,41m	10,97 m	8,53 m	6,10 m	
CARATERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO 1	CONDIÇÃO ESTRUTURAL	Diáclases sem continuidade, Orientação favorável	Diáclases sem continuidade, Orientação aleatória	Diáclases sem continuidade, Orientação desfavorável	Diáclases contínuas, Orientação desfavorável
		ATRITO DO MATERIAL ROCHOSO	Rugoso, irregular	Ondulado	Liso	Preenchimento argiloso ou polido
	CASO 2	CONDIÇÃO ESTRUTURAL	Algumas caraterísticas de Erosão distintas	Caraterísticas de erosão ocasionais	Muitas caraterísticas de erosão	Enormes caraterísticas de erosão
		DIFERENÇA EM TAXAS DE EROSIÃO	Pequena diferença	Diferença moderada	Diferença elevada	Diferença extrema
DIMENSÃO DO BLOCO		0,31m	0,61m	0,91m	1,22 m	
QUANTIDADE DE QUEDA DE BLOCOS POR EVENTO		2,29 m ³	4,59 m ³	6,88 m ³	9,18 m ³	
EXISTÊNCIA DE ÁGUA NO TALUDE		Precipitação reduzida a moderada, ausência de períodos de congelamento, sem presença de água no talude	Precipitação moderada, ou períodos curtos de congelamento ou presença intermitente de água no talude	Precipitação elevada ou períodos longos de congelamento ou presença contínua de água no talude	Precipitação elevada e longos períodos de gelo ou presença contínua de água no talude e longos períodos de congelamento	
REGISTO HISTÓRICO DA QUEDA DE BLOCO		Quedas reduzidas	Quedas ocasionais	Quedas frequentes	Quedas constantes	

4.6.1- Altura do Talude

No estudo efetuado nos taludes da área da Caota, procedeu-se à medição da altura dos taludes (Fig. 4.2), é de salientar que com o incremento da altura de um talude mais elevado é o risco para os veículos e maior é o valor ponderal considerado.

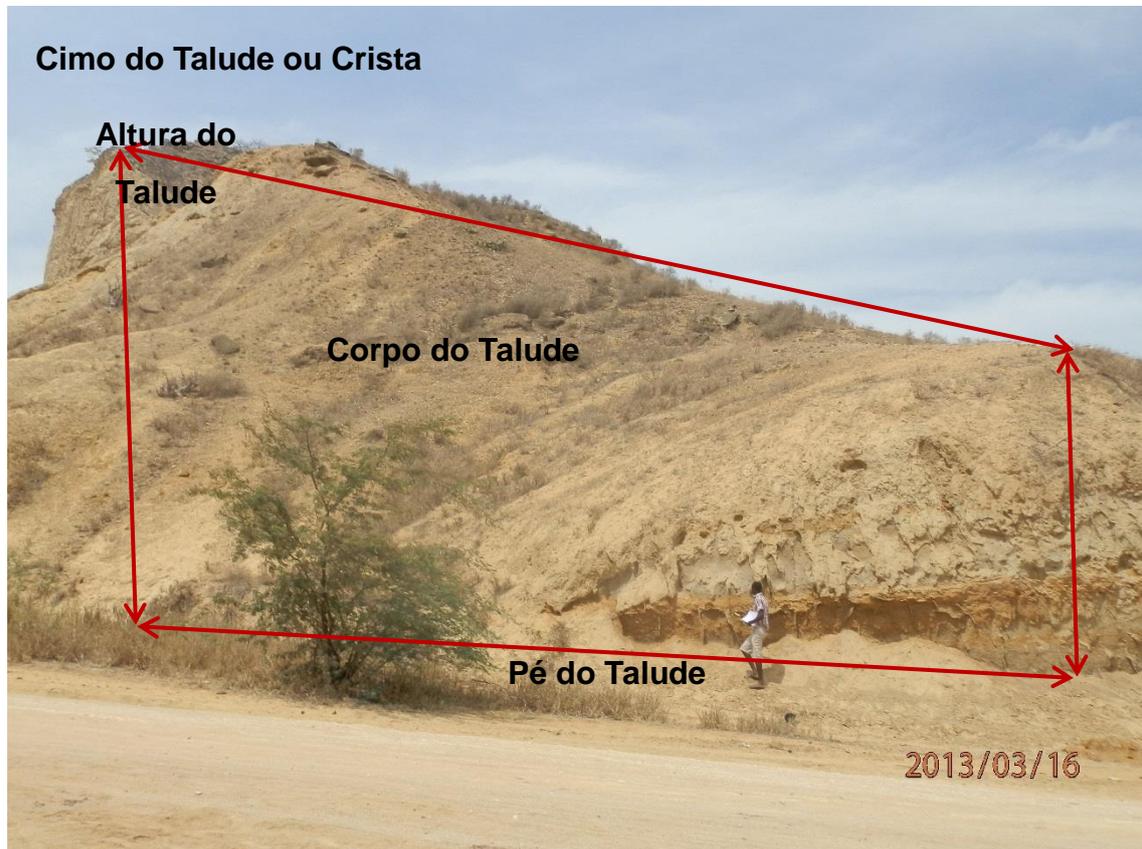


Figura 4.2 - Definição da altura do talude 9 (Caota).

4.6.2 - Eficácia da vala

Neste parâmetro atribui-se uma pontuação em função da capacidade da vala em impedir que os materiais resultantes da instabilização atinjam a via de comunicação.

Para determinar a eficácia da vala, tem de ser ter em consideração a altura e a inclinação do talude, bem como a largura, a profundidade e a forma da vala. Outros fatores a considerar são a volumetria dos blocos rochosos e o relevo das faces dos taludes que possuem situações de instabilidade.

4.6.3 - Risco médio para veículos

Para este parâmetro calculam-se as percentagens da relação entre o resultado da multiplicação do número de veículos por dia pelo comprimento do talude (em metros) e o limite de velocidade no local (metros/dia), como se pode verificar na expressão 4.1.

De acordo com este parâmetro quanto menor for a velocidade e maior circulação rodoviária mais elevado é o risco. A área da Caota apresenta maior circulação de veículos nos fins-de-semana e nos feriados porque o local constitui uma das principais zonas turísticas da área de Benguela. É de salientar que o comprimento do talude que se deve considerar é somente aquele que apresenta problemas de instabilidade.

$$RMV = \frac{TMD \times \text{Comprimento do Troço}}{\text{Velocidade Limite}} \times 100 \% \quad (4.1)$$

Em que:

RMV - Risco médio para veículos

TMD - Tráfego médio diário

4.6.4 - Distância de visibilidade de decisão

O parâmetro da distância de visibilidade de decisão é apresentado como a relação (expressão 4.2), em valores percentuais, entre a distância que existe para a visibilidade num determinado local e a distância de decisão de acordo com os valores do limite de velocidade.

É importante reter que este parâmetro está condicionado pela própria curvatura da via de comunicação, bem como com a existência de vegetação e de afloramentos rochosos, dado que nestes casos podem existir situações em que os materiais instabilizados podem permanecer ocultos, para distâncias relativamente curtas, em particular para os utentes das vias rodoviárias.

$$DVD_1 = \frac{DVD_2}{DVD_3} \times 100 \quad (4.2)$$

Em que:

DVD_1 - distância de visibilidade de decisão, em valores percentuais.

DVD_2 - distância de visibilidade no local

DVD_3 - distância de decisão de acordo com o limite de velocidade

4.6.5 - Largura da plataforma da via

Neste parâmetro procede-se à medição da largura da via de comunicação, englobando as bermas, e numa direção perpendicular à diretriz da via rodoviária (Fig. 4.3). Corresponde ao espaço existente, numa rodovia, para um automobilista evitar o material instabilizado tombado na via de comunicação (Neves, 1995). Quanto maior o valor da largura da plataforma menor é o risco associado à queda de material instabilizado.



Figura 4.3 - Medição da largura da via de comunicação do Talude 1- troço 1.

4.6.6 - Natureza Geológica

Neste parâmetro verificam-se duas condições de estudo diferenciado, sendo a 1ª condição relacionada com as características das discontinuidades como a persistência, orientação, material de preenchimento e ângulo de atrito, enquanto a 2ª condição corresponde à definição de aspetos erosivos, da existência da sobre inclinação, bem como das diferenças de taxas de erosão. A 2ª condição é considerada para taludes de pendor muito elevado e com estratos rochosos mais resistentes em consola ou suspensos. Se as situações relativas às duas condições estiverem presentes num talude, deve considerar-se a mais gravosa em termos de instabilidade e consequentemente a de valor ponderal mais elevado (Hoek, 2007).

4.6.7 - Tamanho do bloco e quantidade de queda de blocos por evento

Este parâmetro das dimensões do bloco está associado ao tipo de instabilidade existente nos taludes, e em particular com as suas volumetrias, estas por sua vez estão relacionadas com a orientação e o espaçamento das descontinuidades. Para a definição dos valores ponderais do parâmetro efetua-se a determinação do diâmetro ou volumes do material instabilizado, respetivamente, de um bloco individual ou de vários blocos.

4.6.8 - Existência de água no talude

Os fenómenos atmosféricos como a precipitação e a presença de gelo têm uma influência determinante nos movimentos de instabilidade. É importante saber o historial de queda de blocos principalmente nos períodos de maior quantidade de pluviosidade. Definem-se áreas como de baixas precipitações, as que apresentam valores médios anuais inferiores a 508 mm, e áreas de elevada precipitação as que registam valores superiores a 1270 mm/ano (Hoek, 2007).

4.6.9 - Historial de queda de blocos

Em relação ao parâmetro de historial de queda de blocos ou material instabilizado efetua-se uma análise de registos de quedas de blocos ao longo dos anos. O estudo deve centrar-se especialmente na frequência e na quantidade dos movimentos de instabilidade, bem como nas condições climatéricas e nos danos provocados. Os valores do parâmetro são muitas vezes obtidos através da análise dos registos das instituições/empresas que efetuam a manutenção das vias de comunicação. Estes são dados indispensáveis, não só para aplicação da classificação RHRS, mas também para a caracterização das possíveis consequências das quedas dos blocos rochosos e para efetuar uma previsão de possíveis movimentos de instabilidade.

5- Estudo de instabilidade de vertentes/taludes da Caota

5.1 - Caracterização dos Taludes e Vertentes

Após o levantamento de campo e a identificação das situações de instabilidade mais desfavoráveis nos Taludes/Vertentes da área da Caota, o estudo centrou-se no tratamento dos dados obtidos com a finalidade de caracterizar e comparar as diferentes situações de instabilidade do local.

Verificou-se que a maior parte das ocorrências de instabilidade, consiste na queda de blocos e em escoadas ou fluxos, sendo de mencionar que os deslizamentos também estão presentes, as velocidades dos movimentos são consideradas como rápidas e muito rápidas, a vegetação está ausente ou é rasteira. Estudaram-se as situações de instabilidade em 10 taludes/vertentes da área de estudo (Fig. 5.1). É de realçar que os taludes/vertentes em causa não apresentam trabalhos de estabilização, podendo originar situações preocupantes em termos de segurança dos habitantes, turistas e/ou danificar estruturas/habitacões e viaturas, designadamente no decorrer dos períodos de precipitação mais elevados e/ou continuados. Qualquer situação que apresentar uma maior instabilidade ou maior grau de risco, deverá obrigatoriamente ter uma intervenção prioritária, porque a área, para além dos residentes é frequentada por muitos turistas e banhistas.



Figura 5.1- Localização dos 10 taludes/vertentes estudados.

Os resultados da caracterização dos 10 taludes/vertentes estudados a partir das fichas de trabalho revelaram diferentes aspetos:

O **Talude 1** apresenta como coordenadas geográficas: latitude de 12° 35,479´ Sul e longitude de 13° 16,116´ Este. O Talude 1 foi parcialmente escavado, é adjacente a uma via de comunicação (Fig. 5.2) e possui dois troços, um com extensão de 53 m, altura entre 3 a 12 m, orientação N40°E e pendor 75°-85°NW que é designado como Talude 1 – Troço 1, enquanto o outro denominado como Talude 1 – Troço 2, tem um comprimento de 60 m, uma altura de 3 a 8 m, uma direção de N50°E e pendor de 70°-80°NW. A litologia presente no talude em estudo é constituída por margas amareladas, acastanhadas a acinzentadas, correspondendo à formação litológica predominante no Talude 1, por gesso (em formas de placas) que ocorre como material de preenchimento de fraturas, siltitos e nódulos de sílex, também se verifica a existência de arenito fino compacto, dolomítico, com cimento carbonatado, de tonalidades amarelas, com presença de fragmentos de conchas, grãos angulosos de quartzo e pequenas palhetas de moscovites. Para além da estratificação, verifica-se a presença de diáclases verticais que permitem o aparecimento de situações de instabilidade. A atividade das situações de instabilidade é classificada como ativa a suspensa. Os principais tipos de instabilidade correspondem à queda de blocos, deslizamentos e fluxos. No talude 1 procedeu-se à determinação das volumetrias dos blocos instabilizados, estas são apresentadas na Fig. 5.3. Os volumes dos blocos rochosos instabilizados variam entre 0,0052 m³ e 0,27 m³.



Figura 5.2 – Talude 1, em que são visíveis processos erosivos e situações de instabilidades como a queda de blocos e deslizamentos.

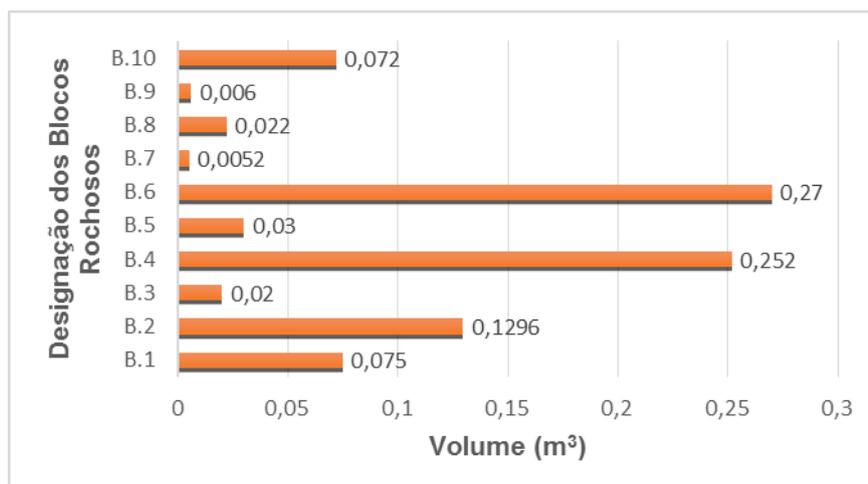


Figura 5.3 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 1.

Como consequência principal das situações de instabilidade constatou-se que a via de comunicação será afetada, em especial na época chuvosa. As causas externas de instabilidade mais importantes que foram consideradas são: a infiltração da água, as vibrações e a erosão superficial. As causas internas que foram identificadas correspondem à litologia, estrutura geológica, aumento de pressão de água e diminuição da resistência de terrenos.

O **Talude 2** tem coordenadas geográficas: latitude de 12° 35, 512' Sul e longitude de 13° 16,075' Este. O Talude 2 corresponde a um talude de uma via de comunicação e foi parcialmente escavado, é constituído por cinco troços, o primeiro corresponde ao Talude 2 – Troço 1 e apresenta uma extensão de 20 metros, uma altura de 6 a 7 m e como coordenadas geológicas: N45°E; 40°-85°NW (Fig 5.4). O segundo troço designado como Talude 2 – Troço 2 possui um comprimento de 28 m, uma altura de 6 a 12 m e tem as coordenadas geológicas de: N20°W; 70°-85°W. O terceiro troço (Talude 2 – Troço 3) tem uma extensão de 23,4 m, uma altura de 12 a 13 m, apresentando as coordenadas geológicas: N30°W; 70°-85°SW. O quarto troço (Talude 2 – Troço 4) apresenta um comprimento de 31 m, uma altura aproximada de 14 a 15m e as suas as coordenadas geológicas são: N78°W; 75°-85°S. O quinto troço (Talude 2 – Troço 5) possui uma extensão de 65 m, uma altura de cerca de 15 a 16m e tem como coordenadas geológicas: N78°W; 70°S. As unidades litológicas presentes correspondem a siltitos, gesso (na maior parte das vezes em forma de filões a preencher as discontinuidades), sílex, margas de tonalidades amarelas e esbranquiçadas, óxidos de ferro e argilas, é de realçar a existência de calcário dolomítico de cor amarelada, compacto, micrítico e com grãos de quartzo angulosos e pequenos fragmentos de conchas. Na base do talude observa-se a deposição de material de vertente. O principal tipo de instabilidade corresponde à queda de blocos, verificando-se

ainda deslizamentos. Os blocos tombados correspondem, muitas vezes, a nódulos de sílex. Os estados de instabilidade são definidos como ativos a suspensos.

A via de comunicação adjacente ao talude é atingida pelos blocos resultantes da instabilização (Figs. 5.4 e 5.5). A infiltração da água, as vibrações e a erosão superficial correspondem às causas externas da instabilidade, enquanto a litologia, as estruturas geológicas (em particular a presença de um plano de falha de extensão de vários quilómetros), o incremento de pressão de água e a redução da resistência dos terrenos foram definidas como as causas internas da instabilidade. Os blocos rochosos instabilizados apresentam dimensões compreendidas entre $0,012 \text{ m}^3$ e $0,252 \text{ m}^3$ (Fig. 5.6).



Figura 5.4 - Talude 2 – Troço 1.

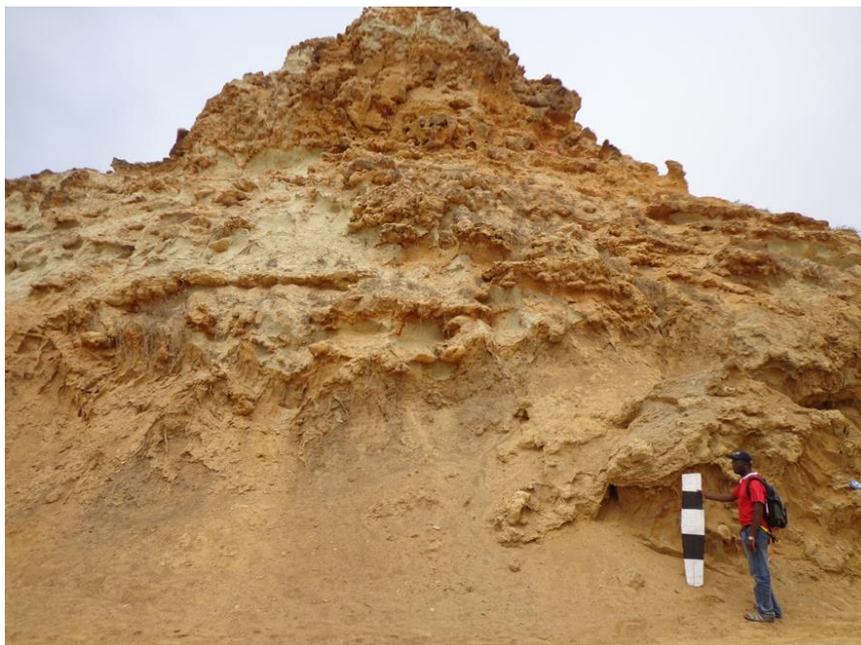


Figura 5.5 - Talude 2 – Troço 4.

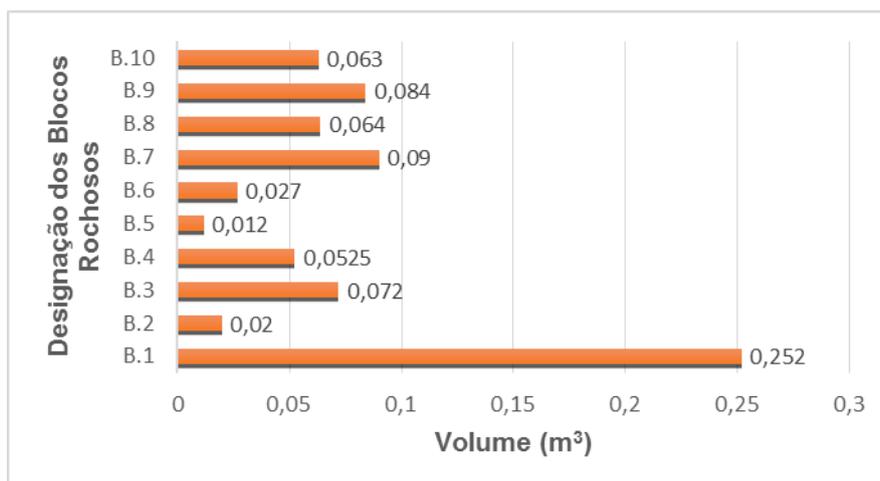


Figura 5.6 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 2.

O **Talude 3** possui como coordenadas geográficas: latitude de $12^{\circ} 35,541'$ Sul e longitude de $13^{\circ} 16,141'$ Este, localiza-se nas imediações da povoação da Caota, e tem um comprimento de 65 m, a altura é de 16 a 19 m e apresenta um pendor sub-vertical a $70^{\circ}W$. O talude é constituído litologicamente por margas, arenitos grosseiros compactos com cimento carbonatado, verificando-se a presença de grãos de quartzo angulosos, bioclastos de dimensões reduzidas e marcas de raízes, siltes, gesso que ocupa a abertura das discontinuidades e que apresenta uma espessura de vários cm, siltitos e nódulos de sílex. Na base do Talude 3 verifica-se a presença de depósitos de vertente de dimensão

considerável (Fig.5.7). As ocorrências de instabilidade mais frequentes são as quedas de blocos, os fluxos e os deslizamentos, verificando-se volumes consideráveis de depósitos de vertente associados aos constantes processos erosivos e de instabilidade. Os movimentos de instabilidades são considerados como ativos. O valor mais baixo dos blocos rochosos instabilizados é igual a $0,018 \text{ m}^3$ e o mais elevado corresponde a 9 m^3 (Fig. 5.8). A dimensão dos materiais instabilizados é, de modo geral, superior à existente nos taludes 1 e 2.



Figura 5.7 - Depósitos de vertente de dimensão considerável no Talude 3.

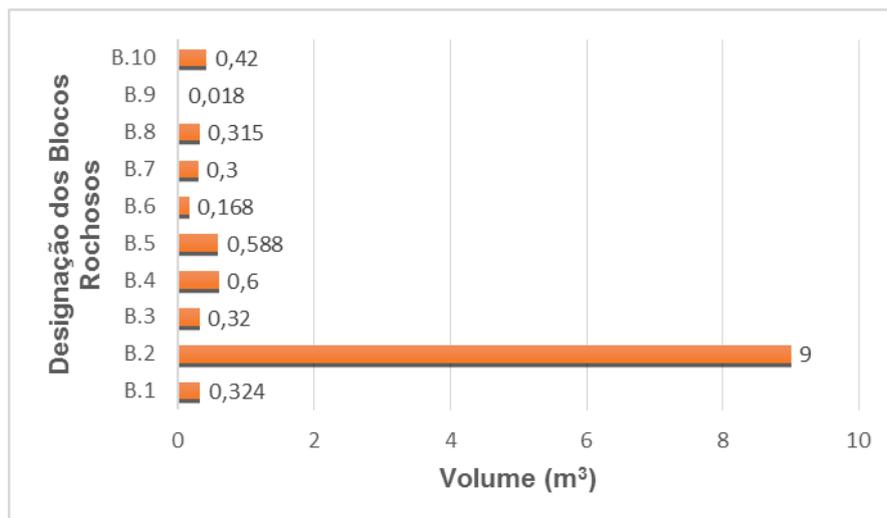


Figura 5.8 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 3.

As causas externas e internas dos movimentos de instabilidade são idênticas às definidas para o talude 2.

As consequências da instabilidade na época chuvosa podem alcançar a via de comunicação (caminho) e danificar as habitações existentes nas proximidades do talude 3.

O **Talude 4** apresenta como coordenadas geográficas: latitude de 12° 35,588´ Sul e longitude de 13° 16,201´ Este, e apresenta uma extensão de 150 m. Uma altura de cerca de 20 metros (Fig. 5.9). As suas coordenadas geológicas são: Direção de N40°E e um pendor sub-vertical a 40°NW. A litologia presente no talude 4 é constituída por margas e módulos de sílex, gesso a preencher fraturas e de espessura centimétrica e comprimento de vários metros, na parte de topo observa-se arenito muito grosseiro compacto de tom amarelado, poroso, com clastos sub-angulosos de quartzo, este arenito também está presente nos depósitos de vertente e constitui uma parte considerável dos blocos instabilizados. O estado da instabilidade é considerado como ativo a suspenso. Constatou-se a ocorrência de queda de blocos. A dimensão dos blocos instabilizados está compreendida entre 0,00000176 m³ como mínima e 0,435 m³ como máxima (Fig. 5.10).



Figura 5.9 – Representação fotográfica do Talude 4.

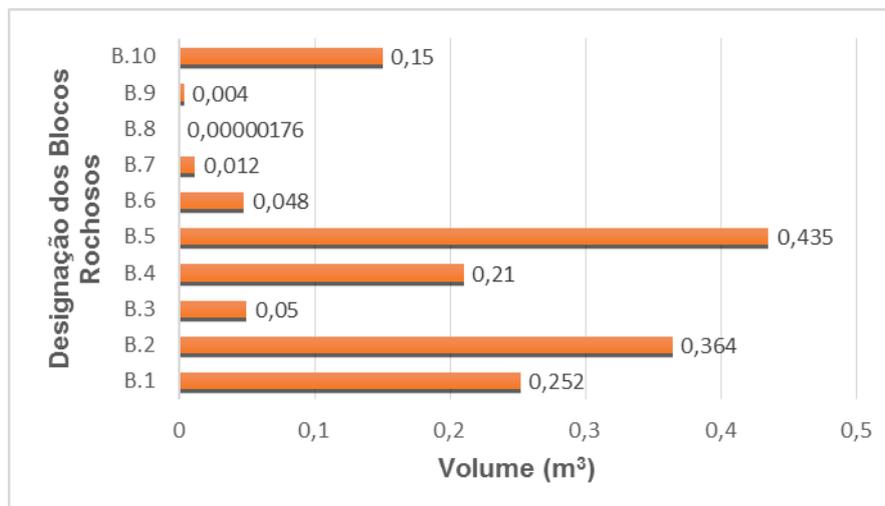


Figura 5.10 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 4.

Como resultado das instabilidades, que ocorrem na sua grande maioria nos meses mais chuvosos, a via de comunicação e os conjuntos habitacionais podem ser afetados. As causas externas que originam as situações de instabilidade são a infiltração da água e a erosão superficial. As causas internas correspondem à litologia, à estrutura geológica, ao aumento de pressão de água e à diminuição de resistência de terrenos.

O **Talude 5** tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 12° 35,959' Sul e longitude de 13° 16,136' Este, e possui uma extensão de 120 m, uma altura aproximada de 20 m e um pendor entre sub-vertical a 40°W, este último valor corresponde à inclinação do depósito de vertente localizado na base do talude (Fig. 5.11).

As unidades litológicas existentes são as margas de tonalidades amareladas, acastanhadas e esbranquiçadas, nódulos de sílex e gesso, este último a ocupar a abertura das fraturas e com espessura de vários cm e vários metros de extensão, siltitos, arenitos muito grosseiros, compactos, de cor amarelada com cimento carbonatado, e composto por grãos sub-angulosos de quartzo mal calibrado, A instabilidade mais frequente no local corresponde à queda de blocos. As ocorrências das instabilidades são consideradas ativas.

A dimensão da instabilidade foi definida através do cálculo da volumetria dos blocos relacionados com as situações de instabilidade, constatou-se que o valor mais baixo é igual a 0,0000024 m³ e o mais elevado é igual a 0,448 m³ (Fig. 5.12), verificou-se que apesar do número mais elevado de blocos de dimensões mais reduzidas comparativamente aos outros

taludes, os blocos de maiores dimensões têm tamanhos próximos dos presentes na área do Talude 4.



Figura 5.11 – Representação fotográfica do Talude 5.

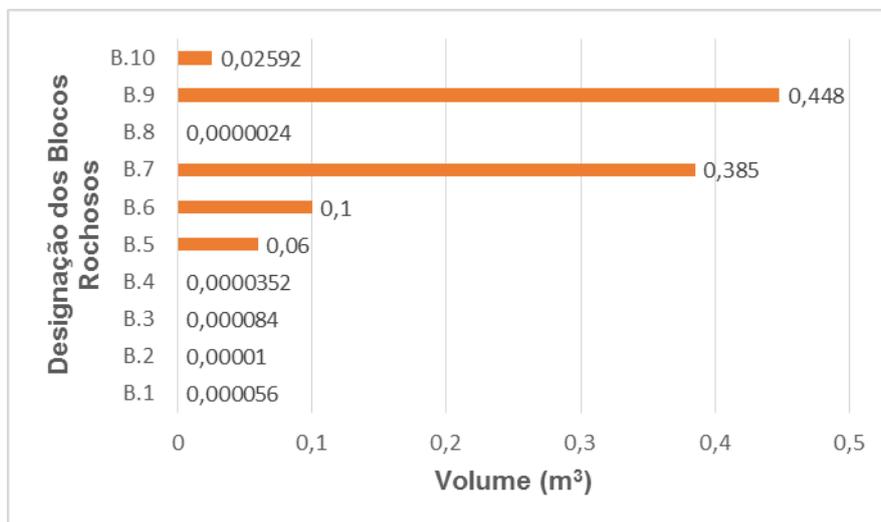


Figura 5.12 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 5.

As situações de instabilidade, designadamente as quedas de blocos, podem atingir a via de comunicação e algumas das habitações presentes nas imediações do talude 5.

As causas internas e externas que se definiram são idênticas às que se verificam no talude 3.

O **Talude 6** possui as coordenadas geográficas: latitude de 12° 36, 215´Sul e longitude de 13° 16,224´ Este, apresenta um comprimento de 100 m, uma altura de cerca de 20-70 m e um pendor sub-vertical a 45°W, esta última inclinação diz respeito aos depósitos de vertente que se localizam na base do talude.

A litologia presente no talude em estudo é constituída essencialmente por margas e siltitos, gesso a preencher fraturas e na parte superior do talude existem arenitos grosseiros compactos de tom amarelado, cujo cimento é carbonatado e composto por grãos sub-angulosos de quartzo mal calibrado. As situações de instabilidade mais frequentes são a queda de blocos e os fluxos. O estado da instabilidade do talude é considerado como ativo. A dimensão da instabilidade foi estabelecida a partir da avaliação dos volumes dos blocos rochosos instabilizados que estão compreendidas entre 0,000004 m³ e 0,21 m³ (Fig. 5.13).

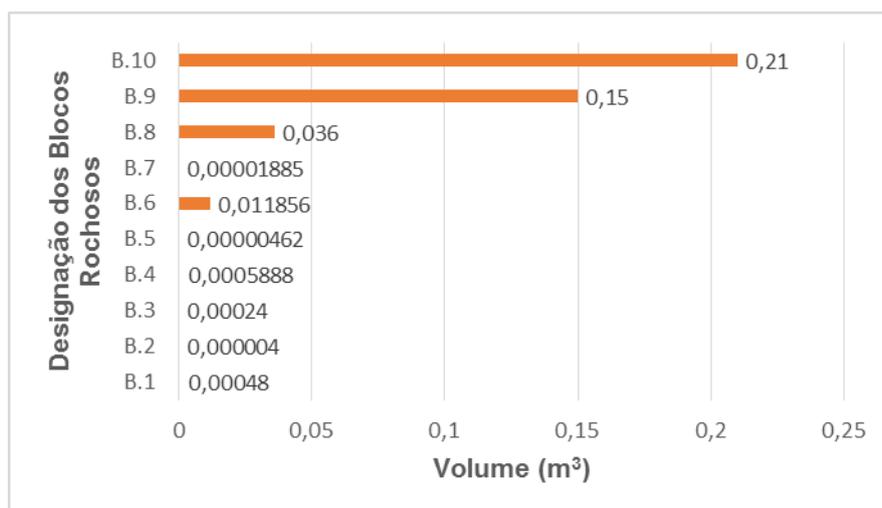


Figura 5.13 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 6.

Como resultado das situações de instabilidade na época chuvosa, verificou-se que a via de comunicação e as habitações existentes podem sofrer consequências dos movimentos verificados no talude. As causas internas das situações de instabilidade são: a litologia, a estrutura geológica, o aumento da pressão da água e a diminuição de resistência dos terrenos e as causas externas são: a infiltração de água, as vibrações e a erosão superficial.

O **Talude 7** apresenta as coordenadas geográficas: latitude de $12^{\circ} 36,385'$ Sul e longitude de $13^{\circ} 16,161'$ Este, e tem uma extensão de cerca de 90 m, a altura é aproximadamente 40 m e possui um pendor sub-vertical a $80^{\circ}W$. A litologia do talude compreende as margas, os siltitos, o gesso como material de preenchimento das fraturas, arenitos muito grosseiros e compactos de tonalidade amarela com cimento carbonatado, evidenciando grãos sub-angulosos de quartzo mal calibrado. A instabilidade mais comum no local corresponde à queda de blocos e fluxos. Constatou-se que o talude apresenta uma instabilidade ativa.

A medição dos blocos rochosos instabilizados permitiu definir que os seus volumes se encontram entre $0,00009 \text{ m}^3$ e $0,441 \text{ m}^3$ (Fig 5.14).

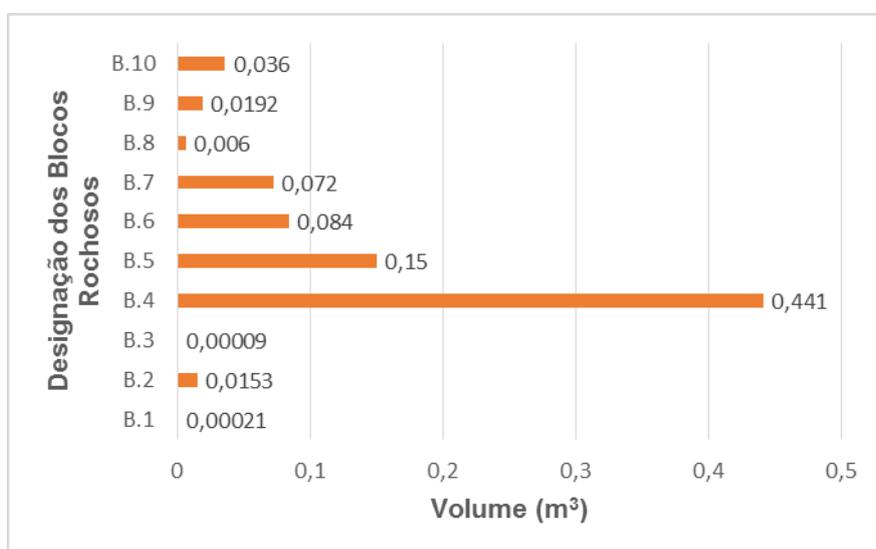


Figura 5.14 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 7.

Definiu-se que as vias de comunicação e os conjuntos habitacionais podem ser atingidos pelas situações de instabilidade. As causas internas dos movimentos nos taludes são: a litologia, a estrutura geológica, o aumento da pressão da água e a diminuição de resistência dos terrenos. As causas externas são: a infiltração de água, as vibrações e a erosão superficial.

O **Talude 8** tem como coordenadas geográficas: latitude de $12^{\circ} 36,493'$ Sul e longitude de $13^{\circ} 16,113'$ Este e possui um comprimento de 110 metros. A sua altura está compreendida entre 40-60 metros e o seu pendor é sub-vertical a $80^{\circ} W$. A litologia do talude 8 apresenta margas, siltitos, sílex e silte argiloso. As instabilidades mais frequentes no talude 8 são a queda de blocos e os fluxos. A instabilidade do talude é considerada ativa.

Para a determinação das dimensões das instabilidades procedeu-se à medição dos volumes dos blocos rochosos que oscilam entre os valores de $0,0001575 \text{ m}^3$ a $0,504 \text{ m}^3$ (Fig. 5.15). As dimensões encontradas são semelhantes às definidas para o Talude 7.

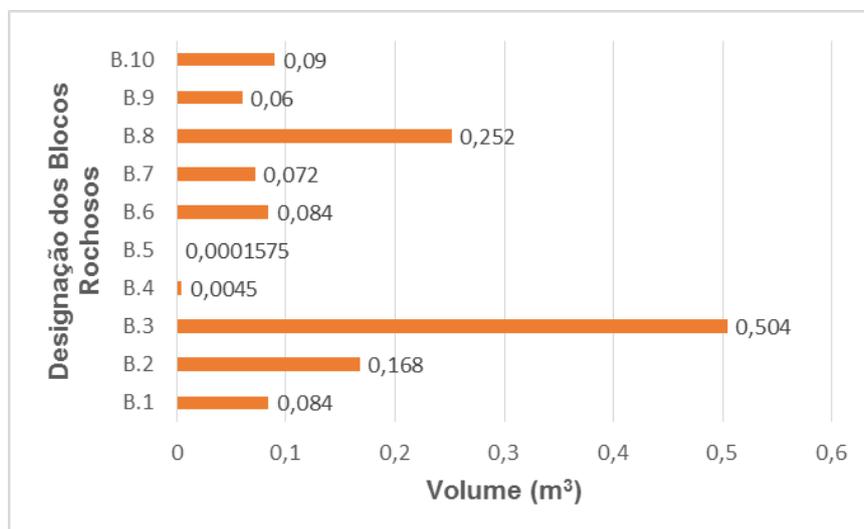


Figura 5.15 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 8.

As causas internas das situações de instabilidade existente nos taludes são: a litologia, a estrutura geológica, o aumento da pressão da água e a diminuição de resistência dos terrenos. As causas externas são: a infiltração de água, as vibrações e a erosão superficial. Como consequência dos movimentos de instabilidade, a via de comunicação será perturbada, em particular, nos meses de maior precipitação.

O **Talude 9** apresenta como coordenadas geográficas: latitude de $12^\circ 36,688'$ Sul e longitude de $13^\circ 16,005'$ Este, evidenciando uma extensão de 100 metros, uma altura entre 30 a 50 metros e um pendor entre o sub-vertical e 82° SW. A litologia é constituída predominantemente por margas e silte argiloso, siltitos, e também por nódulos de sílex e também arenitos de grão fino compacto com vénulas de calcite e cimento carbonatado. As situações de instabilidade mais comuns correspondem às quedas de blocos e aos fluxos. Os volumes dos blocos rochosos variam entre o valor mínimo de $0,04 \text{ m}^3$ e o valor máximo de $0,288 \text{ m}^3$ (Fig. 5.16).

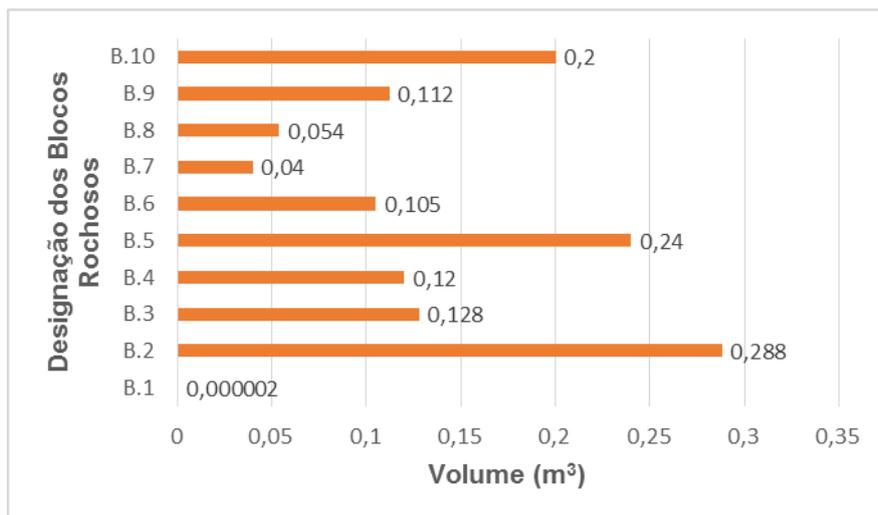


Figura 5.16 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 9.

As causas internas das situações de instabilidade existente nos taludes são: a litologia, a estrutura geológica, o aumento da pressão da água e a redução da resistência dos terrenos. As causas externas são idênticas às do Talude 8. A principal consequência das situações de instabilidade corresponde à via de comunicação ser afetada, principalmente, na época de pluviosidade mais elevada.

O **Talude 10** evidenciou as coordenadas geográficas: latitude de 12° 37,675´Sul e longitude de 13° 16,357´ Este, possui um comprimento de 130 metros, uma altura entre 40 - 70 metros e um pendor sub-vertical a 40° E. No talude 10 constatou-se a presença de silte, margas, argilito, nódulos de sílex, gesso como material de preenchimento das fraturas, calcário gresoso dolomítico e arenito grosseiro e muito grosseiro. Os tipos de instabilidade que ocorreram, de modo mais frequente, no local são a queda de blocos e os fluxos. A dimensão dos blocos rochosos envolvidos nos processos de instabilidade está compreendida entre 0,000003 m³ e 0,56 m³ (Fig. 5.17), apresentando os blocos de maior dimensão volumetrias superiores às definidas no Talude 9.

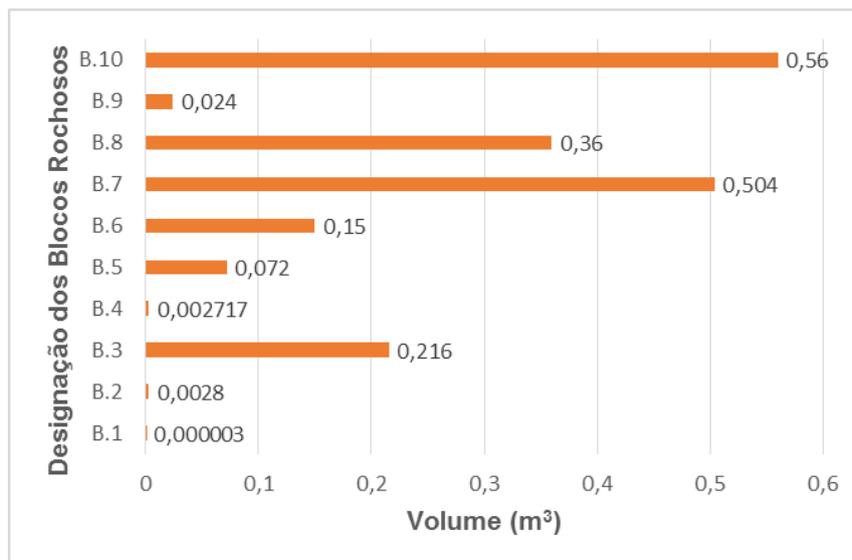


Figura 5.17 - Dimensão dos blocos rochosos do Talude 10.

As causas internas e externas relativas aos movimentos de instabilidade nos taludes são similares às verificadas nos Taludes 8 e 9. Como consequência das instabilidades na época chuvosa, a via de comunicação será atingida pelos movimentos verificados.

Da leitura e da interpretação dos resultados de dados das fichas de trabalho de campo constatou-se que a vegetação presente nos diferentes taludes é rasteira a inexistente. A velocidade dos movimentos de instabilidade existentes nos taludes estudados foi considerada como muito rápida e rápida. Como consequências principais destacam-se os possíveis danos nas vias de comunicação e habitações.

5.2 - Comparação da caracterização dos Taludes/Vertentes da Caota

A área da Caota apresenta grandes probabilidades de ocorrência de situações de instabilidade de taludes e de vertentes, devido às condições topográficas, à litologia existente, e às características climáticas que correspondem a um clima quente e seco com um período de precipitação concentrada em alguns meses e que se caracteriza por pluviosidade de curta duração e intensidades elevadas. A humidade relativa do ar possui valores altos ao longo de todo o ano. A construção de habitações de uma forma desorganizada e sem obedecer a um plano de Ordenamento do Território (plano diretor) e a abertura de estradas levou a grandes alterações e cortes nas vertentes, originando assim de forma acelerada a ocorrência de instabilidade dos taludes no local de estudo.

No trabalho de campo destacaram-se vários parâmetros tais como: os tipos litológicos e de vegetação, as estruturas geológicas existentes, o tipo de instabilidade, as consequências, bem como as causas externas e internas da instabilidade.

Para 70% dos taludes estudados, o tipo de vegetação predominante foi considerada como rasteira e para 30% definiu-se a vegetação como inexistente (Fig. 5.18).

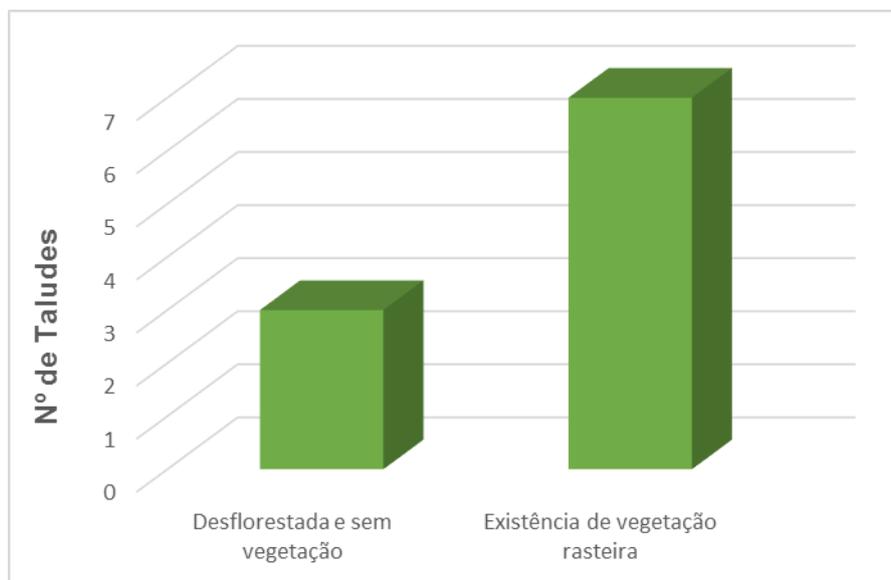


Figura 5.18 - Tipo de vegetação existente nos taludes.

Quanto ao tipo de instabilidade constatou-se que os desmoronamentos (Quedas de blocos rochosos) correspondem à situação mais relevante verificando-se a sua ocorrência na totalidade dos taludes da área de estudo. Para 30% dos taludes, registaram-se deslizamentos e em 70% verificam-se os fluxos (Fig. 5.19).

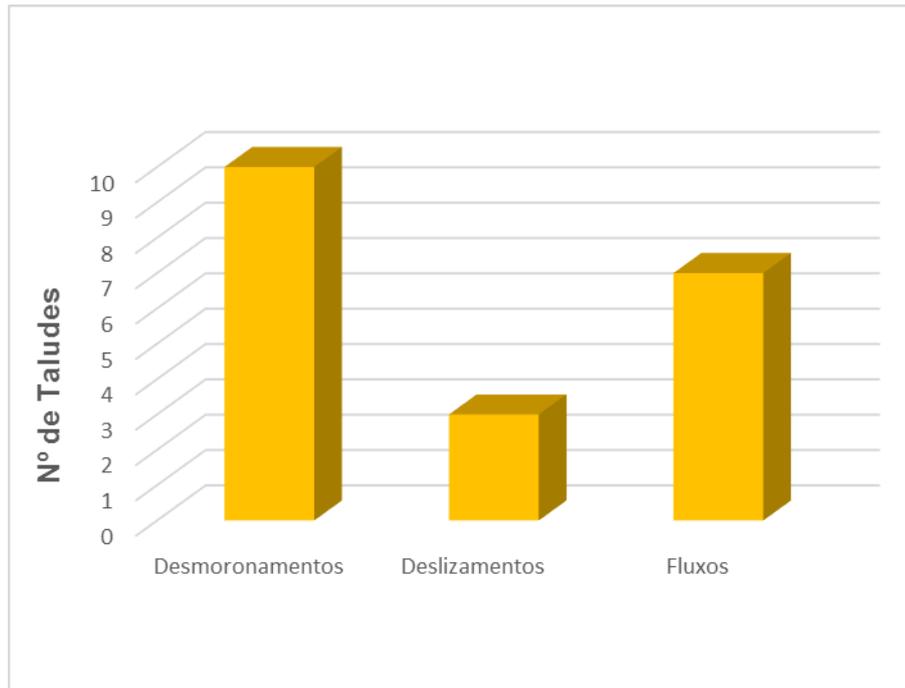


Figura 5.19 - Tipo de Instabilidades definidas nos taludes.

Depois de um estudo aturado constatou-se que em todos os taludes considerados os movimentos de instabilidade, em particular as quedas de blocos, atingem as vias de comunicação (estradas e caminhos), em 50% dos taludes podem existir danos nas habitações e num talude (10%) registaram-se feridos (Fig. 5.20).

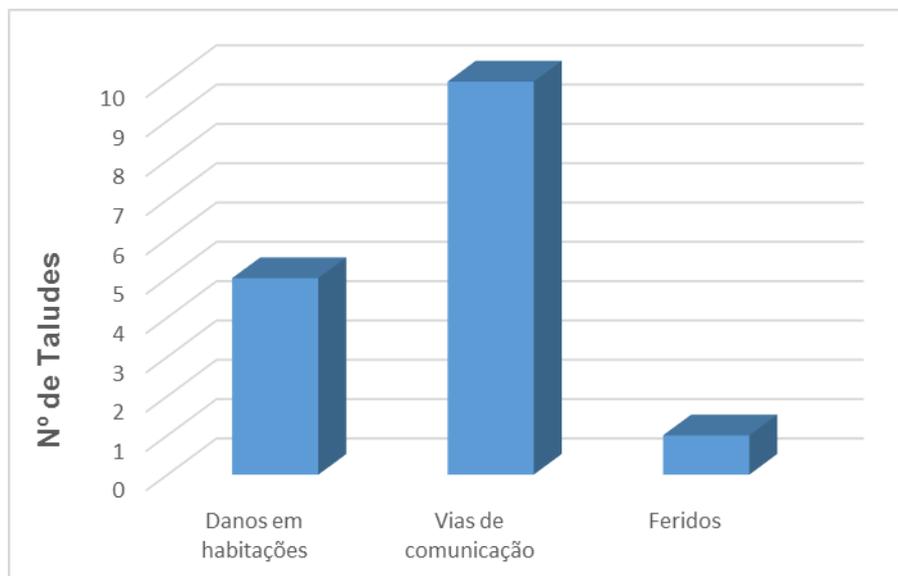


Figura 5.20 - Consequência das instabilidades dos taludes.

A infiltração de água e a erosão superficial são causas externas que originaram as situações de instabilidade e que estão presentes na totalidade dos taludes, as vibrações estão presentes como uma das causas que podem provocar situações de instabilidade em 50% dos taludes (Fig. 5.21).

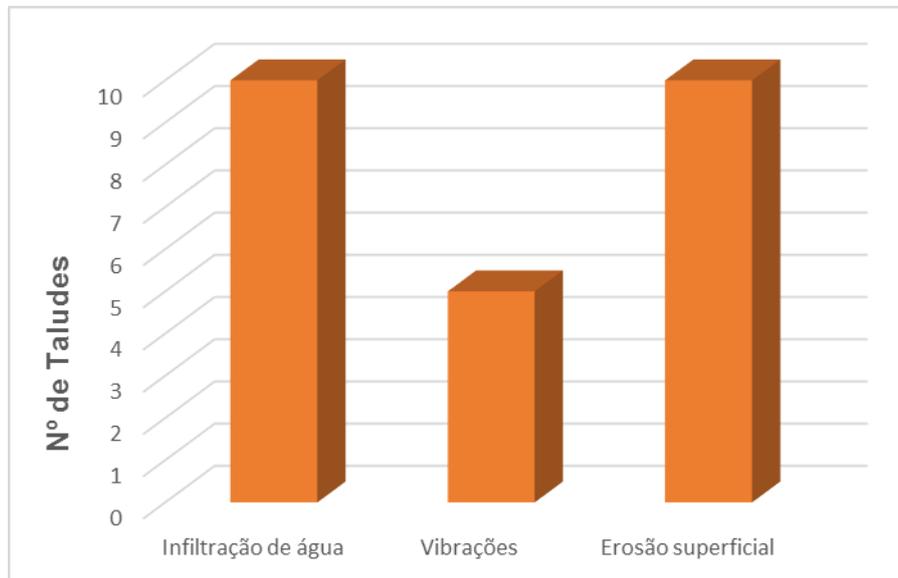


Fig. 5.21 - Causas externas da instabilidade dos taludes.

Das causas internas considerou-se que a litologia, as estruturas geológicas, a diminuição de resistência dos terrenos e o aumento da pressão da água são responsáveis pelos movimentos de instabilidade que se verificam na totalidade dos taludes estudados (Fig. 5.22). A litologia está relacionada com a alternância da composição dos estratos, presença de nódulos de sílex e de depósitos de cobertura/vertente. As estruturas geológicas estão relacionadas com os planos de falhamento, de estratificação e de diaclasamento. O incremento da pressão da água e a redução da resistência dos terrenos, em particular do material margoso e dos depósitos de cobertura/vertente estão estritamente associados às ocorrências de instabilidade nos locais estudados.

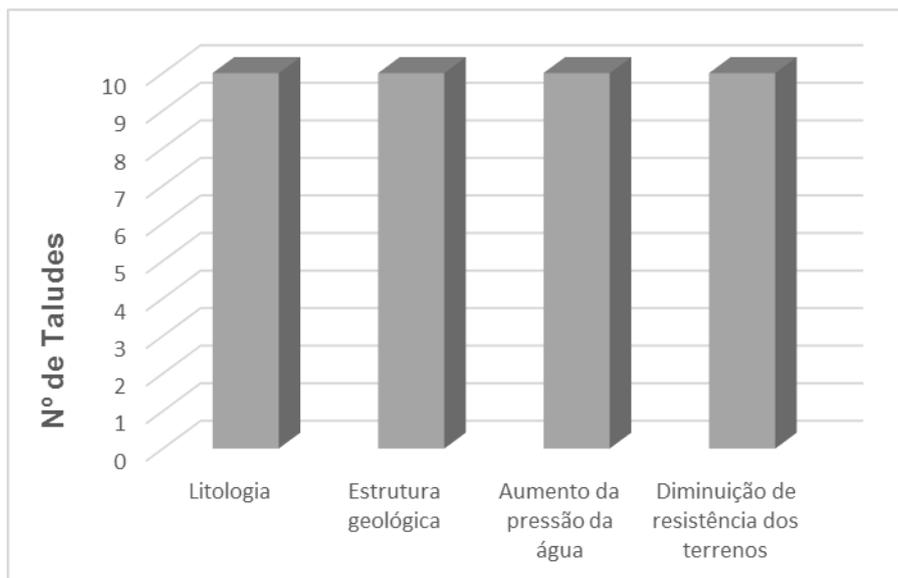


Figura 5.22 - Causas Internas da Instabilidade

5.3 - Caracterização e interpretação dos resultados de inquéritos

5.3.1 - Respostas do Administrador da zona “B” e do Soba da área da Caota

Os inquéritos efetuado ao Administrador da zona “B” e ao Soba da área da Caota revelaram que os habitantes desta localidade migraram do interior da província de Benguela, com propósito de procurar melhores condições de vida e afastarem-se das áreas de maior conflito militar. Esta localidade algumas décadas atrás era somente ocupada por turistas balneares e pescadores.

A principal atividade da população residente na área da Caota é a pesca. Os principais impactes negativos dos movimentos de instabilidade dos Taludes estão relacionados com os potenciais danos nas habitações e nas vias de comunicação. A base ou pé dos Taludes sofre ações antrópicas, designadamente a retirada dos depósitos de vertente, dado que parte do material é argiloso e é aproveitado para adobe, estas ações provocam o incremento de processos erosivos. O material rochoso existente é igualmente utilizado para as fundações de habitações e edifícios.

5.3.2 – Resultados do inquérito à população e turistas da área da Caota

Os inquéritos aos habitantes e turistas da área da Caota sobre o seu grau de conhecimento relativamente às situações de instabilidade, bem como outros perigos e também relativamente à caracterização da área, foram efetuados a um conjunto de 120 indivíduos, dos quais 51 são residentes na área da Caota, 32 correspondem a turistas, 25 e 12 são, respetivamente, docentes e enfermeiros que trabalham na área de estudo. Após o preenchimento dos inquéritos, foi efetuada a caracterização e a interpretação dos dados cujos resultados de maior importância são representados nas Fig. 5.23 a 5.30:

Verificou-se que 13% dos entrevistados têm uma idade compreendida entre 17 e 25 anos, 32% possuem idade entre 26 e 35 anos, 17% apresentam uma idade entre 36 e 45 anos e 38% revelaram ter uma idade superior a 45 anos (Fig. 5.23).

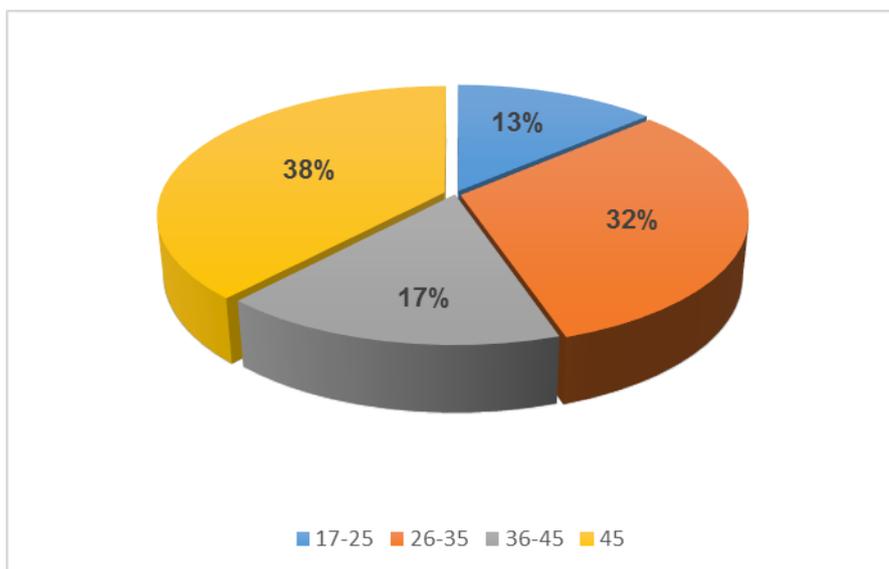


Figura 5.23 – Valores percentuais da idade dos entrevistados.

Quanto aos níveis de escolaridade registou-se que 37,5% dos entrevistados são analfabetos, 5,8% efetuaram o ensino primário, 16,7% e 25,8% possuem respetivamente o primeiro e o segundo ciclo, enquanto 14,2% têm cursos de ensino superior (Fig. 5.24).

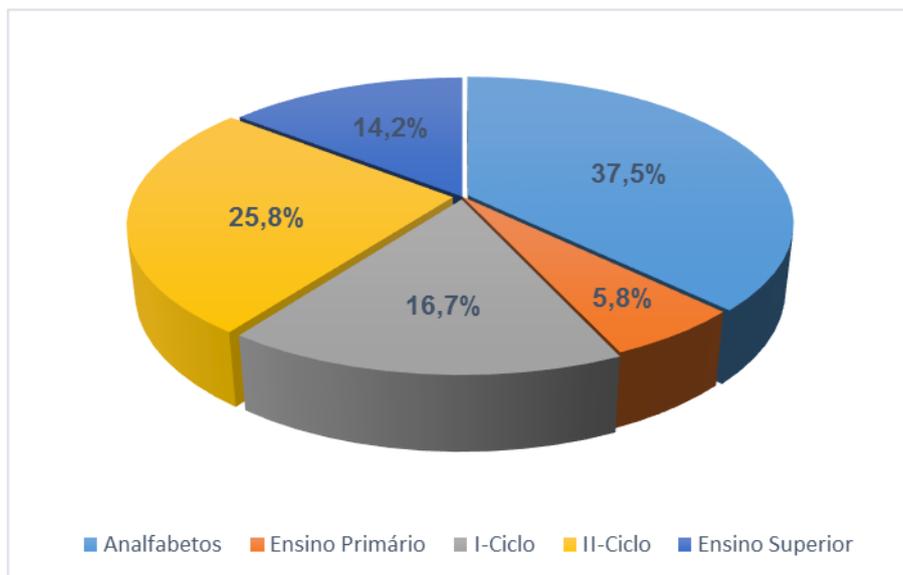


Figura 5.24 – Grau de escolaridade.

Sobre os processos que ocorrem com maior frequência na área da Caota, 58% dos inquiridos responderam que são frequentes os movimentos de instabilidade de rochas, 27% respondeu derrocadas ou quedas de habitações, 6% indicou os deslizamentos de terras, 6% indicou os deslizamentos de terras, 4% mencionaram a erosão de terras e 3% referiram os ventos de grande intensidade (Fig. 5.25).

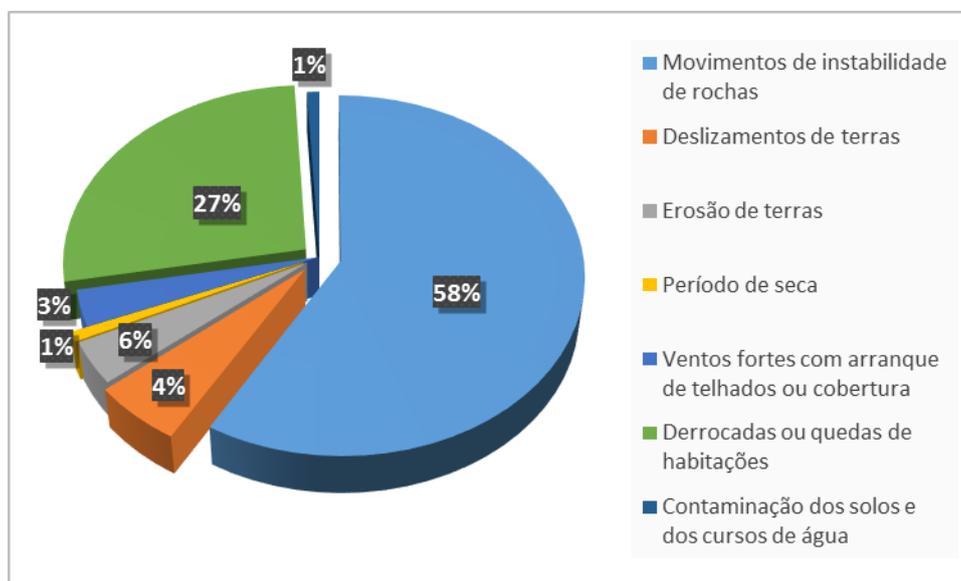


Figura 5.25 - Processos que ocorrem com frequência na área da Caota.

Quanto ao tipo de danos mais frequente na área da Caota, 51% dos inquiridos responderam o desalojamento das pessoas, 36% mencionaram os danos nas vias de comunicação e 7% assinalou os danos em habitações (Fig. 5.26).

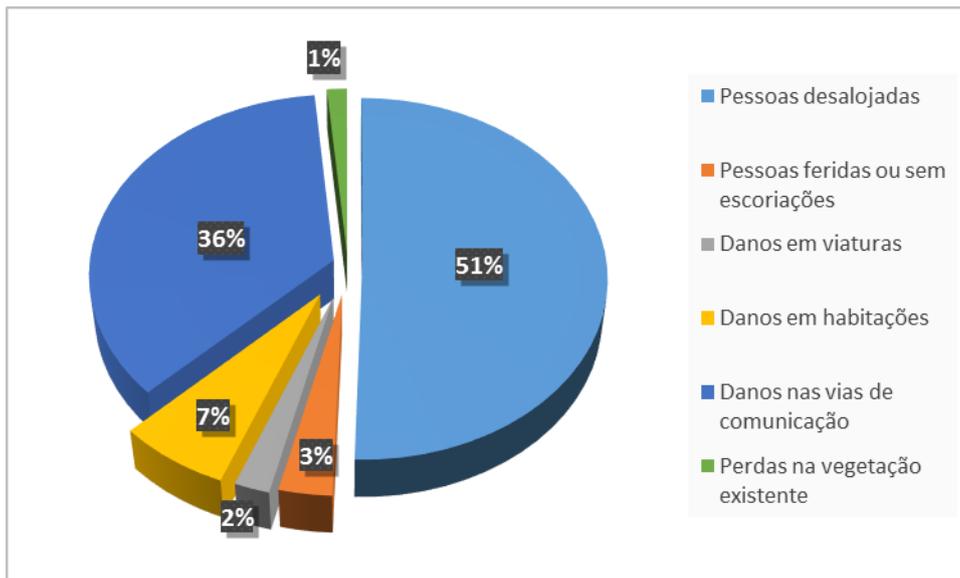


Figura 5.26- Danos mais frequente na área da Caota.

Sobre os elementos responsáveis pelas situações da instabilidade na área de estudo, 55% dos inquiridos indicaram que a origem dos movimentos são as atividades antrópicas, 35% responderam a ação água, 5% os processos erosivos e 4% a ação do vento (Fig. 5.27).

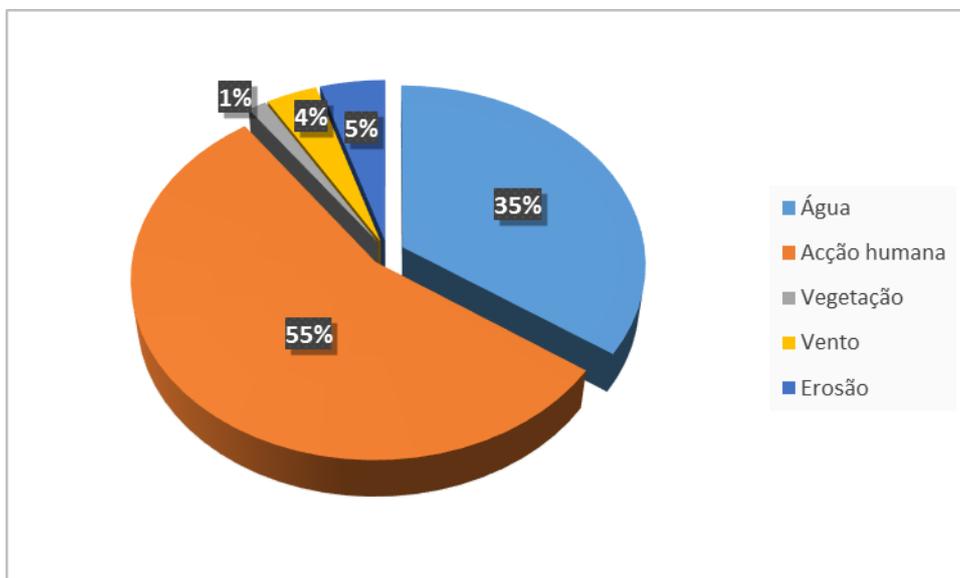


Figura 5.27 - Elementos responsáveis pelas instabilidades na área da Caota.

Sobre o conhecimento do plano diretor da Caota, verificou-se que 72,5% dos inquiridos não conseguiram responder à questão, 20,8% não têm conhecimento e 6,7% indicaram que têm conhecimento (Fig. 5.28).

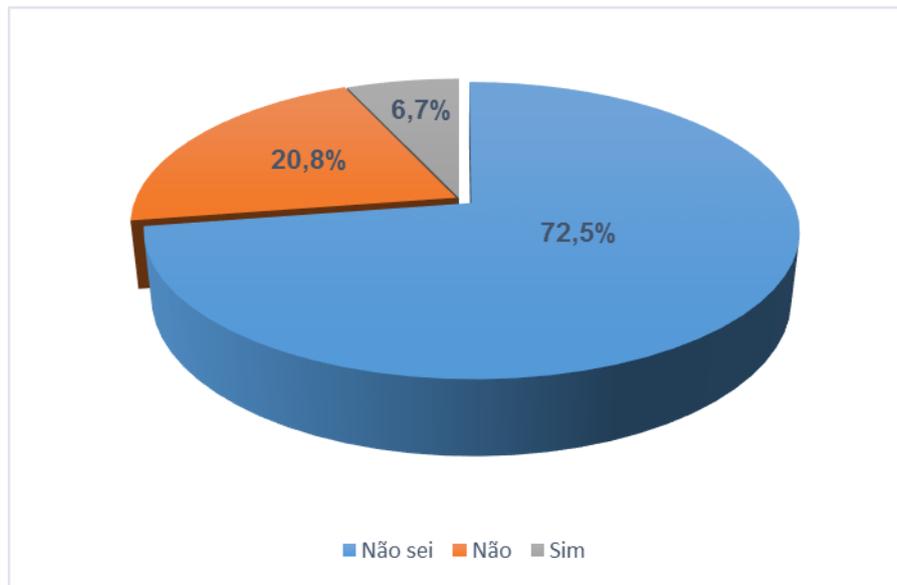


Figura 5.28 – Conhecimento sobre o plano diretor da Caota.

Quanto ao tipo de materiais que foi utilizado nas construções de residências dos moradores 84% responderam que a construção é efetuada com adobe, 12% com blocos de cimento e 4% respondeu que o material de construção utilizado são os blocos de cimento (Fig. 5.29).

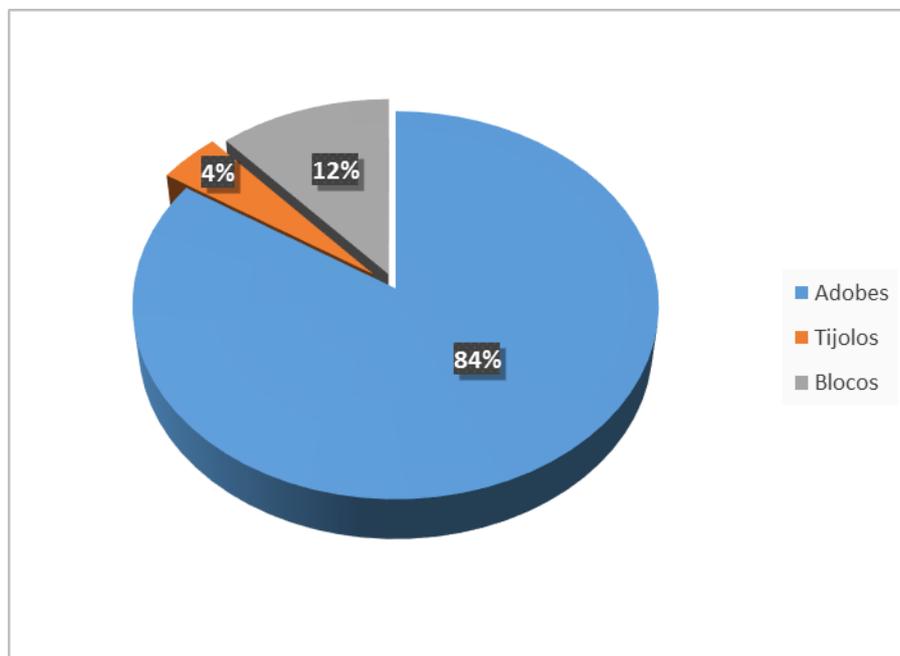


Figura 5.29 - Material utilizado na construção na área da Caota.

Sobre as medidas a serem adotadas relativamente às situações de instabilidade, 51% dos inquiridos mencionaram que os habitantes deveriam ser desalojados, 36% indicaram que se deveria impedir a edificação de novas construções na área da Caota, designadamente nas áreas mais propensas aos movimentos de instabilidade, 11% assinalaram a adoção de medidas de estabilização dos taludes/vertentes e somente 2% assumiram que não deveriam tomar medidas relativamente às situações de instabilização (Fig. 5.30).

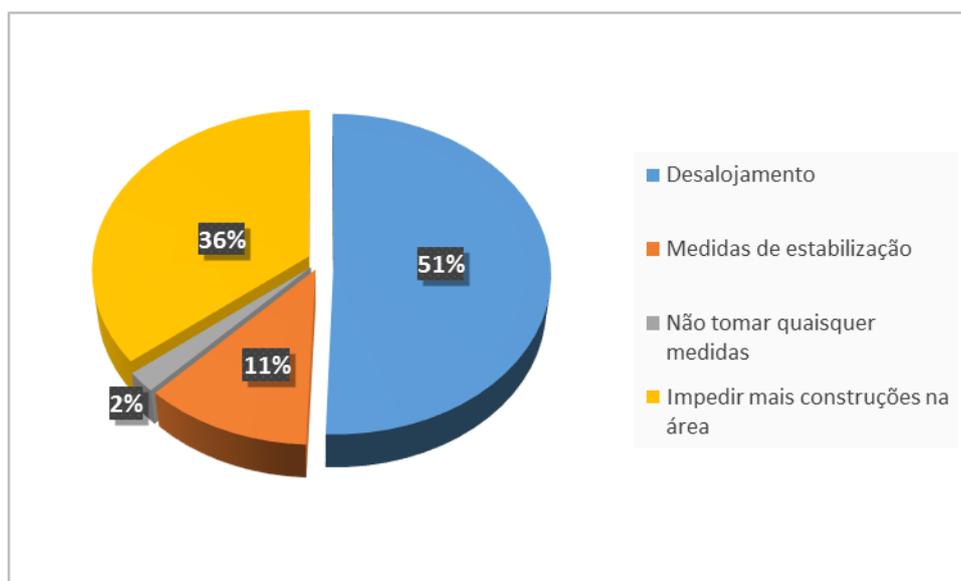


Figura 5.30 - Medidas a serem adotadas relativamente às instabilidades.

Da interpretação dos resultados de inquérito verifica-se que a maior parte dos entrevistados tem conhecimento sobre os movimentos de instabilidade e os respetivos perigos e riscos, também indicaram como possibilidade o desalojamento dos residentes nas áreas de maior risco e a interdição de mais construções nas áreas suscetíveis de ocorrência de instabilidade. Uma parte dos inquiridos propôs igualmente a realização de trabalhos de contenção para a segurança da população, turistas e pescadores.

5.4 - Aplicação da classificação Rockfall Hazard Rating System (RHRS) nos troços dos taludes

A recolha de dados relativos aos parâmetros da classificação RHRS, para ser eficaz, necessita que todos os procedimentos sejam executados de forma cuidadosa, de forma a evitar que no levantamento de campo e também na análise dos resultados, se verifiquem erros que possam pôr em causa a credibilidade da investigação. Aplicou-se a classificação para os taludes 1, 2 e 5, tendo em atenção que o talude 1 é constituído por dois troços; o talude 2 por cinco troços e o talude 5 somente por um troço. Nos Quadros 5.1 a 5.8 são

apresentados os valores dos diferentes parâmetros da classificação RHRS para os vários taludes considerados na área da Caota:

Quadro 5.1- Classificação RHRS do Talude 1-Troço 1

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35,479´Sul e longitude de 13° 16,116´ Este		
Comprimento: 53 m		
Orientação: N40° E; Pendor: 75°- 80° NW		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	3 a 12 m	5
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	27
Risco Médio para Veículos	0,44 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	21,5 %	81
Largura da Plataforma	7,31 m	54
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,55 m	6
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasionais	9
Total		221

Quadro 5.2- Classificação RHRS do Talude 1-Troço 2

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35,479´Sul e longitude de 13° 16,116´ Este		
Comprimento: 60 m		
Orientação: N70° E; Pendor: 70° - 80° NW		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	3 - 8 m	3
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	27
Risco Médio para Veículos	0,50 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	19,7 %	81
Largura da Plataforma	6,38 m	81
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,5 m	6
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasionais	9
Total		246

Quadro 5.3 - Classificação RHRS do Talude 2 - Troço 1

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35, 512' Sul e longitude de 13° 16,075' Este		
Comprimento: 20 m		
Orientação: N45° E; Pendor: 85°-40° NW		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	6 - 7 m	3
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	18
Risco Médio para Veículos	0,50 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	14,5 %	81
Largura da Plataforma	7,33 m	54
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	1,0 m	54
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasionais	9
Total		258

Quadro 5.4 - Classificação RHRS do Talude 2-Troço 2

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35, 512' Sul e longitude de 13° 16,075' Este		
Comprimento: 28 m		
Orientação: N25° E; Pendor: 70°-85° SW		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	6 -12 m	5
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	54
Risco Médio para Veículos	0,50 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	21,5 %	81
Largura da Plataforma	4,47 m	81
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,55	9
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasionais	27
Total		296

Quadro 5.5 - Classificação RHRS do Talude 2 – Troço 3

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35, 512' Sul e longitude de 13° 16,075' Este		
Comprimento: 23,40 m		
Orientação: N35° W; Pendor: 70°,80 - 85° SW		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	12 -13 m	7
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	81
Risco Médio para Veículos	0,40 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	10,95 %	81
Largura da Plataforma	4,63 m	81
Natureza Geológica	Caso 2	54
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,40 - 0,80 m	9
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasionais	27
Total		352

Quadro 5.6 - Classificação RHRS do Talude 2 – Troço 4

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35, 512' Sul e longitude de 13° 16,075' Este		
Comprimento: 31 m		
Orientação: N78°W; Pendor: 75°-85° S		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	14 -15 m	9
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	81
Risco Médio para Veículos	0,33 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	21,00 %	81
Largura da Plataforma	4,97 m	81
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,50-1,70 m	81
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasionais	27
Total		399

Quadro 5.7 - Classificação RHRS do Talude 2 – Troço 5

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35, 541´ Sul e longitude de 13° 16,141´ Este		
Comprimento: 65 m		
Orientação: N78° W; Pendor: 70° S		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	15 -16 m	9
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	3
Risco Médio para Veículos	0,33 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	17,22 %	81
Largura da Plataforma	5,73 m	81
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,40-1,50 m	27
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasiais	27
Total		267

Quadro 5.8 - Classificação RHRS do Talude 5

Coordenadas Geográficas: latitude de 12° 35, 959´ Sul e longitude de 13° 16,136´ Este		
Comprimento: 30 m		
Orientação: N5°W; Pendor: 40° W		
Parâmetros	Classificação	Pontuação
Altura	15 -18 m	12
Eficácia Da Vala	Retenção limitada	3
Risco Médio para Veículos	0,31 %	3
Distância de Visibilidade de Decisão	13,12 %	81
Largura da Plataforma	8,10 m	27
Natureza Geológica	Caso 2	27
Tamanho de Bloco / Quantidade de queda de bloco por evento	0,6-1,50 m	54
Presença de água no Talude	Precipitação Moderada	9
Histórico de Queda de Blocos	Quedas Ocasiais	9
Total		225

Nos Quadros 5.1 a 5.8, para cada parâmetro e atendendo às suas características definiu-se um valor ponderado, considerando-se que para cada talude analisado ou respetivo troço se deve obter um somatório desses valores ponderais. A altura do talude 1 no troço 1 é de 3 a 12 m, enquanto no troço 2 está compreendida entre 3 e 8 m. No talude 2 nos seus cinco troços, a altura apresenta-se como muito variável e está entre 6 – 7 m (Talude 2 – Troço 1) e 15 - 16 m (Talude 2 – Troço 5), enquanto no talude 5 possui uma altura de 15 a 18 m.

Para os taludes estudados a vala é inexistente ou apresenta uma retenção limitada. Os locais de estudo possuem um movimento rodoviário mais elevado nos dias de feriados e nos fins-de-semana, uma vez que a área tem um grande potencial turístico. Os valores do parâmetro da distância de visibilidade de decisão, para os vários taludes estão compreendidos entre 10,95% e 21,5%, a que corresponde uma distância de visibilidade muito limitada. A largura da plataforma apresenta valores variáveis, sendo mais reduzidos no Talude 2, de 4,47 m a 7,33 m, enquanto para o Talude 5 o valor da largura da plataforma é mais elevado e é igual a 8,10 m. Em relação ao parâmetro da natureza geológica considerou-se a 2ª condição, devido aos fenómenos de instabilidade estarem associados a processos erosivos, verificando-se a presença de unidades geológicas com diferentes taxas de erosão, destacando-se ainda comportamento geotécnico das formações margosas. O valor ponderal predominante do parâmetro relativo à natureza geológica é igual a 27, o que corresponde à presença constante de aspetos erosivos e a taxas de erosão muito diferenciadas para as várias unidades geológicas. A precipitação foi definida como moderada, apesar dos valores de precipitação serem reduzidos na área, com valores anuais de cerca de 270 mm (Consult, 2007), no entanto registam-se períodos curtos de precipitação intensa que provocam situações de instabilidade de consequências graves.

Do somatório dos valores ponderais verificou-se que nos troços 3 e 4 do Talude 2, os resultados da classificação RHRS ultrapassaram claramente os valores de 300, pelo que as intervenções de estabilização devem ser efetuadas a curto prazo. É de assinalar que o resultado da classificação RHRS do troço 2 do Talude 2, com um valor de 296, também se situa muito próximo do valor limite de 300, pelo que esse troço deverá ser alvo de alguma atenção. Os restantes taludes e respetivos troços possuem valores da classificação RHRS claramente inferiores a 300, dado que apresentam valores inferiores a 268, pelo que as intervenções devem ser realizadas a médio e longo prazo, devendo no entanto os taludes serem sujeitos a monitorização.

Do estudo efetuado podemos considerar os troços 3 e 4 do Talude 2 como de suscetibilidade média a elevada para a ocorrência de instabilidades, dado que apresentam as principais situações de movimentos de instabilidade, designadamente a ocorrência de quedas de blocos

e processos erosivos que afetam os veículos e os utentes das vias de comunicação. Os restantes troços dos Taludes 1 e 2, e também o Talude 5 foram definidos como de suscetibilidade baixa a média, onde a probabilidade de ocorrência de instabilidades é reduzida, embora existam troços com alguma potencialidade para o aparecimento de situações de instabilidade, e que serão considerados mais ou menos problemáticos e também deverão ser sujeitos, como os troços 3 e 4 do Talude 2, a estudos geológicos e geotécnicos de pormenor que serão úteis para a definição de métodos construtivos adequados, podendo exigir nomeadamente obras de contenção e de drenagem.

6 - Conclusões e Recomendações

No estudo das situações de instabilidade da área Caota, Benguela, verificou-se a presença de numerosos movimentos de instabilidade nos taludes considerados, não existindo medidas de prevenção ou de estabilização de modo a evitar as quedas de blocos ou outros tipos de instabilidade. Para além dos condicionalismos dos sistemas morfológicos, litológicos, estrutural e também do regime climático e da cobertura vegetal, constatou-se também que a ação antrópica é um dos fatores de instabilidade.

O enquadramento geográfico efectuado permitiu definir as principais atividades e condicionantes da área da Caota. No trabalho de campo analisaram-se os vários parâmetros presentes nas fichas de trabalho, destacando-se: os tipos litológicos, a vegetação, as estruturas geológicas existentes, os tipos de instabilidades, as consequências, bem como as causas externas e internas das instabilidades.

A vegetação predominante foi definida como rasteira, verificando-se ainda que esta é inexistente em 30% dos taludes estudados.

Efetou-se a caracterização das instabilidades presentes nos Taludes/Vertentes e a sua diferenciação nas várias áreas. Verificou-se que em todos os taludes ocorreram quedas de blocos, em 70% registaram-se fluxos e em 30% deslizamentos. As velocidades dos movimentos foram consideradas como rápidas e muito rápidas. Os processos erosivos têm grande importância e contribuíram para as situações de instabilidade.

Os movimentos de instabilidade, na totalidade dos taludes estudados, atingiram as vias de comunicação, em 50% podem verificar-se danos nas habitações e num talude registaram-se feridos.

A infiltração de água e a erosão superficial correspondem a causas externas das instabilidades e a sua acção faz-se sentir em todos os taludes.

As causas internas das instabilidades existentes na área estão relacionadas com a litologia, as estruturas geológicas, o aumento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos. A alternância da composição dos estratos, a presença de nódulos de sílex e dos depósitos de cobertura/vertente correspondem a aspectos litológicos que condicionam os movimentos de instabilidade. As estruturas geológicas com maior influência na ocorrência das instabilidades são os planos de falhamento, de estratificação e o diaclasamento. O incremento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos, designadamente das margas e dos depósitos de cobertura/vertente potencia o surgimento e a consequente evolução das instabilidades nos locais estudados.

Os resultados de inquérito efectuados à população e turistas da Caota revelaram que a maior parte tem um conhecimento relativo sobre os movimentos de instabilidade e os consequentes perigos e riscos. A possibilidade do desalojamento dos residentes em perigo, bem como a proibição de novas construções nas áreas de maior probabilidade de ocorrência das instabilidades foram mencionadas, respetivamente por 51% e 36% dos inquiridos.

De acordo com os resultados da classificação RHRS podemos considerar os troços 3 e 4 do Talude 2 como de suscetibilidade média a elevada para a ocorrência de instabilidades, verificando-se nesses troços as principais situações de instabilidade para as vias de comunicação da área, designadamente a existência de quedas de blocos e processos erosivos que podem afetar os veículos e utentes que circulam nas vias de comunicação. Os restantes troços dos Talude 1 e 2, e também o Talude 5 foram definidos como de suscetibilidade baixa a média, onde a probabilidade de ocorrência de instabilidades é reduzida, embora em alguns troços desses taludes existem situações potenciais para ocorrência de situações de instabilidade, estas são consideradas mais ou menos problemáticas e também deverão ser sujeitas, como nos troços 3 e 4 do Talude 2, a estudos geológicos e geotécnicos de pormenor e envolver métodos construtivos adequados, podendo exigir nomeadamente, obras de contenção e de drenagem.

Face à situação atual das condições de instabilidade de Taludes/Vertentes é sugerida a criação de um grupo de trabalho com a participação de várias entidades ou instituições para analisar e refletir sobre a importância deste tema (situações de instabilidade), no sentido de prevenir as ocorrências de danos morais, humanos e materiais.

O estado atual dos Taludes/Vertentes da área da Caota, oferece possibilidades de propor medidas de contenção, optando por métodos de baixo custo e tecnologias elementares. Definem-se igualmente as prioridades de intervenção e a elaboração de projetos de medidas minimizadoras adequadas. Tendo em atenção os fatores económicos, humanos e das infraestruturas existentes, torna-se urgente fazer uma reflexão profunda sobre as medidas a tomar:

- 1- Deve-se trabalhar na sensibilização dos moradores sobre os perigos da instabilidade dos Taludes/Vertentes, fiscalizar e impedir a construção de residências na base ou no pé do Talude (locais de riscos). Efetuar a construção de uma via de comunicação pavimentada e com valetas, no troço que dá

acesso à zona turística da Caota e fortalecer o clima de segurança plena dos residentes e visitantes;

- 2- Criar um Departamento na Administração Municipal ou no Governo Provincial de Benguela que vele pelas questões de instabilidades (lugares de menores riscos para a construção) e promova a realização periódica de palestras, seminários de capacitação sobre os riscos ou perigos da instabilidade dos Taludes/Vertentes;
- 3- Desenvolvimento de campanhas sistemáticas de inventariação de situações de instabilidade que conduzam à obtenção de sistema de classificação associados aos possíveis riscos;
- 4- Retirada de blocos rochosos que se apresentam instáveis nos taludes e/ou que se encontram tombados nas vias de comunicação. Presença de sinais de trânsito de modo informar os utentes rodoviários das situações de instabilidade que se podem verificar.
- 5- Aplicação de medidas de estabilização e/ou contenção como: utilização de vegetação rasteira de modo a proteger a superfície dos taludes e diminuir os processos erosivos, muros de suporte em que se podem incluir os gabiões, pregagens mais rede de protecção para evitar a queda de blocos rochosos, sistemas de drenagem de modo a impedir a erosão provocada pela ação da água e modificação da geometria no sentido de reduzir a inclinação dos taludes e a facilitar ou implementar a drenagem.
- 6- Monitorização dos taludes de modo a prever situações de instabilidade e consequente exposição de residentes, habitantes, utentes das vias de comunicação, infra-estruturas e equipamentos e de modo a permitir a aplicação atempada de medidas de estabilização e/ou contenção.
- 7- Divulgação dos resultados obtidos através da participação em diferentes eventos afins ao tema, proporcionando assim o intercâmbio com outros especialistas e a transmissão das experiências adquiridas sobre o tema.

Referências bibliográficas

- Andrade, P. S. (2008) – *Estudos das principais características das discontinuidades*. Departamento de Ciências da Terra, FCTUC, Coimbra, 41p.
- Andrade, P. S. (2011) – *Diapositivos da disciplina de Análise e Gestão de Riscos Naturais*. Departamento de Ciências da Terra, FCT da Universidade de Coimbra.
- Angop (2007-2012) – *Províncias, Benguela*. Angop, Agência Angola Press. <http://www.portalangop.co.ao/provincias/provincia.jsp?title=Benguela&module=2180a4a4-4df7-4090-950e-c3198ec84228>. Acedido em Outubro de 2012.
- Antunes, M.T. (1964) – *O Neocretácico e o Cenozoico do Litoral de Angola*. Lisboa; Junta de Investigação do Ultramar- 254 p.
- ANPC (2010) – Movimentos de vertentes. PROCIV, *Boletim Mensal da Autoridade Nacional de Protecção Civil (ANPC)*, 32, pp. 6-7.
- Ayala-Carcedo, F.J. (1991). *Manuel de Ingenieria de Taludes*. I. T. G. E; Madrid.
- Ayala-Carcedo, F.J. (2002) – *Introduccional al análisis y gestión de riesgos*. In Ayala-Carcedo, F. J & Cantos, J. O. (eds) *Riesgos naturales*. Barcelona: Ariel Ciência.
- Ayala-Cacerdo, F.J; Marques, M. Gijon, M. F. Gil, A (1987) – *Manual de Taludes*. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Geotecnia, 455p.
- Bell, D.H.; Pettinga, J.R. (1988) – *Bedding controlled landslides in New Zealand soft rock terrain*. In Bonnard, C. (Eds), *Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides*, Lausanne, 1988, vol 1, Balkema, Rotterdam, p. 77 – 83.
- Buta-Neto, A.; Tavares, T.S.; Quesne, D.; Guiraud, M.; Meister, C.; David, B. & Morais, M.-L. (2006) - *Synthèse préliminaire des travaux menés sur le bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques, paléontologiques et structurales*. *Africa Geoscience Review*, 13 (3): 239-250.
- Bromhead, D. (1984) – *Mudslides*. In *Brunsdon, D; Priod, D. B. (Eds), Slope Instability*, John Wiley and Sons, Chichester, pp. 363 – 418.
- Campos, M. T. (1994) – *Estabilidade de taludes*, Mestrado em Geotecnia, PUC- Rio, Notas de aulas da Disciplina.
- Carvalho, G. S. (1961) – *Alguns problemas dos terraços quaternários de litoral de Angola*. *Bol. Ser. Gol. Minas de Angola*, vol 2, pp. 5 – 25.
- Coelho, S. (1996) – *Tecnologia das fundações E.P*. Gustave Eiffel, Amadora, 996p.
- Corondo, J. A. (2006) – *Avaliação da Susceptibilidade a Deslizamentos por meio do uso de sistema de Informação Geográfico: Aplicação em uma área do eixo Cafeteiro Colombiano*. Dissertação de Mestrado. Brasília – BF, Universidade de Brasília.

- Consult – Sociedade Angolana de Estudos e Consultoria, Lda (2007) – *Monografia da Província de Benguela/ Angola*. KAT, 1ª Edição, 86p.
- Costa, J. (2013) – *Atlas de Angola*, 1ª Edição, 48p.
- Cruden, D. M. e Varnes, D. J. (1996) – *Landslide Types and Processes*. In Special Report 247: Landslides. Investigation and Mitigation (Turner, A. Keith e Schuster, Robert, L. eds). Transportation Research Board, National Research Council, pp. 36-75.
- Delgado, J. A. C. (2006) - *Avaliação da suscetibilidade a deslizamentos por meio do uso de sistema de informações geográficas: aplicação em uma área do eixo cafeeiro colombiano*. Dissertação de mestrado em geotecnia publicação: g.dm 149/06. Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Civil.
- Diário da República – Órgão Oficial da República de Angola I série nº51; Lei nº3/04 do Ordenamento do Território e do Urbanismo. (25 de Junho de 2004).
- Diário da República – Órgão Oficial da República de Angola I série nº27; Lei nº5/98 Lei de Base do Ambiente. (19 de Junho de 1998).
- Dikau, R. B. D; Schrott, L; Ibsen, M. L. (Eds) (1996) – *Landslide Recognition. Identification, Movement and Causes*. John Wiley e Sons, Chichester.
- Diniz, A. C. (1973) – *Características mesológicas de Angola*, Nova Lisboa, pp.420 – 450.
- Diniz A.C. (1966) – *Geomorfologia, solos e ruralismo da região centro sul de Angola*. Instituto de Investigação Agronómica de Angola.
- Diniz, A. C. (1998) – *Angola, o meio Físico e potencialidades agrícola*, 2ª Edição Revista, pp. 56 – 60.
- Diniz, A. C. (2005) - *Grandes Bacias Hidrográficas de Angola - Recursos em terras com aptidão para o regadio – Rio Cunene*, IPAD, Lisboa.
- Duarte-Morais, M.L., Sgrosso, I. (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, 24 p.
- Dulce, G.; Rui, C. (2006) - *Dicionário Breve de Geografia*, 2ª Edição Lisboa.
- Dyminski, A.S. (2010) – *Noções de estabilidade de Taludes e contenções*. Estabilidade de Taludes. Universidade Federal do Paraná, 28p.
- Ejarque, J. (2005) - *Destinos turísticos de êxito: diseño, creación, gestión y marketing*. Ediciones Pirámide (Grupo Anaya), Madrid.
- Erskin, C. F. (1973) – *Landslides in the vicinity of the Fort Randall Reservoir South Dakota* – Geological Survey Professional Paper, 675, Washington.
- Farmer, I. W. (1992) – *Reinforcement and support of rock masses*. Engineering in rock masses. Editado por Bell, F. G. Butterworth – Heinemann, pp. 351 – 369.

- Fookes, P.G.; Sweeney, M. (1976) – Stabilization and control of local rock falls and degrading rock Slopes. *Quarterly Journal Engineering Geology*, vol. 9, pp. 37-55.
- Goodman, R.E. (1989) – *Introduction to Rock Mechanics*. 2nd edition. John Wiley e Sons.
- Gonzalez, I (2006) – *Estabilização de taludes em auto estradas*. Formação de Estabilização de taludes. Lemo, Oeiras.
- Guerreiro, H.J.P.; (2000) – *Exploração subterrânea de Mármore*. Aspectos Geotécnicos; Trabalho de conclusão do curso (Mestrado em Georrecursos - Área de Geotecnia). Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- Guidicini, G.; Nieble, C. M. (1993) – *Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação*. Editora Edgard Blucher Ltda. São Paulo.
- 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*, vol. 27, pp. 1040-1068.
- Guiraud, R. & Maurin, J. C. (1991) – *Le rifting en Afrique au crétacé inférieur*. Synthèse structural, mise en évidence de deux phases dans la genèse des bassins, relations avec les ouvertures océaniques péri-africaines. *Bull. Soc. Géol. France*, vol. 165 (5), pp. 811-823.
- Guiraud, M., Quesne, D., Morais, M. L., Amaral, J., Diakiese, M. & Lang, J. (2000) – Caractérisation de la tectonique salifère albienne à partir de données terrain (Secteur de Catumbela, domaine onshore dela marge sud-angolaise). *Africa Geoscience Review*, 8, pp. 10-22.
- Gray, D.H.; Leiser, A.T. (1982) – *Biotechnical Slope Protection and Erosion Control*. Van Nostrand Reinhold Company, New York 271p.
- Heierli, W. (1977) – Protection contre La chute des masses rocheuses par filets de cables d'acier. In Meeting on rockfall dynamics and protective Works effectiveness, Istitute Sperimentale Modeli e Struture, Bergamo, 69 – 76.
- Highland, L.M.; Bobrowsky, P. (2008) – *The landslide handbook – A guide to understanding landslides*. Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129p.
- Hoek, E. (2007) – *Practical rock engineering*. <http://www.rocscience.com/hoer>. Acedido em 25 de Janeiro de 2014.
- Hutchinson, J. N. (1988) – *General report. Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. In Bonna R. D. C. (Ed.), *Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides, Lausanne, 1988*, vol 1, Balkema, Rotterdam, p. 3 – 35.
- Ibsen, M. L.; Brunnsden, D; Bromhead, E; Collison, A. (1996) – *Block Slide*. In Dikau, R; Brunnsden, D; Schrott, L. Ibsen, M. L. (Eds), *Landslide Recognition, Identification, Movement and Causes*. John Wiley e Sons Chichester, p. 64 – 77.

- Infotur (2009) – *Roteiro Turístico/ Benguela*. Integração e Desenvolvimento de Empresas em parceria com Infotur (Instituto de Fomento Turístico de Angola) & Unione.
- Lucombo, J. M. (2006) – *Material de apoio a disciplina de Geografia Física de Angola*. ISCED – Benguela/Angola, p. 9
- Manuel, V. (2011) - *História de Angola*. <http://rubelluspetrinus.com.sapo.pt/angola-h.htm> Acedido em Outubro de 2012.
- MED (Ministério da Educação) (1982) - *Atlas Geográfico vol 1*. Impresso por Esselte Map Service, Estocolmo, Suécia. R. P. Angola, p.16
- MED (Ministério da Educação), 1983. *Atlas Geográfico vol 2*. Impresso por Esselte Map Service, Estocolmo, Suécia. R. P. Angola, p. 46
- MED (Ministério da Educação), (2009) – *Geologia de Angola*, 12ª Classe p. 175 – 189.
- Monografia do Município de Benguela (2008) - *Plano de Desenvolvimento Económico do Município de Benguela*. Versão I (DR. Manuel Francisco).
- Nascimento, U. (1965) – *Curso de consolidação de taludes*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- Neto, M.G.N.M. (1961) - *As bacias sedimentares de Benguela e Moçâmedes*. *Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola*, nº3, Janeiro-Junho de 1961, pp. 63-93.
- Nemcok, A. (1977) – *Geological/ tectonical Structures – an essential condition for genesis and evolution of Slope movements*. Bulletin of the International. Association of Engineering Geology. 16, Krefeld, pp. 127 – 130.
- Nemcok, A; Pasek, J; Rybar, J. (1972) – Classification of Landslides and other Mass Movement. *Rock Mechanics*, 4, pp. 71 – 78.
- Neves, M.B.X.H. (1995) – *Desmoronamentos e quedas de blocos em taludes naturais e de escavação*. Dissertação de Tese de Mestrado em Geologia de Engenharia, Universidade Nova de Lisboa, 173 p.
- Nunes, A.L. (2011) – *Casos de Obras, Queda de blocos e Debris Flow*. 2º Seminário sobre *Estabilização de Taludes em Solos e Rochas*, 13 a 14 de Outubro de 2011, Faculdade de Engenharia do Porto.
- Onodera, L.T. (2005) – O uso de gabiões como estrutura de contenção. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 62 p.
- Organización Mundial del Turismo (OMT), (2003) - *Turismo y atenuación de la pobreza*. Madrid.
- Organización Mundial del Turismo (OMT), (1998) - *Introducción al turismo*. Madrid.
- Passassi, M. E. (2011) - *Caraterização Geoambiental e Perspetivas do Ordenamento da Faixa Litoral do Município da Baía Farta*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Ramo de Ambiente e Ordenamento (Universidade de Coimbra).

- Pierson, L.A.; Davis, S.A.; Van Vickle, R. (1990) – *Rockfall Hazard Rating System. Implementation Manual*. Federal Highway Administration (FHWA). US Departamento of Transportation.
- Pinelo, A. (1979) – *Regulamento sobre ancoragens e cortinas ancoradas*. Seminário 217 sobre ancoragens. Lab. Nac. Eng. Civil; Lisboa pp. 1 - 40.
- PNN – Portuguese Network News (2012) – *Angola: Inaugurado Aeroporto Internacional da Catumbela*. <http://www.jornaldigital.com/noticias.php?noticia=32257>. Acedido em Outubro de 2012.
- Quesne, D.; Buta-Neto, A.; Bernard, D.; Guiraud, M. (2009) - Distribution of Albian clastic deposits in the Benguela basin (Angola): evidence of a Benguela palaeocurrent? *Bull. Soc. Geol. France*, 180 (2):117-129.
- Quintas, V. (2011) - *Comboio no Huambo em grande velocidade*. Jornal de Angola on Line. http://jornaldeangola.sapo.ao/20/0/comboio_no_huambo_em_grande_velocidade. Acedido em Outubro de 2012.
- Richards, L. (1992) – *Slope Stability and rockfall problems in rock masses*. In *Engineering in rock masses*. Editado por Bell, F.G.; Butterworth - Heinemann, pp. 209 – 229.
- Saque, P.E. (2013) – *Estudo da erosão costeira de arribas rochosas entre S. António e Caota (Benguela, Angola)*. Dissertação de Mestrado em Geociências, Ramo de Ambiente e Ordenamento (Universidade de Coimbra), 80 p.
- Saraiva, A. L. A. ; Andrade, P. S. (2003) – *Evolução Temporal de Taludes Naturais e de Escavação*. F.C.T.A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos; Coimbra. Imprensa da Universidade.
- Sirieyes, P. (1984) – *Divers types de mecanismes de mouvements de terrains*. Mouvements de Terrain. Colloque de Caen, Documents du B. R. G. M., 83 Paris, p. 75 – 80.
- Soma, E. T. (2013) - *Meteorologia e Climatologia*. 1ª edição.
- Tavares, T. (2006) - *Ammonites et Echinides de l'Albien du bassin de Benguela (Angola)*. Systématique, Biostratigraphie, Paléoenvironnement et Paléobiogéographie. Tese não publicada, Université Bourgogne, Dijon, France, 381 p.
- Tavares, T.; Meister, C.; Morais, M.L.D.; David, B. (2007) - Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic framework. *South African Journal of Geology*, 110: 137-156.
- Technoexportstrov (1990) – *Esquema para o desenvolvimento socio-económico da Província de Benguela*. Comissão Provincial de Benguela, Gabinete do Plano, 208 p.
- USGS (2004) - *Landslide Types and Processes*. <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/fs-2004-3072.html> . Acedido em Abril de 2013.
- Vallejo, L.I.G.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo, C. (2002) – *Engenharia Geológica*. Prentice Hall (Ed). Madrid, 715p.

Varnes, D.J. (1978) – *Slope Moviment. Types and Processes*. Schuster, R.L; Krizek, R.J. (Eds), *Landslides, Analysis and Control*, Transportation, Reseach Board, Special Report 176, Washington D. C, P. 11 - 33.

WPWLI (1993) (Working, Party on World Landslide Inventory), Unesco – A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 47, Paris, p.53-57.

Záruba, Q; Mencl, V. (1982) – *Landslides and their Control*. Elsevier, Amsterdam.

Zêzere, J.L. (1997) – *Movimentos de vertentes e perigosidade Geomorfológica na Região a Norte de Lisboa*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa; Lisboa 575 p.

Páginas da internet consultadas

www.google.pt

www.dct.uc.pt

www.dicionario.pro.br

www.terraarmada.com.br

www.geoturismobrasil.com

www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br