

**Pensamento**

“Quem busca a sabedoria participa na festa da vida ”

**Sócrates**

**DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais André Cavela e Luzia Jamba, que desde muito cedo se preocuparam com os meus estudos para que eu fosse alguém nesta vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pela vida e saúde que ele, me proporcionou e também por estar sempre presente durante a trajectória da minha formação e realização deste trabalho.

Agradeço imenso aos Professores Doutor António Saraiva pela amabilidade e sapiência que teve em aceitar orientar o presente trabalho, e prestar o grande contributo em todo conhecimento científico, nas diversas áreas da geologia.

Endereço os meus agradecimentos a todos os meus professores que tiveram a paciência de me suportar desde o ensino primário até ao ensino superior que ajudaram a limar as arestas durante a minha formação.

Quero agradecer de modo profundo a todos os Professores do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, em particular aos envolvidos no Mestrado leccionado em Lubango (Angola), pelo grande esforço de nos manter informados e actualizados com os conteúdos necessários para que fosse possível o presente Mestrado, este constitui uma grande valia para Angola, visto que o país necessita de quadros capacitados na área de Ordenamento de Território para um melhor desenvolvimento.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais: André Cavela e Luzia Jamba que desde muito cedo preocuparam-se com a minha formação. Os sinceros agradecimentos estendem-se aos meus irmãos, por me terem apoiado incondicionalmente, e em especial minha esposa e as minhas filhas: Linda Elvira, (Filhas: Vanilde e Vireze, a Rosângela), em compreender as minhas constantes ausências de casa, para esta causa nobre.

Agradeço também aos colegas que me apoiaram de forma directa ou indirecta contribuíram para a concretização desta dissertação: Wladimir Estêvão, Samuel, Saque, Lemos, Josias, Elizabeth, Rufino, Didi; especialmente Bértolo de Carvalho, João Cavita, ambos não pouparam esforço no encorajamento, dedicação, compreensão, disponibilidade e incentivo que me concederam no decorrer desta dissertação.

Aos meus amigos Sami, Hélder, Moura, Catanha, Artur, e outros que directamente ou indirectamente contribuíram para esta dissertação.

Finalmente, agradeço os meus colegas do trabalho: Clemente, Daniel, Isabel, Branco, Mia, Espírito Santo, Luzia, Julhana, Matumona e outros que, directa ou indirectamente, ajudaram moral e espiritualmente para o êxito deste trabalho.

À direcção Provincial da Educação, Ciências e Tecnologia de Benguela, pela compreensão deste propósito.

À Direcção da Escola nº 14 Benguela, na pessoa da Dr. Odília Octávio pela compreensão e encorajamento para que esta dissertação tivesse uma realização cheia de êxitos.

À administração Municipal de Benguela, pelo apoio prestado nos fornecidos de dados durante as consultas bibliográficas.

Ao Instituto de Meteorologia e Geofísica de Benguela na facilidade do fornecimento de informações Climatológicas.

Às autoridades tradicionais residentes na área de estudo que prestaram um grande apoio na prestação de informações importantes sobre o tema em estudo.

Os agradecimentos estendem-se ainda a todos que prestaram informações credíveis e precisas sobre a área de estudo, e à autoridade tradicional (a Soba) em nos permitir fazer o trabalho de campo na sua área de jurisdição.

Não deixo de agradecer à direcção do Instituto Superior Politécnico Maravilha-Benguela, na pessoa da Dr. Alba e a Dr. Helena, por aceitarem a minha deslocação para o efeito.

**“José Cavela”**

## RESUMO

Esta dissertação apresenta o estudo de um conjunto de taludes urbanos instáveis nas imediações da cidade de Benguela e localizados na zona da Baía do Santo António, onde a via de comunicação e algumas residências são afectadas pelos movimentos.

O presente trabalho, baseou-se fundamental em observações sistemática de campo, procurou-se como primeira abordagem alguns processos naturais e antrópicos que configuram nas situações de instabilidade de talude, chamando assim atenção sociedade, as autoridades quer Nacional e Provincial na importância para a necessidade de inclusão do estudo destes processos nas políticas de ordenamento do território à escala local.

Durante períodos chuvosos, esta zona se enquadra nas áreas susceptíveis de risco de escorregamento. Este talude representativo da maioria dos taludes presentes na área foi escolhido para a execução de um estudo de caracterização e análise de sua estabilidade. Foi observado que, as acções antrópicas, associadas às características geológicas desfavoráveis dos terrenos, são as principais causas dos escorregamentos. O terreno caracteriza-se por encostas bem inclinadas, constituídas por um tipo de litologia como argilas, calcários, gesso, margas e padrões de estratificação, aberturas e escarpas, são elementos predisponentes à instabilidade, reconhece-se na área vários tipos de processos: deslizamento rotacional, deslizamento transnacional, queda de blocos, desnivelamento do talude por erosão diferencial, basculamento ou “toppling”, desabamento e fluxo.

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

O trabalho efectuado é constituído por seis capítulos:

No capítulo I apresenta-se uma introdução ao trabalho, descreve-se o enquadramento geográfico e definem-se a tipologia urbana, a acção antrópica na área urbana de Benguela, descrevendo-se ainda os objectivos gerais e específicos que constituíram a linha condutora da investigação;

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

No capítulo III estabelecem-se considerações sobre a instabilidade de taludes e vertentes;

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

No capítulo V faz-se o estudo de instabilidade e análise dos movimentos de taludes e vertentes;

No capítulo VI 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.

**Palavras-chave:** Instabilidade de talude, Ordenamento do território, Susceptibilidade, Deslizamento.

## **Abstract**

This dissertation presents the study of an unstable urban land in Bengali's city, located in the zone of Santo Antonio's stall, where the communication system and some residences are affected by movements.

This work was based fundamentally in systematic observations of the field. It was sought as the first approach of some natural and anthropic processes that configure in the situations of the land instabilities, calling the society, local and national authorities attention as granted to the inclusion of the study of these processes in the policy of tidying the territory on into the local scale.

During the rainy periods, this zone is framed as the risk one. This representative land of the most lands in the area was chosen as an object of study aimed to characterize and analyze its stability. It was observed that the anthropic actions related to the geological characteristics of the lands are the principal causes of the sliding. The land is characterized by hillsides which are constituted by lithology kinds such as: clay, limestone, plaster and stratification partners, openings and scarps which in turn are devoted as the causes for the instabilities. It is recognized in the area of several types of processes such as: sliding rotational, sliding translational, falls and blocks for inclination of the land for erosion, toppling, tumbling and flow.

The identification and the characterization of the instabilities will give place the mitigation, prevention and control and that will provide a great contribution to a better planning and controlling as well as to motivate the investments in the tourist area in order to promote the socioeconomic development of the studied area. The elaboration of the cartography of the lands instabilities or slops should have into account the following aspects: lithology, breaking, the geomorphological processes, and the existence of superficial formations, the slop, the hydrographical net, the instabilities and the presence of the methods of the stabilization.

This research paper is divided into six chapters. The first one is about the introduction of the work itself. In here the geographical framing and the urban typology are described; the geographical risks and the anthropic actions are defined on into Benguela's area; still in this chapter, the specifics and general aims for this research paper are described;

In chapter two we take a look at physical, geomorphological and geological characteristics of the study area;

Chapter three deals with some valuable considerations about the lands and slops;

As to chapter 4, we talk about the methodological instruments used for conducting the research paper ongoing;

In chapter 5 we look at studying the instabilities and analyze of the lands movements and slops;

This chapter, namely the sixth, deals with the conclusions and recommendations of the developed study.

However, these works provides a valuable contribution for the best planning of the territory in the urban area of Benguela and minimize the environmental and human worries related to the problems of instabilities and slops.

Apart from analyzing the stabilities of the lands, some preventive measures are taking ahead in order to verify the increase of safety's communication for the studied lands and as a consequence the decrease of the risks situation for the users of the highway. With the development of the area and of Angola in general there is a need of remodeling the roads to avoid accidents related with collapses, sliding and fall of blocks.

**Key words:** instability of the land, Territory planning, susceptibility and sliding.



<b>INDICE</b>	<b>Página</b>
Pensamento	i
Dedicatória	ii
Agradecimento	iii
Resumo	iv
Abstract	v
1.Introdução	1
1.1.Objectivos do trabalho	3
1.1.2.Objectvos específicos	4
1.2.Estrutura do trabalho	4
1.3.ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO, CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO E ACÇÃO HUMANA	5
1.3.1.Localização da área.	5
1.3.2.Enquadramento demográfico, económico e social da área em estudo.	7
1.3.3.Descrição da acção humana da área estudada.	10
2. Caracterização física e geográfica da área em estudo.	12
2.1.Clima.	12
2.2.Enquadramento geológico e geomorfológico.	16
2.2.1.Geomorfologia.	16
2.2.2.Geologia e litologia regional	19
3.SITUAÇÕES DE INSTABILIDADE DE TALUDES	23
3.1.Classificação dos tipos de instabilidades de taludes	23
3.1.1.DESMORONAMENTOS	25
3.1.2.Basculamentos ou Toppling	27
3.1.3.Deslizamentos	29
	ix

3.1.3.1.Deslizamento rotacional	30
3.1.3.2.Deslizamentos translacionais	32
3.1.4.Movimentos complexos.	33
3.1.5.Extensões laterais	33
3.1.6.Avalanche	34
3.1.7.Escoamento ou Fluxos	35
3.1.8.Fluxos de detritos	35
3.1.5.9.Fluxo de Terra.	36
3.2.Factores associado aos processos da instabilidade de taludes	37
3.3.Medidas de mitigação, preventivas e correctiva de estabilização.	38
3.3.1.Alterar a geometria do talude.	38
3.3.2 Redes metálicas	39
3.3.3.Retaludamento.	40
3.3.4.Ancoragem e Pregagens.	40
3.3.5.Gabiões.	40
3.3.6.Obras de drenagem	41
3.3.7.Utilização de vegetação	42
4.CONSIDERAÇÕES SOBRE A METODOLOGIA DE ANÁLISE NO ESTUDO DA INSTABILIDADES DE TALUDES	43
5.ESTUDO DA INSTABILIDADE DE TALUDE NA ÁREA DA BAIÁ DO SANTO ANTÓNIO- BENGUELA.	46
5.1.Considerações sobre a análise dos taludes e medidas de mitigação, Prevenção e correcção da instabilização	58
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	63

## INDICE DE FIGURAS Página

Figura 1.1 - Extracto da carta de Angola 1/100 000 localizando á área de trabalho.	6
Figura 1.2 - Localização da área de estudo imagem retirada a partir do Google Earth.	7
Figura 2.1 - Gráfico que ilustra as temperaturas máximas.	14
Figura 2.2 - Gráfico do comportamento pluviométrico.	15
Figura 2.3 - Variação da humidade relativa para Benguela.	15
Figura 2.4 - Gráfico que ilustra a direcção e força dos ventos (km/h).	16
Figura 2.5 - Extracto da carta topográfica de Angola (1/100 000), folha n°251.	19
Figura 2.6 - Localização Geográfica da bacia de Benguela (Quesneet <i>al.</i> , 2009).	20
Figura 2.7- Esboço geológica do onshore de Benguela (extraído de Guiraud <i>et al.</i> , 2010)	21
Figura 3.1 - (a, b, c e d) Desmoronamentos (Ayala et al 1987).	26
Figura 3.2 - Basculamento em maciço rochoso.	28
Figura 3.3 - Instabilidade de talude, deslizamento de solo.	30
Figura 3.4 - Esquema de um deslizamento rotacional.	31
Figura 3.5 - Esquema de um deslizamento rotacional.	31
Figura 3.6 - Imagem que ilustra um deslizamento rotacional de La Conchita, Califórnia, Estados Unidos da América.	32
Figura 3.7 - Esquema de um deslizamento em cunha.	33
Figura 3.8 - Extensões laterais.	34
Figura 3.9 - Esquema representativo de uma avalanche de solo.	34
Figura 3.10 - Ilustração de fluxo de detritos.	35
Figura 3.3.1- Redes de captura de cabos e malha de arame que impede todo o material proveniente da encosta (Inghland & Bobrowsky, 2008)	39
Figura 3.3.2 Imagem que ilustra o muro de gabiões (retido em Andrade, 2011)	41
Figura 4.1 - Metodologia de estudo de instabilidade na área da Baía do Santo António.	43
Figura 5.1 - Localização dos taludes (imagem retirada a partir do Google Maps).	46
Figura 5.1 – Primeiro talude a ilustrar os problemas de instabilidade.	48
Figura 5.2 – Os tipos de instabilidade presente na área de estudo.	49
Figura 5.3 – Instabilidade presente no talude.	50
Figura 5.4 – Ilustração das linhas de água e as características do material.	51
Figura 5.5 – Instabilidade de talude descontinuidade, escarpa, diáclase.	52
Figura 5.6 – Instabilidade mais frequentes, erosão intensa e acção antrópica.	53
Figura 5.7 – Imagem ilustrativa da instabilidade da área.	54

Figura 5.8 - Ilustração da instabilidade na área de estudo.	55
Figura 5.9 – Instabilização de uma residência.	56
Figura 5.10 – Tipos de instabilidade presente na área de estudo.	57
Figura 5.12 – Ilustração da instabilidade eminente com ravinamento na base do talude erosão intensa e desprendimento e a acção antrópica	59

**INDICE DE TABELAS**

**Página**

Tabela 2.1 - Dados Meteorológicos da Província de Benguela	14
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).	25