

1. INTRODUÇÃO

O estudo da instabilidade de taludes torna-se necessário devido a desastrosas consequências que os deslizamentos acarretam na vida das pessoas. Pode-se dizer que a ocorrência dos mesmos deve aumentar devido o aumento da urbanização e do desenvolvimento de áreas sujeitas a deslizamentos, desflorestação contínua destas áreas e ao aumento das taxas de precipitação causada pelas mudanças de clima.

Os fenómenos de instabilidade de taludes são, com frequência, causa de acidentes humanos e naturais. São estas duas circunstâncias e as consequentes implicações económicas que levam hoje em dia a considerar os problemas de estabilidade de taludes de grande importância em geotecnia. Dentre os fenómenos naturais extremos, os escorregamentos têm sido responsáveis por inúmeras vítimas fatais e grandes prejuízos materiais.

Os fenómenos de instabilidade de taludes são, com frequência, causa de acidentes cujos prejuízos são grandemente acrescidos quando ocorrem em áreas urbanizadas. Por seu turno, as modificações da topografia, das condições hidrológicas, hidrogeológicas e dos processos geomorfológicos operadas pela urbanização de novas áreas, são muitas vezes as principais causas dos fenómenos de instabilidade, (Coelho, 1979).

Nery, (2011), relata que os movimentos de massa são processos deflagrados na paisagem, constituindo-se de volumes de solo ou de rocha que se deslocam em conjunto. A deflagração destes processos é controlada por uma cadeia de eventos, iniciada pela formação própria rocha seguida de toda sua história geológica geomorfológica.

De modo geral, os riscos de instabilidade naturais são determinados a partir da relação entre o homem e a natureza. Em outras palavras, desastres naturais resultam das tentativas humanas em dominar a natureza, que, na sua maioria, acabam derrotadas. Além do que, quando não são aplicadas medidas para a redução dos efeitos dos desastres, a tendência é aumentar a intensidade, a magnitude e a frequência dos impactos. Assim, grande parte da história da humanidade foi influenciada pela ocorrência de desastres naturais, principalmente os de grande magnitude.

Nas últimas décadas, o número de registo de desastres naturais em várias partes do mundo vem aumentando consideravelmente. Isto deve-se, principalmente, ao aumento da população, ao intenso processo de urbanização e industrialização, à ocupação desordenada de locais com piores condições para a implantação de infra-estruturas e sujeitando pessoas e bens a uma maior exposição a riscos naturais, com destaque para os movimentos de terrenos.

Pode dizer-se que os custos indirectos são ainda maiores, pois podem significar perda da produtividade industrial, agrícola e florestal, bem como do potencial turístico devido aos danos

locais e à interrupção dos sistemas de transporte, perdas de valor de propriedades, bem como de impostos e vidas humanas, invalidez física ou trauma psicológico em moradores de locais afectados por deslizamentos.

Um outro aspecto causador de cedências significativas tem a ver com a inclinação de diferentes camadas, como por exemplo a argila e areia. Estas ocorrências motivam, geralmente, roturas diferenciadas, dependentes da atitude das camadas e da presença de água.

Um factor importante em praticamente todos os tipos de instabilidade relaciona-se com a presença de água, através do nível freático. Estas águas exercem, geralmente, três tipos principais de pressões nos maciços, potenciando a instabilização do talude. Um outro tipo de acção é a redução da coesão dos materiais do maciço devido à presença da água, que lubrifica os materiais. O terceiro tipo é o arrastamento de acções, isoladas ou conjugadas.

Na área de estudo de Santo António, constata-se a existência de um crescimento demográfico significativo nos últimos 10 anos. As autoridades consultadas, administração da zona e as autoridades tradicionais, alegam que este aumento se ficou a dever ao conflito armado. As populações oriundas do interior dos pais encontraram ali um lugar para se abrigar, construindo residências por cima de taludes, mesmo com os riscos que isto pode acarretar para as populações. Para além de se tratar de uma zona turística e do aumento do número de casas e da população, também houve um aumento considerável do tráfego automóvel na área.

Os sistemas económicos e sociais, associados geograficamente às regiões costeiras estão em grande evolução. Também a capacidade de previsão da evolução desses sistemas é muito limitada. Fluxos migratórios, por razões de emprego, de guerras e de turismo, originam impactes locais e regionais de grande amplitude. No passado não foram previstos.

Muitas incertezas continuarão a existir quanto à ocorrência de situações potenciadoras de novos fluxos populacionais e de actividades económicas direccionados para as zonas costeiras.

Nesta área verificam-se situações de ocorrência de riscos de instabilidade de taludes que afectam habitações, infra-estruturas, trânsito automóvel, vidas humanas e a actividade económica.

Os riscos de instabilidade de taludes são um tema muito importante a abordar numa fase em que quase toda parte do mundo, e em particular na província de Benguela, há rumores de instabilidade de terra provocado por vários factores, quer naturais, quer antrópicos. Os mesmos problemas afectam a área de estudo, onde se constata a existência de instabilidade

de vária ordem como, desmoronamentos e deslizamento de solo devido os grandes desníveis e às descontinuidades que apresentam os taludes analisados.

A quantificação da vulnerabilidade de sistemas naturais ou artificiais, as acções e a quantificação dos riscos a que estão ou ficarão submetidos (acções, consequências, probabilidades) é essencial no planeamento e ordenamento do território, portanto, no apoio à decisão, sistemas muito vulneráveis poderão não ter populações ou bens patrimoniais em risco pela inexistência de ocupações (Gomes, 2002).

É de grande importância o conhecimento das condições geológicas e geotécnicas de uma região nas fases mais precoces dos estudos de planeamento urbanístico, como forma de prever as consequências das condições que envolvem a transformação do uso do solo, (Coelho, 1979).

Devem ser analisados os aspectos de planeamento e de ordenamento do território atendendo-se às ocorrências de carácter excepcional que podem desenvolver-se a partir de processos naturais e/ ou de origem humana.

É assim que as autoridades oficiais do município e da província Benguela se têm preocupado como elevado número de acidentes que têm ocorrido nesta área, causando vítimas humanas e danos patrimoniais e económicos.

Este trabalho tem o objectivo de identificar os problemas de instabilidade de taludes na estrada que dá acesso ao Santo António, e na área circundante. A análise, previsão e a correcção dos movimentos dos terrenos requer o conhecimento da forma e dimensões dos fenómenos de instabilidade, bem como a compreensão dos diferentes tipos de movimentos, já que a a instabilização do terreno pode colocar em risco os utilizadores daquela via de comunicação.

1.1.OBJECTIVOS DO TRABALHO

O objectivo central desta pesquisa é: a) estudar e explicar os fundamentos teóricos/práticos relacionados com a instabilidade de taludes na Baía do Santo António; b) avaliar as susceptibilidades aos escorregamentos, podendo deste modo prevenir as autoridades responsáveis, bem como os utentes da via de comunicação sobre os perigos relacionados com a instabilidade dos referidos taludes. Este estudo foi desenvolvido no âmbito do Mestrado em Geociências da Universidade de Coimbra, ramo de Ambiente e Ordenamento. O trabalho desenvolvido abrangeu: a) a selecção de locais com evidências de instabilização, b) a caracterização geológica e estrutural, bem como a influência das acções antrópicas.

Para alcançar o objectivo central, foram estabelecidos alguns objectivos específicos:

1.1.2. Objectivos específicos

- Diagnosticar o estado actual dos problemas de instabilidade dos taludes na área em estudo.
- Distinguir os movimentos de instabilização potencialmente perigosos na área da Baía de Santo António.
- Definir as áreas de instabilidade de taludes para uma futura investigação mais detalhada.
- Identificar os factores associados aos processos de instabilidade de taludes
- Estruturar propostas para ajudar na mitigação e prevenção de instabilidade de taludes e vertentes para o Ordenamento do território.
- Despertar o interesse no estudo da instabilidade de taludes como uma via para auxiliar o ordenamento do território.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho efectuado é constituído por seis capítulos:

No capítulo 1 apresenta-se uma introdução ao trabalho, descreve-se o enquadramento geográfico, demográfico, económico e social da área, salientando-se a importância socioeconómica e definem-se, também, a acção humana na área urbana de Benguela, descrevendo-se ainda os objectivos gerais e específicos que constituíram a linha condutora da investigação;

No capítulo 2 efectua-se uma caracterização física, geomorfológica e geológica da área de estudo;

No capítulo 3 estabelecem-se considerações sobre a instabilidade de taludes;

No capítulo 4 abordam-se as metodologias da investigação utilizadas no estudo das instabilidades de taludes;

No capítulo 5 faz-se o estudo da instabilidade, análise dos movimentos e propostas de mitigação e estabilização dos taludes.

No capítulo 6 apresentam-se as conclusões e recomendações do estudo desenvolvido.

Sendo assim, o trabalho realizado pode contribuir para um melhor ordenamento do território nas áreas urbanas do Benguela e para uma minimização dos danos ambientais e humanos associados aos problemas de instabilidade de vertentes.

Para além da análise da estabilidade dos taludes, procedeu-se à definição de medidas de estabilização, designadamente preventivas ou correctivas, de modo a que se verifique um aumento das condições de segurança na via de comunicação adjacente aos taludes

estudados e a diminuição das situações de risco para os utentes da estrada. Com o desenvolvimento da região e de Angola em geral, existe a necessidade de remodelar as vias de comunicação de modo a evitar acidentes relacionados com os desmoronamentos, deslizamentos e quedas de blocos.

1.3. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO, CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E ACÇÃO HUMANA.

1.3.1. Localização da área

A província de Benguela abrange uma área de 39.826,83km² do território nacional. Que corresponde a 3,19% do território nacional. Situa-se na zona centro – oeste da República de Angola e confina a Norte com a Província do Kwanza Sul, a Este com a Província do Huambo, a Sudeste com a Província da Huila, a Sudoeste com a Província do Namibe e a Oeste com o Oceano Atlântico. Divide-se em 10 municípios e 26 comunas.

O município de Benguela situa-se na Província de Benguela, sendo sua sede capital, na costa ocidental angolana e é banhada pelo oceano atlântico. Constitui um dos 10 municípios da província de Benguela. O município tem como limites fronteiriços, a Norte o Município do Lobito, a sul os Municípios da Baía Farta e Caimbambo e a Este o município do Bocoio (Figuras 1.1 e 1.2).

O município de Benguela, também conhecido como “Cidade das Acácias Rubras”, possui uma população estimada de aproximadamente 747.000 habitantes (PNOOC, 2010), e ocupa uma superfície de 2100 Km²; administrativamente é dividida em seis zonas, a saber A, B, C, D, E, e F com um total de 58 bairros da Administração Municipal de Benguela (2003).

O município Benguela serve de eixo de ligação às províncias do centro e sul do Angola, servindo de acesso e ligação às províncias do Huambo, Namibe, Huila e Kwanza Sul. Há a destacar a ligação ferroviária entre Benguela e o Lobito e que transporta mais de 411 mil passageiros mês.

A área de estudo localiza-se na região de Benguela e compreende a Baía do Santo António abrangendo um sector com aproximadamente de 8 km de extensão (Figura 1.3). Administrativamente pertence à comuna da zona B. O bairro do Santo António é um dos bairros mais importantes, por contribuir nas receitas da província de Benguela, pois é um centro turístico muito visitado e privilegiado pelos turistas. Este bairro fica situado entre os bairros do Casseque, a norte, a estrada nacional n^o 15 a este, o oceano Atlântico a oeste e o



Figura 1.1- Extracto da carta topográfica de Angola levantamento aerofotogramétrico escala (1/100 000), Governo-geral de Angola coordenadas relativas ao sistema de Camacupa UTM Zona 33 S Datum de Camacupa.

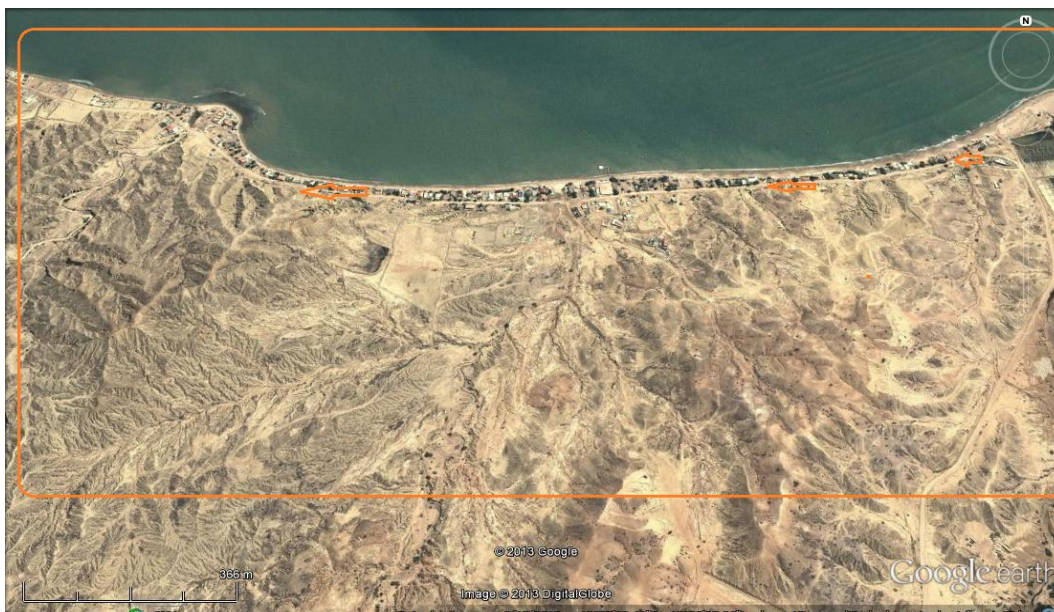


Figura 1.2- Localização da área de trabalho (imagem retirada a partir do Google Maps).

Bairro da Caota a sul, nas seguintes coordenadas geográficas: lat. 12° 37'31" e longitude 13° 19' 55" 96

O Bairro do Santo António é muito irregular com cotas que variam entre os 50 a 70 m, elevando-se para as cotas mais altas no bairro da Caota. Devido o material que constitui essas elevações, as discontinuidades das camadas e os agentes erosivos, promovem riscos de instabilidade de talude (Administração Municipal de Benguela, 2003).

1.3.2. Enquadramento demográfico, económico e social da área em estudo

O Município é atravessado pelo rio Cavaco, de regime seco, com grande importância no desenvolvimento da agricultura na região e servindo também de fonte de abastecimento de água para a populações com dois afluentes, nomeadamente, o rio Curinge e o Huche. A altitude média é de 36m, com características planas existindo nos arredores montanhas com altitudes até 400m e depressões a Norte. Como pontos mais altos pode referir-se o Monte SAWA, localizado a 46 km da sede municipal, Kapilongoa 87 km e Nhime a 26 km (Administração Municipal de Benguela, 2003).

A população do Município de Benguela, está estimada em 747 mil habitantes, segundo dados de levantamentos locais e do Instituto Nacional de Estadística. Deste número, 35% são mulheres com idades compreendidas entre os 18 aos 60 anos, 20% são homens com idades entre os 18 à 65 anos e 45% são crianças de ambos os sexos com idade inferior a 18 anos (Administração Municipal de Benguela, 2003).

Grande parte da população que habita as zonas periurbanas reside nelas à menos de 10 anos. A partir destes dados, pode-se depreender muito rapidamente que o crescimento

maciço dos bairros se processou muito rapidamente nos últimos anos. Pode-se verificar, também, que a ocupação mais frequente é a de negociantes com 34%, seguida da doméstica que ocupa 25%. Verifica-se que há um grande fluxo da população do interior da província que se fixou junto do litoral. Na sua maioria é população com características rurais, pois 80,6%, (de acordo Inquérito sobre Saúde Ambiental da População) da zona periurbana da cidade de Benguela – Agosto de 1997, é proveniente do interior da província de Benguela (57,7%); segue-se a província do Huambo com (25,4%).

A língua mais falada é o umbundu com 81,5%, seguida do português com 17,3%. Benguela sofreu gradualmente as influências de cultura europeias e ocidentais, a que a caracteriza a influência da sua mestiçagem, sendo mais: notáveis as artes, pelos seus valores poéticos, como se evidenciaram com homens das letras como Aires de Almeida Santos, Alda Lara, Carlos Gouveia – “Goia” e tantos outros que fizeram passarem a mensagem de Benguela além fronteiras.

Na baía das Vacas como inicialmente era conhecida a cidade de Benguela, começaram por volta de 1601 os primeiros desembarques dos portugueses, atraídos por uma aparente riqueza pecuária. Pouco depois Manuel Cerveira Pereira, motivado pelas lendas de riquíssimas minas de pratas e cobre da região, funda S. Filipe de Benguela em 17 de Maio de 1617 que passaria a ser a base de penetração para o interior. Foi péssima a localização de S. Filipe que cercada de pântanos, era fatal para a grande parte da população, que sucumbia às piores moléstias. As minas de prata de Cambambe e o cobre de Benguela tomaram o lugar nas mentes exaltadas dos pesquisadores das grandes riquezas do subsolo. A qualidade do cobre, no entanto não era a melhor, passando o grande negócio a ser a permuta de géneros com as populações do interior.

A conquista do então reino de Benguela, a fundação da cidade e a sua evolução pelos séc. XIX e princípio do séc. XX permite quase afirmar que a situação se afirmou estacionária. Eis porém, que a colonização iniciada em Benguela rumo ao interior, para Sul e principalmente Leste, começou a surtir efeitos. As caravanas de intercâmbio comercial movidas pelas permutas de géneros coloniais com interesses para o exterior com artigos vindos da Europa (vinhos, tecidos e miudezas) começaram a produzir ósseos efeitos. O pouco peixe seco que se produzia, e o sal, muito contribuíram para isso também, permitindo a permuta com produtos do planalto (cereais, cera, borracha e marfim) ao princípio, mandioca, gado e sisal.

Benguela começou a ser considerada como porto comercial mais importante a seguir de Luanda. Era o ponto de partida e chegada das caravanas de permuta.

Mombaka- na designação dos nativos significava **Benguela** – era símbolo de prosperidade comercial e a meca dos negociantes.

Nova vida começou, e à sombra deste clima foram surgindo novas povoações, vilas, cidades, intermediárias e centros de produção de géneros do interior. Era de Benguela que saía a maior parte dos colonos que em direcção ao leste iam fundando cidades. Começa a ser conhecido o mito de “**Benguela Cidade Mãe de Cidades**”. Nasceram, então Catengue, Ganda, Cubal, Quinjenje, Cuma, Longonjo, Lepi e Caála.

Depois Huambo transformou-se graças ao sonho imortal de Norton de Matos na cidade de Nova Lisboa. Mais para o interior e sempre para leste, apareceram Bela Vista, Chinguar, e Silva Porto (Cuito). Nos arredores de Benguela situa-se um conjunto de praias das mais interessantes, a saber Cahota e Cahotinha, Baía Azul, Baía S. António, onde a pesca desportiva e a caça submarina encontram condições ideais para a sua prática.

Em 14 de Fevereiro de 1615 é criado, por proposta de Abreu de Brito, o Governo-geral de Benguela, separado de Angola.

Em Benguela, a actividade económica piorou a logo após a segunda guerra mundial devido à descida das cotações internacionais do sisal produzido nos seus arredores. A praça de Benguela trabalhava em grande escala com o sisal das regiões vizinhas do interior e grande parte dos seus capitais se perderam com essa descida das cotações. Foi então que na sequência da “morte desses capitais” que apareceram outros ramos de actividades, como a pesca e a agricultura.

Para o desenvolvimento agrícola, o município possui um potencial vasto, caracterizado por uma faixa de 4,150 hectares, na qual intervêm 336 unidades de produção. O município é abrangido pela zona “C “ e integra a região IX segundo a repartição de exploração agrícola e o sistema de produção respectivamente. Apesar de haver pequenas produções nos períodos das estações de chuvas, a agricultura é essencialmente por regadio onde o rio Cavaco (rio intermitente) joga um papel determinante, auxiliados pelas águas subterrâneas. As principais culturas são: banana, hortícolas, batata, cana-de-açúcar, frutas e milho (PNOOC, 2010).

As estações pecuárias controladas cifram-se em 8500 cabeças de gado bovino, desenvolvendo-se satisfatoriamente o sector avícola com uma contribuição de mais de 100 mil bicos/ mês muito diversificado, tendo como a actividade informal o seu principal sector de actividade.

A indústria pesqueira é um sector que engloba 29 empresas sendo 11 de captura, 3 conserveiras, 10 salgas e seca, 1 de extracção de sal e 5 de reparação naval. Encontram-se registados 10 traineiras, 10 baleeiras, 16 T.B.- Cerco e 362 chatas inseridas na actividade da pesca artesanal com mais de 5600 participantes.

Deste modo, o serviço da capitania tem-se mostrado preocupado com esta situação do aumento de instabilidade de taludes. Refira-se a ausência de estudos sobre a evolução dos

movimentos taludes da área. A identificação e a caracterização das instabilidades dos taludes permitirão a sua mitigação, prevenção e monitorização, o que poderá contribuir para um melhor planeamento e ordenamento do território, bem como para incentivar o investimento na área turística para o desenvolvimento socioeconómico da área estudada. A elaboração da cartografia de instabilidades de taludes deve ter em conta, entre outros, os seguintes aspectos: a litologia, a fracturação, os processos geomorfológicos, a existência de formações superficiais, o declive, a rede hidrográfica, bem como os registos de instabilidades.

O município de Benguela nunca promoveu, até à actualidade, um estudo sobre a instabilidade de taludes, nomeadamente no que diz respeito à caracterização, avaliação e contribuição do conhecimento das áreas afectadas.

Constitui o objecto de investigação analisar o processo de instabilidade de taludes na área do Santo António.

1.3.3. Descrição da acção humana da área estudada.

Os riscos de instabilidade quer de taludes ou de outros fenómenos naturais e antrópicos têm acompanhado a história humana. Os riscos eram na sua grande maioria de origem natural, mas actualmente os provocados pela acção antrópica têm vindo a assumir uma importância progressivamente crescente. É necessário referir que, frequentemente, se torna difícil distinguir os riscos naturais dos provocados pela acção humana, pelo que o seu estudo não deve ser efectuado de um modo isolado. Neste sentido, a alteração do perfil natural das vertentes, pela remoção dos seus materiais constituintes, assume um importante contributo para o desencadear de processos de instabilidade. Também o empilhamento de materiais com características diferentes das dos materiais originais, nos sectores mais elevados das vertentes, assume um papel determinante para a sua instabilidade. Desta forma, o Homem está a criar impacte ambiental, pois actua activamente sobre o meio passivo e desencadeia o perigo que, aliado à vulnerabilidade, gera o risco. O Homem pode ser causador de instabilidade nas vertentes ao ocupar e obstruir linhas de água, levando a uma forte acumulação de água, a montante, que desencadeará um processo de ruptura e conseqüente movimento de vertente com carácter rápido, do tipo dos fluxos e dos deslizamentos de lama e de detritos. O desvio de linhas de água, bem como a falta de um sistema de drenagem eficaz também permitem a acumulação da água em pontos de convergência nas vertentes, provocando altos níveis de instabilidade nas mesmas e conseqüentes movimentações ao longo destas. O deslocamento/retirada de solo deslizado, na base de apoio das vertentes para a construção de habitações de adobe é outro factor potencialmente grave na instabilidade de vertentes. Assim, a acção destruidora do Homem tem um papel cada vez mais importante no desencadear de fenómenos de instabilidade de vertentes, pelo aumento

da sua intensidade e frequência. Outras acções antrópicas incompreensíveis são a ocupação de leitos de inundação ou a ocupação de áreas litorais por construções sem regulamentação nem qualquer rigor. A identificação e a análise dos riscos geológicos, levam ao desenvolvimento dos processos de previsão e à instituição de medidas de prevenção e de protecção civil, que permitam evitar ou mitigar as consequências negativas para a sociedade da afectação das actividades económicas e das infra-estruturas. A intervenção humana em áreas de risco provoca um incremento deste último durante um período de tempo considerável até se encontrar uma situação de equilíbrio, que geralmente nunca é definitiva (Teixeira, 2005).

A área enquadrada no presente estudo é basicamente ocupada por residências de praias, uma vez que está localizada numa zona turística, submetida a vários tipos de riscos. Os processos naturais potencialmente perigosos são: deslizamentos, inundações, erosão dos solos, e a dinâmica costeira.

2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E GEOLÓGICA DA ÁREA EM ESTUDO

2.1. Clima

Os climas da Terra apresentam grande diversidade e influenciam muitos aspectos do ambiente físico, nomeadamente os regimes hidrológicos, os solos e a vegetação. Em cada quadro climático regional os processos erosivos tendem também a actuar ou a combinar-se de maneira específica, dando origem a distintos sistemas morfogenético (Brum, 2002).

O clima é caracterizado pela sucessão habitual dos tipos de tempo, para um determinado local e época do ano. Sua caracterização é baseada na análise de um grande número de dados registrados em estações meteorológicas durante longos períodos.

Angola é abrangida fundamentalmente pelo clima tropical que ocupa a maior parte do território; na parte Norte de Cabinda o clima tem características de clima Equatorial. Assim sendo, há que umas regiões se avizinham do equador, enquanto outras do trópico, e têm um clima que não é caracterizado somente por aquela condição. Se a estas circunstâncias juntarmos um conjunto de factores, dos quais se destaca a latitude (de 6° a 18°), a altitude, a orografia, a corrente fria de Benguela e as bacias hidrográficas do Zaire, Zambeze, Kwanza, Kubango, Kuando, Kunenee a continentalidade, as correntes marítimas, logo compreendemos que em Angola o clima deve variar de região para região (Thornthwaite & Koppen in Carvalho, 2012). É de salientar a grande variabilidade climática que se observa no território angolano, onde se definem várias zonas climáticas, a saber: a) de clima tropical húmido em que se distinguem se duas estações: que são as das chuvas contínuas, do tipo equatorial e a estação seca onde há abrandamento das chuvas, b) clima tropical seco em que o período seco se torna mais longo e se registam temperaturas elevadas com média bastante superior as registadas na região equatorial, c) clima tropical desértico em que a estação seca se prolonga por todo o ano, desaparecendo o período chuvoso. A precipitação em Angola é influenciada pelo centro de altas pressões do Atlântico Sul, pela corrente fria de Benguela e pela altitude. A precipitação média anual decresce de Norte para Sul e aumenta com a altitude e a distância ao mar. A precipitação média anual mais elevada é de 1 750 mm e regista-se no planalto, e a mais baixa é 100 mm na região desértica do Namibe. O clima é modificado pela altitude. Devido à altitude nas grandes montanhas, registam se temperatura médias anuais sempre inferiores a 20°C. A região de estudo encontra-se na confluência de várias dessas zonas, onde se destaca o clima temperatura húmido com inverno seco e verão quente e o clima de estepe quente de baixa latitude.

Segundo a classificação de Thornthwaite & Koppen (Carvalho, 2012), Benguela apresenta um clima árido.

A província de Benguela é afectada pelo clima tropical seco; a estação das chuvas é mais longa que a estação do cacimbo. Por Benguela passa a corrente fria de Benguela que refresca o ar durante a noite. A área estudada enquadrada no município de Benguela tem o clima árido e os solos margo-argilosos. Por outro lado, a orla costeira apresenta elevados índices de pluviosidade, que vão decrescendo de Norte para Sul, e dos 400 mm para os 100 mm, com temperaturas médias anuais acima dos 23°C (Dinis, 1998). Na (tabela 2.1) apresentam-se alguns dados meteorológicos da província de Benguela. A época quente vai de Setembro a Abril. Durante esta época, a temperatura média é de 26°C, sendo Março o

Tabela 2.1 - Dados Meteorológicos da Província de Benguela.

Ano	Média anual da T, máxima °C	Média anual da T, mínima °C	Média anual da precipitação em mm	Média anual da Humidade e relativa	Direcção predominante e força do vento em km/h	Média da nebulosidade total	Média da pressão Atmosférica
2000	28,1	21,6	163,3	71	18	5	1013,3
2001	27,7	21,4	916,8	72	17	6	1012,7
2002	28	21,5	510,8	70	18	6	1012,8
2003	28,2	19,8	208,9	70	18	7	1012,6
2004	27,6	21,4	115,5	71	20	6	1012,8
2005	27,8	22,1	265	71	17	6	1012,7
2006	28,1	22,6	216,1	64	15	6	1012,5
2007	28,6	22	216,6	69	19	6	1011,1
2008	30,5	21,8	168,3	70	18	6	1011,1
2009	27,8	21,6	110,8	69	19	6	1010,5
2010	28	20,2	183,6	71	18	7	
2011	28,4	22,2	165	69	18	7	
2012	27,4	21,1	102,2	70	18	7	

mês mais quente, com uma temperatura média de 27°C. A época fresca vai de Junho a Agosto com temperaturas médias de 21°C. De acordo com os dados da temperatura e da precipitação, relativos aos anos de 2000 a 2012, disponibilizados pelo instituto de Meteorologia e Geofísico de Benguela (IMGB), é possível reconhecer algumas variações nos parâmetros climáticos no decurso desta. As temperaturas máximas anuais variam entre os 27,4° a 30,5°C (Figura 2.1), e a mínima é de 19,8 a 22,6°C, possui vegetação constituída por ervas rasteiras e maciços de arbustos e espinhosas, como a acácia que denunciam o grau de secura.

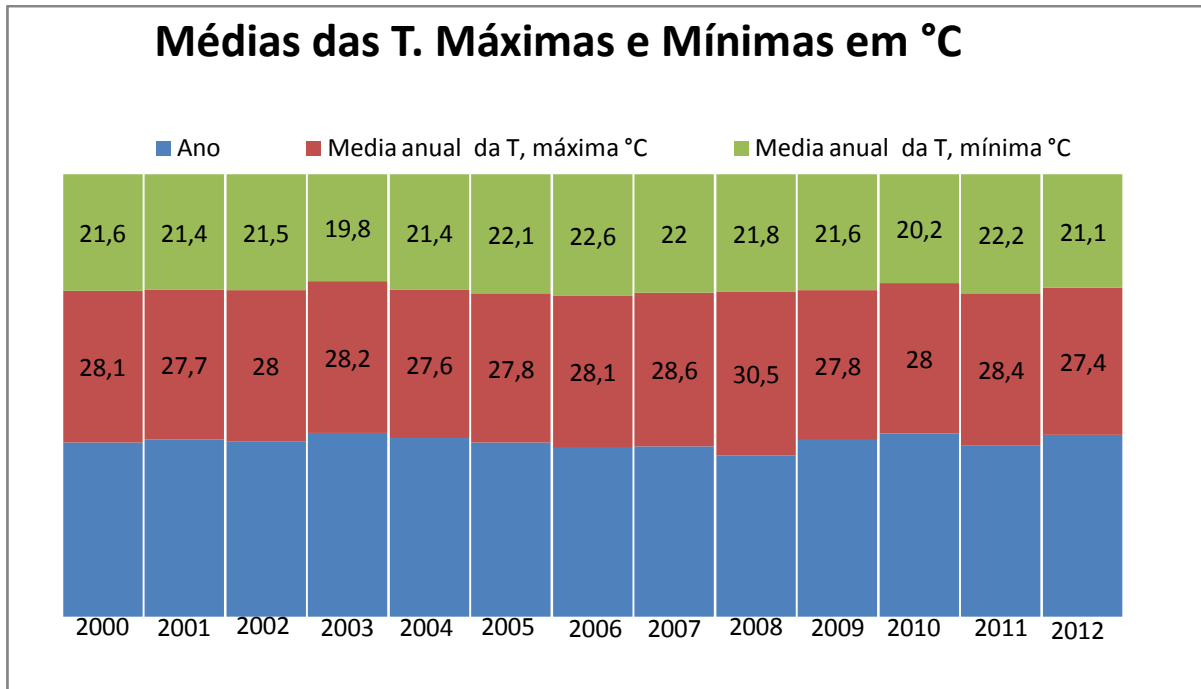


Figura 2.1 - Gráfico que ilustra as temperaturas máxima e mínima para Benguela, baseado em (IMGB, 2013).

De acordo com os dados do IMGB (2013), as precipitações têm sido geralmente reduzidas. Durante o período compreendido entre os anos de 2000 a 2012, houve uma variação no registo da precipitação anual, sendo os anos de 2004 foi de 115,5 mm e 102,2 mm para 2012. Os valores médios anuais mais altos ocorreram nos anos de 2001 e 2002, sendo o ano de 2001, o de maior precipitação registada neste período, equivalente a 916,8 mm e 510 mm para 2002 (Figura 2.2).

A humidade relativa média anual neste período, oscila entre 60% aos 80%, os anos de 2001 e 2010 são os que apresentam médias anuais superiores, e os anos de 2006 e 2011 são os que apresentam a menor média anual (Figura 2.3) com fraca amplitude diária; a média

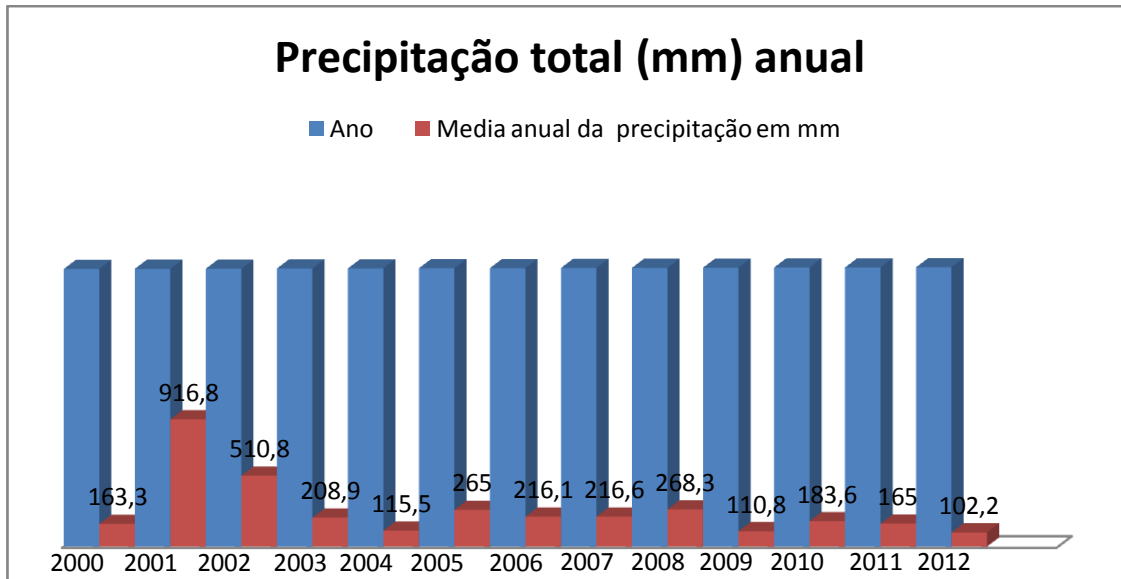


Figura 2.2 - Gráfico do comportamento pluviómetro para Benguela segundo dados do (IMGB, 2013).

Anual da nebulosidade varia entre 5 a 7%, a direcção dos ventos é de W/NW com a média anual oscilando entre os 16 a 20 km, a média anual da pressão atmosférica varia entre os 1012.3 a 1013.3 QNH e o solo apresenta uma textura mediana ou mediana fina, bem estruturado e drenados. Registam-se expressivas oscilações térmicas diárias, sobretudo na época de seca (Maio/Setembro).

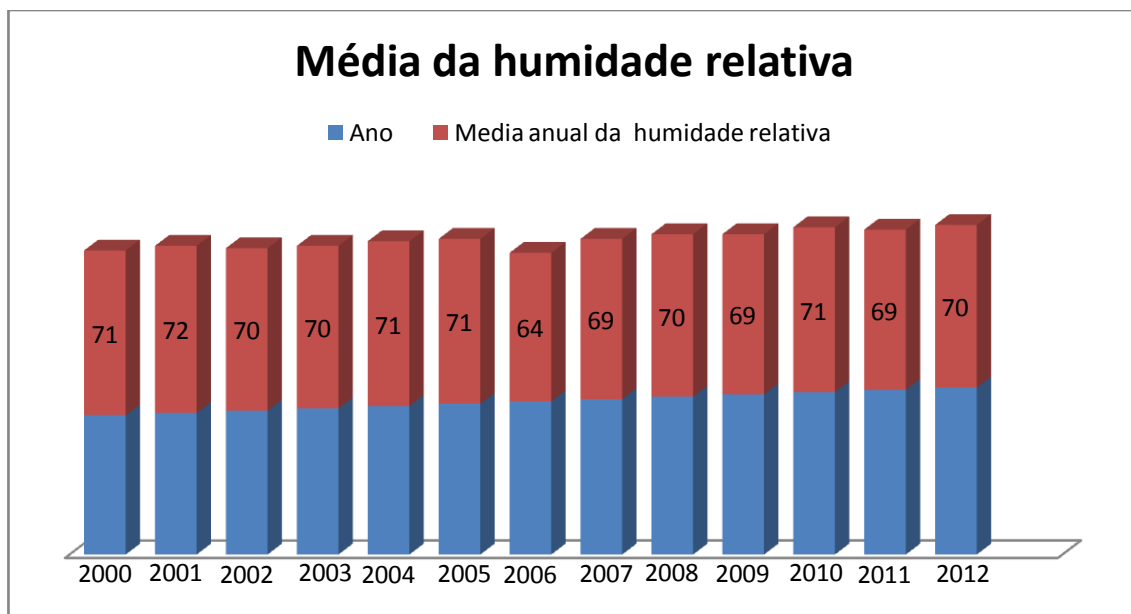


Figura.2.3 - Variação da humidade relativa para Benguela nos últimos 13 anos, dados do (IMGB, 2013).

Segundo dados fornecidos pelo IMGB, na direcção e forças do vento não há muito desequilíbrio nos valores desde os anos 2000 a 2012; é de salientar que em 2004 soprou e se

registaram ventos com 20 km/h de N/W e o ano de 2006 que menos soprou com 15 km/h de N/W (Figura. 2.4).

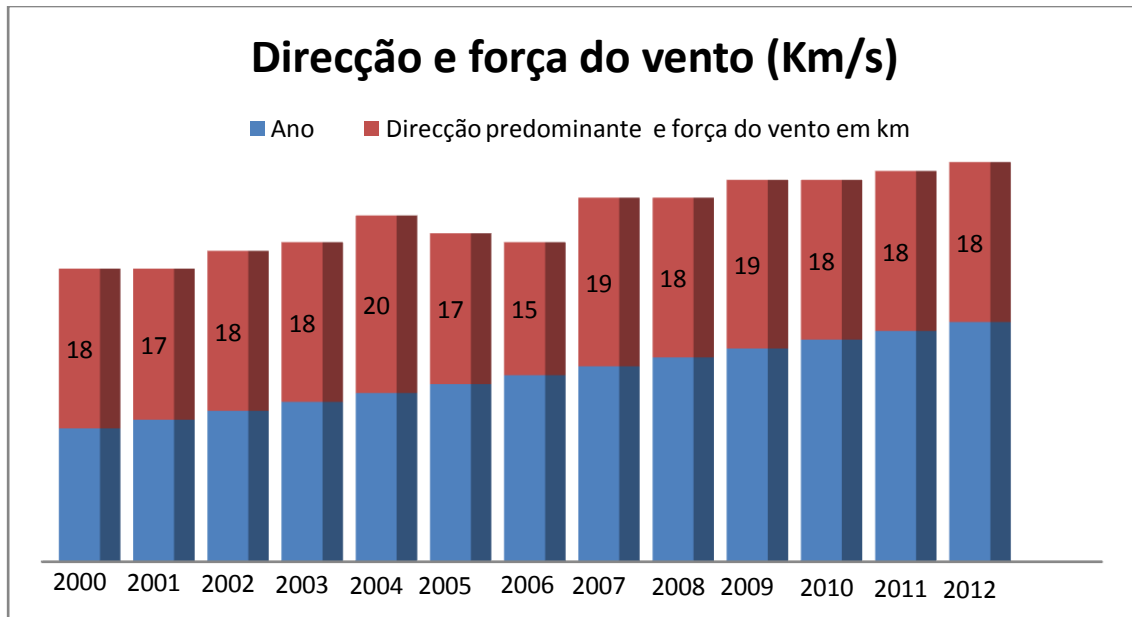


Figura.2.4 Que ilustra a direcção e força dos ventos (km/h) para Benguela tendo em conta os dados fornecidos pelo (IMGB, 2013).

2.2.ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

2.2.1. Geomorfologia

A crosta terrestre no território de Angola apresenta características próprias das plataformas ou regiões onde ela tem experimentado uma larga e complexa evolução até converter-se em núcleos muito estáveis das áreas continentais de toda a crosta terrestre. Partindo do princípio de que tanto os factores endógenos, como os exógenos, são “forças vivas”, cujas evidências demonstram grandes transformações ao longo do tempo geológico, necessário se faz entender que o relevo terrestre não foi sempre o mesmo e que continuará evoluindo. Portanto, a análise geomorfológica de uma determinada área implica obrigatoriamente o conhecimento da evolução que o relevo apresenta, o que é possível de obter através do estudo das formas e das sucessivas deposições de materiais preservadas, resultantes dos diferentes processos morfogenético a que foi submetido. O relevo assume importância fundamental no processo de ocupação do espaço, factor que inclui as propriedades de suporte ou recurso, cujas formas ou modalidades de apropriação respondem pelo comportamento da paisagem e suas consequências.

Geomorfologia é a ciência que estuda o relevo da superfície terrestre descrevendo a forma dos seus elementos, a origem, as leis do desenvolvimento segundo o tempo, as leis da associação e distribuição destes elementos sobre a superfície terrestre e tem a tarefa de estudar a utilização destes elementos para o interesse ou serviço do homem.

Do ponto de vista geomorfológico, Angola apresenta três zonas de relevo (Mariano Feio, 1946, MINUA 2006):

a) O litoral, faixa estreita de terras baixas, entre o mar com cotas de cerca de 400 m. Tem uma largura que varia desde cerca de 200 km no vale do rio Kwanza a 15-20 m a sul de Benguela. A sua inclinação para o oceano é frequentemente de 8/1000. Do Lobito, Benguela e Baía Farta aparecem terraços marinhos. A costa é, geralmente, de arriba, com cotas médias de 20 a 40 m; a existência de vales suspensos prova o domínio do recuo da arriba sobre do encaixe dos fracos cursos de água que drenam a região costeira. Os rios mais importantes descem do interior, em vales profundos que alargam no litoral; muitas vezes terminam em verdadeiros lagos de barragens, fechados por um cordão de areias.

b) Região subplanáltica. Caminhando para o interior, aparece uma região de relevo muito diferenciado, a região subplanáltica, na realidade constituída por uma série de superfícies de (aplanações), escalonadas e separadas por degraus vigorosos (3 a 4). Sobre elas emergem relevos.

c) A região planáltica, constituída por planaltos extensos e monótonos, que resultam da aplanação de relevos de materiais muito variados. Estendem-se por distâncias sem fim, debruados a oeste por um cordão de relevos de grande altura, da «Montanha Marginal». No Sul a região tem altitudes de 1600-1700 m, chegando a 1800 m na linha divisória de águas entre o Huambo e o Bié, em grande parte aproveitada pelo caminho de ferro de Benguela.

Assim e de acordo com (Galvão & Silva, 1972), podem considerar-se na região de Benguela e nas suas proximidades três zonas diferenciadas. A primeira destas zonas, mais adjacente ao litoral que é constituída por formações sedimentares Meso-Cenozóicas, forma uma banda comum a duas dezenas (10 a 20) de quilómetros, relativamente aplanada, embora alguns escarpamentos e paleo-arribas. A segunda, situada mais para oriente, constituída por uma faixa, grosseiramente paralela à primeira, com largura compreendida entre quinze a vinte de quilómetros, formada numa superfície em depressão (baixa dos gnaisses) e que é constituída por rochas do complexo metamórfico em que predominam gnaisses, migmatitos, xistos e rochas vulcânicas do tipo doleritos, podendo encontrar-se alguns testemunhos de rochas gabróicas. A terceira zona, indo mais para o interior compreende uma largura aproximadamente de dez a quinze quilómetros, constituída essencialmente por rochas eruptivas e que se destaca entre o planalto antigo e a faixa metamórfica, caracterizam-se por

um rejuvenescimento de relevo. É nesta zona que se localizam as altitudes mais elevadas da região. O tipo de rocha dominante é o granito de grão médio a grosseiro. A sul do rio Coporolo e até ao Chongoroi, a leste, observa-se um relevo eriçado, com altitudes variáveis, tornado uniforme a partir das cotas de 1700 m 2000 m. Não é mais do que a cadeia de montanha marginal. Do sopé para oeste inicia-se a aplanção com altitudes máximas de 800 m e do topo para leste, desenvolve-se o planalto principal.

Todavia, imediatamente a norte do rio Coporolo e a leste da estrada que liga Coporolo a Catengue, o alinhamento das cadeias montanhosas Chinssonda, Chileva e Hondio, pode ser interpretado como sendo um degrau. Estabelece a transição entre a grande zona aplanada que domina a quase totalidade da área da carta (nível dos 600-800 m) e o nível de 900-1100 m.

Marques, 1966; Marianos Feio, 1946, 1960 admitem a existência de todas as outras unidades e utiliza a mesma nomenclatura, excepto o nível inferior, que domina a banda litoral. Para o limite oriental observa-se o alinhamento de elevações citado nas imediações entre a estrada Chongoroi e Catengue. A norte e Sul do rio Coporolo, as elevações todas escarpadas, atingindo os 600- 800 m vai até a base da Montanha Marginal. Esta zona, que Mariano Feio, designa por serra abaixo, ocupa mais de 85%. Incluem-se se a parte NE, antes aludida, e o canto NW dominado pelo nível mais abaixo, que será posteriormente tratado. Abarca, assim, a zona intermédia do norte e estende-se a todo o centro e sul da região. Ai existem, sim, relevos vigorosos que atingem 2489 m de altitude e constituem intrusões de rochas alcalinas instaladas no Cretácico.

O relevo da região sudoeste de Angola é também bem representado no litoral, onde os sedimentos das bacias de Namibe, Benguela e Cuanza se encontram profundamente dissecados. Depósitos de idade variando entre o Terciário e Quaternário encontram-se sobrelevados na costa em uma faixa, que se estende da região de Benguela a Luanda. (Torquato, 1975). Dentro da banda litoral a sul do paralelo 14°00', além da superfície de abrasão, considerou-se uma outra de flexura, muito anterior no tempo. Ao longo da costa predominam as formações sedimentares, formando um conjunto de planície marítima típica da região (Mariano Feio, 1964).

O modelo do relevo que caracteriza uma determinada região resulta da interacção prolongada de variados factores, dos quais se salientam a natureza geológica e a evolução tectónica regional e local, assim como outras condicionantes ligadas ao clima e aos processos erosivos e respectivos episódios exposicionais associados (Technoexportstrov, 1990). A Província de Benguela, onde se insere a área de estudo, apresenta características geomorfológicas próprias de uma região que se encontra próxima do litoral, com grande diversidade das

unidades geológicas que ali afloram, incluindo assim as rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas. O relevo é pouco elevado (Figura 2.5) com depressões aluvionares e costeiras, separadas por arribas de erosão não muito elevadas. Benguela pertence a terrenos sedimentares do Mesozóico da bacia sedimentar de Benguela, mas também à periferia do soco metamórfico do grande cratão africano.

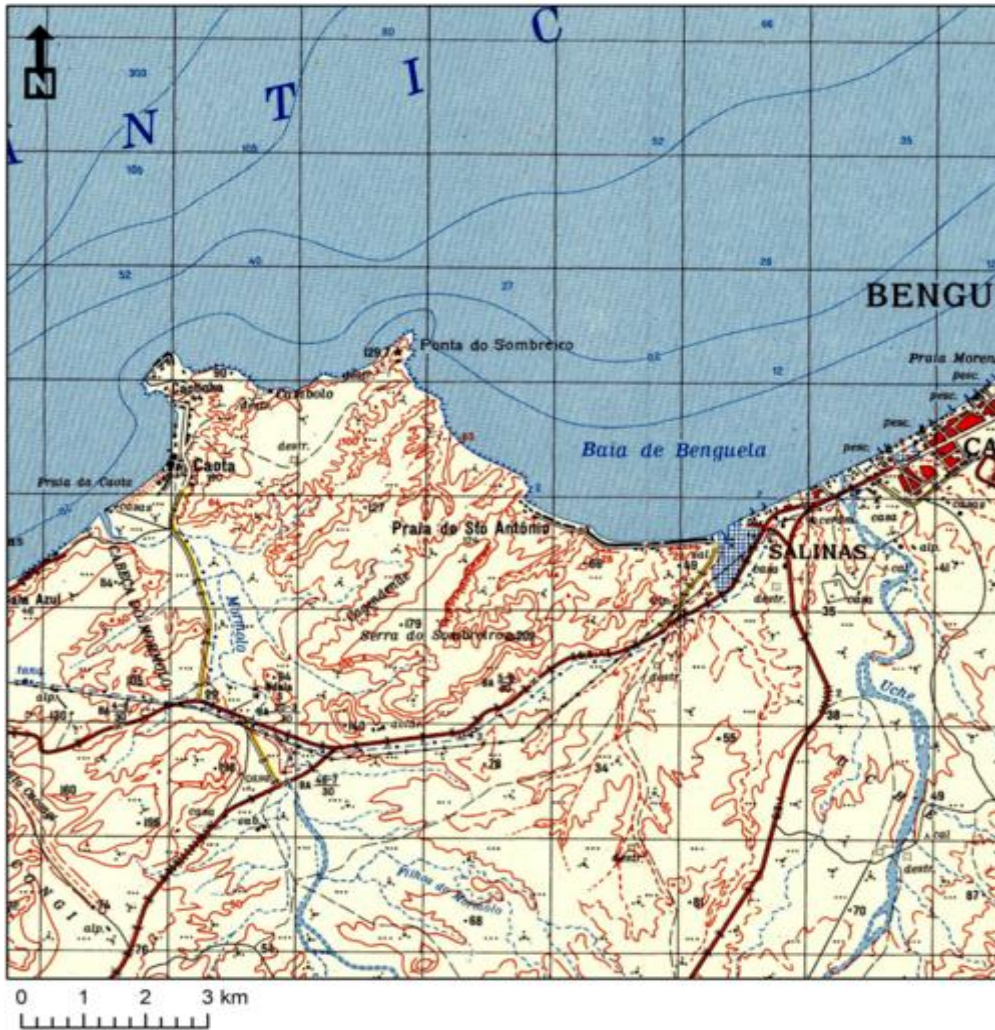


Figura 2.5- Extracto da carta topográfica de Angola levantamento aerofotogramétrico escala (1/100 000), Governo-geral de Angola coordenadas relativas ao sistema de Camacupa UTM Zona 33 S Datum de Camacupa.

2.2.2. Geologia e litologia regional

Tendo em conta a importância do conhecimento geológico da região para os objectivos deste trabalho, importa aqui aflorar algumas considerações sobre a sucessão sedimentar que enquadra as diversas unidades cretácicas estudadas. Dentro da região, as bacias sedimentares de Angola fazem parte de uma área mais vasta, habitualmente designada por “Bacias Oeste – Africanas do grupo Equatorial” (Choffat, 1886). Integram este grupo as bacias

do Gabão, Congo, Kwanza, Benguela (sub- Bacia do Kwanza, Figura 2.6) e Namibe, encontrando-se todas elas enquadradas num vasto quadrilátero tectónico, limitado a Norte pela crista da Guiné e pela zona vulcânica dos Camarões, a Leste pelo Soco Pré-câmbrico, a Sul pela Crista Vulcânica de Walvis, e a Oeste pela cordilheira Médio – Atlântica, (Duval *et al*, 1991).

Fazendo parte da faixa sedimentar do ocidente africano e assentando sobre formações cristalofílicas, confirmadas ou supostamente pré-câmblicas, a orla sedimentar costeira angolana estende-se por cerca de 1450km ao longo de todo o litoral, repartidos por 90 km ao longo da costa de Cabinda e 1360 km, entre o Cabo de Santa Maria e a baía da Lucira, onde o soco Pré-câmbrico aflora junto à actual linha de costa (Neto, 1970., p. 194), delimitando a porção norte da chamada Bacia do Namibe e a porção Sul da Sub-Bacia de Benguela (Figura 2.6).

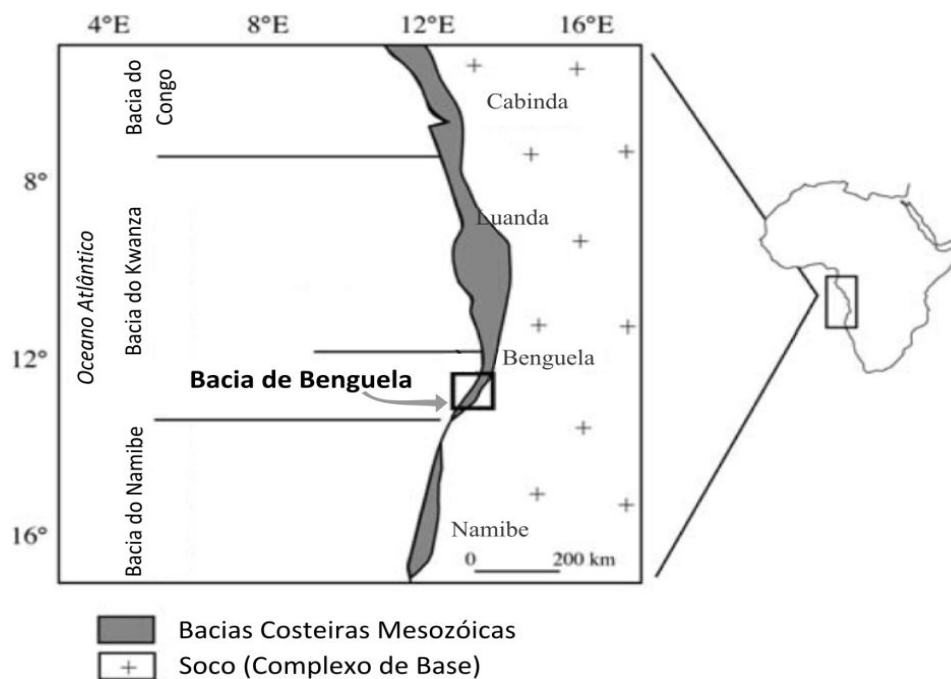


Figura 2.6 - Localização geográfica da bacia de Benguela e sua relação com as bacias do Kwanza e do Namibe (Quesneet *al.*, 2009).

A Orla sedimentar do litoral engloba um conjunto variado de formações que se repartem pelas bacias sedimentares de Cabinda, Zaire, Kwanza, Benguela (Sub-Bacia) e Namibe. Relativamente às três primeiras, as plataformas arenosas do Pliocénico dominam largamente, constituindo superfícies muito perfeitas, relacionando-se com antigas praias (Castanheira Dinis, 1998, 2006). Predominam as seguintes litologias: argilitos, margas, calcários, arenitos e conglomerados, que se depositam desde o Cretácico inferior até ao Miocénico, sendo

particularmente evidentes nas bacias sedimentares de Benguela e do Namibe (Castanheira Dinis, 1998, 2006).

Dos sedimentos cenozóico, destacam-se pela sua importância os do Eocénico e do Miocénico. O Eocénico, por sua vez, está bem representado na Bacia Sedimentar de Moçâmedes, o do Miocénico é bem representada ao longo da orla sedimentar apenas está assinalado nas áreas de Benguela e Moçâmedes, é em geral constituído por um conjunto de sedimentos finos, predominantemente margas, argilas e "siltstones", além de que outros lugares, este período geológico está representado por materiais detríticos, principalmente de fácies conglomerática (Dinis, 2006; Antunes 1970).

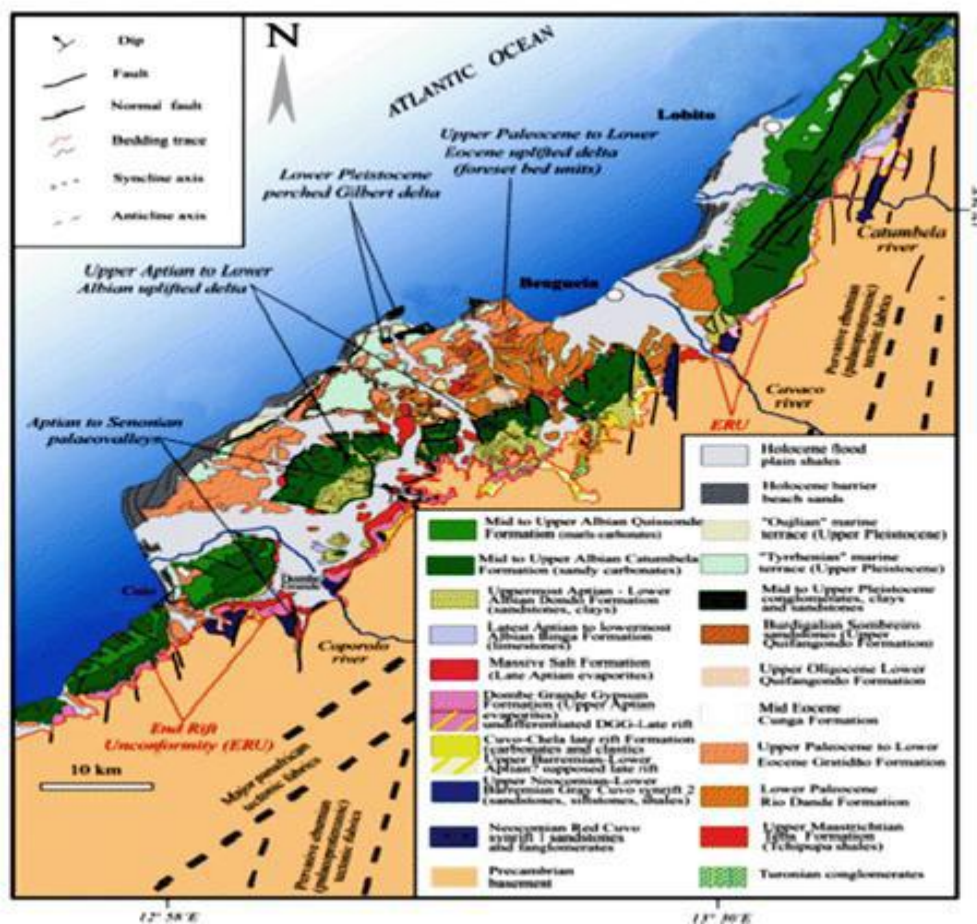


Figura 2.7 - Esboço geológica do onshore de Benguela (extraído de Guiraud *et al.*, 2010)

Nos estudos feitos sobre as Bacias sedimentares costeiras de Angola, viu-se que elas seguem um padrão lógico bem definido, associado ao processo de abertura da margem atlântica. Nesta senda, a sucessão bem definida da litoestratigrafia, afloram na região de Benguela doze grandes unidades litológicas, todas datadas do Cretácico, Dinis (1998), na qual, a área em estudo enquadra-se nas formações marinhas do Meso-cenozóico (Orla sedimentar litoral).

Os sedimentos e rochas sedimentares que assentam directamente sobre as rochas metamórficas estão representados por dois conjuntos fundamentais. O inferior abrange argilas e margas, com camadas intermédias de calcários e gesso, por vezes também conglomerados com blocos de rochas metamórficas. O superior é composto por calcários e margas na base e, superiormente, por conglomerados e arenitos calcários. O Cenozóico está representado nas zonas da bacia de Benguela, por sedimentos de grão fino, principalmente de margas e argilas, também intercalados por arenitos (Figura 27). O Mesozóico está representado, essencialmente, por margas calcárias, xistos, conglomerados e argilas.

O Plistocénico materializa-se por terraços marinhos e fluviais, bem como por coluviões. Os terraços marinhos desenvolvem-se nas proximidades da cidade de Benguela, onde ocorrem terraços às altitudes de 8-13 m, 18-29 m, 45- 50 m, 93-95 m e 165-175m (Feio, 1860; Carvalho, 1961). Os depósitos dos terraços altos (superiores a 40 m de altitude) estão representados por areias finas de tonalidade clara, muitas vezes com intercalações de calhaus rolados no topo. São observadas intercalações de arenitos grosseiros com cimento calcário, calcários conquíferos e cascalheiras. Na área da Baía Farta, foi identificado um nível rico em artefactos paleolíticos intercalado num terraço conglomerático com 12-20m de espessura aos 50m de altitude, (Gutierrez *et al*, 2001). Os depósitos dos terraços baixos (inferiores a 40 m) são constituídos por areias argilosas de tonalidade clara ou avermelhada e, mais raramente, por argilas, (Carvalho, 1961).

3. SITUAÇÕES DE INSTABILIDADE DE TALUDES

O estudo da instabilidade de vertentes assume cada vez mais um papel fundamental nas questões do ordenamento do território, pelo que é extremamente importante no contexto das Geociências (Teixeira, 2005).

As vertentes e os taludes correspondem a superfícies inclinadas que limitam um maciço terroso, rochoso ou um conjunto de materiais constituídos por solos e/ou rochas

Os taludes podem ser naturais, de escavação e de aterro,

Taludes naturais são aqueles que se encontram em processos de evolução geomorfológica normal, resultando portanto da actividade do homem.

Taludes de escavação são todos os que resultam da escavação de maciços naturais pelo homem.

Taludes de aterro são os que são constituídos pelo homem à custa de terrenos retirados de outras zonas.

O termo talude é mais empregue para definir encostas próximas a obras lineares, de mineração, etc., tendo um carácter mais geotécnico e relacionado a áreas restritas.

3.1. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE INSTABILIDADE DE TALUDES.

Têm sido várias as tentativas de definição e classificação dos tipos de instabilidade de taludes por parte de vários autores. Os diferentes tipos de instabilidade nos taludes podem ser classificados como sendo, por exemplo: rotura planar, em cunha, circular e por “toppling”, desmoronamentos, fluxos, avalanches e deslizamentos, (Saraiva & Andrade et al, 1999; Coelho, 1979; Ahrendt, 2005; Neves, 1995).

Partindo do princípio que a previsão e a correcção dos movimentos dos terrenos requer o conhecimento da forma e dimensões dos fenómenos de instabilidade, bem como a compreensão dos mecanismos e dos processos que o originam, torna-se necessário definir e sistematizar os diferentes tipos de movimentos.

Desde tempos mais antigos que existem preocupações com as condições de vida das populações, pelo que no plano de execução de várias obras de engenharia, deve fazer-se um estudo prévio de ordenamento na área para se evitar situações de riscos de instabilidade de taludes.

É sabido que a existência de taludes naturais está relacionada com os processos de evolução geomorfológica natural, não resultando, portanto, da actividade humana, como por exemplo os taludes das albufeiras de barragens, os taludes junto ao mar, ao longo da costa, os taludes na vizinhança ou dentro de aglomerado urbanos. Os taludes de escavação são todos que resultam da escavação de maciços naturais pelo homem. Pertencem a este grupo, os taludes que resultam do traçado de estradas e outras vias de comunicação, canais, da exploração de minas e pedreiras a céu aberto e implantação de grandes edifícios em zonas de topografia acidentada. Os de aterro são resultantes da acção antrópica à custa de terrenos retirados de outras zonas (Coelho, 1979).

Os taludes relativos a obras de engenharia civil alcançam, geralmente, alturas máximas de 40 a 50m e são projectados para serem estáveis a longo prazo. Nas zonas de exploração mineira ou a céu aberto, podem apresentar alturas superiores e alcançar centenas de metros.

As classificações dos movimentos de massa são de forma geral complexas, pois há uma grande variedade de materiais e processos envolventes.

Para a classificação da instabilidade pode ser necessário ter em consideração parâmetros como: velocidade e mecanismo do movimento; características dos materiais; modo de deformação; geometria do movimento e quantidade de água envolvida, (Mattos, 2009).

Os escorregamentos podem ser definidos como todo e qualquer movimento que envolva materiais terrosos e/ou rochosos que, por qualquer causa, processos ou velocidades, sofrem deslocamentos induzidos pelo agente gravidade (Tabalipa & Fiori, 2008)

Os escorregamentos fazem parte do rol dos movimentos gravitacionais de massa, directamente relacionados à dinâmica das encostas, distinguindo-se das subsidências e colapsos, também pertencentes a este grande grupo (Neves, 1995).

Ayala et al. (1987) usam, para distinguir os tipos de desprendimento de blocos, o volume e o mecanismo de rotura que os origina. Quanto ao volume do material envolvido no movimento, os autores referem que este tipo de instabilidade pode afectar blocos isolados, bem como grandes massas rochosas.

As classificações das situações de instabilidade podem ser definidas a partir de critérios como a velocidade dos movimentos, os materiais envolvidos (rochas ou solos), o tipo de rotura, as velocidades dos movimentos, os aspectos morfológicos e a idade e duração dos movimentos (Andrade, 2008).

A classificação de movimentos de taludes apresentada Varnes (1978) é das mais utilizadas a nível internacional. Esta classificação considera os mecanismos das situações de instabilidade e os tipos de materiais envolvidos, procedendo à classificação dos movimentos

em seis classes, a saber: desmoronamentos, basculamento ou “toppling”, deslizamentos, extensões laterais, escoadas ou fluxos e movimentos complexos. A classificação de Varnes (1978) constitui a classificação adoptada pela Associação Internacional de Geologia de Engenharia e do Ambiente (IAEG).

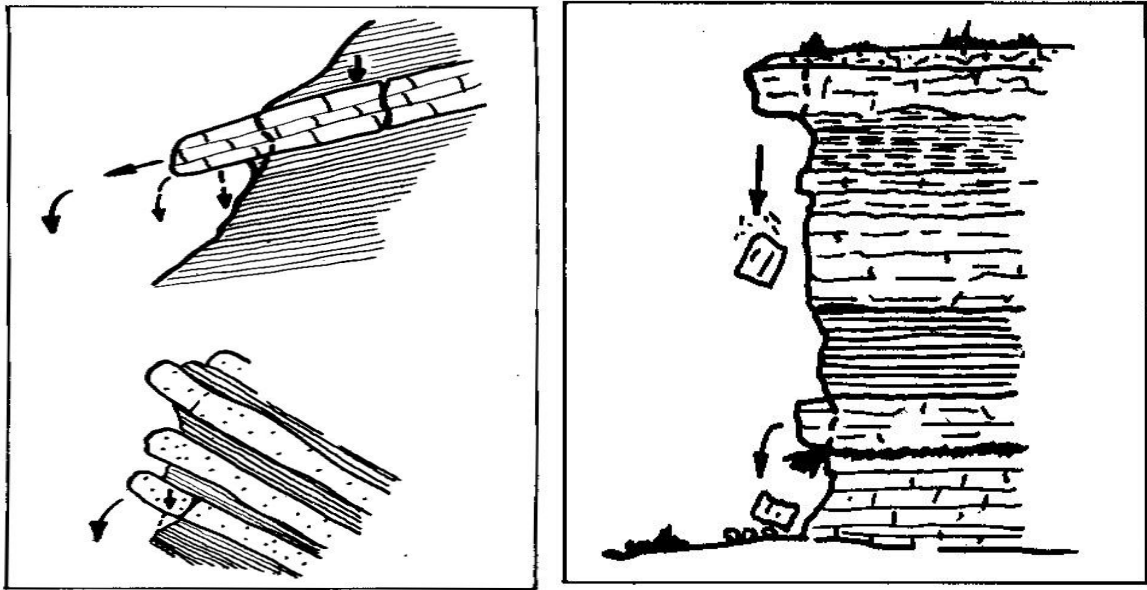
Para o presente trabalho adoptou-se a classificação de Varnes, (1978) por ser a que mais se enquadra na abordagem actual sobre os deslizamentos de terra, clara, onde a caracterização dos movimentos é feita em seis classes, envolvendo os tipos de materiais e por ser a mais usada internacionalmente.

Tabela 3.1 - Classificação da velocidade dos movimentos nos taludes de acordo com Varnes (1978) (a) e Cruden & Varnes (1996) (b). Adaptado em Andrade (2008).

Movimentação	Velocidade (a)	Velocidade (b)	Designação
Extremamente rápido	> 3 m /S (180 m/min)	> 5 m/s	Desmoronamentos
Muito rápido	> 3 m /min	> 3 m/min	
Rápido	> 1,8 m /h	> 1,8 m/hora	Escorregamentos
Moderado	> 1,3 m /mês	> 13 m/mês	
Lento	> 1,6 m /ano	> 1,6 m/>ano	Creep
Muito lento	> 1,6 mm /ano	> 1,6 mm/ano	
Extremamente lento	<1,6 mm /ano	< 1,6 mm/ano	

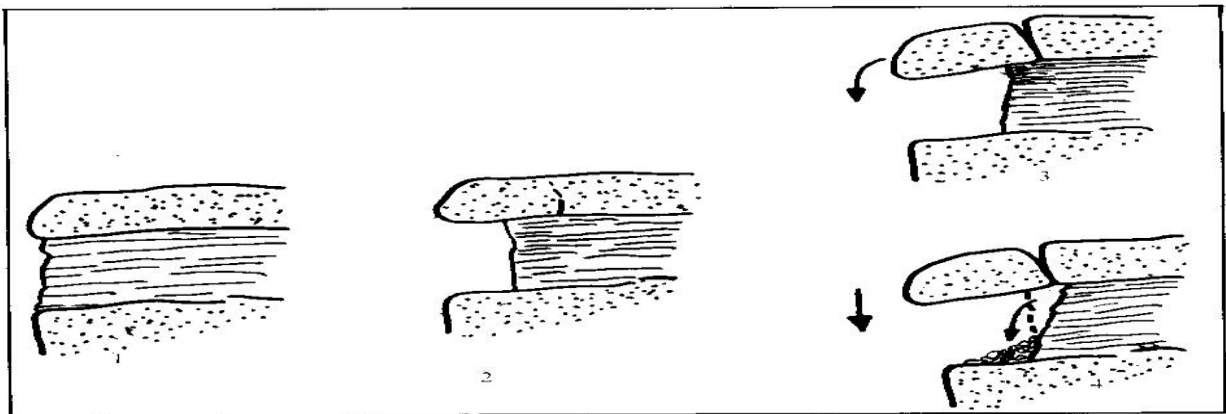
3.1.1. Desmoronamentos

Desmoronamentos: consistem na queda de blocos de rochas que podem ter dimensões muito variáveis e ocorre quer em taludes muito escarpadas, quer em falésias, (Oliveira, 1983). A movimentação dos blocos desprendidos pode processar-se a velocidades elevadas (superiores a 100km/h). Os desmoronamentos envolvem o colapso de massas rochosas ou de solos; as instabilidades por basculamento são, por vezes, incluídas nos desmoronamentos (Neves, 1995) (Figuras 3.1 a, b e d).

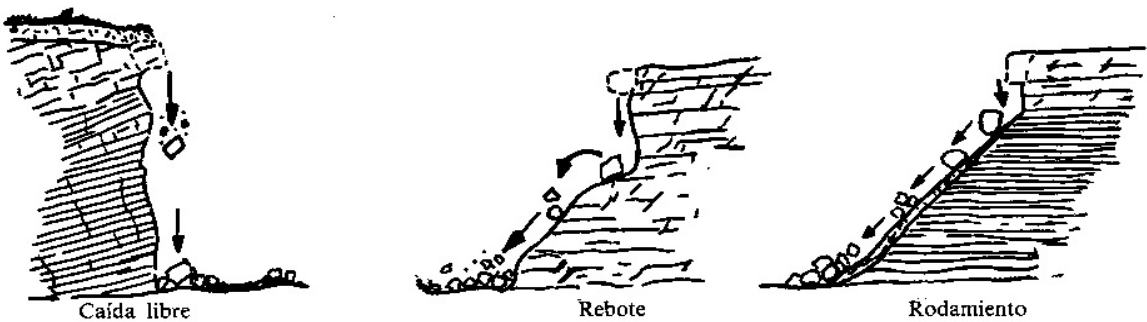


a)

b)



c)



d)

Figura 3.1 a), b) c e d) - -Desmoronamentos (Ayalaet al 1987).

O movimento de queda origina-se através do destacamento de material rochoso ou solo num talude com inclinação muito elevada.

São movimentos repentinos para baixo, de rocha ou terra, ou ambas, que se desprendem de taludes íngremes. O material que desce geralmente bate nas paredes inferiores do talude num ângulo menor que o ângulo da queda, originando assim ressaltos. A massa em queda pode fracturar-se no impacto, pode iniciar um rolamento em taludes mais íngremes e pode continuar até a cotas mais baixa do terreno (Hghiland & Bobrowsky, 2008).

Nos maciços rochosos, os desmoronamentos dão origem à queda de blocos que podem apresentar dimensões variáveis. Podem ser originados pela intensa fracturação dos maciços rochosos ou pela erosão diferencial que é um dos factores potencialmente responsável pela formação de consolas que originam um equilíbrio instável.

O avanço preferencial da erosão nos níveis menos resistentes implica uma concentração progressiva de tensões nos níveis superiores. Assim, caso estes sejam pouco resistentes ou se apresentem acentuadamente fracturados, a ruptura pode processar-se por flexão e/ou tracção com o consequente basculamento dos blocos individualizados. No entanto, caso o nível se apresente muito fracturado e a matriz rochosa seja resistente, o basculamento é apenas desencadeado pela excentricidade do peso.

O desenvolvimento dos desmoronamentos pode ocorrer em três estádios sucessivos e complementares: (I) criação de fracturas com individualização de blocos (acção da pressão associada ao gelo-degelo da água nos vazios e fissuras; acção mecânica das raízes; erosão diferencial); (II) alargamento das fracturas e concentração das tensões na secção da rocha competente sem suporte basal; (III) queda associada a ruptura por flexo-tracção (Zêzere, 2005).

3.1.2. Basculamento ou “toppling”. O basculamento ocorre por acção das forças que têm tendência a provocar a rotação dos blocos em redor de um ponto situado abaixo do centro de gravidade. O basculamento pode desencadear-se devido à acção do peso dos blocos, pressão da água nas diáclases e à movimentação de blocos adjacentes. O basculamento pode desenvolver-se quer em rochas, quer em solos, e afectar volumes muito significativos. Desenvolve-se com frequência, nas rochas que apresentam uma foliação penetrativa acentuada, como é o caso das rochas xistentas (Saraiva & Andrade, 2003).

Podem considerar-se as seguintes variantes (Figura 3.2):

- Basculamento flexural;
- Basculamento de blocos;

- Basculamento de blocos e flexural;
- Basculamento secundário de basculamento.

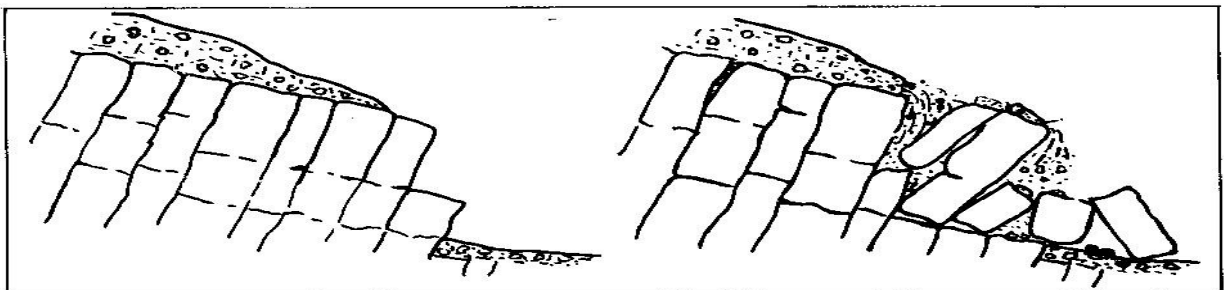
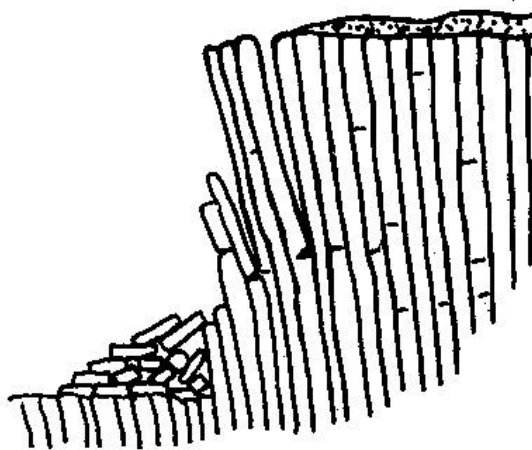
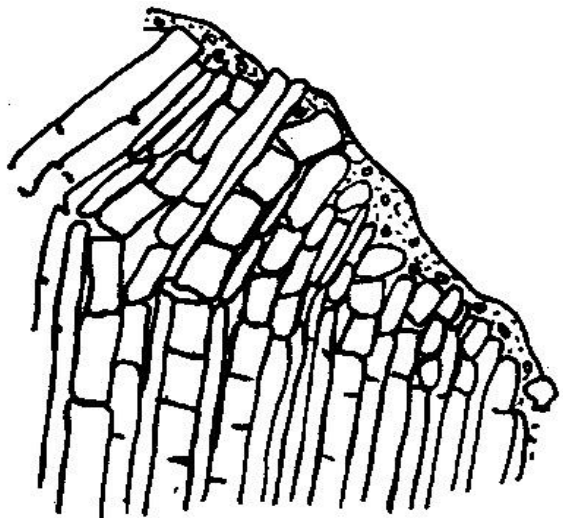


Figura 3.2 - Basculamento em maciços rochosos.

A dimensão dos materiais envolvidos nos movimentos de basculamento apresenta uma variação desde 1 m³ até cerca de 1 km³ (Andrade, 2008).

Os basculamentos de detritos correspondem a situações de tombamento de pequenas massas de fragmentos de rocha ou de solo não consolidados ou pouco consolidado. A desagregação do solo ou rocha é provocada por fenómenos de saturação e secagem, efeito de temperatura (as temperaturas elevadas provocam a dilatação de minerais e a sua consequente fragmentação devido às variações de temperaturas e ao congelamento de água nas fendas). Os tombamentos sucessivos e contínuos produzem os talus ou os depósitos de sopé de montanha.

Os basculamentos podem desencadear-se devido à actuação da gravidade, à pressão da água nas diáclases, amplitude de temperaturas, sismicidade, acções erosivas e pela movimentação de blocos adjacentes.

Os basculamentos variam de extremamente altos a extremamente rápidos, algumas vezes acelerando com o avanço dos movimentos (Cruden & Varnes, 1996).

Os basculamentos ocorrem ao longo de descontinuidades aproximadamente paralelas à crista do talude e que apresentam pendores elevados cujo sentido é para o interior do talude.

3.1.3. Deslizamentos

Deslizamento é um movimento de uma massa de solos ou rochas, que ocorre predominantemente ao longo de uma superfície de ruptura em zonas relativamente delgadas de intensa deformação cortante. (Cruden & Varnes, 1996).

Um deslizamento é um movimento de descida de rocha, solo, ou ambos, em declive, que ocorre ao longo de uma superfície — ruptura curva (escorregamento rotacional) ou ruptura plana (escorregamento translacional) na qual a maior parte do material se movimenta como uma massa coerente ou semicoerente, com pequena deformação interna. Deve observar-se que, em alguns casos, os deslizamentos podem envolver outros tipos de movimentos, tanto no desencadeamento da ruptura ou posterior a ele, se as propriedades são alteradas durante o movimento do material, (Hghiland & Bobrowsky, 2008).

Quando estes movimentos ocorrem em locais onde é predominante a ocupação humana, as consequências podem ser desastrosas. Numa situação de deslizamentos, casas inteiras, estradas e tudo o que estiver no trajecto do movimento pode ser levado encosta abaixo ou acabar soterrado, como se observa na figura na (Figura 3.3). Os deslizamentos podem ser rotacionais ou planares.



Figura 3.3 - Instabilidade de talude ocorrido em Salvador, 2005 deslizamento de solo (retirado em Gerscovich, 2009).

3.1.3.1. Deslizamentos rotacionais. Neste tipo de deslizamento, a superfície ao longo do qual se dá a ruptura tem, em corte, uma forma que na generalidade das situações é côncava e, em planta, uma forma em arco. No entanto, devido à ocorrência de eventuais superfícies de anisotropia, a forma pode ser diferenciada. Este tipo de movimento pode ocorrer em solos argilosos homogêneos, solos arenosos ou em maciços rochosos intensamente diaclasados (de um modo aleatório) ou alterados em que as pressões intersticiais da água são suficientemente elevadas para originar a ruptura.

É um tipo de deslizamento em que a superfície da ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher) e o movimento da queda de barreira é mais ou menos rotatório em torno de um eixo paralelo ao contorno do talude. A massa deslocada pode, sob certas circunstâncias, mover-se de maneira relativamente coerente, ao longo da superfície de ruptura e com pouca deformação interna.

A origem dos deslizamentos rotacionais está geralmente associada a fracturas de tracção que ocorrem na parte superior do talude e à presença de água. Nos deslizamentos rotacionais é frequente ocorrerem deslizamentos sucessivos até que o talude estabilize. Os deslizamentos rotacionais podem afectar áreas que variam desde alguns metros quadrados até vários hectares.

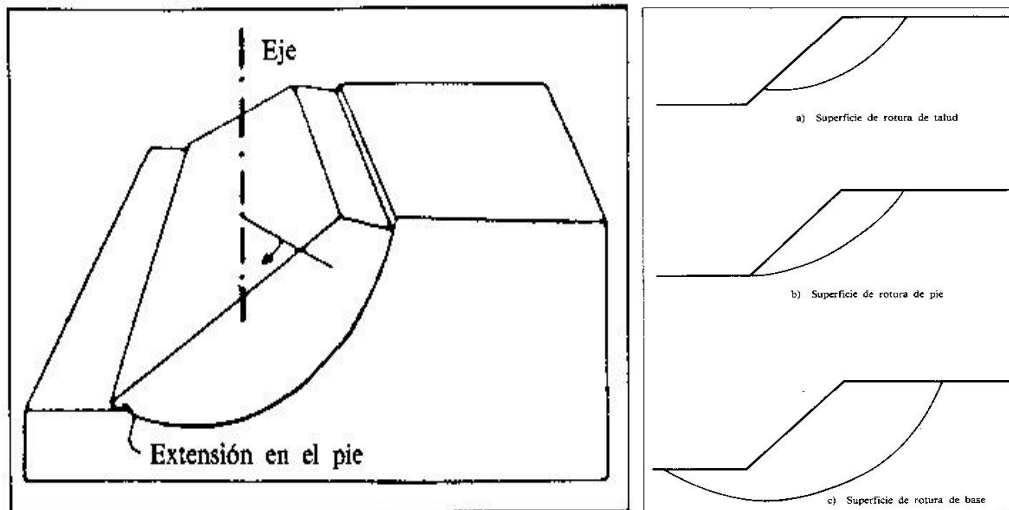


Figura 3.4 - Esquema de um deslizamento rotacional.

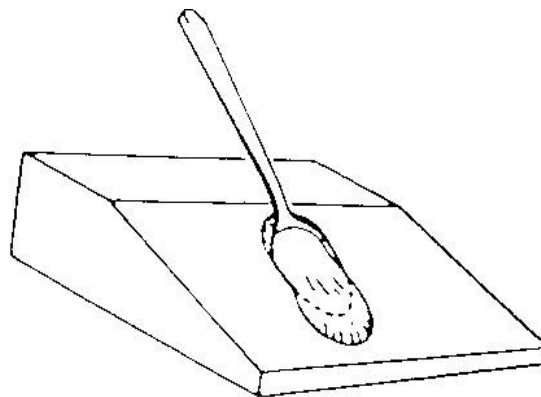


Figura 3.5 - Deslizamento rotacional ou circular.

A velocidade a que podem ocorrer os deslizamentos rotacionais é variável. Muitas situações apresentam uma velocidade lenta, mas sobretudo em taludes constituídos por solos pode constatar-se uma velocidade rápida da ordem de alguns metros/segundo.

O deslizamento rotacional pode ser superficial ou profundo. A primeira situação está associada, de modo geral, a períodos curtos de precipitação muito elevada, enquanto os deslizamentos com plano de ruptura profundo estão relacionados com períodos de precipitação mais prolongados, podendo o movimento verificar-se alguns dias após o período de precipitação. Os deslizamentos são considerados como sendo simples quando o material instabilizado se movimenta como uma entidade única ao longo da superfície de deslizamento; múltiplo se o movimento apresenta várias unidades e com um plano de deslizamento comum; sucessivos, quando existem várias roturas com uma profundidade diminuta e que ocorrem ao longo do tempo num mesmo perfil. Os movimentos sucessivos verificam-se geralmente em argilas fissuradas (Matos, 2008).



Figura 3.6 - Imagem que ilustra um deslizamento rotacional de La Conchita, Califórnia, Estados Unidos da América. Retirada de Higihland & Bobrowisky (2008).

3.1.3.2 - Deslizamentos translacionais. A movimentação processa-se ao longo de superfícies planares. A movimentação pode ocorrer ao longo de uma única superfície (normalmente deslizamentos planares) ou ao longo da recta de intersecção entre dois planos (deslizamento em cunha (Figura 3.7) (Tominanga, 2009).

Neste ultimo caso, e em determinadas situações, a movimentação pode processar-se ao longo da descontinuidade que evidencia a inclinação mais elevada. As superfícies de deslizamento podem ser planares, em escadaria ou poligonais.

Os deslizamento planar ocorre frequentemente em formações rochosas sedimentares como as carbonatadas, em que os planos de estratificação estão bem definidos. Um outro tipo de deslizamento são os que englobam componentes de deslizamentos circulares e planares. São constituídos por superfícies acentuadamente não circulares formadas pela combinação de uma parte planar, curva ou em escadaria e por uma base plana. Geralmente evidenciam a presença de heterogeneidades que muitas vezes são materializadas por um nível pouco de interface entre o domínio meteorizado e o não meteorizado.

A massa de um deslizamento translacional move-se para fora, ou para baixo e para fora, ao longo de uma superfície relativamente plana, com um pequeno movimento rotacional ou inclinação para trás. Esse tipo de deslizamento pode progredir ao longo de distâncias consideráveis se a superfície da ruptura estiver suficientemente inclinada, ao contrário dos

escorregamentos rotacionais, que tendem a restaurar o equilíbrio do deslizamento (Hghiland & Bobrowsky, 2008). O material no escorregamento pode variar de solo solto e não adensado até grandes placas de rochas, ou ambos. Escorregamentos translacionais comumente ocorrem ao longo de descontinuidades.

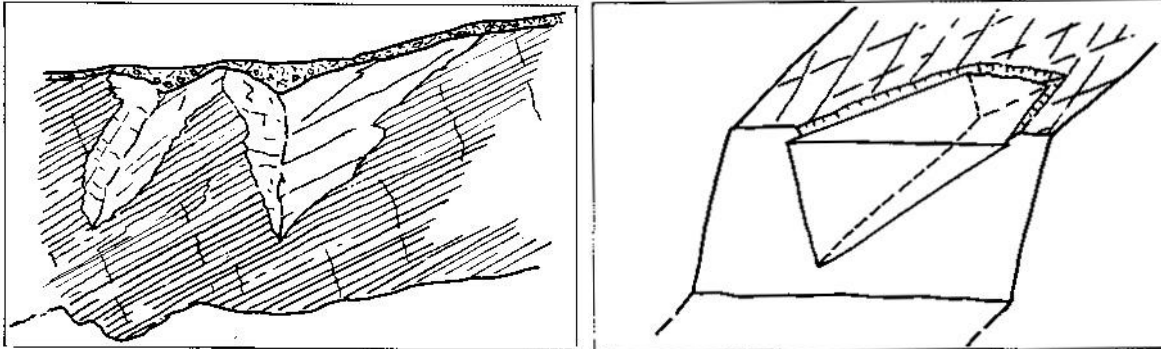


Figura 3.7- Esquema de um deslizamento em cunha.

3.1.4. Movimentos complexos

São movimentos que envolvem a combinação de um ou mais dos principais tipos de movimentos, sendo inclusive mais comuns do que os individuais. Podem ocorrer em várias porções da massa movimentada ou em movimento, ou ainda durante os vários estágios do desenvolvimento da movimentação (Ahrendt, 2005). Os movimentos complexos podem verificar-se quando um determinado tipo de instabilidade pode ocorrer e originar um outro tipo de instabilidade no seguimento da sua movimentação. As diferentes velocidades dos movimentos complexos, bem como a sua distribuição espacial estão relacionadas com as suas principais características e com o tipo de rotura. Como exemplo de movimentos complexos tem-se a avalanche de rochas e o deslizamento de fluxo. Alguns dos movimentos complexos mais comuns são o deslizamento rotacional e o translacional, o deslizamento rotacional e o basculamento e também o deslizamento translacional ou rotacional e o fluxo.

3.1.5. Extensões Laterais

Ocorrem, geralmente, em taludes de baixa inclinação ou em terrenos planos, especialmente onde exista uma camada superior de rocha ou solo que ao aumentar a sua extensão se movimenta para cima de uma camada menos rígida e mais fraca. Tais rupturas são comumente acompanhadas de um afundamento generalizado em direcção a essa camada inferior. Nas extensões de solos rochosos, a parte sólida estende-se e rompe, movendo-se, vagarosamente da posição estável para cima da camada mais fraca, sem que necessariamente se forme uma superfície de ruptura identificável. A camada menos rígida,

em determinadas condições, pode ser espremida para cima e para dentro da fissura que divide os blocos rochosos. Em espalhamentos de terra, a camada superior estável estende-se ao longo da camada inferior mais fraca que flui, após uma liquefação ou deformação plástica. Se a camada inferior for relativamente grossa, o bloco partido da camada superior poderá afundar, virar, girar, desintegrar, liquefazer ou até mesmo fluir.

Os movimentos de extensão lateral (Figura 3.8) afectam materiais rochosos ou terrosos que se localizam superiormente a uma zona de material brando que pode apresentar fenómenos de liquefação ou de fluência. Os movimentos podem ocorrer sem a definição de uma superfície de rotura claramente delimitada e são geralmente lentos. A extensão dos movimentos pode atingir vários quilómetros (Cruden & Varnes, 1996). As principais causas que originam as extensões laterais estão relacionadas com as acções de origem sísmica, presença da água, deformações plásticas de solos e processos erosivos.

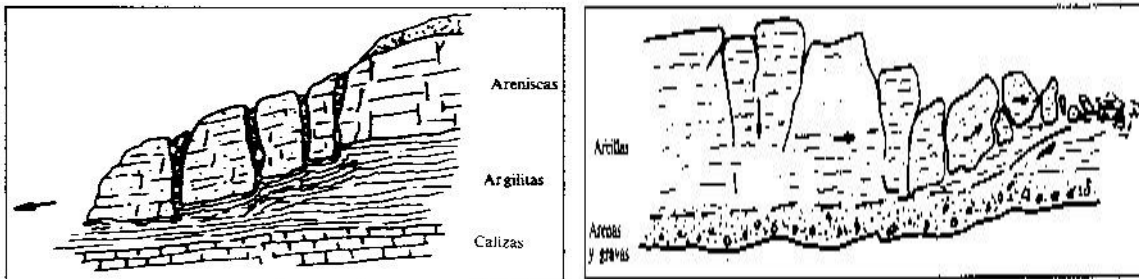


Figura 3.8 - Extensões laterais.

3.1.6. Avalanche

São processos considerados como desprendimentos e movimentos complexos em algumas classificações. As avalanches são movimentos muito rápidos e envolvem quantidades consideráveis de material rochoso ou de detritos que se desprendem de vertentes escarpadas e são muitas vezes acompanhadas por gelo e neve (Vallejo et al., 2002).

As avalanches de detritos são essencialmente grandes, extremamente rápidas e frequentemente formam escoamentos em taludes abertos e são formadas quando uma encosta instável se rompe e os fragmentos resultantes são rapidamente transportados para

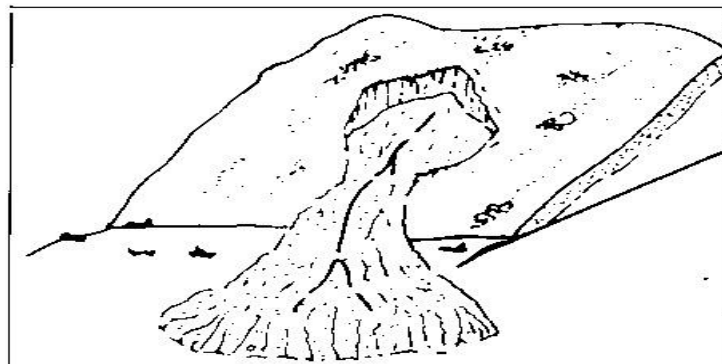


Figura 3.9 - Esquema representativo de uma avalanche de um solo.

longe. As avalanches de detritos são formadas por material rochoso de tamanhos diversos, que podem ir desde blocos de grandes dimensões a abundantes finos.

3.1.7. Escoamento ou Fluxos. São movimentos de massas mas ou menos rápidos, característicos de materiais sem coesão. Principalmente ocorrem em solos muito susceptíveis que sofram uma considerável perda de resistência com o movimento (Ferrer & Mercedes, 1987). Os movimentos que se enquadram nesta categoria podem ser, entre outros, os fluxos de detritos, os fluxos de solos e os fluxos de fragmentos rochosos.

Os fluxos de rochas que ocorrem em áreas montanhosas, envolvem volumes de dimensões elevadas e são provocados pela acção da gravidade. Os fluxos de rochas correspondem a deformações relacionados com a acção da gravidade, têm velocidades lentas e verificam-se em maciços rochosos de áreas montanhosas, abrangendo volumes de grandes dimensões como de vários milhares de metros cúbicos

3.1.8. Fluxo de detritos

É uma forma rápida de movimento de massa, em que solo solto e as rochas, e por vezes, o material orgânico, se misturam à água e formam lama que escoam pelo talude abaixo (Figura 3.10). O fluxo de detritos é, informalmente e inapropriadamente, chamado de escorregamento

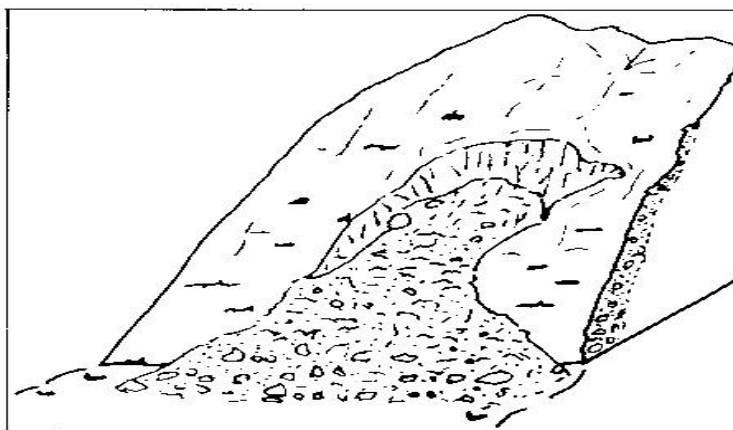


Figura 3.10 - Ilustração de fluxo de detritos.

de lama devido à grande quantidade de partículas finas que podem estar ali presentes. Ocasionalmente, quando um escorregamento rotacional ou translacional ganha velocidade, e a massa interna perde a coesão ou ganha água, esse fenómeno pode mudar para um fluxo

de detritos. Os fluxos de detritos são constituídos por materiais de granulometria fina (argila, silte e areia fina), materiais mais grosseiros e por uma quantidade de água variável. A percentagem da carga sólida é geralmente superior a 50% da massa total (Zêzere, 2000). Os fluxos de detritos podem ser muito destrutivos, especialmente nas vertentes das áreas montanhosas.

Os fluxos constituem um tipo de movimento em massa fluidificado por água e areia. Os deslizamentos têm lugar sobre um grande número de pequenas superfícies de cisalhamento porque o conteúdo na água e a massa é tão alta, que ele comporta-se como um fluido.

Escoamentos secos podem ocorrer em areias não coesivas (escoamento arenoso). O fluxo de detritos pode causar mortes, pois é extremamente rápido e passível de ocorrer sem qualquer tipo de alerta.

3.1.9. Fluxo de Terra

Movimentos gravitacionais de massa complexos, ligados a eventos pluviométricos excepcionais. Ocorrem a partir de deslizamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento fluido viscoso e alto poder de transporte. Abrangem variadas denominações (corrida de lama, corrida de detritos, corrida de blocos), em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam.

Os fluxos de terra podem ocorrer em inclinações suaves e moderadas, geralmente em solo de granulação fina, como de argila ou silte, mas também em camada de rochas argilosas, sujeitas à acção do tempo. A massa em um fluxo de terra move-se como um fluido plástico e viscoso, com intensa deformação interna. Fluxos de terra podem ser desde muito vagarosos (rastejos) a rápidos e catastróficos. Os fluxos de terra muito vagarosos, bem como formas específicas restritas ao hemisfério norte em ambientes glaciais, são discutidos mais adiante.

Fluxo Lentos de Terra (Rastejos) é o nome informal dado ao fluxo lento de terra e consiste num movimento vagaroso, imperceptível e contínuo, para baixo do solo que forma o talude. Esse tipo de deslocamento é causado por tensão de cisalhamento interna suficiente para causar a deformação, mas insuficiente para causar a ruptura. Geralmente, existem três tipos de rastejo: (1) sazonal, no qual o movimento ocorre no interior e no fundo do solo afectado por alterações sazonais, em sua mistura e temperatura; (2) contínuo, no qual a tensão de cisalhamento contínua excede a resistência do material; e (3) progressivo, no qual os taludes atingem o ponto de ruptura gerando outros tipos de movimentação do terreno.

3.1. FACTORES ASSOCIADOS AOS PROCESSOS DA INSTABILIDADE DE TALUDES

Estudos feitos na área através de levantamento de campo, permitiu observar vários problemas de instabilidade de taludes e vertentes. Na análise de (Neves, 1995), Os factores condicionantes são todos aqueles cuja acção interfere nas características de resistência, de deformabilidade e de permeabilidade do maciço, podendo condicionar a sua estabilidade. No relato de (Ahrendt, 2005), as causas da instabilização de encostas são bem conhecidas a partir de uma série de estudo de casos específico. Alguns são inerentes a solo ou rochas pela sua composição ou estrutura; algumas como inclinação de taludes naturais e outras variáveis.

Os movimentos de massa de vertente ocorrem nos mais variados contextos geológicos e morfológicos. A sua diversidade, em termos de materiais envolvidos, velocidade de deslocamento, tipo de deslocamento, características morfológicas, mecanismos de preparação e desencadeamento, tem levado à uniformização de critérios que facilitem o tratamento de informação com diversas origens e possibilitem a realização de inventários gerais de ocorrência de escorregamentos.

Os factores que controlam os movimentos das vertentes modificam as forças internas e externas que actuam sobre um determinado maciço ou terreno. De acordo com (Vallejo; Ferrer; Ortuño & Oteo, 2002) consideram-se factores condicionantes e desencadeantes. Os factores condicionantes são: relevo (pendores, geometria), litologia, estrutura geológica e estado de tensão, propriedades geomecânicas dos materiais; desflorestação e meteorização. Os factores desencadeantes: precipitação e presença de água, mudança das condições hidrológicas, actuação de cargas estáticas e dinâmicas, mudanças das condições hidrogeológicas, aplicação de cargas estáticas ou dinâmica, mudanças morfológicas e da geometria das vertentes ou taludes, erosão e escavações e acções climáticas.

São factores iniciadores do movimento as acções naturais ou decorrentes da actividade humana que, ao induzirem variações nos factores condicionantes da estabilidade, são susceptível de desencadear a instabilidade de um talude.

Segundo (Ayala et al., 1987), Numa análise dos movimentos que afecta um talude é de primordial importância o reconhecimento dos dois tipos de factores:

- Os condicionantes da estabilidade;
- Os iniciadores dos movimentos;

Os factores responsáveis pelo desmoronamento e quedas de blocos podem ser internos ou externo ao maciço, (Oliveira, 1983).

Os factores internos, mais significativos, são os que estão relacionados com as características litológica, estruturais e hidrogeológicas das formações.

Os factores externos são os que resultam de acções exteriores sobre o próprio maciço, nomeadamente os relacionados com os agentes meteorização (precipitação, temperatura, etc.) e com as vibrações (sismos, ondas do mar, etc.).

3.3. MEDIDAS DE MITIGAÇÃO, PREVENTIVAS E CORRECTIVAS DA ESTABILIZAÇÃO

Os problemas de instabilidade de taludes têm aumentado significativamente em quase todo mundo em particular na província de Benguela e na área de estudo. É conveniente, antes de corrigir uma instabilidade realizar uma análise a posterior, o que permite obter a ordem da magnitude dos parâmetros geotécnicos (real) e decidir, qual a posição do nível freático, a origem da instabilidade, o tipo de formação geológica, a geometria, dados históricos e geotécnicos. Este aspecto é importante pelo facto de haver obras que ainda hoje são executadas sem as fases de estudos de investigações, concepção e optimização de um dado projecto.

As medidas de correcção ou de estabilização de vertentes ou taludes têm como finalidade prevenir os processos de instabilidade e mitigar os danos (Vallejo; Ferrer; Ortuño & Oteo, 2002, & Bastos, 1999). O estudo dos processos de instabilidade e de suas formas de contenção torna-se necessários, devido às desastrosas consequências que as situações de movimentos de taludes ou vertentes acarretam, estas situações tendem a aumentar devido principalmente ao incremento da urbanização e do desenvolvimento de áreas sujeitas a escorregamentos, desflorestamento contínuo e ao aumento da precipitação, por exemplo em resultado das mudanças climáticas (Dyminski, 2010)

3.3.1. Alterar a geometria do talude

Consiste em alterar a geometria do talude de modo a obter um perfil mais notável. A modificação da geometria de um talude é um dos métodos mais eficientes no tratamento de deslizamento de massas rochosas e/ou terrosas de grandes dimensões. Em taludes muito inclinados ou escarpados a zona superior coincide muitas vezes com um material mais alterado, fracturado e descomprimido. Neste caso, pode ser necessário que a inclinação do talude nesta zona seja mais suave do que na zona inferior onde a rocha é mais competente.

Se a profundidade do material descomprimido e as propriedades resistente da rocha meteorizada não são evidentes durante o projecto da escavação do talude, este pode ser escavado com um inclinação demasiado elevada promovendo a instabilidade do material meteorizado. Sob estas circunstâncias, pode ser requerida a sua remoção e o reperfilamento dessa zona do talude.

3.3.2. As redes metálicas: é um método de contenção de instalação simples e pouco dispendioso. Os blocos de rocha ao caírem são guiados pela rede, junto a face do talude, impedindo que sofram ressalto. Como as redes absorvem parte da energia de queda dos blocos, as dimensões da câmara de retenção, na base do talude, podem ter dimensões consideravelmente menores. Redes de captura de cabos e malha de arame podem ser construídas para impedir a queda de rochas no fundo de ravinas e encostas. Quando suspensas por um cabo ancorado, a malha formam uma barreira flexível para dissipar a energia da rocha em queda e geralmente consegue conter pedregulhos de até 1 m de diâmetro, desde que devidamente fixadas. Além disso, as redes de captação podem ser usadas em conjunto com as valas de captação ao longo de estradas.

As redes de protecção são utilizadas quando existem quedas de blocos rochosos e são geralmente empregues nos taludes de vias de comunicação ou de áreas com edifícios. As redes de protecção correspondem a redes metálicas de dupla ou tripla torsão, estas têm características similares às utilizadas nas caixas dos gabiões (Saraiva, 1994), a sua resistência é elevada e a sua instalação não é muito dispendiosa.



Figura 3.3.1 Redes de captura de cabos e malha de arame que impedem todo material proveniente da encosta (Highland & Bobrowsky, 2008).

3.3.3. Retaludamento

É um processo de terraplanagem através do qual se alteram, por cortes ou aterros, os taludes originalmente existentes em um determinado local para se conseguir uma estabilização do mesmo. Das obras de estabilização de taludes é a mais usada devido à sua simplicidade e eficácia (Dyminski, 2010).

Na abordagem de (Mattos, 2009), este refere que o processo de retaludamento está frequentemente associado a obras de controlo da drenagem superficial, através da execução de bermas, valetas, e obras de protecção superficial, de modo a que passe a existir um decréscimo da infiltração de água no terreno e uma disciplina no escoamento superficial, inibindo assim os processos erosivos.

3.3.4. Ancoragens e Pregagens

Uma pregagem é um tirante não traccionado, geralmente introduzido e cimentado ao longo de um furo aberto no maciço rochoso. Na execução das ancoragens o maciço é previamente furado, de modo a serem introduzidos nos furos barras metálicas ou cabos de aço que são posteriormente traccionados (Dyminski, 2010), a sua extensão varia entre 15 a 40 metros e a capacidade de carga é de 60 a 120 toneladas por ancoragem (Vallejo; Ferrer; Ortuño & Oteo, 2002). As pregagens são barras de aço que são colocadas em furos anteriormente executados e correspondem a ancoragens com uma capacidade de carga reduzida e que está compreendida entre 5 a 15 toneladas por ancoragem. A extensão das barras de aço é, de modo geral, de 3 a 6 metros, de acordo com (Gonzalez, 2006) as pregagens são designadas como profundas quando a extensão das barras é superior a 5 metros. A utilização de pregagens é frequente em taludes rochosos que apresentam situações de instabilidade.

3.3.5. Gabiões

Trata-se de caixas ou gaiolas de arame galvanizado, preenchidas com pedra britada ou seixos, que são colocadas justapostas e costuradas umas às outras por arame, formando muros de diversos formatos. Os gabiões correspondem a muros de contenção de terrenos e funcionam como um muro de gravidade, apresentam uma boa capacidade de drenagem e constituem uma infra-estrutura flexível (Coelho, 1996). Os gabiões são dispositivos de reforço, que podem ser utilizados para prevenir o desprendimento de pequenos blocos de rocha ou de camadas de rocha de pequena espessura. Tanto os elementos de betão como os gabiões são instalados na base dos potenciais blocos ou camadas de rocha potencialmente instáveis. Os gabiões são estruturas paralelepípedicas constituídas por uma rede metálica preenchida

por brita grosseira. Os gabiões têm, em relação aos elementos de betão, a vantagem de serem mais económicos e flexíveis, bem como de não necessitarem de dispositivos de drenagem.



Figura 3.3.2 Imagem que ilustra o muro de gabiões (retido em Andrade, 2011)

3.3.6. Obras de drenagem

A maior parte das instabilidades dos taludes está relacionada com problemas de ordem hidrológica. A drenagem tem um papel impotente de reduzir pressão intersticial dos terrenos, e não drenar caudais impotentes, (Carreto, 1989).

As obras de drenagem têm por finalidade a captação e o direccionamento das águas do escoamento superficial, assim como a retirada de parte da água de percolação interna do maciço. Representa um dos procedimentos mais eficientes e de mais larga utilização na estabilização de todos os tipos de taludes, tanto nos casos em que a drenagem é utilizada como único recurso, quanto naqueles em que ela é um recurso adicional, utilizado conjuntamente com obras de contenção, retaludamento ou protecções diversas.

As medidas de drenagem podem dividir-se quanto à sua zona de actuação no talude em drenagem superficial e em drenagem interna.

3.3.7. Utilização de vegetação

O desmatamento de uma encosta gera uma série de efeitos que reduzem o coeficiente de segurança dessa mesma encosta, pois cessa a protecção realizada pelas partes aéreas da floresta, reduz os efeitos mecânicos do sistema radicular por deterioração dos tecidos vegetais e faz com que os efeitos climáticos ocorram directamente sobre o solo (Tabalipa & Fiori, 2008).

A vegetação é também um factor muito importante na estabilização de encosta, e alteração em sua cobertura podem inicialmente retardar o movimento ou até mesmo acelerar a deflagração dos escorregamentos (Nery, 2011).

Então deve-se utilizar a vegetação de modo a evitar a erosão dos solos presentes nos taludes.

4. CONSIDERAÇÕES SOBRE A METODOLOGIA DE ANÁLISE NO ESTUDO DE INSTABILIDADES DE TALUDES.

Na área que foi objecto de estudo neste trabalho tem-se verificado a construção, não planeada, de habitações na área adjacente aos taludes, mesmo que escarpadas, assim como o desenvolvimento de aterros ou a deposição extensiva de materiais de forma não controlada. Estas situações têm como resultado a perda de equilíbrio dos terrenos, bem como o desenvolvimento de processos erosivos. Para cada um dos taludes foram considerados: as características geométricas dos taludes, a litologia, as superfícies de descontinuidades, a presença e tipo de vegetação, a presença de água no talude, bem como a definição dos tipos de instabilidades observadas, a sua velocidade, o grau de actividade, as dimensões, as consequências e as principais causas. Embora este trabalho se tenha baseado fundamentalmente em observações de campo, foram seguidas várias outras metodologias (Figura 4.1).



Figura 4.1 - Metodologia de estudo de instabilidade na área da Baía do Santo António.

O martelo de geólogo para avaliar a dureza das formações rochosas desde as mais alteradas até às pouco alteradas; a bússola para medir a orientação das camadas e das discontinuidades; também se utilizou a fita métrica para medir algumas características das discontinuidades como o espaçamento, a continuidade, a profundidade e a abertura, bem como parâmetros geométricos dos taludes, as dimensões da plataforma da via rodoviária. Os dados foram devidamente registados numa caderneta de campo. No estudo efectuado fotografou-se toda a extensão dos taludes estudados e recorreu-se a imagens do Google Earth e a cartas geológicas de Guiraud *et al*, 2010. Numa quarta fase procedeu-se, por fim, ao tratamento dos dados obtidos e à sua análise e interpretação. O conjunto de informações e de conclusões do trabalho poderá contribuir, desta forma, para o correcto planeamento e ordenamento do território da área estudada, e definiram-se se as medidas de redução e mitigação das ocorrências das instabilidades de um determinado talude. É adequado conhecer as características geológicas dos materiais constituintes dos taludes, bem como definir os possíveis modelos ou mecanismos de ruptura que se podem verificar.

Na **fase 1** recorreu-se a diferentes fontes bibliográficas, recolha e consulta de um conjunto de artigos científicos, notícias explicativas e livros relacionados com aspectos geográficos, históricos, socioeconómicos, geomorfológicos, geológicos da área de Benguela. Para as matérias relacionadas com os riscos e as susceptibilidades geológicas e geotécnicas, as instabilidades de taludes e a definição de medidas de prevenção, controlo e mitigação foram consultadas obras realizadas nas décadas de 60 e 70 do século passado até aos dias de hoje (Feio, 1960; Carvalho, 1961; Antunes, 1974; Galvão & Silva, 1972; Andrade, 2008; Augusto Filho & Virgili, 1998; Elorza, 2008; Hgihland & Bobrowsky, 2008; Dyminski, 2010,2011) e as recentes contribuições relativas às bacias sedimentares meso-cenozóicas de Angola. (Tavares, 2000; Tavares, 2006; Buta-Neto, *et al.*, 2007; Quesne, *et al.*, 2009 Guiraud *et al.*, 2010). Analisaram-se as cartas geográficas, geomorfológicas e geológicas de Angola, da província de Benguela e da área de estudo. Para a recolha de dados complementares recorreu-se a informações orais e escritas junto das administrações, autoridades tradicionais e populações locais, indispensáveis para a elaboração deste tipo trabalho.

Na **fase 2** efectuou-se uma deslocação ao terreno para observar as instabilidades de taludes se identificar os locais de estudo na área da Baía de Santo António. No estudo efectuado fotografou-se toda a extensão dos taludes estudados e recorreu-se a imagens do Google Earth para os aspectos de localização da área de estudo e elaborou-se uma ficha de trabalho relacionada com a avaliação do risco de desmoronamentos e quedas de blocos,

caracterização geológica e geotécnica e por último a tabela de síntese das ocorrências das instabilidades dos taludes, litologia, tipo de vegetação, estruturas geológicas, tipo de instabilidade, trabalhos de estabilização, velocidade dos movimentos de instabilidade, estados de actividade, dimensões da instabilidade, consequências e causas da instabilidade.

Na **fase 3** procedeu-se o levantamento de campo com o reconhecimento geral da área de trabalho e das suas particularidades. O trabalho foi desenvolvido na área da Baía do Santo António. O levantamento de campo incluiu aspectos geométricos, estruturais dos taludes/vertentes como o seu comprimento, altura, direcção e pendor, diáclases, a situação da estrada em relação ao talude. Procedeu-se à definição das unidades litológicas como os calcários, as margas-argilosas, gesso e a erosão que afecta os taludes. A vegetação é inexistente devido o tipo de litologia da área. Procedeu-se à caracterização das superfícies de descontinuidades, como a estratificação e planos de fractura. Definiram-se os principais tipos de instabilidade de acordo com uma adaptação da classificação de Varnes (1978) e Filho (1992); Dyminski, (2010); Andrade, (2008); Neves, (1995). Registaram-se os trabalhos de estabilização ou de protecção que foram efectuados nos taludes. Estimaram-se as velocidades dos movimentos de taludes. Os estados de actividade dos movimentos foram avaliados de acordo com uma adaptação dos trabalhos desenvolvidos por Neves (1995) e compreenderam vários termos desde a instabilidade activa até à inactiva. Definiram-se quais as consequências dos movimentos que ocorreram, designadamente se atingiram habitações, vias de comunicação e provocaram vítimas humanas. Determinaram-se as principais causas externas e internas dos fenómenos de instabilidade.

Na **fase 4** efectuou-se uma análise e interpretação dos resultados das fichas de trabalho que foram utilizadas no levantamento de campo. Descreveram-se os resultados dos principais parâmetros que foram considerados nos diferentes taludes. O estudo realizado permitiu efectuar uma análise integrada das informações obtidas, conseguindo-se deste modo distinguir as principais semelhanças e diferenças entre os resultados dos parâmetros analisados. Definiram-se as características mais importantes e de maior influência nas instabilidades, bem como as suas principais consequências e causas que as originaram. Referiram-se algumas medidas que poderão ser adoptadas e que estão relacionadas com a estabilização, prevenção e mitigação dos diferentes locais estudados.

Para o presente trabalho utilizou-se a ficha de avaliação de riscos de instabilidade classificação que tem como objectivo principal o registo de todas as observações. Também se procedeu à definição das condições de estabilidade relativas a cada um dos taludes com vista à definição do risco relacionado com os deslizamentos de solos, desprendimentos de rochas e queda blocos para a circulação automóvel em vias de comunicação rodoviária.

5. ESTUDO DA INSTABILIDADE DE TALUDES NA ÁREA DA BAIÁ DO SANTO ANTÓNIO-BENGUELA

5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS TALUDES

A região da Baía do Santo António, segundo um pequeno historial da área, sempre sofreu de problemas de instabilidade de taludes que foram agravados com as demarcações de terreno sem plano de ordenamento, devido ao desenvolvimento urbano das recentes décadas, pelo que se deve efectuar estudos no sentido de prever o comportamento dos terrenos, principalmente os relacionados com a ocorrência de movimentos nos taludes e vertentes.

A problemática da instabilização dos taludes, quer natural quer artificial, em áreas acidentadas, tem vindo a crescer de importância no âmbito do ordenamento e planeamento do território.



Figura 5.1- Localização dos taludes (imagem retirada a partir do Google Maps).

Os taludes estudados correspondem a taludes que foram parcialmente escavados.

Na maior parte dos taludes estudados foram observadas situações de instabilidade, que consistiram-na ocorrência de erosão diferencial, basculamento, deslizamento, queda de blocos, desabamento e fluxos. As velocidades a que se desencadearam estes movimentos foram variáveis, dada a ocorrência de diferentes tipologias de instabilidade. Nos taludes

estudados não há qualquer evidência da realização de obras de estabilização, bem como da monitorização da evolução das instabilidades. Mantidas as condições actuais e existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e/ou prolongadas.

O estado de actividade das instabilidades foi considerado para todos os taludes como activo. Para a generalidade dos taludes, a vegetação é praticamente inexistente. As principais causas externas da instabilidade são a acção da água, as escavações no pé do talude e em certas situações, o incremento de carga actuante na parte superior do talude. As causas internas da instabilidade são a litologia, o diaclasamento no talude, o aumento da pressão intersticial da água e a diminuição da resistência dos terrenos.

O **talude 1- trecho nº 1**, localiza-se junto a entrada do bairro Santo António e tem como coordenadas geográficas: latitude de 12° 36,799" Sul e longitude de 13° 20,624" Este; a altura do talude é de 8 metros, o comprimento de 150 metros, a altitude média é de 13 metros, é uma zona íngreme, com uma inclinação de 60° a 80°, e a distância da estrada entre as casas e o talude é de 12 m. A zona é caracterizada por um talude natural subvertical.

As litologias presentes na área são constituídas por formações argilosas, blocos de calcários que aparecem esporadicamente na crista e na parte intermédia do talude; os calcários e as argilas margosas são os que mais predominam no talude; aparece o gesso nas cavidades fissuras devido à infiltração da água. As margas e os calcários têm grão fino e tonalidade predominantemente acinzentada e acastanhada, Ocorrem diáclases verticais, com uma extensão de 0,3 a 0,4 m, que favorecem o desprendimento de blocos verticais e aceleram a erosão. Em todo o talude há sinais de erosão intensa. É de salientar a presença considerável de diáclases que intersectam os planos de estratificação. Os tipos mais frequentes de instabilidade são: erosão diferencial, deslizamento e as quedas de blocos. A velocidade dos movimentos que se verificaram nos taludes é considerada, na maior parte dos casos, muito elevada. Na zona não predomina a vegetação em abundância. A instabilidade que é mais pronunciada durante a época das chuvas provocaram o transporte do material do topo do talude para a estrada (Figura 5.1), provocaram sérios transtornos as populações da zona em estudo.



Figura 5.1 -. Primeiro talude a ilustrar os problemas de instabilidade.

O **talude 1- trecho nº2** localiza-se junto ao Bairro, tem como coordenadas geográficas: latitude de 12° 36,810' Sul e longitude de 13° 20,571' Este. Tem aproximadamente uma extensão de 150 m e uma altura média de 13 m; com uma inclinação de 70° à 90°; há uma distância de 12 m das residências à base do talude. A zona litologicamente apresenta formações margo-calcárias de grão fino, com a coloração acinzentada e acastanhada, argila de grão muito fino com a cor acinzentada que é bastante representado no talude e gesso branco. O gesso encontra-a preencher as diáclases que aparecem. No topo do talude e também na sua zona intermédia, encontramos os calcários e as argilas e na base o material de vertente resultante da instabilização. As situações de instabilidade mais comuns são a erosão diferencial, deslizamentos, basculamento, fluxos e as quedas de blocos que podem ocorrer a partir dos estratos diaclasados das argilas e calcários. A velocidade dos movimentos que se verificaram nos taludes é considerada, na maior parte dos casos, com um grau alto. A movimentação ocorre principalmente, e de um modo mais intenso, na época das chuvas. Também é de salientar que é uma zona atravessada por linhas de água que aceleram o processo de transporte do material instabilizado.

Existem processos erosivos muito intensos (Figura 5.2) que provocam situações de ravinamento. As instabilidades provocaram danos nas habitações e na via de comunicação, que é a principal via de circulação na região.



Figura 5.2 - Os tipos de instabilidades presente na área apresenta erosão diferencial, escarpa, descontinuidade.

O **talude 1 - trecho n°3** situa-se no mesmo bairro de Santo António e tem como coordenadas geográficas: latitude de 12° 36 813' Sul e longitude de 13° 20 559'. O trecho em estudo (Figura 5.3) apresenta um comprimento de cerca de 54 m e uma inclinação de 90°; o volume do



Figura 5.3 - Instabilidade presente no talude descontinuidade, linha de água, escarpa, erosão e as características do material da área.

Material instabilizado é de 3240 m^3 . As formações geológicas que constituem o talude são: as argilas margosas amareladas, cinzento e acastanhada, com intercalações de calcários castanhos e cinzento, gesso branco. No topo e na parte intermédia está deposto o bloco de calcários e na parte inferior encontra-se o material de vertente, com uma altura de 10 m, 6 m de extensão e com uma inclinação de 50° . É uma zona escarpada e descontínua que não favorece estabilização da área. As argilas ocupam quase toda a área do talude e o gesso a preencher as diáclases que ocorrem no talude. É grande presença de ravinas devido à acção erosiva das chuvas; a estratificação está disposta de forma mais ou menos horizontal. A linha de água com cerca 1,20 m no topo do talude favorecem o escoamento da água em direcção a estrada. Não se verificaram vítimas humanas nos últimos 10 anos (ver anexo 1).

O **talude 2** - é uma área abrangida pelas seguintes coordenadas geográficas: latitude de $12^\circ 36,827'$ Sul e longitude de $13^\circ 20,510'$ Este.

O talude tem um comprimento de aproximadamente 36 metros e uma altura de 10 metros, a distância da estrada à base do talude é de 8 m e com uma inclinação de quase 50° a 70° . As formações geológicas são predominantemente dominada pela argila com a cloração amarela-acinzentada ocupando maior percentagem no talude, na parte superior e intermédia estão apresentados os calcários intercalados com argilas e na base os depósitos de vertente, a área

é atravessada por algumas linhas de água (Figura 5.4) que providencia o araste do solo para a base principalmente na época das chuvas, este material as vezes chega até a estrada. Também é uma zona sem vegetação, isto vai influenciar na estabilização do talude (ver anexo 2).



Figura 5.4 - Imagem do trecho 2 ilustrando as linhas de água e as características do material.

O **talude 3- trecho n°1** tem como coordenadas geográficas: latitude de 12° 36,828' Sul e longitude de 13° 19,486' Este. Tem uma extensão de aproximadamente 465m, uma altura média de 13 metros e a sua inclinação é de 90° e a distância da estrada ao talude é 10 m. Do ponto de vista litológico estão presentes no talude no topo e na parte intermédia intercalações de margo-calcário de cor amarela-acinzentada, gesso branco e predominantemente a argila margosa, na parte inferior observa-se o depósito de vertente e aparece o gesso nas cavidades fissuras. Estruturalmente o talude é afectado por inúmeras diáclases dispostos verticalmente; no topo elas atingem 40 cm e na base variam entre os 2 a 50 cm. A zona em causa apresenta uma instabilidade acentuada com blocos desprendidos do talude na eminência de a qualquer momento ocorrer instabilização, é uma área descontínua, escarpada e atravessada por linhas de água e algumas diáclases são preenchidas pelo gesso. O material de erosão que se encontra na base do talude tem 12 m de comprimento, 6 m de altura, 4 m de largura e com uma inclinação 60°. Na base, o material foi removido por acção

antrópica, e no mesmo local observa-se material colocado pelo próprio Homem. (Figura 5.5), por criar transtornos na via de comunicação e aos moradores da zona. O material argiloso é o mais representativo no talude. A instabilidade verificada enquadra-se nos deslizamentos, basculamento e queda de blocos (ver anexo 3).



Figura. 5.5 - Instabilidade de talude, descontinuidade, escarpa, diáclases, ravina e a acção humano.

No historial de instabilidades na área, nas últimas décadas o basculamento afectou as residências, a estrada, impossibilitando a circulação de pessoas e de veículos. Também na área não existe vegetação, o que acelera o processo de erosão no local.

Talude 3 - trecho nº2 tem como coordenadas geográficas: latitude de 12° 36,829' Sul e longitude de 13° 20 451' Este. O talude tem um comprimento de aproximadamente 465 m, uma altura média de 12 a 15 metros, e uma inclinação muito acentuada que se aproxima a 90°; a distância da estrada até a base do talude é de 8 m.

Do ponto de vista litológico estão presentes as mesmas formações dos taludes anteriores, que são os calcários que aparece no topo e na parte intermédia com a coloração acastanhada e esbranquiçado, argila e margas encontram-se quer seja no cimo ou na parte intermédia com a cor amarela e acinzentada, gesso de cor branca, na parte inferior do talude é ocupada por depósito de vertente, com as mesmas características do anterior talude.

As observações realizadas na área confirmaram que a estrutura geológica evidencia numerosas diáclases de 50 cm a 2 m que permitem a infiltração de água nas no talude na época das chuvas. Os registos verbais das populações que ali vivem informam que na época das chuvas há sérios embaraços à circulação dos automobilistas, devido o material argiloso que as vezes chegam até estrada. Nota-se a ausência da vegetação na área. No local é notável a acção antrópica na remoção e colocação do material de construção.

É uma zona com muitas diáclases, devido a grande infiltração da água. Verifica-se a ocorrência de depósito de vertente. É uma área muito inegável em relação os taludes anteriores, devido os blocos suspensos e soltos que ocorrem no topo do talude. O material movimentado tem um comprimento de 40m, uma altura de cerca de 8m e uma extensão de 6m e uma inclinação de cerca de 56°. Constatou-se a presença de diáclases verticais (Figura 5.6). As situações de instabilidade ocorrentes são os deslizamentos translacional e planar, basculamento, erosão diferencial, queda de blocos, provenientes quer dos calcários quer das margas- argilosas. Verificando-se também a existência de fluxos. Segundo informações obtidas no local foi de que as instabilidades mas frequentes nas últimas décadas, causou prejuízo enorme na área porque o material as vezes chega até a estrada impedindo a circulação normal dos utentes da mesma via de comunicação.



Figura 5.6 - Tipos de instabilidades mais frequentes, erosão intensa e acção antrópica.

Talude 3- trecho nº3 tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 12° 36' 837" Sul e longitude 13° 20' 408" Este. O material instabilizado apresenta um comprimento de 50 m, uma altura de 10 m, uma espessura de 8m. O talude tem uma inclinação de 58°;o volume de material deslizado é de aproximadamente 4000 m³. É uma zona que do ponto de vista litológico não difere das anteriores. É observável a intervenção humana no local depositando material.

Estruturalmente é uma área escarpada com descontinuidades. As diáclases são muito abertas e largas com cerca de 50 cm a 0,3 m, algumas são preenchidas por gesso; estas facilitam a percolação da água, potenciando na época das chuvas uma erosão intensa na zona (Figura. 5.7). As instabilidades são de dimensões variáveis, desde ponto de vista da erosão diferencial, queda blocos, deslizamento de solo, desprendimento, fluxos e desabamento que as vezes atingem a estrada, e os deslizamentos chega até afectar residências devido a corrente de água que passa por esta zona. No historial de instabilidades na área, nas últimas décadas, a erosão, deslizamento e o desabamento afectou as residências e a estrada, impossibilitando a circulação de pessoas e de veículos.



Figura 5.7 - Imagem ilustrativa da instabilização da área.

Talude 3- trecho nº4. Tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 12° 36' 840" Sul e longitude 13° 20' 299" Este. O talude tem uma altura de 12 m, é íngreme com uma inclinação de 80°, com um comprimento de 465m e a distância da estrada até ao talude é de 10m. O trecho em estudo apresenta um comprimento de 55m, uma altura de 6m, uma extensão de 4m e com uma inclinação de 48°; o volume de material deslizado atinge um valor de cerca de 1320 m³.

A zona em estudo observa-se linhas que transportam água das chuvas do topo a base e em direcção à estrada, onde todo material erodido é depositado, criando graves dificuldades ao trânsito dos veículos. No entanto, este material é removido periodicamente pelos serviços de limpeza da administração municipal de Benguela.

Esta instabilização da área em estudo é influenciada em grande parte pela falta de vegetação. Constatou-se na área em estudo situações de instabilidade como: os deslizamentos translacional e planar, erosão diferencial, queda de blocos, provenientes quer dos calcários quer das argilas margosas. Verificando-se também a existência de fluxos (Figura 5.8) afectaram a área nas últimas décadas causaram inúmeros prejuízos aos utentes devido ao material argiloso que chega até a estrada (ver anexo 3).



Figura 5.8 – Ilustração da instabilidade na área de estudo,

Talude 3 - trecho nº5 tem como coordenadas geográficas: latitude de 12° 36' 840" Sul e longitude de 13° 20' 256' Este. O talude tem um comprimento de aproximadamente 465 m, uma altura média de 13 metros, o comprimento da estrada até ao talude é de cerca de 10 m, uma inclinação que chega aos 80° a 90°.

Do ponto de vista litológico estão presentes as mesmas formações dos taludes anteriores, que são os calcários e margas com a tonalidade amarela castanha e cinzenta que se dispõem do topo à base do talude, argila acinzentada, que se apresenta em maior percentagem no talude e gesso branco em menor quantidade, o comprimento do trecho em estudo é de cerca de 60m, com uma altura de 5m e uma largura de 4m com um ângulo de cerca de 50°.

No topo do talude há uma residência (Figura 5.9) na iminência de desabar devido ao alastramento das linhas de água e das diáclases e à intensa erosão no local onde escorre as águas das chuvas, provocando grandes aberturas na parte intermédia do talude.

Também a escassez de vegetação vai influenciar na instabilização da área em estudo, provocando a erosão directa dos solos. Nesta área a instabilidade é do tipo, arremesso de blocos, erosão diferencial e deslizamento de solo, estes movimentos têm uma velocidade com um grau alto.



Figura 5.9 – Instabilização de uma residência.

Talude 4. Tem seguintes coordenadas geográficas: latitude $12^{\circ} 36' 860''$ Sul e longitude $13^{\circ} 19' 971''$. Tem um comprimento de cerca de 200 m, altura com cerca de 14 a 15 m, com um ângulo de 90° ; não se evidencia muito material instabilizado na base do talude, tem uma distância da estrada até a base do talude 15 m, separados por depósito de vertentes.

As formações litológicas que afloram na área são basicamente os calcários e margas com uma coloração amarelada acinzentada disposto do topo à base, argila acinzentada é que mais aflora na área, gesso branco que se encontra esporadicamente em toda área, o atrito de descontinuidade é adverso.

O talude adjacente à estrada, apresenta diáclases com aberturas perpendiculares à disposição das camadas e que chegam a atingir os 0,1m na vertical e 2 cm a 0,1 m na horizontal; é uma zona escarpada, descontínua, atravessada por diversas linhas de água que influenciam na instabilização e que arrastam o material do topo à base onde se depositam e que por vezes chega até a estrada criando sérios transtornos à actividade económica e social da população que usa esta via para o trânsito (Figura 5.10).

Nesta área, as instabilidades mais frequentes são do tipo de basculamento, erosão diferencial, fluxo e deslizamento de solo, quer translacional, quer planar. A instabilização tem originado, nas últimas décadas, a insegurança nas populações que vivem nas proximidades, bem como aos turistas que frequentam a área, devido o grande perigo que elas acarretam.



Figura 5.10 – Tipos de instabilidade presente na área de estudo.

Talude 5. Tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 12° 36' 837" Sul e longitude 13° 19' 787". É uma zona caracterizada por um talude íngreme ou vertical adjacente à estrada, com um comprimento de cerca de 250 m, uma altura de cerca de 15 m, com um ângulo de 90°. A estrada é irregular, pois no princípio mede 10 a 14 m até as bermas e mais à frente onde se encontra o material instabilizado mede 8 a 10 m até as bermas. O material depositado na base do talude resulta da evolução geomorfológica do talude. Este material tem uma extensão de 20m, com um comprimento de 40 m e uma altura que pode chegar aos 6 m: O volume de material instabilizado na zona, chega aos 4800 m³. No local há frequente remoção do material instabilizado, porque em caso contrário, seria difícil a circulação de veículos. A litologia ocorrente é semelhante à dos taludes anteriores.

O talude adjacente a estrada é todo atravessado por diversas linhas de água com grandes dimensões que se dispõem do topo à base. Estas linhas de água, no tempo das chuvas influenciam o aumento da abertura das diáclases que podem atingir 6 m a 7 m de altura e uma largura de cerca de 2cm a 0,4m de extensão (Figura 5.11). Também devido à erosão intensa na área, aumenta cada vez mais a instabilidade, proporcionando assim, o aparecimento de ravinas na base do talude.

Nesta zona salienta-se a erosão predominante e grande quantidade de água das chuvas que se infiltra no talude, que algumas vezes influencia no desprendimento de blocos, quedas de blocos, desabamento, fluxo, deslizamento de solo que chega até à estrada criando sérios transtornos na transitabilidade das viaturas. Assim a zona é um sector mais instável do que os anteriores já referidos, pelos riscos que ela acarreta aos utentes desta via de comunicação. Neste talude encontramos bloco suspenso que a qualquer momento pode desprender na direcção da estrada.

As informações obtidas no local através das Autoridades tradicionais foram a de que os movimentos que afectaram área nas últimas décadas causaram enormes prejuízos por interditar a via de comunicação por alguns dias, mas também nas três últimas décadas causou vítimas mortais devido um basculamento que caiu sobre a população que estava praticar o comércio informal (ver anexo 5).



Figura 5.11 - Que ilustra a instabilidade eminente com ravinamento na base do talude, erosão intensa e desprendimento e a acção antrópica.

5.1. CONSIDERAÇÃO SOBRE A ANÁLISE DOS TALUDES E MEDIDAS DE MITIGAÇÃO, PREVENÇÃO E CORRECÇÃO DA INSTABILIZAÇÃO.

A área estudada é propensa a situações de instabilidade devido às condições naturais em que se destacam, as características geológicas, estruturais, ao relevo, ao clima árido, às precipitações curtas mas intensas. A acção humana que materializa-se na ocupação desordenada sem um plano de ordenamento do território, no topo e nas proximidades da base do talude para erguer residências e colocação do material de construção. Isto fez com que os taludes fossem cada vez mais instáveis fazendo com que ocorra situações de deslizamentos de terra, quedas de blocos.

O talude 5 taludes estudados apresentam as mesmas características, 4 tem um comprimento igual/superior à 150 m comprimento (62%), o talude 2 apresenta o comprimento de 36 metros e é o mais curto dos taludes estudados (2,8%).

Sobre a litologia, são os predominantes na área: os calcários, margas argilosas, margas e gesso que são formações Cretácicas. É de salientar a presença de depósitos de vertente que estão presentes em grande quantidade em todos os taludes com a excepção dos taludes 2, trecho 5 do talude 3 e talude 4. Destaca-se a argila que aparece em grande quantidade em todos os taludes.

Como já foi referenciado anteriormente, os taludes estudados a vegetação é escassa ou inexistente (73,4%).

Em relação aos tipos de instabilidade verificou-se que a erosão diferencial, é o que constitui a situação mais frequente, registando-se a sua presença na totalidade dos taludes considerados como instáveis (98,2%). Em todos os taludes estudados somente o talude 5 ocorre frequentemente situações de Deslizamentos, queda de blocos e fluxos desmoronamento (9,8%).

As causas externas que provocam situações de instabilidade para todos os taludes são: as precipitações, o incremento de carga na parte superior do talude verificou-se no talude 1 e 3 com a excepção dos restantes taludes. O domínio da erosão diferencial acontece em todos os taludes, as escavações na base do talude para construção de habitações e estalação de giradores.

As causas internas como a litologia: Os calcários, as margas argilosas, argila, gesso nas camadas fissuras, as diáclases, a presença de depósitos de vertente, a inclinação do talude, aumento da pressão da água e a diminuição da resistência dos terrenos, designadamente das marga argilosas vertentes foram responsáveis pelas situações de instabilidade nos taludes estudados.

Em algumas situações os movimentos de instabilidade provocaram danos a residências de praia a acontecerem no talude 3 e 5 (8,8%) os movimentos também atingiram as via de comunicação da referida área (100%) todos os taludes estudados. Nas três últimas décadas um basculamento ocorrido no talude 5 provocou algumas vítimas mortais.

Para se evitar situações desastrosas decorrentes da instabilização de taludes anteriormente referidos, é importante alertar as populações locais dos perigos a que estão expostas. Será necessária a transformação da mentalidade dos habitantes da área de estudo de modo a compreenderem os riscos a que estão expostos e a vulnerabilidade do ambiente em que vivem. Isto quer dizer as encostas podem ter as suas condições de segurança melhoradas, mediante amplo programa de acções interactivas, entre o governo e a comunidade local. Todas as pessoas que vivem na zona devem ter um amplo entendimento do problema, de modo a participar no consenso de medidas correctivas.

É assim que Carreto (1989), refere que trabalho do engenheiro confrontado com a instabilidade dos taludes é pois comparável ao médico, presidindo o obstetra ao nascimento dos novos taludes e o gerontologista tratando a velhice enunciadora da morte. O diagnóstico, a despistagem, a prevenção, os traumatismos internos e externos, a hipertensão, encontram o seu equivalente na estabilização dos taludes.

As medidas de correcção ou de estabilização de taludes têm como finalidade prevenir os processos de instabilidade e mitigar os danos que possam vir a ser provocados (Vallejo et al.,

2002). As actividades preventivas poderão englobar medidas não estruturais, obras de infra-estruturas e medidas estruturais de estabilização de encostas.

Numa primeira fase, como recomendação da estabilização dos taludes poderia proceder-se:

1- Deve se fazer o saneamento de pequenos blocos rochosos de uma grande quantidade de terra erodida de volume significativo e que se encontram em situação de queda eminente e a remoção do solo na estrada.

2-Deveriam ser colocados sinais de trânsito a alertar os condutores que circulam na área para a possibilidade da ocorrência da queda de blocos e de deslizamento de terra, e a utilização de materiais de baixo custo recomendáveis ecologicamente que são os pneus usados e bambus.

3- Para medidas preventivas e a fim de evitar a erosão extensiva dos solos presentes no talude, fazer-se o recobrimento da superfície do talude com vegetação rasteira.

4-Também se recomenda a utilização de sistemas de drenagem para evitar a acção erosiva da água, a sua infiltração excessiva e a percolação nos terrenos que podem provocar o aumento de pressões neutras e conduzir a situações de instabilidade. Esta medida permite recolher as águas superficiais ou as providas dos dispositivos de drenagem interna e evacuá-las para fora do talude. Igualmente.

5- Poderão utilizar-se muros de suporte nas áreas potencialmente instáveis onde é forçoso instalar habitações, vias de comunicação e outras infra-estruturas.

6 - Deve-se utilizar o retaludamento para o controle de drenagem superficial e de protecção superficial, de modo a reduzir a infiltração da água no terreno e disciplinar o escoamento superficial, inibindo os processos erosivos.

7- Recomenda-se a utilização de muros de gabiões que são muros de suporte de comportamento flexível e que permitem a drenagem eficiente e que poderão servir de retenção a movimentos que têm provocado danos significativos e vítimas humanas.

8 - A Administração Municipal, em conjunto com o governo da província e nacional deve efectuar o cadastramento das áreas de riscos e de perigosidade elevada com fim de preparar políticas de planeamento físico e ordenamento do território capazes de contribuir para o desenvolvimento urbano sustentado. É de considerar que as áreas em que os riscos associados aos deslizamentos são elevados e deve ter um tratamento geotécnico especial.

9 - Por fim, para além das recomendações relacionadas com os movimentos nos taludes é de mencionar que existem habitações na área de estudo, que se localizam em cursos de água, que se encontram temporariamente secos, esta situação deverá ser evitada no futuro, de modo a não causar consequências desastrosas.

No entanto deve-se elevar o nível de monitorização na área sujeita a evolução das situações de instabilidade, podendo efectuar-se intervenções se estas se verificarem e tenham possibilidades de atingir os veículos que circulam na via de comunicação rodoviária e causar vítimas humanas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho vem no âmbito de caracterização das instabilidades que ocorre na área da Baía do Santo António, e não só, em toda área circundante, para análise, previsão e a correcção dos movimentos dos terrenos, isto requer conhecimento da forma e dimensões dos fenómenos de instabilidade, bem como a compreensão dos diferentes tipos de movimentos, já que a queda de blocos, o desmoronamento e o deslizamento de solo pode colocar em risco os utilizador daquela via de comunicação. É uma zona que nunca houve trabalhos de prevenção ou estabilização dos respectivos taludes, de modo a evitar situações desastrosas de instabilidade que perigam a vida humana, já que os taludes estudados na maioria dos casos são íngreme e com inclinação de aproximadamente de 90° graus e não garante segurança aos utentes que circulam a mesma via e nem as populações que ali vivem, principalmente na época chuvosa.

Durante o trabalho de campo observou-se situações eminentes de instabilidades em alguns taludes que são condicionados pela litologia da área e as suas características estruturais. O tipo de rocha define a permeabilização e, portanto, o tipo de drenagem e textura, além da resistência ao intemperismo. A presença de fracturas (importantes pontos de descontinuidade e menor resistência, constituindo-se em caminhos preferenciais à erosão e movimentos de massa. Muitas destas continuidades são formadas pelo alívio de pressão, encontrando-se intemperizadas, o que causa movimento das instabilidades.

A litologia, a estrutura, a presença de diáclases, as descontinuidades do talude. A litologia assume um papel importante, pois o tipo de mecanismo de movimentos de instabilidade, varia de acordo com a litologia.

A província de Benguela onde se insere a área de estudo apresenta características geomorfológicas próprias de uma região que se encontra próximo do litoral, com grande diversidade das unidades geológicas que ali afloram, incluindo assim as rochas sedimentares, metamórficas e magmáticas. O relevo é pouco elevado com depressões aluvionares e costeiras, separadas por arribas de erosão não muito elevadas. Benguela pertence a terrenos sedimentares do Cenozóico da bacia sedimentar de Benguela, mas também à periferia do soco metamórfico do grande cratão africano, sulco por múltiplas intrusões magmáticas, nesta região formaram se baixas costeiras em que os terrenos são aplanados e apresentam cotas de apenas alguns metros acima do nível do mar e cujos processos de sedimentação são de idade plistocénica superior e holocénica.

A área estudada encontra-se ocupada de forma desordenada, não existindo um plano de ordenamento do território nem se verifica a implementação de medidas concretas, capazes de

mitigar as situações que tem ocorrido de danos em infra-estruturas e perdas de vidas humanas.

Verificou-se que grandes partes das situações de movimentos nos taludes são condicionadas pelo sistema morfológico, litológico, estrutural, regime climático e coberto vegetal. Para além da perigosidade relacionada com aspectos naturais verificou-se que a acção antrópica é um factor de instabilidade significativo na área estudada, viu se também alguns condicionantes como: o clima árido influenciado pela corrente fria de Benguela em que os períodos de precipitação são curtos e intensos.

Deve se despertar as autoridades da Província e do Município sobre a importância em realizar um trabalho profundo e científico para que os munícipes tomem consciência das ocorrências das instabilidades na área estudo e não só para a contribuição no ordenamento territorial.

A Administração Municipal, em conjunto com o governo da província e nacional deve efectuar o cadastramento das áreas de riscos e de perigosidade elevada com fim de preparar políticas de planeamento físico e ordenamento do território capazes de contribuir para o desenvolvimento urbano sustentado. É de considerar que as áreas em que os riscos associados aos deslizamentos são elevados e deve ter um tratamento geotécnico especial.

Por fim, para além das recomendações relacionadas com os movimentos nos taludes é de mencionar que existem habitações na área de estudo, que se localizam em cursos de água, que se encontram temporariamente secos, esta situação deverá ser evitada no futuro, de modo a não causar consequências desastrosas.

No entanto deve-se elevar o nível de monitorização na área sujeita a evolução das situações de instabilidade, podendo efectuar-se intervenções se estas se verificarem e tenham possibilidades de atingir os veículos que circulam na via de comunicação rodoviária e causar vítimas humanas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administração Municipal de Benguela, A.M.B. (2003) - Monografia do Município de Benguela. p.p. 1-9.

Ahrendt, A. (2005) - Movimento de massa gravitacional- proposta de um sistema de previsão: Aplicação na área urbana de campo de jordão- SP, p.p. 2-89.

Andrade, P.G.C.S. (2008) – Classificação de movimentos em taludes naturais e de escavação. Departamento de Ciências da Terra, FCTUC, Coimbra.

Andrade, P.S. (2011) – Diapositivos da disciplina de Análise e Gestão de Riscos Naturais. (curso de geologia do ultramar). Departamento de Ciências da Terra da FCT da Universidade de Coimbra.

Antunes, M.T. (1970) – Paleontologia de Angola. Junta de investigação do Ultramar, (curso de geologia do ultramar). p.p. 129-137.

Augusto Filho, O. & Virgili, J.C. (1998) – Estabilidade de taludes In: Oliveira, A.M.S. Brito, S.N.A. (Eds.). Geologia de Engenharia: ABGE.

Ayala-Cacerdo, F; Posse, F. J. A; Marques, M. F; Gijon, M.F; Gil, A. S; Llana, I. F; Marañon, C. O; Puyuelo, J. G; Quijano, J. S. & Ruiz-Morote, F. J. C. (1987) – Manual de taludes. Instituto Geologico y Minero de España. Serie Geotecnia.

Bastos, M.J.N. (1999) – A estabilidade estrutural na segurança de pedreiras a céu aberto – Maciços terrosos. Comunicações Técnicas. Visa consultores. <http://www.visaconsultores.com>, acedido em Julho de 2012.

Brum, F.A. (2002) - Variabilidade Climática e Dinâmica Geomorfológica. Contribuições para a Dinâmica Geomorfológica. p p. 10-11.

Buta Neto, A; Tavares, T. S; Quesne, D; Giraud, M; Meister, C; David, B & Morais, M. L. (2006) – Synthèse destravaux ménessurle bassin de Benguela (Sud Angola): implications sédimentologiques et structurales. *Africa Geoscience Review*, 13 (3), p.p. 23-250.

Carreto, A.P. (1989) – Técnicas de estabilização de taludes. Revista da Ordem dos Engenheiros, p.p. 63-75.

Governo-geral de Angola (sem ano) - extracto da carta topográfica de Angola levantamento aerofotogramétrico escala (1/100 000), coordenadas relativas ao sistema de Camacupa UTM Zona 33/ S Datum de Camacupa

Carvalho, B.L.E. (2012) - Caracterização Geológica e Análise da Instabilidade das Arribas, na Orla Costeira entre a Praia da Jomba e o Lobito Velho, Lobito Angola. Universidade de Coimbra. p.p.8-65

Carvalho, G. S. (1961) – Alguns problemas dos terraços quaternárias de litoral de Angola. Bol. Ser. Geol. Minas de Angola, vol. 2, p.p. 5-15.

CARVALHO, H. (1983), Carta geológica de Angola (Esc. 1:1.000.000). Junta de Invest. Cient. Ultramar. Labor. Nac, de Investig. Científ. Tropic, Lisboa.

Choffat, P. (1886) – XIX – Geologia Sobre os terrenos Sedimentares das Províncias de África e considerações sobre a geologia deste Continente. Jornal do Comércio, ano XXXIV, nº 9926, 31 de Dezembro (Lisboa).

Coelho, A.G. (1979) - Análise Cartográfica da Estabilidade de Taludes para o Planeamento Urbano., Geotecnia, Revista da Sociedade Portuguesa Geotecnia, p.p. 75-83.

CONSULT (2007) - Monografia do Municipal de Benguela: KAT 1ª end, Benguela: p.p.1-9.

Cruden, D.M. & Varner, D.J. (1996) – Landslides Types and Research Board, National Research Council, Washington D.C., pp 36-375d Processes. In Special Report 247: Landslides. Investigation and Mitigation. (Turner, A. K. & Schuster R.L. eds) Transporta.

Diniz, A. C. (1998) – Angola, o meio físico e as potencialidades agrárias. (ICP), Lisboa, Portugal. 2ª Edição, p.p. 21-175.

Diniz, A. C. (2006) – Características mesológicas de Angola. IPAD, Lisboa, Portugal. 2ª Edição, p.p. 321-450.

Dyminski, A.S. (2010) – Noções de estabilidade de taludes e contenções. Estabilidade de Taludes. Universidade Federal do Paraná. asdymi@ufpr.br

Dyminski, A.S. (2011) - Estabilidade de Taludes. Aula- 1 Encostas Naturais. UFPR. p.p. 1-26 <http://www.foxitsoftware.com>.

DUVAL, B., CRAMEZ, C. & JACKSON, M.P.A. (1992). Raft Tectonics in the Kwanza Basin, Angola. *Marine Petroleum Geology* 9, 389- 404.

Eisenberger, C. N. (2003) - Estudo do comportamento de um talude Coluvionar Urbano em Santa Cruz do Sul- RS p.p. 2-22.

Elorza, M.G. (2008) - Geomorfologia, Madrid (españa).

Feio, M.(1946) - O relevo de Angola Segundo Jessen. *Boletim da Sociedade de Ciências Geológicas de Portugal*, 2-12.

Feio, M. (1960) – As praias levantadas da região do Lobito e Baía Farta. *Garcia de Orta*, vol.8 (2), p.p. 357-370.

Feio, M. (1964).Evolução da escadaria de aplanações do Sudoeste de Angola. *Garcia de Orta, Revista da Junta de Investigação do Ultramar*, vol.12: 323-354

Ferrer, G. & Mercedes (1987) - Deslizamentos, Desprendimientos, Fluxos y Avalanchas. Instituto Geológico y Minero de España.

Galvão, C. F. & Silva, Z. (1972) – Notícia explicativa da Folha 227-228 Lobito da Carta Geológica de Angola, à escala 1/100000. Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas, 40p.

Gerscovich, D. M. S. (2009) - Estabilidade de Talude. Faculdade de Engenharia. Departamento de estrutura e fundações. pp. 3-52.

Gomes, F.V. (2002) - Dinâmica Litoral. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Contribuições para a Dinâmica Geomorfológica, p.p. 27- 28.

Gonzalez, I. (2006) estabilização de taludes em auto-estradas. Formação de Estabilização de Taludes. LEMO, Oeiras

Governo de Angola MINUA, (2006) - Programa de Investimento Ambiental. (Relatório do Estado Geral do Ambiente em Angola Cap.4).

Governo de Angola, PNOOC (2010) - Plano Nacional de Ordenamento da Orla Costeira p.p. 313- 323.

Grazina, J. M. P. (2011) - O Risco de Ocorrência de Movimentos de Vertente para a via- Férrea, p.p. 1-21.

Guiraud, M.; Neto, A. & Quesne, D. (2010) – Segmentation and differential post-rift uplift at the Angola margin as recorded by the transform – rifted Benguela and oblique-toorthogonal- rifted Kwanza basins. *Marine and Petroleum Geology*, vol. 27, p.p.1040-1068.

Gutierrez, M.; Guérin,C.; Léna, M. & Jesus, M.P. (2001)- Exploitation d ungrand cétacé au Paléolithique ancien: lesite de Dungo V á Baía Farta (Benguela, Angola), p.p. 357-360.

Hgihland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008) - O manual de deslizamento um guia para compreensão de deslizamento. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia, (USGS), p.p. 2-155.

IMGB (2013) Dados do Instituto de Meteorológicos e Geofísico do Aeroporto 17 de Setembro, Benguela.

Mariano Feio (1960) – As praias levantadas da região do Lobito e Baía Farta. Garcia de Orta, vol. 8 (2), p.p. 357-370.

Marques, M. (1966; 1970) - Considerações sobre o Cenozóico de Angola, África. www.ppegeo.iqc.usp.br, Acedido 10/9/2012.

Matos, R. M. D. (1992) – The northeast Brazilian rift system. *Tectonics*, vol. 11 (4), pp. 766-791.

Mattos, K. C. A. (2009) – Processo de instabilidade em Taludes Rodoviários em Solos Residuais Arenosos: Estudo na Rodovia Castelo Branco (SP 280), p,p, 4- 35. Acedido 11/11/2012.

Nery, T. D. (2011) - Avaliação de susceptibilidade a escorregamentos translacionais rasos na bacia da Ultrafértil Serra do mar (SP). Edição revisada 2011, p.p. 1-12.

NETO, M. G. M. (1970). O sedimentar costeiro de Angola. Junta de Investigações do Ultramar, vol. 2, p.p. 213-216.

Neves, M. B. X. H. (1995) – Desmoronamentos e queda de blocos em taludes naturais e de escavação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica.

Oliveira, R. (1983) – Taludes naturais e de escavação. Universidade Nova de Lisboa.

Quesne, D; Neto, A. B; Benard, D; Guiraud, M. (2009) - Distribution of Albian Clastic deposits in the Benguela basin (Angola): Evidence of a Benguela Palaeocurrent? Bull. Soc. Geol. t 180, n° 2, p.p. 117-129.

Saraiva, A. L. A. & Andrade, P.G.C.S. (1999) - Características Geotécnicas em Taludes Xistentos. (Revista da Sociedade Portuguesa de Geotecnia n^a 86).

Saraiva, A. L. A. & Andrade, P. G. C. S. (2003) Evolução Temporal de Taludes Naturais e de Escavação. A geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos. P- 360.

Saraiva, A. A. (1994) – Estabilidade sobre taludes naturais e de escavação. Centro de Geociências da Universidade de Coimbra.

Tabalipa, N. L. & Flori, A. P. (2008) - Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do rio Ligeiro (PR) pp 387.

Tavares, T. (2000) – Amonites de Angola. Sua ocorrência no Mesozóico das bacias sedimentares de Angola: Estratigrafia e Sistemática. Tese de Licenciatura, Universidade Agostinho Neto, Luanda – Angola.

Tavares, T. (2006) – Ammonites et Échinides de l’Albien de Benguela. Systématique, Biostratigraphie, Paléoenvironnement et Paléobiogéographie. Unpublished PhD Thesis, University Bourgogne, France.

Technoexportstrov (1990) – Esquema para o desenvolvimento socioeconómico da província de Benguela. Comissão provincial de Benguela, Gabinete do Plano.

Teixeira, M. (2005) - Movimentos de Vertente. Factores de Ocorrência e Metodologia de Inventariação. APG- Geonovas n° 19, pp. 95 a 106. Geógrafo, mane teixeira@gmail.com

Tominanga, I. K. (2009) - Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir. Instituto Geológico. (Capitulo-2 Escorregamentos), p.p. 27-38.

Torquato, J.R. & Fúlfaro, V.J. (1975) – Considerações sobre Cenozóico de Angola África. (Boletim IG. Instituto de Geociências), p. p 85-93.

Vallejo, L.I.G; Ferrer, M; Ortuño, L. & Oteo, C. (2002) – Ingeniería Geológica. Prentice Hall (Ed.): Madrid.

Varner, D. J.(1978) – Slope Movement Types and Processes. In Special Report 176: Landslides: Analysis and Control (R. L. SCHUSTER and R. J. KRIZEK, eds.), Transportation Research Board, National Research Council, p.p. 11-33.

Zêzere, J. L. (2000) – A classificação dos movimentos de vertente: Tipologia, actividade e morfologia. Centro de Estudos Geográficos, Lisboa,

Zêzere, J. L. (2005) – Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos. Centro de Estudos Geomorfológicos. Relatório nº41. Lisboa, 129p.

ANEXOS

FICHAS DOS TALUDES

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE INSTABILIZAÇÃO				
TaludeN°1				
LOCALIZAÇÃO:Lat-12°36".799-Long-13°20".624(SantoAntónio)				DATA:05/03/2013
ZONA:1(Talude1)				AUTOR:JoséCavela
ALTURADOTALUDE(metros):8m				PONTUAÇÃO:2,4
SITUAÇÃO DOTALUDE EMRELAÇÃO ÀS TRAD	SEPARADO POR DEVERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTE	INCLINAÇÃO:80° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL(metros):3 VEGETAÇÃO:sem vegetação	PONTUAÇÃO:74
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA AVALADRETE	PROFUNDIDADE(metros): LARGURA(metros):	PONTUAÇÃO:
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS(carros/dia):80CO M PRIMENTO DOTALUDE(metros):150m			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO(MRV):5,6%	PONTUAÇÃO:3
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA(km/h):40 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM(metros):40 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE(metros):60			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE(DDV): 30,40%	PONTUAÇÃO:36,3
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS(m): 12				PONTUAÇÃO:2,6
CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA				
ZONA:1(Talude1)			FOTOGRAFIA.	



OBSERVAÇÕES: A zona é caracterizada por um talude de escavação subvertical e com cerca de 8 m.

ZONA:1

CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
	CASO2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:81
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:9
DIÂMETRO DO BLOCO (metros): ou VOLUME DE MATERIAL DESLOCADO (metros cúbicos): 736m ³		PONTUAÇÃO:67	
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA: É caracterizado por precipitações irregulares com temperaturas do ano mais elevadas de 30,5°C e as mais baixas da ordem dos 19,8°C, nos anos de 2008 e 2003. A corrente fria de Benguela influencia no tipo de clima da zona, o que vai fazer com que as precipitações sejam reduzidas em alguns anos.		CONSIDERAÇÕES GERAIS: A zona que é caracterizada por um clima quente e seco, é influenciada pela corrente fria de Benguela; as precipitações são irregulares; as mais intensas aconteceram no ano de 2001 com 916mm, com temperaturas variando entre os 30,5°C no ano mais quente de 2008 e de 19,8°C no ano mais quente de 2003.	
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Segundo observação na área não se observou a presença de água nem humidade no talude. O talude apresenta um material arenoso e de cor castanha na separação do material erodido e o original e também nas descontinuidades, bem como a lixiviação do material que preenche algumas das fracturas.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: Na área em estudo não existe vegetação, o que favorece a abertura do talude e a erosão diferencial, devido ao salpíco e a quantidade de água que escorre sobre o talude. PONTUAÇÃO:3			

Instabilidade de Taludes na Área da Baía de Santo António – Benguela (Angola)

MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTEÇÃO: Não existem medidas de estabilização e/ou proteção na talude desta zona.	
PONTUAÇÃO: 81	
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTO SEQUEDADE BLOCOS: Não existem registos documentais de manutenção ou de ocorrências de quedas de blocos nem de solona estrada em estudo.	
PONTUAÇÃO: 9	
PONTUAÇÃO TOTAL: 377,3	PERCENTAGEM: 37,7%

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE INSTABILIZAÇÃO				
TALUDE Nº 2				
LOCALIZAÇÃO: Lat - 12°36' - 822 Long - 13°20' - 528 (Santo António)			DATA: 05/03/20	
ZONA: 2 (Talude 2)			AUTOR: J.	
ALTURA DO TALUDE (metros): 10m				PONTUAÇÃO
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO OU DEPÓSITO OU DEVERTENTE	RETENÇÃO OU DEPÓSITO OU DEVERTENTE	INCLINAÇÃO: 70° SEPARAÇÃO HORIZONTAL (metros): VEGETAÇÃO: sem vegetação	PONTUAÇÃO: 64,8
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALADERE TE	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO:
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 80 COMPRI- MENTO DO TALUDE (metros): 36m			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 2,5% PONTUAÇÃO: 3	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 40 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 40 DISTÂNCIA AMÉDIDA DE VISIBILIDADE (metros): 60			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 30,4% PONTUAÇÃO: 30,3	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (metros): 7			PONTUAÇÃO: 1,5	
CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA				




ZONA: 1			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO: 3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO: 3
	CASO2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO: 81
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO: 9
DIÂMETRO DO BLOCO (metros): ou VOLUME DE MATERIAL DESLOCADO (metros cúbicos):		PONTUAÇÃO:	
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA: é caracterizado por precipitação irregular no verão; as máximas chegam a 916,8 mm no ano de 2001; as temperaturas chegam a 30,5°C, a máxima, e a mínima 19,8°C no verão quente e húmido e um inverno frio e seco.		CONSIDERAÇÕES GERAIS: A área em estudo é caracterizada por um clima quente e seco, com precipitação máxima que são de 916,8 mm. O clima é influenciado pela corrente fria de Benguela. A temperatura chega a atingir 30,5°C, a máxima, e a mínima 19,8°C. O verão é húmido e o inverno frio.	
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Não se observam emergências de água nem humidade no talude. O talude apresenta materiais branquiçados nas mediações das descontinuidades, indicadores da percolação da água resultante de intensas precipitações, bem como a lixiviação de material que preenche algumas das fracturas.			
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: Na área de estudo não existe vegetação, o que pode favorecer a existência no talude de erosão diferencial, devido ao salpicose à quantidade de água que escorre sobre o talude.		PONTUAÇÃO: 3	
MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTECÇÃO: Não existem medidas de estabilização e/ou protecção no talude desta zona.		PONTUAÇÃO: 81	

Instabilidade de Taludes na Área da Baía de Santo António – Benguela (Angola)

HISTÓRIADEDESMORONAMENTOSEQUEDADEBLOCOS:	
Nãooexistemregistosdocumentaisdemanutenção.Massegundotrabalhosdecamporealizado provamqueazonaéfortementeassol adopelaerosãodiferencial,deslizamento,quedasdeblocos,estematerialchegaatéaestrada,porestarpróximodeduaslinhadeágua, equenaépocadaschuvasprovocagrandeinstabilidadenazona.	
PONTUAÇÃO:9	
PONTUAÇÃO TOTAL:294,6	PERCENTAGEM:29,46%


FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE INSTABILIZAÇÃO				
TALUDE Nº3				
LOCALIZAÇÃO: Lat -12°36"-828 Long -13°20"-486 (Santo António)				DATA: 05/03/20
ZONA: 3(Talude1)				AUTOR: J.
ALTURA DOTALUDE(metros): 12m				PONTUAÇÃO: 3,6
SITUAÇÃO DOTALUDEEM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DEVERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DEVERTENTE	INCLINAÇÃO: 90° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL(metros): VEGETAÇÃO: sem vegetação	PONTUAÇÃO: 83,3
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALADERE RETENÇÃO	PROFUNDIDADE(metros): LARGURA(metros):	PONTUAÇÃO:
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS(carros/dia): 80			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PAR A UM VEÍCULO(MRV): 10,7	
MENTO DOTALUDE(metros): 465m			PONTUAÇÃO: 3	

<p>VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 40</p> <p>DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 40</p> <p>DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (metros):</p> <p>Total visibilidade</p>	<p>PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 40%</p> <p>PONTUAÇÃO: 33,3%</p>
<p>LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (metros): 9m</p>	<p>PONTUAÇÃO: 7,3</p>
<p>CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA</p>	
<p>ZONA: 3 (Talude 3-1)</p>	<p>FOTOGRAFIA.</p>
	

Instabilidade de Taludes na Área da Baía de Santo António – Benguela (Angola)

ZONA:1			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO:3
	CASO2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO:81
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO:9
DIÂMETRO DO BLOCO (metros): ou VOLUME DE MATERIAL DESLOCADO (metros cúbicos): 288m ³		PONTUAÇÃO:54	
<p>CARACTERÍSTICAS DO CLIMA. É caracterizado por precipitações irregulares que no verão ano de 2001 chegaram 916,8 mm; a temperatura ambiente atingiu máximos de 30,5°C e mínimos de 19,8°C nos anos de 2008 e 2003.</p>		<p>CONSIDERAÇÕES GERAIS: A área em estudo é caracterizada por um clima quente e seco, com precipitação máxima no ano de 2001 de 916,8 mm com temperatura ambiente máxima no ano de 2008 de 30,5°C e mínima chegou aos 19,8°C no ano de 2003.</p>	
<p>PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Não se observam exurgências de água nem humidade no talude. O talude apresenta um material acastanhado, amarelado e esbranquiçado nas imediações das descontinuidades, indicador da percolação da água resultante de intensas precipitações, bem como a lixiviação do material que preenche algumas das aberturas que se apresentam no talude.</p>		PONTUAÇÃO:3	
<p>CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: Na área de estudo não existe vegetação que favoreça a abertura do talude e erosão diferencial, devido ao salpicoso e a quantidade de água que escorre sobre o talude.</p>			
		PONTUAÇÃO:3	
<p>MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO E/OU PROTEÇÃO: Não existem medidas de estabilização e/ou proteção no talude desta zona.</p>			
		PONTUAÇÃO:81	
<p>HISTÓRIA DE DESMORONAMENTO E SEQUEDA DE BLOCOS: Não existem registos documentais de manutenção. Mas segundo trabalhos de campo realizados provam que a zona é fortemente afetada pela erosão diferencial, deslizamento, queda de blocos e desprendimento, este material é transportado pela água para as tradana época chuvosa. É desalientar que a zona é atravessada por linhas de água que ajudam na estabilização da zona.</p>			
		PONTUAÇÃO:9	
PONTUAÇÃO TOTAL: 376,5		PERCENTAGEM: 37.65%	

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE INSTABILIZAÇÃO				
TALUDE Nº4				
LOCALIZAÇÃO: Lat - 12°36' - 860 Long - 13°19' - 971 (Santo António)				DATA: 05/03/2013
ZONA: 4 (Talude 4) Santo António				AUTOR: José Cavela
ALTURA DO TALUDE (metros): 15m				PONTUAÇÃO: 5
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO À ESTRADA	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTELENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTELENTE	INCLINAÇÃO: 90° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): VEGETAÇÃO: sem vegetação	PONTUAÇÃO: 97,2
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA VALADERE ENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros): 200m	PONTUAÇÃO:
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 80 COMPRIMENTO DO TALUDE (metros): 200			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 13,8% PONTUAÇÃO: 3	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 40 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 80 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (metros): Total visibilidade			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 40% PONTUAÇÃO: 44,3	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (m): 14m			PONTUAÇÃO: 4,1	

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA			
ZONA: 4(Talude4)		FOTOGRAFIA.	
			
ZONA: 4			
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS	CASO1	DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO: 3
		ATRITO DESCONTINUIDADES	PONTUAÇÃO: 3
	CASO2	EROSÃO DIFERENCIAL	PONTUAÇÃO: 81
		DIFERENÇA EM PROPORÇÃO DOS NÍVEIS ERODIDOS	PONTUAÇÃO: 9
DIÂMETRO DO BLOCO (metros): ou VOLUME DE MATERIAL DESLOCADO (metros cúbicos):		PONTUAÇÃO: 27	
CARACTERÍSTICAS DO CLIMA: é caracterizado por precipitações irregulares que no verão chegam a atingir os 916,8 mm no ano de 2001, as temperaturas oscilam no seguinte: no ano mais quente chegam aos 30,5°C no ano menos		CONSIDERAÇÕES GERAIS: A área em estudo que é na faixa litoral, quanto ao comportamento climático está combatente a humidade, e com precipitações médias localizadas na zona a qual predomina o clima tropical, quente apresentando o tipo quente e seco, que é influenciado pela corrente fria de Benguela.	
PRESENÇA DE ÁGUA NO TALUDE: Não se observam exurgências de água nem humidade no talude. O talude apresenta materiais branquiçados nas mediações das descontinuidades, indicadores da percolação da água resultante das precipitações, bem como a lixiviação do material que preenche algumas das aberturas que se		PONTUAÇÃO: 3	
apresentam no talude.		PONTUAÇÃO: 3	
CARACTERÍSTICAS DA VEGETAÇÃO: Na área em estudo não existe vegetação que favoreça a abertura e surgimento de linhas de água no talude e erosão diferencial devido ao salpicoso a quantidade de água que escorre sobre o talude.		PONTUAÇÃO: 3	

Instabilidade de Taludes na Área da Baía de Santo António – Benguela (Angola)

MEDIDAS EXISTENTES DE ESTABILIZAÇÃO/ Não existem medidas de estabilização/ou protecção	OU PROTECÇÃO: nota lude desta zona.
PONTUAÇÃO: 81	
HISTÓRIA DE DESMORONAMENTO E SEQUEDA DE BLOCOS: Não existem registos documentais de manutenção. Mas recolheu-se informações orais de autoridades tradicionais de eventos que ocorreram há 3 décadas de basculamento que dizimou um certo número de pessoas que faziam o trabalho de feirantes nas mediações do talude em estudo. Estes registos ficaram marcados no coração dos moradores da área. Os deslizamentos são constantes quer na época chuvosa, quer na seca.	
PONTUAÇÃO: 9	
PONTUAÇÃO TOTAL: 345,6	PERCENTAGEM: 34,56%

FICHA DE AVALIAÇÃO DO RISCO DE INSTABILIZAÇÃO				
TALUDE Nº5				
LOCALIZAÇÃO: Lat - 12°36"-837 Long - 13°19"-787 (Santo António)			DATA: 05/03/2013	
ZONA: 5 (Talude 5)			AUTOR: José Cavela	
ALTURA DO TALUDE (metros): 15m				PONTUAÇÃO: 5
SITUAÇÃO DO TALUDE EM RELAÇÃO ÀS TRAD	SEPARADO POR DEPÓSITO DE VERTENTE	RETENÇÃO PELO DEPÓSITO DE VERTENTE	INCLINAÇÃO: 90° SEPARAÇÃO NA HORIZONTAL (metros): 2m VEGETAÇÃO: vegetação moderada	PONTUAÇÃO: 97,2
	ADJACENTE À ESTRADA	EFICÁCIA DA AVALADERE TENÇÃO	PROFUNDIDADE (metros): LARGURA (metros):	PONTUAÇÃO:
MÉDIA DIÁRIA DE VEÍCULOS (carros/dia): 800 M PRIMEIRO DO TALUDE (metros): 250			PERCENTAGEM MÉDIA DE RISCO PARA UM VEÍCULO (MRV): 17,3% PONTUAÇÃO: 3	
VELOCIDADE MÁXIMA SINALIZADA NA ZONA (km/h): 40 DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARAGEM (metros): 60m DISTÂNCIA MEDIDA DE VISIBILIDADE (metros): Total visibilidade			PERCENTAGEM DE DECISÃO DA DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE (DDV): 40% PONTUAÇÃO: 33,3	
LARGURA DA ESTRADA - INCLUINDO AS BERMAS (metros): 12m			PONTUAÇÃO: 2,7	
CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA				
ZONA: 1 (Talude 5)			FOTOGRAFIA.	
