

**FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO
PORTO**



FEUP

**Carta de Susceptibilidade e Risco Geológico do
sector Sudoeste da Serra da Estrela**

Joana Cristina Martins Rodrigues Pereira

Mestrado em Engenharia de Minas e Geoambiente

Orientador: Aurora Futuro

Julho de 2010

Carta de Susceptibilidade e Risco Geológico do sector Sudoeste da Serra da Estrela

Joana Cristina Martins Rodrigues Pereira

Mestrado em Engenharia de Minas e Geoambiente

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Nome do Presidente (Título)

Vogal Externo: Nome do Arguente do júri (Título)

Orientador: Nome do Orientador (Título)

Resumo:

Da realização deste trabalho resultou a carta de susceptibilidade e risco geológico dos vales glaciares da Alforfa e Zêzere integrados no Parque Natural da Serra da Estrela.

Para a obtenção deste resultado foram realizadas viagens ao campo com o objectivo de cartografar os movimentos, identificando a sua localização geográfica, a sua extensão e a que tipos pertencem. Acompanhando este trabalho, foram realizados inventários de todos os acidentes identificados, documentos que reúnem toda a informação relativa a cada movimento.

Finalmente foram construídos mapas de declive e hipsométricos, para verificar se os pontos que teoricamente seriam os mais afectados por movimentos de massa correspondiam aos encontrados no campo. Sobrepondo ambos dados e juntando-lhe as imagens extraídas do Google Earth, conseguiu-se perceber quais os motivos que levaram à ocorrência dos diferentes acidentes em cada um dos vales. Assim sendo, conclui-se que no vale da Alforfa a intervenção antrópica foi a principal responsável pelos movimentos de massa cartografados, enquanto que no vale do Zêzere o factor que despoletou tais acidentes foi o incêndio florestal que atingiu esta área no verão de 2005, consumindo a vegetação que servia de suporte da vertente.

Abstract:

This paper culminated in the elaboration of a susceptibility and geological risk map of the Alforfa and Zêzere glacial valleys which are integrated in Parque Natural da Serra da Estrela.

In order to elaborate this map trips were made to the site with the purpose of charting the mass movements, identifying their geographical location, extension and tip of movement. An inventory of all the observed accidents was made, where information about each movement can be found.

Finally slope and hypsometric maps were produced to verify if the theoretical locations that would be more affected by mass movements corresponded to the locations observed at the site. Overlapping the data and adding images extracted from Google Earth, it was possible to understand the causes that led to the happening of the different accidents in each valley. It was then possible to conclude that in the Alforfa valley the main cause of the mass movements was the anthropic intervention, as in the Zêzere valley those accidents were triggered by a forest fire in the Summer of 2005 that consumed most of the vegetation that acted like the support for the hillside.

Prefácio:

O texto apresentado em seguida pretende enquadrar os vales glaciares Zêzere e Alforfa, da Serra da Estrela no contexto geológico e geomorfológico a que pertencem. Com isto pretende-se que o leitor entenda o porquê dos acidentes cartografados e que possa transportar esse conhecimento a outras vertentes com características semelhantes.

Um dos objectivos do trabalho é a sensibilização do público em geral para o problema real que constitui a ocupação das vertentes, sem que para isso sejam tomados os cuidados necessários, bem como o desmazelo que se tem vindo a verificar nas últimas décadas em relação à manutenção e limpeza das florestas de modo a impedir incêndios florestais.

Durante a realização deste trabalho, foi necessário ultrapassar algumas dificuldades relativas ao clima encontrado na Serra durante os dias que se realizou trabalho de campo e também com a frequência de movimentos. A verdade é que o elevado número de movimentos em ambos vales associado ao tempo reduzido para a realização do trabalho impediu que fossem cartografados os movimentos nas 2 vertentes de cada vale. Desta maneira, foi dada toda a atenção às vertentes cruzadas por vias de comunicação e deixadas para uma outra oportunidade o estudo das vertentes não intervencionadas.

Agradecimentos:

Aos meus pais, porque é graças a eles que terminei o meu curso.

Ao meu primo André, que ao longo dos últimos três anos tem sido grande companheiro.

À minha irmã e ao meu cunhado, que sempre me ajudaram a encontrar o norte quando o céu estava nublado e a Estrela Polar não se via.

Ao Professor Narciso Ferreira, pelo apoio imensurável que me deu

Ao Professor Feliciano por me ter ensinado a amar o campo e a entender a linguagem das Rochas.

À professora Aurora, pela enorme disponibilidade que sempre demonstrou.

À Raquel que me ajudou na tradução do resumo, entre outras coisas.

Aos meus amigos de Madrid que embora longe sempre me apoiaram imenso.

Ao pessoal da sala de minas, por ter suportado tantas vezes o meu mau feitio.

Ao pessoal do Orfeão, por me ter ensinado a ter mais paciência e por me ter ajudado a aliviar a tensão nos dias mais complicados.

Índice

1.Introdução	1
1.1.Objectivos	2
1.2.Localização Geográfica	2
1.3.Metodologia	4
2. Enquadramento geológico da região	7
2.1.Unidades Geológicas	8
2.1.1.Complexo Xisto – Grauváquico	8
2.1.2.Complexo Granítico	9
2.1.3.Depósito de Ranhã	9
2.1.4. Orogenia Varisca	10
2.1.4. Orogenia Alpina	11
7. Geomorfologia	13
7.1. Morfologia granítica	13
7.2. Morfologia glacial	18
4. Tipos de Movimentos de Massa	23
4.1. Desprendimentos	27
4.1.1. Queda de blocos	27
4.2. Queda de detritos	28
4.3. Deslizamentos	28
4.3.1. Deslizamentos Rotacionais ou Slumps	28
4.3.2. Deslizamentos Translacionaia	29
4.3.2.1. Landslides	29
4.4. Fluxos Sedimentares	30
4.4.1. Earthflow	30
4.4.2.Reptação	31
4.4.3.Avalanche detrítica	31

4.5. Fluxo Aquoso	32
4.5.1. Solifluxão	32
4.6. Fluxo de lama	32
4.6.1. Mudflow	32
4.6.2. Lahars	33
4.6.3. Rios de Lama	33
4.6.3.1. Zonas áridas	34
4.6.3.2. Vertentes vulcânicas	34
4.6.3.3. Zonas geladas	34
4.7. Distribuição da Actividade	35
5. Factores que contribuem para os movimentos de massa na região em estudo	37
5.1. Sismicidade	37
5.2. Topografia	39
5.3. Clima	39
5.4. Vegetação	41
5.5. Manto de Alteração	42
5.6. Factores antrópicos	44
6. Trabalho de Campo	47
7. Análise de Risco	51
7.1. Vale da Ribeira da Alforfa	51
7.1.1. Análise de casos específicos	57
7.1.1.1. Fluxo de detritos	57
7.1.1.2. Queda de detritos	58
7.1.1.3. Slump	60
7.2. Vale do Rio Zêzere	61
7.2.1. Análise de casos específicos	65
7.2.1.1. Fluxo de detritos com queda de detritos nas laterais	65
8. Apresentação da carta de susceptibilidade e risco geológico	69

8.1. Vale da Ribeira da Alforfa	69
8.2.2. Vale do Rio Zêzere	73
9. Conclusão	77
10. Bibliografia	83

Índice de Figuras

Fig. 1. Localização geográfica da Serra da Estrela	4
Fig. 3. Localização geográfica do vale do Zêzere	5
Fig. 4. Expansão Orogenia Alpina	13
Fig. 5. Inselbergue. Serra da Estrela	16
Fig. 6. Tors. Serra da Estrela	17
Fig. 7. Esquema representativo da formação de um Gnammas ou Oriçangas	18
Fig. 8. Gnammas ou Oriçangas	18
Fig. 9. Morfologia Glaciar. Nave de Santo António, Serra da Estrela	21
Fig. 10. Mapa da glaciação (Espinha, 2007)	22
Fig. 11. Queda de blocos	26
Fig. 12. Queda de detritos	27
Fig. 13. Slump	28
Fig. 14. Landslide	29
Fig. 15. Earthflow	29
Fig. 16. Reptação	30
Fig. 17. Avalanche detrítica	30
Fig. 18. Solifluxão	31
Fig. 19. Fluxo de Lama	32
Fig. 20. Mapa Neotectónico de Portugal. Fonte: Espinha 2007	38
Fig. 21. Dados de pluviosidade média referentes a 2009. Fonte do Instituto Português de Meteorologia	40
Fig. 22. Dados de temperatura média referentes a 2009. Fonte do Instituto Português de Meteorologia	41
Fig. 23. Tipos de movimentação	49
Fig. 24. Vale da Alforfa. Fonte: Carta militar 223, à escala 1:25000	52
Fig. 25. Modelo de superfície do Vale da Alforfa	53

Fig. 26. Esquema representativo da Serra da Estrela, adaptado da carta geológica 21B	55
Fonte: Guia do Parque Natural da Serra da Estrela	
Fig. 27. Local do acidente	58
Fonte: carta topográfica 223 à escala 1:25000. Consultar <i>Anexos I</i> , Inventário número 22	
Fig. 28. Local do acidente	60
Fonte: carta topográfica 223 à escala 1:25000.	
Fig. 29. Esquema representativo da Serra da Estrela, adaptado da carta geológica 21B	62
Fig. 30. Cicatriz de queda de detritos. Fonte: Google Earth	63
Fig. 31. Cicatriz de queda de detritos. Fonte: Google Earth	64
Fig. 32. Fluxo de detritos com queda de detritos nas laterais. Fonte: carta topográfica 1:25000	65
Fig. 33. Fluxo de detritos com queda de detritos nas laterais, antes do incêndio. Fonte: Google Earth	66
Fig. 34. Fluxo de detritos com queda de detritos na lateral, depois do incêndio. Fonte: Google Earth	66
Fig. 35. Mapa de declive sobreposto com carta hipsométrica.	68
Fig. 36. Carta susceptibilidade e risco geológico do vale da Alforfa	69
Fig. 37. Carta de Susceptibilidade e risco geológico. Zoom nos pontos de acidente	71
Fig. 38. Movimentos de massa sobrepostos com carta hipsométrica	72
Fig. 39. Mapa de declives sobreposto com carta hipsométrica	73

Glossário:

Movimentação em volume: refere-se ao tipo de movimento que o material sofre quando se desloca segundo um Slump ou uma queda de detritos. Regra geral o material move-se formando uma espécie de concha, movimento côncavo.



Movimentação em volume

Arranque pontual segundo múltiplos braços

1. Introdução

O presente trabalho é dedicado ao estudo do risco geológico associado aos vales do rio Zêzere e Ribeira da Alforfa.

Nos últimos anos, o conceito de risco geológico tem vindo a ter uma importância crescente para as autoridades governativas pois com a ocupação sucessiva de zonas de encostas íngremes, os movimentos de vertente passaram a exercer um papel importante sob o ponto de vista socioeconómico das populações mais Serranas.

São inúmeros os factores que favorecem os movimentos de massa, sendo a actividade antrópica um dos que mais os acelera. Este tipo de actividade associadas as condições naturais como forte inclinação da vertente, tipo e espessura de solo e condições atmosféricas, constitui uma mistura explosiva responsável pelo desencadear de movimentos de vertente que em casos extremos, roubou até a vida a algumas pessoas.

A verdade é que as vertentes que foram alvo do presente estudo, estão em fase de estabilização há centenas de anos, desde o desaparecimento do glaciar. Era por isso fácil prever que qualquer tipo de construção pouco cuidada na sua base, contribuiria de forma muito expressiva para o aumento da instabilidade. Se a esta situação juntarmos o facto de a Serra da Estrela ser assolada por períodos de pluviosidade intensa em grande parte do ano, torna-se evidente que para que as condições de segurança de pessoas e seus bens sejam garantidas, é necessário que todas as intervenções na vertente sejam feitas cuidadosamente e que a sua manutenção não seja descorada.

No entanto, continua a verificar-se que, em cada inverno, se repetem as situações de estradas cortadas ou danificadas por queda de blocos ou detritos de todos os tipos e tamanhos.

No vale do rio Zêzere, onde está construída a estrada de ligação Manteigas à Nave de Santo António, observa-se que existe alguma preocupação em manter a via em boas condições. Inclusivamente podem ver-se alguns trabalhos de sustentação da vertente que estão agora em fase de arranque.

Infelizmente, o mesmo não acontece na estrada que liga a Nave de Santo António a Unhais da Serra. Talvez porque o trânsito neste via é menos intenso e também porque os movimentos tomam dimensão tal que seriam necessárias várias semanas de trabalhos e alguns milhares de euros para a recompor. Este é um caso gritante do efeito da acção antrópica na base de uma vertente. Esta estrada era há poucos anos um caminho de “terra batida” que foi alargado e alcatroado para facilitar a circulação de todo o tipo de veículos. Ora, para além de terem danificado a base de sustentação da vertente, ao proporcionarem o aumento de tráfego, aumentaram também a trepidação dos terrenos. Bem, estes factores associados aos já mencionados em parágrafos anteriores fizeram despoletar uma série de novos acidentes e o despertar de outros.

1.1. Objectivos:

Realização da carta de susceptibilidade e risco geológico do vale do Rio Zêzere e da Ribeira da Alforfa. O objectivo principal foi contribuir para o melhoramento do ordenamento territorial no Parque Natural da Serra da Estrela a par de uma compreensão geomorfológica dos vales glaciares que nele se inserem.

1.2. Localização geográfica:

A área estuda situa-se no maciço central, mais concretamente na Serra da Estrela, tendo sido considerados dois dos seus vales glaciares, vale da Alforfa e vale do Zêzere, como área de trabalho.

O vale da Alforfa está situado na projecção oposta ao vale do Zêzere, oscilando a sua latitude entre os 40^o.31’N e os 40^o.26’N e a sua longitude entre 7^o.58’W e os, 7^o.62’W

O vale do Zêzere situa-se entre a longitude 40°.32'N e 40°.39'N, e latitude 7°.58'W e 7°.53'W

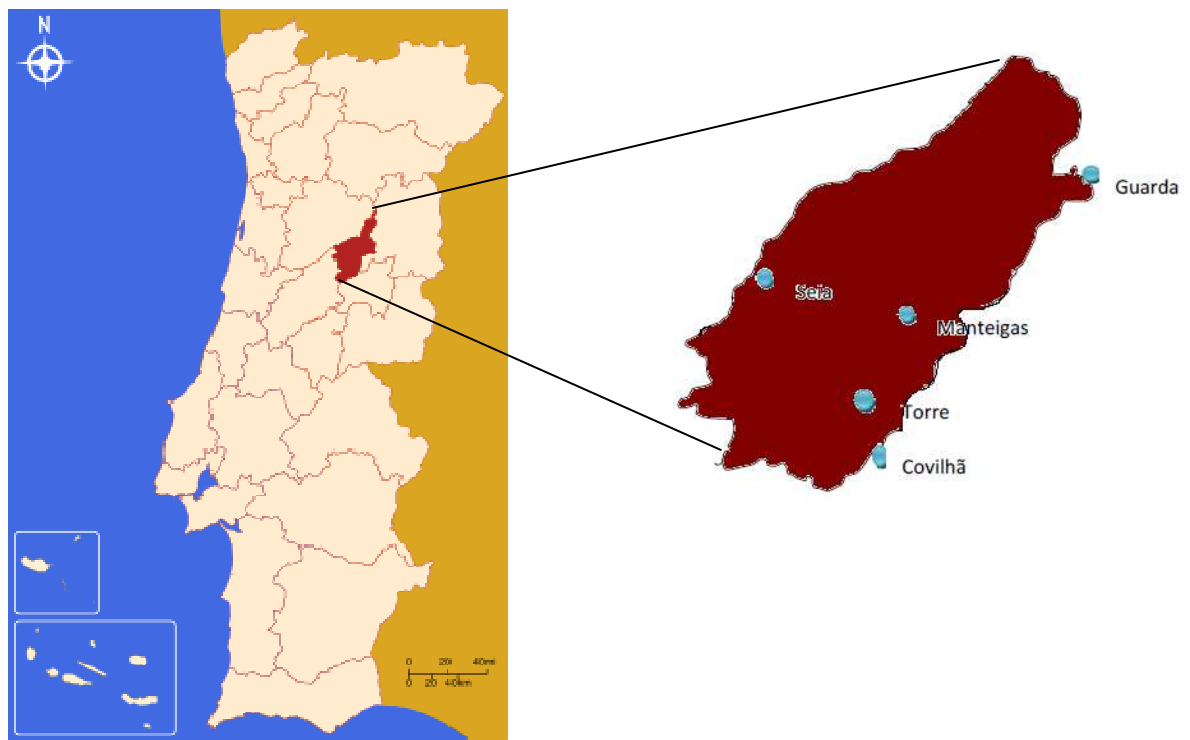


Fig. 1. Localização geográfica da Serra da Estrela

Vale do rio Zêzere



Fig. 2 Localização geográfica dos vales do Zêzere e Alfôrca

Vale da rib. da Alfôrca

1.3. Metodologia

Os factores que influenciam a ocorrência de movimentos de vertente são inúmeros desde o seu tipo, material movimentado e sua dimensão, estando associados a diferentes sistemas: geologia, estado de alteração do solo, morfologia e clima. Tendo em conta esse facto, tentou-se fazer um estudo multidisciplinar de modo a abranger o máximo de variáveis possíveis. Assim sendo, foram construídos vários mapas abordando diferentes pontos de vista da mesma zona que associados entre si proporcionam uma melhor compreensão da interacção entre as diferentes variáveis

O trabalho foi feito em várias etapas, tendo durado cerca de 4 meses. Iniciou-se em Março com estudo de artigos e teses feitas na zona a fim de perceber que tipos de trabalhos haviam já sido feitos nesta zona. O estudo da geologia e da glaciação que afectou a Serra foi o passo seguinte.

Antes de se iniciar o trabalho de campo, construíram-se os modelos 3D, modelos de superfície do terreno. O mapa da fracturação foto interpretada área foi conseguido através do uso do Google Earth, que ao oferecer uma visão tridimensional dos vales, permite a visualização do local onde possivelmente se localizam as falhas das diferentes famílias. Os mapas hipsométricos e de declive foram construídos na mesma altura, através do manuseamento de um software apropriado, Surfer.

O seguinte passo foi sobrepor alguns destes mapas para se perceber quais seriam as zonas mais afectadas. A verdade é que depois de fazer este estudo, se partiu para o trabalho de campo bastante mais preparado, pois já era espectável o que ia encontrar-se, bem como as zonas mais afectadas por movimentos de massa.

Já no campo, foram tiradas as coordenadas dos pontos de início e fim do movimento, sua extensão, cota e azimute.

Com estes dados preencheram-se inventários individuais para cada movimento acompanhado de uma ou mais fotos documentando-o.

Finalmente com todos os dados recolhidos e todos os mapas desenhados, partiu-se para a construção da carta temática que era o objectivo principal do trabalho.

2. Enquadramento geológico da região

A zona em estudo pertence à zona Sudoeste da Serra da Estrela, estando integrada na Zona Centro Ibérica do Maciço Ibérico. Esta zona é constituída essencialmente por granitos de idade Varisca, rochas metassedimentares Câmbrias e Pré câmbrias, depósitos aluvionares e glaciares do Quaternário (Espinha, 2007).

As estruturas existentes no Maciço Centro Ibérico são intercalações *graben - horst* formadas a partir do movimento das falhas activas da zona, reactivadas durante a Orogenia compressiva Alpina.

Como consequência, a Meseta Ibérica, vestígio da erodida cadeia Varisca, ao ser cortada por estas falhas forma zonas deprimidas que correspondem às bacias do Guadalquivir, Ebro, Tejo e Sado e zonas de elevação onde se destacam as zonas Estrela – Lousã que serve de separação entre meseta Norte (ainda bem conservada) e a Sul onde se enquadram as zonas aplanadas da Estremadura Espanhola. O território encontra-se em forma de teclas de piano, em que a cada patamar é levantado como consequência do movimento de uma falha. Um outro tipo de deformação que afectou a Meseta foi o basculamento que lhe dá uma orientação sensível de NE para SW (A.M Galopim).

Para além de falhas regionais, um grande acidente tectónico foi reactivado, a falha Mantigas-Vilariça- Bragança. Esta falha tem uma extensão de 250km, orientando-se de NWE-SSW intersectando terrenos desde Puebla de Sanabria, a Norte, até Unhais da Serra, a Sul. Esta falha tem o seu núcleo na localidade de Vilariça onde o seu desligamento esquerdo é mais evidente, 8 km de desligamento tectónico horizontal. Ela é responsável pelos movimentos sísmicos da região que podem funcionar como catalisadores dos movimentos de vertente.

2.1. Unidades geológicas

2.1.1. Complexo Xisto Grauváquico

O complexo Xisto – Grauváquico teve origem na deposição de sedimentos clásticos de diferentes tamanhos, em ambiente marinho. Os sedimentos mais finos, depois de sofrerem diagénese deram origem a argilitos. Por outro lado, os sedimentos argilosos intercalados com areias ao sofrerem diagénese, deram origem a grauvaques. De acordo com a classificação de Ferreira & Vieira 1999, estes episódios situam-se entre o Pré-câmbrico e o Câmbrio médio-superior.

Até à formação do complexo Xisto – Grauváquico, estes sedimentos passaram por várias etapas tectónicas que os foram alterando. Desde a diagénese que os litificou até ao metamorfismo que alterou a sua composição mineralógica.

Durante a Orogenia Hercínica, que se situa entre o Devónico Médio e o Pérmico Superior estas rochas sofreram inúmeras deformações dúcteis e frágeis nomeadamente dobramentos e falhamentos. Estas falhas estão muitas vezes preenchidas por intrusões de quartzo ou por rochas de carácter calco- magnesianas.

Como consequência destas intrusões, formaram-se xistos mosqueados e corneanas, rochas associadas a metamorfismo de contacto ou hidrotermal. Os Xistos Mosqueados originaram-se a partir dos argilitos e as corneanas a partir dos grauvaques. No final do processo o que se obtém, é então o complexo Xisto – Grauváquico constituído por diferentes variantes de Xistos, grauvaques e corneanas conforme o grau de metamorfismo a que foram sujeitas.

2.1.2. Complexo granítico

A zona de Manteigas é dominada pelo maciço Granítico, formado durante a Orogenia Hercínica que aflorou bastante mais tarde, durante o Mesozoico. Neste intervalo de tempo, os xistos e grauvaques que lhe estavam sobrejacentes foram erodidos, pois a Península Ibérica encontrava-se numa posição geográfica onde a meteorização era muito intensa. Formou-se assim a Superfície Fundamental, completamente aplanada. Este processo provocou a diminuição de pressão proporcionando o afloramento dos granitos por efeito *uplift*.

Estes granitos acompanharam todas as movimentações tectónicas que a Península Ibérica sofreu, atravessando zonas do Globo com climas muito diferentes. Primeiro, um clima quente e húmido, onde a meteorização era extremamente intensa e mais tarde já durante a última Era Glaciar um clima seco e frio onde vigorava principalmente a meteorização física. Cada um destes climas conferiu morfologias diferentes aos granitos.

2.1.3. Depósitos tipo raña:

Estes depósitos são a prova de que houve a reactivação de acidentes tectónicos pois são observados rejeitos nestes níveis sedimentares. Os depósitos tipo rañas, são constituídos por material clástico de grande dimensão, sendo por isso a sua génese ou devida ao clima ou devida à movimentação tectónica. No primeiro caso, o clima seria semi-árido, com leitos de rios encaixados na montanha, permitindo assim que na época das chuvas o caudal aumentasse rapidamente, aumentando também a velocidade do leito do rio tendo assim capacidade para transportar grande quantidade de sedimentos de elevadas dimensões. No maciço ibérico verifica-se o segundo caso, os depósitos de rañas são formados devido ao efeito da tectónica que justifica também a existência de depósitos de sopé

2.1.4. Orogenia Varisca

A Meseta Ibérica sobre a qual incidimos o nosso estudo está integrada no que resta da Orogenia Varisca ou Hercínica. O seu início dá-se no Carbonífero estendendo-se até ao Triássico. A sua principal característica advém do facto de ter sido durante este período que as placas tectónicas se juntaram formando um super continente, a Pangea. A colisão entre as diversas placas deu origem à elevação de várias cadeias de montanhas. Na Península Ibérica, a marca da sua passagem está associada à formação da maioria das rochas ígneas que afloram, hoje em dia, na zona Oeste e Noroeste da Península, bem como grande parte do metamorfismo regional que afectou as rochas pré existentes.

Durante toda a Orogenia foram-se verificando diferentes estados de tensão, correspondentes a diferentes etapas tectónicas que se foram vivendo. (Pereira, 1988). Essas etapas podem ser identificadas pelas diferentes famílias de falhas encontradas nos granitos Hercínicos. Os vales que foram estudados não são excepção e principalmente num deles é bastante perceptíveis os 3 tipos de alinhamentos das fracturas foto interpretadas. Vejamos, o leito do Rio Zêzere e o da Ribeira da Alforfa correspondem a falhas do tipo F1, originadas no primeiro momento de deformação.

As falhas que lhe são Ortogonais, corresponde à fase de deformação F2. Por último, as falhas paralelas às primeiras corresponde ao último estado de deformação, o estado F3.

Actualmente podemos apenas observar os vestígios desta Orogenia. A superfície aplanada, a Meseta, é um dos vestígios deixados pela Orogenia Varisca. Eles são testemunhas do extremo dinamismo terrestre. A Meseta Ibérica não é mais que a cadeia de montanhas que começou a formar-se à 363 milhões de anos, e que se encontra aplanada devido aos processos erosivos a que foi sujeita.

2.1.5. Orogenia Alpina

Esta Orogenia começa com o choque entre a placa Eurásia e a placa Africana, Indiana e Ciméria. Foi durante esta Orogenia que se formaram as grandes cadeias de montanhas

que conhecemos hoje. Os Himalaias formaram-se quando o sub Continente Indiano cho-
ca com a placa Eurásia eliminando a passagem para o oriente através do oceano Tetis.
Entretanto a placa Africana muda de direcção, de oeste para noroeste no sentido da
Europa. Como consequência desta aproximação, a Meseta Ibérica eleva-se, resultado da
compressão sobre o que restava do maciço Hercínico. Esta elevação tem características
especiais, graben – horst. Este tipo de movimento compressivo confere às montanhas a
forma de teclas de piano que se vão elevando sucessivamente.

Esta compressão provoca, como já foi referido, a reabertura de falhas regionais e locais
que tinham já terminado a sua actividade mudando-lhes o sentido do movimento. As-
sim, as falhas reabertas durante a Orogenia Alpina apresenta 2 tipos de movimento:
desligamento, como é o caso da falha Manteigas - Vilariça que apresenta desligamento
esquerdo, e inverso provocando em alguns casos cavalgamentos. São estes cavalgamen-
tos e as falhas que lhes dão origem os responsáveis pela formação da já mencionada
estrutura em teclas de piano. Neste caso específico, as responsáveis pela elevação da
Meseta Ibérica no território Português são as falhas Seia – Lousã e Ponsul.



Fig. 3. Expansão Orogenia Alpina

3. Geomorfologia

A geomorfologia é a ciência que estuda os movimentos terrestres responsáveis pela moldagem do relevo. Há dois tipos de processos responsáveis pela alteração da topografia do planeta: os internos e os externos. Os internos englobam o movimento tectónico e vulcânico, enquanto que os externos, são impulsionados pelo contacto entre água, ar e sol com a litosfera.

Quando por efeito da tectónica uma cadeia de montanhas é elevada acima do nível freático, é fornecida a cada partícula uma quantidade de energia potencial que é preciso vencer durante o processo erosivo. O grande responsável por fornecer energia para este processo é o Sol, no entanto, a actividade atmosférica tem também uma função muitíssimo importante. É necessário que uma quantidade de precipitação caia sobre a litosfera para que o processo de diminuição do relevo terrestre se possa realizar. É através da actividade geológica dos rios, ribeiros e glaciares que se consegue realizar com sucesso a tarefa de diminuir a energia potencial armazenada por cada partícula constituinte das rochas no momento da sua elevação. A água do mar tem também um papel indispensável já que nas zonas costeiras é ele o principal agente erosivo.

3.1. Morfologia Granítica:

Estas zonas embora não estivessem cobertas por gelo todo o ano, sofriam o ciclo de gelo/degelo diariamente provocando assim um efeito erosivo muito intenso na rocha. Como se sabe, a água sólida ocupa 10% mais de espaço que a água em estado líquido, sendo assim, a água que durante o dia circulava nas fracturas, de noite congelava aumentando de volume, fazendo com que as fracturas onde estava instalada expandissem. Desta maneira, nas zonas circundantes ao glaciar a meteorização física era muitíssimo intensa e por isso hoje as rochas dessa região estão muitíssimo fracturadas.

Um dos mais vigorosos contrastes da morfologia do maciço antigo português resulta do diferente comportamento que os granitos e os xistos apresentam em relação à erosão.

Este contraste é de tal modo nítido que se pode falar com propriedade de “modelado granítico e modelado xistento”.

Os granitos são constituídos por minerais silicatados: quartzo, feldspatos e micas (preta e/ou branca). Estes minerais devido à sua posição na série de Bowen são extremamente resistentes, resultam da cristalização final de um magma silicatado. Por isso as suas condições de formação não são muito diferentes das que encontram à superfície, resistindo bastante as condições exógenas.

Em climas húmidos e quentes, onde a topografia apresenta certa horizontalidade, os solos de origem granítica podem atingir espessuras elevadas, apresentando horizontes que lhe são muito característicos. Em climas frios, o que encontramos são finas camadas de rególito de forma irregular tanto horizontal como verticalmente.

Com o clima vigente na Serra da Estrela, a meteorização química é residual sendo a meteorização física a principal responsável pela alteração do maciço granítico. Como consequência climática e também devido à passagem do glaciário, podem encontrar-se morfologias que evidenciam ambos factos.

Resultado da intensa facturação que actua sobre o maciço, surgem diversas estruturas de dimensão variada que caracterizam os maciços desta natureza, e que passamos a descrever sucintamente.

Os Inselbergue são estruturas que se elevam bruscamente da superfície horizontal que fazem lembrar ilhas. O seu nome de origem alemã significa exactamente isso, monte de ilhas e é usado para designar não só estruturas em maciços graníticos mas também em maciços de outra natureza. Uma outra sua característica particular, é o ângulo que faz com a horizontal, designado de Knick. Os Inselbergue podem ter várias formas sendo os *Bornhardt* e os *Castle Koppie* as duas mais convencionais. Enquanto os primeiros tem a forma de cúpula e estão individualizados por diaclases curvas, os segundos têm forma de castelo, e são individualizados por diaclases ortogonais (Ferreira & Vieira, 1999).



Fig. 4. Inselbergue. Serra da Estrela

Outras estruturas de menor dimensão povoam a Serra da Estrela, estas já com a assinatura do glaciário. São estruturas que se evidenciam porque o solo residual que as cobria total ou parcialmente foi removido à sua passagem. Os Nubbins são estruturas características de climas tropicais húmidos formadas em profundidade por efeito de meteorização química e que afloram por erosão diferencial (neste caso accionada pela passagem do glaciário). Como sugere de N. Ferreira e G. Vieira, os Nubbins são Bornhardt de menor dimensão. Os Tors são uma “torre” de blocos fracturados, praticamente individualizados uns em relação aos outros. Muitas vezes apenas se conseguem ver os seus vestígios visto que sendo blocos praticamente soltos caem ravina abaixo formando zonas de caos de blocos. Estas duas estruturas têm algo em comum, apresentam arestas bastante arredondadas que as diferenciam dos depósitos morénicos que embora possam apresentar este tipo de textura, já que o glaciário tem capacidade de transporte suficiente para fazer este movimento, são normalmente mais angulosos.



Fig. 5. Tors. Serra da Estrela

Para finalizar, falta apenas caracterizar as pequenas estruturas que pintam a Serra dando-lhe esse ar tão único que todos conhecemos. Estas estruturas são formadas durante milhões de anos através de um processo extremamente lento sendo o resultado fascinante.

Os Gnammas ou Oriçangas são formados em zonas horizontais ou pouco inclinadas resultantes do contacto entre uma base rochosa e um bloco que nele se apoia tendo como ponto de contacto uma superfície de pequena área de secção. A pressão exercida nesse ponto vai gerar um bolbo de tensões originado micro fissuração do bloco apoiado. Através dessas microfissuras a água começa a circular iniciando-se o processo de meteorização física e química. A meteorização física será responsável pelo alargamento das fissuras que permitirá aumentar o fluxo de água que as atravessa, enquanto os processos químicos vão promover a caulização do granito. O resultado final será uma cavidade na superfície que serviu como base e o desaparecimento do bloco superior por erosão total. Por vezes este processo é travado por animais que utilizam estas cavidades para fazerem os seus ninhos. Eles extraem as argilas da cavidade cessando-se assim o proces-

so erosivo. Nestas situações o que se observa é o bloco superior reduzido às suas paredes externas, com um grande espaço vazio dentro que foi totalmente caulinizado.

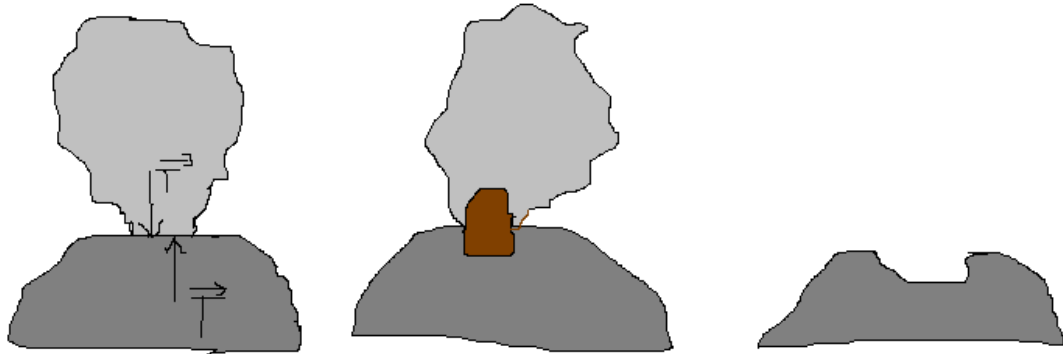


Fig. 6. Esquema representativo da formação de um Gnamm ou Oriçanga



Fig. 7. Gnamm ou Oriçanga

Quando o ponto de apoio entre ambas superfícies é vertical em vez de horizontal, as estruturas anteriores são chamadas de Tafoni. O resultado são pequenos alvéolos escavados na parede lateral de alguns blocos. Este tipo de morfologia pode ser encontrada

em diversos locais da Terra, no entanto é nos climas desérticos costeiros que são encontradas com mais frequência.

3.2. Morfologia glacial

A passagem do glacial pela Serra da Estrela deixou inúmeras estruturas como sua testemunha e é graças a elas, que é hoje possível saber com precisão quais os seus limites. A zona mais afectada situa-se no planalto superior e vales periféricos, acima dos 1300 metros, sendo lá que as formas erosivas mais característica destes ambiente se situam:

- **As moreias:** São estruturas resultantes do transporte feito pelo glacial que afectou a Serra à 200 mil anos, sendo constituídas por blocos erráticos de granito.
- **Arcos morénicos:** Formam-se quando o glacial começa a descongelar deixando “cair” os blocos que havia transportado. Formam-se assim estruturas circulares que definem o limite do glacial.
- **Ombiliques e Verrous:** Os ombiliques são lagos ou depósitos de sedimentos, fechados por verrous, que permitiam que a água se acumulasse. Dispõem-se em forma de degraus e são mais comuns nos troços a montante do vale do Zêzere e Loriga.
- **Circos glaciários:** Têm a forma de anfiteatro e situam-se no topo do vale glacial do Zêzere. São formados graças à acumulação de neve e gelo que vão erodindo a rocha que lhe está subjacente conferindo-lhe essa forma em anfiteatro. São constituídos por duas partes, a alta e a baixa. A baixa onde se deposita a neve e o gelo e a alta onde as pendentes são mais elevadas e o gelo é mais espesso já que a temperatura é mais baixa.
- **Vale glacial:** O vale glacial do Zêzere é uma estrutura única no nosso país, apresentando perfil transversal em U. As pendentes deste vale são muito acentuadas havendo por isso grande risco de movimentos de vertente como se veio a verificar.
- **Planalto glaciário:** Corresponde à zona onde antes estava instalada a cúpula de gelo. É uma zona onde predomina a rocha nua, onde não existem arestas vivas já que estas fo-

ram polidas pelo glaciador. No entanto são comuns as superfícies estriadas pela fricção que os sedimentos carregados pelo glaciador exerciam na superfície fundamental. A paisagem neste local é constituída, para além da rocha nua e estriada, por lagos e prados húmidos.

- **Vales suspensos:** Vale afluente que mostra grande desnível na confluência com do vale principal (vale em U). Um dos exemplos de vale suspenso mais marcado na Serra da Estrela é o vale da Candeeira, na margem esquerda do rio Zêzere.
- **Estrias e superfícies polidas:** As estrias são estruturas de menor dimensão mas que existem em abundância, sendo o resultado da fricção exercida pelos sedimentos transportados pelo glaciador sobre a rocha da base. Essas estrias permitem inferir sobre o movimento do glaciador. É importante referir que graças ao movimento adquirido pelo glaciador, as superfícies estão polidas, sem manto de alteração, já que este foi completamente arrastado pelo glaciador.
- **Blocos erráticos:** São mais uma evidência da passagem do glaciador pela Serra da Estrela. São blocos que em certos casos atingem algumas dezenas de quilos e que se encontram pousados em locais de fraca inclinação. Ora, blocos com estas dimensões não se poderiam mover a não ser por acção gravítica em encostas de forte inclinação. Como este não é o caso, a única explicação para a sua presença nestes locais de fraco declive é o transporte glaciário. Muitas vezes verifica-se uma diferença na composição mineralógica ou cromática entre o bloco e a superfície onde se encontra pousado. Nestes casos não há qualquer dúvida sobre o tipo de acontecimento que originou esta paisagem.
- **Terraços glaciários:** São mais uma estrutura que serve para identificar os limites até onde o glaciador se estendeu. Encontram-se nas zonas terminais de pequenos vales afluentes do vale glaciador. Têm forma triangular e são constituídos por material de diferentes tipos

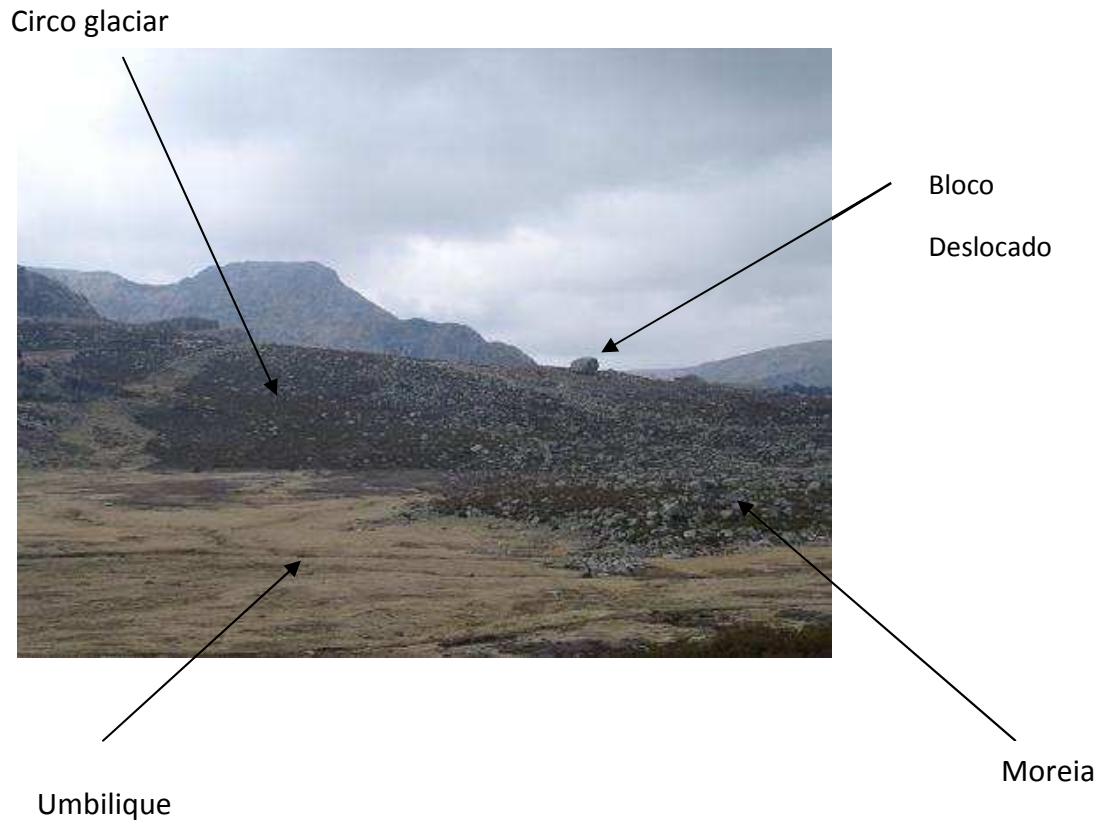


Fig. 8. Morfologia Glaciar. Nave de Santo António, Serra da Estrela

Muito do que se sabe hoje em relação à morfologia glaciária da Serra da Estrela deve-se aos trabalhos realizados por Suzanne Daveau. Daveau, como foi referido por vários autores estudados, definiu com mais rigor os limites do glaciário, concluindo que este teria uma área aproximada de 70km^2 , variando de espessura conforme a zona onde estava instalado. O vale do Zêzere foi onde este atingiu maior espessura e extensão. Terá chegado até aos 680m de altitude apresentando 300m de espessura em alguns pontos. Presume-se que a sua extensão nesta zona seria de 13km.

4. Tipologia dos movimentos de massa

Os movimentos de vertente não se dão apenas por processos erosivos muito activos. Eles só ocorrem quando a força da gravidade que afecta as partículas do maciço é maior que a força de atrito que as mantém fixa ao maciço. Na verdade, a gravidade por si só não provoca qualquer alteração na topografia de determinada região. É da aliança entre os processos exógenos que assolam a litosfera terrestre e as forças internas que actuam sobre ela, (sismos, vulcões, etc) que se criam as condições suficientes e necessárias para que possam ocorrer movimentos de vertente.

Da conjugação entre as distintas variáveis mencionadas anteriormente podem surgir diferentes movimentos de massa, caracterizados e classificados de várias maneiras conforme o objectivo que se pretende no estudo dos mesmos.

Em seguida apresentamos uma tabela que faz a síntese de todos os movimentos que vamos analisar tendo em conta o material que desloca e sua velocidade, a maneira como se movimenta em relação à superfície fundamental e uma breve descrição do movimento:

4.1. Desprendimentos

4.1.1. Queda de blocos:

Acontecem normalmente em escarpas muito inclinadas resultando em queda livre, deslizamento ou rolamentos, de blocos que se soltam a partir de zonas de fraqueza como diaclases, planos de fractura etc. Podem ser identificados pelo aparecimento de depósitos de sopé. A actividade humana pode ter um papel fundamental na formação deste tipo de acidentes, já que ao serem construídas estradas, aterros e outro tipo de infra-estruturas, na base do maciço, este fica mais débil e portanto mais susceptível à ocorrência de movimentos de vertente por pequenos agravamentos das condições climáticas. Este tipo de movimentos é também muito comum em arribas situadas junto ao mar, onde as ondas exercem um papel de suma importância. Vão arrastando sedimentos da base da arriba que com o passar dos anos vai ficando cada vez mais instável. Exemplo disso foram as praias algarvias, que no Verão de 2009 sofreram inúmeros acidentes desta natureza, alguns deles até com vítimas a lamentar.



Fig. 10. Queda de blocos

4.2. Queda de detritos

Neste caso também é frequente a existência de depósitos de sopé, resultantes de processos erosivos que resultaram na queda de blocos. O que acontece na queda de detritos tem a ver com o avanço da meteorização num dado maciço. Ora, este tipo de movimento será uma evolução do anterior, numa fase em que o maciço possui já um manto de alteração mais ou menos espesso. É muitas vezes impulsionado por um pequeno abalo sísmico, ou pela passagem de um camião, que induza uma vibração suficiente no solo para que se possa dar o movimento.

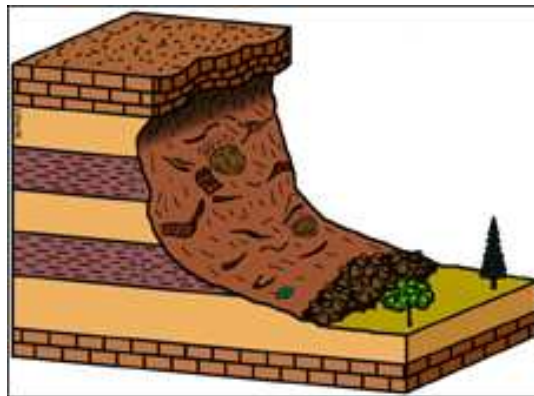


Fig. 11. Queda de detritos

4.3. Deslizamentos

4.3.1. Deslizamentos rotacionais ou Slumps

Estes movimentos são em geral tão lentos que normalmente não provocam perda de vidas humana salvo quando são acelerados por agente antrópicos. Segundo SYRIEYS, 1984 (Teixeira M.A, Feigueiredo V.M, 2006), estes movimentos ocorrem ao longo de superfícies de ruptura em meios homogêneos e isotrópicos, ou seja, em pontos onde o solo não apresenta variabilidade química e física. É necessário ter em consideração que esta condição é impossível existir na natureza. Portanto um solo é considerado isotrópi-

co quando a variabilidade física - química das suas características é pouco relevante. A cicatriz deste acidente traduz-se numa espécie de degrau côncavo que tem tendência à formação de pequenos lagos nas zonas superiores, o que incrementa o risco de movimentos futuros. Conforme alguns autores, ERSKINE (1973), VARNES (1978), referidos por Zêzere e Teixeira M.A, Figueiredo V. M. (2006), se a quantidade de água for suficientemente grande, este tipo de movimento rotacional pode desenvolver movimentos de escoada.

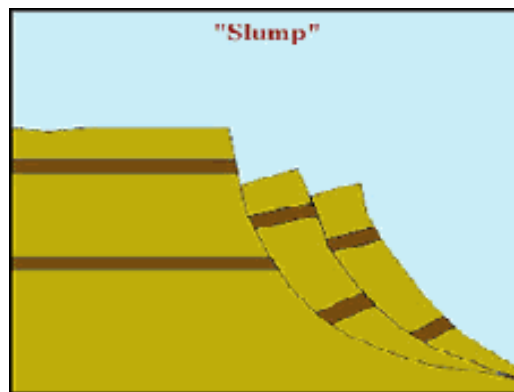


Fig. 12. Slump

4.3.2. Deslizamentos translacionais

4.3.2.1. Landslides

São deslizamentos de rocha ou detritos, mais ou menos rápido, que ocorrem sobre uma superfície pré existente: planos de xistosidade, diaclases, etc. A grande diferença entre estes movimentos e os slumps diz respeito ao facto de nos landslides o material não sofrer qualquer rotação, deslizando paralelamente ao movimento.

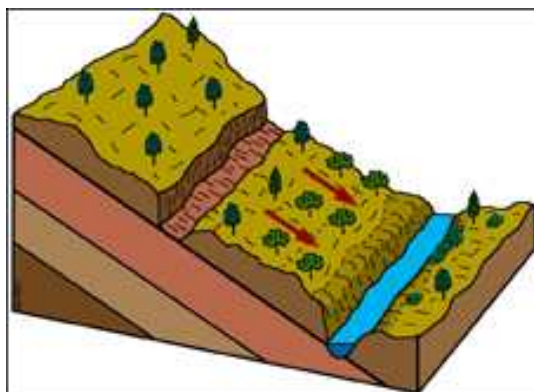


Fig. 13. Landslide

4.4. Fluxos sedimentares

4.4.1. Earthflow

Característicos das zonas geladas como a Noruega, Suécia ou Quebec, são provocados pela existência de depósitos glaciares (normalmente marinhos) que contêm argilas. Os enormes espaços existentes entre as partículas de argila estariam preenchidos por água salgada. Essa água, rica em íões cloreto e sódio, ao entrar em contacto com as partículas de argila, proporciona um fenómeno electroquímico que aumentava a coesão entre as partículas argilosas diminuindo a tendência de movimentos de vertente. A partir do momento em que esses sedimentos se foram elevando por processos orogénicos, a água salgada passou a ser substituída gradualmente por água doce, deixando as argilas de sofrer o efeito electrolítico provocado pelo sal.

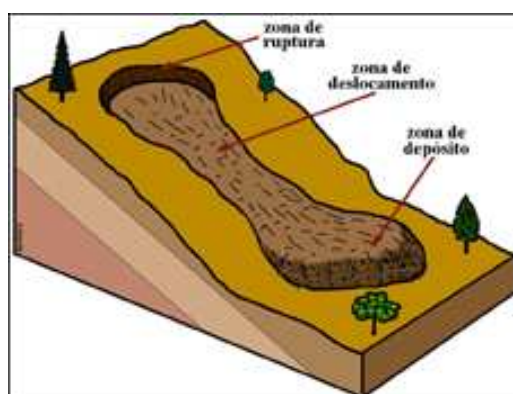


Fig. 14. Earthflow

4.4.2. Reptação

São movimentos lentos do solo que se prolongam durante um período de tempo bastante alargado. Este tipo de movimentos só é perceptível pela observação de árvores e estruturas que deveriam estar verticais em relação ao solo, mas que efectivamente não estão. Possivelmente estão sobre um solo que sofre reptação muito lenta.



Fig. 15. Reptação

4.4.3. Avalanches detríticas

Resultam do colapso total de uma vertente. Movimentam grande quantidade de rególito e rocha a grande velocidade. São a junção de vários tipos de movimentos, queda de blocos, deslizamentos e fluxos. Tendo em conta que englobam grande transporte de material, este tipo de movimento de massa é muitas vezes induzidos por sismos ou actividade vulcânica.

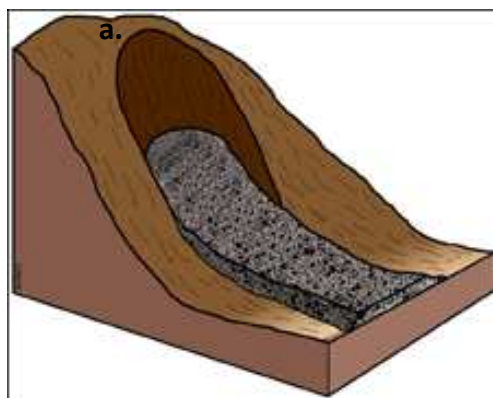


Fig. 16. Avalanche detrítica

4.5. Fluxos aquosos

Constituídos por solo ou rególito saturado em água. Estes fluxos têm normalmente 20 a 40% de água, adquirindo muitas vezes comportamento torrencial.

4.5.1. Solifluxão

São movimentos lentos, que progridem alguns centímetros por dia ao longo de uma vertente saturada. Ocorrem em zonas onde o solo fica saturado durante longos períodos de tempo, dando uma geomorfologia específica da vertente, em forma de lobos. São muito frequentes em zonas frias onde o solo superficial congela e descongela várias vezes ao ano.

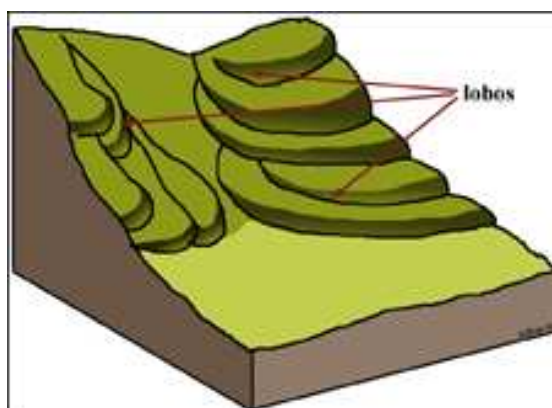


Fig. 17. Solifluxão

4.6. Fluxos de lama

4.6.1. Mudflow

São movimentos lentos de torrentes de lama. Acontecem associados a períodos de precipitação muito elevados em terrenos de forte ou media inclinação em solos constituídos maioritariamente por argilas. Movimentam-se usando a rede de drenagem, podendo por isso atingir grandes distâncias. Embora sejam normalmente lentos, casos há em que podem atingir velocidade de 150km/h.

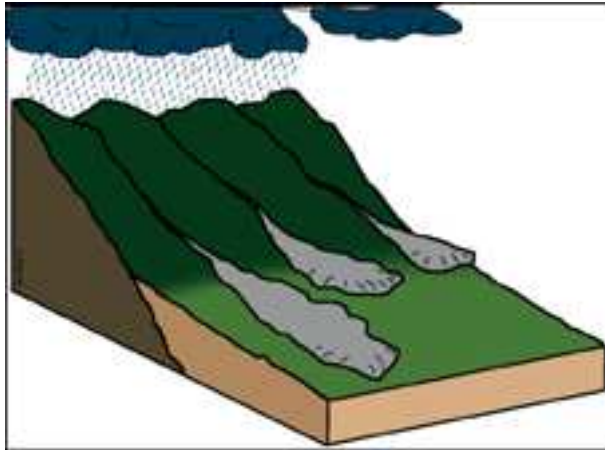


Fig. 18. Fluxo de Lama

4.6.2. Lahars

São mais frequentes durante erupções vulcânicas, mas também podem ocorrer em períodos em que o vulcão está inativo. Deslocam material pela vertente deixando os mais pesados para trás, transportando os mais finos mais para jusante, à medida que o seu percurso ladeira a baixo prossegue. Isto acontece porque a sua parte dianteira se torna mais fluida, transformando-se assim num fluxo hídrico muito concentrado. Nos períodos em que o vulcão não está activo os lahars podem desenvolver-se como consequência de chuvas muito intensas. Os piroclastos e cinzas vulcânicas ainda soltas, ficam saturadas em água dando origem a um fluxo.

4.6.3. Rios de lama

São caracterizados por adquirirem velocidades bastante elevadas e terem a capacidade de destruir tudo à sua passagem. Formam-se quando a quantidade de água é muito elevada e os solos têm grande percentagem de argilas. Nestas situações, o solo passa a comportar-se como um fluido, daí a designação de rio de lama. Em seguida vão analisar-se os diferentes tipos de rios de lama que podem ser gerados dependendo da sua situação geoclimática.

4.6.3.1. Zonas áridas

Nestas zonas os rios são normalmente muito encaixados nas montanhas, bastando chuvas torrenciais de pouca duração para que os cursos de água adquiram grandes velocidades num curto espaço de tempo. Nas montanhas, onde a pluviosidade é mais elevada, grandes quantidades de solo e rególito são arrastados encosta abaixo até ao rio. Nos pontos onde há confluência de rios e seus afluentes, reúne-se todo o material arrastado, formando um grande rio de lama que vai aumentando de velocidade à medida que se aproxima do mar. O rácio água / detritos vai diminuindo pois a água vai-se infiltrando e a quantidade de detritos vai aumentando já que o leito e margens do rio vão sendo arrastados também. Quando este imenso rio de detritos encontra uma superfície aplanada espalha-se perdendo velocidade.

4.6.3.2. Vertentes vulcânicas

As vertentes de vulcões também são susceptíveis de provocar este tipo de movimento já que com chuvas torrenciais as cinzas recém caídas são arrastadas com facilidade. Herculado foi uma cidade atingida e destruída por um movimento desta natureza. Ela situava-se na parte mais baixa do cone do Vesúvio, no lado ocidental do mesmo, e não resistiu aos abanicos aluviais (outro nome pelo qual são conhecidos estes movimentos de vertente) gerados durante chuvas torrenciais que assolaram a montanha pouco tempo depois da erupção de 79 DC.

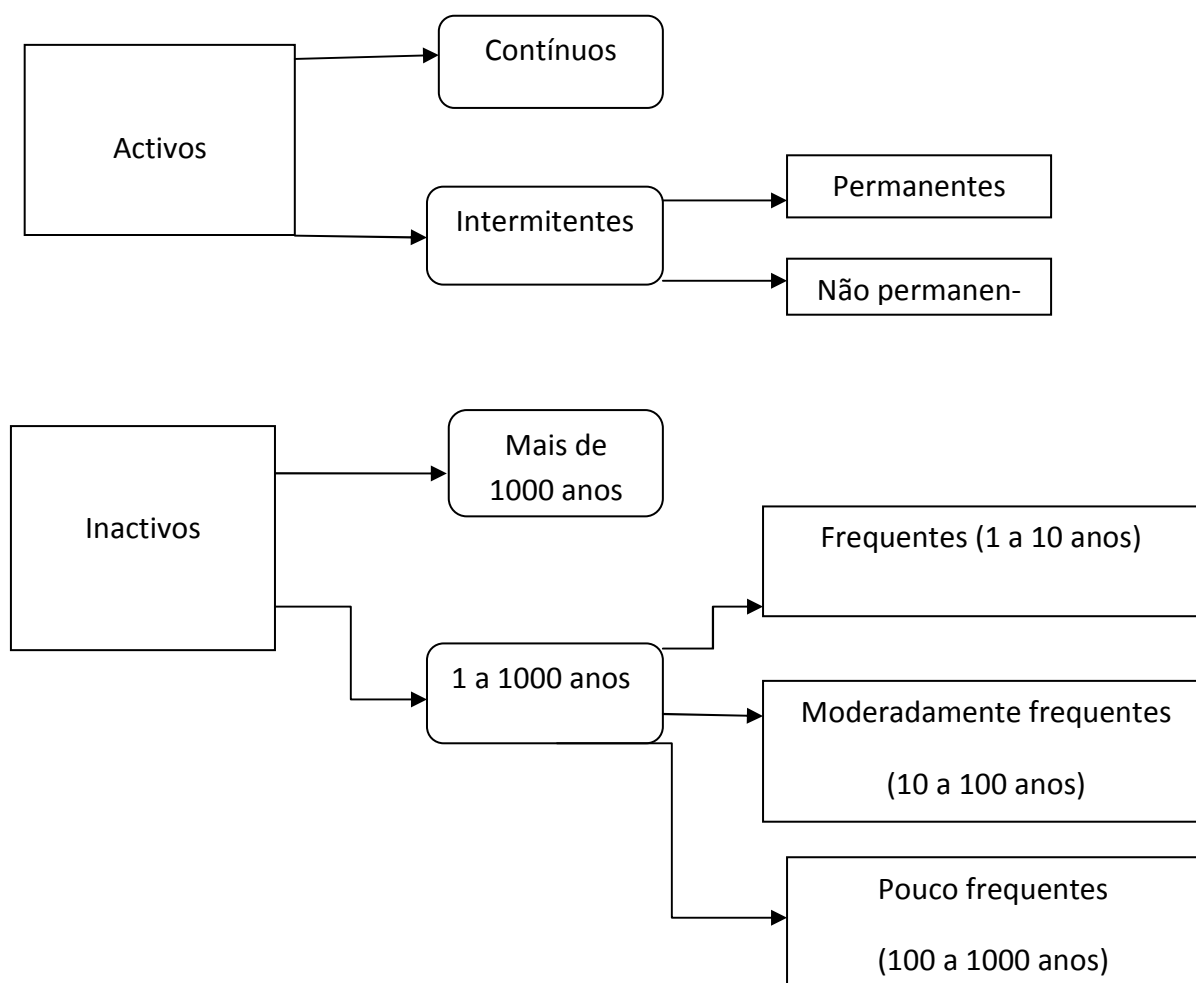
4.6.3.3. Zonas geladas

Na época em que a neve começa a derreter, as argilas do alto das montanhas ficam saturadas podendo dar origem a este tipo de movimentos. Uma vez que em determinado local se inicia um abanico aluvial, ele permanece durante semanas, continuamente.

Para terminar a descrição deste tipo de movimentos, falta apenas referir que eles podem também verificar-se em ambientes criados pelo homem, como por exemplo em escombrelas ou como consequência do rebentamento de barragens de contenção de resíduos.

4.7. Distribuição da actividade

Os movimentos de vertente são classificados também quanta à sua actividade. Esta análise permite que se possam identificar os movimentos que já estão estabilizados e aqueles que ainda podem gerar perigo. Normalmente eles são classificados como activos e inactivos tendo cada um dos estados várias subcategorias:



Esta classificação é muito utilizada em países que são assolados por este tipo de acidente com frequência, o que não acontece em Portugal. No nosso país, só em regiões muito bem definidas e sob circunstâncias específicas acontecem movimentos de vertente, que felizmente não costumam ter dimensões catastróficas. No entanto, à semelhança do que aconteceu no Inverno de 2000/2001, no Inverno passado choveu com intensidade durante um longo período de tempo. Como consequência, muitas vertentes que estavam adormecidas, voltaram a instabilizar.

Foram muitas as zonas do país afectadas por este tipo de acidentes, nomeadamente as zonas do Norte. Nos Arcos de Valdevez muitos acidentes foram reactivados, alguns deles com consequências catastróficas, destruindo casas e matando pessoas. Foi na freguesia de Rouças que um destes acidentes se desenvolveu. Mais tarde, depois do estudo efectuado pelos técnicos do Instituto Geológico e Mineiro, actual Laboratório Nacional de Energia e Geologia, percebeu-se que os campos de cultivo da freguesia, não eram mais que um depósito de argilas transportadas por um movimento semelhante ao que acabava de acontecer, um abanico aluvionar (Teixeira e Figueiro, 2006). Esta situação alerta-nos para a importância deste tipo de trabalho em zonas onde a pluviosidade tende a ser intensa durante o Inverno e onde os declives são elevados.

Os factores climáticos, associados às alterações antrópicas, que eventualmente se verificaram ao longo dos últimos anos perto destas regiões, tornaram possível a reactivação de vertentes adormecidas.

Há estudos recentes que apontam para uma possível periodicidade de Invernos com ocorrência de maior precipitação, o que realmente se pode vir a verificar. Há 10 anos fez-se sentir um Inverno em todo semelhante ao que acaba de terminar: chuvas intensas prolongadas por vários dias, semanas até, originando movimentos de vertente em zonas que aparentemente estavam estabilizadas. Os dados não são ainda conclusivos porém as informações que já existem não podem ser deixadas de lado e muito menos esquecidas.

5. Factores que contribuem para os movimentos de massa na região em estudo

5.1. Sismicidade

A falha Manteigas - Vilariça é uma falha activa com muita expressão na zona em estudo pois os vales, muitos dos rios e linhas de água estão alinhados segundo a sua direcção. Nesta zona, a sua actividade embora se verifique, é menos significativa do que em Torre de Moncorvo onde atinge o seu expoente máximo, tendo sido registados alguns sismos de baixa intensidade

Para além da falha Manteigas - Vilariça, a Serra da Estrela é também afectada por outros acidentes de natureza semelhante, como sendo a falha Seia - Lousã a Noroeste e falha do Ponsul a Sudoeste. Esta última, é responsável pela separação entre 2 tipos de litologias e diferentes estende-se por 85 km em território português. A topografia da zona representa a transição entre a montanha a norte e a planície alentejana a sul, e é também consequência da movimentação da falha do Ponsul. Este acidente tectónico considera-se activo tendo-se movimentado cerca de 65 a 130 metros nos últimos 2,5 a 2 Ma com uma taxa de movimentação de cerca de 0.026mm/ano e 0.065mm/ano. A última deslocação deu-se no intervalo de 30 a 100 mil anos apresentando um rejeito de 10 metros no sentido vertical. O sismo de maior magnitude que se calcula poder ter afectado esta zona teria um valor entre 6,75 e 7,25 na escala de Richter. Supõe-se que sismos de magnitude similar têm uma periodicidade entre 9.000 e 30.000 a anos.

Tendo em conta que esta é uma falha inversa, em alguns locais são visíveis contactos discordantes resultado dos esforços compressivos que provocaram os cavalgamentos. Em alguns sectores é perfeitamente visível o cavalgamento de granitos antigos (Paleozóicos) sobre patamares sedimentares mais modernos.

A falha Seia - Lousã com orientação NE/SW é responsável pela elevação a norte da Serra da Estrela. Os conjuntos de falhas com a mesma direcção que surgem através dos movimentos compressivos originados pela Orogenia Alpina são responsáveis pela elevação dos sucessivos patamares do lado Norte da Serra.

Como foi mencionado em parágrafos anteriores, os principais acidentes tectónicos que assolam a península ibérica foram reactivados durante a Orogenia Alpina que coincidiu com a abertura do Oceano Atlântico.

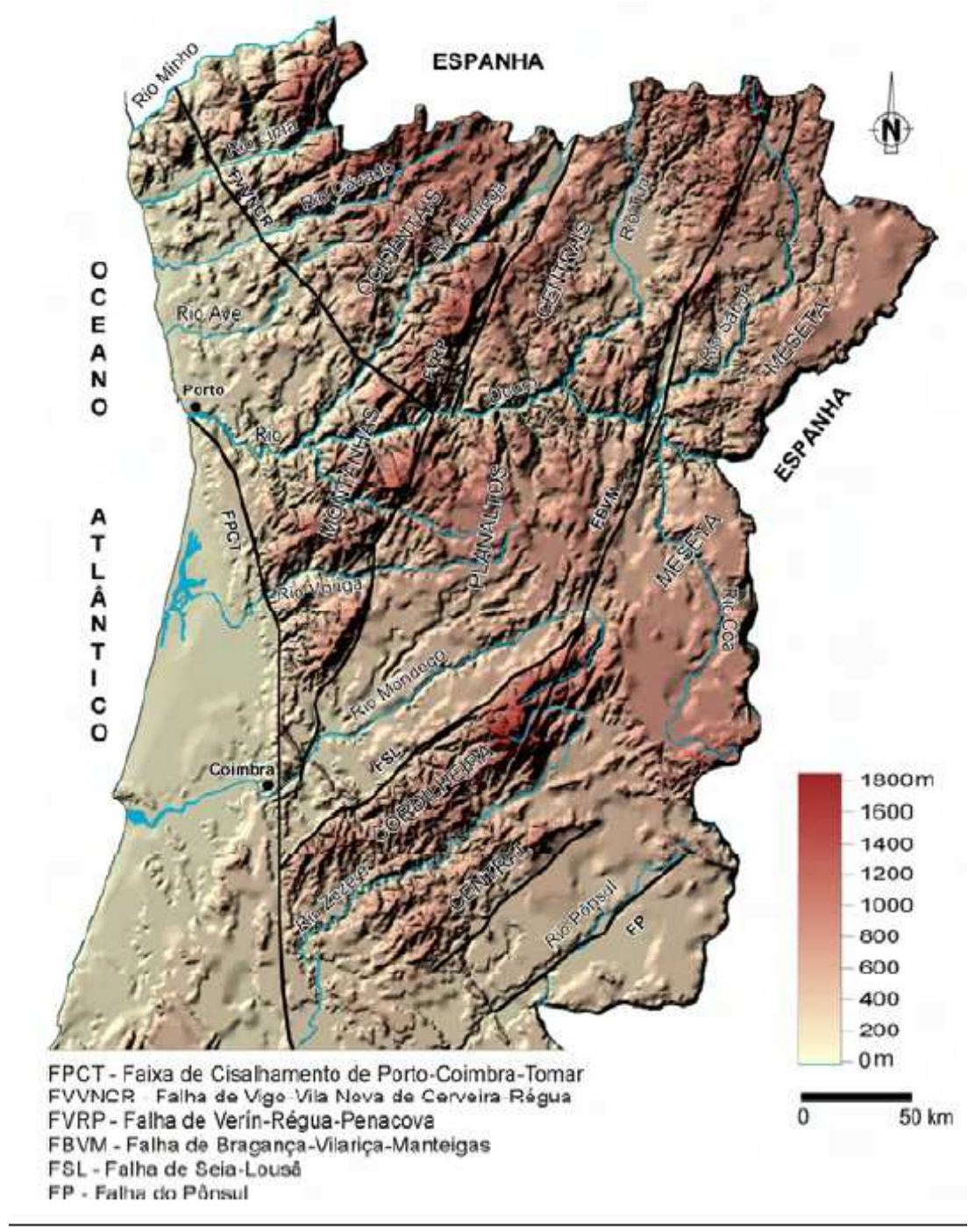


Fig. 19. Mapa Neotectónico de Portugal. Fonte: Espinha 2007

5.2. Topografia

A Serra da Estrela tem no seu ponto mais alto 1993 metros de altitude e tem vindo a ser levantada durante a Orogenia em que nos encontramos, a Orogenia Alpina. Embora a glaciação a que foi sujeita, acerca de 200 mil anos a tenha marcado profundamente, foi a tectónica compressiva a principal responsável pela elevação da montanha mais alta de Portugal.

Se por um lado os vales em U com os rios encaixados no seu fundo são uma das características mais vincadas da Serra, a estrutura em degrau e a existência de cristas graníticas não é menos importante. É nos vales em U e associados a eles que se encontram as vertentes mais inclinadas, exibindo maior probabilidade de movimentos de massa, principalmente deslizamentos. Também associado ao ambiente glacial, existem umas estruturas chamadas cristas morénicas que em alguns casos fazem a separação entre bacias hidrográficas definindo a linha partir da qual as águas escoam para um ou outro rio.

O facto de a Serra da Estrela ser ainda uma montanha muito jovem, com cerca de 10Ma, faz com que a estrutura em teclas de piano, ou escada, esteja ainda muito vincada. É fácil a identificação dos distintos patamares e da correspondente falha que lhe deu origem. Quando isso não acontece, associadas a esta estrutura aparecem cristas graníticas que são mais uma evidência do movimento vertical resultante do esforço compressivo originado pela movimentação da falha.

5.3. Clima

Alguns estudos feitos anteriormente dão conta de uma diferença de precipitação tanto em número de dias como em quantidade. Verificou-se que no sector ocidental do maciço é maior o número de dias em que ocorre precipitação, embora a quantidade de chuva seja inferior àquela que cai na parte oriental. Verificou-se também que a nível regional a quantidade de precipitação aumenta com a altitude (Espinha, 2007).

Na Serra da Estrela vigora um clima tipicamente mediterrânico com Invernos frio e húmidos e Verões secos e amenos.

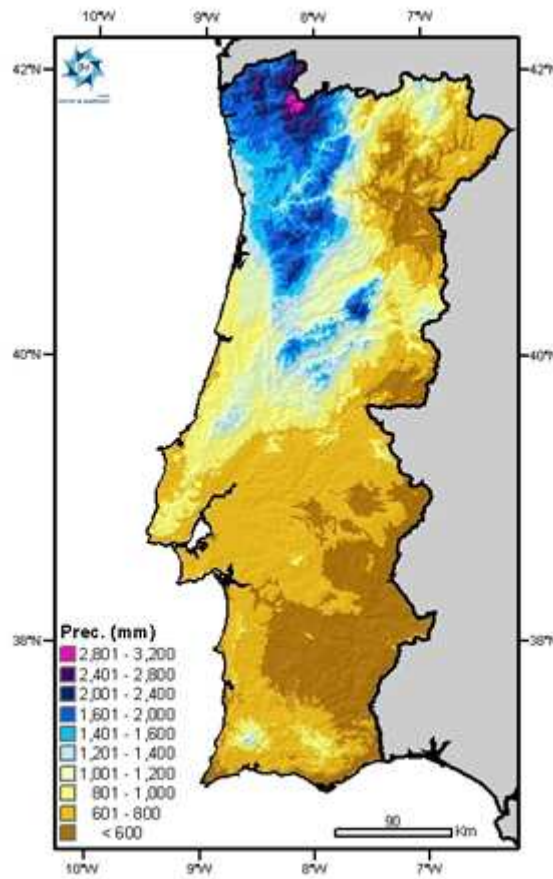


Fig. 20. Dados de pluviosidade média na Serra da Estrela. Fonte do Instituto Português de Meteorologia

A falta de precipitação durante o Verão, faz com que os solos se sequem rapidamente dando a origem a fendas de dissecação. Nestas fendas podem instalar-se plantas que têm duas funções por vezes antagónicas, no que diz respeito aos movimentos de massa. Se por um lado as suas raízes constituem uma rede que é responsável pela coesão e sustentação dos terrenos, por outro lado facilitam a infiltração de água no solo e sua acidificação o que faz diminuir a coesão do material, assim como a sua meteorização.

As diferenças de temperatura fazem também aumentar a meteorização física nas zonas onde ainda existe rocha mãe aflorante.

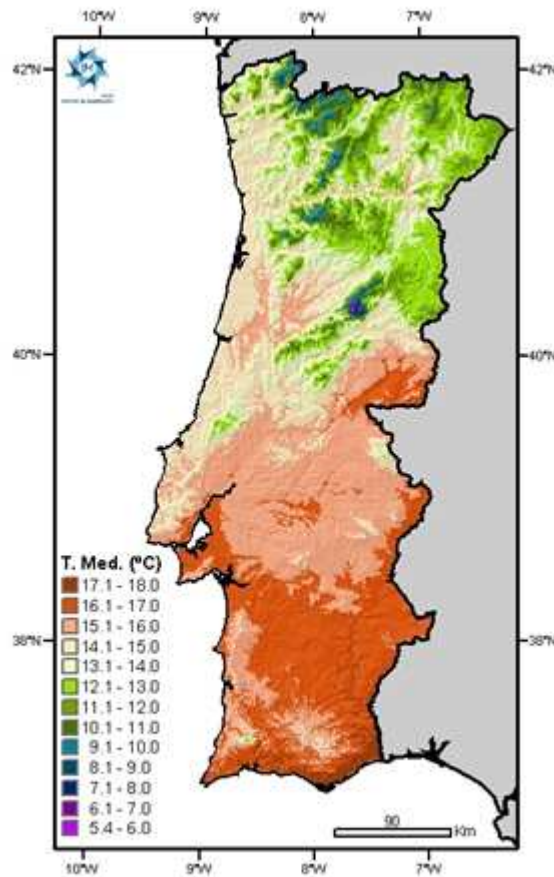


Fig. 21 Temperaturas médias anuais na Serra da Estrela Fonte Instituto Português de Meteorologia

Assim, o clima sentido na Serra proporciona uma forte meteorização física devido as variações de temperatura, uma forte meteorização química, devido ao alto grau de humidade ali sentido e consequentemente forte meteorização bioquímica, graças à vegetação que ali se instala.

5.4. Vegetação

A vegetação característica da Serra é de carácter rasteiro, já que ao longo dos tempos tem-se verificado uma desflorestação bastante intensa.

Aquando do degelo, provocado pelo aumento de temperatura no fim da última glaciação, o pinheiro-silvestre, o videeiro e o teixo ocuparam a Serra, mas hoje apenas pode-

mos contemplar uma paisagem com rocha aflorante intercalada com zimbrais e cervunais.

Porém, até mesmo este tipo de vegetação está a braços com sérios problemas de recuperação e manutenção da espécie. A actividade humana em determinados sectores da Serra, o pastoreio e os incêndios têm destruído vastas áreas verdes que tentam hoje sobreviver a todo o custo.

5.5. Manto de alteração

O manto de varia de espessura conforme a acção que o glaciar teve sobre a superfície em determinado ponto, sendo em geral pouco espesso. Nas zonas onde o glaciar se instalou e principalmente nas zonas mais elevadas da Serra, a rocha encontra-se aflorante exibindo inclusivamente estrias que testemunham a sua passagem. Nestes locais o manto de alteração é praticamente inexistente. Em outros sectores da Serra, onde o efeito da glaciação se fica pela crioclastia, as camadas de solo residual podem atingir alguns centímetros de espessura, porém o clima seco não propicia a meteorização química e bioquímica, que são as principais responsáveis pela formação de rególito.

Outro factor que não permite que espessas camadas de manto de alteração se possam formar, está relacionado com a pendente elevada das encostas da Serra. Ora não é difícil de perceber que para que se possa dar o processo de formação e deposição de rególito é condição necessária uma certa horizontalidade do terreno, facto que raramente se verifica na zona em estudo.

Ainda que o rególito se forme com todos os seus horizontes, o que não é de todo comum, sempre haverá sítios onde existirão pedaços de rocha mãe maiores que noutros, ou seja o solo residual granítico nunca é uniforme sendo por isso praticamente impossível fazer generalizações para este tipo de rególito.

Nas zonas graníticas, essa camada será constituída essencialmente por areia que permite a infiltração de águas para níveis freáticos mais profundos diminuindo a potencial

perigosidade no caso dos movimentos de vertente. No entanto, a intensa facturação do granito solta os blocos tornando fácil a sua movimentação.

As cristas morénicas são também um alvo de fácil movimentação já que não são mais que blocos alóctones, soltos. Quando as vertentes têm declive superior a 33° (o que é recorrente) podem dar-se movimentos de massa do tipo fluxo de detritos. Toda esta área está intercalada com xistos, grauváques e rochas metapelíticas⁽¹⁾ que podem constituir maior perigosidade sempre que as vertentes tenham a inclinação necessária (10° a 15°). O facto de estas rochas apresentarem xistosidade, estratificação e planos de xistosidade incrementa a possibilidade de tais movimentos acontecerem mesmo para vertentes de fraco declive. Outra das zonas que devem ser alvo de bastante atenção, são as zonas de contacto entre as diferentes litologias, principalmente se coincidem com falhas ou fracturas. Além de serem zonas susceptíveis de sofrer pequenos abalos sísmicos, são também zonas especialmente sensíveis á infiltração de água.

Segundo Espinha 2007, os níveis freáticos nesta zona são bastante superficiais, conclusão tirada graças à fraca mineralização apresentada pelas águas destas colhidas na região. Isto implica que na época das chuvas, a fina camada de solo que possa ter-se acumulado, é arrastada pela força das águas. Entra-se assim num ciclo vicioso: os níveis freáticos são pouco profundos, não favorecendo a meteorização química. Se não há meteorização química o solo tem mais dificuldades em formar-se, e a água não passa para níveis mais profundos porque a superfície Fundamental está praticamente aflorante. Por sua vez, no Inverno a água das chuvas arrasta o pouco solo que se forma no Verão, época onde a meteorização química aumenta, porque aumentam também as temperaturas. No fim de contas, percebe-se que ambientes desta natureza é muito difícil a formação de um solo maduro e portanto é fácil o desenvolvimento de movimentos de vertente.

¹ Rochas metapelíticas são rochas formadas por sedimentos de origem argilosa que sofreram processos metamórficos de baixo grau.

Nas zonas de crioclastia onde os solos têm um ciclo de congelação diário, o nível hidroológico superficial tem maior influência. Durante a fase de congelamento, a água que se encontra nas fracturas aumenta de volume obrigando-as a aumentar de volume também. Este processo sucessivo, aumenta a facturação do maciço tanto em número de fracturas, como em dimensão das mesmas.

5.6. Factores antrópicos

Nos parágrafos anteriores ressaltou-se a influência de factores naturais que posteriormente levam à ocorrência de movimentos de vertente. No entanto, a actividade humana é responsável, em muitos casos pela aceleração do processo natural que são os movimentos de massa. A falta de planeamento territorial aliada muitas vezes à falta de bom senso da população, são uma mistura explosiva que põe muitas vezes em perigo a integridade física das pessoas bem como dos seus haveres. Exemplos disso mesmo são os casos bem conhecidos e estudados do Norte e Centro da Califórnia. O que aconteceu nesta zona foi a infiltração de águas de fossas e de rega, de uma zona urbanizada no cimo de uma encosta que deu origem a um rio de lama.

Hoje em dia deparamo-nos com um novo factor que contribui grandemente para os movimentos de massa, os incêndios florestais. Não sendo um factor directamente antrópico, é o indirectamente já que os incêndios florestais são na maioria das vezes responsabilidade nossa. Depois da deflagração de um incêndio, a vegetação que antes funcionava como fixadora dos terrenos desaparece, deixando o solo mais susceptível às condições atmosféricas e de erosão. Por outro lado, é gerada sobre a camada de solo superficial uma camada de cinzas impermeáveis que impede que a água circule até níveis freáticos mais profundos.

Isto associado ao facto de não haver já raízes para sustentar o solo, pode levar em épocas de chuvas torrenciais à formação de movimentos de vertente.

Nos dias que correm o tema movimentos de vertente está na boca de todos e é motivo de notícia quase diariamente. Isso acontece porque realmente a influência humana tem incrementado o número de movimentos desta natureza.

A verdade é que movimentos de vertente sempre existiram, no entanto o facto de as populações estarem a ocupar cada vez mais áreas de potencial risco faz com que estes movimentos que antes aconteciam sem que ninguém se desse conta, agora passem a ser um perigo real para a sociedade.

Daqui nasce o conceito de risco geológico. Este conceito é independente do conceito de susceptibilidade geológica já que está associado aos prejuízos materiais e / ou humanos que um movimento de massa pode provocar. A escala de risco geológico é por isso dependente do tipo de infra-estrutura e vidas humanas que poderá afectar. Para a construção dessa escala normalmente tem se em conta a densidade de vias de comunicação, os seus custos de manutenção e a densidade populacional.

O conceito de susceptibilidade sempre existiu e sempre existirá porque depende da probabilidade de ocorrência de movimentos de vertente (sejam eles de origem natural ou antrópica). Esses movimentos vão continuar a acontecer sempre que as vertentes se instabilizem. O facto de as nossas populações terem vindo a ocupar zonas propícias à ocorrência deste tipo de acidentes, instabiliza as vertentes tornando-as em zonas de forte risco geológico.

Em suma, o conceito de risco geológico não se aplica aos movimentos de massa por si só, mas sim quando estes põem em perigo bens ou vidas humanas ou contrário do conceito de susceptibilidade que é independente dos danos que dado movimento pode causar.

6. Trabalho de Campo

Um dos objectivos deste trabalho passava pela realização de trabalho de campo com o fim de cartografar os movimentos de vertente existente nos vales da Ribeira da Alforfa e do Vale do Rio Zêzere. Estes movimentos foram inventariados e colocados em anexo ao trabalho para que possam ser consultados.

Ainda que uma das bases do trabalho passasse pela identificação no campo dos pontos críticos onde os acidentes poderiam ocorrer, a verdade é que a maior parte do trabalho de cartografia geomorfológica foi feito através de cartografia indirecta. A cartografia indirecta conjuga fenómenos físicos e geológicos que, se sabe que influenciam acidentes desta natureza. Assim tendo em conta os pressupostos anteriores, partimos para o campo, a fim de os comprovar.

A verdade é que já no campo percebemos que os parâmetros que analisamos no capítulo anterior têm pesos diferentes na origem dos movimentos. Por exemplo, nos fluxos de detritos os principais factores desencadeantes estão relacionados com a espessura e tipo de solo residual (marcadamente fino e de origem granítica). Os slumps e as quedas de detritos, são marcados pela intervenção antrópica. É importante não esquecer que todos os factores contribuem para a formação dos movimentos, aliás, pode referir-se que talvez a falta de um deles será suficiente para os movimentos não ocorrerem.

Embora menos relevante que a cartografia indirecta, foi através do trabalho já com base na cartografia directa que conseguimos perceber que os acidentes no vale do Rio Zêzere eram na sua maioria reactivações de acidentes antigos. Este tipo de trabalho requer muitas horas de busca e pesquisa em jornais antigos, baseando-se muito na memória popular. É por isso um trabalho moroso e que nem sempre dá fruto. Além disso, em muitos locais a vegetação cresce muito rapidamente apagando os vestígios deixados por movimentos antigos. Tendo em conta estes factores, parece-nos evidente que a cartografia indirecta é indispensável a este tipo de trabalho, caso contrário, as cartas não seriam construídas em tempo real.

A metodologia seguida nesta fase de trabalho foi bastante simples. Consistia em, para cada movimento, qualifica-lo quanto ao tipo, marcar a cota a se desenvolvia, a sua extensão e fazer uma fotografia. A maioria das vezes não foi possível marcar a cota do ponto de arranque já que se encontrava em zona de difícil acesso. Juntamente com estes dados, foram tiradas algumas notas particulares em relação a cada movimento. Por exemplo se estavam localizadas em linha de cumeada, linha de água ou qual a relação com algum movimento próximo.

Quando se partiu para o campo, os mapas 3D já tinham sido construídos, facilitando bastante a interpretação de certos movimentos. A sua integração no contexto teórico, que também havia já sido estudado, foi quase imediata em alguns casos.

Outro factor que contribui de forma muito positiva para a compreensão de todo o ambiente que nos rodeava na Serra, foi a aula de campo que semanas antes tivemos a sorte de presenciar. Nesta aula foi-nos mostrada toda a geologia da Serra, o contexto neotectónico e morfológico. Assim, na hora de catalogar cada movimento e interpreta-lo, foi muito mais claro e evidente qual ou quais os factores que o desencadearam.

Nesta fase de inventariação, o uso do Google Earth foi uma ferramenta de suma importância. Sempre que alguma dúvida surgia na interpretação de algum acidente, as imagens de satélite permitiam um olhar rápido sobre as vertentes em estudo.

Depois de inventariar todos os movimentos, foram escolhidos alguns deles como exemplo para através deles explicar a dinâmica de cada vertente. Essa explicação é feita no capítulo seguinte, porém, não dispensa a consulta dos inventários em anexo.

Em seguida colocamos um exemplo de um inventário por preencher, para que se entenda o que representa cada um dos parâmetros que foram tidos em conta:

Inventário: Número do inventário

Classificação do acidente: Tipo de movimento

Designação: Local do acidente

Localização geográfica: Coordenadas GPS (latitude e longitude)

Ponto inicial		
Ponto final		
Cota		
Azimute		

Perímetro da frente: Extensão da frente do movimento

Tipo: (recente ou histórico): Movimento recente se não se registaram movimentações em períodos anteriores; acidente histórico se os movimentos nesta zona são recorrentes.

Revelação: Se o local apresenta movimentos recentes, apenas históricos ou até mesmo fósseis.

Representatividade: movimentação em volume se o material deslocado se movimenta segundo uma grande massa, e linear ou pontual, quando as massas movimentadas se deslocam segundo uma linha ou um ponto. (Consultar figura 22)

Acidente: Motivo que levou ao acidente: Acção antrópica ou natural.

Descrição geológica e integração: Breve descrição geológica da vertente, tentando fazer o enquadramento na geologia local.

Descrição geomorfológica e integração: Breve descrição geomorfológica da vertente

Descrição geral, interpretação e recomendações: Descrição do movimento. Tenta apresentar-se uma solução para o problema.



Movimentação em volume

Arranque pontual segundo múltiplos braços



Fig. 22. Tipos de movimentação

7. Análise de Risco

Para a análise e estudos das vertentes do vales da Ribeira da Alforfa e do vale do Zêzere, foram utilizadas inúmeras ferramentas que juntamente com o trabalho de campo ajudaram a identificar e compreender quais os pontos mais susceptíveis à ocorrência de movimentos de massa.

Com a utilização do Google Earth, tivemos acesso a imagens de anos anteriores, o que possibilitou a comparação do estado das vertentes nessa época e o estado em que se encontram actualmente. Esta análise permitiu inferir qual ou quais os tipos de actividade que originariam cada um dos movimentos identificados nas visitas de campo realizadas. Recorrendo a esta mesma ferramenta, construiu-se o mapa de fracturas foto interpretadas da zona e com ele identificou-se as diferentes famílias de fracturas que afectam a Serra.

Já utilizando software mais avançado, Surfer, construíram-se vários mapas temáticos até se encontrar um que se adequasse mais aos objectivos que se pretendia alcançar.

Neste capítulo e também no seguinte vão apresentar-se alguns desses mapas, porém em anexo constarão as suas versões em tamanho A3 acompanhadas de outros mapas que podem ajudar o leitor a melhor compreender a morfologia das vertentes.

7.1. Vale da Ribeira da Alforfa

Os casos estudados na ribeira da Alforfa são situações gritantes do efeito da acção humana nas vertentes.

Actualmente a estrada de ligação entre Nave de Santo António e Unhais da Serra está interdita ao trânsito já que em alguns pontos do traçado a via se encontra completamente destruída.

São de 3 tipos os movimentos de vertente que se encontram nesta zona: fluxo de detrito, queda de detritos e slump. Cada um deles está associado a um tipo de ambiente específico, respectivamente linhas de cumeada, corte da base de apoio da vertente e aumento da superfície de infiltração.

Os fluxos de detritos são os acidentes mais antigos e de maiores dimensões estando associados ao processo natural e evolutivo da vertente em busca de estabilidade. Em alguns deles não são sequer visíveis movimentos associados à acção antrópica a que foi sujeita a vertente.

As quedas de detritos são as que mais relação têm com o alargamento da estrada. Ao proceder a esta intervenção rodoviária, foi removida a base de apoio da vertente, que por efeito da pluviosidade e associada a outros factores, que em seguida serão mencionados, promovem a instabilização e movimentação do talude.

Em alguns pontos que foram identificados como mais frágeis houve uma tentativa de substituir a base da vertente que tinha sido cortada por gabiões, mas eles foram incapazes de travar o avanço dos detritos encosta abaixo.

Os slumps são os movimentos mais recentes e ao que tudo indica são uma consequência dos movimentos anteriores. Estes desenvolvem-se muito lentamente por infiltração de água e aparecem em zonas onde a vegetação é mais abundante e o solo mais argiloso. Além disso, aparecem sempre no lado mais periférico da estrada. Aparentemente, os movimentos a que estão associados facilitaram de alguma maneira a infiltração de água em pontos mais sensíveis, que juntamente com o peso exercido pelas viaturas que por aqui circulavam e sua trepidação, criaram a mistura ideal para o desenrolar destes movimentos.

Depois de estudadas as condições morfológicas do terreno, percebe-se que os factores que mais contribuem para os movimentos de vertente, sejam eles fluxo de detritos, queda de detritos ou slumps, são o declive e a existência de linhas de cumeada. Algumas deles correspondem a linhas de água de primeira ordem, outras correspondem certamente a canais por onde a água tem mais facilidade em percolar em períodos de pluviosidade muito intensa.

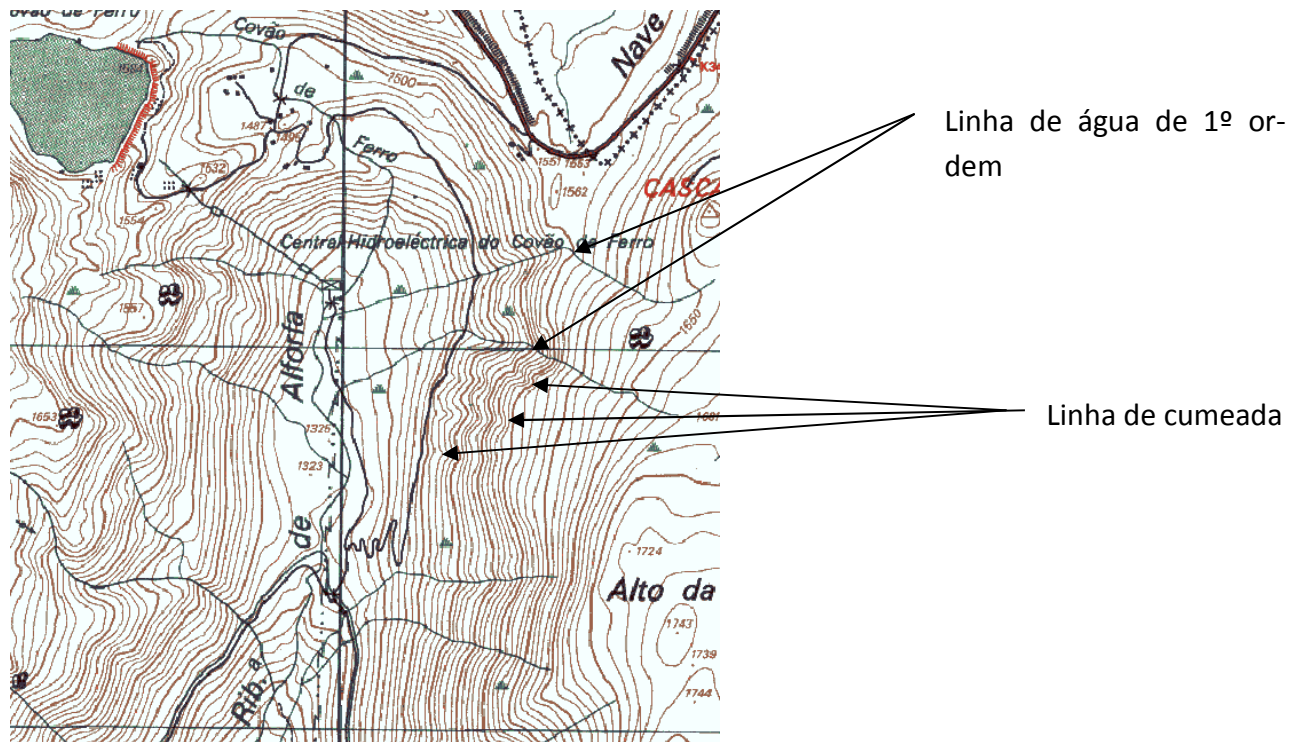


Fig. 23. Vale da Alforfa. Fonte: Carta militar 223, à escala 1:25000

Se compararmos os pontos onde a frequência de movimentos é maior com os pontos onde a estrada intersecta as linhas de cumeada, facilmente se percebe que coincidem quase na perfeição, principalmente no caso dos fluxos de detritos que acontecem sempre associados a estes fenómenos.

Observando o mapa seguinte, que representa o modelo de superfície do Vale da Alforfa, também é possível ter a percepção onde os movimentos teoricamente ocorreriam com maior intensidade e frequência. Depois de sobrepor os dados teóricos, obtidos a partir do estudo da topografia, com os dados colhidos de campo, verifica-se que realmente são coincidentes.

No modelo, as zonas onde o declive está assinalado com setas de cores mais próximas do vermelho, são os locais onde efectivamente existem mais movimentos de massa e de maiores dimensões. Na verdade, 16 dos 24 movimentos inventariados localizam-se nestas zonas. As zonas a azul, ou com setas mais pequenas, dizem respeito a zonas menos inclinadas, onde é menos provável a ocorrência de movimentos de massa.

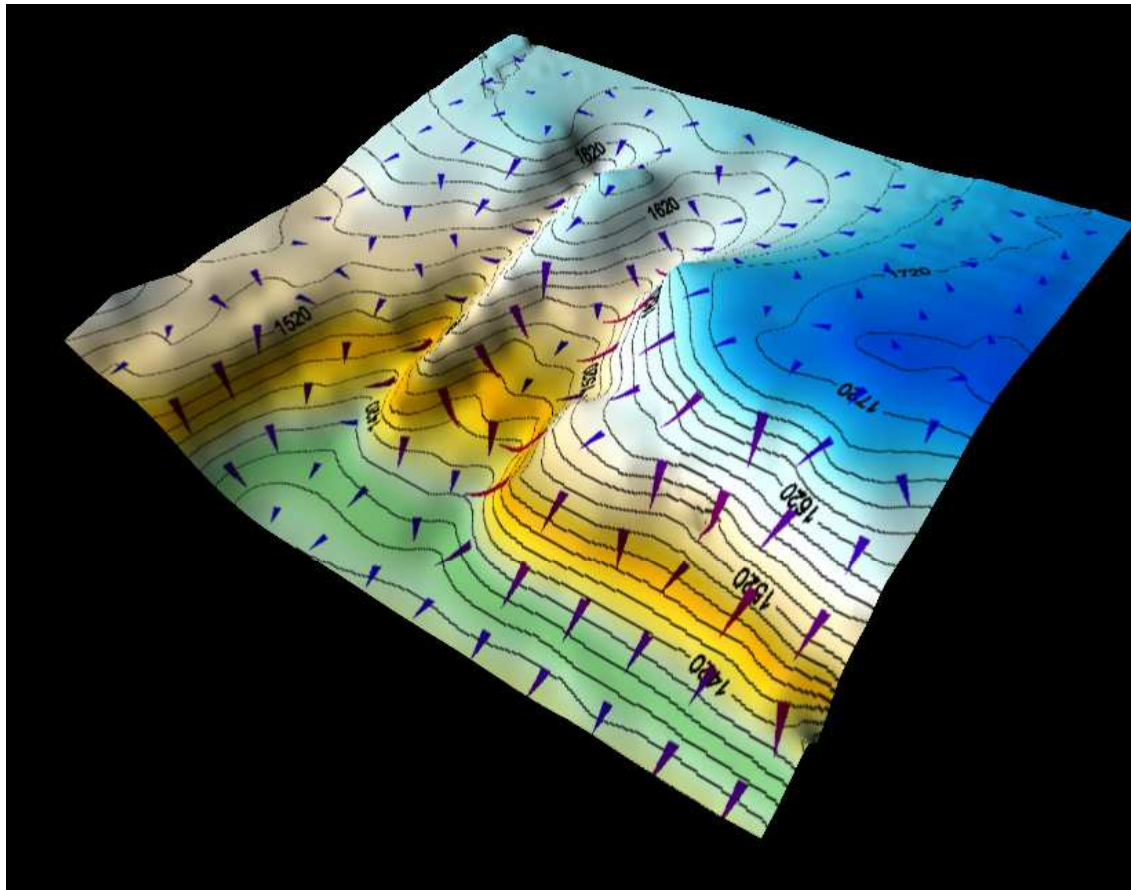


Fig. 24. Modelo de superfície do Vale da Alforfa

Há efectivamente outros factores que influenciam os movimentos de vertente. A acção antrópica, é como já foi referido, aquele que mais a influencia, no entanto não podemos esquecer a geologia glacial que está muitíssimo presente neste vale.

O Vale da Alforfa é por excelência o vale glacial da Serra da Estrela onde melhor se apreciam as marcas deixadas pelo glacial. As moreiras e os terraços glaciários são estruturas sedimentares pouco compactas e por isso muito susceptíveis a pequenas alterações do seu equilíbrio mecânico. Estas alterações de estabilidade são causadas naturalmente pela acção da gravidade. Todo e qualquer material que se encontre sobre uma superfície com inclinação superior ao ângulo de talude natural ($\pm 35^\circ$), tem tendência a cair para um nível de energia potencial mais baixo. Se para além deste factor acrescentarmos outros de natureza climática, geológica, tectónica ou biológica, para ângulos bastante mais pequenos podem já observar-se movimentos de vertente.

A pluviosidade intensa durante períodos de tempo alargados satura os solos diminuindo-lhes a coesão. Estes mais tarde ou mais cedo acabam por fluir levando consigo todo o material que neles está suportado. Embora a zona alvo do nosso estudo não seja rica em argilas (material que adquire comportamento plástico quando saturado), possui uma fina camada de rególito que está directamente em contacto com a rocha mãe. Esta zona de contacto funciona frequentemente como escorrega, por onde desliza o rególito que arrasta consigo a moreia que tinha pousada sobre si. Este fenómeno deve-se à elevada condutividade hidráulica adquirida em solos peliculares.

O ambiente de crioclastia sentido nesta região da Serra é também um factor que contribui indirectamente para os movimentos de vertente. O ciclo de gelo/degelo diário que as rochas sofrem, aumenta a facturação do maciço, facilitando assim o seu movimento sempre que associado a algum dos outros factores já referidos anteriormente.

A geologia tem obviamente um papel muito importante principalmente se pensarmos nas zonas de contacto entre formações diferentes. O que encontramos neste vale são dois tipos de granitos: um granito grosseiro essencialmente moscovítico e um outro de grão fino com duas micas. Nestas zonas de contacto, a infiltração de água é maior contribuindo assim para a mais rápida alteração da rocha e consequente facilidade em movê-la.

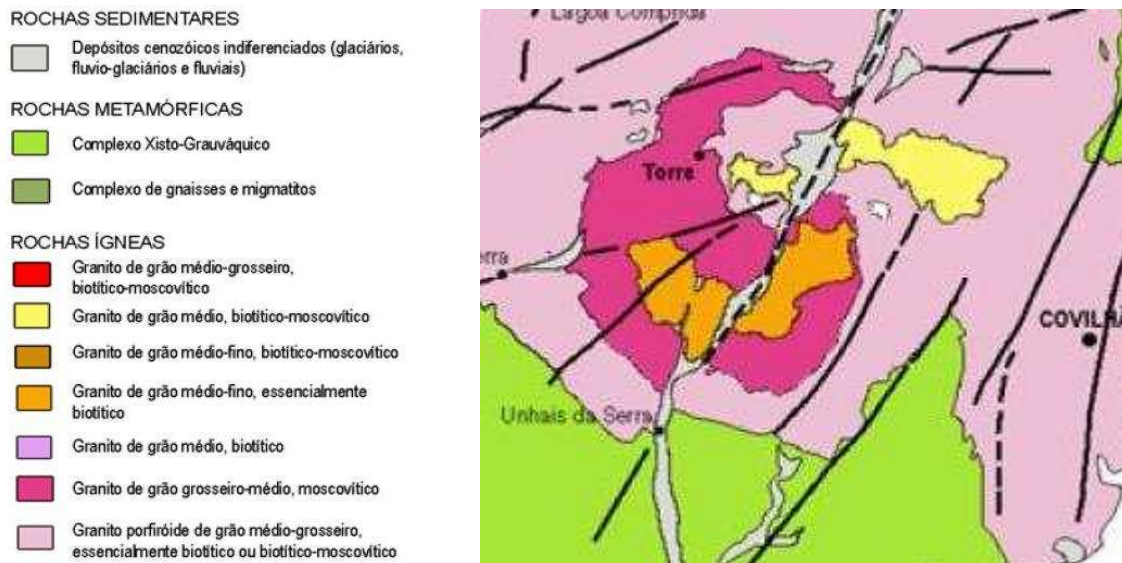


Fig. 25. Esquema representativo da Serra da Estrela, adaptado da carta geológica 21BFonte: Guia do Parque Natural da Serra da Estrela

Como foi referido nos capítulos introdutórios, a Serra da Estrela é atravessa por 2 acidentes tectónicos importantes: falha da Manteigas - Vilariça e falha Seia - Lousã. Sendo elas falhas activas, desencadeiam uma série de acontecimentos secundários à sua existência que vão também contribuir de forma positiva nos movimentos de vertente. Os rios existentes na Serra têm o mesmo alinhamento da falha da Manteigas - Vilariça, estando instalados também em falhas. As suas margens são portanto locais de actividade neotectónica. Além disso, os movimentos de ambas falhas despoletam uma série de outros acidentes, com direcções perpendiculares aos primeiros, onde se irão verificar alguns dos fluxos de detritos de maior dimensão.

A actividade biológica, principalmente da flora, tem grande influência no momento de analisar as causas que levam aos movimentos de massa. Enquanto os factores anteriores contribuem apenas no sentido de aumentar a probabilidade da movimentação dos terrenos, os agentes biológicos podem ter ambos papeis. Se por um lado funcionam como fixador de solo, por outro lado, ao contribuírem para o aumento da meteorização química, física e bioquímica sobre a superfície onde estão instalados, contribuem também para a perda de coesão do rególito que terá mais tendência escorregar sobre a superfície fundamental.

7.1.1. Análise de casos específicos

7.1.1.1. Fluxo de detritos

Nos parágrafos anteriores foram analisados alguns dos principais factores que estão na origem dos movimentos de massa. Agora, vão analisar-se alguns dos acidentes mais relevantes encontrados no vale da Ribeira de Alforfa.

O fluxo de detritos que se encontra à cota 1428m (*Anexo I*, número 8) é um acidente já antigo, anterior à intervenção antrópica de que foi alvo a base deste vertente. É um acidente de grandes dimensões que movimenta detritos de grandes dimensões intercalados com detritos médios e algumas argilas e saibro. Tem dois pontos de arranque, tendo cada um deles vários braços através dos quais se desenvolve. A determinada cota, todos os braços se unem formando apenas uma linha por onde flui todo o material deslocado.

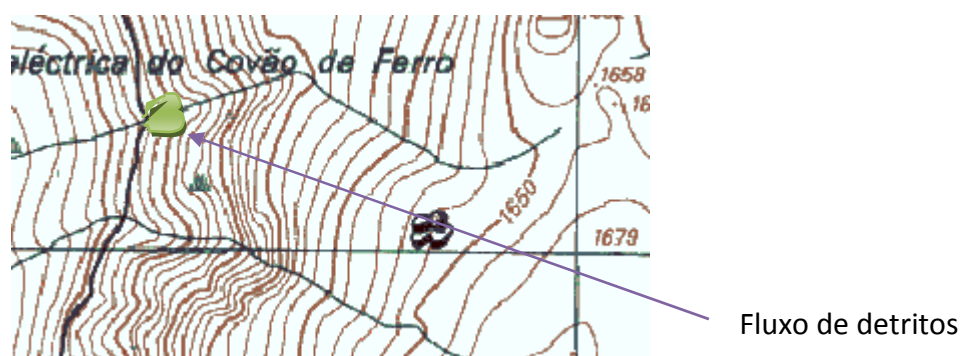


Fig. 24. Local do acidente. Fonte: Carta topográfica 223 à escala 1:25000.

Consultar *Anexos I* inventário número 8.

Este movimento está situado sobre uma linha de água, por onde corre uma linha de água de primeira ordem. Além disso, coincide também com o contacto geológico entre os dois granitos que coexistem neste vale.

Neste local a espessura de rególito é muito fina e a vegetação existente é rasteira e pouco presente.

Através da visualização 3D dada pelo Google Earth podem observar-se as diferentes famílias de falhas correspondentes aos diferentes momentos tectónicos que assolaram a Serra da Estrela. Algumas destas fracturas foto interpretadas são também coincidentes

com as linhas de cumeada, e por isso pode dizer-se com propriedade que a facturação tem um papel decisivo na ocorrência deste tipo d movimentos

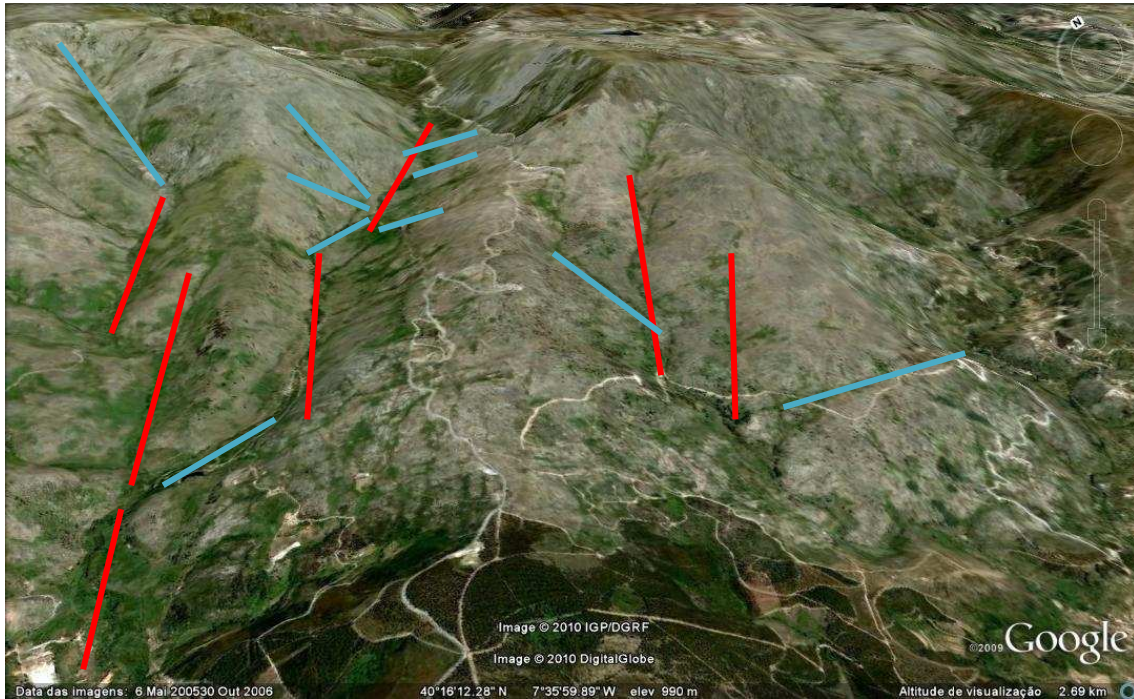


Fig. 25. Mapa de Fracturas foto interpretadas do Vale da Ribeira da Alforfa. Fonte: Google Earth

7.1.1.2. Queda de detritos

Ao contrário do que sucede com os fluxos de detritos, as quedas de detritos são provocadas por alteração da base de apoio da vertente, ou seja, devido à construção da estrada. Ao ser removida parte da base da vertente, as camadas de rególito e rocha que lhe estão sobrejacentes ficam sem apoio acabando por cair como um castelo de cartas.

O caso que vamos exemplificar, reúne, para além desta condição, outras que aceleram e tonificam o processo de queda. Parte da queda de detritos, (Anexo I, número 22) situada a 1389m e com 151m de extensão, encontra-se situada numa linha de cumeada. No ponto exacto deste fenómeno topográfico deparamo-nos com uma caudalosa linha de água e com um grande bloco de rocha que foi arremessado para a via de comunicação

obstruindo-a por completo. Nas zonas periféricas verifica-se queda de detritos de média dimensão intercalados com saibro e algumas argilas.

Em períodos de chuvas intensas, esta linha de cumeada tornar-se-á no caminho mais fácil para a circulação de águas pluviais. Em determinadas alturas, o caudal será de tal maneira elevado, que juntamente com a forte inclinação que se faz sentir nesta vertente, confere a esta linha de água uma enorme capacidade de transporte capaz de movimentar blocos com algumas toneladas de peso.

À semelhança do acidente anterior, também esta se encontra numa zona de contacto entre diferentes litologias, zona de infiltração de águas por excelência. Como já foi referido, esse aumento de infiltração promove uma eficaz meteorização da rocha, desagregando-a tornando-a mais susceptível a alterações de estabilidade mecânica.

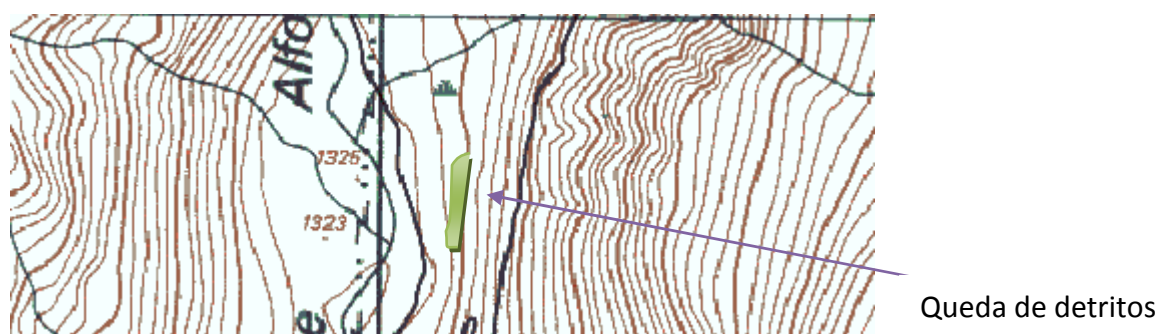


Fig. 26. Local do acidente Fonte: carta topográfica 223 à escala 1:25000. Consultar *Anexos I*, Inventário número 22

7.1.1.3. Sump

Os slumps são movimentos lentos provocados pela infiltração gradual e crescente de água. Ao longo da estrada alvo de estudo, há inúmeros slumps em desenvolvimento, todos ou quase todos de pequena dimensão quando comparados com movimentos de outros tipos. Isso deve-se exactamente ao processo lento e gradual que envolve a sua formação. Quase sempre estão associados a movimentos próximos, dando a ideia de que se formam à custa destes ou como sua consequência. É possível que assim seja, já que os movimentos de vertentes mencionados anteriormente vão alterar as condições vigentes de infiltração de água, podendo incrementá-la na zona onde se formará o slump. Para além disso, a intervenção antrópica realizada aumentou a espessura de camada de solo.

Para que se conseguisse um perfil horizontal nesta área, foi necessário fazer um aterro. Os solos de aterros são normalmente arenosos, no entanto contém sempre uma percentagem de argilas que juntamente com as vibrações inseridas no terreno devido à passagem de viaturas e ao peso com que estas sobrecarregam a vertente, proporcionam as condições ideais para o aparecimento de slumps.

É importante referir que todos eles se desenvolvem no lado da estrada menos apoiado, o que sugere que os terrenos não estavam preparados para suportar o aumento de carga que passaram a sentir resultando daí assentamentos crescentes em determinados pontos de fraqueza.

O caso que serve de exemplo, é um slump já bastante desenvolvido, localizado à altitude de 1420m e com uma extensão de 17m (Anexo I, número 11). Este acidente encontra-se ladeado por quedas de detritos de grandes dimensões, confirmando assim a ideia de que os diferentes movimentos se relacionam entre si.

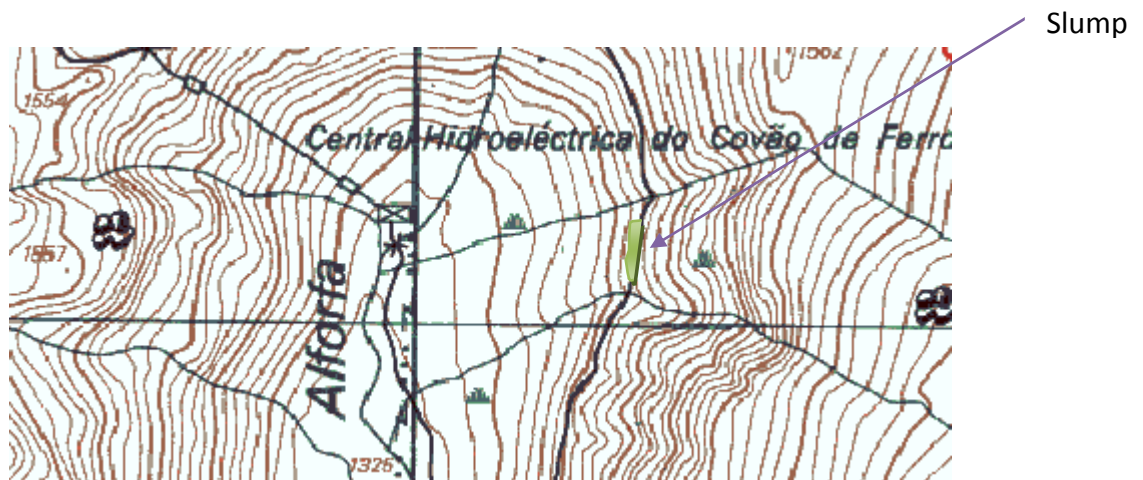


Fig. 27. Local do acidente Fonte: carta topográfica 223 à escala 1:25000.

Consultar *Anexos I*, Inventário número 11

Na zona onde se desenvolve existe bastante vegetação e o solo parece ser mais argiloso que nos casos anteriores. As argilas têm um comportamento muito diferente do saibro, já que se podem saturar de água perdendo coesão lentamente. À medida que a quantidade de água que absorvem aumenta, o seu comportamento vai aproximando-se cada vez mais do de um fluido, deixando de ter capacidade de sustentar a vegetação que nela se instalou. Neste troço a cota baixa abruptamente, permitindo que a água que circula a montante escorra pela estrada infiltrando-se neste ponto sensível. Juntamente com estes factores, o aumento de peso a que este lado mais periférico da estrada foi sujeito, permitiu que o acidente se fosse desenvolvendo gradualmente até atingir as dimensões actuais.

7.2. Vale do rio Zêzere

No vale do Zêzere há 2 tipos de movimentos de vertente que se repetem por quase todo o vale glacial. São eles, os fluxos de detritos e a queda de detritos.

Grande parte destes acidentes são históricos, porém alguns deles ainda que antigos continuam activos. A sua actividade é proporcionada por vários factores, muitos deles coin-

cidentes com os que despoletam os movimentos nas vertentes da Ribeira da Alforfa, no entanto a acção antrópica aqui não é tão evidente.

À semelhança da Ribeira da Alforfa, também aqui existem movimentos associados a linhas de água e de cumeada. Os associados a contactos geológicos não têm expressão, porém é provável que aqueles ligados à neotectónica sejam mais evidentes. A maioria dos acidentes são do tipo fluxo de detritos com um ou vários pontos de arranque e quase sempre associados a quedas de detritos nas laterais. Alguma vez podem ver-se quedas de blocos, onde o declive é deveras muito forte, assim como quedas de detritos isoladas.

Provavelmente na época em que foi aberta a estrada de ligação a Manteigas, os movimentos de massa seriam uma constante, no entanto com o passar dos anos a vertente foi lentamente encontrando a sua estabilidade, o seu equilíbrio perante a nova situação a que foi sujeita. Por isso os movimentos que ainda continuam activos corresponderão certamente a zonas de fraqueza ou por coincidirem com linhas de água, ou por estarem numa zona mais inclinada ou por serem afectados mais directamente pela actividade neotectónica.

Este vale é constituído por granito porfiroide de grão grosseiro não existindo zonas de contacto geológico à excepção dos primeiros metros em que se encontra um granito porfiroide de grão médio. Aqui a vegetação é um pouco mais abundante que no vale da Ribeira da Alforfa embora esteja localizada em locais onde o declive é ligeiramente mais suave. O que realmente sobressai na paisagem é um enorme depósito morénico povoando a vertente imensamente inclinada coberta com vegetação rasteira e pintalgada aqui e ali com alguma árvore não muito frondosa.

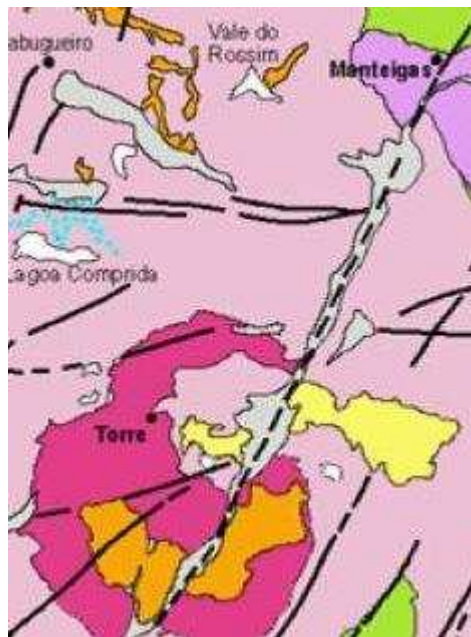


Fig. 28. Esquema representativo da Serra da Estrela, adaptado da carta geológica 21B

A partir da visualização do vale no Google Earth, com imagens de 2005, percebe-se que houve uma mudança drástica na flora que povoa a região. Nessa época todo o vale estava recoberto por árvores, fenómeno quase inexistente actualmente.

Depois de alguma pesquisa por jornais antigos, descobriu-se que em Agosto deste mesmo ano, 2005, deflagrou em Manteigas um incêndio de grande dimensão que com certeza destruiu grande parte da flora que se havia instalado no vale.

As imagens satélite mostram também um ambiente totalmente diferente no que diz respeito aos movimentos de vertente. Aparentemente, em Junho de 2005 (data das imagens, anteriores ao incêndio) os acidentes haviam praticamente cessado a sua actividade. A maioria podia ser identificada pela observação de cicatrizes que em muitos casos estavam já completamente cobertas de vegetação. Noutros casos era possível identificar blocos movimentados apresentando uma cor acinzentada, certamente devida aos fungos que ali encontraram um habitat ideal para a sua sobrevivência.

Quando comparamos essas imagens de satélite com as fotografias tiradas durante o trabalho de campo, verificamos que os acidentes actuais são a reactivação dos velhos movimentos de massa.

O que demonstra que a vegetação tinha neste caso um papel extremamente importante no que diz respeito à fixação dos terrenos. Com a sua destruição, o rególito fica, por isso, mais susceptível a todos os factores impulsionadores dos movimentos de vertente.

Além desses factores, é necessário considerar também os efeitos que os incêndios têm sobre o solo. Depois de um incêndio é formada uma camada cinzas impermeável sobre o solo que impede a água de se infiltrar. Este fenómeno leva a um aumento considerável na quantidade de água que passa a escorrer vertente abaixo. Como os solos estão agora desprotegidos, passam a ter de enfrentar sozinhos, as torrentes de água e lama que o vão percorrer durante o Inverno.

Torna-se agora claro que estão reunidas as condições necessárias à ocorrência de movimentos de vertente do tipo fluxo de detritos e queda de detritos.



Fig. 29. Cicatriz de queda de detritos. Fonte:Google Earth



Fig. 30.Cicatriz de queda de detritos.

Nesta situação, estamos perante um tipo de acção antrópica sobre a vertente diferente do analisado nas vertentes da Ribeira da Alforfa. Talvez nem se possa chamar a acção antrópica porque os incêndios não são directamente provocados pelo homem, ou pelo menos não na sua actividade normal. Ainda assim, não podemos descartar-nos da responsabilidade de manter as nossas florestas limpas e livres de criminosos que insistem em destruí-las. Por isso, e à semelhança do que foi feito na introdução, a este tipo de intervenção humana, chamar-lhe-emos intervenção antrópica indirecta.

7.2.1. Análise de casos específicos:

7.2.1.1. Fluxo de detritos associado a queda de detritos nas laterais:

O caso que vamos analisar em seguida diz respeito a um movimento de vertente complexo, pois associado ao fluxo de detritos está uma queda de detritos. Está localizado à cota 1323m e tem uma extensão de aproximadamente 90m.

O arranque é feito pontualmente a partir de vários braços que depois se juntam num único fluxo com desenvolvimento linear. Movimenta blocos de média e grande dimen-

são mas também sedimentos finos oriundos da meteorização química do granito, o saibro. Não está situado em nenhuma linha de água nem de cumeada; o contacto geológico entre granito porfiroide de grão grosseiro e granito porfiroide de grão médio está já distante, pelo que também não se considera este factor como desencadeante. Assim sendo, depreende-se que é, certamente, o forte declive o principal factor responsável pelo desenvolvimento do movimento.

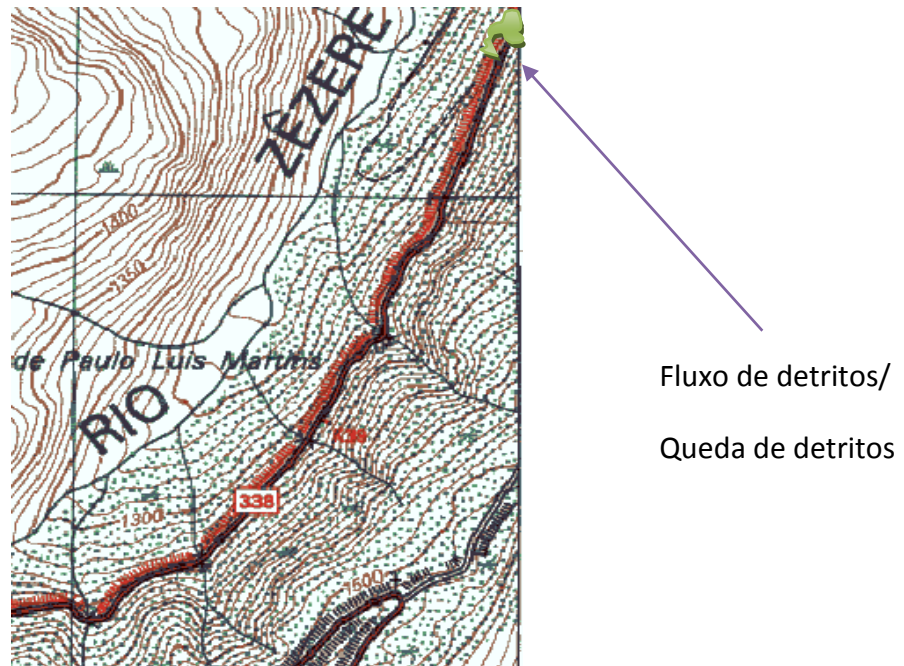


Fig. 31. Fluxo de detritos com queda de detritos nas laterais. Fonte: carta topográfica 1:25000. Anexo II, Inventário número 1

Como foi já referido, depois do incêndio de 2005 os acidentes que estavam já praticamente estabilizados, voltaram a reactivar-se. Este não é excepção:



Fig. 32. Fluxo de detritos com queda de detritos nas laterais, antes do incêndio. Fonte: Google Earth



Fig. 33. Fluxo de detritos com queda de detritos na lateral, depois do incêndio.

8. Apresentação da carta de susceptibilidade e risco geológico

8.1. Ribeira da Alforfa

Foram construídos vários mapas com o auxílio de um software apropriado, Surfer 8, para com eles poder inferir quais as zonas mais propícias aos movimentos de vertente. Assim será possível construir uma carta de susceptibilidade e risco geológico a fim de evitar as construções nas zonas mais perigosas.

Partiu-se do estudo da carta hipsométrica conjugada com o mapa de declives para que se tornasse simples a visualização dos níveis altimétricos de perigo:

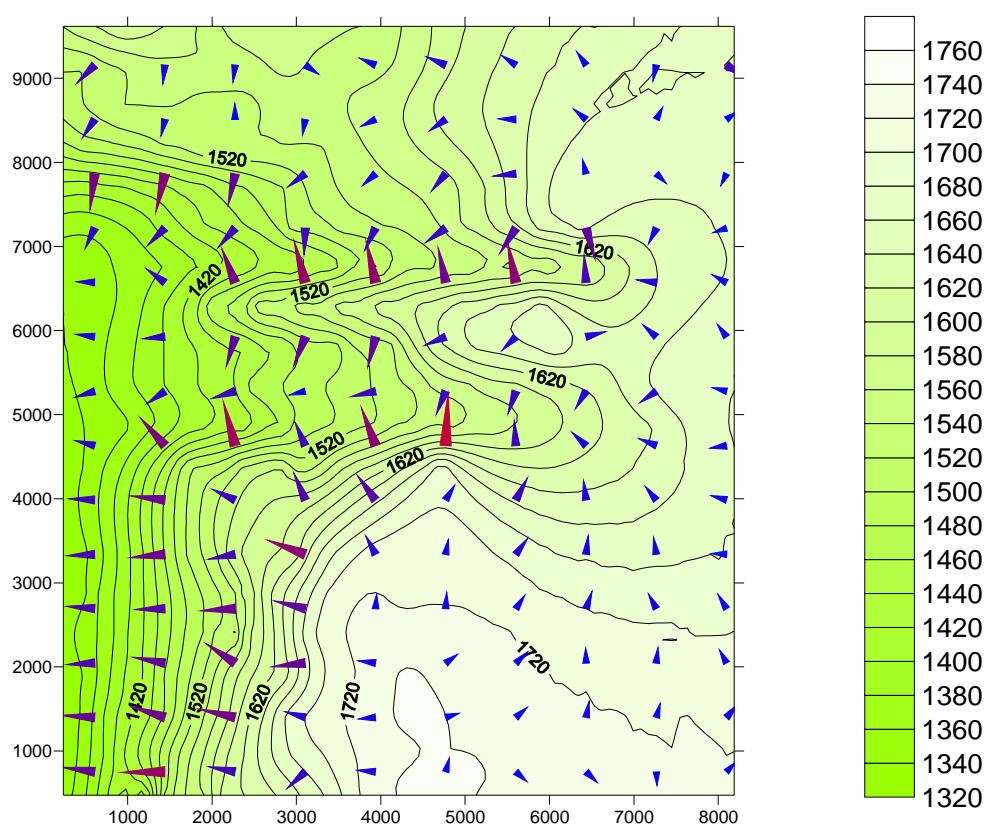


Fig. 34. Mapa de declive sobreposto com carta hipsométrica.

Com a observação desta carta, é possível concluir-se que é nas zonas onde as curvas de nível estão mais próximas umas das outras que o declive é maior. Além disso, verifica-se também que as zonas de maior declive correspondem a linhas de cumeada.

O passo seguinte, passou pela execução de um modelo de superfície do terreno. Mais uma vez foi sobreposto a este modelo o mapa de declives para que se possa sempre associar as duas grandezas. Finalmente, partiu-se para a construção da carta de susceptibilidade e risco geológico que é constituída por iso linhas de declive, associando cada área de declive diferente uma cor:

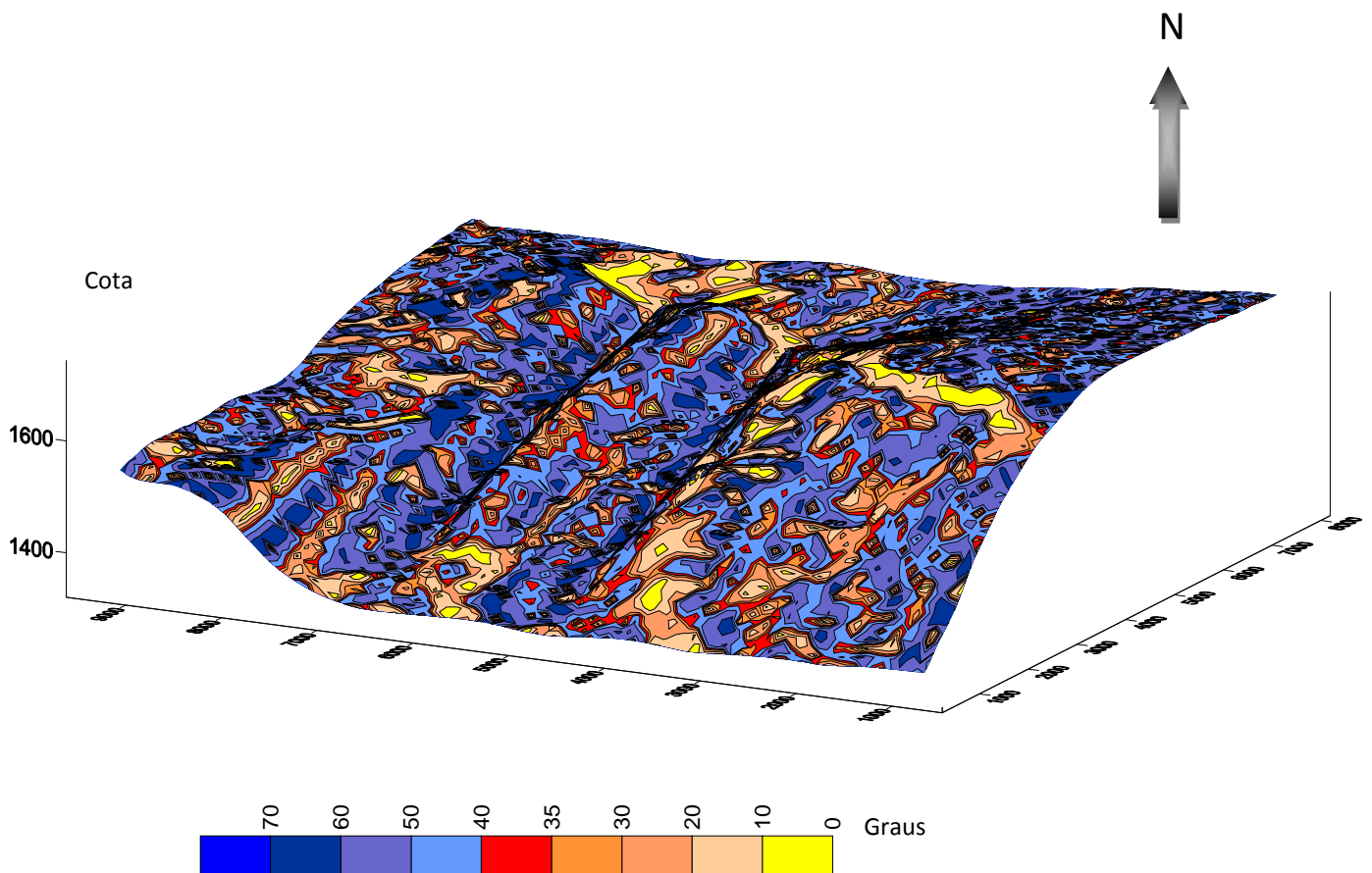


Fig. 35. Carta susceptibilidade e risco geológico do vale da Alforfa

A escala de cores foi escolhida de maneira a facilitar a leitura do mapa, sendo que as cores frias representam os declives mais fortes e as cores quentes as zonas de inclinação mais suave. O intervalo que integra o ângulo de talude natural foi pintado a vermelho, de modo a fazer a transição entre declives para os quais não há risco de movimentos de vertente e aqueles em esse risco é real.

A visualização do mapa usando o Surfer é aconselhada, para que se possa tirar partido de toda a informação que o mapa contém. Ainda assim, através deste mapa é possível perceber que as zonas de maior declive são mais frequentes, já que o mapa apresenta uma tonalidade marcadamente azul. Como a vertente apresenta grande declive em pra-

ticamente toda a sua extensão, a formação de fluxos de detritos é recorrente no seu processo de estabilização. É também obvio que qualquer intervenção na base desta vertente originará quedas de detritos.

Perante esta situação não há muitas alternativas à construção. Por muitos trabalhos de sustentação que sejam realizados, os acidentes desta natureza vão continuar a acontecer. Só quando a vertente se adaptar às novas condições que lhe foram impostas, voltará a ser seguro atravessar esta estrada.

Vamos agora verificar se as zonas que identificamos como sendo mais perigosos e susceptíveis à ocorrência de movimentos de massa, o são na realidade. Vamos fazer um zoom da carta de susceptibilidade e risco geológico que acabamos de analisar e marcar os acidentes sobre a carta hipsométrica com números de 1 a 4 para melhorar a visualização

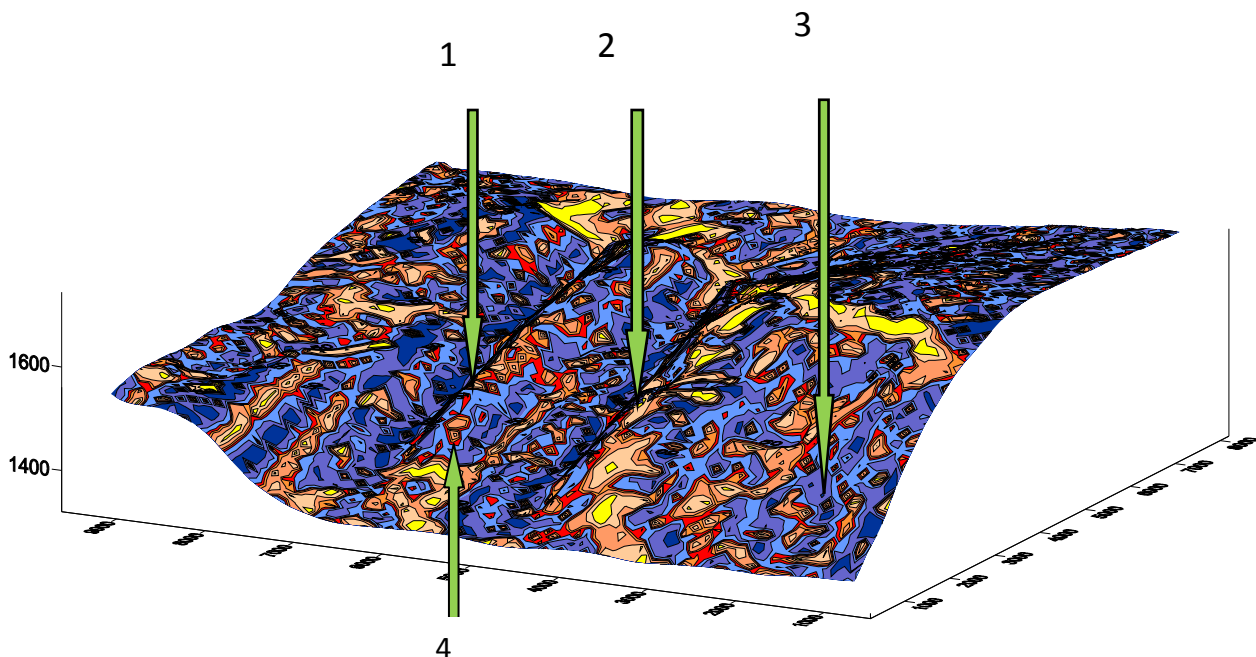


Fig. 36. Carta de Susceptibilidade e risco geológico. Zoom nos pontos de acidente

Na carta hipsométrica foram desenhadas a vermelho as linhas de nível que intersectam as estrada para mais facilmente se localizar os pontos onde os acidentes ocorreram. Depois consultaram-se os inventários para saber quais as cotas dos acidentes mais relevantes e fez-se o esquema do local aproximando onde se localizam.

O que podemos concluir desta análise, é que o arranque dos fluxos de detritos se localizam nas zonas de linhas de água de primeira ordem; O slump ocorre numa zona aparentemente pouco perigosa. Porém se tivermos atenção à topografia, verificamos que se encontra no fundo de uma crista quase vertical. Ora, para que a estrada pudesse ser alargada, foi necessário construir uma superfície plana. Essa superfície é obtida através da colocação de solo de aterro. Este facto favoreceu a infiltração de águas de forma mais lenta, proporcionando as condições ideais para a formação do Slump. Finalmente, marcou-se na carta hipsométrica a queda de detritos. O local onde ela se desenvolve está numa zona com alguns pontos de declive elevado. Depois de lhe ter sido retirada a base de apoio através de acção antrópica, não foi difícil o desenvolvimento deste acidente

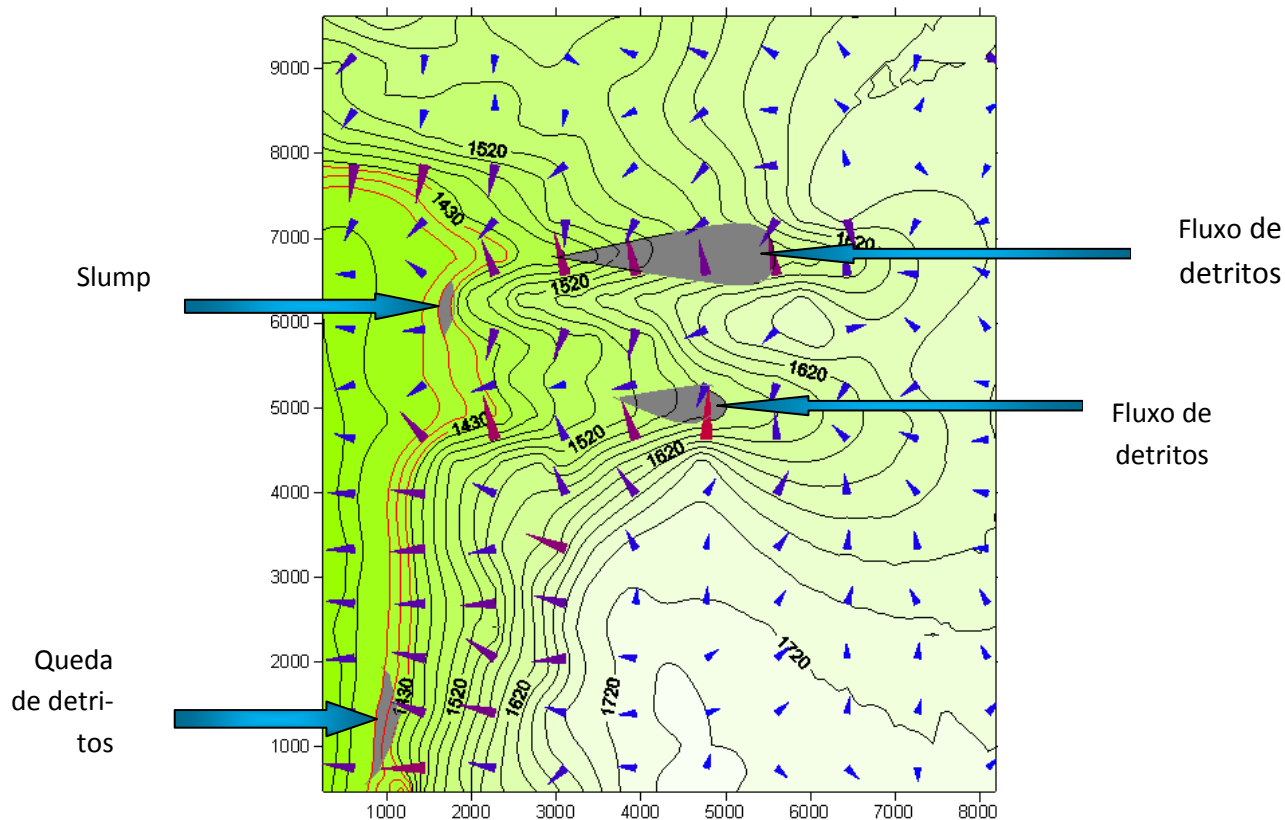


Fig. 37. Movimentos de massa sobrepostos com carta hipsométrica

8.2. Rio Zêzere

À semelhança do trabalho realizado para a Ribeira da Alforfa, também para a vertente do Rio Zêzere foram construídos vários mapas diferentes a fim de compreender quais os pontos críticos da movimentação de detritos.

Começou-se também por sobrepor a carta hipsométrica ao mapa de declives, tendo sido este o resultado obtido:

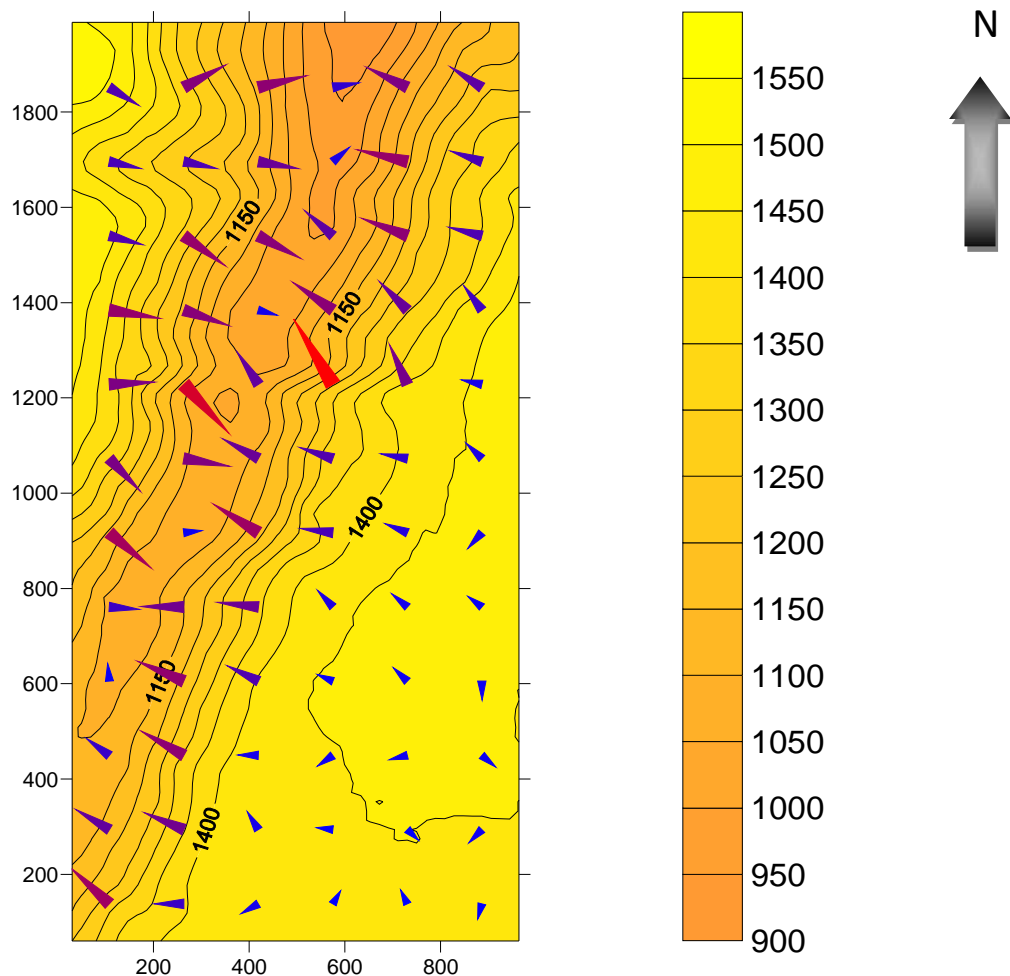


Fig. 38. Mapa de declives sobreposto com carta hipsométrica

Exactamente como no caso da Ribeira da Alforfa, as linhas de cumeada correspondem a zonas onde as curvas de nível estão mais juntas e conseqüentemente onde o declive é mais acentuado.

O passo seguinte consistiu na execução da carta de temática, mais uma vez para se definir quais as zonas mais perigosas e susceptíveis à ocorrência de movimentos de vertente. A carta é constituída por iso linhas de declive que vão desde os 0°, correspondentes à horizontal, aos 90° que correspondem à vertical

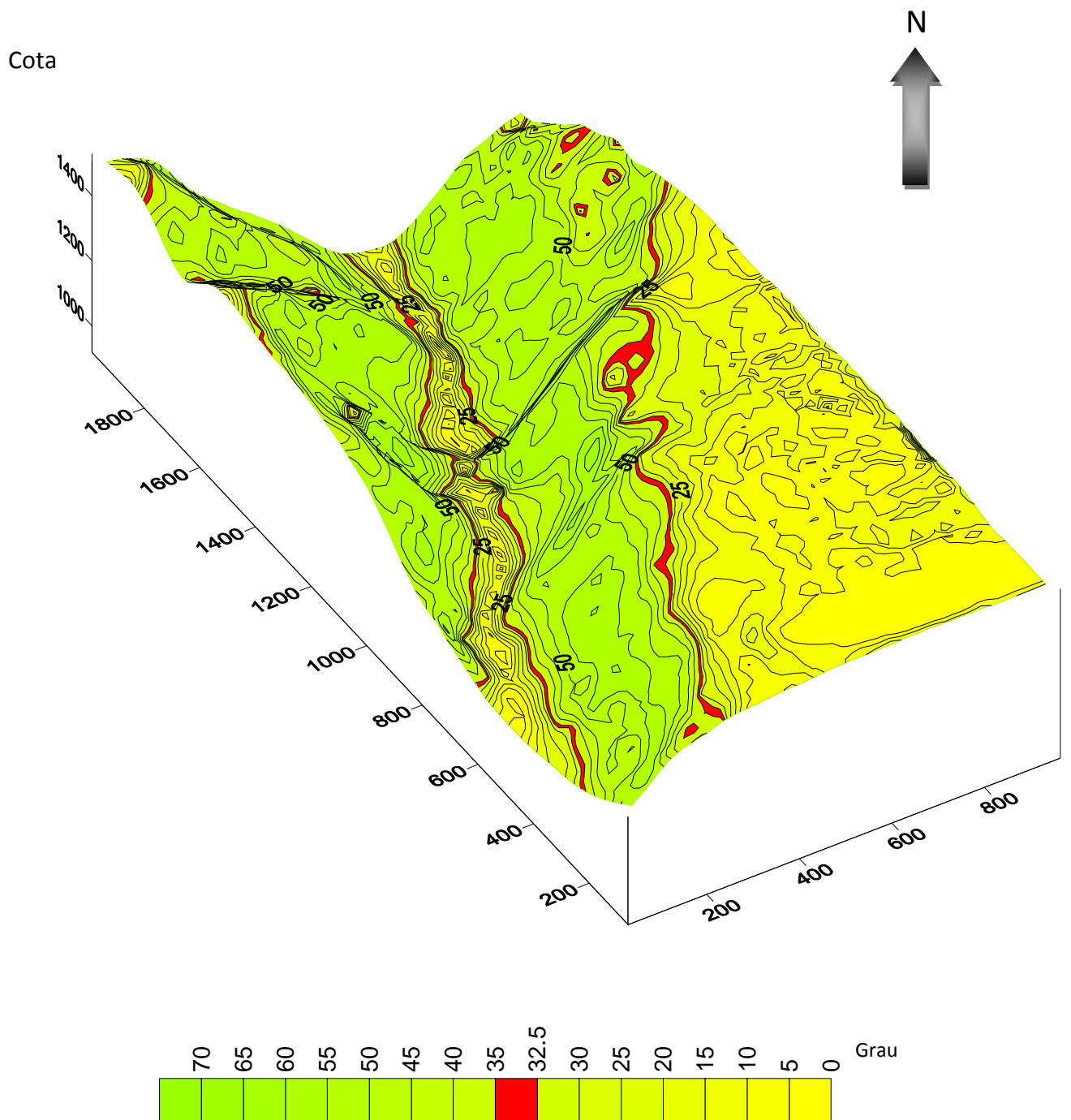


Fig. 37. Carta de Susceptibilidade e risco do vale do Zêzere.

À semelhança do vale da Ribeira da Alforfa, também este vale é muito inclinado. Como se pode verificar q maior parte do vale tem inclinações superiores às de ângulo de talude natural, assinalado a vermelho, e por isso podemos afirmar que genericamente todo o vale é uma zona de risco. A verdade é que ao longo de todo o percurso podemos encontrar vestígios de movimentos recentes, quase todos reactivados depois do inverno chuvoso que se fez sentir.

Ao parecer, estas situações haviam já sido colmatadas ora por intervenção humana ora por estabilização natural, porem, como já foi referido inúmeras vezes, essas condições de equilíbrio não permanente podem facilmente ser ultrapassadas originando os movimentos de vertente inventariados.

9. Conclusão

No final do trabalho, foi possível concluir que os movimentos de vertente não são originados por um único factor mas sim por um conjunto de condições que associadas despoletam este tipo de acidentes. Alguns destes factores são cruciais para a ocorrência dos movimentos de massa, outros são apenas catalisadores do processo.

Assim, temos o declive como o principal factor de activação dos movimentos de vertente. Por muito que outros factores se verifiquem, se a encosta não tiver certa inclinação, os acidentes não sucederão. Por outro lado, o declive por si só pode não ser suficiente para a ocorrência dos movimentos. Na maioria das vezes é necessário a actuação de outros factores tais como períodos de pluviosidade intensa, fina camada de solo residual, condições de instabilidade neotectónica, actuação de factores antrópicos entre outros, para que a vertente se instabilize.

Cada um destes factores contribui positivamente para a formação de movimentos de massa, e mais que isso, cada um deles contribui para a formação de diferentes tipos de movimentos. Na Serra da Estrela devido à passagem do glaciar, bem como ao clima de crioclastia que se faz sentir, a camada de solo residual é muito fina. Se juntarmos este factor ao facto de a moreia exercer imenso peso sobre a vertente extremamente inclinada e aos períodos de pluviosidade intensa que assolam a Serra grande parte do ano, verifica-se que não é difícil encontrar movimentos de massa do tipo queda e fluxo de detritos.

Além destes movimentos, encontram-se pontualmente slumps. Estes encontram-se no vale da Alforfa e estão associados, como vimos, à intervenção humana descuidada na base das vertentes. Outro factor antrópico identificado como possível causador da reactivação de certos movimentos foi a destruição da floresta que cobria o vale do Zêzere devido à ocorrência de um incêndio florestal no ano de 2005.

É importante assinalar que existe grande diferença entre as vertentes que têm na sua base vias de comunicação e as que não as têm. Embora no vale do Zêzere essa estrada esteja já construída há muito tempo, e antes do incêndio já tivesse encontrado a estabi-

lidade, o facto de ser atingida por vibração diária torna-a mais susceptível a qualquer alteração que sobre ela possa ocorrer. Ou seja, para que possam acontecer movimentos de massa nesta vertente é necessário que os factores secundários estejam presentes de maneira muito mais subtil que na vertente oposta.

No caso do vale da Ribeira da Alforfa, é evidente que a estabilidade da vertente foi extremamente alterada pelo alargamento da estrada, e serão necessários vários anos até que esta possa voltar a encontrar a estabilidade.

O que sucede no vale da Ribeira da Alforfa é infelizmente o retrato de muitas outras situações que ocorrem noutros pontos de país. É recorrente ouvirem-se notícias de estradas interrompidas por situações em todo semelhantes. Os mapas de susceptibilidade agora elaborados, permitem-nos concluir que o traçado escolhido para a construção da estrada não é de todo o melhor. É imperativo mudar o traçado desta via de comunicação ao Maciço Central, ponto fulcral de turismo no interior do País. Digo mudar o traçado, porque as despesas que em cada Primavera seria necessário investir para manter a estrada em boas condições, não seria com certeza compensatória. Assim, proponho que o traçado seja repensado. Uma das alternativas, passaria por escolher os pontos onde o declive é menor e tentar que a estrada acompanhasse esse traçado. Outra alternativa é que ela siga as curvas de nível de maior altitude, e vá descendo até Unhais da Serra com uma pendente mais suave. Esta última solução, implica que este troço venha a ser mais longo, no entanto parece-me compensatório, tanto a nível económico como de segurança. É claro que qualquer decisão tomada neste sentido, prevê estudos aprofundados da geologia, hidrogeologia e topografia da zona para impedir que se faça um mau investimento, porém fica o apontamento para que em futuras intervenções. Fica também a nota de que este tipo de trabalhos deveria constar em todos os planos de urbanização de municípios serranos, de maneira a evitar a construção em zonas de perigo ou então para que estas sejam feitas com especial cuidado.

Este tipo de estudos remete-nos para a importância de trabalhos de prevenção que certas zonas do país deveriam ter. Em cada Outono, as zonas que se sabem ser susceptíveis à ocorrência movimentos de vertente, deveriam ser estudadas de maneira a verificar as

suas condições de estabilidade. Assim, a chegada do Inverno não nos surpreenderia com este tipo de acidente. Essas zonas podem ser identificadas através de 3 factores chave: O declive, o clima vigente na zona e intervenção antrópica. Claro está que todos os outros factores já mencionados são também muito importantes, mas para uma primeira aproximação, estes 3 factores são essenciais e suficientes.

A menos que não estejam bens materiais, nem vidas humanas em risco, vertentes que reúnam algum destes 3 factores de risco, ou até mais que um, devem ficar sob vigilância, ou até mesmo ser intervencionadas.

Teria sido interessante que este trabalho tivesse englobado todo um ano, para que se pudesse observar a evolução das vertentes entre um Inverno e outro, todavia, o objectivo do trabalho foi alcançado, a proposta de carta de susceptibilidade e risco geológico foi elaborada, e os pontos mais perigosos identificados.

A tabela que apresentamos em seguida, pretende sintetizar quais os factores que influenciam os movimentos de massa em cada uma das vertentes e qual a importância que cada um deles representa:

Tabela 1. Tabela Síntese

Vale da Ribeira da Alforfa				Vale do Rio Zêzere
Tipos de Movimentos Factores De Risco	Slump	Fluxo de Detritos	Queda de Detritos	Fluxo de detritos + Queda de detritos
Geologia	+	++++	++	+++++
Clima	+++	+++	+++	++
Declive	+	+++++	+++	+++++
Espessura de solo	+++	+++	++	+++
Intervenção antrópica	++++	++	+++++	++++

Escala:

Nada influente: +

Pouco influente: ++

Medianamente influente: +++ +

Muito influente: +++

Extremamente influente: +++++

Este trabalho serviu também para que se entenda que a nossa acção sobre a natureza é extremamente perigosa quando descuidada ou negligenciada. Desde os incêndios florestais, à construção desmedida, há um sem número de atitudes da sociedade actual que ao alterar os processos naturais de estabilização nos põe em perigo. É por isso imperativo apelar ao bom senso das comunidades para que desta maneira possamos proteger a natureza, protegendo-nos também.

Os parâmetros matemáticos que quantificam e prevêm este movimentos estão agora na sua fase de desenvolvimento. Baseiam-se em análises estatísticas e probabilísticas e prometem ser a solução para a previsão destes acidentes. No entanto, é necessário ainda percorrer um longo caminho até que este tipo de análise possa ser generalizado para todo o tipo de movimentos e vertentes.

A pluviosidade, como já foi mencionado anteriormente, é um dos factores que mais influencia os movimentos de vertente, porém nem sempre fácil de quantificar. Em muitas situações as estações meteorológicas estão demasiado longe dos locais onde os movimentos podem ocorrer e por isso os dados que fornecem não são de todo fiáveis. A solução nestes casos passa por montar estações meteorológicas móveis e instalá-las o mais perto possível dos locais em estudo.

Falta também perceber se os ciclos de Invernos chuvosos realmente são uma realidade ou apenas uma coincidência. Verificar se ao longo deste século existiu sempre essa periodicidade, ou se tem vindo a agravar-se com o passar dos anos. Talvez seja uma consequência das alterações climáticas.

Chegamos ao final do trabalho com a consciência de que perguntas importantes ficaram por responder. Espero que estas dúvidas sirvam de inspiração à realização de trabalhos futuros.

10. Bibliografia

BATEIRA, C (2001) – “*Movimentos de Vertente no NW de Portugal, Susceptibilidade Geomorfológica e Sistemas de Informação Geográfica*” Dissertação de doutoramento, apresentada na Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

BATEIRA, C e ABREU, J (2003) – “*Os problemas da cartografia dos riscos naturais. Contributos para a definição da susceptibilidade geomorfológica a partir da observação de vários movimentos de vertente no Norte de Portugal*”. *Territorium*

BATEIRA, C E SOARES, L (1997) – “*Movimentos em massa no norte de Portugal. Factores da sua ocorrência*”. *Territorium*.

Cabral, J () – “*SISMOTECTÓNICA DE PORTUGAL*”

CUNHA, L e DIMUCCIO, L (2002) – “*Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição*”. *Territorium*.

FERNANDEZ, T (2003) – “*Methodology of landslides susceptibility Mapping by Means of a G.I.S. Application to the Contraviesa Area (Granada, Spain)*”. *Natural hazards*.

GALOPIM CARVALHO, A.M (2002) – “*Introdução ao Estudo do Magmatismo e das Rochas Magmáticas*”. Âncora Editoras, Lisboa.

GAMA PEREIRA, L.C., SEQUEIRA, A.J.D. & GOMES, E.M.C.(2004) – “*A deformação varisca do Maciço Hespérico na região da Serra da Lousã (Portugal central)*”. *Caderno Lab. Xeolóxico de Laxe*, nº 29.

GARCIA, R.A.C, Zezere, JL(2003) – “*Avaliação de riscos geomorfológicos: conceitos, morfologias e métodos de análise*” III Seminário de Recursos Geológicos. Ambiente e Ordenamento de Território”

GARCIA, R.A.C., ZEZERE, J.L, OLIVEIRA, S. C.(2009) - *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, nº 6.

GONZALES, M.R., LIMA, Y.(2002) - *Cartografia al riesgo a los deslizamientos en la zona central del Principado de Asturias*

- MARQUES, E. J. (2005) – “Hidrogeological study”. *Caderno Lab. Xeolóxico de Laxe*.
- MARQUES, E.J., DUARTE, J.M., CONSTANTINO, A. T., AGUIAR, C., ROCHA, F. T. ; MARQUES, J.M., SAMPER, J. BORGES, F. S., CARVALHO, J.M., CHAMINÉ, H. I.(2009) –“ *Avaliação in situ da condutividade hidraulica de solos de montanha: un caso de estudo na Serra da Estrela (Centro de Portugal)* “. *Caderno Lab. Xeolóxico de Laxe*, nº 34
- MARQUES, E.J., MARQUES, J., CARVALHO., J., SAMPES, J., CARREIRA, P., FONSECA, P., SANTOS, F. CHAMINÉ, H., ALMEIDA, P., MOURA, M., BORGES, S., JESUS., A.(2007) – “Modelação conceptual em Hidrogeologia: um caso de estudo no Parque Nacional da Serra da Estrela”. *Geonovas*, nº 21
- MARQUES, R., AMARAL, P., ZÊZERE, J.L., QUEIROZ, G., GOULART, C.(2009) – “Estudo comparativo de diferentes métodos probabilísticos para avaliação da susceptibilidade à ocorrência de movimentos de vertente: um caso de estudo no vale da Ribeira Quente (S. Miguel, Açores) ”. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, nº 6.
- MARQUES, E.J. (2007) – “Contribuição para o conhecimento da Hidrogeologia da Região do Parque Natural da Serra da Estrela (Sector de Manteigas - Nave de Santo António-Torre) ”. Dissertação de doutoramento apresentada na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- PEDROSA, A. e BATEIRA, C e SOARES, L (1995) – “Cotovelo do Gerês: Contributo para o estudo dos movimentos de massa no Norte de Portugal”. *Territorium*.
- PEREIRA, S., ZÊZERE, J.L., BATEIRA, C. (2009) – “Estabelecimento de limiar de precipitação de base para a ocorrência de fluxos de lama e de detritos no Norte de Portugal”. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, nº 6.
- PEREIRA, E.(1988) – “Soco Hercínico da Zona Centro - Ibérica – Evolução Geodinâmica”. *Geonovas*, nº10.
- Rebelo, F (1992) – “O Relevo de Portugal – Uma introdução”. *Inforgéo*, nº 4, Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa.
- Ribeiro, A (1995) – “Falhas activas em Portugal”. Fundação Calouste Gulbenkian
- RIBEIRO, A.(1988) – “A Tectónica Alpina em Portugal”. *Geonovas*, nº 10

Santos, J.M., Farinha J., Reis Castro M. L.(2001) – “Ouro e outros elementos traça em metassedimentos da área de Pedrógão (Penamacor, centro de Portugal) ”. Estudos, Notas e Trabalhos, Instituto Geológico e Mineiro, nº 43.

Soares,L; Bateira, C;Gomes A.(2007) – “O fluxo de sta. Marinha do zêzere (nw de Portugal): ensaio metodológico”. Revista da Faculdade de Letras, nº1

Strahler, A.(1992) – “*Geologia Física*”. Edições Omega, Barcelona

Teixeira, M.(2005) – “Movimentos de Vertente: Factores de Ocorrência e Metodologias de Inventariação”. Geonovas, nº 19

Teixeira, M., Figueiredo, V.(2006) – “Inventário das ocorrências de movimentos de vertente no NW de Portugal”. Seminário de Projecto II, apresentado na Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Teixeira, C. Carvalho, H., Santos, P. J.(1975) –“ Carta Geológica de Portugal”. Série 20B, Covilhã.

ZÊZERE, J.L., PEREIRA; A.R., MORGADO, P.(2005) – “Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal continental”. *Centro de estudos geográficos da Universidade de Lisboa*.

ZÊZERE, J.L. (2000) – “*A Classificação dos movimentos de vertente: Tipologia, actividade e morfologia*”

www.ceg.ul.pt/proj_estrela/cantaros

www.meteo.pt

www.apambiente.pt

<http://www.igeoe.pt/>

http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA4_MovMassa/GA43_tipos/Tipos.html

<http://www2.dnoticias.pt/actualidade/pais/167387-incendio-atinge-parque-natural-da-serra-da-estrela>

Anexos I

Inventários: Ribeira da Alforfa

Inventário: 1

Classificação do acidente: desprendimento de blocos

Designação: vale glaciár da Alforfa

Localização geográfica

Ponto inicial	N40 18651	W007 35165
Ponto final	N40 18622	W007 35144
Cota	1450	1447
Azimute	E	S

Perímetro da frente: 64m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente histórico recente com danos da via pública

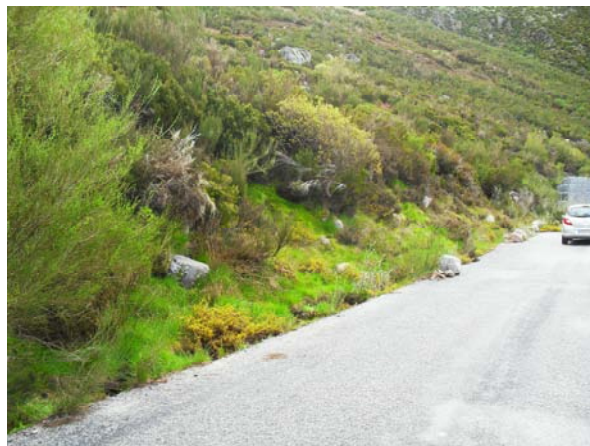
Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito , com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação. Vertente instabilizada por acção antrópica.

Descrição geral, interpretação e recomendações: queda de detritos por movimentos na base da vertente. Movimento propiciado por pluviosidade intensa associado ao peso exercido pela moreia sobre a vertente



Queda de detritos

Inventário: 2

Classificação do acidente: desprendimento de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Ponto inicial	N40 18577	W007 35127
Ponto final	N40 18530	W007 35118
Cota	1439	1436
Azimute	W	N

Perímetro da frente: 89m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com danos materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: rególito de saibro com pouca espessura de solo. Existência de moreias.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação

Descrição geral, interpretação e recomendações: queda de detritos por movimentos na base da vertente. Movimento propiciado por pluviosidade intensa associado ao peso exercido pela moreia sobre a vertente



Queda de detritos

Inventário: 3

Classificação do acidente: Slump

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Ponto inicial (°)	N40 18525	W007 35119
Ponto final (°)	N40 18518	W007 35120
Cota (m)	1435	1435
Azimute (°)	SE	N

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com danos materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente em evolução, superfície de topo instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: slump em formação por infiltração de águas por baixo da superfície impermeabilizada que o cobre. Surge na continuação do desprendimento de detritos existente na vertente superior da estrada.



Slump

Inventário: 4

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glaciár da Ribeira da Alforfa

Ponto inicial (º)	N40 18514	W007 35117
Ponto final (º)	N40 18497	W007 35127
Cota (m)	1436	1436
Azimute (º)	SE	SE

Perímetro da frente: 34m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação. Vertente em estabilização, rebentamento em zona de forte inclinação provocado por acção antrópica e incrementado por pluviosidade intensa.



Queda de detritos

Inventário: 5

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40 18523	W007 35116
Ponto final (°)	N40 18524	W007 35115
Cota (m)	1436	1436
Azimute (°)	SW	N

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: histórico

Representatividade: 2 braços de origem, de evolução linear.

Acidente: acção natural

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação. Vertente em estabilização

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de linha de água. Associado a outros movimentos de tipos diferentes.



Fluxo de detritos

Inventário: 6

Classificação do acidente: Slump

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18496'	W007° 35125'
Ponto final (°)	N40° 18482'	W007° 35123'
Cota (m)	1428	1428
Azimute (°)	NW	SE

Perímetro da frente: 16m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: Acidente com movimento recente.

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente instabilizada no topo por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação, associada a outro movimenta muito próximo. Possivelmente são o mesmo movimento interrompido pela via de comunicação construída entre ambos. Este último facto fez com que este segundo movimento evoluísse para um slump.



Slump

Inventário: 7

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18494'	W007° 35124'
Ponto final (°)	N40° 18453'	W007° 35133'
Cota (m)	1432	1427
Azimute (°)	N	E

Perímetro da frente: 75m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: Acidente com movimento recente

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica. Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação, associada a outros movimentos muito próximos, alguns activos e outros históricos o que indica que a vertente está estabilizada como reacção a acção antrópica exercida sobre ela.



Queda de detritos, detalhe



Queda de detritos

Inventário: 8

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18451'	W007° 35134'
Ponto final (°)	N40° 18434'	W007° 35142'
Cota (m)	1428	1426
Azimute (°)	E	NW

Perímetro da frente: 34m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente recente

Representatividade: Arranque pontual em vários braços com desenvolvimento linear

Acidente: acção antrópica

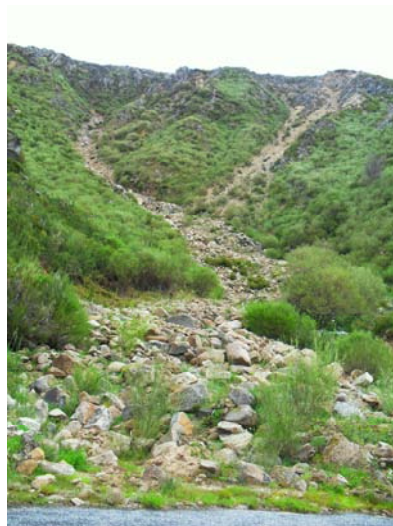
Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica.

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação, associada a outros movimentos muito próximo. Possivelmente são o mesmo movimento interrompido pela via de comunicação construída entre ambos. Zona com diferentes tipos de movimentos, alguns activos e outros históricos o que indica que a vertente está em estabilização como reacção a acção antrópica exercida sobre ela.



Queda de detritos



Queda de detritos, detalhe

Inventário: 9

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18442'	W007° 35152'
Ponto final (°)	N40° 18418'	W007° 35157'
Cota (m)	1426	1423
Azimute (°)	SW	E

Perímetro da frente: 20m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação, associada a outros movimentos muito próximo. Vertente em estabilização.



Queda de detritos

Inventário: 10

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18415'	W007° 35161'
Ponto final (°)	N40° 18374'	W007° 35177'
Cota (m)	1423	1414
Azimute (°)	NW	S

Perímetro da frente: 70m

Direcção do movimento: NW

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação, associada a outros movimentos muito próximo. Vertente em estabilização.



Queda de detritos



Queda de detritos, detalhe

Inventário: 11

Classificação do acidente: Slump

Designação: vale glaciár da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica

Ponto inicial (°)	N40° 18386'	W007° 35172'
Ponto final (°)	N40° 18381'	W007° 35173'
Cota (m)	1420	1421
Azimute (°)	E	NE

Perímetro da frente: 17m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte superior da encosta que leva ao desenvolvimento deste tipo de movimentos. Associado a movimentos também recentes com mesmo tipo de origem. Provavelmente é a continuação do movimento mencionado anteriormente, que foi interrompido pela construção da estrada e que por isso passa a desenvolver-se com uma morfologia diferente.



Slump

Inventário: 12

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica

Ponto inicial (°)	N40° 18370'	W007° 35177'
Ponto final (°)	N40° 18373'	W007° 35179'
Cota (m)	1422	1415
Azimute (°)	SE	NE

Perímetro da frente: 69m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente histórico com movimentos recente

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da encosta que leva ao desenvolvimento deste tipo de movimentos por perda da base de sustentação. Associado a movimentos também recentes com mesmo



Queda de detritos



Fig: queda de detrito(detalhe)

Inventário: 13

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18161'	W007° 35132'
Ponto final (°)	N40° 18158'	W007° 35133'
Cota (m)	1405	1405
Azimute (°)	NE	NW

Perímetro da frente: 8m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da encosta que leva ao desenvolvimento deste tipo de movimentos por perda da base de sustentação. Associado a movimentos também recentes com mesmo tipo de origem.



Queda de detritos

Inventário: 14

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glaciár da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18167'	W007° 35131'
Ponto final (°)	N40 18162	W007 35131
Cota (m)	1414	1414
Azimute (°)	NE	NE

Perímetro da frente: 3m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente historico

Revelação: acidente histórico

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: Causas naturais

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da encosta que leva ao desenvolvimento deste tipo de movimentos por perda da base de sustentação. Associado a outro movimento histórico, do mesmo tipo, localizado precisamente por cima deste.



Fluxo de detritos

Inventário: 15

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica

Ponto inicial (°)	N40° 18167'	W007° 35131'
Ponto final (°)	N40 18162	W007 35131
Cota (m)	1414	1414
Azimute (°)	NE	NE

Perímetro da frente: 6.5m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente historico

Revelação: acidente histórico

Representatividade: arranque segundo um braço côncavo e desenvolvimento linear

Acidente: acção natural

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação. Vertente em estabilização

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado na sequência de estabilização de encosta de forte inclinação.



Fluxo de detritos histórico

Inventário: 16

Classificação do acidente: Slump

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18335'	W007° 35295'
Ponto final (°)	N40° 18333'	W007° 35205'
Cota (m)	1413	1413
Azimute (°)	SW	SW

Perímetro da frente: 2m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: volume de material em movimento

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte superior da encosta facilitando a infiltração lenta de águas pluviais até à saturação das argilas.



Slump

Inventário: 17

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica

Ponto inicial (°)	N40° 18329'	W007° 35205'
Ponto final (°)	N40° 18272'	W007° 35218'
Cota (m)	1411	1402
Azimute (°)	NW	S

Extensão da frente: 106m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos

Inventário: 18

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 183273'	W007° 35221'
Ponto final (°)	N40° 18271'	W007° 35221'
Cota (m)	1403	1403
Azimute (°)	NE	N

Extensão da frente: 12.5m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos

Inventário: 19

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18326'	W007° 35227'
Ponto final (°)	N40° 18208'	W007° 35240'
Cota (m)	1401	1401
Azimute (°)	SE	SE

Extensão da frente: 89m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos travada pela construção de gaviões.



Queda de detritos

Inventário: 20

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18.205	W007 ° 35.242'
Cota (m)	1390	1390
Azimute (°)	W	

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico

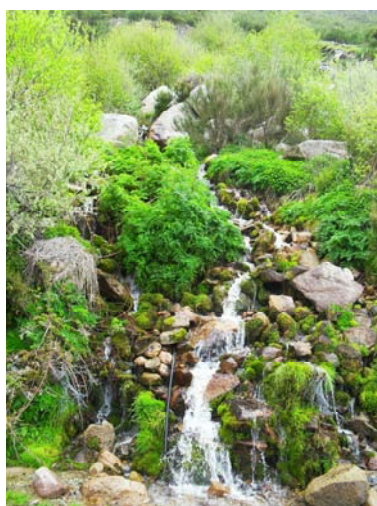
Representatividade: dois braços de evolução linear

Acidente: acção natural

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de media e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte em processo de estabilização

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado devido à forte inclinação da vertente associada a períodos de forte pluviosidade.



Fluxo de detritos histórico situado em linha água

Inventário: 21

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18205'	W007° 35245'
Ponto final (°)	N40° 18203'	W007° 35243'
Cota (m)	1390	1392
Azimute (°)	W	W

Perímetro da frente: 18m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos



Queda de detritos

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glaciár da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18'198''	W007° 35'243''
Ponto final (°)	N40° 18'115''	W007° 35'265''
Cota (m)	1389	1373
Azimute (°)	SE	NW

Perímetro da frente: 151m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos



Queda de detritos

Inventário: 23

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18128'	W007° 35285'
Ponto final (°)	N40° 18177'	W007° 35282'
Cota (m)	1368	1360
Azimute (°)	SW	N

Perímetro da frente: 86m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: **Granito** com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos

Inventário: 24

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18167'	W007° 35292'
Ponto final (°)	N40° 18109'	W007° 35032'
Cota (m)	1350	1345
Azimute (°)	NE	NW

Perímetro da frente: 79m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos

Inventário: 24

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glaciár da Ribeira da Alforfa

Localização geográfica:

Ponto inicial (°)	N40° 18443'	W007° 35032'
Ponto final (°)	N40 18482	W007 35084
Cota (m)	1522	1513
Azimute (°)	W	W

Perímetro da frente: 95m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente com perdas materiais

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: acção antrópica

Descrição geológica e integração: Granito com fraca cobertura de rególito de saibro com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação instabilizada por acção antrópica

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento causado por acção antrópica na parte inferior da vertente, fragilizando assim a base de suporte da vertente que associada a forte pluviosidade desenvolve este tipo de movimentos.



Queda de detritos

Anexos II:

Inventários: Rio Zêzere

Inventário: 1

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 13 389''	W 007° 34289
Ponto final	N 40° 19390	W 007° 34282
Cota	1353	1354
Azimute	N	S

Perímetro da frente: 17m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: histórico sem movimentos recentes

Representatividade: arranque pontual segundo um único braço, com desenvolvimento linear

Acidente: vertente em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Possivelmente afectada por acção antrópica antiga.

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação com vertente em estabilização. É possível que se tenha despoletado na época em que a vertente foi intervencionada para a construção da estrada, no entanto atingiu já a estabilidade



Fluxo de detritos



Pé do fluxo de detritos

Inventário: 2

Classificação do acidente: Queda de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19399''	W 007° 34276
Ponto final	N 40° 19408	W 007° 34265
Cota	1353	1348
Azimute	NW	SE

Perímetro da frente: 40m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: histórico sem movimentos recentes

Representatividade: movimentação em volume

Acidente: vertente em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Possivelmente afectada por acção antrópica antiga.

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação com vertente em estabilização. É possível que se tenha despoletado na época em que a vertente foi intervencionada para a construção da estrada, no entanto atingiu já a estabilidade. Associado a movimentos próximos de fluxo de detritos



Queda de detritos



Queda de detritos

Inventário: 3

Classificação do acidente: Queda de detritos / fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19423''	W 007° 34249
Ponto final	N 40° 19436	W 007° 34240
Cota	1346	1342
Azimute	SE	SE

Perímetro da frente: 45m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: rebentamento pontual segundo dois braços, com desenvolvimento linear.

Representatividade: movimentação em volume; pé em abanico

Acidente: vertente em estabilização

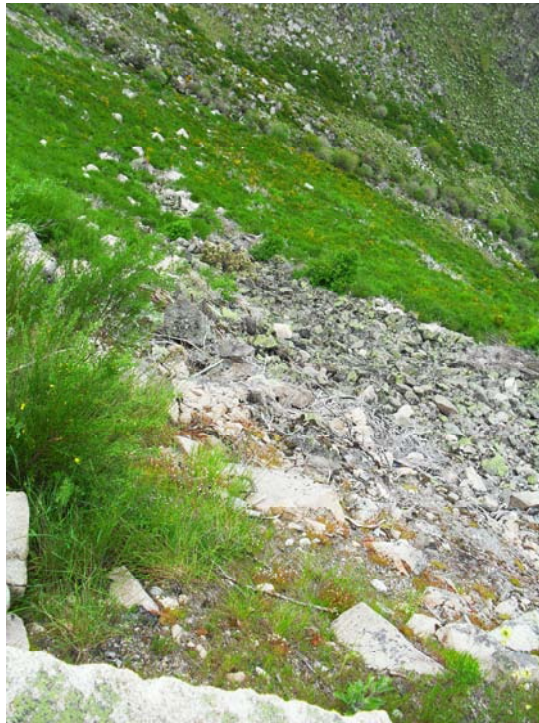
Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Possivelmente afectada por acção antrópica antiga.

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de forte inclinação com vertente em estabilização. É possível que se tenha despoletado na época em que a vertente foi intervencionada para a construção da estrada, no entanto atingiu já a estabilidade. Movimento complexo já que numa primeira etapa se desenvolve segundo uma queda de detritos evoluindo depois para um fluxo de detritos com blocos de média dimensão.



Queda de detritos



Pé de fluxo de detritos

Inventário:4

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19449''	W 007° 34222
Ponto final	N 40° 19449	W 007° 34221
Cota	1338	1338
Azimute	N	SE

Perímetro da frente: 4m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual com desenvolvimento linear.

Acidente: vertente em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: rebentamento em zona de linha de água. Movimentou blocos de média e pequena dimensão. Associado a épocas em que a linhas de água tem caudal mais elevado



Fluxo de detritos



Fluxo de detritos, pé

Inventário: 5

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19463''	W 007° 34216
Ponto final	N 40° 19462	W 007° 34209
Cota	1332	1332
Azimute	NW	SW

Perímetro da frente: 17m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual segundo dois braços, com desenvolvimento linear, com pé em forma de abanico

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização após alteração das condições iniciais da vertente. Movimento associado a períodos de pluviosidade intensa, que finaliza o seu movimento em forma de abanico. Movimento está cortado pela estrada, o que implica que cada vez que haja um novo movimento esta se inunde de sedimentos.



Fluxo de detritos



Fluxo de detritos, pé

Inventário: 6

Classificação do acidente: movimento em caixa de falha

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19491''	W 007° 34192
Ponto final	N 40° 19491	W 007° 34191
Cota	1326	1326
Azimute	NW	NW

Perímetro da frente: 1m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: movimento recente

Representatividade: rebentamento em caixa de falha

Acidente: recente, causas naturais.

Descrição geológica e integração: zona de caixa de falha com argilas e sedimentos de pequena dimensão

Descrição geomorfológica e integração: zona de falha associada a vertente de forte inclinação

Descrição geral, interpretação e recomendações: movimento em caixa de falha proporcionado pela saturação das argilas que normalmente existem nestes locais. Movimento de pequenas dimensões mas que deve ser controlado já que está situado numa zona de fraqueza.



Rebentamento em caixa de falha

Inventário: 7

Classificação do acidente: fluxo de detrito/ queda de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19521''	W 007° 34169
Ponto final	N 40° 19538	W 007° 34147
Cota	1323	1321
Azimute	W	W

Perímetro da frente: 90m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: movimento recente com danos na via publica

Representatividade: rebentamento pontual de braço único com queda de detritos nas zonas periféricas

Acidente: causas naturais.

Descrição geológica e integração: rególito de saibro com pouca espessura de solo; existência de moreias.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação, em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: fluxo de detritos associado a queda de detritos no fundo da vertente. Acidente historico com movimentos recentes associados a períodos de chuvas intensas. Movimentação de blocos de grande dimensão na zona do fluxo de detritos e de rególito de saibro nas zonas periféricas, correspondentes a queda de detritos.



Fluxo de detritos



Pé do fluxo de detritos



Queda de detritos na lateral

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19570''	W 007° 34153
Ponto final	N 40° 19580	W 007° 34136
Cota	1311	1312
Azimute	W	SW

Perímetro da frente: 13m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: movimento recente sem danos na via publica

Representatividade: movimento em volume

Acidente: Causas naturais.

Descrição geológica e integração: rególito de saibro com pouca espessura de solo.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação, em processo de estabilização. Movimento travado pela existência de vegetação

Descrição geral, interpretação e recomendações: queda de detritos nitidamente provocada pela saturação do rególito que constitui a parte superficial do terreno. Existência de vegetação que trava o avanço do movimento.



Queda de detritos

Inventário: 10

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19582''	W 007° 34134
Ponto final	N 40° 19550	W 007° 34134
Cota	1310	1311
Azimute	N	SW

Perímetro da frente: 5m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: movimento histórico, causas naturais

Representatividade: movimento com rebentamento pontual e desenvolvimento linear

Acidente: causas naturais

Descrição geológica e integração: rególito de saibro com pouca espessura de solo.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação, em processo de estabilização. Movimento travado pela existência de vegetação

Descrição geral, interpretação e recomendações: fluxo de detritos nitidamente provocada pela saturação do rególito que constitui a parte superficial do terreno. Existência de vegetação que trava o avanço do movimento.



Fluxo de detritos

Inventario: 11

Classificação do acidente: fluxo de detritos / queda de detritos

Designação: vale glaciário do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 19599''	W 007° 34116
Ponto final	N 40° 19015	W 007° 34111
Cota	1305	1299
Azimute	E	SW

Perímetro da frente: 53m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: movimento histórico com actividade recente

Representatividade: movimento com rebentamento pontual e desenvolvimento linear; Movimento em volume

Acidente: causas Naturais

Descrição geológica e integração: rególito de saibro com pouca espessura de solo.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação, em processo de estabilização. Movimento travado pela existência de vegetação

Descrição geral, interpretação e recomendações: fluxo de detritos situado em linha de água, o que proporciona movimentos deste tipo em época de maior pluviosidade. Está associado a quedas de detritos laterais que possivelmente foram despoletados por instabilização da vertente provocada pela movimentação de uma grande massa de sedimentos no topo da encosta.



Fluxo de detritos



Queda de detritos nas laterais

Inventário: 12

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20 036''	W 007° 34100
Ponto final	N 40° 20 034	W 007° 34099
Cota	1296	1296
Azimute	NW	S

Perímetro da frente: 5m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: movimento histórico

Representatividade: movimento com rebentamento pontual e desenvolvimento linear

Acidente: acidente de possível causa antrópica.

Descrição geológica e integração: rególito de saibro com pouca espessura de solo.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação, em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: fluxo de detritos provocado pela saturação da fina camada de rególito. Movimentação de blocos de média dimensão.



Fluxo de detritos



Pé do fluxo de detritos

Inventário: 13

Classificação do acidente: fluxo de detritos / queda de detritos

Designação : vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20053''	W 007° 34092
Ponto final	N 40° 20057	W 007° 34088
Cota	1291	1290
Azimute	N	SW

Perímetro da frente: 19m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual segundo dois braços, com desenvolvimento linear, com pé em forma de abanico

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito , com blocos de média e pequena dimensão. Muitos deles pertencentes à moreia.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização após alteração das condições iniciais da vertente. Movimento associado a períodos de pluviosidade intensa, que finaliza o seu movimento em forma de abanico. Movimento está cortado pela estrada, o que implica que cada vez que haja um novo movimento esta se inunde de sedimentos



Fluxo de detritos



Queda de detritos nas laterais

Inventário: 14

Classificação do acidente: queda de blocos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20095''	W 007° 34074
Cota	1281	
Azimute	SW	

Perímetro da frente: pontual

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: pontual

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geológica e integração: granito fracturado devido ao ambiente de crioplastia a que está sujeito. Vertente com forte inclinação que favorece a queda de blocos que se desprendem do maciço por efeito erosivo.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação com granito muito fracturado. Efeito crioplástico que aumenta a facturação do maciço que em locais onde a vertente é muito inclinada dá origem a queda de blocos de média e grande dimensão. São visíveis alguns blocos já bastante instáveis que necessitam de intervenção urgente.



Bloco instável



Depósito de sopé

Inventário: 15

Classificação do acidente: queda de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20126''	W 007° 34058
Ponto final	N 40° 20124	W 007° 34057
Cota	1273	1273
Azimute	NW	SW

Perímetro da frente: 2.5m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento em volume

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito , com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização após alteração das condições iniciais. Há uma cicatriz de um movimento anterior já muito antigo, onde este menor está inserido. Este tipo de situação sugere que as condições da vertente foram alteradas dando origem a um novo movimento na mesma zona onde já antes havia existido um.



Queda de detritos históricos



Queda de detritos recientes

Inventário: 16

Classificação do acidente: fluxo de detritos/ queda de detritos

Designação: vale glaciár do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20155''	W 007° 34036
Ponto final	N 40° 20158	W 007° 34035
Cota	1271	1270
Azimute	SW	NE

Perímetro da frente: 2m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual com desenvolvimento linear

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Movimento acompanhado de queda de detritos na periferia, tal como outros do mesmo tipo. Estas quedas de detritos são resultado da finalização do fluxo de detritos em abanico, que ao transportar blocos de grande dimensão tem a capacidade de desencadear um segundo movimento diferente.



Fluxo de detritos com arrancamentos laterais em queda de detritos

Inventário: 17

Classificação do acidente: fluxo de detritos/ queda de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20162''	W 007° 34032
Ponto final	N 40° 20170	W 007° 34028
Cota	1271	1268
Azimute	NE	SW

Perímetro da frente: 30m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual com desenvolvimento linear

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Movimento acompanhado de queda de detritos na periferia, tal como outros do mesmo tipo. Estas quedas de detritos são resultado da finalização do fluxo de detritos em abanico, que ao transportar blocos de grande dimensão tem a capacidade de desencadear um segundo movimento diferente.



Queda de detritos nas laterais



Fluxo de detritos

Inventário: 18

Classificação do acidente: fluxo de detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20173''	W 007° 34026
Ponto final	N 40° 20182	W 007° 34020
Cota	1266	1264
Azimute	SW	W

Perímetro da frente: 27m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico sem movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual com desenvolvimento linear

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Fluxo de detritos coincidente com linha de água.



Fluxo de detritos



Fluxo de detritos, pé

Inventário: 19

Designação: vale glaciár do Zêzere

Classificação do acidente: queda de detritos

Localização geográfica:

Ponto inicial	N 40° 20187''	W 007° 34015
Ponto final	N 40° 20189	W 007° 34013
Cota	1260	1260
Azimute	NE	NE

Perímetro da frente: 11m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico sem movimento recente

Representatividade: rebentamento em volume

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Queda de detritos provocada por movimentações antrópicas na base da vertente juntamente com peso exercido pela moreia sobre a fina capa de rególito que não teve capacidade mecânica para segurar os blocos de moreia desencadeando-se assim o movimento de vertente.



Queda de detritos

Inventário: 20

Classificação do acidente: queda detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20186''	W 007° 34016
Ponto final	N 40° 20221	W 007° 34001
Cota	1260	1257
Azimute	SW	W

Perímetro da frente: 100m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico sem movimento recente

Representatividade: rebentamento em volume

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. Queda de detritos provocada por movimentações antrópicas na base da vertente juntamente com peso exercido pela moreia sobre a fina capa de rególito que não teve capacidade mecânica para segurar os blocos de moreia desencadeando-se assim o movimento de vertente.



Queda de detritos

Inventário: 21

Classificação do acidente: queda detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20234''	W 007° 33510
Cota	1251	
Azimute	NW	

Perímetro da frente: 1m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente recente

Representatividade: rebentamento em volume

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e pequena dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação com camada muito fina de rególito, levando a que a superfície de rocha mãe funcione como escorrega de todo o material que lhe esta sobreposto. Este movimento é bastante pequeno comparado com outros das redondezas, no entanto pode ser sintomático de movimentos futuros na mesma zona.



Queda de detritos

Classificação do acidente: fluxo detritos

Designação: vale glaciár do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20187''	W 007° 33460
Ponto final	N 40° 20395	W 007° 33456
Cota	1212	1210
Azimute	W	N

Perímetro da frente: 14m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico sem movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual segundo dois braços com desenvolvimento linear.

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização; movimento inserido em linha de água.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação associada a linha água, o que provoca movimentos de vertente em épocas de pluviosidade intensa.



Fluxo de detritos em linhas de água

Classificação do acidente: queda detritos

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20475''	W 007° 33420
Ponto final	N 40° 20482	W 007° 3320416
Cota	1115	1113
Azimute	W	N

Perímetro da frente: 31m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento em volume

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em estabilização. Movimentos travados pela vegetação que se instalou. Os movimentos mais recentes estão localizados nas zonas mais inclinadas não só porque quanto mais próximo do ângulo de talude natural se encontra o material, mais fácil se tornam este tipos de movimentos mas também porque nestas circunstancias se torna mais difícil a proliferação de vegetação.



Queda de detritos em zona onde não se instalou vegetação.

Inventário: 24

Classificação do acidente: fluxo de detrito

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 20500''	W 007° 33406
Ponto final	N 40° 20512	W 007° 33405
Cota	1186	1187
Azimute	E	W

Perímetro da frente: 36m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente histórico

Revelação: acidente histórico com movimento recente

Representatividade: rebentamento pontual segundo dois braços com desenvolvimento rectilíneo

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização. **Descrição geral, interpretação e recomendações:** vertente de forte inclinação em estabilização. O fluxo de detritos de maior dimensão está já bastante estabilizado. Porém, um novo fluxo se formou, mas este de material bastante mais fino, um fluxo de lama.



Fluxo de detritos de



Fluxo de lama.

Inventário: 25

Classificação do acidente: queda detrito

Designação: vale glacial do Zêzere

Localização geográfica

Ponto inicial	N 40° 22226''	W 007° 32580
Ponto final	N 40° 22229	W 007° 32581
Cota	985	980
Azimute	N	NE

Perímetro da frente: 13m

Tipo: (recente ou histórico): local de acidente recente

Revelação: acidente com movimento recente

Representatividade: rebentamento em volume

Acidente: vertente de forte inclinação em estabilização.

Descrição geológica e integração: Granito com fraca espessura de rególito, com blocos de média e grande dimensão.

Descrição geomorfológica e integração: vertente de forte inclinação em processo de estabilização.

Descrição geral, interpretação e recomendações: vertente de forte inclinação em estabilização.



Queda de detritos

Síntese

Caracterização proposta por J.L. Alveirinho Dias:

Movimentos de massa						
Categoria	Descrição	Subcategoria		Tipo	Descrição	Observações
Queda	O material cai livremente no ar, deslocando-se na fase final por rolamento					Ocorre em vertentes muito íngremes
Deslizamento	o material (rocha, rególito ou solo) move-se em bloco	Rotacional (<i>slump</i>)			A superfície de deslizamento é côncava	Por vezes dão origem a fluxos sedimentares; com frequência as árvores (e mesmo casas) não são destruídas
		Translacional (<i>landslide</i>)			A superfície de deslizamento é plana	
Fluxo	As partículas movem-se independentemente umas das outras.	Fluxos Granulares	Não são saturados com água; em geral contêm entre 0% a 20% de água.	Reptação (<i>creeping</i>)	Movimento muito lento, visualmente quase imperceptível	Evidências: árvores inclinadas, estradas e vedações deslocadas, etc.
				Movimentos_de terras (<i>earthflows</i>)	O material, geralmente rególito, entra em liquefação	O movimento pode ser lento ou rápido; ocorrem em vertentes moderadas a íngremes
				Avalanches detriticas	Tipo complexo, em geral resultante da combinação de vários tipos de movimentação	Em princípio, quanto maior é a avalanche maior é a velocidade
		Fluxos Aquosos (<i>slurry flows</i>)	Saturados de água (entre 20% e 40% ou mais de água)	Solifluxão	Lenta movimentação ao longo de uma vertente do rególito saturado com água.	Frequentes no <i>permafrost</i> ; podem ocorrer em vertentes suaves
		Fluxos_detriticos (<i>debris flows</i>)		Percentagem de materiais grosseiros maior que 50%	Velocidade muito variável (de 1m/ano a 100km/h).	
		Fluxos de lama (<i>mudflows</i>)		Percentagem de materiais finos maior que 50%	Velocidade pode atingir mais de 100km/h	