



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC  
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ  
ENGENHARIA CIVIL**

**MOISÉS DE SOUSA SETTA**

**ANÁLISE HISTÓRICA DOS DESLIZAMENTOS DE TERRA NA CIDADE DE UBÁ MG**

**UBÁ/MG**

**2014**

**MOISÉS DE SOUSA SETTA**

**ANÁLISE HISTÓRICA DOS DESLIZAMENTOS DE TERRA NA CIDADE DE UBÁ MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Israel Iasbik

**UBÁ/MG**

**2014**

# ANÁLISE HISTÓRICA DOS DESLIZAMENTOS DE TERRA NA CIDADE DE UBÁ MG

## RESUMO

Obras de terra como cortes verticais, aterros e contenções, muitas vezes são essenciais para implantação de habitações e empreendimentos de todos os tipos. As cidades brasileiras cresceram sem um planejamento e acompanhamento adequado de profissionais como engenheiros e urbanistas, acarretando vários problemas, um deles, os deslizamentos ou escorregamentos de terras, que geram graves danos à população e ao meio ambiente. Assim, é apresentado, uma análise histórica dos movimentos de terra mais recentes no município de Ubá MG, localizado na Zona da Mata Mineira. O estudo é baseado em dados obtidos nos órgãos de defesa social do Estado, Corpo de Bombeiros Militar e Polícia Militar, através dos quais, foi possível relacionar as principais causas aparentes dos deslizamentos e confecção de um mapa de risco atualizado, com o objetivo de servir de apoio aos demais profissionais e órgãos ligados à área de defesa social e defesa civil da região. Assim, foi observada a necessidade de políticas voltadas para preservação e planejamento futuro da cidade.

**Palavras-chave:** Escorregamentos de Terra. Taludes. Causas Antrópicas.

## **ANALYSIS OF HISTORICAL MUDSLIDES IN UBA MG CITY**

### **ABSTRACT**

Earthworks and vertical cuts, embankments and retaining walls are often essential for deployment of houses and businesses of all types. Brazilian cities grew without proper planning or assistance of professionals such as engineers and planners, resulting in several problems, one of them slips and landslides, which cause serious damage to people and to the environment. Thus, it's presented a historical analysis of the recent movements of land in the municipality of Uba, MG, located in the Zona da Mata Mineira. The study is based on data obtained from the organs of social defense of the State, Fire Station and Military Police, through which made it possible to relate the apparent main causes of the earth slips, and to create an updated risk map, with the goal to provide support to other professionals and agencies related to the field of social defense and civil defense of the region. Thus, we observed the need for further policies for preservation and future city planning.

**Keywords:** Landslides. Embankments. Anthropogenic Causes.

## 1 INTRODUÇÃO

A superfície da Terra vem sendo constantemente modificada por ações geológicas, climatológicas, biológicas e antrópicas. Algumas dessas interações necessitam de milhares de anos para serem observadas, mas outras, como o caso das antrópicas, são observadas em períodos curtos de tempo.

A ocupação humana das cidades é um processo acelerado e irreversível denominado urbanização. No Brasil, em meados do século XX, por falta de normas, diretrizes e um planejamento urbano adequado, esse processo se agravou originando uma urbanização desordenada nas cidades por todo o país.

Devido à questões econômicas e à falta de infraestrutura nos municípios brasileiros, as populações migram para áreas próximas aos centros, ocupando regiões periféricas e desvalorizadas como morros, encostas e aterros.

Ocupações urbanas em encostas foram bastante comuns na Europa na Idade Média. Nesse período, a busca de sítios de implantação que propiciassem segurança, do ponto de vista militar, valorizava, dentre outros, os topos de colinas ou de montanhas. A partir desses locais estratégicos, a defesa era facilitada, a visão de eventuais movimentos inimigos era completa e o acesso ficava dificultado aos invasores. Desde o período colonial, o Brasil apresenta também inúmeras ocupações urbanas em encosta. Herança da Idade Média e da tradição da escolha de sítios elevados para implantação urbana (SILVA, 2006).

A ocupação desordenada dessas áreas, ocasionam graves problemas ambientais, de escorregamento de taludes entre outros, que colocam em risco a vida de grande parte da população.

Exemplo desses riscos de urbanização sem um planejamento adequado, foi o ocorrido na região serrana do Rio de Janeiro no mês de janeiro do ano de 2011, onde a ocorrência de chuvas intensas e sucessivas resultou em incontáveis deslizamentos de encostas, causando mais de 1500 mortes e incalculáveis danos materiais ao estado e aos moradores.

O crescimento dos centros urbanos, ocorre sem um estudo sobre a população futura. Áreas que deveriam ser preservadas, são exploradas colocando em risco toda uma população e o meio ambiente.

Segundo Oliveira (2010), historicamente, os primeiros estudos sobre escorregamento datam de cerca de 2000 anos, na China e no Japão. No Brasil, durante o Império, existem relatos do ano de 1671, sobre deslizamentos nas encostas da cidade de Salvador.

Os prejuízos gerados por estes escorregamentos são enormes, devido ao caráter catastrófico que causam às áreas afetadas, como a destruição de patrimônios públicos e privados.

O objetivo deste trabalho é apresentar, analisando dados recentes do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) e da Polícia Militar de Minas Gerais (PMMG), as principais causas dos deslizamentos ocorridos no município de Ubá MG.

Com essa visão, o presente estudo aborda algumas formas errôneas de ocupação do solo, as características antrópicas que agravam os deslizamentos que afetam a geografia da cidade, fatos que devem ser observados por engenheiros e todos os demais profissionais atuantes na área de Defesa Civil no Município para evitar e minimizar esses deslizamentos.

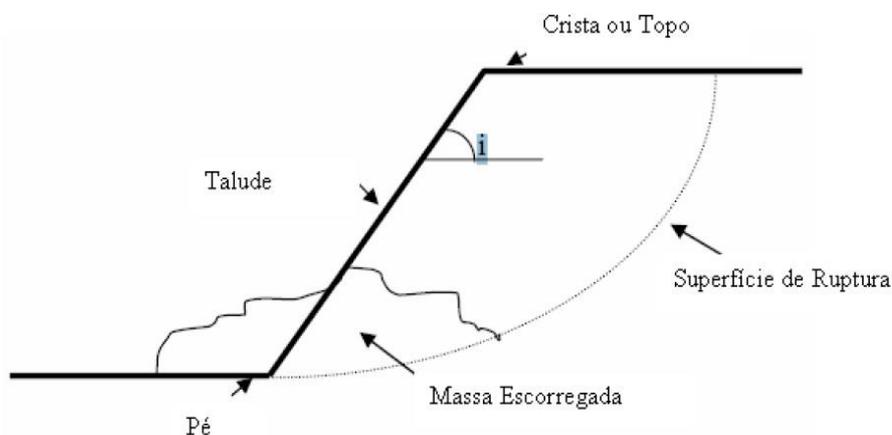
## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Taludes

Sob o nome de *taludes* compreendem-se todas as superfícies inclinadas que limitam um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha. Podem ser naturais, caso das encostas, ou artificiais, como os taludes de cortes e aterros (CAPUTO, 1988). Devido à inclinação, uma componente da gravidade tenderá a mover o solo para baixo, ocorrendo o deslizamento.

Ressalta-se que na análise de taludes naturais ou artificiais prevalece mais a “probabilidade” do que a certeza. E “a Engenharia de Fundações e Obras de Terra não é uma Ciência Exata: riscos são inerentes a toda e qualquer atividade que envolva fenômenos ou materiais da Natureza” NBR 11.682 (ABNT, 2009). O ângulo de um talude natural é o maior ângulo de inclinação para um determinado tipo de solo exposto ao tempo, obtido sem ruptura do equilíbrio do maciço. Conforme Cardoso (2002), nos solos não coesivos, esse ângulo praticamente coincide com o ângulo de atrito interno e nos solos argilosos, devido à elevada coesão, pode ser até mesmo verticalizado. Na estabilidade dos taludes, interferem condicionantes relativos aos tipos de materiais constituintes e aos agentes perturbadores, que podem ser de natureza geológica, antrópica, geotécnica ou condições ambientais. A FIGURA 1 ilustra um talude e a terminologia usualmente empregada.

FIGURA 1 – Conformação de um talude.



Fonte: Manhago (2008).

## 2.2 Deslizamentos

Os deslizamentos, também conhecidos como escorregamentos, são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas, tais como solos, rochas e vegetação. Estes processos estão presentes nas regiões montanhosas e serranas em várias partes do mundo, principalmente naquelas onde predominam climas úmidos. A contribuição de outro meio, como água se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos.

Os deslizamentos são estudados por várias áreas do conhecimento, como: engenharia civil, mecânica dos solos e das rochas, geotécnica, geologia, geomorfologia e climatologia.

Os movimentos de terra são fenômenos que ocorrem naturalmente e fazem parte da evolução geomorfológica das regiões. O fator humano, sem o adequado planejamento do uso e ocupação do solo, está ocasionando acidentes associados a estes processos, que muitas vezes atingem dimensões de desastres. Para Carvalho & Galvão (2006), numa escala de tempo geológica (milhares de anos), é certo que algum deslizamento vai ocorrer. No entanto, a ocupação urbana tende a tornar mais frágil o equilíbrio naturalmente precário, fazendo com que os deslizamentos passem a ocorrer em escala humana de tempo (dezenas de anos ou mesmo anualmente) (ÍTALO, 2011).

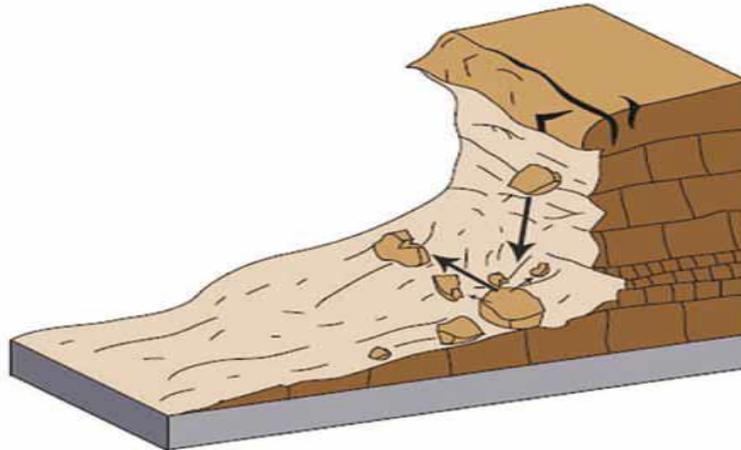
Existem várias classificações para tipos de movimentos de taludes, que variam usualmente em razão da Cinemática do movimento, Tipo de material e Geometria das massas. O tipo de deslizamento determinará a velocidade potencial do movimento, o provável volume de deslocamento, a distância de deslocamento, como os possíveis efeitos do deslizamento e as medidas mitigadoras apropriadas a serem consideradas (ÍTALO, 2011). Podendo ser:

### 2.2.1 As Quedas de Blocos

Movimento de material através de queda livre abrupta em encostas muito íngremes e precipícios. O material é geralmente desprendido em blocos

(BRUNSDEN & PRIOR, 1984 *apud* AGUIAR, 2008). Conforme está representado na FIGURA 2.

FIGURA 2 – Representação de queda de blocos.

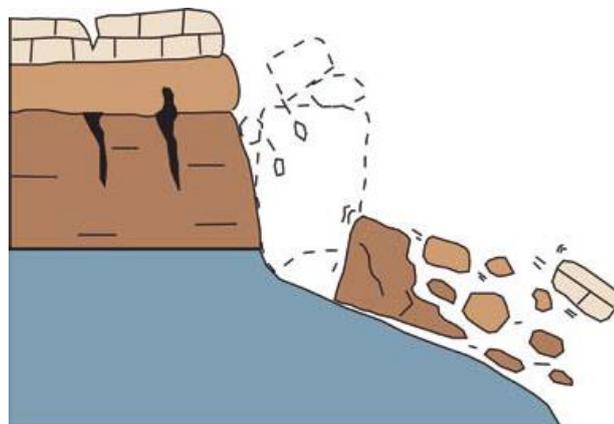


Fonte: HIGHLAND e BOBROWSKY (2009, p.10).

### 2.2.2 Tombamento

Rotação de massa de solo ou rocha em relação a ponto ou eixo localizado abaixo do centro de gravidade da massa deslocada. O tombamento pode ser devido a material sobre o talude e devido à água ou gelo nas fraturas da massa (TURNER e SCHUSTER, 1996 *apud* AGUIAR, 2008). Conforme representado na FIGURA 3.

FIGURA 3 – Representação de tombamentos.



Fonte: HIGHLAND e BOBROWSKY (2009, p.12).

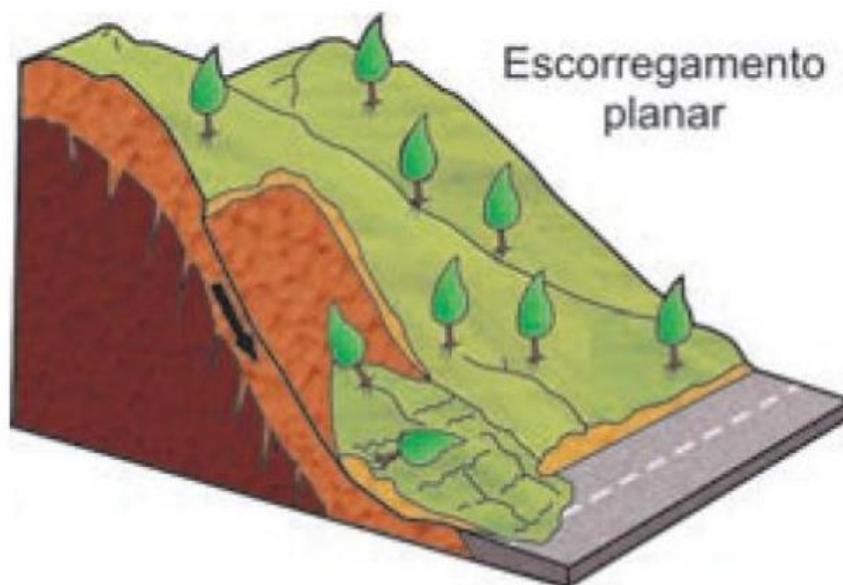
### 2.2.3 Escorregamentos propriamente ditos

São movimentos rápidos com velocidades médias a altas (m/h a m/s), de curta duração e de elevado poder destrutivo. Kobiyama *et al.* (2006) relatam que os estados brasileiros mais afetados por escorregamentos são: Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba.

Segundo Tominaga *et al.* (2009), os escorregamentos propriamente ditos podem ocorrer de três formas diferentes: planar ou translacional, rotacional ou em cunha, dependendo da superfície de ruptura.

- Planares ou Translacionais: São os mais frequentes entre todos os tipos de movimentos de massa. Formam superfícies de ruptura planar associadas às heterogeneidades dos solos e rochas que representam descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas derivadas de processos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos. A morfologia dos escorregamentos translacionais caracteriza-se por serem rasos, com o plano de ruptura, na maioria das vezes, a 0,5 a 5,0 m de profundidade e com maiores extensões no comprimento (HIGHLAND e BOBROWSKY, 2009), conforme está representado na FIGURA 4.

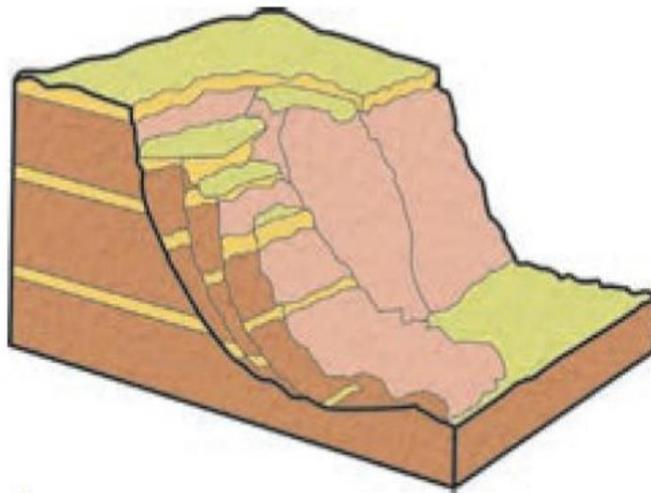
FIGURA 4 – Escorregamento planar ou translacional.



Fonte: Tominaga *et al.* (2009, p31).

- Rotacionais: Os escorregamentos rotacionais caracterizam-se por uma superfície de ruptura curva ao longo da qual se dá um movimento rotacional do maciço de solo, conforme representado na FIGURA 5. A ocorrência destes movimentos está associada geralmente à existência de solos espessos e homogêneos, como os decorrentes da alteração de rochas argilosas. O início do movimento muitas vezes é provocado pela execução de cortes na base destes materiais, como na implantação de uma estrada ou para construção de edificações, ou ainda pela erosão fluvial no sopé da vertente (FERNANDES & AMARAL, 1996).

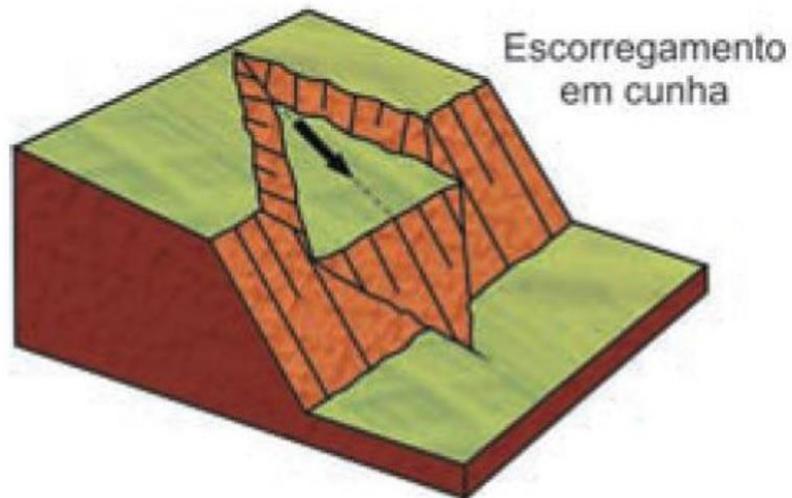
FIGURA 5 – Escorregamento rotacional.



Fonte: Tominaga *et al.* (2009, p29).

- Cunha: Os escorregamentos em cunha têm ocorrência mais restrita às regiões que apresentam um relevo fortemente controlado por estruturas geológicas. São associados aos maciços rochosos pouco ou muito alterados, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos, tal ocorrência está representado na FIGURA 6. Ocorrem principalmente em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico (INFANTI Jr. & FORNASARI FILHO, 1998).

FIGURA 6 – Escorregamento em cunha.



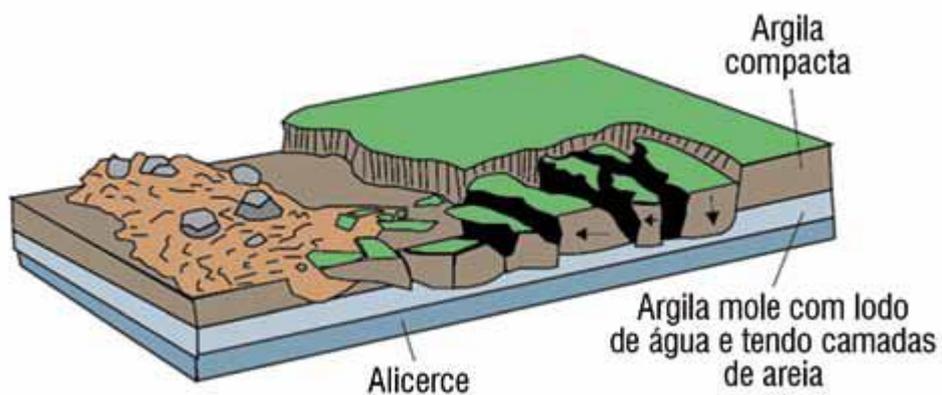
Fonte: Tominaga *et al.* (2009, p32).

#### 2.2.4 Espalhamento

Uma extensão de uma massa coesiva, formada por solo ou rocha, combinada a um generalizado afundamento da superfície da massa fraturada de material coesivo para uma camada inferior, de material menos rígido.

Movimento de extensão lateral, distribuída em massa fraturada (BRUNSDEN & PRIOR, 1984 *apud* AGUIAR, 2008). Conforme está representado na FIGURA 7.

FIGURA 7 – Esquema de espalhamento lateral.



Fonte: HIGHLAND e BOBROWSKY (2009, p.21).

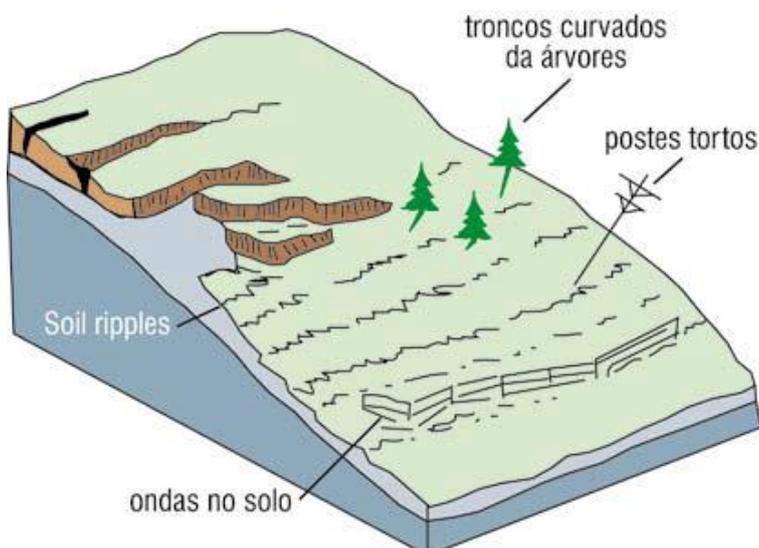
### 2.2.5 Corridas

São movimentos muito rápidos (m/s), devido às características do material transportado que se comportam como fluidos altamente viscosos. Apesar de serem mais raras de ocorrer, produzem estragos maiores que os escorregamentos. O fluxo destrói tudo no seu caminho, ou seja, no local de formação (encosta), durante o caminho (cursos d'água e fundo de vales) e na área de deposição (planícies). Dependendo da viscosidade e do tipo de material, podem receber outros nomes como, fluxos de terra (*earthflows*), fluxos de lama (*mudflows*) e fluxos de detrito (*debrisflows*). (SELBY, 1993; AUGUSTO FILHO 1994; MARCELINO 2003).

### 2.2.6 Rastejo ou Fluência

É um fenômeno bem lento (cm/ano) e a energia destrutiva, conseqüentemente, é menor que a dos demais tipos. Esse tipo de deslocamento é causado por tensão de cisalhamento interna suficiente para causar deformação, mas insuficiente para causar rupturas. Conforme está representado na FIGURA 8. Podem ser facilmente identificados pela mudança na verticalidade das árvores, postes, muros, etc. (SELBY, 1993; AUGUSTO FILHO 1994).

FIGURA 8 – Esquema de um deslizamento lento de terra.



Fonte: HIGHLAND e BOBROWSKY (2009, p.34).

### 2.3 Causas de Movimento de Massas

Os processos de escorregamento envolvem uma série contínua de eventos de causa e efeito que resultam na ruptura de materiais terrestres, quando as solicitações são maiores que a resistência dos terrenos.

Segundo Bitar (1995), pode-se agrupar os fatores que deflagram os escorregamentos em: os que aumentam as solicitações; e os que diminuem a resistência dos terrenos. Conforme está representado no QUADRO 1.

QUADRO 1 – Fatores de deflagração dos movimentos de terra.

AÇÃO	FATORES	FENÔMENOS GEOLÓGICOS/ANTRÓPICOS
AUMENTO DA SOLICITAÇÃO	REMOÇÃO DE MASSA (lateral ou da base)	Erosão, escorregamentos Cortes
	SOBRECARGA	peso da água de chuva, neve, granizo, etc.
		acúmulo natural de material (depósito)
		peso da vegetação construção de estruturas, aterros, etc.
SOLICITAÇÕES DINÂMICAS	terremotos, ondas, vulcões, etc. explosões, tráfego, sismos induzidos.	
REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA	PRESSÕES LATERAIS	água em trincas, congelamento, material expansivo.
	CARACTERÍSTICAS INERENTES AO MATERIAL (geometria, estruturas, etc.).	característica geomecânicas do material, tensões.
	MUDANÇAS OU FATORES VARIÁVEIS	intemperismo=> redução na coesão, ângulo de atrito. elevação do N.A.

Fonte: Bitar, (1995).

Segundo Abreu (2007), na maioria das rupturas, atuam vários fatores simultaneamente ou um único fenômeno pode produzir os efeitos de aumento da solicitação e diminuição da resistência do terreno. Atentar apenas para o fator (agente/causa) final responsável pelo movimento, não é somente difícil, mas também pode ser incorreto, já que ele pode representar apenas o gatilho que pôs em movimento uma massa que já estava em processo de ruptura.

Segundo Guidicini e Nieble (1976), a identificação precisa dos fatores responsáveis pela movimentação é fundamental para a adoção das medidas corretivas ou preventivas mais acertadas do ponto de vista técnico-econômico. Em

muitos casos, a principal causa não pode ser removida, sendo portanto, necessário reduzir os efeitos continua ou intermitentemente. Quadro 2.

QUADRO 2 – Agentes/causas dos escorregamentos.

<b>AGENTES</b>	<b>PREDISPONENTES</b>	Complexo geológico, complexo morfológico, complexo climático-hidrológico, gravidade, calor solar, tipo de vegetação original.	
	<b>EFETIVOS</b>	<b>PREPARATÓRIOS</b>	pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação de nível de lagos e marés e do lençol freático, ação do animais e humana, inclusive de desflorestamento.
		<b>IMEDIATO</b>	Chuvas intensas, fusão do gelo e neve, erosão, terremotos, ondas, ventos, ação do homem, etc.
<b>CAUSAS</b>	<b>INTERNAS</b>	Efeitos das oscilações térmicas	
		Redução dos parâmetros de resistência por intemperismo	
	<b>EXTERNAS</b>	Mudanças na geometria do sistema	
		Efeitos de vibrações	
		Mudanças naturais na inclinação das camadas	
	<b>INTERMEDIÁRIAS</b>	Elevação do nível piezométrico em massas homogêneas	
		Elevação da coluna da água em descontinuidades	
		Rebaixamento rápido do lençol freático	
		Erosão subterrânea retrogressiva	
		Diminuição do efeito de coesão aparente	

Fonte: Guidicini e Nieble, (1976).

Quando tem por objetivo identificar o mecanismo de instabilidade de uma encosta ou talude visando à elaboração de projeto de contenção, ou mesmo a recomendação de medidas emergenciais para se evitar a ampliação de acidentes, deve-se proceder a uma caracterização geológico-geotécnica específica. Esta é realizada com a determinação de parâmetros quantitativos e qualitativos das unidades geológicas presentes na área estudada, em diferentes níveis ou escalas de abordagem, e tendo os seguintes objetivos básicos (ABREU 2007):

### 2.3.1 Relevo

A declividade e a forma do perfil são as principais características físicas naturais que determinam uma encosta. A declividade é uma característica fundamental a ser avaliada quando do estudo de escorregamentos. O perfil que dá a

forma das encostas é caracterizado pela variação de sua declividade ao longo de seu comprimento ou de sua extensão transversal. Os perfis mais observados são: retilíneo, convexo e côncavo.

Independentemente do perfil da encosta, a declividade é um dos fatores mais relacionados com o nível de suscetibilidade de risco. Quanto maior a declividade de uma encosta, maior é o movimento de terra necessário para a ocupação, e esses cortes e aterros realizados sem obras de estabilização geram níveis maiores de riscos associados a escorregamentos.

### 2.3.2 Vegetação

A cobertura vegetal constrói ao longo do tempo um sistema radicular que estrutura as camadas superficiais do solo, similar a uma tela ou manta protetora. A vegetação forma uma malha, às vezes densa, de raízes dispostas paralelamente à superfície do terreno e esta dá às camadas superiores um aumento significativo de resistência ao cisalhamento. Esse fenômeno é bem explorado pela engenharia civil que utiliza gramíneas como agentes protetores de taludes artificiais.

Evidencia-se que o sistema radicular, mesmo depois da vegetação ser cortada, continua a dar resistência durante algum tempo até que esteja totalmente deteriorado. É importante levantar historicamente os desmatamentos ocorridos, pois um solo nu pode aparentar estabilidade devido a um sistema radicular ainda ativo e entrar em colapso sem que seja observado o motivo, que é o enfraquecimento que ocorre debaixo do solo.

A floresta em encostas, possui o efeito de limitação das áreas de escorregamentos à montante. A vegetação forma uma verdadeira barreira para o material que escorra, segurando-o ou diminuindo a velocidade e a força das massas em movimento e protegendo a área que está à jusante. O estudo do papel da cobertura vegetal em relação ao balanço hídrico também é importante para o sistema de estabilidade de encostas. A camada de vegetação em um solo forma uma barreira de interceptação das águas pluviais e tem os seguintes efeitos:

- Proteger o solo contra a energia das gotas de chuva;

- Prolongar o período de precipitação, pois a barreira que é formada pela vegetação retém parte da precipitação, que goteja após o evento, dissipando a força e reduzindo a intensidade;
- Reter um grande volume de água em todos os componentes da camada vegetal, reduzindo a quantidade de água a atingir o solo. Essa quantidade retida varia em função das características da vegetação e da chuva.

### 2.3.3 Pluviosidade

O principal agente acelerador dos movimentos gravitacionais de massa é a água. Portanto, no período chuvoso é que ocorre a maioria absoluta dos acidentes relacionados a escorregamentos em encostas. A água atua na desestabilização de uma encosta de várias formas:

- Eleva o grau de saturação do solo e conseqüentemente diminui sua resistência;
- Aumenta o peso específico do solo, devido à retenção da parte infiltrada da água;
- Provoca infiltração nos vazios, fissuras e juntas dos maciços ou em parte deles, gerando pressões hidrostáticas ou hidrodinâmicas, que podem ocasionar a ruptura de um talude.

Gera o escoamento superficial, podendo ocasionar diferentes tipos de erosões (laminar, em sulcos e boçorocas) que aumentam a instabilidade nas encostas.

### 2.3.4 Lençol Freático

A localização do lençol freático, mais ou menos profundo, tem influências sobre a suscetibilidade a escorregamentos. Quando há o surgimento d'água, indicando áreas de lençol freático raso e/ou "aflorante", as edificações e as obras de terraplenagem exigem cuidados especiais. Obras de drenagem são necessárias para manter a estabilidade dos solos, pois, sem elas, a saturação e outros efeitos provocados pela presença da água ocasionam instabilizações, podendo gerar escorregamentos.

### 2.3.5 Causas antrópicas

O homem vem-se constituindo o mais importante agente modificador da dinâmica das encostas. Gonçalves (1992) apresenta um ofício da Câmara de Vereadores da Comarca da Bahia, datado de 1671, que atribui como causa para o escorregamento ocorrido nas ladeiras da Conceição e Misericórdia (Cidade Baixa) em abril daquele ano “as imundícies lançadas nos despenhadeiros”. Este ofício solicitava permissão ao rei para levantar paredões a fim de impedir o lançamento de lixo nas encostas.

As principais modificações oriundas das interferências antrópicas indutoras dos movimentos gravitacionais de massa são apresentadas abaixo:

- Remoção da cobertura vegetal;
- Lançamento e concentração de águas pluviais;
- Vazamento na rede de abastecimento e esgoto;
- Execução de cortes com geometria incorreta (altura/inclinação);
- Execução deficiente de aterros (compactação, geometria, fundação);
- Lançamento de lixo nas encostas/taludes (GEORIO, 2000).

## 2.4 Reconstrução de Taludes

A verificação da estabilidade de taludes se faz necessária devido à possibilidade da ocorrência de deslizamentos ou movimentos de terra, induzidos pelo aumento das solicitações (tensões cisalhantes) ou pela redução da sua resistência. No primeiro caso, o aumento das solicitações ocorre, em geral, devido: a sobrecargas no topo (aterros, construções, etc.), ao descarregamento na base (cortes, escavações, erosões) e a vibrações (terremotos, máquinas). No segundo caso, os fatores mais comuns para a redução da resistência são: intemperismo dos minerais, modificações estruturais (fissuração, amolgamento, etc.), aumento das poropressões (DURAN & SANTOS Jr, 2005).

São vários os tipos de obras de estabilização de taludes disponíveis na Engenharia nos dias de hoje. A escolha por um ou outro método depende do tipo de

problema a ser resolvido, viabilidade de execução e viabilidade financeira do projeto a ser desenvolvido. Carvalho (1991) cita alguns métodos de estabilização de taludes. São eles:

#### 2.4.1 Reconstrução em aterro

Consiste na reconstrução total do talude tomando os cuidados básicos necessários para um bom aproveitamento do mesmo como a escolha da jazida de solo adequada; Tratamento prévio dos solos da jazida; Limpeza adequada do terreno para preparo da fundação, tomando o cuidado de remover toda a vegetação, bem como suas raízes; Estocagem do solo superficial e do solo com matéria orgânica para futura utilização na fase final da execução do aterro; Preparação da superfície de contato entre o terreno e o aterro, quando inclinado, em forma de degraus; Implantação de uma drenagem de base eficiente sempre que existirem surgências d'água ou a possibilidade de infiltrações significativas pelo aterro; Compactação adequada do aterro com equipamentos específicos para esse fim e em concordância com as normas.

#### 2.4.2 Retaludamento

É um processo de terraplenagem 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.

#### 2.4.3 Obras de drenagem

Têm por finalidade a captação e o direcionamento 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 proteções diversas. São divididas em dois grandes grupos: Superficial e profunda.

#### 2.4.4 Obras de proteção superficial

Desempenha um papel importante na estabilização de taludes de corte ou aterro, pois sua função é impedir a formação de processos erosivos e diminuir a infiltração de água no maciço através da superfície exposta do talude. Classificam-se em naturais ou artificiais de acordo com o material utilizado.

#### 2.4.5 Obras de Contenção

Entende-se por obras de contenção todas aquelas estruturas que, uma vez implantadas no talude, oferecem resistência à movimentação deste ou à sua ruptura, ou ainda aquelas que reforçam uma parte do maciço, de modo que esta parte possa resistir aos esforços tendentes à instabilização do mesmo.

### **2.5 Ocorrências de Desastres Naturais**

Podem ser entendidos como o impacto de fenômenos naturais extremos sobre um sistema social, causando sérios danos e prejuízos que excedem a capacidade da comunidade atingida em conviver com o impacto (TOBIN e MONTZ, 1997) e (MARCELINO, 2008).

Estes desastres tiveram aumento, o que ocorreu devido à crescente ocupação humana em áreas impróprias ou que oferecem algum risco. Alguns cientistas também relacionam esse aumento às mudanças climáticas com tendência para o aquecimento global, isto leva a um aumento de extremos climáticos. Nesta situação, os eventos de temporais, de chuvas intensas, de tornados ou de estiagens severas, entre outros, podem tornar-se mais frequentes, aumentando a possibilidade de ocorrência de desastres naturais (TOMINAGA; JAIR ; ROSANGELA, 2009).

Nos dias 11 e 12 de janeiro de 2011, ocorreram inúmeros deslizamentos na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, decorrentes das intensas chuvas de verão, causando mais de 1500 mortes e severos danos à região. Esses fatos comprovam a necessidade de estudos aprofundados sobre o tema. Quando se trata de vidas humanas todos os esforços devem ser empenhados. O Estado não pode abrir mão de suas responsabilidades tanto na parte da legislação quanto na parte da fiscalização e cabe a cada cidadão, entender sua responsabilidade perante o meio

ambiente e a sociedade em que vive, entendendo que todos os seus comportamentos trazem reflexos para comunidade.

## **2.6 Metodologia**

O local de realização do estudo foi o município de Ubá, localizado na Zona da Mata Mineira, sendo considerada a segunda principal cidade da região, assim como o segundo centro industrial e comercial, atrás de Juiz de Fora. Atualmente, a cidade é o maior polo moveleiro do estado e o terceiro do país.

Com o objetivo de identificar o problema, a metodologia utilizada e apresentada a seguir, está estruturada em levantamentos e análises de históricos de ocorrências de defesa social, antigo boletim de ocorrência, onde a natureza deslizamentos ou desabamentos de terra, foram registrados pelos órgãos do Estado, em atendimentos presentes exclusivamente no Município de Ubá MG.

O estudo foi conduzido através de pesquisa no Registro de Eventos de Defesa Social (REDS) assentado no Sistema Integrado de Defesa Social (SIDS), onde são registradas pelo CBMMG e PMMG todas as ocorrências de Minas Gerais.

Assim, a coleta se iniciou com uma pesquisa detalhada, onde foram levantados os atendimentos realizados no período entre 01 de outubro de 2011 e 01 de outubro de 2014, pela 3ª Companhia do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e a 35ª Companhia da Polícia Militar de Minas Gerais.

Após separar os deslizamentos de terra das ocorrências de outras naturezas e analisar separadamente todos os boletins confeccionados, foram enumeradas 28 ocorrências desses órgãos no período sobre o tema, onde foi possível fazer uma análise dos pontos geográficos e das principais causas relacionadas no histórico dos relatos.

## **2.7 Resultados e Discussão**

Foram encontradas nos registros, 28 ocorrências onde constavam deslizamentos ou escorregamentos de terra, 24 ocorrências foram acompanhadas e registradas pelo CBMMG e 04 registradas pela PMMG. Para análise dos dados as ocorrências foram organizadas pela data do fato, conforme QUADRO 3.

QUADRO 3 – Resumo das ocorrências de deslizamento em Ubá MG.

	Data e Hora do Fato:	Endereço do Fato:	Resumo da Ocorrência:
1	06/11/2011 15 h 42 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1350, Cidade Jardim.	Barranco com aproximadamente 07 m de altura. Águas pluviais dos terrenos superiores desviadas para este.
2	27/11/2011 10 h 20 min.	Av. Padre Arnaldo Jansen n° 1325, Santana.	Devido ao grande volume de chuvas, ocorreu deslizamento na cabeceira da ponte.
3	27/11/2011 11 h 45 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1355, Cidade Jardim.	Barranco com aproximadamente 08 m de altura. Águas pluviais dos terrenos superiores desviadas para este.
4	28/11/2011 06 h 54 min.	Av. Quintino Poggiali n° 206, Cidade Jardim.	Vítima de soterramento, ao passar pelo local, parte da terra cedeu devido a infiltrações no solo.
5	10/12/2011 16 h 36 min.	Rua Geraldo Campos n° 172, São Domingos.	Sinistro causado devido tubulações rompidas da COPASA.
6	14/12/2011 09 h 00 min.	Rua José Sales Colares n° 56, Santa Edwiges.	Sinistro causado devido tubulações rompidas da COPASA .
7	02/01/2012 02 h 11 min.	Av. José Resende Brando n° 654, Bom Pastor.	Deslizamento em barranco com aproximadamente 08 m de altura. Orientamos a colocação de lonas no local.
8	02/01/2012 09 h 40 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 295, São Sebastião.	Deslizamento em barranco com aproximadamente 05 m de altura. Orientamos a colocação de lonas no local.
9	02/01/2012 17 h 55 min.	Av. José Francisco da Silva n° 172, Olaria.	Deslizamento de barranco, devido a uma rua recente aberta em cima deste, sem captação pluvial adequada.
10	03/01/2012 13 h 15 min.	Rua Erotides Neiva Campomizzi n° 85, Industrial.	Corte de árvores ameaçando residência. Uma inclinada e outra com suas raízes expostas.

11	07/01/2012 15 h 45 min.	Rua Delio Couto Malta n° 81, Jardim Primavera.	Deslizamento no fundo de residência.
12	08/01/2012 08 h 50 min.	Rua Ten. Pedro Batalha n° 299, Cristo Redentor.	Árvore de grande porte em barranco com deslizamentos.
13	09/01/2012 09 h 42 min.	Rua Candido Martins de Oliveira n° 34, Santa Bernadete.	Barranco com aproximadamente 15 m de altura. Deslizamento devido as chuvas.
14	09/01/2012 14 h 01 min.	Av. Olegário Maciel n° 338, Industrial.	Um galpão nos fundos da agropecuária, veio a ceder devido deslizamentos de terra, em decorrência das chuvas.
15	10/01/2012 12 h 00 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 295, São Sebastião.	Árvore com risco de queda, devido a deslizamentos de parte do barranco.
16	10/01/2012 17 h 55 min.	Av. Maestro Jesualdo Muzitano n° 145, Santana.	Deslizamento em barranco com aproximadamente 10 m de altura. Orientamos a colocação de lonas no local.
17	10/01/2012 22 h 00 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 305, São Sebastião.	Árvore com risco de queda, devido a deslizamentos de parte do barranco.
18	30/01/2012 23 h 45 min.	Rua Tereza Casa Grande n° 95, Concórdia.	Deslizamento atrás de residência.
19	31/01/2012 20 h 30 min.	Rua Paulo Laroca n° 104, Residencial São José.	Residência sobre barranco de aproximadamente 10 m de altura, o morador da residência na parte de baixo, retirou grande quantidade de terra, devido ao período chuvoso risco de deslizamento.
20	09/05/2012 17 h 40 min.	Rua Cecilia Braga n° 121, Santo Antônio.	Vítima de soterramento devido deslizamento de terra, vítima sem gravidade.

21	20/05/2012 15 h 12 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1355, Cidade Jardim.	Durante as chuvas houve um deslizamento de terra, foi orientada pelo engenheiro da defesa civil, a realizar um muro de contenção, fazendo também uma canaleta para o desvio de água.
22	11/10/2013 06 h 45 min.	Rua Farm. José Rodrigues de Andrade n° 395, São Sebastião.	Barranco com aproximadamente 08 m de altura. Devido as águas pluviais ocorrência de deslizamentos.
23	08/12/2013 11 h 00 min.	Av. Juscelino Kubistchek n° 1322, Santana.	Deslizamento de encosta ocasionando queda de poste de alta tensão.
24	12/12/2013 11 h 15 min.	Rua Sebastião Paiva Soares n° 135, São Domingos.	Casa com risco de queda próxima a barranco já com deslizamentos.
25	12/12/2013 17 h 40 min.	Rua Laios n° 105, Bom Pastor.	Barranco com aproximadamente 05 m de altura. Devido as águas pluviais, ocorreram deslizamentos de terra.
26	26/12/2013 08 h 00 min.	Av. Ex Combatentes n° S/N, Laurindo de Castro.	Risco de deslizamento de encosta.
27	26/12/2013 09 h 20 min.	Rua Ten. Pedro Batalha n° 303, Cristo Redentor.	Após deslizamento de terra, vítima ficou em local de difícil acesso. Vítima sem ferimento.
28	14/07/2014 14 h 43 min.	Rua Farm. Mario de Azevedo n° 172, Colina Jardim Glória.	Um barranco de 30 m de altura, onde ocorreu a remoção de parte do referido barranco, a encosta não possui nenhuma declividade estando totalmente na vertical.

Com a análise desses dados, foi possível apresentar as principais causas observadas. Para melhor compreensão dos resultados obtidos, são apresentados 3 gráficos e o mapa onde ocorreram os recentes sinistros.

### 2.7.1 Causas Naturais

A FIGURA 9 relaciona os meses do ano com o número de registros de deslizamentos observados, A FIGURA 10 apresenta a pluviosidade média mensal no município.

FIGURA 9 – Gráfico de distribuição das ocorrências de deslizamento de Ubá MG.

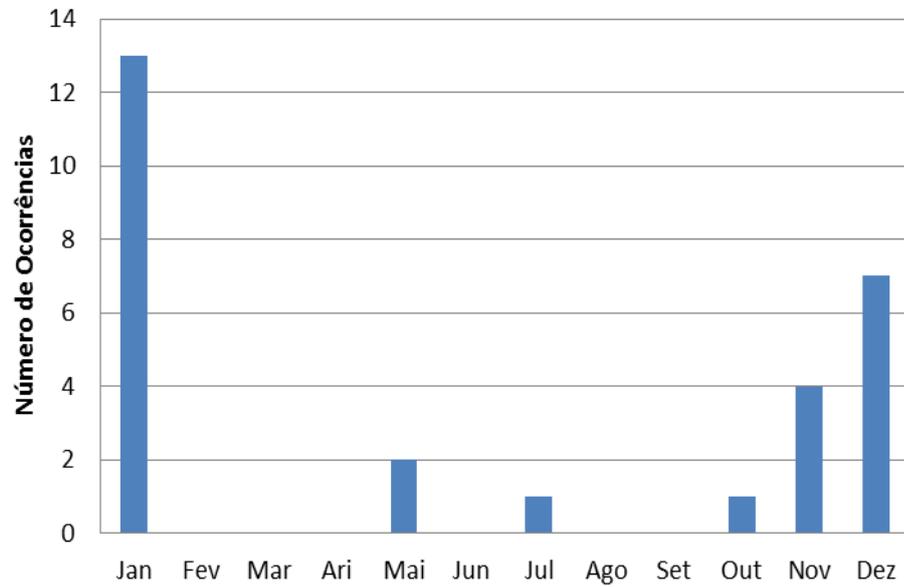
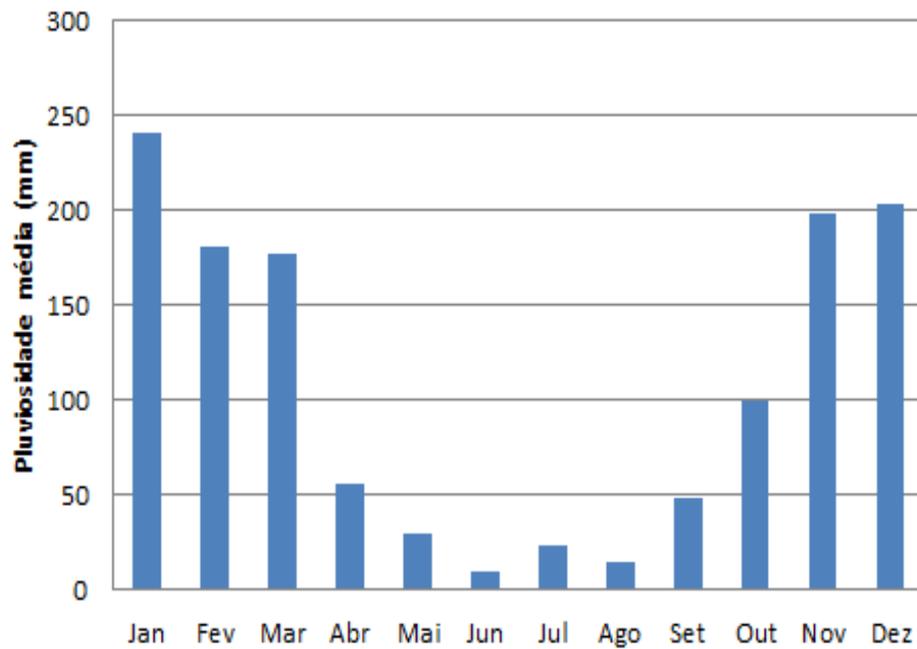


FIGURA 10 – Gráfico de pluviosidade mensal de Ubá MG.



Fonte: Wikipedia/UbáMG.

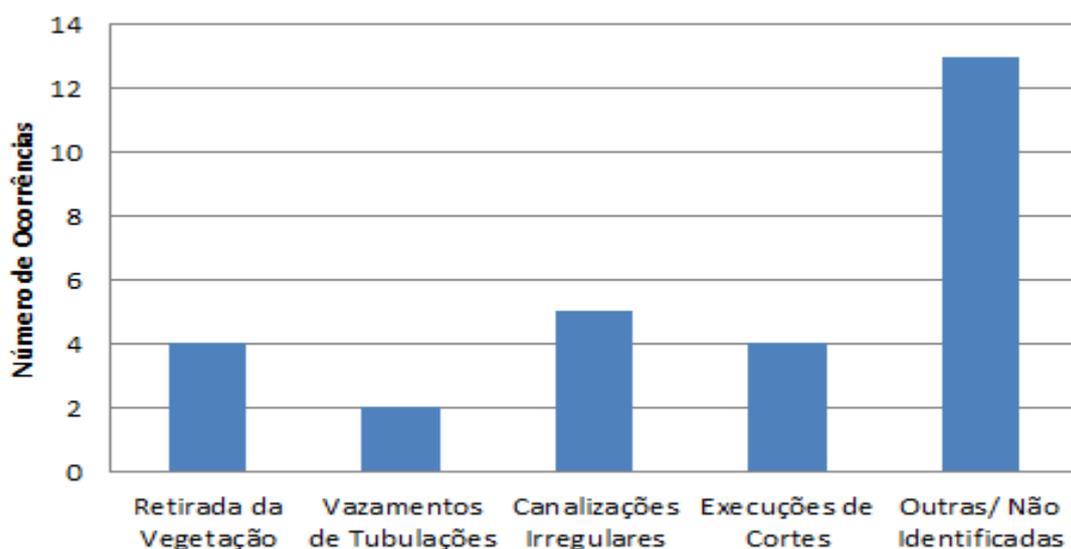
Analisando os dois gráficos, tanto a FIGURA 9 confeccionado pelo autor com base nos dados dos deslizamentos de terra ao longo dos meses do ano e a FIGURA 10 disponível no site Wikipédia, referente à média pluviométrica na cidade, observa-se grande similaridade entre eles, o que evidencia que o grande volume de água nos períodos do ano com maior precipitação serão fundamentais como causa agravante nos deslizamentos.

A saturação de água em declives é a principal causa dos deslizamentos, isso pode ocorrer sob a forma de chuvas intensas. Assim se explica que mesmo com uma média pluviométrica menor, o mês de janeiro apresenta maiores registros de escorregamento de terra, devido a esse saturamento de água no solo que se inicia com crescentes precipitações nos meses de novembro e dezembro.

### 2.7.2 Causas Antrópicas

A inobservância de normas e técnicas adequadas ao uso do solo, são as principais causas antrópicas que acarretam deslizamentos de terra por todo o mundo. A FIGURA 11 apresenta os dados coletados na cidade de Ubá MG e que foram observados e registrados pelos profissionais em atendimento, como principais causas aparentes dos deslizamentos.

FIGURA 11 – Principais causas antrópicas, que geraram os deslizamentos.



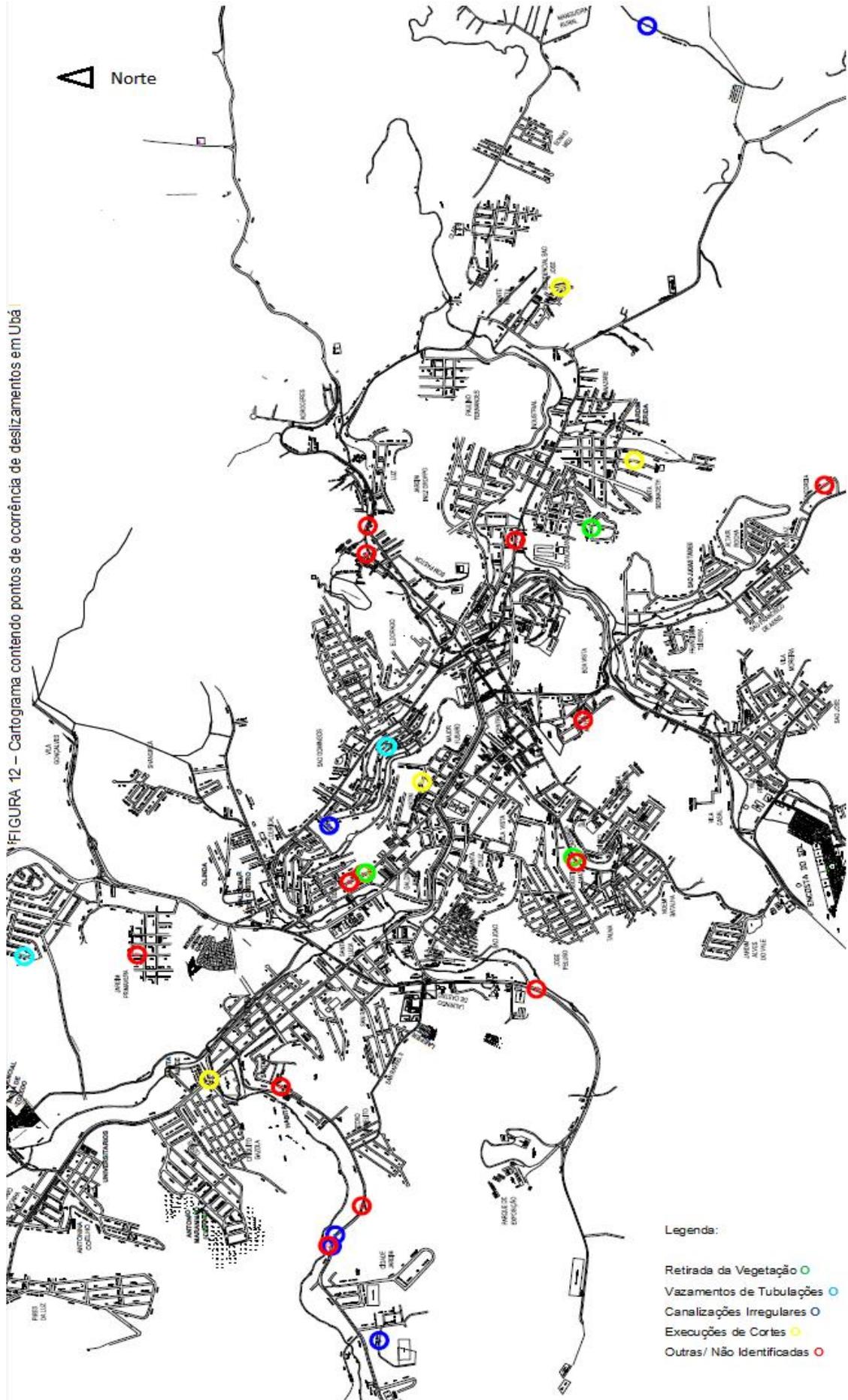
As causas registradas foram: remoção da cobertura vegetal, vazamentos na rede de abastecimento de água e de esgoto, lançamento e caminhamento irregular de águas pluviais e de servidão e execução de cortes com geometria incorreta. Também, em 13 ocorrências das 28 analisadas, não foi possível determinar com clareza a principal causa dos sinistros o que deixa claro a imprevisibilidade quando se trata de solo natural e/ou uma simultaneidade das causas, o que só com estudos detalhados dos casos é que vai poder se chegar a um resultado satisfatório.

### 2.7.3 Mapa de Risco

Os mapas são ferramentas úteis e convenientes para a apresentação de informações sobre riscos de deslizamentos. Eles podem apresentar vários tipos e combinações de informações em diferentes níveis de detalhe. Mapas de risco usados são valiosos instrumentos de planejamento de atividades coletivas de uso do solo e sua ocupação.

Analisando as ocorrências de deslizamentos registradas, com base no campo endereço do fato ocorrido, foi possível confeccionar um cartograma apresentando todos locais que os órgãos de defesa social CBMMG e PMMG, foram em atendimento no município de Ubá MG.

FIGURA 12 – Cartograma contendo pontos de ocorrência de deslizamentos em Ubatuba



No cartograma gerado, observa – se que não se tem um padrão correto nos deslizamentos na cidade, e em muitos pontos registrados deve se ter uma preocupação pois são locais de grande aglomeração de residências e pontos vitais para o fluxo do município, onde qualquer deslizamento pode se tornar um transtorno ou mesmo uma catástrofe.

### 3 CONCLUSÃO

Deslizamentos ocorrem por todo o mundo, sob todas as condições climáticas e de terreno, com elevados custos monetários e gerando muitas mortes a cada ano.

As análises históricas dos deslizamentos no município de Ubá MG mostram que são os períodos chuvosos, os mais críticos para ocorrerem os movimentos de terra. Canalizações irregulares, retirada da vegetação natural, execuções de cortes e vazamentos, foram as causas antrópicas que mais influenciaram os sinistros. Devido estar situada numa região de mares de morros, Ubá apresentou escorregamentos de terra dispersos por toda a cidade.

A ocupação próxima a taludes precisa ser feita de forma planejada, é necessário um conjunto de esforços políticos e técnicos, no sentido de um planejamento adequado da cidade num futuro próximo. Precauções e ações de baixa tecnologia podem ser adotadas para, ao menos, garantir a segurança imediata da população.

As ações preventivas são imprescindíveis para garantir o equilíbrio da natureza. Prevenir significa definir uma política de caráter sustentável para o uso dos recursos do solo e da água, preservando-os de modo a mantê-los renováveis ao longo das gerações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU S. H. C.. **Escorregamento de encostas em áreas urbanas habitada por população de baixa renda**. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**. Estabilidade de taludes. Rio de Janeiro, 1991.

AGUIAR, M. F. P. **Estudo da estabilidade de um colúvio na serra do mar por elementos finitos**. 2008. 204p. Tese de doutorado - COPPE Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

AUGUSTO FILHO, O. **Cartas de Risco de Escorregamentos**: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP. 1994. 167p. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

BITAR, O. Y. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: IPT Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.

CAPUTO, H. P. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. Fundamentos. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988.

CARDOSO, F. F. **Sistemas de contenção**. 2002. 32p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

CARVALHO, C. S. & GALVÃO, T. **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas**: Guia para Elaboração de Políticas Municipais. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.

CARVALHO, P. A. S. **Taludes de Rodovias / Orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas**. São Paulo: DER - Departamento de Estradas de Rodagem do estado de São Paulo. São Paulo, 1991.

CASTRO, Marcia C. de. & ÁVILA, Josefa B. C. **Obtenção de um indicador único para mensurar o risco dos acidentes do trabalho por CNAE**. Brasília: MPAS, 2000.

DURAN, Jaime da Silva; JUNIOR, S. Petrócio. **Estruturas de solo reforçado com o sistema terramesh**. São Paulo: Maccaferri do Brasil Ltda, 2005.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. **Movimentos de massa**: uma abordagem geológico geomorfológica. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro. **Manual Técnico de Encostas**: análise e investigação. 2.ed. Rio de Janeiro: GeoRio, 2000.

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos fluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador, BA**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1992.

GUIDICINI, G., NIEBLE, C. N. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1976.

HIGHLAND, L. M. & BOBROWSKY, P. **O manual de deslizamento**: um guia para a compreensão de deslizamentos. Reston, (U.S): Geological Survey Circular, 2009.

INFANTI JR., N.; FORNASARI FILHO, N. **Processos da dinâmica superficial**. Rio de Janeiro/São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.

ÍTALO J. R. T. **Estudo comparativo de duas alternativas para contenção de taludes verticais**: solo grampeado e cortina atirantada. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2011.

KOBIYAMA M. *et al.* **Prevenção de desastres naturais conceitos básicos**. Curitiba: 2006.

MANHAGO, S. R. **Técnicas de revegetação de talude de aterro sanitário**. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2008.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias**: conceitos básicos. Santa Maria: INPE/CRS, 2008.

MARCELINO, E. V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamento no município de Caraguatatuba SP usando técnicas de sensoriamento remoto e SIG**. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

OLIVEIRA, R. M. **Desenvolvimento de elementos sensores de cerâmicas porosas de ZrO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub> para aplicação no monitoramento do conteúdo de águas em solos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de pesquisas Espaciais IMPE, 2010.

OLIVEIRA, A. M. S. & BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

SELBY, M.J. **Hillslope materials and processes**. 2.ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993.

SILVA, A. M. B. G. **Condicionantes geológico-geotécnicos de escavação grampeada em solo residual de gnaíse**, Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006.

TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. **Natural hazards**: explanation and integration. New York: The Guilford Press, 1997.

TOMINAGA, L. K.; JAIR S.; ROSANGELA A. **Desastres naturais conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto geológico, 2009.

Wikipedia. Disponível em:< <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ub%C3%A1>>. Acesso em: 14 dez. 2014.