

## PROCESSOS DE PERIGOSIDADE NATURAL NO MUNICÍPIO DE CÂMARA DE LOBOS - MADEIRA. CONTRIBUTO PARA A GESTÃO DO RISCO E DA EMERGÊNCIA

**Uriel Abreu**

uriel@netmadeira.com

Centro de Estudos da Macaronésia, Universidade da Madeira

**Alexandre Oliveira Tavares**

atavares@dct.uc.pt

Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra

**Domingos Rodrigues**

domingos@uma.pt

Departamento de Biologia, Universidade da Madeira

### RESUMO

O presente estudo aborda a área temática dos riscos naturais, no Município de Câmara de Lobos, nomeadamente uma análise dos processos de perigosidade natural, na qual serão identificados os elementos socio-económicos/estruturais com maior grau de exposição. Tem como objectivo a optimização das políticas de gestão do território, através da aplicação de um sistema de gestão municipal do risco e de emergência.

**Palavras-chave:** Processos de perigosidade, susceptibilidade, vulnerabilidade, gestão de risco, Câmara de Lobos.

### ABSTRACT

The present study approaches the thematic of natural risks in the township of Câmara de Lobos, including a hazard analysis, in which the socioeconomic/structural elements, with a higher degree of exposure, will be identified. The main purpose of this article is to optimize and provide a tool in territorial management policies, throughout the application of a risk and emergency management system.

**Key words:** Hazard, susceptibility, vulnerability, risk management, Câmara de Lobos.

### RÉSUMÉ

Cette étude aborde le thème des risques naturels dans la Marie de Câmara de Lobos, y comprise l'analyse des aléas dans laquelle seront identifiés les éléments socioéconomiques et structurels avec un plus haut degré d'exposition. Il vise à optimiser les politiques de gestion du territoire, através l'application d'un système de gestion du risque et de mesures de secours d'urgence.

**Mots clés:** Aléas, susceptibilité, vulnérabilité, gestion du risque, Câmara de Lobos.

## Introdução

A importância atribuída à avaliação de riscos é crescente, fruto de uma maior consciencialização individual e colectiva na gestão dos riscos. O surgimento de mapas de risco, ou das suas componentes, constitui uma das medidas não estruturais mais visíveis nesta tomada de consciência, surgida, a partir da necessidade de preservação da vida humana e dos bens materiais.

O risco natural, segundo CANTOS *et al.* (2002a, p.54), é a possibilidade de um território e a sua estrutura social ser afectado por um evento natural de dimensões extraordinárias. Por sua vez, catástrofe, é o efeito perturbador que um episódio natural provoca nesse mesmo espaço, tendo em conta a perda de vidas humanas. Se a consequência desse evento natural for de grande magnitude, ao ponto de ser necessária ajuda externa, a terminologia adoptada será a de calamidade, aludindo à deterioração da economia e ao drama social de uma região, provocado pela perda de inúmeras vidas humanas. Contudo, na aceção de L. LOURENÇO (inf. oral, 2008), não existe diferenciação destes últimos dois conceitos, aludindo à origem semântica da terminologia que é diferente, nomeadamente *disaster*, de origem anglo-saxónica, e *catastrophe*, de origem francesa. No âmbito da Protecção Civil o conceito de desastre engloba todas as terminologias referidas anteriormente (SNBPC, 2005, p.7).

A ideia de sociedade de risco de BECK (1992) assume uma extrema importância neste contexto, na qual, o risco é conceptualizado como um perigo externo, e que enfatiza o processo de politização do risco que tem ocorrido nos últimos anos, nomeadamente no que se refere às consequências morais e políticas. Para este mesmo autor, a consciência dos riscos é uma condição inerente às sociedades contemporâneas e considera que, se nos primórdios da industrialização, os riscos e acidentes eram sensorialmente evidentes, agora são globais, impessoais e escapam à percepção humana. Neste âmbito, LOURENÇO (2007, p.109) define como sendo “transversais à sociedade contemporânea, fazendo por isso parte da informação quotidiana”.

No seguimento da linha de pensamento de Ulrich Beck, surge KALDOR (2005) que define as principais características dos riscos globais, “com o facto de se ignorarem todas as fronteiras, os seus impactes serem geralmente inesperados e poderem gerar conflitos internos na estrutura social.” Adicionalmente determina que “o seu traço mais dominante é a incerteza, pois não os podemos controlar, restando-nos a simples monitorização do evento.”

A análise do risco implica a análise integrada de dois conjuntos de factores, os ligados aos processos naturais, que configuram o conceito de *Hazard (H)* para os cientistas de língua inglesa e de *Aléas (A)* para os de língua francesa, e os factores ligados às vulnerabilidades (*V*) da população e da comunidade. A fórmula compósita do Risco (*R*), nomeadamente para os autores anglo-saxónicos, é a  $R = H \times V$ , e para os autores gálicos, a  $R = A \times V$ . Segundo CUNHA *et al.* (2002, p.2), a combinação entre o factor *aléas* ou *hazard* e o factor vulnerabilidade, talvez se traduza melhor como conceito de risco natural, se estes forem relacionados através de um operador de multiplicação, ou simplesmente através do operador função, como referem, por exemplo, DAUPHINÉ (2001) e REBELO (2003).

Segundo a IUGS (1997), a análise do risco é definida, como sendo o uso da informação disponível na avaliação do risco induzido, por fenómenos de carácter natural, a qual estão expostos os indivíduos, populações, bens e ambiente.

A UNDRRO e a Unesco consideram que, perigo natural “...representa a probabilidade de ocorrência de um potencial fenómeno catastrófico, num período de tempo específico e numa determinada área.”, tendo a UN/ISDR (2004, p.16), introduzido a actividade humana como factor de perigosidade, para além da componente física. O perigo “inclui condições latentes potenciadoras de futuras ameaças, podendo ter diferentes origens: a natural (geológica, geoclimática e biológica) ou as induzidas por processos antrópicos (degradação ambiental e perigos tecnológicos).”. Na aceção de VARNES (1989, p.10) o termo *natural hazard* “...determina a probabilidade temporal de ocorrência de fenómenos naturais, que ameaçam e/ou actuam perigosamente, num espaço ou tempo definido”.

A susceptibilidade, na aceção de CANTOS *et al.* (2002a, p.67), é a propensão ou a tendência de uma zona ser afectada fisicamente por um perigo, comparativamente com outras áreas que tenham sido afectadas no passado. É determinada através de uma análise comparativa dos factores condicionantes e desencadeantes, quantitativos e qualitativos.

A definição de vulnerabilidade é interpretada como, “...as características de uma pessoa ou grupo, relativamente à sua capacidade para se antecipar, lidar com, resistir e recuperar de impactos naturais ou antrópicos.” (IFRC/RCS, 2000).

Cerca de 75% da população mundial, vive em áreas que foram afectadas, pelo menos numa ocasião, por

um evento natural catastrófico, entre o período de 1980 e 2000 (UNDP, 2004, p.1). Esta exposição aos riscos naturais potencia consequências devastadoras no desenvolvimento humano e nas suas actividades sobre o espaço físico, uma vez que, o risco de desastre natural está intrinsecamente ligado aos processos de desenvolvimento humano.

## Metodologia de trabalho

Para a concretização dos objectivos propostos neste trabalho recorreu-se a diferentes metodologias e recursos, que permitiram enquadrar e caracterizar a área em estudo e fundamentar a avaliação da susceptibilidade e vulnerabilidade.

O enquadramento físico foi suportado por uma compilação de informação de base morfológica, geológica, estrutural e hidrogeológica, nomeadamente de autores como, PITMAN *et al.* (1972), SCHMINCKE (1973), GELDMACHER *et al.* (2000), SCHWARZ *et al.* (2005), entre outros e utilizadas referências de CARVALHO *et al.* (1991), PRAM (2003), RODRIGUES (2005), ABREU *et al.* (2006) e ABREU (2007). Do ponto de vista geológico seguiram-se os pressupostos da carta geológica de ZBYSEWSKI *et al.* (1975), à escala 1/50 000 da ilha da Madeira (Serviços Geológicos de Portugal, 1975), que apresenta um modelo com cinco complexos vulcânicos ( $B_1 - B_5$ ) separados no tempo e no espaço, entre o Miocénico e o Quaternário. Tendo ainda por referência CARVALHO *et al.* (1991) a terminologia das unidades geológicas adoptada engloba, o Complexo Vulcânico de Base ( $B_1$ ), o Complexo Vulcânico Periférico ( $B_2$ ), o Complexo Vulcânico das Lombadas Superiores ( $B_3$ ), o Complexo Basáltico do Paul da Serra ( $B_4$ ) e as Escodas Modernas ( $B_5$ ).

No âmbito da expressão da susceptibilidade natural parcelar e compósita, foram adoptados os pressupostos de FERREIRA (1985), VENTURA (1987), TAKAHASHI (1991), ALMEIDA *et al.* (1997), CHUVIECO *et al.* (1997), CUTTER *et al.* (1997), QUINTAL (1999), HUNGR (2001), RAMOS *et al.* (2001) e LOURENÇO (2004). O reconhecimento da tipologia dos movimentos de massa seguiu os pressupostos da classificação da UNESCO (WP/WLI, 1993), em "*Landslide Glossary - IGS - Unesco Working Party, for World Landslide Inventory*", assim como de RODRIGUES *et al.* (2000c, 2000f, 2002a) e RODRIGUES (2005) aplicados na ilha da Madeira. Resultou de levantamentos de campo, com a identificação local das formas, geometrias e actividade das massas movimentadas, bem como dos factores condicionantes dos movimentos.

Relativamente à estimativa da vulnerabilidade social da área em estudo, foram utilizados os pressupostos da linha de investigação de CUTTER *et al.* (1997), em "*Handbook for Conducting a GIS-BASED Hazards Assessment at the County Level*", e a definição de critérios referentes aos grupos de risco em DWYER *et al.*, (2004), assim como, consultadas referências de autores, como BIANCHI *et al.* (1996) e MORROW (1999). Os dados tratados nesta análise, tiveram por base o CENSO DE PORTUGAL de 2001 (INE, 2001). O método de cálculo da vulnerabilidade social foi o mesmo para cada uma das variáveis (grupo de risco), com a percentagem de cada uma, a ser determinada pela divisão do número indivíduos de cada variável na freguesia, pelo número total daquela variável no concelho.

$$X = \frac{\text{N}^\circ \text{ máximo da variável na freguesia}}{\text{N}^\circ \text{ máximo da variável no concelho}}$$

Um segundo passo consistiu, na atribuição de *scores* (valores ponderados) às variáveis, a partir do X anteriormente calculado e dividindo pelo  $X^{\text{máximo}}$ .

$$\text{Score} = \frac{X}{X^{\text{máximo}}}$$

## Enquadramento Geográfico

### Caracterização Física

O Arquipélago da Madeira localiza-se no sector ocidental do Atlântico Norte, entre os paralelos  $30^\circ 01'$  e  $33^\circ 08'N$  e os meridianos  $15^\circ 51'$  e  $17^\circ 16'W$  de Greenwich, a SE do Arquipélago dos Açores e a SW de Portugal Continental (fig. 1).

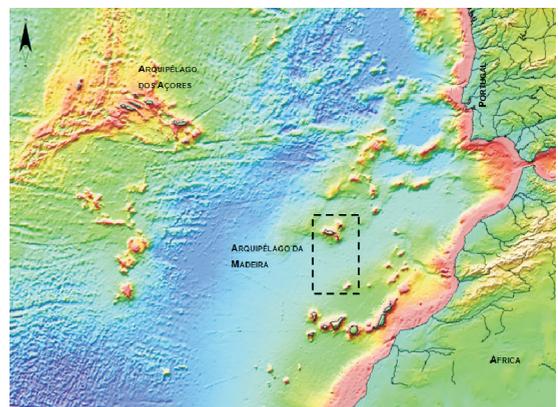


Fig. 1- Posição geográfica do Arquipélago da Madeira no Atlântico Norte.

A ilha da Madeira é, como entidade emersa, a localização actual de um *hotspot* situado numa região intraplaca (Placa Africana). De origem vulcânica, é composta geologicamente, por rochas eruptivas, nomeadamente: basaltos hawaiitos, mugearitos, traquitos e rochas piroclásticas (tufos e cinzas).

Comparativamente às anteriores, as rochas sedimentares resumem-se a fácies marinhas e fluviais e a depósitos coluvionares residuais. Segundo CARVALHO *et al.* (1991), a ilha apresenta em 31% da área emersa, altitudes superiores a 1.000m, e em 90% acima dos 500m, determinando uma altitude média de 650m e uma linha costeira constituída por taludes muito íngremes, subverticais, ao todo idêntica às ilhas de génese idêntica, como o caso do Hawaii, Galápagos e La Reunion (fig. 2).

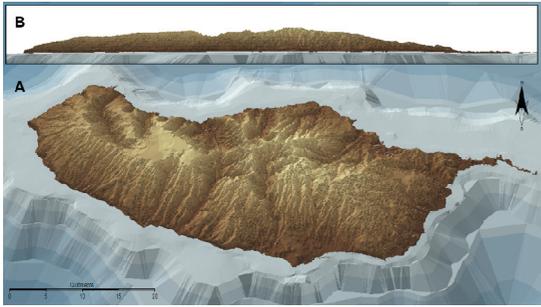


Fig. 2- Morfologia e geometria da ilha da Madeira (A) e o seu aspecto geral visto de Sul (B).

Um exercício analítico da rede hidrográfica e da sua influência nas formas do relevo, consoante o grau de incisão e de evolução das linhas de água, e com base nos seus parâmetros morfométricos quantitativos (densidade de drenagem (Dd); densidade hidrográfica (Dh) e coeficiente de torrencialidade (Ct)); e qualitativos (litologia predominante e uso do solo), de forma a obter uma correspondência directa com os complexos vulcânicos existentes, permitiu distinguir unidades geomorfológicas regionais, com seis tipologias: Planaltos Centrais e Marginais fracamente dissecadas (UGR<sub>1</sub>); Áreas Marginais fracamente dissecadas (UGR<sub>2</sub>); Vertentes Fracamente Dissecadas (UGR<sub>3</sub>); Vertentes Medianamente Dissecadas (UGR<sub>4</sub>); Vertentes Fortemente Dissecadas (UGR<sub>5</sub>). De acordo com o cartograma esquemático da figura 3, a área em estudo de Câmara de Lobos, engloba 4 unidades distintas (UGR<sub>1</sub>, UGR<sub>2</sub>, UGR<sub>3</sub> e UGR<sub>4</sub>).

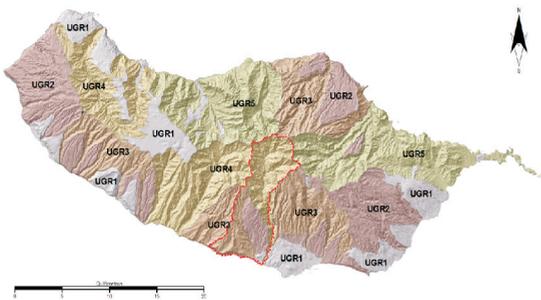


Fig. 3 - Unidades geomorfológicas regionais e a localização do concelho de Câmara de Lobos.

O concelho de Câmara de Lobos localiza-se no sector centro-ocidental da ilha da Madeira e está delimitado a Norte, pelos concelhos de Santana e São Vicente, pela Ribeira Brava a Oeste, a Este pelo concelho do Funchal e a Sul pelo Oceânico Atlântico.

Segundo o modelo vulcano-estratigráfico de ZBYSEWSKI *et al.* (1975), adaptado por CARVALHO *et al.* (1991), na área em estudo estão patentes quatro complexos, nomeadamente: o B<sub>1</sub>, abrangendo a quase totalidade da depressão do Curral das Freiras e estendendo-se ao longo do vale dos Socorridos; o B<sub>2</sub>, aflorando em toda a encosta sul do concelho de Câmara de Lobos, indo desde o Jardim da Serra até ao litoral; o B<sub>3</sub>, que cobre parcialmente os complexos B<sub>1</sub> e B<sub>2</sub> e é observável, nas partes superiores dos picos do Maciço Central, nomeadamente o Pico Serradinho, Boca das Torrinas, Pico Casado, Pico do Cerco e do Cidrão e nas serras altas da vertente sul, mais concretamente, na Boca dos Namorados, Pico das Pedras, Pico da Malhada e Pico dos Bodes; e o B<sub>4</sub>, que aflora no Pico Ruivo de Santana e no Pico do Cedro a SW do Pico do Areeiro. As formações sedimentares recentes possuem uma expressão espacial muito reduzida.

Do ponto de vista morfológico a área em estudo, possui uma altitude extremamente elevada (média de 775m), destacando-se a linha de cumeada da depressão morfológica de Curral das Freiras, a Norte do concelho, na qual atinge o ponto máximo altimétrico, a SW do Pico Ruivo (1.862m), uma altitude de 1.860m. Neste espaço geográfico, observamos uma série de picos, dos quais destacam-se, o Pico das Torres (1.847m), o Pico do Cidrão (1.798m) e o Pico do Cedro (1.759m).

Numa análise à distribuição das classes hipsométricas do concelho de Câmara de Lobos, patenteada na figura 4, constatamos a exígua representação dos valores inferiores a 200m, evidenciando uma morfologia bastante acentuada, da qual destacamos a importância espacial dos valores superiores a 500m, condicionantes de toda a dinâmica e energia dos processos naturais e da fixação das populações (ABREU, 2007, p.47), uma vez que dependem directamente dos limites críticos dos declives. Sendo factores determinantes numa análise integrada às formas de relevo, a área em estudo apresenta declives bastante acentuados, transparecendo em cerca de 44% da área, declives superiores a 35%, sendo a classe de declive mais representativa a localizada entre o intervalo dos 25 a 35%. A representação de declives baixos (inferiores a 10%), é extremamente limitada, expresso em 1% do território em análise (fig.

5). Com uma inclinação média das vertentes de 34%, concluímos que na área em estudo possui um tipo de relevo Montanhoso (20 - 50%).

Num exercício analítico à dependência directa entre a litologia e os declives, constatamos a existência de dois grandes domínios de classes de declives, nomeadamente: a que se insere entre o intervalo dos 25 e os 35%, associados a taludes constituídos geologicamente por materiais piroclásticos pouco coesos do Complexo Vulcânico de Base e localizados geograficamente na depressão morfológica do Curral das Freiras; e a classe de declives superior a 45%, onde a litologia vulcânica predominante é constituída por escoadas lávicas de grande espessura pertencentes ao Complexo Vulcânico Periférico e possui uma representação espacial em taludes subverticais ao longo dos vales dos Socorridos e do Vigário e na orla costeira. Os factores condicionantes de uma relação directa litologia-declive, *grosso modo*, dependem fundamentalmente do grau de alteração/fracturação da rocha, da presença de uma rede filoniana ou da existência de possíveis lineamentos.

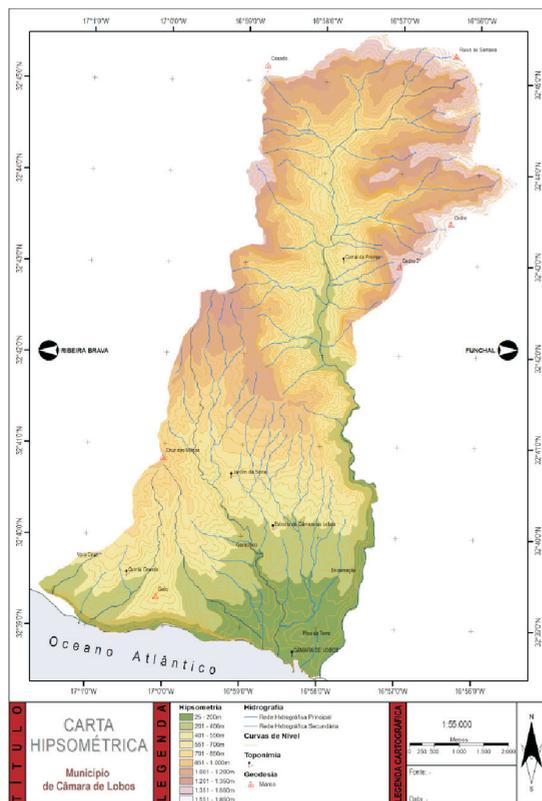


Fig. 4 - Hipsometria do concelho de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

No espaço geográfico localizado a Norte do concelho, poderá ser observado um aspecto geomorfológico de extrema importância, que

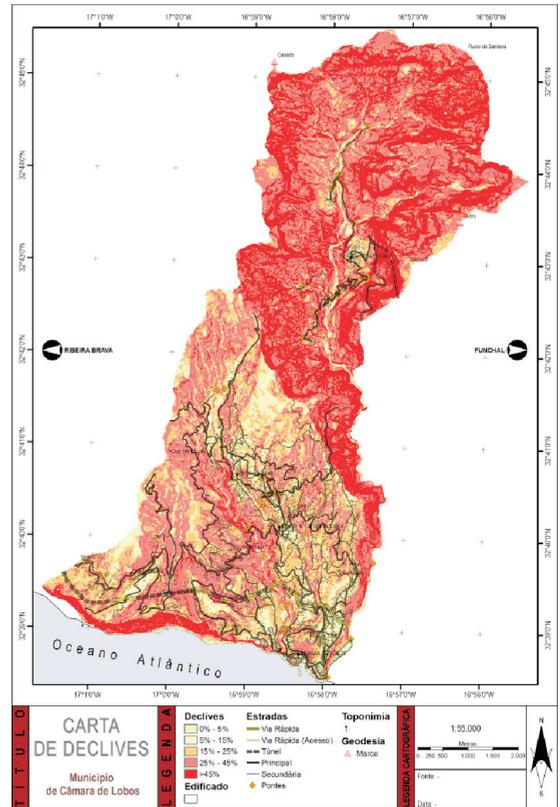


Fig. 5 - Carta de declives do concelho de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

corresponde à depressão morfológica de Curral das Freiras (fot. 1). Possui em alguns troços, taludes subverticais que atingem os 600m de altura com linhas de cumeda com uma altitude média de cerca de 1.600m, nomeadamente ao longo do bordo Oeste e Norte, atingindo a altitude máxima de 1.847m no Pico das Torres. A sul desta depressão, com 4km de largura na sua extensão W-E e 6km no eixo N-S, surge um vale bastante inciso que se prolonga até ao mar (ABREU *et al.*, 2006, p.83). Nesta forma morfológica, predominam materiais de natureza piroclástica pouco coesos, atravessados por catervas filonianas, que, aliados a uma elevada precipitação, erosionam vales extremamente encaixados que permitem o escoamento fluvial proveniente de uma ampla bacia de recepção, contribuindo para um relevo vigoroso e determinando belas formas de erosão diferencial.

Nas restantes unidades geomorfológicas concelhias, nomeadamente a UGR<sub>1</sub>, UGR<sub>2</sub>, UGR<sub>3</sub>, localizadas a Sul do concelho, constatamos a existência de um relevo menos exuberante e incisivo, quando comparado com a unidade anteriormente descrita (UGR<sub>4</sub>). Contudo existem formas morfológicas relevantes, nomeadamente vales estreitos, encaixados e circundados por vertentes de declive acentuado (25% - 35%) (Ribeira do Vigário) e por "lombadas" ou



Fot. 1 - Aspecto geral, visto de Norte, da depressão morfológica de Curral das Freiras.

“lombos”, que são troços interfluviais, em formato de dorso e limitados por linhas de água, com pendores elevados nas zonas inferiores (800 – 1.000m) e menores declives acima deste limite CARVALHO *et al.*, (1991, p.60). A estes elementos morfológicos de fracos declives e limitados por cornijas do lado exterior, característicos destas zonas superiores, denominam-se popularmente de “achadas”, à guisa de rechãs (fot. 2).

As principais características da rede hidrográfica na área em estudo correspondem, a uma heterogeneidade na distribuição geográfica das linhas de água e ao facto da totalidade ser do tipo efémero e de regime torrencial.



Fot. 2 - Fotografia aérea oblíqua, vista de Sul, da morfologia de Câmara de Lobos (DRAMB).

Particularmente salientamos, a bacia hidrográfica da Ribeira dos Socorridos que possui uma extensão de cerca de 13km, uma área de 42km<sup>2</sup>, um comprimento máximo da rede hidrográfica de 228km e constitui o limite administrativo Este da área concelhia. Numa análise pormenorizada, constatamos a existência de um padrão de drenagem dendrítica, típica de áreas onde predominam rochas piroclásticas horizontais, não fracturadas e isotrópica em relação à erosão pluvial e fluvial. Constitui um padrão onde os talwegues têm os

mais variados comprimentos e não possuem nenhuma orientação preferencial ou organização sistemática. O seu tipo de drenagem é exorreica.

### Caracterização Socioeconómica

A análise demográfica (QUADRO I) da população residente permite constatar que, ao longo do século XX, o Município de Câmara de Lobos registou um crescimento contínuo entre 1920 e 1970. Contudo entre 1970 e 1991 registou-se um declínio populacional, uma variação populacional negativa de 2,4%, verificando-se posteriormente uma inversão da tendência de descida, determinada por uma taxa de crescimento médio a rondar os 10%, até 2001, estabilizando a população concelhia em 36.614 habitantes.

QUADRO I - Tabela síntese da caracterização socioeconómica de Câmara de Lobos

Descritores	Área	População Residente (2001)	Taxa de Natalidade (2004) Unidade: %	Taxa de Mortalidade (2004) Unidade: %	Taxa de Actividade (2001) Unidade: %	Taxa de Desemprego (2001) Unidade: %	Taxa de Analfabetismo (2001) Unidade: %
Área Total (2004) Unidade: km <sup>2</sup>	52,6	34614	13,9	7,1	41,3	2,6	15,8
Densidade Populacional (2004) Unidade: hab/km <sup>2</sup>	668,9						
Freguesias (2003)	5						

FONTE: Censos de Portugal (INE, 2001).

Relativamente à densidade populacional, o território geográfico em estudo (52km<sup>2</sup>), segundo os CENSOS de 1981, determinava uma densidade populacional de 592,27hab/km<sup>2</sup>, superior, à verificada para o total dos concelhos da RAM (317,2hab/ km<sup>2</sup>), à excepção do Funchal que à mesma data registava uma densidade populacional de 1.426,3hab/km<sup>2</sup>. Em 2004, comparativamente ao CENSO de 2001, a área em estudo possuía uma densidade populacional de 668,88hab/km<sup>2</sup>, um acréscimo de 1,12hab/km<sup>2</sup> (ABREU, 2007, p.80).

O concelho de Câmara de Lobos possui algumas actividades económicas com importância significativa na economia local, nomeadamente a agricultura, a construção civil, os serviços, o comércio e a indústria, salientando-se especificamente os ramos da, serralharia, panificação, plásticos, bebidas e hotelaria. No entanto, existem outras actividades ponderativas na economia do concelho, tais como, a fruticultura, a floricultura, a apicultura e a vinicultura.

Do ponto de vista de uso e ocupação do solo e segundo os dados do PRAM (2003), a área em estudo possuía uma superfície florestal na ordem dos 41,8%, seguindo-se os espaços naturais, com uma ocupação de 28,5%, e a superfície agrícola, com 23,5%. Neste âmbito, a área social representava 2,8%, a área mista 2,6% e a área de transição contabilizava 0,5%.

Relativamente aos equipamentos e infraestruturas, o Município de Câmara de Lobos dispõe de uma série de equipamentos vocacionados para o apoio da população. Numa análise à distribuição geográfica, constatamos que, no ano de 2005, a área em estudo possuía 164 equipamentos de utilidade pública, distribuídos pelas cinco freguesias. No entanto, a concentração é notória na freguesia de Câmara de Lobos, com 84 infraestruturas, representando 51,2% do número total de equipamentos municipais. Na freguesia do Estreito de Câmara de Lobos, existem 41 infraestruturas, perfazendo 25%. As restantes determinavam 39 equipamentos, representando, em termos percentuais, 23,7% do total municipal.

## Perigosidade e desastres

### Sismicidade

A análise à sismicidade história (QUADRO II) permite constatar que, somente a partir de meados do século XVIII, os registos da actividade sísmica incluem descrições mais pormenorizadas.

**QUADRO II** – Tabela síntese dos principais eventos sísmicos e respectivos prejuízos.

	DATA	PREJUÍZOS
CÂMARA DE LOBOS	31 de Março de 1748	- Avultados prejuízos materiais em habitações. - 4 mortos.
	11 de Janeiro de 1816	- Prejuízos materiais em habitações.
	25 de Julho de 1918	- Prejuízos materiais em habitações (Jardim da Serra).
	01 de Outubro de 1923	- Alguns prejuízos materiais em habitações.
	26 de Maio de 1975	- Avultados prejuízos materiais em habitações, provocados por desabamentos despoletados pelas vibrações sísmicas.

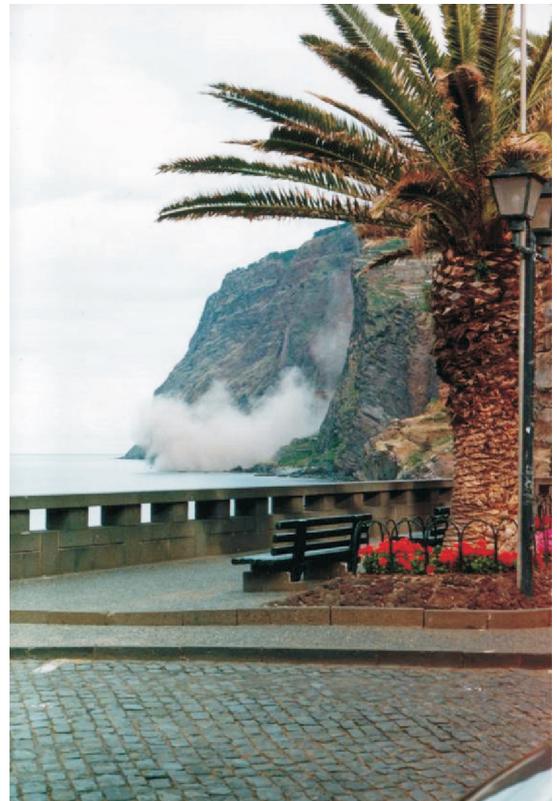
Assim, são de salientar as seguintes crises sísmicas:

No dia 31 de Março de 1748, sentiu-se na área em estudo um forte abalo telúrico que, segundo relatos da época, provocou alguns prejuízos avultados em Câmara de Lobos, nomeadamente nas casas do morgado da Torre Bela, António Correia de Bettencourt Henriques. Numa petição elaborada por este, datada de Abril de 1748 e dirigida ao Juízo de Resíduos e Capelas, afirma-se que “entre os bens que administra de morgado e capelas, é um, onde chamam “a Torre”, cita na freguesia de Câmara de Lobos, na qual havia umas casa grande e nobres, e outras adjuntas, adegas e lagares, e uma ermida de Nossa Senhora da Boa Hora e todas com o terramoto se arruinaram e vieram ao chão”, acrescentando que “nem uma só casa ficou que não necessite de fazer-se de novo”.

Foram registados outros abalos sísmicos de intensidades inferiores ao longo dos séculos XIX e XX,

nomeadamente a 11 de Janeiro de 1816, 25 de Julho de 1918 e a 1 de Outubro de 1923, provocando alguns prejuízos materiais na área em estudo.

Um sismo de grande magnitude, a 26 de Maio de 1975, atingiu a ilha da Madeira e obteve, segundo o Observatório de *Upsala* (Suécia), 7,9 na escala de *Ritcher*. Este ter-se-á localizado na directriz Açores-Gibraltar, entre 38ºN de latitude e os 19ºW de longitude. Este abalo sísmico terá provocado no espaço geográfico em estudo, apesar de ausência de notícias nos meios de comunicação, danos materiais avultados. Através de informações orais,



Fot. 3 - Registo fotográfico de um desabamento despoletado por vibrações sísmicas (MADEIRA ROCHAS - DIVULGAÇÕES CIENTÍFICAS E CULTURAIS, 2005, in ABREU, 2007).

constatamos que este terá provocado elevados prejuízos materiais no sítio do Ilhéu, com a destruição de diversas habitações na estrada de Atrás da Rocha, devido a um desabamento desencadeado pelas vibrações sísmicas. De génese idêntica, um outro movimento desta tipologia foi registado no Pico do Facho (fot.3). Ainda segundo fontes populares, o “chão andava às ondas”, facto comprovado pelas afirmações de alguns doentes do Hospital Distrital do Funchal de que, a oscilação provocava “a sensação de se viajar num navio”, como noticia o Diário de Notícias da Madeira.

Este tipo de processo (abalos sísmicos) está associado à projecção de material proveniente das arribas alcantiladas da orla costeira (desabamentos e avalanches rochosas), propiciando o embate violento de elevados volumes de material rochoso na superfície do mar, devido ao aparecimento de grandes ondas (tsunamis).

### *Movimentos de massa*

Na área em estudo, a orografia acentuada e o grau de incisão hidrográfica, associados a valores elevados de precipitação (que podem atingir os 500mm/dia), estarão na origem dos registos históricos e paleogeográficos de movimentos de vertente, os quais, com a progressiva ocupação e transformação antrópica determinam um incremento do número de manifestações. Estes movimentos são essencialmente do tipo de queda de blocos/desabamentos/avalanche rochosa, deslizamentos, fluxo de detritos e creep, manifestando, independentemente do tipo de litologia, o maior número de registos de actividade entre os meses de Outubro a Janeiro e em área onde o coberto vegetal é diminuto ou foi alterado (ABREU *et al.*, 2006, p.85).

Dada a conjugação de factores desencadeantes de movimentos morfo e volumetricamente muito relevantes, numa análise à carta de tipologia de movimentos de vertente (fig.6), inferimos que as áreas geográficas com maior susceptibilidade às manifestações, localizam-se na depressão morfológica de Curral das Freiras, ao longo dos vales da Ribeira dos Socorridos e do Vigário e na orla costeira. Particularmente salientamos as seguintes tipologias.

As quedas de blocos/desabamentos/avalanche rochosa são movimentos de massa simples, de transporte aéreo, rápido e com material de tamanho muito variável, que ocorrem predominantemente nas áreas anteriormente referenciadas, em taludes naturais



Fot. 4 - Desabamento num talude costeiro. Adaptado de RODRIGUES (2005)

ou antrópicos (construção de estradas ou socalcos). Como factores desencadeantes, as quedas ocorrem fundamentalmente nos taludes da orla costeira (fot.4), como consequência da dinâmica litoral, ou nas encostas dos vales mais encaixados (fot.5), como conjugação de declives acentuados, ausência de coberto vegetal e elevada precipitação. Verificam-se, normalmente, em qualquer tipo de litologia, solo ou rocha, sendo o tamanho dos materiais muito variável.



Fot. 5 - Desabamento no vale encaixado da Ribeira dos Socorridos (ABREU, 2007).

Na sua maioria, as quedas são constituídas por grandes blocos individuais provenientes de escoadas ou filões, que apresentam uma disjunção esférica, prismática ou planar, o que favorece, com o avançar da erosão, a desagregação e a consequente queda (RODRIGUES, 2005, p.165). Este é o movimento de massa que causa mais vítimas, devido ao elevado número de ocorrências e a localização de habitações e vias de circulação, em áreas sobranceiras a taludes com grande susceptibilidade a esta determinada tipologia.

De acordo com a geometria da superfície a que dão origem, os deslizamentos podem ser classificados com rotacionais, translacionais ou uma combinação de ambos, os complexos. Segundo RODRIGUES (2005, p.180), na ilha da Madeira, os deslizamentos com maior volumetria ocorrem preferencialmente em vales, originando os deslizamentos-barragem (*landslide-dam*), e na orla costeira, formando os deslizamentos costeiros (*costal landslide*). Na área em estudo, encontram-se referenciados alguns registos paleogeográficos em áreas de declive acentuado e com coberto vegetal diminuto e onde existe uma grande quantidade de água disponível.

Salientam-se, os deslizamentos existentes no circo de erosão do Curral das Freiras, nomeadamente o deslizamento-barragem da Achada do Curral, um dos maiores da ilha da Madeira do seu tipo e em termos de volumetria do material deslizado. Este movimento depositou um volume de material de cerca de

100.10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>, cobrindo uma área de 600.000m<sup>2</sup> e um comprimento de 900m. É um deslizamento com uma componente translacional importante, não sendo perfeitamente perceptível a sua superfície de rotura que, devido a sua antiguidade, sofreu um desgaste nas formas iniciais, sendo por exemplo visível uma linha de água que atravessa o deslizamento (RODRIGUES, 2005, p.189, e RODRIGUES *et al.*, 2000a, 2002).

Ao longo da Ribeira do Curral, comprovamos a existência de inúmeros movimentos de morfogénese antiga bastante idênticos ao deslizamento-barragem da Achada do Curral. Na sua grande maioria, são deslizamentos rotacionais, inferiores a 100.000m<sup>3</sup> e cobertos por uma densa vegetação e áreas agrícolas/antropizadas, tornando-se difícil a análise da massa deslizada e da estrutura das formações iniciais.



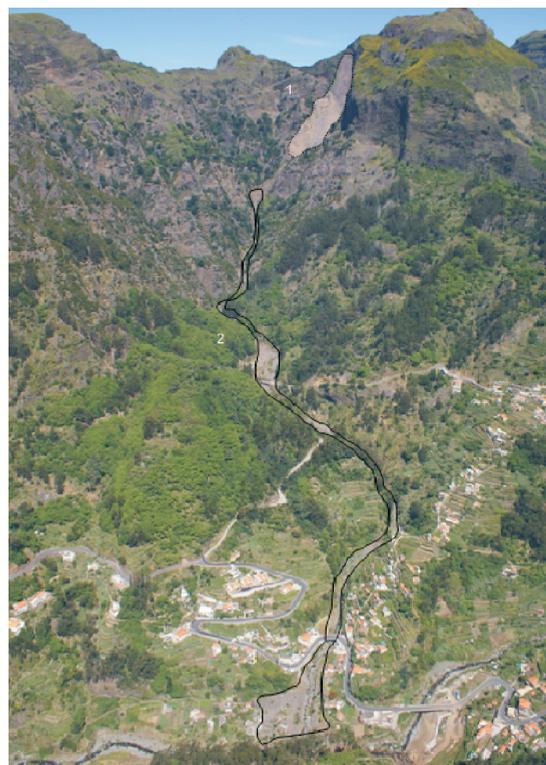
Fot. 6 - Deslizamento rotacional da Fajã do Capitão (Curral das Freiras) (ABREU, 2007).

Situado a Oeste do Pico Furão, ao longo da margem esquerda da Ribeira do Curral, a Fajã do Capitão é um destes registos paleogeográficos de um deslizamento rotacional (fot.6). Poder-se-á assumir, que possui uma morfologia paradigmática, uma vez que apresenta as principais características que permitem a identificação deste tipo de movimento, com uma zona plana na parte superior do corpo da massa deslizada e na sua parte frontal, um ligeiro *backtilting*. A estrutura das formações vulcânicas deste movimento é de difícil análise devido aos factores anteriormente referidos, contudo, no pé da massa deslizada, é possível constatar a existência de pequenos afloramentos de material bastante fracturado. Este deslizamento com cerca de 9.10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>, está, em termos de estado de actividade, inactivo, e apresenta uma escarpa principal bem definida.

Relativamente aos fluxos de detritos, existem duas tipologias referências na área em estudo e que se diferenciam consoante a quantidade de água necessária no desencadear do fenómeno. Particularmente, um tipo de fluxo, predominantemente

seco (menor teor de água) e que ocorre preferencialmente ao longo das vertentes mais incisivas, nomeadamente nos canais de 1<sup>a</sup> ordem, onde o factor gravidade adquire uma importância decisiva; e os tipos de fluxos que ocorrem nas confluências das ribeiras, onde a água acaba por ter um papel preponderante, remobilizando uma maior quantidade de material. Segundo HUNGR (2001) e TAKAHASHI (1991) in RODRIGUES (2005, p.215), estes são movimentos que podem ser iniciados por ruptura de uma barragem natural, por deslizamentos superficiais, ou por erosão/remobilização hídrica de material colúvio-aluvionar do curso de água, como no evento analisado seguidamente. Na ilha da Madeira e particularmente na área em estudo, este é um processo que determina uma maior incidência e magnitude, tendo provocado, muitas vítimas e prejuízos materiais bastante avultados.

No espaço geográfico de Câmara de Lobos, a área mais susceptível e a que reúne as melhores condições no desencadear deste tipo específico de movimento de vertente, localiza-se na depressão morfológica de Curral das Freiras, predominantemente ao longo das linhas de água. Um exemplo ocorreu, no dia 5 de Março de 2001, no sítio da Terra Chã, quando um movimento deste género, desencadeado por intensas precipitações, causou avultados prejuízos materiais. Entre estes salientamos a destruição de



Fot. 7 - Enquadramento geográfico do fluxo de detritos de 5 de Março de 2001. Adaptado de RODRIGUES (2005).

uma ponte, deixando o sítio da Seara Velha isolado, e soterrando várias habitações, ficando cerca de 60 pessoas desalojadas.

Este evento catastrófico ter-se-á desencadeado a partir de uma avalanche rochosa (1) que, dias antes, depositou na zona de cabeceira da linha de água, material piroclástico e escoadas lávicas fragmentadas. Adicionalmente, a precipitação intensa verificada nesse dia, determinou a erosão e remobilização/transporte de material, constituído predominantemente por calhaus e blocos, localizado no troço intermédio do curso de água (2), proveniente da construção de uma galeria de água disposta um pouco mais a jusante. Segundo RODRIGUES (2005, p.223), dadas as características da bacia hidrográfica (comprimento máximo de 1.500m) e o declive acentuado do tributário, este foi um movimento rápido que remobilizou grande quantidade de material. O material transportado pela água foi depositado em forma de leque (3), atingindo uma espessura de cerca de 20m, na confluência com a Ribeira do Curral (fot.7).

Circunscritos a áreas com depósitos de vertente imaturos, muito grosseiros, de matriz argilosa, resultantes da acumulação em zonas pouco declivosas, na área em estudo estão identificados movimentos do tipo reptação, especialmente

referenciados nos vales da Quinta Grande e no da Caldeira, a Sudoeste do concelho de Câmara de Lobos (ABREU *et al*, 2006, p.87). Possuem um deslocamento anual na ordem dos 2cm, sendo que esta velocidade está correlacionada com a intensidade e quantidade de precipitação anual acumulada.

### *Cheias rápidas, inundações costeiras*

Desde os primórdios da sua colonização no século XV, na ilha da Madeira, têm-se registado inúmeros eventos catastróficos de cheias, designado localmente por "aluviões".

Este processo enquadra-se nas cheias rápidas, características de uma rede hidrográfica extremamente jovem, com pequenas bacias hidrográficas em forma de funil, e perfis longitudinais com declives bastante acentuados. A degradação do coberto florestal em algumas das bacias hidrográficas acentua a erosão e a torrencialidade, agravando os riscos e a probabilidade de extravasamento. Este tipo particular de fenómenos é desencadeado, fundamentalmente, por precipitações intensas em curtos períodos de tempo e concentradas espacialmente, que podem atingir os 500mm/dia, provenientes de gotas de ar frio particularmente activas ou por depressões que resultam da interacção das circulações polar e tropical.

O Outono é a época do ano mais problemática não só porque o Oceano tem uma maior quantidade de calor armazenada, mas também devido ao enfraquecimento do anticiclone dos Açores e a intensificação da circulação meridiana que favorece a individualização das gotas frias. A análise aos registos históricos (QUADRO III) permite comprovar esta sistemática, segundo a qual, das 30 cheias rápidas ocorridas desde o século XVIII, contabilizamos 14 eventos nesta estação do ano. Alguns destes eventos destrutivos encontram-se descritos e referenciados em SILVA *et al*. (1946) e QUINTAL (1999).

Particularmente salientamos o evento ocorrido a 9 de Outubro de 1803, a maior catástrofe registada na ilha da Madeira, na qual estima-se terem perecido entre 800 e 1000 habitantes na cidade do Funchal e ter causado prejuízos materiais avultados por toda a ilha, devido ao extravasamento dos fortes caudais do leito da ribeira. Os momentos da tragédia vividos na cidade do Funchal foram relatados por José Freire Monterroyo Mascarenhas, numa carta datada de 17 de Outubro de 1803, e reproduzida posteriormente por Accurcio Garcia Ramos na obra intitulada "Ilha

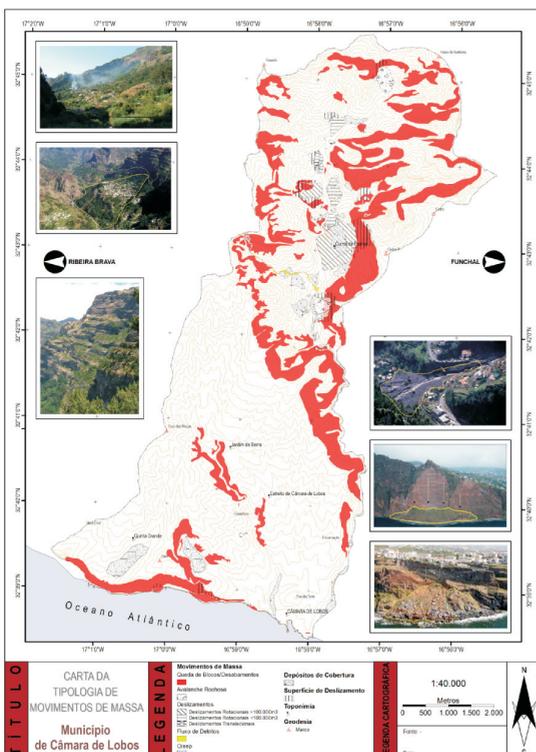


Fig. 6 - Carta da tipologia de movimentos de massa de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

DATA	TIPOLOGIA	PREJUÍZOS
09 de Outubro de 1803	Cheia Rápida	- Avultados prejuízos materiais em habitações. - 800-1000 mortos.
26 de Outubro de 1815	Cheia Rápida	- Avultados prejuízos materiais em habitações. - 2 mortos.
24 de Outubro de 1842	Cheia Rápida	- 5 mortos.
15 de Dezembro de 1926	Inundação Costeira	- Avultados prejuízos materiais em habitações.
20 de Dezembro de 1977	Cheia Rápida	- Prejuízos materiais em habitações. - 3 mortos.
29 de Outubro de 1993	Cheia Rápida / Inundação Costeira	- Avultados prejuízos materiais em habitações - 1 morto.

QUADRO III – Tabela síntese dos principais eventos de processos de cheias rápidas e inundações costeiras e prejuízos.

da Madeira”. Uma outra testemunha descreve, numa carta enviada a D. Juan Esteban Fernandes, a tragédia, fazendo referência aos prejuízos materiais causados pelo evento no Convento Franciscano do Servo de Deus, situado no sítio da Saraiva em Câmara de Lobos.

Segundo um estudo elaborado por QUINTAL (1999, p.34) aos textos, concluiu que a génese desta cheia catastrófica esteve numa situação atmosférica caracterizada por um vento do quadrante de SW, trovoadas e uma precipitação intensa que terá perdurado por dias que, adicionalmente, devido a falta de encanamento das ribeiras dentro das áreas

urbanas, facilitou o galgamento das margens, intensificando perdas e danos.

As inundações costeiras são eventos despoletados por eventos meteorológicos adversos, nomeadamente temporais, por ocasião de marés vivas. Podem, esporadicamente, ser geradas por eventos tsunamigénicos, como aquele que provocou, no ano de 1930, a morte de 19 pessoas em Câmara de Lobos. Na área em estudo, esta tipologia específica de fenómeno destrutivo, ocasionou inúmeros prejuízos materiais e humanos na orla costeira, mormente durante os temporais de 1842, 1910, 1920, 1926, 1993, 2004 e 2008, e referidas em RODRIGUES (2005, p.56).

A representação deste processo encontra-se presente na carta de perigosidade de cheias rápidas e inundações costeiras da figura 7.

### *Incêndios florestais*

Este é um processo que ocorre com alguma frequência na ilha da Madeira e particularmente no concelho de Câmara de Lobos (QUADRO IV), onde predomina a floresta introduzida. No espaço geográfico em estudo, a superfície florestal (ocupação percentual de 41,8%) é essencialmente composta por espécies propensas à ignição e propagação do fogo, nomeadamente o eucalipto e as acácias (fig.8).

São eventos que, em grande parte, têm por base a falta de limpeza da floresta, especialmente em terrenos privados, devido ao abandono nas zonas de transição urbano/florestal constituindo um risco acrescido para a interface rural/urbano. Ocorrem em situações meteorológicas particulares, nomeadamente vagas de calor, designadas localmente de “tempo de leste”, e determinam prejuízos materiais avultados. Numa análise global

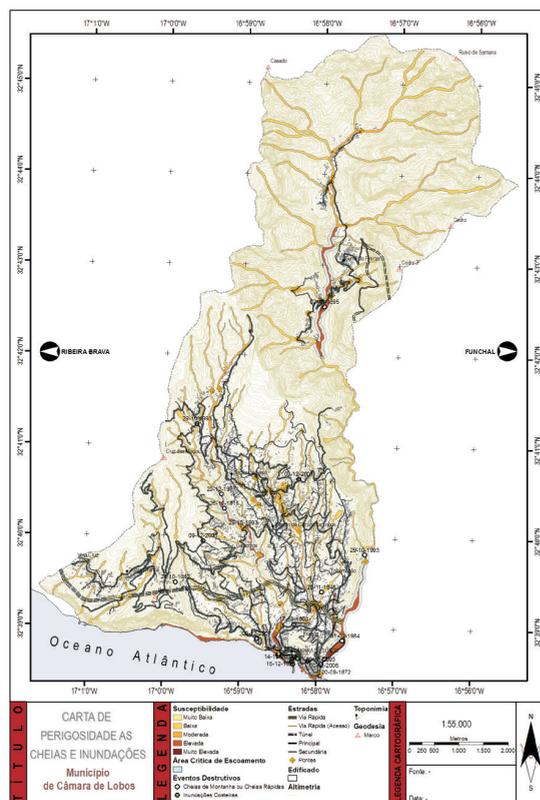


Fig. 7 - Carta de perigosidade de cheias rápidas e inundações costeiras de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

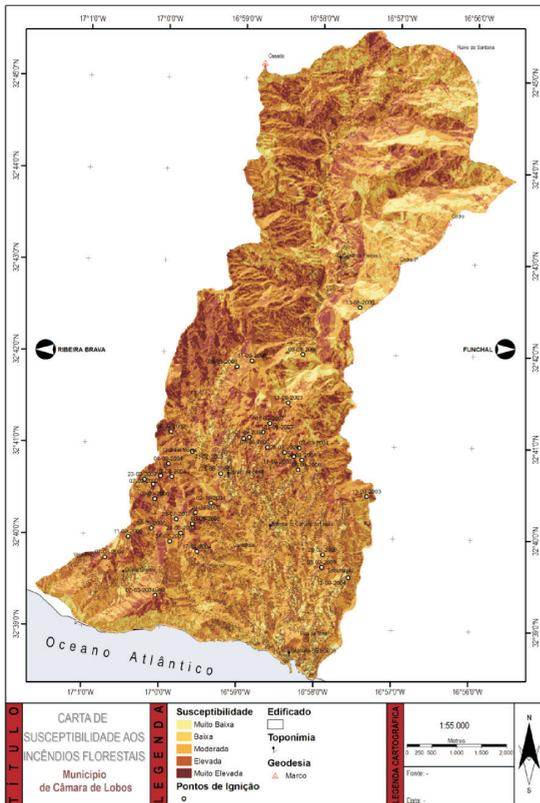


Fig. 8 - Carta de susceptibilidade aos incêndios florestais de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

e integrada, a avaliação dos danos do risco dendrocaustológico no meio físico envolvente, possui uma estimativa distinta pois, para além da destruição do coberto vegetal, acentuam-se os efeitos da erosão dos solos, influenciando o equilíbrio hidrológico e incrementando o risco de cheia.

Particularmente, destaca-se um grande incêndio florestal deflagrado na freguesia do Jardim da Serra, a 1 de Setembro de 2007, mais precisamente na zona da Boca dos Namorados, destruindo cerca de dois hectares de área verde, composta predominantemente por mato, eucaliptos e pinheiros. Este alastrou-se para o sítio do Cabo Podão e para as imediações da Quinta dos Cavalos, ajudado pelas condições climáticas favoráveis, nomeadamente o vento forte de NE e as altas temperaturas.

DATA	LOCALIDADE	PREJUÍZOS
23 de Fevereiro de 2002	Fontainhas	- Prejuízos materiais reduzidos
07 de Setembro de 2002	Fontainhas, Cabo Podão, Corticeiras e Pomar Novo	- Prejuízos materiais reduzidos
03 de Fevereiro de 2003	Covão e Jardim da Serra	- Prejuízos materiais reduzidos
07 de Março de 2004	Fontainhas, Castelojo e Cabo Girão	- Prejuízos materiais reduzidos
11 de Setembro de 2006	Fontes, Boca da Corrida e Garachico	- Prejuízos materiais reduzidos
01 de Setembro de 2007	Boca dos Namorados e Cabo Podão	- Prejuízos materiais reduzidos

QUADRO IV - Tabela síntese dos principais eventos dendrocaustológicos e respectivos prejuízos.

### Eventos meteorológicos adversos

Como referido anteriormente, as situações meteorológicas adversas, nomeadamente o conjunto de riscos associados às condições climáticas (tempestades marítimas, ventos fortes e precipitações intensas), são provocadas pela passagem de frentes de ar frio activas ou depressões convectivas.

As frentes frias, frequentes numa área compreendida entre o SW da Península Ibérica, ilha da Madeira e o Arquipélago dos Açores, resultam de invasões de ar frio (polar ou ártico) em altitude, que se estendem até latitudes subtropicais (entre 40° e 30°N). Neste âmbito as condições de tempo adverso ocorrem quando existe um forte gradiente vertical da temperatura entre a advecção fria em altitude e o ar quente e húmido da baixa troposfera (VENTURA, 1987 in RAMOS *et al.*, 2001, p.64). A temperatura das águas oceânicas é assim importante. As depressões convectivas, com um máximo de frequência de ocorrência em Novembro, resultam da interacção existente da circulação polar e tropical (RAMOS *et al.*, 2001, p.64). "O seu aparecimento depende não somente da intensidade convectiva da CIT (Convergência Intertropical), mas também da sua interligação com as invasões de ar frio suficientemente grandes para atingir as latitudes subtropicais" (FERREIRA, 1985, p.33).

Estas condições, com alguma frequência (QUADRO V), provocam impactes significativos na orla costeira do espaço geográfico em estudo, registando-se, por exemplo, prejuízos em construções, no mobiliário urbano, em embarcações, etc.

A 29 de Outubro de 1993 a ilha da Madeira foi atingida por um centro depressionário em deslocação lenta, com uma orientação SW-NE. Este, devido à instabilidade da massa de ar e ao efeito orográfico, originou precipitações intensas, rajadas de vento fortes do quadrante SW e trovoadas, causando um enorme impacte socioeconómico. Segundo QUINTAL (1999, p.42), no Funchal, o odómetro localizado no Observatório Meteorológico, registou uma precipitação de 88,9mm, entre as 9h do dia 28 e as 9h do dia 29. Choveu ao longo de todo o dia 28, mas foi entre as 21 e as 3h da manhã que se observou a grande descarga. Num período de 6 horas choveu 66,4 l/m<sup>2</sup>, dos quais 29,8 l/m<sup>2</sup> entre as 2 e as 3h.

Este evento obteve uma enorme repercussão no concelho de Câmara de Lobos tendo desencadeado duas cheias rápidas nas principais bacias hidrográficas concelhias, causando prejuízos

materiais avultados. Na Ribeira dos Socorridos a força do caudal, vitimou uma septuagenária, que foi levada pela corrente, e destruiu a adutora da Empresa de Electricidade da Madeira (EEM). Na Ribeira do Vigário, o cenário foi igualmente desolador, com as infraestruturas balneares a jusante deste curso de água a ficarem completamente destruídas, devido a conjugação da força do caudal e da acção tempestuosa do mar. A ponte que permitia a ligação entre aquela infra-estrutura comercial e a praia não aguentou com a torrencialidade fluvial da linha de água, com uma grande quantidade de detritos proveniente das zonas altas do concelho, e aluiu.

**QUADRO V** - Tabela síntese dos principais eventos meteorológicos adversos e respectivos prejuízos.

CÂMARA DE LOBOS	DATA	PREJUÍZOS
	22 de Outubro de 1842	- Elevados prejuízos materiais em embarcações e em infraestruturas portuárias.
24 de Dezembro de 1910	- Elevados prejuízos materiais em habitações, culturas, embarcações e em linhas de comunicação.	
26 de Fevereiro de 1920	- Elevados prejuízos materiais em embarcações. - 21 mortos.	
30 de Dezembro de 1939	- Elevados prejuízos materiais em habitações, culturas, embarcações e em linhas de comunicação.	
29 de Outubro de 1993	- Elevados prejuízos materiais na orla costeira. - 5 mortos.	
06 de Abril de 2008	- Elevados prejuízos materiais na orla costeira.	

## Expressão da susceptibilidade

Na análise e execução cartográfica da susceptibilidade relacionada com os diferentes processos naturais de perigosidade no concelho de Câmara de Lobos, foram utilizados os pressupostos de CUTTER *et al.* (1997).

Na discussão do trabalho, a análise da carta de susceptibilidade compósita (fig.9) permite constatar que a área em estudo apresenta uma susceptibilidade elevada a muito elevada, dado que nos 53km<sup>2</sup> da área em estudo, cerca de 37km<sup>2</sup> são abrangidos por estes graus de susceptibilidade. Ressaltam as áreas geográficas localizadas na zona Sul do concelho, nomeadamente Quinta Grande e Câmara de Lobos, e a Norte, na depressão morfológica do Curral das Freiras. Ambas as áreas apresentam contudo uma diferenciação nos processos potencialmente perigosos, sendo que a Norte, a área é mais propensa a processos de movimentos de massa e cheias rápidas, sendo a área localizada a nor-nordeste caracterizada por episódios com precipitações extremas. A área remanescente, possui um elevado grau de susceptibilidade, relacionada com movimentos de massa importantes, nomeadamente de reptação e queda de blocos/desabamentos, e por fenómenos meteorológicos adversos.

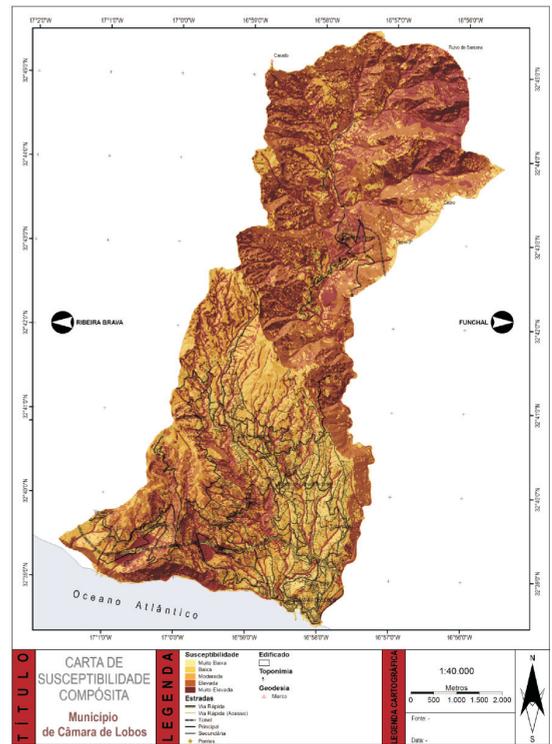


Fig. 9 - Carta de susceptibilidade compósita de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

A área com grau de susceptibilidade moderada localiza-se predominantemente a Sul do concelho. Relativamente ao grau de susceptibilidade muito baixo a baixo, adquire uma expressão geográfica reduzida, contabilizando 13%, cerca de 7km<sup>2</sup> da área total do concelho, apresentando duas zonas específicas ao longo de uma faixa costeira de direcção NW-SE na freguesia do Estreito de Câmara de Lobos, e na orla costeira, numa área localizada no extremo SE da freguesia de Câmara de Lobos. Adicionalmente, a análise da figura permite realçar a existência de zonas, que apesar da sua dimensão reduzida no contexto concelhio, manifestam uma elevada susceptibilidade, nomeadamente ao longo das principais linhas de água, a Ribeira do Vigário e a dos Socorridos (ABREU, 2007, p.148).

## Exposição e vulnerabilidade municipal

### Elementos expostos

O crescente desenvolvimento económico e social da Região Autónoma da Madeira (RAM), e em particular da área em estudo, determinou uma expansão do tecido económico - social - urbano e uma pressão das actividades antrópicas sobre o meio físico, contribuindo para o acréscimo de possíveis situações de desastre natural, devido à ocupação de áreas de

susceptibilidade associadas a vários processos causadores de danos materiais e humanos.

Num exercício aplicado ao município de Câmara de Lobos e tendo por base cartográfica a susceptibilidade compósita com a sobreposição das infraestruturas antrópicas, concluímos que, dada a localização, existem pontos críticos que determinam o incremento da severidade dos processos de perigosidade e da exposição das infraestruturas.

A análise permite constatar que a intensa pressão demográfica sobre a orla costeira, com a edificação cada vez mais próxima dos taludes costeiros, determina o aparecimento de novos elementos estruturais expostos, nomeadamente associados à perigosidade decorrente da queda de blocos e desabamentos, bem como de fenómenos meteorológicos adversos. Concretamente no sítio do Rancho, constatamos a existência de uma infraestrutura comercial no cimo de um talude de 350m, no limite da vertente. Não obstante, uma situação idêntica foi identificada no Cabo Girão, com a localização de infraestruturas desportivas/lúdicas, de um complexo turístico, junto ao limite crítico superior do talude (fot.8). Ambas as áreas apresentam uma susceptibilidade elevada a muito elevada.



Fot. 8 - Implantação de algumas infraestruturas desportivas no limite da vertente, numa área de elevada perigosidade (MADEIRA ROCHAS - DIVULGAÇÕES CIENTÍFICAS E CULTURAIS, 2005, in ABREU, 2007).

O desenvolvimento económico-financeiro determinou a inclusão de áreas urbanizadas em espaços próximos das linhas de água e mesmo no leito maior, bem como em declives acentuados, etc. Exemplo desta dinâmica de transformação do uso e ocupação do solo é muito evidente ao longo da planície aluvionar e troço intermédio dos cursos de água concelhios, nomeadamente na Ribeira dos Socorridos e na do Vigário. Numerosas infraestruturas e equipamentos habitacionais, comerciais e de serviços, industriais, energéticas e desportivas (fot.9) localizam-se nas



Fot. 9 - Ocupação antrópica da planície aluvionar da Ribeira dos Socorridos, uma área de elevada perigosidade (DRAmb).

planícies aluvionares das referidas linhas de água, determinando a canalização, com redução do leito útil de cheia e da capacidade de vazão do canal, e potenciando a probabilidade de extravasamento. Estas áreas apresentam simultaneamente elevada vulnerabilidade, dada a elevada concentração populacional com a edificação de equipamentos educativos (margem direita da Ribeira do Curral - sítio da Capela), numa área onde convergem três linhas de água de regime sazonal e turbulento.

Em meio urbano, a perigosidade relacionada com o escoamento superficial aumenta com a impermeabilização dos solos, contribuindo para um maior caudal e velocidade de escoamento superficial, contribuindo para o aumento do grau de exposição das infraestruturas.

#### *Vulnerabilidade social*

Com base na metodologia aplicada por CUTTER *et al.* (1997), foi elaborada uma avaliação da vulnerabilidade social do município de Câmara de Lobos, através da selecção de um conjunto de factores sociais, que fossem os mais indicativos das características da população.

De forma a proceder ao cálculo da vulnerabilidade social foram seleccionadas, a partir dos dados do INE de 2001, as seguintes variáveis, representativas dos grupos populacionais mais vulneráveis (grupos de risco) a um desastre natural, patentes na figura 10. A análise realizou-se ao nível da freguesia, de acordo com os dados disponíveis.

A análise permitiu constatar que na freguesia de Câmara de Lobos, e tendo por base o total da população da freguesia (16.842 residentes), o grupo de risco com maior incidência é o da população com idade inferior a 19 anos,

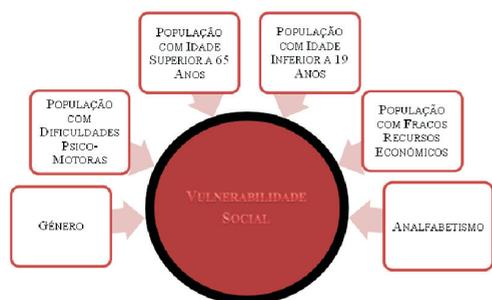


Fig. 10 - Factores mais indicativos da vulnerabilidade social (ABREU, 2007).

contabilizando 6.211 jovens, e perfazendo em termos percentuais, 36,8% do total da freguesia. A segunda variável mais representativa, é a população com idade superior a 65 anos, o que permite concluir que afecta 8,2% da população da freguesia, o que traduz em valores absolutos, 1.387 habitantes.

Relativamente aos grupos de risco remanescentes, concluímos que o género (população do sexo feminino) possui uma grande representatividade, com 8.671 indivíduos, perfazendo uma percentagem global de 51,5%. A população com um grau de deficiência psico-motora é uma variável com algum significado na determinação da vulnerabilidade social concelhia, contabilizando em termos percentuais, 17,2%, e, em termos efectivos, uma população com 2.910 habitantes. Segundo o grau de analfabetismo e a população com fracos recursos económicos, a análise permitiu constatar que 23,5% da população possui uma alfabetização baixa (3.962 habitantes) e 1,3% dos habitantes desta freguesia dependem de subsídios temporários (232 residentes).

A freguesia do Estreito de Câmara de Lobos (10.236 habitantes), a segunda maior do espaço geográfico em estudo, apresenta um valor ponderativo total de 3,53 num total concelhio de 6. Este registo deve-se essencialmente a três variáveis, ponderadas na determinação da vulnerabilidade social e consequente validação dos grupos, nomeadamente: o número de população com idade superior a 65 anos, com um *score* de 0,65 e uma percentagem de 8,8% (902 habitantes); o grau de analfabetismo, com uma percentagem de 28,4%, de um total de 2.433 habitantes, e um valor ponderativo de 0,61; e a população com fracos rendimentos económicos, que determina um *score* de 0,63 e contabiliza, em termos percentuais, 25,3%, cerca de 148 habitantes do total da população da freguesia.

Na determinação da vulnerabilidade social para a freguesia do Jardim da Serra, a análise permite constatar que a população com grau de deficiência psico-motora e a população com fracos recursos económicos são os grupos mais vulneráveis e representativos na freguesia, determinando um valor ponderativo final de 1,58. Os grupos populacionais anteriores apresentam valores absolutos de 1.022 e 72 habitantes, num total da freguesia de 3.707 habitantes, contabilizando, em termos percentuais, 27,5% e 1,9%, respectivamente.

Relativamente às freguesias de Curral das Freiras e a da Quinta Grande, obtiveram-se, na conjunção dos grupos que servem de indicadores da vulnerabilidade social, *scores* totais de 0,97 e 0,80, respectivamente. Ambas as freguesias alcançaram valores ponderativos idênticos, divergindo somente em uma das variáveis,

**QUADRO VI** - Tabela síntese do *score* compósito e parcelar da vulnerabilidade social do concelho de Câmara de Lobos. Adaptado de ABREU (2007).

FREGUESIAS	SEGUNDO A POPULAÇÃO COM IDADE INFERIOR A 19 ANOS	SEGUNDO A POPULAÇÃO COM IDADE SUPERIOR A 65 ANOS	SEGUNDO O GÉNERO	SEGUNDO A POPULAÇÃO COM DEFICIÊNCIA PSICO-MOTORA	SEGUNDO O GRAU DE ANALFABETISMO	SEGUNDO O POPULAÇÃO COM FRACOS RECURSOS ECONÓMICOS	SCORE TOTAL
CÂMARA DE LOBOS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	6,00
CURRAL DAS FREIRAS	0,09	0,14	0,10	0,11	0,13	0,40	0,97
ESTREITO DE CÂMARA DE LOBOS	0,58	0,65	0,61	0,45	0,61	0,63	3,53
QUINTA GRANDE	0,12	0,16	0,13	0,07	0,15	0,17	0,80
JARDIM DA SERRA	0,20	0,24	0,22	0,35	0,26	0,31	1,58
TOTAL DAS VARIÁVEIS	1,99	2,19	2,06	1,98	2,15	2,51	-

a da população com fracos recursos económicos. Comparativamente, e tendo por base este grupo de risco social, constatamos que existe uma maior dependência na freguesia de Curral das Freiras, em relação à da Quinta Grande, possuindo *scores* de 0,40 e 0,17, respectivamente. Em termos de valores brutos desta variável, verificamos que 94 habitantes de Curral das Freiras, cerca de 16% do total concelhio, usufruem de subsídio, enquanto na remanescente apresenta 54 pessoas, cerca de 9,2%.

A projecção dos resultados (QUADRO VI), permite constatar que, na sua maioria, a população mais vulnerável a um possível fenómeno destrutivo, localiza-se na freguesia de Câmara de Lobos e na do Estreito de Câmara de Lobos, por serem as áreas geográficas com maiores quantitativos e densidades populacionais do concelho.

### Contributo para a gestão municipal de risco

As ilhas são espaços que, pelos seus condicionalismos socioeconómicos, físicos e estruturais, possuem um elevado grau de vulnerabilidade em relação aos desastres naturais. Adicionalmente, a intervenção antrópica tem vindo a propiciar o desenvolvimento de novas situações de risco, devido a uma constante alteração na ocupação e usos do meio físico, nomeadamente, nos casos da continuada urbanização da faixa costeira, do abandono das actividades tradicionais no espaço rural, da ocupação antrópica dos cursos de água e da elevada pressão urbanística em zonas de risco. Neste contexto, é fundamental a definição concreta de utilização desses espaços de modo a diminuir a exposição dos elementos aos riscos naturais.

Neste âmbito e considerando as susceptibilidades parcelares do espaço geográfico em estudo, existe a necessidade de implementar medidas de mitigação aos efeitos danosos, nomeadamente daqueles processos que determinam uma maior perigosidade, os movimentos de massa, incêndios florestais e cheias rápidas. As medidas de prevenção e redução da perigosidade podem ser agrupadas em duas áreas, as estruturais e não estruturais.

Nas áreas de maior susceptibilidade aos movimentos de massa (Curral das Freiras, Ribeira dos Socorridos e orla costeira), existem medidas de prevenção à ocorrência desta tipologia, nomeadamente: o fomento de uma gestão florestal mais eficaz, com a finalidade de aumento das áreas de coberto vegetal, como forma de estabilização; a limitação das alterações de

declive (em especial em zonas declivosas ou em solos erosionáveis), para construção urbana ou de infraestruturas, adaptando a implantação ao declive, com a edificação em socalcos e infraestruturas paralelas à orientação da vertente; a manutenção das práticas agrícolas, como factor de estabilização; e o revestimento vegetal dos taludes antrópicos e naturais, de modo a reduzir a erosão.

No que concerne às zonas com maior susceptibilidade aos incêndios florestais, localizadas ao longo da faixa de orientação E-W entre as localidades do Garachico e Fontainhas, será necessária a definição de uma política florestal que permita a redução da frequência dos eventos. Segundo LOURENÇO (2004, p.162), esta passa pela introdução de medidas, nomeadamente:

- (1) a compartimentação das regiões com aptidão florestal em sub-regiões com características semelhantes, as quais passariam a constituir as futuras unidades de prevenção;
- (2) a definição de sub-regiões com intervenção prioritária, por se localizarem em áreas de susceptibilidade elevada a muito elevada;
- (3) a inventariação dos respectivos cadastros florestais. Adicionalmente, fomentar a limpeza da superfície florestal, nomeadamente em áreas de espécies propensas à propagação do fogo (eucalipto e acácias), e a determinação de queimadas controladas (acompanhamento das Corporações de Bombeiros).

Adicionalmente e nas áreas com elevada susceptibilidade a cheias rápidas, são de referir algumas causas de intensificação, mormente:

- (1) a falta de cobertura vegetal (provocado por incêndios florestais e pelo abate histórico da vegetação arbórea) das cabeceiras das ribeiras concelhias, particularmente numa área localizada a Este da bacia hidrográfica dos Socorridos, que propiciam o aumento da erosão, aumento da escorrência e a diminuição do tempo médio de cheia;
- (2) a deposição de inertes (materiais de construção e resíduos) nas linhas de água, determinando uma diminuição das secções de vazão, sobretudo se se acumularem em determinados estrangulamentos (pontes, obstáculos);
- (3) a construção em leitos de cheia, que tende a estrangular os cursos de água;
- (4) a cobertura irregular dos cursos de água com acessos automóveis;
- (5) a falta de limpeza do leito de vazão.

Relativamente às medidas não estruturais, existe a necessidade de estimular o aumento do grau de

conhecimento e nível de auto-protecção das populações, no que concerne às causas e efeitos de um evento catastrófico. Outra das medidas é a introdução nos instrumentos de ordenamento do território de condicionantes no uso do solo, de acordo com o grau de susceptibilidade, bem como a optimização do sistema municipal de gestão do risco e emergência eficiente.

Neste contexto, é importante a capacitação das áreas no âmbito do ordenamento, planeamento e da gestão de emergência, uma vez que, segundo TAVARES (2003, p.3), num exercício de planeamento municipal e/ou supra-municipal, a introdução da análise de Risco constitui uma medida não estrutural que possibilita, simultaneamente, o “aumento da capacidade de previsão espacial e temporal” dos fenómenos, “uma melhor adequação e redacção dos planos de protecção civil”, a “redução dos esforços de mitigação com adopção de medidas correctivas estruturais e a minimização dos danos económicos e sociais”.

A finalidade do ordenamento do território, no contexto dos Riscos Naturais, é a prevenção e minimização dos desastres: prever e/ou reduzir o nível do risco potencial através do uso adequado do território. Adicionalmente e neste contexto, torna-se imperativo dotar as áreas que possuam um risco mais elevado, de um sistema de emergência concelhio, integrado no contexto regional, com planos de emergência específicos para cada um dos processos analisados, onde estejam previstas medidas de mitigação e minimização dos fenómenos naturais catastróficos, e os meios e recursos para o alerta e gestão.

## Discussão dos Resultados

A análise da perigosidade natural do Município de Câmara de Lobos, permitiu concluir que o espaço geográfico possui uma susceptibilidade elevada, nomeadamente associada a movimentos de massa, cheias rápidas e incêndios florestais. É possível constatar que cerca de 70% do território possui uma susceptibilidade natural elevada a muito elevada, determinando uma exposição aos processos naturais destrutivos, em 37km<sup>2</sup>, sendo possível salientar as áreas da freguesia de Curral das Freiras e o litoral, ou ainda o plaino aluvionar das Ribeiras do Vigário e dos Socorridos.

Tendo por base os valores ponderativos e percentuais da vulnerabilidade social, anteriormente apresentados, conclui-se que as populações das freguesias de Câmara de Lobos e do Estreito de

Câmara de Lobos são mais vulneráveis a um possível desastre natural, tornando-se necessária a implementação de medidas não estruturais, preventivas, e mitigadoras de forma a minimizar as consequências negativas. Justificam este facto os maiores quantitativos e densidades populacionais, e consequentemente, uma maior exposição dos efectivos dos grupos sociais mais vulneráveis.

Ainda tendo por base a vulnerabilidade, os valores mais elevados são atingidos pelos seguintes grupos populacionais: a população do sexo feminino, com 51,8%, os jovens, com 35,5%, e os residentes com um determinado grau de analfabetismo, com 24,7%. Os remanescentes grupos populacionais, apesar de pouco relevantes na determinação da vulnerabilidade social concelhia, possuem um certo peso na decisão global dos valores ponderativos, nomeadamente: a população com a idade superior a 65 anos e com fracos recursos económicos, com 8,8% e 1,7%, respectivamente, e a população com um grau de deficiência, com 16,7% do total da população.

A análise compósita do risco permite constatar que, intrínseco ao espaço geográfico em estudo, existem certos aglomerados populacionais com elevada exposição decorrente do seu grau de susceptibilidade, moderado a muito elevado, uma vulnerabilidade social elevada, com ampliação da exposição por dificuldade de acesso e a ausência de um sistema integrado de gestão de emergência. Neste contexto salienta-se a depressão morfológica de Curral das Freiras que apresenta um elevado risco e exposição das suas populações e infra-estruturas.

As freguesias do Estreito de Câmara de Lobos e de Câmara de Lobos, pela sua vulnerabilidade social moderada e muito elevada, respectivamente, e susceptibilidade moderada a muito elevada, distribuídas irregularmente, podem-se considerar de elevado risco; os graus superiores são atingidos no sítio da Furneira, Caldeira, Marinheira, Corrida, Boca dos Namorados e na Fajã das Galinhas, localizada na vertente Oeste da Ribeira dos Socorridos. Em muitos dos casos, a análise revela como elementos críticos o facto das comunidades e populações estarem dependentes de uma única via de acesso.

Apresentando o concelho de Câmara de Lobos, grande manancial de registos históricos de eventos destrutivos relevantes, relacionados com os diversos processos naturais, a análise da perigosidade e da vulnerabilidade municipal permite assegurar um uso e ocupação mais adequado do solo e a optimização do planeamento de emergência.

## Bibliografia

ABREU, Uriel (2007) - *Riscos Naturais no Ordenamento do Território: Aplicação ao Município de Câmara de Lobos - Construção de um sistema de gestão ambiental em ambiente de SIG's*, Universidade de Coimbra, Coimbra, 208 p.

ABREU, Uriel; RODRIGUES, Domingos e TAVARES, Alexandre (2006) - "Esboço geomorfológico do concelho de Câmara de Lobos (ilha da Madeira). Tipologia de movimentos de vertente". *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfologia*, vol. V, Lisboa, p. 75-92.

ALMEIDA, Ana; FERNANDES, Paulo e PEREIRA, João (1995) - "Série fotográfica dos modelos de combustível da Serra da Arrábida". *Silva Lusitana*, 3(2), p. 253.

AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (2002) - "Introducción al análisis y gestión de riesgos". In CANTOS, Jorge Olcina e AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (Ed.) - *Riesgos naturales*, Ariel Ciencia, Barcelona; p. 133-144.

BECK, Ulrich (1992) - *Risk society. Towards a new modernity*, Sage, London, 270 p.

BIANCHI, Suzanne e SPAIN, Daphne (1996) - "Women, work, and family in America". *Population Bulletin*, 51(3), Washington D.C.: Population Reference Bureau, 48 p.

CANTOS, Jorge Olcina e AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (2002) - "Riesgos naturales. Conceptos fundamentales y clasificación". In CANTOS, Jorge Olcina e AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (Ed.) - *Riesgos naturales*, Ariel Ciencia, Barcelona; pp. 41-74.

CARVALHO, Galopim de e BRANDÃO, José (1991) - *Geologia do Arquipélago da Madeira*, Museu Nacional de História Natural, Lisboa, 170 pp.

CHUVIECO, Emilio e CONGALTON, Russel (1989) - "Aplicación de remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping". *Remote Sensing of Environment*, v.29, p. 147-159.

CUNHA, Lúcio e DIMUCCIO, Luca (2002) - "Considerações sobre riscos naturais num espaço de transição. Exercícios cartográficos numa área a Sul de Coimbra". *Territorium*, 9, p. 37-51.

CUTTER, Susan; MITCHELL, Jerry e SCOTT, Michael (1997) - *Handbook for conducting a GIS-Based hazards assessment at county level*, South Carolina Emergency Preparedness Division, Office of the Adjutant General, 55 p.

DAUPHINÉ, André (2001) - *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Armand Colin, Paris, 268 p.

DWYER, Anita; ZOPPOU, Christopher; NIELSEN, Ole; DAY, Susan e ROBERTS, Stephen (2004) - *Quantifying social vulnerability: a methodology for identifying those at risk to natural hazards*, Geoscience Australia, Australian Government, n° 14, 101 p.

FERREIRA, Denise Brum (1985) - "Les dépressions convectives du bassin atlantique nord subtropical oriental". *Finistera - Revista Portuguesa de Geografia*, XX(39), Lisboa, p. 25-45.

GELDMACHER, Jörg; HOERNLE, Kaj; BOGGARD, Paul van den e SCHIMINCKE, Hans-Ulrich (2000) - "The <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age dating of the Madeira Archipelago and hotspot track (eastern North Atlantic)". *AGU and Geo-chemical Society (Geochem, Geophys and Geosystem)*, n° 1.

HUNGRO, O.; EVANS, S. G.; BOVIS, M. J. e HUTCHINSON, J. N. (2001) - "A review of the classification of landslides of the flow type". *Environmental and Engineering Geoscience*, VII(3), p. 221-238.

IFRC/RCS (2000) - *Vulnerability and capacity assessment. An international federation guide*, International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva, 248 p.

INE (2001) - *Censos de Portugal de 2001* [CD]. INE, Lisboa.

IUGS (1997) - "Quantitative risk assessment for slopes and landslides, the state of the art". In CRUDEN, D. M. e FELL, R., (Ed.) *Landslide Risk Assessment*. Balkema, Rotterdam; p. 3-12.

KALDOR, Mary (2005) - "Global risk: how civil society responds". In GLASJUS, Marlies; KALDOR, Mary e ANHEIER, Helmut (Ed.) *Global civil society 2005/2006*. Sage, London.

LOURENÇO, Luciano (2007) - "Riscos Naturais, antrópicos e mistos". *Territorium*, 14, p. 109-113.

LOURENÇO, Luciano (2004) - *Risco meteorológico de incêndio florestal*, Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, Coimbra, 188 p.

MORROW, Betty (1999) - "Identifying and mapping community vulnerability". *Disasters*, n° 23, p. 1-18.

- PITMAN, Walter e TALWANI, Manik (1972) – “Sea-floor spreading in the North Atlantic”. *Geological Society American Bulletin*, nº 83(3), p. 619-646.
- PRAM (2003) – *Plano Regional da Água da Madeira*, Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, Funchal, 328 p.
- QUINTAL, Raimundo (1999) – “Aluviões na Madeira. Séculos XIX e XX”. *Territorium*, 6, p. 31-48.
- RAMOS, Catarina e REIS, Eusébio (2001) – “As cheias de Portugal em diferentes tipos de bacias hidrográficas”. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, XXXVI(71), p. 61-82.
- REBELO, Fernando (2003) - *Riscos Naturais e Acção Antrópica. Estudos e Reflexões*. Coimbra, Imprensa da Universidade, 2,ª Edição, 286 p.
- RODRIGUES, Domingos (2005) – *Análise de risco de movimentos de vertente e ordenamento do território na Madeira. Aplicação ao caso de Machico*, Universidade da Madeira, Madeira, 382p.
- RODRIGUES, Domingos e AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (2000a) – “Tipologia dos movimentos de vertente”. *Seminário de Geologia Ambiental*, Braga.
- RODRIGUES, Domingos e AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (2000b) – “Rockfalls and rockslides in Madeira”. *Workshop on Advanced Techniques for the assessment of Natural Hazards in Mountain Areas*, Innsbruck, p. 109.
- RODRIGUES, Domingos e AYALA-CARCEDO, Francisco Javier (2002) – “Slides in Madeira island”. *I.S.R.M. - International Symposium on Rock Engineering for Mountainous Regions*, Funchal, p. 223-230.
- SCHIMINCKE, Hans-Ülrich (1973) – “Magmatic evolution and tectonic regime in the Canary, Madeira and Azores island groups”. *Geological Society American Bull*, nº 84, p. 633-648.
- SCHWARZ, Stefanie; KLÜGEL, Andreas; BOGGARD, Paul van den e GELDMACHER, Jörg (2005) – “Internal structure and evolution of a volcanic rift system in the eastern North Atlantic: the Desertas rift zone, Madeira Archipelago”. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, nº 141, p. 123-155.
- SILVA, Fernando Augusto e MENESES, Carlos Azevedo de (1946) – *Elucidário madeirense*. Secretaria Regional de Turismo e Cultura, vol. I, II e III, Funchal.
- SNBPC (2005) - *Guia prático de Protecção Civil para autarcas. Incêndios florestais*, Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil, Carnaxide, 16 p.
- TAKAHASHI, T. (1991) – *Debris flow*, A. A. Balkema, Rotterdam, 165 p.
- TAVARES, Alexandre (2003) – “Importância da geologia no planeamento urbano”. *Actas do XXIII Curso de Actualização de Professores de Geociências*, Coimbra, p. 26-29.
- UNDP (2004) – *Reducing disaster risk. A challenge for development*, United Nations, New York, 146 p.
- UNDRO (1991) – *Mitigation natural disasters: phenomena, effects and options. A manual for policy makers and planners*, United Nations, New York, 164 p.
- UN/ISDR (2004) – *Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives*, United Nations Publications, Geneva, 430 p.
- VARNES, David (1989) – *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*, Unesco, France, 63 p.
- VENTURA, José Eduardo (1987) – “As gotas de ar frio e o regime da precipitação em Portugal”. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia*, XII (43), p. 39-69.
- WP/WLI (International Geotechnical Societies – UNESCO Working Party on World Landslide Inventory) (1993) – “A suggested method for describing the activity of a landslide”. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, nº 47, p. 53-57.
- ZBYSZEWSKI, Georges; FERREIRA, O. de Veiga; MEDEIROS, A. C.; AIRES-BARROS, Luís; SILVA, Luís Celestino; MUNHÁ, José Manuel e BARRIGA, Fernando (1975) – *Notícia explicativa das folhas A e B (ilha da Madeira) da carta geológica de Portugal: 1/50 000*, Serviços Geológicos de Portugal.