
RISCOS NATURAIS

RELATÓRIO SÍNTESE



REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL
CÂMARA MUNICIPAL DA CALHETA

ÍNDICE

00.	FICHA TÉCNICA	0
01.	ÂMBITO SUMÁRIO EXECUTIVO	1
02.	ENQUADRAMENTO LEGAL	2
03.	OBJECTIVOS.....	5
04.	ENQUADRAMENTO SOCIOECONÓMICO BIOFÍSICO	7
05.	METODOLOGIA	14
06.	ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE E DO RISCO	17
07.	ESTRATÉGIAS DE PLANEAMENTO, GESTÃO E DE MITIGAÇÃO DO RISCO.....	36
08.	ANEXOS	43

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Enquadramento geográfico do Arquipélago da Madeira (TOPEX, 2009).....	7
FIGURA 2. Organização espacial e administrativa do Município da Calheta (IGP, 2009).....	8
FIGURA 3. Enquadramento vulcano-estratigráfico da Calheta (ZBYSZEWSKI <i>et al.</i> , 1975; FONSECA <i>et al.</i> , 1998a, 1998b, 2000, 2002).	10
FIGURA 4. Enquadramento hipsométrico da Calheta.....	12
FIGURA 5. Cartograma representativo dos declives do concelho da Calheta.....	13
FIGURA 6. Mapa da densidade de pontos críticos do concelho da Calheta.	28

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1. Quadro resumo dos principais indicadores socioeconómicos do Município da Calheta.....	8
QUADRO 2. Quadro resumo da dimensão espacial, em km ² , e da percentagem dos graus de susceptibilidade associados aos Movimentos de Massa.....	18
QUADRO 3. Quadro resumo da dimensão espacial, em km ² , e da percentagem dos graus de susceptibilidade associados às Cheias Rápidas e Fluxos Hiperconcentrados.....	21
QUADRO 4. Quadro resumo da dimensão espacial, em km ² , por freguesia, associadas à susceptibilidade compósita natural.	22
QUADRO 5. Matriz da dispersão espacial, segundo as diversas tipologias, dos equipamentos colectivos e infraestruturas de utilização pública no Município da Calheta.....	26
QUADRO 6. Quadro resumo das áreas de Risco ponderado, à escala da freguesia.....	30
QUADRO 7. Quadro resumo dos resultados cumulativos da análise qualitativa de risco.	35
QUADRO 8. Estratégias de gestão e mitigação gerais do risco, consoante a severidade dos fenómenos.....	39
QUADRO 9. Estratégias de mitigação específicas do risco, consoante a severidade e a tipologia dos fenómenos.....	41
QUADRO 10. Graus de Gravidade.....	47
QUADRO 11. Graus de Probabilidade.....	47
QUADRO 12. Matriz Qualitativa do Risco.....	48
QUADRO 13. Diagrama SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).....	49
QUADRO 14. Relação dos equipamentos colectivos e/ou infraestruturas de utilidade pública potencialmente susceptíveis.	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Percentagem, no Município da Calheta, das áreas referentes a cada classe de susceptibilidade compósita.....	23
GRÁFICO 2. Distribuição das áreas relativas aos diferentes graus de susceptibilidade, por freguesia.....	23
GRÁFICO 3. Índice Indicativo do Risco, no Município da Calheta.	31

ÍNDICE DE CARTAS

CARTA 1. Carta de Susceptibilidade às Cheias e Fluxos.....	62
CARTA 2. Carta de Susceptibilidade aos Escorregamentos e Queda de Blocos.	63
CARTA 3. Carta de Susceptibilidade Compósita.	64
CARTA 4. Carta de Susceptibilidade Compósita e Pontos Críticos.....	65
CARTA 5. Carta de Indicativa da Exposição à Susceptibilidade Compósita.	66
CARTA 6. Carta de Saturação dos Solos.	67

DESCRITOR DOS RISCOS NATURAIS

RELATÓRIO SÍNTESE DO PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DA CÂMARA MUNICIPAL DA CALHETA

REGISTO DE ALTERAÇÕES

Edição	Data
1	26/07/2010

CÂMARA MUNICIPAL DA CALHETA

Contactos	Equipa
Avenida D. Manuel I, nº 46, Edifício Paços do Concelho 9370-135 Calheta Tel.: 291820200 / Fax: 291823235	Arquitecto Michael Aguiar

CENTRO DE COMPETÊNCIAS DAS CIÊNCIAS EXACTAS E DA ENGENHARIA

DA UNIVERSIDADE DA MADEIRA

Contactos	Equipa
Caminho da Penteada, Edifício da Penteada 9000-390 Funchal Tel.: 291705000 / Fax: -	Professor Doutor Domingos Rodrigues Coordenação Geral Mestre Uriel Abreu Equipa Técnica

01. ÂMBITO | SUMÁRIO EXECUTIVO

A crescente importância (técnica, mediática e política) dos riscos naturais e tecnológicos na actualidade, atribuídos pela sociedade civil e científica, determinam a definição de novas estratégias de actuação à escala local e regional, sobretudo na adopção de mecanismos de precaução e medidas estruturais e não-estruturais de prevenção, capazes de minimizar perdas e danos económicos e sociais. Deste modo, torna-se fundamental estimular o grau de conhecimento empírico e proceder à avaliação e análise metódica dos processos de perigosidade natural e/ou tecnológica, que condicionam a segurança e bem-estar da comunidade, por forma a constituir vectores estratégicos na idealização e desenvolvimento dos procedimentos de um planeamento de emergência equilibrado, bem como de um ordenamento do território sustentável. Neste contexto, as autarquias locais têm definido competências, atribuições e modelos organizacionais dos serviços, no normativo legal actualmente em vigor. Segundo os pressupostos do ponto 1, do artigo 13º, da Lei nº 159/1999 de 14 de Setembro, as edilidades dispõem de funções e obrigações no âmbito do planeamento; da gestão e execução de investimentos nos domínios do equipamento rural e urbano, transporte e comunicações, educação, património, protecção civil, ambiente e saneamento básico; e ao nível do ordenamento do território e urbanismo.

Neste âmbito, procedeu-se à realização de estudos técnico-científicos, de cariz analítico, na área temática dos Riscos Naturais, bem como das respectivas vulnerabilidades, visando a concretização da cartografia temática e da respectiva adaptação aos instrumentos sectoriais de ordenamento do território e de planeamento e gestão de emergências. Especificamente, o presente documento, composto por um Relatório Síntese e um ANEXO (Regulamento, Critérios de Definição e Matriz Qualitativa do Risco, Análise SWOT, Inventariação de Equipamentos e/ou Infraestruturas Susceptíveis, Referências Bibliográficas, Referências Legais, Referências Cartográficas e Bases Cartográficas Temáticas Sectoriais) será enquadrado no âmbito dos trabalhos de execução do processo de revisão do Plano Director Municipal da Calheta, doravante designado de PDMC, e consequente Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), bem como, poderá ser utilizado no desenvolvimento de trabalhos futuros no âmbito do Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil.

02. ENQUADRAMENTO LEGAL

O presente relatório encontra-se de acordo com os pressupostos inerentes à Lei nº 65/2007 de 12 de Novembro, que *“define o enquadramento institucional e operacional da protecção civil no âmbito municipal, estabelece a organização dos serviços municipais de protecção civil”* e *“determina as competências do comandante operacional municipal em desenvolvimento da Lei nº 27/2006, de 3 de Julho”*. De um modo generalista, e conforme o disposto na alínea a) e b), do ponto 2, do artigo 2º, é do domínio da actividade de Protecção Civil municipal, exercer o *“levantamento, previsão, avaliação e prevenção dos riscos colectivos do município”* e a *“análise permanente das vulnerabilidades municipais”*. Adicionalmente, determina uma concordância com o Decreto Legislativo Regional nº 16/2009/M, que estabelece o Regime Jurídico do Sistema de Protecção Civil da Região Autónoma da Madeira.

O Ordenamento do Território, na acepção da alínea h), do artigo 3º, da Lei nº 48/98 de 11 de Agosto (Lei de Bases do Ordenamento do Território e Urbanismo), tem como objectivo estrutural a prossecução dos pressupostos da política de preservação/protecção da comunidade, através da adopção de mecanismos e/ou procedimentos efectivos e ajustados de ocupação, utilização e transformação do uso do solo, determinando um processo contínuo à segurança e bem-estar das populações, bem como de medidas preventivas e/ou mitigação face aos efeitos decorrentes dos processos naturais e/ou antrópicos catastróficos. Concomitantemente, a alínea n) e o), do artigo 85º, ocasiona a inclusão, no conteúdo material dos instrumentos de planeamento estratégico de organização do espaço municipal, das *“condições de actuação sobre as áreas críticas, situações de emergência ou de excepção, bem como sobre áreas degradadas em geral”* e a *“identificação de condicionantes, designadamente reservas e zonas de protecção, bem como das necessárias à concretização dos planos de protecção civil de carácter permanente”*. Assim, os instrumentos de gestão e planeamento espacial do território *“devem estabelecer os comportamentos susceptíveis de imposição aos utilizadores do solo, tendo em conta os riscos para o interesse público relativo à protecção civil, designadamente nos domínios da construção de infra-estruturas, da realização de medidas de ordenamento e da sujeição a programas de fiscalização”*, de acordo com o ponto 2, do artigo 26º da Lei de Bases da Protecção Civil (Lei nº 27/2006 de 3 de Julho).

Assim, para a prossecução dos objectivos anteriormente enumerados, este diploma considera e adopta como domínios estratégicos de actuação da política de Protecção Civil: a prevenção dos *“riscos colectivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe”*; a atenuação dos *“seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando aquelas situações ocorrerem”*; socorrer e *“assistir as pessoas e outros seres vivos em perigo, proteger bens e valores culturais, ambientais e de elevado interesse público”*; e *“apoiar a reposição da normalidade da vida das pessoas em áreas afectadas por acidente grave ou catástrofe”*. Adicionalmente, o ponto 2 do respectivo artigo, refere que *“a actividade de protecção civil tem carácter permanente,*

multidisciplinar e plurisectorial, cabendo todos os órgãos e departamentos da Administração Pública promover as condições indispensáveis à sua execução, de forma descentralizada, sem prejuízo do apoio mútuo entre organismos e entidades do mesmo nível ou proveniente de níveis superiores”.

No âmbito da adaptação dos instrumentos de gestão territorial (Decreto-Lei nº 380/99 de 22 de Setembro) ao contexto regional, a alínea l), do artigo 64º do Decreto Legislativo Regional nº 43/2008 de 23 de Dezembro, prevê, de igual forma, a inclusão das condicionantes necessárias à implementação dos planos de Protecção Civil.

Por sua vez, o Decreto-Lei nº 166/2008 de 22 de Agosto, que define o Regime Jurídico da Rede Ecológica Nacional (RJREN), introduz *“uma estrutura biofísica que integra o conjunto das áreas que, pelo valor e sensibilidade ecológicos ou pela exposição e susceptibilidade perante riscos naturais, são objecto de protecção especial”*, em que, especificamente na área da perigosidade natural, contribui na prossecução de dois objectivos: a prevenção e redução dos *“efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica do solo e de movimentos de massa em vertentes, contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens”*; e a concretização, *“a nível nacional, das prioridades da Agenda Territorial da União Europeia nos domínios ecológico e da gestão transeuropeia de riscos naturais”*. A sua implementação contribui para um planeamento e ocupação equilibrada e um uso sustentável do território.

O Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão do Território (RJIGT) (Decreto-Lei nº 380/99 de 22 de Setembro) determinou, conjuntamente com a sensibilização e consciencialização progressiva da Sociedade Civil face à problemática do Risco, uma mudança estratégica no paradigma social e cultural, nomeadamente na forma como se procede à distribuição das actividades antrópicas pelo espaço em função do grau de exposição aos processos que constituem um determinado grau de perigosidade. Esta situação impôs, de acordo com o seu artigo 10º e 11º, a obrigatoriedade da identificação cartográfica de um conjunto de equipamentos, infraestruturas e sistemas que asseguram a segurança da população e a execução eficaz das políticas sectoriais do Ordenamento do Território e Protecção Civil, a nível municipal, regional e nacional. De igual forma, a nível municipal, a identificação cartográfica e definição gráfica das áreas de prevenção de riscos naturais, integradas na estrutura biofísica da REN, são obrigatoriamente identificadas nas plantas de condicionantes dos instrumentos de planeamento estratégico e de gestão do ordenamento do território, de acordo com a alínea b), c), d) e e), do ponto 4, do artigo 4º, do RJREN. Especificamente, enumera-se:

- *As “Zonas ameaçadas pelo mar não classificadas como zonas adjacentes nos termos da Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos, aprovada pela Lei nº 54/2005 de 15 de Novembro”;*
- *As “Zonas ameaçadas pelas cheias não classificadas como zonas adjacentes nos termos da Lei da Titularidade dos Recursos Hídricos”;*
- *As “Áreas de elevado risco de erosão hídrica do solo”;*
- *As “Áreas de instabilidade de vertentes”.*

Em domínios mais específicos, o Decreto-Lei nº 364/98 de 21 de Novembro, incumbe aos municípios que estabelecem um determinado grau de afectação e de periodicidade em relação aos processos de perigosidade de cheias e inundações, a obrigação de proceder à idealização e desenvolvimento de cartas de zonas inundáveis, devendo, as mesmas, ser integradas no âmbito dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT). Neste contexto, o respectivo regulamento deve preconizar e estabelecer as restrições/servidões urbanísticas necessárias à diminuição da exposição das infraestruturas e populações, e a consequente vulnerabilidade física e social, incluindo a proibição ou condicionamento à edificação em espaços urbanizáveis. Mais recentemente, a Resolução da Assembleia da República nº 15/2008 de 21 de Abril, recomenda ao Governo a adopção de todas as disposições legislativas, regulamentares e administrativas necessárias à transposição da Directiva nº 2007/60/CE de 23 de Outubro, para o âmbito legislativo nacional, determinando a prossecução de um processo de desenvolvimento da avaliação preliminar das situações de risco de inundação, em cada distrito e Regiões Autónomas, com intuito de elaborar o Plano Nacional de Redução do Risco de Inundação.

O Decreto-Lei nº 254/2007 de 12 de Julho, por sua vez, estabelece o *“regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e a limitação das suas consequências para o homem e o ambiente”*, impõe (no ponto 1, do artigo 5º) aos Municípios, a identificação cartográfica, na planta de condicionantes, das indústrias abrangidas pelo supracitado documento legislativo e das respectivas distâncias de segurança.

Neste contexto, pretendeu-se, com a introdução da Resolução nº 25/2008 de 18 de Julho (que aprova a directiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência de protecção civil), atribuir uma maior adaptação e *“interligação entre os mecanismos de planeamento de emergência de protecção civil e os instrumentos de planeamento e ordenamento do território”*, nomeadamente no *“estabelecimento de sinergias ao nível da identificação de riscos e vulnerabilidades”* e na *“harmonização de bases cartográficas”*, em conformidade com o disposto no Decreto Regulamentar nº 10/2009 de 29 de Maio, que determina modelos cartográficos estandardizados a utilizar nos instrumentos de gestão e planeamento territorial, bem como a uniformização da representação das restrições e/ou servidões da planta de condicionantes.

03. OBJECTIVOS

As ilhas são espaços geográficos que, devido a condicionalismos e especificidades socioeconómicas, físicas e estruturais próprias e intrínsecas à insularidade, possuem um elevado grau de vulnerabilidade e exposição, quer social ou estrutural, em relação aos processos de perigosidade natural e/ou tecnológica.

Com efeito, as actividades e intervenções antrópicas assumem um papel preponderante no desenvolvimento e intensificação de novas situações potenciais de risco, devido ao correspondente incremento da mutabilidade e da dinâmica populacional e habitacional, bem como da constante transformação/ocupação e usos desequilibrados do meio físico/território, nomeadamente, em casos de uma contínua 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. Desta forma, torna-se fundamental a definição concreta de utilização desses espaços, de modo a diminuir o grau de exposição dos elementos estruturais face aos Riscos.

Por conseguinte, os impactes causados por eventos catastróficos são cada vez mais notórios no desequilíbrio orçamental de um economia insular e local, conforme constatado aquando da ocorrência do evento meteorológico extremo de 20 de Fevereiro de 2010, estando os seus decisores igualmente consciencializados e sensibilizados para esta temática.

Face aos factores anteriormente mencionados, pretendeu-se, para os trabalhos de execução do processo de revisão do PDMC, a identificação e delimitação cartográfica das áreas homogéneas que determinam um grau de susceptibilidade acentuado; um aumento da severidade e do grau de exposição da comunidade e infraestruturas aos fenómenos; e consequentemente, como resultado cumulativo dos parâmetros anteriormente mencionados, um aumento exponencial da vulnerabilidade.

Lato sensu, a cartografia proveniente deve evitar a ocupação antrópica de equipamentos de utilização colectiva e de infraestruturas urbana, em áreas territoriais que determinem uma relevância local na vertente da susceptibilidade e perigosidade natural, optando antes pela reconversão do uso do solo ou pela introdução de imóveis que, pela sua tipologia de utilização e/ou de actividade, determinem um baixo grau de vulnerabilidade. Especificamente e a título de exemplo, referimo-nos à requalificação, e respectiva realocação, de um espaço afecto/destinado a actividade industrial (possui um grau de vulnerabilidade elevado, devido à permanência constante de recursos humanos e pela possível existência de produtos inflamáveis), por uma utilização do solo que constitua uma menor exposição aos fenómenos destrutivos (polidesportivos ou espaços verdes de lazer).

Adicionalmente, deverá orientar as decisões de gestão territorial no sentido de melhorar as condições de desempenho e operacionalização dos meios e recursos dos principais agentes de Protecção Civil, sobretudo os considerados vitais e estratégicos, em caso de ocorrência de um evento com potencial destrutivo.

Especificamente, pretendeu-se a realização e avaliação da susceptibilidade natural no espaço geográfico do município da Calheta, a identificação da exposição dos elementos estruturais e sócio-geográficos e da vulnerabilidade decorrente, nomeadamente a resultante das profundas e recentes alterações antrópicas, de modo a dar cumprimento às obrigações estabelecidas na alínea d), do ponto 2, do artigo 10º, da Lei nº 65/2007 de 12 de Novembro, em que é da competência dos Serviços Municipais de Protecção Civil, *“Realizar estudos técnicos com vista à identificação, análise e consequências dos riscos naturais, tecnológicos e sociais que possam afectar o município, em função da magnitude estimada e do local previsível da sua ocorrência, promovendo a sua cartografia, de modo a prevenir, quando possível, a sua manifestação e a avaliar e minimizar os efeitos das suas consequências previsíveis.”*.

Neste contexto, efectua-se uma análise de risco que permite otimizar as políticas de gestão do território, no âmbito dos planos municipais de ordenamento e de emergência, enquadrando-se no ponto 1, do artigo 5º, do Lei nº 65/2007 de 12 de Novembro, que refere a obrigatoriedade e a competência da câmara municipal *“através dos serviços municipais de protecção civil, a elaboração do plano municipal de emergência para posterior aprovação pela Comissão Nacional de Protecção Civil”*, e, na alínea a), do ponto 2, do artigo 10º, de *“acompanhar a elaboração e actualizar o plano municipal de emergência e os planos especiais”*. Especificamente, estes estabelecem uma análise sobre os *“riscos especiais, destinados a servir finalidades específicas, tais como o plano municipal de defesa da floresta contra incêndios e planos de emergência dos estabelecimentos de ensino”*, conforme estipulado no ponto 5, do artigo 18º.

Adicionalmente o ponto 4º, do artigo 18º, estabelece que o plano municipal de emergência inclui a obrigatoriedade de *“uma carta de risco e um plano prévio de intervenção de cada tipo de risco existente no município, decorrendo a escala da carta de risco e o detalhe do plano prévio de intervenção da natureza do fenómeno e devendo ser adequados às suas frequência e magnitude”*.

Tal facto leva-nos a equacionar mecanismos capazes de auxiliar a gestão de emergências associadas aos diferentes eventos que têm vindo a assolar a região, e pensado sempre numa perspectiva de responder às necessidades dos operacionais que num qualquer instante, e muitas vezes sobre o terreno, têm de assumir a responsabilidade na capacidade de resposta. Mais que dar corpo aos diversos diplomas legais recentemente introduzidos no sistema de Protecção Civil em Portugal, deverá ser assumido como uma valiosa ferramenta de trabalho e de melhoria da qualidade de vida e de segurança dos cidadãos.

04. ENQUADRAMENTO SOCIOECONÓMICO | BIOFÍSICO

O Arquipélago da Madeira determina uma localização geográfica no sector NE do Atlântico Norte, entre os paralelos 30º 01' e 33º 08' e os meridianos 15º 51' e 17º 16', numa região intraplaca, a W do Continente Africano, a SW de Portugal Continental e a SE do Arquipélago dos Açores (FIGURA 1). É composto pela ilha da Madeira (785,6km²), pela ilha do Porto Santo (42,4km²) e pelos ilhéus das Desertas e Selvagens, com uma área de 14km² e 4km², respectivamente. Segundo os Censos (2001), contabiliza uma população de cerca de 245.000 habitantes, distribuída por 11 concelhos, e uma densidade populacional de 305,8hab/km².

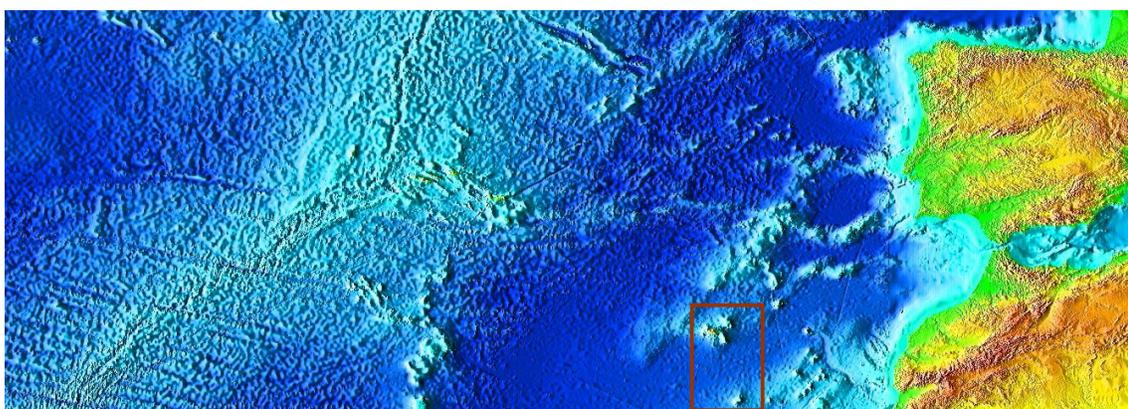


FIGURA 1. Enquadramento geográfico do Arquipélago da Madeira (TOPEX, 2009).

Neste contexto, a área em estudo determina uma posição espacial na secção Ocidental da ilha da Madeira. Geograficamente, o Município da Calheta encontra-se delimitado, a Este, pelo concelho da Ponta do Sol, a Norte pelo Porto Moniz, e a Oeste e a Sul, pelo Oceano Atlântico. De acordo com os Censos (2001), em termos demográficos, regista uma população de 11.946 habitantes num território de 111,5km², traduzindo num concelho de baixa densidade, na ordem dos 107,1hab/km², e de pouca representatividade populacional, comparativamente aos valores médios da ilha da Madeira. Neste âmbito e relativamente à variação populacional, regista e/ou contabiliza, para o período intercensitário (1991 a 2001), um decréscimo de cerca de 8,14%.

Em termos de organização espacial e administrativa, o concelho da Calheta é composto por oito freguesias (FIGURA 2). Neste contexto, no QUADRO 1 apresentam-se alguns dos indicadores estatísticos gerais do concelho da Calheta e da Região Autónoma da Madeira (RAM).

A análise intercensitária à população residente na RAM, permite constatar que, em 2001, existiam cerca de 245.011 habitantes, dos quais, 11.946 indivíduos concentravam-se no concelho da Calheta, perfazendo um valor percentual de 4,87% do total regional. Comparativamente com os Censos da década anterior (1991), note-se que ambas as unidades geográficas obtiveram resultados negativos na taxa de crescimento populacional, com uma variação de -3,3% na RAM, e de -8,1%, no espaço geográfico em estudo,

contabilizando-se 253.426 e 13.005 habitantes, respectivamente, e determinando um decréscimo intercensitário de 1.059 habitantes para o concelho da Calheta.

QUADRO 1. Quadro resumo dos principais indicadores socioeconómicos do Município da Calheta.

UNIDADE TERRITORIAL	CENSOS 1991					CENSOS 2001			
	Área (km ²)*	População Residente (hab)	Densidade (hab/km ²)	Famílias	Edifícios	População Residente (hab)	Densidade (hab/km ²)	Famílias	Edifícios
RAM	801,0	253.426	316,3	65.844	67.849	245.011	305,8	73.717	74.799
CALHETA (MUNICÍPIO)	111,52	13.005	116,6	3.967	5.847	11.946	107,1	4.073	6.176
ARCO DA CALHETA	14,70	3.605	245,2	1.059	1.453	3.241	220,4	1.095	1.506
CALHETA	23,47	3.209	136,7	996	1.325	3.105	132,2	1.066	1.458
ESTREITO DA CALHETA	14,32	1.734	121,1	522	800	1.630	113,8	554	848
FAJÁ DA OVELHA	22,16	1.340	60,4	434	728	1.016	45,8	378	772
PONTA DO PARGO	24,71	1.349	54,6	421	723	1.145	46,3	396	756
JARDIM DO MAR	0,74	204	275,6	69	122	252	340,5	82	129
PRAZERES	10,03	713	71,1	215	395	672	66,9	244	357
PAUL DO MAR	1,40	851	607,8	251	301	885	632,1	258	350

* FONTE: IGP, Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) de 2005; e Instituto Nacional de Estatística, dados de 1991 e 2001.

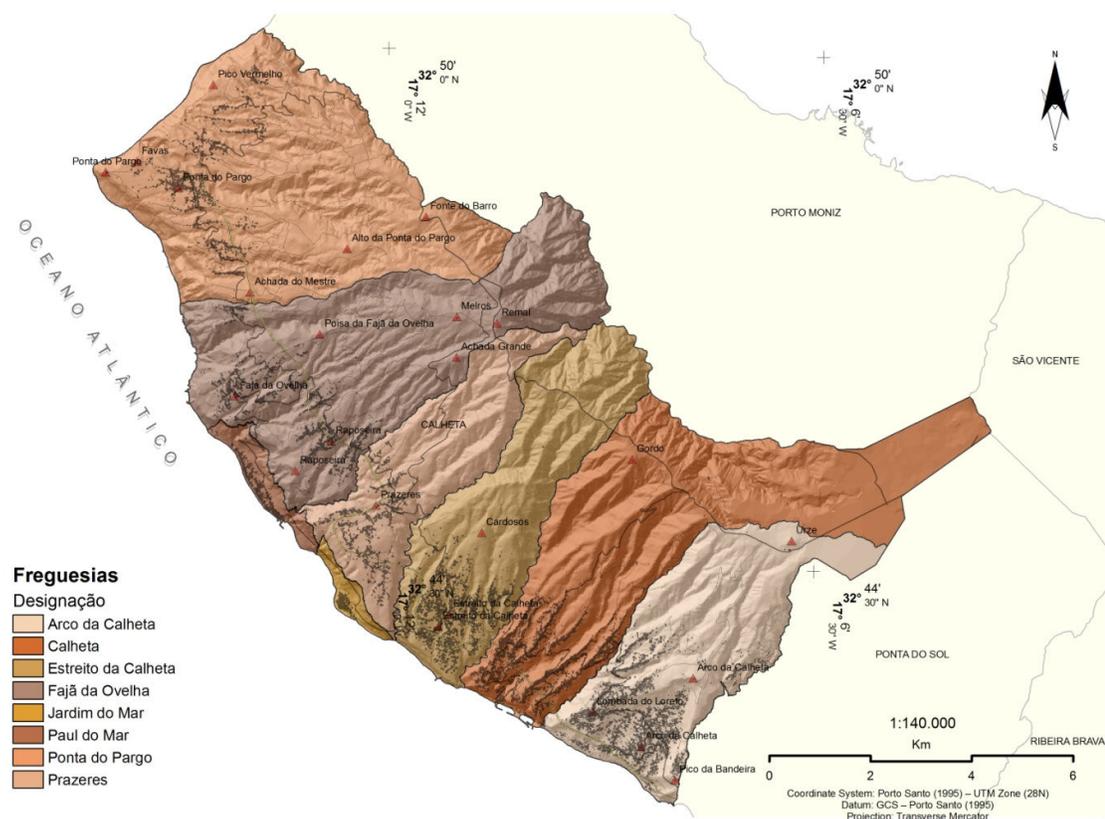


FIGURA 2. Organização espacial e administrativa do Município da Calheta (IGP, 2009).

Segundo [MENDONÇA \(2007\)](#), no território em análise, a avaliação intercensitária aos sectores de actividade permite constatar que, em 1991, mais de 50% da população exercia actividades relacionadas com o sector primário, “*pelo que este concelho apresentava neste sector o terceiro valor mais elevado da Região, apenas superado por Santana e Porto Moniz.*”. Relativamente ao Censo de Portugal de 2001, apesar de ter registado um decréscimo de 20,2%, “*a sua importância era ainda bastante significativa.*”.

De origem vulcânica, a ilha da Madeira representa a localização actual de um ponto quente emergente, a partir da planície abissal da Placa Africana, sendo constituída, geologicamente, por basaltos hawaiitos, mugearitos, traquitos e rochas piroclásticas. Comparativamente a estas, o material sedimentar adquire pouca representatividade a nível regional, resumindo-se a fácies marinhas e fluviais e a depósitos coluvionares residuais.

Publicada e editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1975, por [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#), a primeira carta geológica, à escala de 1/50.000, da ilha da Madeira apresentava um modelo estrutural composta por cinco complexos vulcânicos ($\beta_1 - \beta_5$) separados no tempo e no espaço, entre o Miocénico e o Quaternário.

Neste contexto e com base em datações de $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ das rochas vulcânicas do Arquipélago da Madeira, [GELDMACHER et al. \(2000\)](#) propõe um mapa geológico esquemático subdividido em três unidades, a **Basal**, **Intermédia** e a **Superior**, enquanto que, as Desertas à unidade das **Desertas** e no Porto Santo estão patentes duas outras unidades, a unidade **Subaérea** e a **Submarina**. Especificamente, a Unidade Basal formou-se no Miocénico Superior/Pliocénico e corresponde a unidade β_1 de [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#), sendo constituída, essencialmente, por breccias vulcânicas e depósitos piroclásticos (com escoadas lávicas secundárias), extensivamente interceptados por uma densa rede filoniana. Determina uma disposição geográfica pela região central da ilha.

Datada do Pliocénico até ao Plistocénico, a Unidade Intermédia é composta, essencialmente, por escoadas lávicas alcalinas que cobriram grande parte da ilha, formando sequências lávicas com mais de 500m de espessura, interceptadas localmente por filões subverticais. Esta unidade corresponde às unidades $\beta_2 - \beta_4$ de [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#). Na Unidade Superior (equivalente à unidade β_5 de [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#)) as características mais evidentes são os cones vulcânicos e escoadas lávicas recentes que ocupam o interior dos grandes vales encaixados (*intercanyon lava flows*), formados num período erosivo da ilha da Madeira.

Devido à reduzida escala de análise dos esboços geológicos apresentados por [MATA \(1996\)](#) e [GELDMACHER et al. \(2000\)](#), no presente documento serão adoptados os pressupostos da Carta Geológica da ilha da Madeira de [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#).

O espaço geográfico do concelho da Calheta é caracterizado por profundos contrastes morfológicos, litológicos, estruturais e hidrogeológicos, onde se observa unidades climáticas e de paisagem distintas, formas de ocupação e uso do solo diversas, aptidões específicas à exploração de recursos minerais, hídricos e agrícolas, bem como a transformação do território como espaço físico.

Segundo o modelo vulcano-estratigráfico de [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#), no território em análise são observadas três unidades geológicas, nomeadamente a β_2^1 que aflora em toda a costa sul da área em estudo, indo desde o limite administrativo a W da freguesia da Ponta do Pargo, até o homólogo localizado a E, na freguesia do Arco da Calheta; a β_3^2 , que cobre parcialmente os complexos β_1 e β_2 , e é observável nos pontos altos do espaço administrado (ao longo de uma faixa W-E entre os 800-1.300m de altitude), nomeadamente a Norte, desde o Lombo do Mouro até ao Lombo do Risco, e a Sul, prolongando-se desde o Pico da Pedreira até a Ribeira do Caldeirão; e a β_4^3 , que ocupa a quase totalidade da superfície estrutural do Paul da Serra ([FIGURA 3](#)).

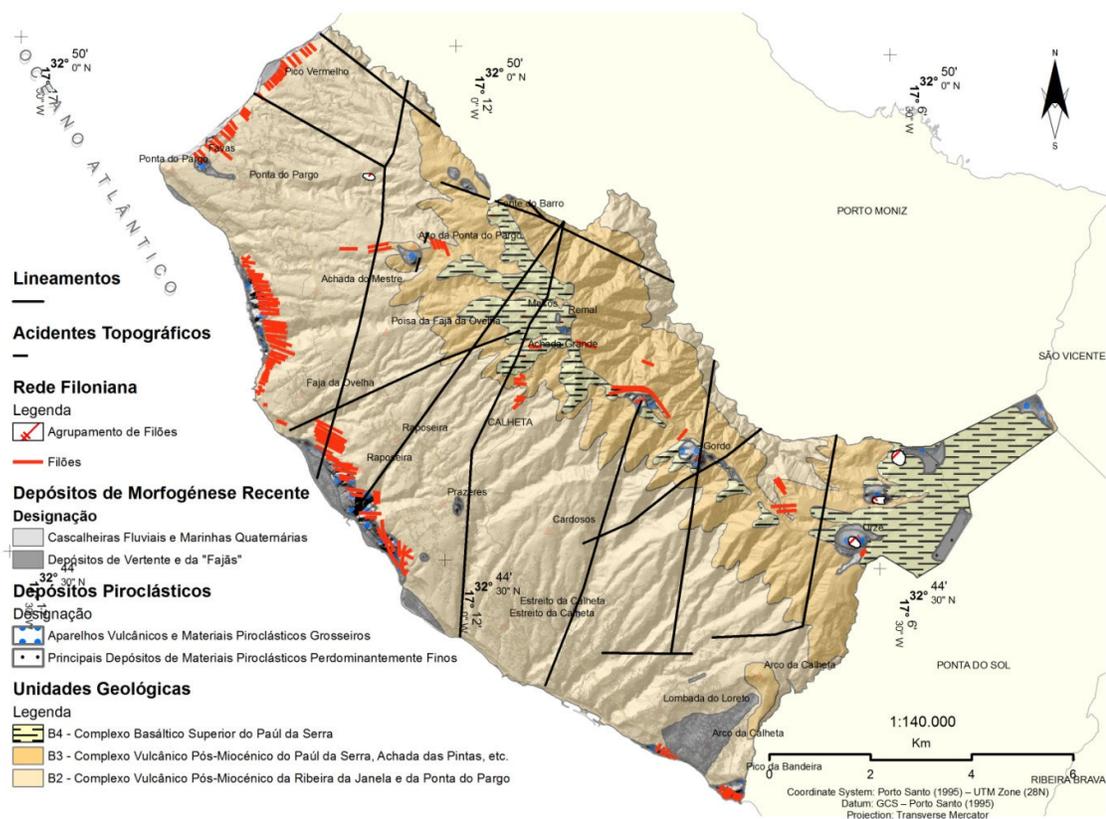


FIGURA 3. Enquadramento vulcano-estratigráfico da Calheta ([ZBYSZEWSKI et al., 1975](#); [FONSECA et al., 1998a, 1998b, 2000, 2002](#)).

As intrusões magmáticas (filões) são observáveis, predominantemente, nos sítios do Alto da Ponta do Pargo, Pico dos Bodes, Rabaçal e ao longo das arribas ocidentais, nomeadamente entre a Ribeira da Cruz e a Ponta do Pargo. Apresentam, na sua grande maioria, uma direcção de E-W.

Relativamente aos depósitos piroclásticos identificados, determinam uma estruturação em duas tipologias, consoante o grau de granulometria, mormente: os depósitos de material predominantemente fino, observados na superfície do planalto do Paul da Serra, a E do Pico da Selada, no Campo Grande, em volta do complexo

¹ Complexo Vulcânico Pós-miocénico, com intercalações piroclásticas, de Ribeira da Janela, Porto Moniz, Ponta do Pargo, Ribeira Brava e Câmara de Lobos.

² Complexo Vulcânico Pós-miocénico do Paul da Serra, Achada da Pinta, Lombada da Vacas, etc.

³ Complexo Basáltico Superior do Paul da Serra, Chão dos Balcões, Poisos e Achada do Teixeira.

vulcânico da Urze, no Campo Pequeno, e no Pico Borato; e os depósitos grosseiros que, segundo [ZBYSZEWSKI et al. \(1975\)](#), possuem a sua distribuição espacial às áreas correspondentes ao sítio do Salão, nomeadamente o Pico das Favas, no Alto da Ponta do Pargo, no Pico da Pedreira, no Pico do Remal, no Pico dos Bodes, no Pico da Lameirinha, no Pico Gordo, bem como em áreas adjacentes a aparelhos vulcânicos isolados no planalto do Paul da Serra, especificamente no Pico da Urze, Pico Selada e Pico do Rabaçal, e nas arribas da costa sul. Nestes, são observáveis vestígios de aparelhos vulcânicos, nomeadamente na Achada do Mestre, Paul do Mar, Arco da Calheta e no Pico da Bandeira.

Do ponto de vista morfológico, ressaltam três unidades distintas, nomeadamente: a área planáltica do Paul da Serra, localizada a Este do concelho, e representa uma superfície estrutural com declives pouco acentuados, sendo observados patamares originados por escoadas lávicas que cobriram o paleorelevo; as áreas planálticas marginais, localizadas em sectores periféricos do espaço geográfico em estudo (longo da orla costeira, nos sítios da Ponta do Pargo, Raposeira, Prazeres e Arco da Calheta), e possuem como características paradigmáticas as superfícies estruturais, de génese vulcânica, com pendores pouco acentuados; e as áreas depressionárias de origem fluvial, caracterizadas por linhas de água profundamente encaixadas, perpendiculares à linha da costa, com perfis longitudinais de declives extremamente acentuados, fruto do grau de juventude, e com uma grande capacidade de carga de material heterométrico.

Numa análise às formas de relevo no concelho, aferimos uma dependência interligada relativamente a dois factores, especificamente a diferenciação litológica existente entre o Complexo β_2 e β_3 , e a influência dos agentes erosivos na modelação do relevo, sobretudo em função do comportamento destes complexos.

A análise à distribuição das classes hipsométricas do território em análise, permite salientar a reduzida expressão de valores inferiores a 300m, evidenciando uma morfologia extremamente acentuada, e destacar os valores da classe hipsometria com maior representatividade, a situada entre os 600-900m, condicionante de toda a dinâmica e energia dos processos naturais e da fixação das populações ([FIGURA 4](#)).

A avaliação morfo-litológica do espaço municipal permite salientar os limites críticos de declive ([FIGURA 5](#)). Neste âmbito, destacam-se a classe de declives entre 25% e 35% como a mais representada (cerca de 25% do território), determinando uma disposição espacial dispersa por toda a vertente sul da área municipal.

Os declives superiores (>35%) caracterizam as vertentes dos relevos centrais e marginais da área em estudo, possuindo uma localização ao longo dos taludes da orla costeira e das formas morfológicas de origem fluvial (vales), nomeadamente as da Ribeira da Janela, da Calheta, de São Bartolomeu, Funda, do Paul ou Seca, das Galinhas, dos Marinheiros e dos Moinhos. A sua representação espacial determina cerca de 28% da abrangência geográfica.

Adicionalmente, sobressaem, pelos declives pouco acentuados (inferiores a 5%), as áreas localizadas: nos níveis aplanados do planalto do Paul da Serra; as formas morfológicas costeiras associadas a movimentos de massa (Fajãs) (Madalena do Mar e Jardim do Mar); e as rechãs, pequenos retalhos de terreno aplanado com um fraco

declive e limitados por cornijas do lado exterior, localizados nos sítios da Ponta do Pargo, Enchurdeiras, Poiso da Fajã da Ovelha, Raposeira, Prazeres e Arco da Calheta. A classe de declives determina alguma representatividade e contabiliza 10% do espaço geográfico em estudo.

A estimativa da média de declives (26%) permitiu aferir que o concelho da Calheta enquadra-se no intervalo de 20 a 50%, relativo ao tipo de relevo Montanhoso.

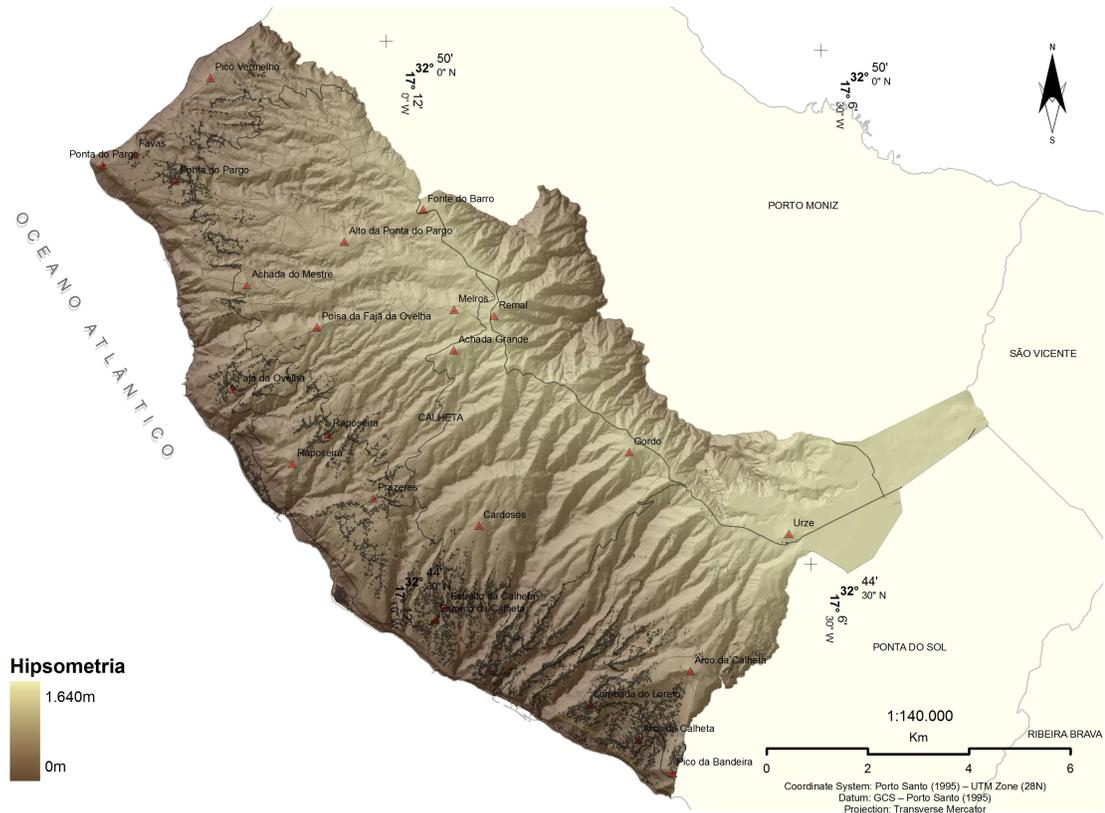


FIGURA 4. Enquadramento hipsométrico da Calheta.

Segundo a Notícia Explicativa (VII.3) da Carta de Recursos Hídricos Subterrâneos da RAM, no concelho da Calheta encontram-se identificadas três unidades hidrogeológicas, especificamente: **áreas favoráveis à infiltração**, exsurgindo no planalto do Paul da Serra, a Este, e ao longo do eixo topográfico da ilha da Madeira, a Norte (sítio dos Melros); **aquíferos locais e descontínuos de elevada produtividade**, localizados nas zonas de maior altitude (entre as cotas altimétricas dos 800 aos 1.200m); e os **aquíferos de moderada a elevada produtividade, com reservas somente locais**, com uma distribuição homogénea ao longo da vertente Sul, abaixo dos 800m, existindo ainda algumas galerias de pequena extensão na zona da Calheta, Prazeres e Fajã da Ovelha.



FIGURA 5. Cartograma representativo dos declives do concelho da Calheta.

05. METODOLOGIA

Para a prossecução dos objectivos propostos para os trabalhos de execução da Planta de Condicionantes, descritor dos Riscos naturais, do processo de revisão do PDMC, adoptou-se e recorreu-se a uma base metodológica, subdividida em diferentes procedimentos/recursos e suportada por uma complexa e sistemática pesquisa bibliográfica, por forma a proceder à fundamentação, e subsequente validação, da avaliação/análise da susceptibilidade, perigosidade, exposição e severidade, bem como da vulnerabilidade correspondente.

Contextualmente, procedeu-se à efectivação de um processo de inventariação de informação/registos de natureza morfológica, geológica, estrutural e hidrogeológica, com o objectivo de realizar uma análise/caracterização biofísica o mais detalhada possível. Assim, utilizou-se os pressupostos inerentes aos trabalhos de investigação técnico-científica desenvolvidos por autores como [LYELL \(1854\)](#), [HARTUNG \(1864\)](#), [STÜBEL \(1910\)](#), [GAGEL \(1912\)](#), [HARTNACK \(1930\)](#), [MORAIS \(1939, 1945\)](#), [RIBEIRO \(1945, 1948, 1949, 1985\)](#), [GRABHAM \(1948\)](#), [FERREIRA \(1955\)](#), [GIERMANN \(1967\)](#), [MONTAGGIONI \(1969\)](#), [ZBYSZEWSKI \(1971, 1972\)](#), [PITMAN e TALWANI \(1972\)](#), [SCHMINCKE \(1973, 1982\)](#), [MITCHELL-THOMÉ \(1976, 1979, 1980, 1985b\)](#), [RIBEIRO *et al.* \(1979\)](#), [LOUREIRO \(1983\)](#), [MACHADO \(1984\)](#), [FERREIRA \(1985\)](#), [QUINTAL \(1985, 1998, 1999\)](#), [DUARTE e SILVA \(1987\)](#), [FERREIRA \(1988\)](#), [SILVA \(1988\)](#), [NASCIMENTO \(1990\)](#), [ALVES e FORJAZ \(1991\)](#), [CARVALHO e BRANDÃO \(1991\)](#), [MATA \(1996, 1999, 2004\)](#), [SMITH e SANDWELL \(1997\)](#), [FONSECA *et al.* \(1998a, 1998b, 2000, 2002\)](#), [SCHMINCKE e SUMITA \(1998\)](#), [GELDMACHER *et al.* \(2000, 2001, 2005\)](#), [PRADA \(2000\)](#), [PRADA e SERRALHEIRO \(2000\)](#), [SCHMIDT \(2000\)](#), [SCHMIDT e SCHMINCKE \(2000\)](#), [BAIONI *et al.* \(2002\)](#), [RAMALHO *et al.* \(2003\)](#), [CARVALHO \(2004\)](#), [MATA e MUNHÁ \(2004\)](#), [RAMALHO \(2004\)](#), [SCHWARZ *et al.* \(2004, 2005\)](#), [PRADA *et al.* \(2005\)](#), [RODRIGUES \(2005\)](#), [ABREU *et al.* \(2007, 2008, 2009a, 2009b\)](#).

A caracterização e descrição das formações/unidades geológicas seguiu-se os pressupostos da carta geológica de [ZBYSZEWSKI *et al.* \(1975\)](#), folha A, à escala de 1/50.000, publicada e editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1975, bem como os trabalhos académicos publicados por [MATA \(1996\)](#) e [GELDMACHER *et al.* \(2000\)](#), conforme referido anteriormente; enquanto que, para a definição e análise das unidades hidrogeológicas adoptou-se a Notícia Explicativa (VII.3) da Carta de Recursos Hídricos Subterrâneos da RAM ([DUARTE, 1995](#)), publicada e editada pelo Ministério do Ambiente e Recursos Naturais. Relativamente à distinção e descrição da componente pedológica da área em estudo, utilizou-se a Carta de Solos da ilha da Madeira, à escala de 1/50.000, editorada pelo Governo Regional da Madeira, e cuja classificação técnica encontra-se de acordo com o “*Soil Map of the World*” da FAO/UNESCO.

A representação e produção cartográfica temática da susceptibilidade dos processos de perigosidade mais representativos do espaço geográfico em estudo, foi desenvolvida com base nos pressupostos metodológicos do “*Handbook for Conducting a GIS-BASED Hazards Assessment at the County Level*”, elaborado por [CUTTER *et al.* \(1997\)](#); nas especificações técnicas do “*Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal*”, da Autoridade Nacional de

Protecção Civil (ANPC) (2009), em parceria com a Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Urbanismo e o Instituto Geográfico Português, com as necessárias adaptações aos condicionamentos biofísicos, socioeconómicos e estruturais impostos pelo contexto da insularidade; e do modelo do “*Stability Index Mapping*” desenvolvido por [PACK et al. \(1998a, 1998b, 2001, 2005\)](#), com base nos trabalhos de [HAMMOND et al. \(1992\)](#) e [MONTGOMERY e DIETRICH \(1994\)](#). De igual forma, utilizou-se as orientações técnicas do “*Guia metodológico para a elaboração do Plano Municipal/Intermunicipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios*”, da [DGRF \(2007\)](#); do “*Caderno Técnico PROCIV 6. Manual para a Elaboração, Revisão e Análise de Planos Municipais de Ordenamento do Território na Vertente da Protecção Civil*”; e do “*Caderno Técnico PROCIV 3. Manual de apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil*”, ambos idealizados e desenvolvidos pela ANPC em 2008 e 2009, respectivamente.

Foram ainda utilizadas noções, conceitos e procedimentos do “*Guide de planification. Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs le long des installations ferroviaires significatives sous l’angle des risques*”, um documento que resultou de um trabalho conjunto desenvolvido entre o Gabinete Federal do Desenvolvimento Territorial (ARE), o Gabinete Federal do Ambiente (OFEV) e o Gabinete Federal dos Transportes (OFT), sob a coordenação do Departamento Federal do Ambiente, Transportes, Energia e Comunicações (DETEC) do Governo Suíço.

Adicionalmente, na prossecução da análise qualitativa do Risco, adoptou-se os pressupostos metodológicos da publicação “*Caderno Técnico PROCIV 9. Guia para a Avaliação de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil*”, da [ANPC \(2009\)](#), bem como do [SES \(2003\)](#) e da [EMA \(2004\)](#).

Na análise da avaliação das susceptibilidades, foram ainda utilizados os pressupostos de [VENTURA \(1987\)](#), [CHUVIECO et al. \(1989, 1997\)](#), [TAKAHASHI \(1991\)](#), [UNDRO \(1991\)](#), [WP/WLI \(1993\)](#), [ALMEIDA et al. \(1995\)](#), [DIAS \(2000\)](#), [RODRIGUES e AYALA-CARCEDO \(2000b\)](#), [GARCIA et al. \(2001\)](#), [HUNGR et al. \(2001\)](#) e [RAMOS e REIS \(2001\)](#).

A representação gráfica foi suportada com dados/informações em formato *vectorial* e *raster* do [PRAM \(2002\)](#), [APA \(2003\)](#), [DRIGOT \(2004, 2008\)](#), [IGP \(2009\)](#) e da [DRE \(2008\)](#) utilizando, para o efeito, o software ArcGIS (versão 9) da *Environmental Systems Research Institute*. Esta ferramenta permitiu a adopção e aplicação de métodos de análise, correlação, modelação, manipulação e gestão vectorial, de tratamento de imagem, bem como de visualização de informação georeferenciada no espaço.

Por forma a proceder à corroboração das áreas que apresentam uma maior exposição/vulnerabilidade aos processos de perigosidade, de acordo com parâmetros probabilísticos, foram realizadas diversas campanhas de validação e fundamentação da cartografia compósita da susceptibilidade aos movimentos de massa e de cheias rápidas e fluxos hiperconcentrados, através de trabalho de campo, complementado com a análise dos levantamentos aéreos fotogramétricos de 1999 e 2000, à escala de 1/17.000, levados a cabo pelo Instituto Geográfico do Exército, bem como de fotografia aérea oblíqua.

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 os trabalhos de autores como RODRIGUES e AYALA-CARCEDO (1994, 2000a; 2000b; 2000c, 2000d, 2000f, 2002a, 2002b, 2003b), RODRIGUES (2005), RODRIGUES e ABREU (2006), ABREU (2008), SCHRADER *et al.* (2008), UTECHT *et al.* (2008), NGUYEN *et al.* (2008, 2010), WIATR *et al.* (2009), NOGUEIRA *et al.* (2010) e RODRIGUES *et al.* (2010), aplicados a ilha da Madeira e a ambientes insulares.

06. ANÁLISE DA SUSCEPTIBILIDADE E DO RISCO

06.1 ANÁLISE DE SUSCEPTIBILIDADE

06.1.1 Susceptibilidade aos Movimentos de Massa

No processo de avaliação da susceptibilidade natural dos movimentos de massa, como pressupostos metodológicos, adoptou-se técnicas de avaliação relativa, nomeadamente as de relevância paleogeográfica, que se basearam na inventariação e identificação da distribuição das formas geomorfológicas associadas aos movimentos de vertente e na subsequente caracterização e relacionamento com os factores desencadeantes do terreno (*triggering factors*); critérios de automatismo computacional, através da aplicação do *Stability Index Mapping*; e critérios de análise fotointerpretativa. Dentro dos modelos relativos, a elaboração da Carta de Susceptibilidade aos Escorregamentos e Queda de Blocos (CARTA 2. ANEXO - PONTO 08.8), teve por base a cartografia directa, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, do padrão espacial dos fenómenos ocorridos no território em análise.

Neste contexto e conforme descrito anteriormente, adoptou-se a linha de investigação de [PACK et al. \(1998a, 1998b, 2001, 2005\)](#), sobre o factor de segurança (*factor of safety*) do modelo infinito de estabilidade de vertente, que pondera e relaciona as componentes/factores de instabilização (*shear stress*), como o caso da força gravítica e percolação aquífera, com os de equilíbrio (*shear strength*), nomeadamente o índice de fricção e de capacidade de coesão dos materiais, sobre um determinado plano paralelo à superfície rochosa. Neste contexto, para o cálculo do grau de estabilidade da vertente, o modelo utiliza e analisa os parâmetros quantificáveis das propriedades dos materiais, bem como de critérios morfológicos e climáticos de diversos *inputs*, tais como a inclinação topográfica, as áreas de captura hídrica, etc..

Segundo aqueles autores, o índice de estabilidade define-se como a probabilidade de uma determinada área ser estável, sob o pressuposto da uniformidade equitativa da distribuição dos parâmetros subjacentes ao modelo.

Procedeu-se, de igual forma, à identificação de riscos com maior probabilidade de ocorrência, com base no princípio da análise cíclica fenomenológica dos processos de perigosidade com maior representatividade no território em análise, nomeadamente através do cálculo da probabilidade e a frequência do evento.

A análise à carta supramencionada e ao [QUADRO 2](#), permite constatar que, no concelho da Calheta, existe uma propensão acentuada de ocorrência de fenómenos associados a esta tipologia de processos de perigosidade, em cerca de 44,24km², devido à conjugação de declives acentuados, precipitações intensas, bem como de uma morfologia da paisagem proeminente. A correlação directa entre os parâmetros desencadeantes, de cada um

dos factores anteriormente mencionados, determina o desenvolvimento de movimentos morfo e volumetricamente relevantes. Quanto às áreas menos propensas, o estudo contabiliza 66, 84km².

QUADRO 2. Quadro resumo da dimensão espacial, em km², e da percentagem dos graus de susceptibilidade associados aos Movimentos de Massa.

SUSCEPTIBILIDADE UNIDADE TERRITORIAL	MUITO BAIXO – BAIXO			MODERADO – MUITO ELEVADO		
	Nº Polígonos	Área (km ²)	%	Nº Polígonos	Área (km ²)	%
CALHETA (MUNICÍPIO)	7.242	66,84	60,17	8.170	44,24	39,83

Esta tipologia específica de processos associados aos fenómenos de geodinâmica externa, encontra-se, espacialmente e historicamente, referenciada ao longo de determinados sectores da orla costeira e de linhas de água. A análise permite corroborar a existência de uma distribuição homogénea e contínua de movimentos de massa, de transporte simples e aéreo de blocos individualizados ou de grandes volumes de material, ao longo dos taludes subvertivais costeiros, nomeadamente numa área compreendida entre o Arco da Calheta e a Ponta do Pargo.

Não obstante, segundo [RODRIGUES \(2005\)](#), em troços específicos da orla costeira, são observáveis indícios de movimentos rotacionais complexos de grande volumetria, nomeadamente no Arco da Calheta, cuja forma morfológica do relevo e a observação *in situ* da superfície de deslizamento, indicia a ocorrência, à escala geológica, de um deslizamento rotacional de grandes proporções/dimensões. A acumulação, *a posteriori*, de produtos coluvionares/talude e de depósitos de enxurrada (fluxos de detritos), corroboram a delimitação espacial de uma zona referenciada com movimentos lento do solo (reptação/creep). Ainda de acordo com este autor, a mesma génese é atribuída ao depósito de vertente (com cerca de 400m de comprimento por 600m largura) sob a localidade do Jardim do Mar,

Relativamente aos processos referentes às linhas de água, é paradigmático a ocorrência de avalanches rochosas e de deslizamento rotacionais e translacionais, com base na observação, e respectiva inventariação, de depósitos de vertente composta por material heterométrico e granulométricamente variável, sendo provenientes de áreas de geração, as quais predominam os factores desencadeantes abordados anteriormente. Estes são movimentos que podem constituir um grau acrescido de perigosidade, apesar de estarem localizados em sectores intermédios dos vales, uma vez que a deposição do material movimentado poderá originar uma barragem natural temporária, devido à morfologia das linhas de água (extremamente encaixadas), à livre circulação da massa aquosa. A pressão exercida pela água sobre o sector a montante da barragem, bem como o processo de erosão contínuo do material de vertente, resultará na ruptura total ou parcial do obstáculo, contribuindo para o aumento exponencial do nível da exposição dos equipamentos e infraestruturas localizadas a jusante.

O estudo técnico-científico permite, de igual forma, referenciar no território em análise, fenómenos associados a movimentos de massa lentos, relacionados com depósitos de vertente imaturos e de cariz muito grosseiro, resultantes de um processo de acumulação, à escala geológica, de detritos coluvionares em zonas

morfologicamente deprimidas ou de declive pouco acentuado. Contudo, o principal factor desencadeante do movimento encontra-se associado à componente litológica, nomeadamente à percentagem de matriz argilosa, uma vez que a existência de substâncias coloidais (argilas), expansivas à presença de humidade elevada, provoca o deslocamento vertical e horizontal do material contíguo.

Não obstante, de acordo com [FURTADO \(1983\) in CARVALHO e BRANDÃO \(1991\)](#) “a natureza das argilas dos solos da Madeira depende de vários factores conjugados entre si, de entre os quais ressaltam”, para além da componente pedológica, morfológica (declive) e pluviométrica referidas anteriormente, a influência da temperatura, vegetação e altitude. Segundo [CARVALHO e BRANDÃO \(1991\)](#), estes depósitos “são o resultados de erosão pelas águas superficiais, no geral, e torrenciais”, no particular, e do um processo de alteração físico-química perpetuado pelos agentes externos. Especificamente, referencia-se “*minerais dos grupos da caulinite (caulinite, haloisite e metahaloesite), da clorite e da montmorilonite, gibbsite e materiais amorfos sílico-aluminosos (halofanas) e ferruginosos*”.

A velocidade de deslocação, na ordem dos 2cm anuais, determina uma correlação directa com a intensidade e a quantidade de precipitação anual acumulada. A [CARTA 6 \(ANEXO - PONTO 08.8\)](#), corrobora a presente posição, demonstrando que as áreas referenciadas para esta tipologia de movimento de massa, localizam-se em espaços com elevadas taxas, ao longo do ano, de saturação dos solos. Especificamente, referencia-se o sector Oeste da freguesia do Arco da Calheta, nomeadamente no sítio do Ledo e do Massapez, bem como no sítio do Maçapez, na freguesia da Fajã da Ovelha.

06.1.2 Susceptibilidade às Cheias Rápidas e Fluxos

Os pressupostos metodológicos adoptados no processo de execução da Carta de Susceptibilidade às Cheias e Fluxos ([CARTA 1. ANEXO - PONTO 08.8](#)) tiveram por base critérios de automatismo computacional (*Stability Index Mapping*); de fotointerpretação; bem como tido em consideração os parâmetros relacionados com as condicionantes físicas do relevo, sobretudo aquelas com maior influência no despoletar de um evento. Adicionalmente, foi tido em consideração a distribuição espacial dos eventos históricos ocorridos no território em análise ou que obtiveram a sua génese em outras áreas administrativas, mas cujo potencial destrutivo foi sentido no mesmo. Assim, utilizou-se o traçado das linhas de água, como áreas preferenciais à ocorrência desta tipologia específica de processos de perigosidade.

A correlação entre os parâmetros anteriormente mencionados permitiu a definição, e respectiva delimitação, de pontos/áreas críticas de escoamento hidráulico da rede hidrográfica, referente a cada uma das bacias hidrográficas, dada a conjugação de linhas de água que determinam perfis longitudinais extremamente acentuados, entre 10 e 15% de inclinação; as roturas de declive, e o respectivo grau de encaixe; percentagem de coberto vegetal; a tipologia do perfil transversal da linha de água; bem como a hierarquização da mesma, segundos os pressupostos de [STRAHLER \(1964\)](#).

Segundo [ABREU \(2008\)](#), existem duas tipologias de fluxos que poderão ser aplicados ao território em análise e que se diferenciam consoante a quantidade de água necessária no desencadear do fenómeno. Especificamente, refere a uma tipologia de fluxo predominantemente seco (menor teor de água), onde o factor gravidade adquire uma grande importância, e que ocorre preferencialmente ao longo das vertentes mais incisivas (canais de 1ª ordem⁴); e os tipos de fluxos que ocorrem nas confluências das ribeiras, onde o papel da água obtém uma maior preponderância, e consequentemente, uma maior remobilização de material.

De acordo com [HUNGR *et al.* \(2001\)](#) e [TAKAHASHI \(1991\) in RODRIGUES \(2005\)](#), as ocorrências relacionadas com a última tipologia, determinam a sua génese/iniciação por ruptura de uma barragem natural, por deslizamentos superficiais, ou por erosão/remobilização hídrica de material colúvio-aluvionar do curso de água. Não obstante, em qualquer uma das situações, a sua ocorrência encontra-se associada a precipitações intensas e extremamente concentradas.

Não obstante, em certas ocasiões, a fenomenologia do fluxo é mal interpretada, uma vez que adoptam pressupostos analíticos associados a fenómenos de cheias rápidas. O erro na definição/interpretação de ambos os processos de perigosidade encontra-se relacionado com a similitude das características inerentes ao seu desenvolvimento. Especificamente, a fenomenologia de um processo de fluxo de detritos diferencia-se do de cheias rápidas, pela grande capacidade de transporte de carga sólida, nomeadamente o arrastamento de vegetação arbórea e material rochoso com diversos metros cúbicos de volume; elevadas densidades, entre 30-70% de sólidos por volume de massa aquosa; e velocidades de deslocação elevadas/acentuadas (40-60km/h) ([BWW/BRP/BUWAL, 2008](#)).

A análise à carta supracitada ([CARTA 1. ANEXO - PONTO 08.8](#)), possibilita a definição e delimitação de áreas com maior propensão, e respectiva susceptibilidade, à ocorrência de fenómenos danosos sobre a Comunidade, sobretudo os de origem hidrometeorológica (Cheias Rápidas e Fluxos Hiperconcentrados). Desta forma, evidencia-se uma correlação directa entre as áreas que evidenciam uma maior disponibilidade hídrica (por percolação aquífera ou escorrência superficial), e respectiva taxa de saturação dos solos elevada, com aquelas que apresentam movimentos paleogeográficos relevantes, nomeadamente nas freguesias do Arco da Calheta, Jardim do Mar e Paul do Mar.

Sequencialmente, segundo a análise efectuada ao quadro seguinte ([QUADRO 3](#)), o espaço geográfico administrado é propenso, em cerca de 5,3km², a fenómenos com potencial destrutivo, nomeadamente ao longo das principais linhas de água, e respectivas planícies aluvionares, sobretudo devido à intervenção antrópica sobre o meio físico, através da urbanização e impermeabilização de leitos de cheia, potenciando o aumento da escorrência superficial; do estrangulamento em determinados sectores das linhas de água, sobretudo nas secções terminais; e da deposição descontrolada de inertes, contribuindo para o aumento exponencial da severidade e capacidade destruidora dos processos de perigosidade.

⁴ Segundo a hierarquia de [STRAHLER \(1964\)](#).

Especificamente, as áreas referentes às classes de susceptibilidade mais críticas (Moderado, Elevado e Muito Elevado), representam, em termos percentuais, cerca de 4,8% da área total do espaço geográfico em estudo, enquanto que, para os graus mais reduzidos (Muito Baixa e Baixa), o estudo permite contabilizar 95,2%, cerca de 105,7km². Esta situação permite aferir o carácter extremamente localizado desta tipologia específica de fenómenos, permitindo uma melhor adequação do processo de adopção de medidas estruturais de protecção/mitigação, bem como a delimitação das áreas mais propensas ao seu desenvolvimento.

QUADRO 3. Quadro resumo da dimensão espacial, em km², e da percentagem dos graus de susceptibilidade associados às Cheias Rápidas e Fluxos Hiperconcentrados.

SUSCEPTIBILIDADE	MUITO BAIXO			BAIXO			MODERADO			ELEVADO			MUITO ELEVADO		
	Nº Polígonos	Área (km ²)	%	Nº Polígonos	Área (km ²)	%	Nº Polígonos	Área (km ²)	%	Nº Polígonos	Área (km ²)	%	Nº Polígonos	%	Área (km ²)
CALHETA (MUNICÍPIO)	23.532	71,78	64,63	38.796	33,95	30,57	8.778	3,14	2,83	5.614	1,5	1,35	2.916	0,69	0,62

A partir da relação/inventariação de registos históricos, verificamos que a maioria das ocorrências obtiveram a sua localização espacial nas planícies aluvionares dos principais cursos de água concelhios e em casos pontuais, ao longo das secções intermédias, com especial incidência para os eventos ocorridos na Ribeira da Calheta (Fevereiro de 1966), do Paul (Março de 1912), bem como um outro na Ribeira dos Moinhos (Ponta do Pargo – Novembro de 1944).

As zonas críticas de escoamento foram obtidas segundos os pressupostos metodológicos descritos anteriormente, e permitiram destacar as secções intermédias e de vazão da Ribeira da Atouguia, da Calheta, de São Bartolomeu, da Igreja, Funda, Seca ou do Paul, das Galinhas ou Chão, dos Marinheiros, Velho, dos Moinhos, da Vaca, da Janela e da Cruz.

06.1.3 Susceptibilidade Compósita

Numa primeira abordagem, procedeu-se à identificação da tipologia de fenómenos naturais com maior propensão de ocorrência e que pudessem afectar o território em análise, através de um levantamento histórico dos eventos que provocaram danos e prejuízos avultados, bem como as áreas geográficas mais susceptíveis à ocorrência de um determinado processo de perigosidade. O tratamento da informação teve por base técnicas de avaliação relativa, assentes numa distribuição espacial dos eventos e no seu relacionamento, directo ou indirecto, com os factores condicionantes do terreno.

Na segunda etapa, foram adoptados os pressupostos metodológicos de [ABREU \(2008\)](#), que determina “a frequência e a probabilidade de ocorrência de um determinado evento destrutivo”, como elementos fundamentais “na avaliação da perigosidade municipal”, permitindo a distinção entre fenómenos pouco frequentes, como o caso dos sismos, daqueles que ocorrência com maior frequência (incêndios florestais).

A representação gráfica dos dados adquiridos, em Sistemas de Informação Geográfica (ArcINFO, ESRI), possibilitou a percepção espacial dos impactes potenciais perpetuados por fenómenos de origem natural, determinando uma delimitação homogénea de áreas mais susceptíveis, através da intercepção do resultado final das susceptibilidades sectoriais (escorregamentos e queda de blocos e de cheias rápidas e fluxos). Sequencialmente, esta situação permitiu a atribuição heterogénea de índices ponderativos, maior consoante o aumento do grau de susceptibilidade sectorial, de acordo com representatividade e a frequência de cada processo.

A discussão analítica à susceptibilidade compósita no território em estudo ([CARTA 3. ANEXO - PONTO 08.8](#)), permite evidenciar uma propensão acentuada à ocorrência de fenómenos, de génese natural, com consequências nefastas para a Comunidade, contabilizando, de um total de 111km², cerca de 45,6km² com uma susceptibilidade compreendida entre o grau Moderado e o Muito Elevado. Esta situação representa uma susceptibilidade em 40% do espaço geográfico. Relativamente às restantes classes, a ferramenta de planeamento e gestão territorial contabiliza um total de 60% do concelho com áreas associadas à susceptibilidade Muito Baixa (42%) a Baixa (18%), cerca de 66,1km², conforme apresentado no [QUADRO 4](#) e [GRÁFICO 1](#). Desta forma, depreendemos que a classe de susceptibilidade Muito Baixa, é a que possui a maior representatividade espacial no conjunto das freguesias, contabilizando 46,7km².

QUADRO 4. Quadro resumo da dimensão espacial, em km², por freguesia, associadas à susceptibilidade compósita natural.

SUSCEPTIBILIDADE COMPÓSITA UNIDADE TERRITORIAL	MUITO BAIXO		BAIXO		MODERADO		ELEVADO		MUITO ELEVADO	
	Nº de Polígonos	Área (km ²)	Nº de Polígonos	Área (km ²)	Nº de Polígonos	Área (km ²)	Nº de Polígonos	Área (km ²)	Nº de Polígonos	Área (km ²)
CALHETA (MUNICÍPIO)	26.692	46,69	53.347	19,43	22.329	25,62	21.018	16,92	9.238	2,11
ARCO DA CALHETA	4.340	5,91	8.065	3,35	3.383	2,54	2.996	2,52	1.438	0,30
CALHETA	6.297	9,38	12.902	3,83	5.159	5,92	4.359	3,82	1.800	0,38
ESTREITO DA CALHETA	3.522	5,44	6.356	2,14	3.401	4,11	3.139	2,29	1.324	0,29
FAJÃ DA OVELHA	4.531	9,34	9.429	3,36	4.269	5,76	4.305	3,14	1.947	0,48
PONTA DO PARGO	5.182	11,79	11.583	4,29	4.340	4,95	4.247	3,06	1.853	0,41
JARDIM DO MAR	120	0,06	209	0,11	187	0,06	131	0,37	149	0,06
PRAZERES	2.582	4,53	4.875	2,01	2.155	2,02	1.859	1,28	750	0,15
PAUL DO MAR	476	0,24	604	0,34	263	0,26	268	0,44	140	0,04
MÉDIA	3.381	5,84	6.753	2,43	2.895	3,20	2.663	2,12	1.175	0,26
TOTAL	27.050	46,69	54.023	19,43	23.157	25,62	21.304	16,92	9.401	2,11

Especificamente, à escala local, a análise ao [GRÁFICO 2](#) e ao [QUADRO 4](#), ressalva a menor propensão de algumas freguesias serem afectadas por processos de perigosidade de origem natural, uma vez que possuem uma maior área afectada aos graus de susceptibilidade Muito Baixo a Baixo, nomeadamente a da Ponta do Pargo (16,08km²), Calheta (13,21km²) e Fajã da Ovelha (19,98km²), que contabilizam, respectivamente, cerca de 24,32%, 19,98% e 19,21% do total do concelho. As classes remanescentes (Moderado, Elevado, Muito Elevado), salienta-se as

freguesias do Paul e do Jardim do Mar que, apesar de determinar um espaço geográfico administrado diminuto (proporcionalmente e comparativamente às restantes), apresenta áreas propensas à ocorrência cíclica de fenómenos potencialmente danosos, cerca de 0,74km² e 0,49km², respectivamente.

SUSCEPTIBILIDADE COMPÓSITA, MUNICÍPIO DA CALHETA

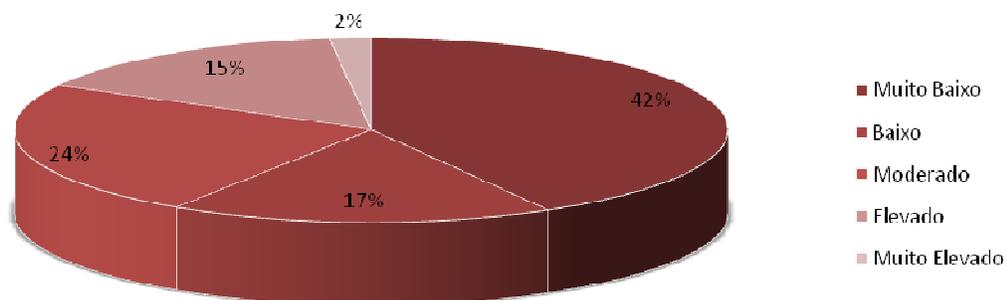


GRÁFICO 1. Percentagem, no Município da Calheta, das áreas referentes a cada classe de susceptibilidade composta.

ÁREAS ASSOCIADAS À SUSCEPTIBILIDADE COMPÓSITA

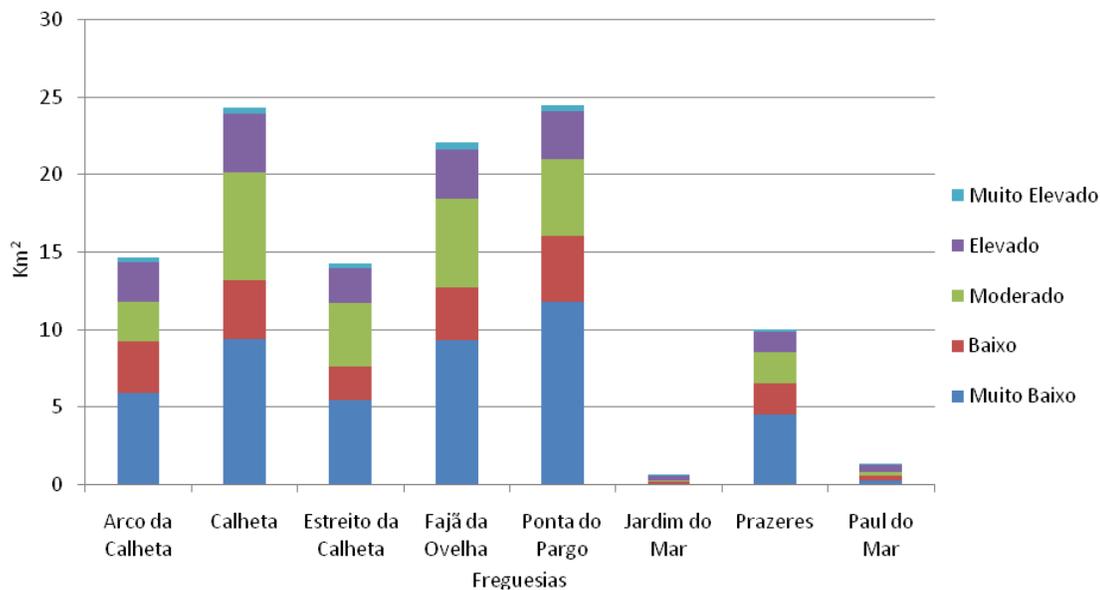


GRÁFICO 2. Distribuição das áreas relativas aos diferentes graus de susceptibilidade, por freguesia.

Salienta-se, de igual forma, a existência de uma tendência espacial homogénea, transversal à maioria das freguesias, relativamente às dimensões das áreas que compõem os graus de susceptibilidade composta Baixo, Moderado e Elevado. Na sua generalidade, para estas classes de susceptibilidade, as áreas apresentam uma

dimensão média compreendida entre os 2 e 3km², enquanto que os graus de susceptibilidade Muito Baixo e Muito Elevado apresentam um zonamento médio de 6 e 0,3km², respectivamente.

A análise à CARTA 3 (ANEXO - PONTO 08.8), permite constatar que as zonas de susceptibilidade Muito Elevada estão associadas a linhas de água com grande capacidade de erosão hídrica, devido ao transporte acentuado de carga sólida em suspensão, referenciadas espacialmente em vertentes localizadas na orla costeira e em morfologias relacionadas com o escoamento hidráulico (vales). Especificamente, o estudo salienta uma distribuição geográfica irregular pelo espaço em análise e uma diferenciação nos processos que as afectam, nomeadamente, uma maior propensão de ocorrência de eventos relacionados com fenómenos de precipitações extremas na vertente Sul da Ribeira da Janela, enquanto que as linhas de água localizadas na costa Sul estão associadas a episódios de cheias rápidas e de fluxos hiperconcentrados.

O desgaste cíclico, perpetuado por este agente externo (água) sobre a componente litológica de base e lateral das linhas de água, contribui, aliado ao contexto de declives acentuados e ausência de vegetação, como factor de instabilidade da vertente, sendo observável, em muitos dos casos estudados, o surgimento de fracturas (diaclasses) verticais ao longo das zonas de maior tensão da camada geológica.

É por esta razão que, em vertentes contíguas às linhas de água com o grau de susceptibilidade analisado anteriormente, surgem áreas de instabilidade da vertente com um grau Elevado, devido, e apesar da taxa de infiltração e escorrência superficial ser menor, às pressões e/ou impulsos hidroestáticos extremamente acentuados e associados à percolação aquífera. A corroboração desta hipótese surge aquando da ocorrência do recente evento meteorológico extremo (20 de Fevereiro de 2010), que permitiu evidenciar a influência desta componente (percolação aquífera) no aumento da severidade e intensidade do fenómeno, especificamente através da desagregação de material proveniente da vertente (movimentos de massa, de tipologia de fluxos) e, conseqüentemente, do aumento exponencial da quantidade de carga sólida depositada na linha de água.

Neste contexto, as linhas de água associadas aos cursos naturais dos leitos dos vales determinam um grau de susceptibilidade compósito Moderado. Contudo, e conforme descrito anteriormente, em áreas confluentes de linhas de água, sobretudo os de 3ª ordem, o índice de perigosidade ascende ao Elevado, uma vez que são definidas e delimitadas como zonas críticas de escoamento (ponto 06.1.2.). Esta situação é perceptível, sobretudo, em tributários da Ribeira da Janela, devido a maior quantidade de água disponível, bem como em locais pontuais da costa Sul do concelho, resultado da correlação directa entre as características físicas da morfologia e os parâmetros morfométricos hídricos.

Comparativamente com os graus analisados superiormente, a susceptibilidade Muito Baixa a Baixa adquire uma expressão espacial acentuada, contabilizando, em termos percentuais, cerca de 58%, e uma área absoluta de 66,1km², estabelecendo a grande representatividade das mesmas no território em análise. Obtêm uma distribuição geográfica homogénea pelo território administrado, salientando-se a superfície estrutural do Paul

da Serra e as rechãs (achadas) e lombadas centro-ocidentais do concelho, sobretudo numa área compreendida ao longo do eixo Estreito da Calheta – Fajã da Ovelha – Ponta do Pargo.

06.2 ANÁLISE DE RISCO

06.2.1 Análise Quantitativa

06.2.1.1 Caracterização de Equipamentos e Infraestruturas Colectivas

Na prossecução dos objectivos inerentes ao processo de caracterização e inventariação de equipamentos e infraestruturas colectivas, foram utilizados como pressupostos analíticos, os equipamentos que, pela sua representatividade e importância municipal, consideram-se nevrálgicos e vitais numa operação de Protecção Civil e em actividades de prevenção, mitigação, planeamento, socorro e emergência, bem como aqueles que representam uma determinada importância ao nível da Sociedade Civil.

Os dados vertidos no presente documento, foram disponibilizados pela Direcção Regional de Estatística, para o ano de 2008.

O Município de Calheta encontra-se dotado com uma série de equipamentos vocacionados para o apoio da população, determinando uma dispersão homogénea pelo território em análise (QUADRO 5). Contudo, a análise territorial permite constatar a evidente aposta do executivo camarário na prossecução de uma política sustentável no âmbito do Turismo, Cultura e Lazer, uma vez que, dos 172 equipamentos existentes no Município da Calheta, cerca de 40,7% pertence a estas tipologias.

Não obstante, o estudo revela, de igual forma, uma dinâmica positiva e investimento público na concretização de projectos de cariz socioeconómico, revelando um profundo interesse na manutenção e/ou progresso da qualidade de vida e bem-estar da Comunidade, bem como na melhoria das condições de trabalho dos principais agentes de Protecção Civil, no âmbito da segurança e protecção da população. Especificamente, salienta-se a inventariação de 46 equipamentos colectivos na área da Saúde (15), Educação (13) e Desporto (19) e outras 17 unidades no âmbito da Segurança Social e Trabalho e Segurança Pública, perfazendo um total de 63 infraestruturas, cerca de 36,6% do número total concelhio.

As restantes infraestruturas são (22,8%), na sua grande maioria, de utilização pública, nomeadamente no sector da Energia (3), Ambiente (5), Administração e Serviços Públicos (11), Acolhimento Empresarial (1), Comércio (1), Justiça (1), Outros Equipamentos (12), bem como na área dos Transportes e Comunicações (5).

A análise percentual à distribuição dos equipamentos colectivos e infraestruturas de utilização colectiva, à escala local, permite evidenciar um planeamento e/ou estruturação bi-partida da localização preferencial de uma unidade, consoante a representatividade e o grau de grandeza da respectiva freguesia. De igual forma,

corroborar a densidade populacional e à acessibilidade (vias de comunicação estruturais) como factores preferenciais à centralização/aglomeração de equipamentos e infraestruturas de cariz colectivo e da população. Como pressupostos metodológicos, subdividimos o espaço geográfico em estudo em duas secções de estudo, de modo a proceder uma análise espacial mais sistemática e estruturada.

QUADRO 5. Matriz da dispersão espacial, segundo as diversas tipologias, dos equipamentos colectivos e infraestruturas de utilização pública no Município da Calheta.

TEMA UNIDADE TERRITORIAL	TEMA																TOTAL	%
	ENERGIA	AMBIENTE	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA	SAÚDE	SEGURANÇA PÚBLICA	CULTURA E LAZER	TURISMO	ACOLHIMENTO EMPRESARIAL	COMÉRCIO	EDUCAÇÃO	SEGURANÇA SOCIAL E TRABALHO	JUSTIÇA	SERVIÇOS PÚBLICOS	DESPORTO	TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES	OUTROS		
CALHETA (MUNICÍPIO)	3	5	9	14	2	29	41	1	1	13	15	1	2	19	5	12	172	99,9
ARCO DA CALHETA	0	0	1	2	1	5	13	0	0	2	3	0	0	3	1	1	32	18,6
CALHETA	3	0	2	3	1	11	4	0	0	5	5	1	2	5	2	5	49	28,5
ESTREITO DA CALHETA	0	1	1	2	0	2	7	1	0	1	1	0	0	1	0	2	19	11,0
FAJÁ DA OVELHA	0	1	1	1	0	4	8	0	0	1	1	0	0	2	0	0	19	11,0
PONTA DO PARGO	0	1	1	3	0	3	2	0	0	1	2	0	0	2	1	2	18	10,5
JARDIM DO MAR	0	0	1	1	0	2	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	9	5,2
PRAZERES	0	1	1	1	0	2	4	0	1	1	1	0	0	3	1	1	17	9,9
PAUL DO MAR	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	2	0	1	9	5,2

LEGENDA

Nº DE UNIDADES	0	1	2	3	>4

FONTE: Direcção Regional de Estatística, 2008.

Sequencialmente, constata-se a concentração, em cerca de 47,1%, das unidades nas freguesias do Arco da Calheta (32) e da Calheta (49). Particularmente, nestes espaços administrativos, é perceptível a importância atribuída à dinâmica e mutabilidade na área da Cultura e Lazer (16) e Turismo (17), bem como na área do Desporto e Educação, materializada em 8 e 7 unidades, respectivamente. Em suma, são os sectores que adquirem maior importância, uma vez que, em termos percentuais, contabilizam 59,2% do total de infraestruturas para ambas as freguesias.

Saliente-se que, nas freguesias supramencionadas, a densidade populacional ascende aos 245,2hab/km² (Arco da Calheta) e 136,7hab/km² (Calheta), enquanto que o conjunto das restantes administrações locais apresenta 84,4hab/km².

Relativamente à dispersão geográfica dos restantes equipamentos pelo território em análise, apresenta uma certa homogeneidade, perfazendo um valor percentual total de 58,7%, cerca de 101 unidades, e uma média

elevada de 16,8 unidades por freguesia. Especificamente, e de acordo com os dados disponibilizados pela Direcção Regional de Estatística (2008), as freguesias com maior representatividade secundária, no universo total dos equipamentos remanescentes, são a do Estreito da Calheta e da Fajã da Ovelha (19 unidades) e a da Ponta do Pargo e dos Prazeres, com um número total de 18 e 17 equipamentos, respectivamente. Para as freguesias do Jardim e Paul do Mar, a inventariação permitiu concluir um total de 9 infraestruturas para cada uma destas unidades territoriais, que, em ponderação com os valores apresentados anteriormente, representam cerca de 17,8%.

06.2.1.2 Identificação dos Pontos Críticos

A representação dos pontos críticos encontra-se associada: aos estrangulamentos de linhas de água, devido à aplicação de medidas estruturais de mitigação/protecção contra as cheias rápidas e fluxos hiperconcentrados; às passagens hidráulicas, sobretudo aquelas associadas à circulação do caudal em manilhas ou em estruturas (*boxcovers*) subdimensionadas e desajustadas ao contexto biofísico; às vias de comunicação estruturante; bem como às habitações, equipamentos colectivos ou infraestruturas de utilização pública em zonas de grau de Risco acentuado, devido à sua posição geográfica e/ou à intensificação do grau de perigosidade/susceptibilidade, através da identificação de uma taxa de vulnerabilidade social elevada ([CARTA 4. ANEXO - PONTO 08.8](#)).

Como expectável, a análise à [FIGURA 6](#) permite constatar a elevada concentração de pontos críticos nas freguesias com maior representatividade populacional ao nível do Município, nomeadamente o Arco da Calheta (42), Calheta (57), assim como a do Estreito da Calheta (38).

Esta situação deve-se a prossecução de uma política de desenvolvimento local sustentável, com o objectivo de promover e potenciar a melhoria da qualidade de vida e o bem-estar da população; contudo, de igual forma, corrobora a influência antrópica no aumento exponencial do grau de severidade dos processos de perigosidade, devido à contínua impermeabilização e alteração do uso do solo e ao licenciamento habitacional e à localização de equipamentos nevrálgicos em zonas propensas a acidentes graves associados a fenómenos de génese natural. Especificamente, no conjunto dos espaços geográficos referenciados na análise anterior, contabiliza-se 137 elementos críticos, dos 298 existentes no concelho, cerca de 46% do universo global.

Relativamente à área remanescente, os pontos críticos (161) encontram-se associados a infraestruturas, que pela sua dimensão, natureza e localização, são estruturantes no âmbito do sistema de comunicação rodoviária intra e inter-municipal. Em termos percentuais, perfazem um valor global de 54%, no contexto do território em análise, contudo encontram-se localizados em somente 41km².

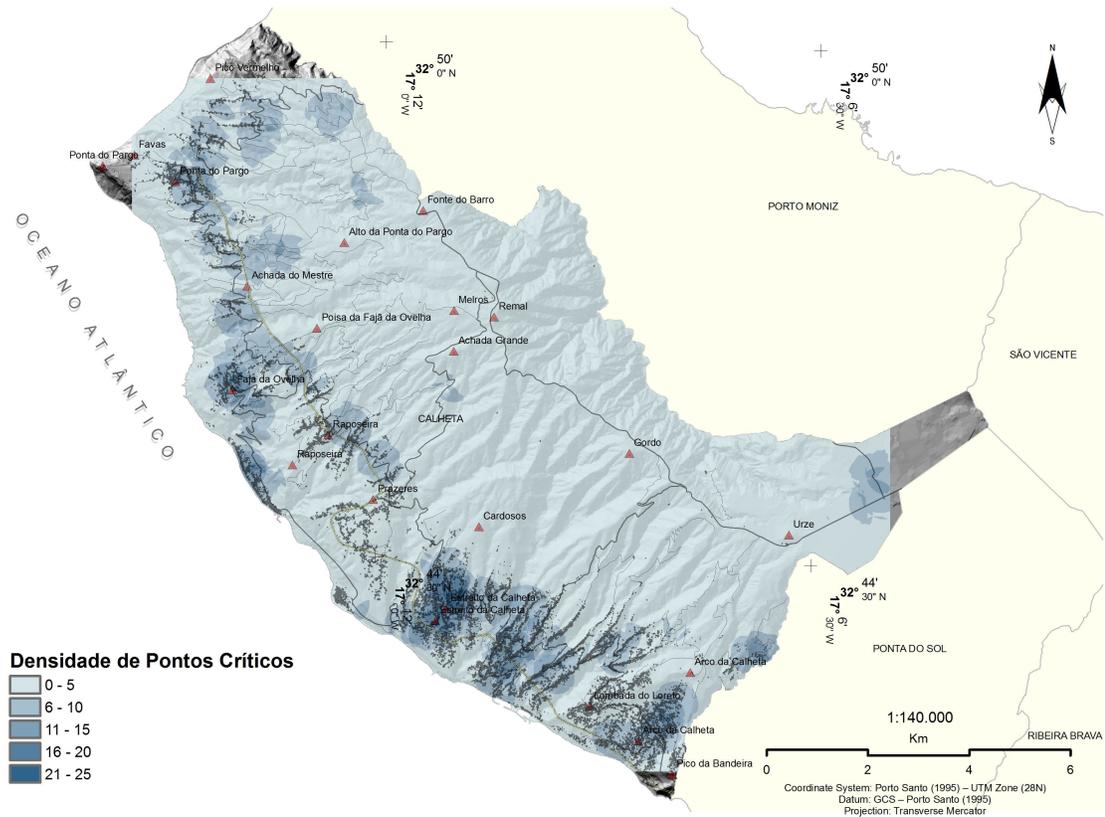


FIGURA 6. Mapa da densidade de pontos críticos do concelho da Calheta.

06.2.1.3 Definição de Distâncias e Faixas de Segurança e Protecção Indicativas

No âmbito das medidas não-estruturais, aprofundadas posteriormente na secção 07 (Estratégias de Planeamento, Gestão e de Mitigação do Risco), a definição e o mapeamento das áreas de risco e o consequente zonamento urbano, periurbano e rural facilitam o correcto aproveitamento do espaço geográfico e permitem a delimitação precisa de áreas *non aedificandi*; *aedificandi*, com restrições; *aedificandi*, sem outras restrições/servidões, especificamente as impostas pelos instrumentos regionais de planeamento, gestão e ordenamento do território.

Com a implementação da Reserva Ecológica Nacional (REN), legislada pelo Decreto-Lei nº 321/83 de 5 de Julho e alterada pelo Decreto-Lei nº 93/90 de 19 de Março, garantiu-se a protecção integral dos ecossistemas, através do seu equilíbrio sustentável com as actividades inerentes à mutabilidade e dinâmica da estrutura socioeconómica. Posteriormente, o Decreto-Lei nº 180/2006 de 6 de Setembro, com a alteração atribuída pelo Decreto-Lei nº 166/2008 de 22 de Agosto, estabeleceu e identificou “os usos e acções considerados compatíveis com as funções” de protecção da REN, de modo a proceder à prevenção e redução dos “efeitos da degradação da recarga de aquíferos, dos riscos de inundação marítima, de cheias, de erosão hídrica dos solo e

de movimentos de massa em vertentes, contribuindo para a adaptação aos efeitos das alterações climáticas e acautelando a sustentabilidade ambiental e a segurança de pessoas e bens”.

Neste enquadramento, e na sequência dos estudos temáticos referentes à produção cartográfica da susceptibilidade natural e à definição de áreas de segurança e protecção, na secção III do Anexo I do Decreto-Lei nº 166/2008 de 22 de Agosto, são definidas as acções, ocupações e usos dos solo, conforme as diferentes tipologias de fenómenos associados aos processos de perigosidade, que, cumulativamente, não coloquem em causa as seguintes funções:

- **Zona Adjacente às Margens:**
 - Prevenção e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens;
 - Garantia das condições naturais de infiltração e retenção hídricas;
 - Regulação do ciclo hidrológico pela ocorrência dos movimentos de transbordo e de retorno das águas;
 - Estabilidade topográfica e geomorfológica dos terrenos em causa;
 - Manutenção dos processos de dinâmica costeira; e
 - Manutenção do equilíbrio do sistema litoral.

- **Áreas de Instabilidade de Vertentes:**
 - Estabilidade dos sistemas biofísicos;
 - Salvaguarda face a fenómenos de instabilidade e de risco de ocorrência de movimentos de massa em vertentes e de perda de solo; e
 - Prevenção da segurança de pessoas e bens.

Segundo a Autoridade Nacional de Protecção Civil, no documento estratégico *“Manual para a Elaboração, Revisão e Análise de Planos Municipais de Ordenamento do Território na Vertente da Protecção Civil”*, as entidades e organismos tutelares e/ou responsáveis pelo processo de execução ou de revisão dos instrumentos estratégicos de Ordenamento do Território, deverão ter em consideração a identificação, *“na Planta de Condicionantes, das distâncias e faixas de segurança relativas aos riscos naturais e tecnológicos presentes, assim como os que tendo origem nos municípios vizinhos possa causar impactes na areado plano”*.

Neste contexto propõe-se, em Regulamento (ANEXO 08.1), a delimitação e definição de faixas de segurança e protecção *non aedificandi*, a partir dos limites associados às áreas compreendidas entre o grau de susceptibilidade Elevado e o Muito Elevado, até uma extensão máxima de 10m.

06.2.1.4 Análise do Índice Indicativo do Risco

Para a prossecução dos objectivos inerentes à componente de Risco, pretendeu-se a individualização de áreas que evidenciem/apresentem as condições potenciais à materialização dos processos de perigosidade. Esta

situação teve em consideração: o histórico da manifestação dos fenómenos, contabilizando a frequência e a probabilidade, e, conseqüentemente, a relação de danos e prejuízos; os graus relativos à componente de susceptibilidade compósita Moderada a Muito Elevada; a identificação espacial de equipamentos e/ou serviços de utilização colectiva (vulnerabilidade) que possuem uma intensificação do grau de exposição aos fenómenos, devido a condicionalismos ao nível do ambiente biofísico e de mobilidade (ausência de vias de comunicação estruturantes alternativas); bem como a existência de pontos críticos que contribuem para o aumento exponencial no índice de severidade.

Contudo, a análise conjunta dos diversos parâmetros que compõem a formula compósita do Risco, no âmbito da delimitação/definição espacial das áreas com maior propensão à ocorrência de fenómenos causadores de danos e prejuízos avultados, determina a prossecução de um processo analítico extremamente complexo, com base na combinação de factores e na atribuição de ponderações.

Esta situação resulta do facto das administrações locais (freguesias) obterem graus de representatividade espacial e populacional díspares/distintos no âmbito do universo concelhio. A título de exemplo, a análise comparativa entre as freguesias do Jardim e do Paul do Mar, permite constatar as semelhanças no que diz respeito às percentagens relativas às áreas do espaço geográfico administrado, bem como daquelas afectas à susceptibilidade compósita. Contudo, como podemos constatar no [QUADRO 6](#), a freguesia do Paul do Mar apresenta uma densidade populacional exponencialmente superior à remanescente. Logo, a esta freguesia, a diferença percentual das áreas em risco terá que mais acentuada.

QUADRO 6. Quadro resumo das áreas de Risco ponderado, à escala da freguesia.

ÍNDICE INDICATIVO DO RISCO UNIDADE TERRITORIAL	SUSCEPTIBILIDADE COMPÓSITA				POPULAÇÃO RESIDENTE	ÁREA	TOTAL
	NÃO SUSCEPTÍVEL		SUSCEPTÍVEL				
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%	%	%	%
CALHETA (MUNICÍPIO)	66,12	59,16	45,65	40,84	100	100	100
ARCO DA CALHETA	9,26	14,00	5,36	11,74	27,72	13,08	16,80
CALHETA	13,21	19,98	11,12	24,36	24,68	21,77	23,94
ESTREITO DA CALHETA	7,58	11,46	6,69	14,65	13,33	12,77	13,88
FAJÁ DA OVELHA	12,7	19,21	9,38	20,55	10,30	19,75	17,32
PONTA DO PARGO	16,08	24,32	8,42	18,44	10,37	21,92	16,72
JARDIM DO MAR	0,17	0,26	0,49	1,07	1,57	0,59	1,13
PRAZERES	6,54	9,89	3,45	7,56	5,48	8,94	7,21
PAUL DO MAR	0,58	0,88	0,74	1,62	6,54	1,18	3,01

Assim, após a aferição de diversos testes matemáticos, procedeu-se à definição de uma fórmula que traduzisse os pressupostos anteriormente descritos e que calculasse a área de risco ponderada, em termos percentuais e em função da área e da população residente em cada uma das administrações locais. Especificamente, determina:

$$IR = AS * \frac{50}{100} + AA * \frac{20}{100} + PR * \frac{30}{100}$$

Em que,

IR – Índice Indicativo do Risco.

AS – Área Susceptível (Susceptibilidade Compósita).

AA – Área Administrada.

PR – População Residente

Esta expressão traduz a distribuição espacial das áreas em risco, à escala da freguesia, com base na atribuição de ponderações distintas aos vectores integrantes da fórmula.

O resultado cumulativo dos valores sectoriais referentes aos diversos parâmetros que compõem o Índice Indicativo do Risco, possibilita a validação final das percentagens associadas às áreas de risco ponderadas. Neste contexto, de acordo com o [GRÁFICO 3](#), a freguesia da Calheta é a que apresenta/determina a maior percentagem de área de risco ponderada, cerca de 24%.

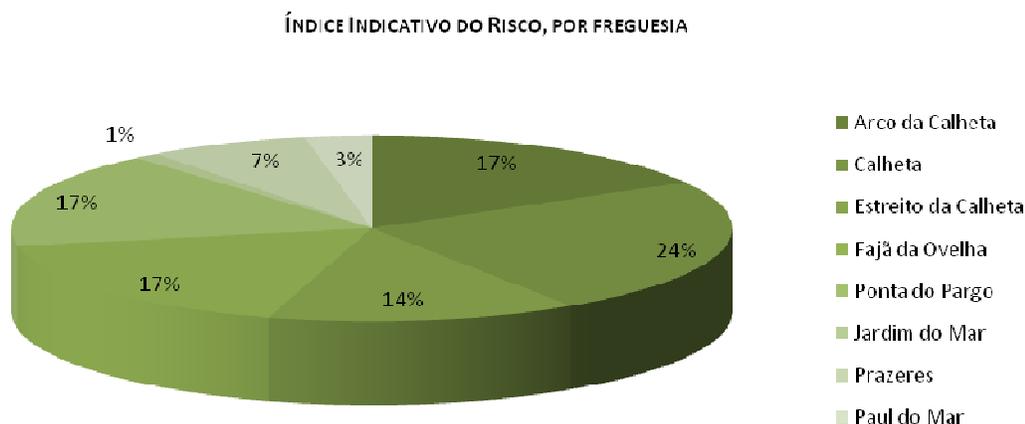


GRÁFICO 3. Índice Indicativo do Risco, no Município da Calheta.

A análise permite aferir, comparativamente com a freguesia do Estreito da Calheta, o grau de importância do parâmetro relativo à população residente na freguesia do Arco da Calheta, uma vez que, e apesar de possuir uma menor percentagem de área susceptível aos fenómenos (11,74%) e uma área administrada semelhante (13,08%), contabiliza uma área de risco ponderado superior, cerca de 16,80% para 13,88%, respectivamente.

Antagónicamente, salienta-se a diminuição percentual das áreas de risco ponderado, comparativamente com as áreas susceptíveis associadas à susceptibilidade compósita, nas freguesias da Fajã da Ovelha e Ponta do Pargo, contabilizando uma redução em 3,23% e 1,72%, respectivamente. Esta é uma situação paradigmática dos objectivos a que nos propusemos alcançar, com o desenvolvimento da expressão matemática anterior,

uma vez que as percentagens de áreas de risco ponderadas diminuíram substancialmente, em relação às áreas de susceptibilidade compósita, devido a ausência de uma densidade populacional significativa (menor exposição, logo menor vulnerabilidade) (57,5hab/km²) e, sobretudo, a menor probabilidade da população ser afectada.

Nas unidades de administração locais que contêm uma menor área de risco ponderada, destaca-se a diferença percentual entre as freguesias dos Prazeres e do Paul do Mar, em cerca de 4,2%, apesar desta última possuir apenas 1/4 da área referente à susceptibilidade compósita e do espaço administrado, em relação à sua homóloga. Uma vez mais, o factor diferenciador foi obtido com base na elevada população residente da freguesia do Paul do Mar.

De acordo com os pressupostos cartográficos inerentes à Carta Indicativa da Exposição à Susceptibilidade Compósita (CARTA 5. ANEXO - PONTO 08.8), desenvolvida de acordo com uma metodologia de sobreposição, procedeu-se à avaliação e consequente hierarquização das áreas com maior propensão à ocorrência de fenómenos causadores de danos e prejuízos avultados. Neste contexto, referencia-se espacialmente:

- A frente-mar e o núcleo histórico da Calheta (Freguesia da Calheta), devido à susceptibilidade de ocorrência de fenómenos com potencial destrutivo e associados à geodinâmica externa (Movimentos de Massa) e à hidráulica (Cheias Rápidas e Fluxos), que, conjugado com a localização de diversas infraestruturas de utilização pública e equipamentos colectivos e de elementos críticos, determina o aumento da severidade, da exposição aos processos e da vulnerabilidade social e infraestrutural local.
- O sítio do Ledo, Fajã do Mar e da Fajã (Freguesia do Arco da Calheta), cujos espaços geográficos determinam níveis de incidência e tipológicos distintos, no que diz respeito aos perigos de génese natural. Especificamente, no primeiro caso referencia-se uma área associada a movimentos lentos do solo (reptação), conforme analisado anteriormente; enquanto que nos sítios remanescentes, os processos de perigosidade predominantes encontram-se relacionados com fenómenos de erosão costeira.
- As freguesias do Jardim e Paul do Mar, à semelhança das referências anteriores, registam a ocorrência de fenómenos com capacidade destrutiva de génese distinta, sobretudo devido às suas particularidades geológicas, constituídas essencialmente por material detrítico e heterométrico (depósito de vertente); aos seus enquadramentos morfológicos, circundados por taludes subverticais com centenas de metros; bem como às suas posições/localizações geográficas, no contexto do município. Especificamente, possuem uma elevada exposição e susceptibilidade a fenómenos relacionados com a erosão costeira; a movimentos de massa, sobretudo ao longo das vertentes Norte das freguesias e em determinados sectores da Estrada Regional 223; e a processos associados com eventos meteorológicos extremos.

Adicionalmente, salienta-se a combinação de outros parâmetros de intensificação do nível de exposição, e subsequente vulnerabilidade social e infraestrutural, tais como:

- A inexistência de redes de comunicação alternativas à Estrada Regional 223, nomeadamente que apresentem elevados níveis de segurança e protecção e que contribuam para a alocação célere de meios e recursos afectos aos agentes de Protecção Civil, e/ou que sejam determinantes na optimização da capacidade de resposta e operacionalidade em situações ante-emergência;
- A ausência de um sistema de emergência de permanência local, composto por infraestruturas e meios de socorro adequados, bem como por agentes de Protecção Civil com formação de emergência específica para cada um dos processos de perigosidade mais frequentes;
- A carência de uma infraestrutura de utilização colectiva destinada à venda e requisição de produtos farmacêuticos, sobretudo os necessários em situações de emergência, aquando do isolamento total das freguesias.

A conjugação dos processos de identificação e localização de equipamentos colectivos e infraestruturas de utilização pública, com o de delimitação de áreas de risco potencial, permite a inventariação das infraestruturas potencialmente afectadas por fenómenos de perigosidade natural (QUADRO 14. ANEXO - PONTO 08.4). Esta situação permite proceder ao planeamento, a operacionalização e a alocação de meios materiais e humanos, em função do tempo de resposta e das actividades associadas à situação de emergência. Em termos práticos, no âmbito da prevenção e mitigação, possibilita a dotação dos locais mais sensíveis à ocorrência de danos e prejuízos, com os meios de resposta necessários à minimização da probabilidade de acidente grave ou catástrofe.

No espaço geográfico em estudo são identificadas áreas sensíveis (na acepção do artigo nº2 do Decreto-Lei nº 69/2000 de 3 de Maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 197/2005 de 8 de Novembro) que, de acordo com o Plano de Ordenamento do Parque Natural da Madeira, ascende aos 65% da unidade territorial em estudo (72,6km²). Assim, uma grande percentagem do território administrado apresenta condicionantes ao uso, ocupação e transformação do solo, resultantes da existência de áreas integrantes no Parque Natural da Madeira e na Rede Natura 2000.

Especificamente, determina uma disposição geográfica homogénea desde o litoral às zonas altas do Maciço Montanhoso Central, nomeadamente numa faixa ao longo do eixo topográfico da ilha da Madeira. *“Os valores presentes neste concelho vão desde as áreas rurais e de valor paisagístico às áreas de floresta, nomeadamente Floresta Laurissilva e áreas de vegetação de altitude.”*

Esta situação adquire alguma importância, uma vez que 66,5%, cerca de 30,4km², das áreas propensas à ocorrência de fenómenos com potencial destrutivo localizam-se em zonas interditas e/ou condicionadas à construção e/ou reconversão urbanística, de acordo com os instrumentos de planeamento e gestão do

ordenamento do território em vigor, contribuindo para a diminuição exponencial do índice de exposição da Comunidade e da respectiva vulnerabilidade social.

De igual forma, salienta-se que somente 15% do território em análise encontra-se dedicado às actividades humanas (16,8km²), bem como à subsequente dinâmica e mutabilidade socioeconómica, apesar do Município da Calheta contabilizar 45,6km² de áreas propensas (Susceptibilidade compósita Moderada – Muito Elevada) à ocorrência de eventos nefastos à Sociedade Civil.

06.2.2 Análise Qualitativa

A análise qualitativa do Risco considera a probabilidade e a gravidade de cada um dos processos de perigosidade identificados, resultando num processo de definição da prioridade e na optimização da operacionalização de meios e recursos, no que concerne à intervenção (população, bens e ambiente). Segundo [ANPC \(2003\)](#) o “*método proposto para a análise do risco é baseado nos cenários de acidente associados a cada risco identificado e aplicação de uma matriz de risco com base na estimativa do grau de gravidade dos danos potenciais e na probabilidade de ocorrência do risco.*”

Contextualmente, entende-se por **probabilidade**, a potencialidade/frequência de ocorrência de fenómenos naturais cíclicos que provocam consequências negativas na Comunidade, nomeadamente danos e prejuízos ao nível da estrutura demográfica (população), ambiental e socioeconómica. Por sua vez a **gravidade** é definida como as consequências desse mesmo evento, expressas em termos de escala de intensidade das consequências negativas para a população, bens e ambiente. Associado ao grau de gravidade está o conceito de **vulnerabilidade**, que, em resultado de uma dada ocorrência, define-se como o potencial para provocar prejuízos e vítimas, bem como perdas económicas para os cidadãos, empresas ou organizações ([ANPC, 2003](#)). Adicionalmente, enquadra-se o conceito de **exposição** na fórmula compósita do Risco, como um quarto vector, indicando-nos o grau de sujeição e de capacidade de resposta dos elementos estruturais que compõem a Sociedade Civil (grupos de risco, infraestruturas de utilização pública e equipamentos colectivos), relativamente à ocorrência de processos que constituem um determinado índice de perigosidade.

A prossecução do processo analítico qualitativo de avaliação do Risco natural, conforme descrito anteriormente, resulta da interacção do sistema biofísico com o antrópico. Especificamente, determina o resultado compósito da combinação da probabilidade de ocorrência de um fenómeno não desejável e que represente um determinado nível de perigosidade, e, consequentemente, da gravidade dos danos e prejuízos potenciais resultantes da acção/influência do evento sobre a Comunidade.

A idealização de cenários (representação simplificada da realidade) associados aos riscos mais representativos e a identificação dos elementos estruturais mais vulneráveis no território em análise, permite, através da adopção de critérios de definição predefinidos ([QUADRO 10 e 11. ANEXO - PONTO 08.2](#)), a estimativa dos graus de probabilidade de ocorrência e de gravidade dos impactos potenciais provocados. A correlação directa, sobre a

matriz de avaliação qualitativa do risco (QUADRO 12. ANEXO - PONTO 08.2), entre os vectores analíticos supramencionados (probabilidade e gravidade), permitirá a identificação do grau de risco compósito associado (Extremo, Elevado, Moderado ou Baixo).

De acordo com os dados susceptíveis de investigação, nomeadamente a inventariação histórica de ocorrência de eventos naturais com repercussões negativas na dinâmica socioeconómica/populacional/ambiental e dos trabalhos de campo realizados, a análise qualitativa à Matriz de Risco (QUADRO 7) permite constatar que os processos de perigosidade com maior incidência e representatividade no território em análise têm a sua génese associada a fenómenos de geodinâmica externa e geoclimáticos. De igual forma, salienta-se os incêndios florestais, como riscos mistos, uma vez que existe uma variabilidade acentuada entre a preponderância dos factores biofísicos e antrópicos na ignição de um evento.

Destacam-se com Risco Extremo os Incêndios Florestais, os Movimentos de Massa e as Cheias Rápidas e Inundações, bem como às Precipitações Intensas com Risco Elevado. Pela sua especificidade, salientam-se de igual forma, os processos de perigosidade relacionados com fenómenos de erosão costeira que, embora com probabilidade média-alta, encontram-se com um grau de Risco Moderado, devido a uma gravidade reduzida e a uma distribuição espacial heterogénea extremamente reduzida.

QUADRO 7. Quadro resumo dos resultados cumulativos da análise qualitativa de risco.

PROBABILIDADE	PROBABILIDADE	GRAVIDADE	RISCO
INCÊNDIOS FLORESTAIS	Elevada	Acentuada	E X T R E M O
CHEIAS RÁPIDAS E FLUXOS	Média – Alta	Acentuada	E L E V A D O
PRECIPITAÇÕES INTENSAS	Média – Alta	Moderada	E L E V A D O
SISMOS	Média – Baixa	Reduzida	B A I X O
EROSÃO COSTEIRA	Média – Alta	Reduzida	M O D E R A D O
TSUNAMIS	Baixa	Reduzida	B A I X O
MOVIMENTOS DE MASSA	Elevada	Acentuada	E X T R E M O

07. ESTRATÉGIAS DE PLANEAMENTO, GESTÃO E DE MITIGAÇÃO DO RISCO

Os processos de perigosidade naturais provocam na Comunidade, especificamente na sua estrutura demográfica e socioeconómica, danos materiais e prejuízos humanos avultados. Neste contexto, urge a necessidade de implementação e adopção de medidas que, de algum modo, permitem atenuar/diminuir os efeitos nefastos perpetuados pelos fenómenos. Todavia, segundo [ABREU \(2008\)](#), evitar a sua ocorrência escapa à capacidade humana de intervenção, devendo limitar-nos à sua gestão e respectiva atenuação.

Na acepção de [KOBAYAMA et al. \(2004\) in ABREU \(2008\)](#), existem “*duas tipologias de medidas preventivas básicas: as estruturais e as não-estruturais*”, as quais, a adopção das primeiras envolve a realização de obras de engenharia complexas e dispendiosas, tais como: barragens, diques, alargamento dos canais de vazão, reflorestação, estabilização e reperfilamento de taludes, construção de banquetas, etc.; enquanto que, a implementação de medidas não-estruturais, envolve a **efectivação de acções no âmbito do planeamento estratégico do território e de gestão urbanística**; a **implementação de Sistemas de Alerta Precoce**; bem como a **realização de actividades de educação/sensibilização da Comunidade**, nomeadamente na adopção de medidas de auto-protecção. Ainda segundo este autor, na área não-estrutural, os três vectores de actuação supramencionados devem “*ser implementados, exclusivamente, por entidades políticas e sociais locais*”, enquanto que na terceira área de intervenção, o processo de coordenação deverá ser da responsabilidade das entidades autárquicas, com auxílio de organismos autónomos associados ao sistema científico-tecnológico.

O processo de planeamento sectorial estratégico, nomeadamente no âmbito da Protecção Civil (Plano Gerais e Especiais de Protecção Civil, e respectiva cartografia de Risco) e do Ordenamento do Território (Instrumentos de Gestão Territorial), determina a prossecução objectiva de desenvolvimento de ferramentas espaciais estratégicas, com o objectivo concreto de: organizar, orientar, agilizar e uniformizar as acções de resposta necessárias a situações de acidente grave ou catástrofe, que constituem perigosidade para as populações e infraestruturas; adaptar/estruturar o processo de planeamento e gestão do sistema urbano-rural à fenomenologia dos eventos, de modo a corrigir as deficiências urbanísticas que, em determinadas circunstâncias, possam amplificar o respectivo grau de severidade; bem como, consequentemente, a dotação em áreas problemáticas, dos meios e recursos necessários à minimização das consequências nefastas.

A implementação desta estratégia permite a homogeneização do território perante os perigos naturais, condicionando os usos do solo, de acordo com o grau e a probabilidade de ocorrência de acidentes, com o objectivo de promover uma política equilibrada e sustentada no âmbito do Ordenamento do Território e gestão de emergências.

Adicionalmente, o conteúdo documental da Planta de Condicionantes não poderá conter premissas estáticas, uma vez que, o espaço geográfico estabelece uma mutabilidade socioeconómica extremamente acentuada, ocasionando, numa lógica de melhoria contínua, uma constante actualização dos documentos, conforme

estipulado no ponto 2, do artigo 18º, da Lei nº 65/2007 de 12 de Novembro e no ponto 4, do artigo 50º, da Lei nº 27/2006 de 3 de Julho. Esta versatilidade é motivada pela percepção de novos riscos, pela identificação de novas vulnerabilidades, pela existência de informações decorrentes de novos estudos ou relatórios de carácter técnico-científico, pela mudança dos meios e recursos disponíveis, pela alteração dos contactos das diversas entidades envolvidas nos planos, ou por mudanças do quadro legislativo em vigor. Neste contexto, no âmbito do processo de revisão do PDMC, foi tido em consideração a análise dos seguintes vectores de actuação:

- A delimitação de áreas que, pelas suas características biofísicas e/ou socioeconómicas, possuam uma susceptibilidade acentuada à ocorrência de processos de perigosidade;
- A identificação dos pontos críticos que contribuem para o aumento do grau de severidade e da intensificação da capacidade destrutiva dos fenómenos;
- A definição e delimitação de distâncias e faixas de segurança, relativas aos processos de perigosidade;
- A caracterização da magnitude/severidade dos fenómenos recorrentes no território;
- A identificação do grau de exposição e vulnerabilidade da comunidade, e respectivo tecido socioeconómico, nomeadamente através da localização espacial de um conjunto de equipamentos, infraestruturas e sistemas de utilização colectiva;
- A apreciação da possibilidade de aumento da severidade e exposição para as populações e infraestruturas colectivas, por alteração do uso do solo, aquando do processo de implementação/aplicação do PDMC, e respectiva AAE.

Em suma, num exercício de planeamento municipal, a introdução da susceptibilidade/perigosidade nos instrumentos de planeamento e gestão urbanística constitui uma medida não estrutural de mitigação e prevenção do Risco, como referido anteriormente, uma vez que possibilita, simultaneamente, o aumento da capacidade de previsão espacial dos fenómenos; uma melhor adequação e redacção dos planos de Protecção Civil; a redução dos esforços de mitigação, com a adopção de medidas correctivas estruturais; e a minimização dos danos económicos e sociais colaterais.

A inventariação cartográfica da susceptibilidade e vulnerabilidade e a gestão espacial de informação/dados georeferenciados, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, permite a adopção de modelos dinâmicos de administração territorial, em constante actualização, na optimização municipal da operacionalização de meios e recursos em situações ante-emergência, bem como na prossecução de uma política de planeamento estratégico sustentável.

Contextualmente, a introdução de um sistema municipal de gestão do risco e de emergência eficiente (segundo vector de actuação – medidas não-estruturais), integrado no contexto regional, permitirá o enquadramento das áreas homogéneas de risco nos planos sectoriais de ordenamento do território e de gestão de emergência; contribuirá na implementação de procedimentos standardizados municipais, permitindo a optimização de um processo de alocação célere e de resposta integrada dos meios e recursos necessários às operações de socorro; bem como a melhoria significativa da interoperabilidade das entidades e organizações,

públicas ou privadas, intervenientes na gestão homogeneizada dos danos, prejuízos e das necessidades das populações afectadas por um fenómeno catastrófico.

Especificamente, a implementação deste Sistema de Protecção Civil Municipal e de um programa de actuação municipal estratégico para a Segurança e Protecção Civil permitirá a:

- A promoção de um “consciência preventiva do risco” na população e a adopção de uma “cultura de segurança” no ordenamento do território, instituindo a segurança da comunidade como um dos pilares fundamentais de uma política estrutural no âmbito do processo de planeamento urbanístico;
- A identificação, nos planos de ordenamento do território, das áreas que constituem maior risco, definindo estratégias de gestão urbanística e contribuindo na orientação dos programas de investimento público, permitindo a realocação de infraestruturas público/privadas de áreas que possam ser afectadas por processos catastróficos de génese natural e antrópica;
- Uma articulação inter-concelhia e regional, contribuindo positivamente no aumento da eficácia e capacidade de resposta das entidades e organismos intervenientes no teatro de operações, bem como na sua interoperabilidade e gestão da emergência;
- A identificação e a constante actualização dos parâmetros associados à perigosidade natural e à vulnerabilidade social e infraestrutural, devido a variação espaço-temporal da influência antrópica sobre o meio físico;
- A gestão dos cenários de risco, através da implantação e monitorização de medidas estruturais e não-estruturais, bem como de planeamento das acções e/ou procedimentos de emergência;
- A elaboração de uma rede concelhia de informações geográficas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e homogéneo do território;
- Uma mudança estratégica face aos riscos naturais, determinando uma actuação pró-activa no campo da prevenção e mitigação e contribuindo drasticamente na redução dos eventuais custos associados;
- A operacionalização eficiente dos meios e recursos, decorrentes da aplicação dos planos sectoriais de emergência de Protecção Civil;
- A promoção de um uso, transformação e utilização do solo equilibrado e sustentável, por forma a garantir as condições mínimas de segurança das infraestruturas e do bem-estar da comunidade;
- A consciencialização e/ou sensibilização indirecta da comunidade para a temática, através das orientações inerentes aos instrumentos municipais de gestão urbanística.

O terceiro vector de actuação, no âmbito da aplicação das medidas não-estruturais, é um dos que adquirem maior importância. A sensibilidade e consciencialização pública depreende, por parte das autoridades locais, a adopção de uma política pró-activa de optimização do nível de prontidão, capacidade de resposta e/ou preparação das entidades e organizações intervenientes no teatro de operações (Agentes de Protecção Civil), bem como do estímulo e educação da Comunidade, no que concerne às causas e efeitos de um evento catastrófico. Segundo [ABREU \(2008\)](#) “os grupos populacionais que habitam em áreas vulneráveis, por exemplo,

plainos aluvionares que são periodicamente afectadas por inundações, devem ser alertados para o risco potencial que correm e para os procedimentos de actuação a ter em consideração num determinado evento”; bem como os grupos de risco que, devido a problemas de mobilidade (GLADWIN e PEACOCK, 1997), psico-motores (ENARSON e MORROW, 1997; MORROW, 1999) ou monetários (CLARK *et al.*, 1998; BLAIKIE *et al.*, 1994), possuem uma menor capacidade de recuperação e, conseqüentemente, maior vulnerabilidade.

Na sequência da análise da matriz qualitativa do risco (QUADRO 7), enumera-se um conjunto de medidas estratégicas de prevenção e mitigação da ocorrência/evento e de atenuação das conseqüências/efeitos danosos dos respectivos processos de perigosidade (QUADRO 8 e 9). Pretende-se, com a adopção de procedimentos estandardizados, conforme o grau de severidade do evento, contribuir para a diminuição do grau de exposição da Comunidade e do índice de vulnerabilidade da população, de equipamentos colectivos e de infraestruturas de utilização pública, perante as características fenomenológicas de um fenómeno.

QUADRO 8. Estratégias de gestão e mitigação gerais do risco, consoante a severidade dos fenómenos.

GRAU	MEDIDAS GERAIS DE GESTÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO
RISCO EXTREMO	<ul style="list-style-type: none"> • Proceder à monitorização dos factores desencadeantes dos processos de perigosidade, consoante a tipologia de susceptibilidade, através da adopção de sistemas de alerta precoce; • Identificar, na planta de condicionantes dos instrumentos de ordenamento e planeamento urbanístico, as distâncias e faixas de segurança relativas aos riscos naturais e tecnológicos presentes, assim como os que tendo origem nos municípios vizinhos possam causar impactos na área do plano; • Delimitação de áreas <i>non aedificandi</i>, destinadas a outros usos e/ou tipologias de ocupação do solo que não constituem um elevado grau de vulnerabilidade; • Promoção de um processo de desenvolvimento de Planos Especiais de Emergência de Protecção Civil para cada um dos processos de perigosidade presentes na área administrada, especificamente aqueles com maior probabilidade de ocorrência; • Proceder a realocização de pessoas e bens para áreas que determinem pouca susceptibilidade, relativamente à ocorrência de processos de perigosidade; • Ordenar o processo de expansão urbana, nos sectores mais propensos e/ou susceptíveis a processos de perigosidade natural ou tecnológica, de forma a prevenir o impacto futuro de situações críticas catastróficas; • Identificar cartograficamente, nos instrumentos de ordenamento e planeamento urbanístico, os sistemas referentes às telecomunicações que asseguram a actuação e operacionalidade da Protecção Civil, nomeadamente os de carácter não reservado, especificamente os sistemas de antenas e/ou repetidores de rádio; de monitorização dos processos catastróficos naturais e tecnológicos; e de aviso ou alerta das populações. • Identificar, cartograficamente, as infraestruturas referentes à rede viária florestal, destinada à vigilância e ao combate aos incêndios florestais; e aos pontos de água, destinados ao abastecimento dos meios e recursos envolvidos no combate aos incêndios. De igual forma, assinala a rede de hidrantes exteriores, verificando a sua conformidade com o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios (RJSCIE - Decreto-Lei nº 220/2008 de 12 de Novembro) e respectivo regulamento técnico (Portaria nº 1532/2008 de 29 de Dezembro); • Identificar, cartograficamente, os equipamentos referentes às instalações do SMPC-C, da Corporação de Bombeiros, da Cruz Vermelha, das Forças de Segurança e Armadas, das Autoridades Marítima e Aeronáutica, da Equipa Médica de Intervenção Rápida (EMIR) e dos demais serviços de Protecção Civil; • Inventariação dos espaços amplos, com ausência de barreiras arquitectónicas, que possam ser ocupadas/utilizadas pela população, temporariamente, em situação de emergência; como por exemplo, para a operacionalização de uma Zona de Concentração e Apoio à População, com a finalidade de proceder à assistência dos cuidados primários de saúde; • Promover a realização das medidas estruturais e não-estruturais associadas ao grau de Risco hierarquicamente inferior (Elevado).

GRAU	MEDIDAS GERAIS DE GESTÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO
RISCO ELEVADO	<ul style="list-style-type: none"> • Enquadrar a tipologia construtiva e de intervenção, no âmbito do uso e ocupação do solo, às condicionantes associadas aos instrumentos de ordenamento do território e aos pressupostos relacionados com os processos de perigosidade natural; • Promover a realização de estudos técnico-científicos, à escala do Projecto, que comprove a aptidão construtiva do solo; • Desenvolver um Sistema Municipal de Gestão do Risco e da Emergência eficiente, em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, que permitirá estabelecer modelos dinâmicos de gestão territorial, em constante actualização, optimizando os meios e recursos necessários à gestão municipal das vulnerabilidades, bem como na actuação ante-emergência; • Idealizar e desenvolver uma base de dados municipal uniformizada, para o registo de ocorrências relativas a eventos de perigosidade natural e/ou tecnológica, por forma a afirmar-se como um elemento fundamental de informação e prevenção no seio da organização; • Reforçar as sinergias entre as diferentes entidades associadas ao sistema de Protecção Civil (Bombeiros, Polícia, Câmara Municipal, Direcções ou Serviços Regionais, etc.), através da intervenção municipal e regional, consoante as diferentes escalas de análise; • Regular o uso dos solos, segundo os diferentes tipos e graus de risco, prevendo medidas de prevenção e mitigação ajustadas às intervenções propostas; • Promover a realização das medidas estruturais e não-estruturais associadas ao grau de Risco hierarquicamente inferior (Moderado).
RISCO MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> • Promover acções de sensibilização e de consciencialização da Comunidade, para a temática da perigosidade natural vulnerabilidade social, com o objectivo de estimular a população para a adopção de medidas de auto-protecção; • Promover a realização de palestras, workshops e conferências, bem como proceder à divulgação educacional da Sociedade Civil, através da distribuição de panfletos, brochuras e material didáctico; • Fomentar a formação de agentes municipais especializados no domínio da Protecção Civil; • Fomentar o desenvolvimento do Plano Municipal de Emergência de Protecção Civil, promovendo a interoperabilidade e interligação com outros instrumentos sectoriais de planeamento e gestão urbanística e consolidando as respectivas competências técnicas e materiais da sua intervenção; • Desenvolver um conjunto de normativas eficazes na orientação das decisões de intervenção política no território e que sejam capazes de minorar os efeitos perpetuados pelos processos naturais sobre as actividades humanas; • Proceder à actualização cartográfica da perigosidade natural e das vulnerabilidades sociais e infraestruturais, uma vez que existe a variação espaço-temporal extremamente acentuada, devido a influência antrópica sobre o meio físico; • Executar e realizar exercícios e simulacros, com a finalidade de testar a operacionalidade e a interoperabilidade dos planos; manter a prontidão e assegurar a eficiência de todos os agentes de Protecção Civil; e garantir a manutenção da eficácia dos planos e das organizações intervenientes; • Estabelecer protocolos de cooperação com organismos e agentes de Protecção Civil externos à edilidade, com o intuito de fomentar e desenvolver sinergias de operacionalidade de emergência; a partilha de práticas, experiências, trabalhos e competências técnico-científicas; e o estímulo à investigação qualificada, formação científica, técnico-profissional e social, em domínios de interesse comum; • Devem ser considerados, para centros urbanos em condições avançadas de degradação, os respectivos procedimentos de actuação, nomeadamente a prossecução de um processo de identificação do plano de emergência em vigor e das vias de acesso e de socorro; • Devem ser consideradas, aquando da proposta do PDMC, a possibilidade de aumento e/ou introdução de novas tipologias de processos de perigosidade natural e/ou antrópica, pela edificação de novas infraestruturas, nomeadamente edifícios, vias de comunicação, etc.; • Regular, dinamizar e promover o Serviço Municipal de Protecção Civil, segundo os pressupostos inerentes à Lei nº 27/2006 de 3 de Julho (Lei de Bases da Protecção Civil) e a Lei nº 65/2007 de 12 de Novembro (Enquadramento institucional e operacional da protecção civil no âmbito municipal, organização dos serviços municipais de protecção civil e competências do comandante operacional municipal).

QUADRO 9. Estratégias de mitigação específicas do risco, consoante a severidade e a tipologia dos fenómenos.

PROCESSO DE PERIGOSIDADE	RISCO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DE GESTÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO
INCÊNDIOS FLORESTAIS	EXTREMO	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar uma gestão florestal eficaz, através da compartimentação das regiões com aptidão florestal, em sub-regiões com características semelhantes, as quais passariam a constituir as futuras unidades de prevenção; A definição de sub-regiões de intervenção prioritária, por se localizarem em áreas de susceptibilidade Elevada a Muito Elevada; Fomentar a limpeza do material combustível, nomeadamente em áreas abundantes de espécies arbustivas propensas à propagação do fogo; Promover à inventariação dos cadastros florestais; A proibição ou restrição de queimadas, somente com o acompanhamento da Corporação de Bombeiros e do S MPC local; Delimitação de faixas de segurança (áreas de transição) entre as zonas florestais e as urbanas.
CHEIAS RÁPIDAS E FLUXOS	ELEVADO	<ul style="list-style-type: none"> Proibir ou evitar a deposição de inertes (materiais e resíduos de construção) nas linhas de água, uma vez que propiciam a diminuição das secções de vazão, sobretudo se se acumularem em determinados estrangulamentos (pontes, obstáculos); Impedir a construção em leitos de cheia, que tendencialmente estrangulam os cursos de água; Controlar o crescimento urbano em sectores de forte encaixe da rede hidrográfica e próximo das linhas de água de 1ª ordem, onde o escoamento pode assumir um comportamento fluvio-torrencial potencialmente danoso; Evitar a cobertura irregular dos cursos de água com acessos automóveis (rotundas e/ou pontes); Proceder à limpeza do leito de vazão dos cursos de água que determinam maior perigosidade; Proceder à inventariação da rede hidrográfica, bem como a delimitação das áreas críticas de escoamento; Promover a realização de medidas estruturais; Edificar estruturas de retenção de carga sólida, do tipo bacias de retenção (diques), localizadas em tributários de 2ª ordem, de acordo com os critérios de hierarquização da rede hidrográfica de STRAHLER, e o respectivo desassoreamento sazonal; Definir as áreas de inundação periódica, através da delimitação de áreas críticas de escoamento hidráulico e/ou da maior cheia conhecida, para um período de retorno de 100 anos; Em áreas de reduzida cobertura vegetal, promover e fomentar a reflorestação de vegetação arbustiva (cuja ausência foi provocada por incêndios florestais e/ou abate histórico da vegetação arbórea), nomeadamente em espaços geográficos propensos ao aumento da erosão, à escorrência superficial, à infiltração hipodérmica e ao aumento do escoamento potencial total, contribuindo para a diminuição do coeficiente de torrencialidade e do tempo médio de cheias rápidas.
PRECIPITAÇÕES INTENSAS	ELEVADO	<ul style="list-style-type: none"> A este processo de perigosidade, são aplicadas as medidas específicas de gestão e mitigação do Risco respeitante às Cheias Rápidas e Fluxos. Monitorização através da implementação de uma rede estratégica de emergência, composta por estações meteorológicas, fluviómetros e geophones, capazes de prevenir, atempadamente, a ocorrência de cheias rápidas ou de movimentos de massa superficiais.
SISMOS	BAIXO	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência da necessidade de adopção de medidas estruturais ou não-estruturais, relativamente a esta tipologia específica de processo de perigosidade.
EROSÃO COSTEIRA	MODERADO	<ul style="list-style-type: none"> A este processo de perigosidade, são aplicadas as medidas específicas de gestão e mitigação do Risco respeitante aos Movimentos de Massa.
TSUNAMIS	BAIXO	<ul style="list-style-type: none"> Inexistência da necessidade de adopção de medidas estruturais ou não-estruturais, relativamente a esta tipologia específica de processo de perigosidade.

PROCESSO DE PERIGOSIDADE	RISCO	MEDIDAS ESPECÍFICAS DE GESTÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO
MOVIMENTOS DE MASSA	EXTREMO	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorizar e proceder a realização de estudos técnico-científicos, com vista a avaliação do grau de instabilidade das vertentes; • Proceder à estabilização dos taludes que evidenciem acentuados sinais de instabilidade, através da adopção/aplicação de medidas estruturais de engenharia (muros de suporte ou sobranceiros, redes de retenção, pregagens e/ou ancoragens, etc). • Promover e fomentar, em áreas de reduzida cobertura vegetal, a reflorestação de vegetação arbustiva, de modo a diminuir exponencialmente o escoamento superficial hídrico e, conseqüentemente, a erosão por salpicamento (<i>Splash</i>) ou arrastamento da camada superior do solo; • Proceder ao revestimento vegetal dos taludes antrópicos e naturais, de modo a reduzir a erosão potencial; • Reequacionar, sobretudo nas áreas rurais, o abandono agrícola e a reconversão destes espaços, de modo a que a construção e a manutenção de muros de suporte dos socalcos agrícolas conserve as estruturas de drenagem tradicionais, onde os processos morfodinâmicos activos podem originar movimentos em massa localizados; • Limitar as alterações de declive (em especial em zonas declivosas ou em solos erosionáveis) para construção urbana ou de infraestruturas colectivas, adaptando a implementação do Projecto ao declive, com a prossecução de um processo de edificação em socalcos e/ou paralelo à orientação da vertente; • Delimitação de faixas de segurança no limite crítico superior e inferior da vertente, em áreas referenciadas e/ou que determinem susceptibilidade aos movimentos de massa.

Concomitantemente, procedeu-se ao desenvolvimento de uma análise SWOT preliminar para o Município da Calheta (ANEXO - PONTO 08.3), permitindo detectar um conjunto de vectores de actuação.

08. ANEXOS

08.1 REGULAMENTO

08.2 ANÁLISE QUALITATIVA DO RISCO. CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DA GRAVIDADE E PROBABILIDADE E MATRIZ

08.3 ANÁLISE SWOT

08.4 INVENTARIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E/OU INFRAESTRUTURAS SUSCEPTÍVEIS

08.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

08.6 REFERÊNCIAS LEGAIS

08.7 REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS

08.8 BASES CARTOGRAFIAS TEMÁTICAS SECTORIAIS

08.1 REGULAMENTO

SECÇÃO V

PROTECÇÃO A RISCOS NATURAIS

ARTIGO 32º

CARACTERIZAÇÃO

Determina a caracterização dos riscos naturais identificados, estabelece as normas de edificabilidade e de planeamento estratégico e introduz as necessárias disposições, de modo a salvaguardar o bem-estar e segurança e protecção de pessoas, bens e ambiente.

ARTIGO 33º

ESCORREGAMENTOS E QUEDA DE BLOCOS

01. Na Planta de Condicionantes, especificamente na Carta de Susceptibilidade aos Escorregamentos e Queda de Blocos, os espaços geográficos cujos pressupostos cartográficos determinem um grau de susceptibilidade Muito Elevado a Elevado de ocorrência de um processo de perigosidade, devem ser objecto de um estudo integrado e sistematizado que avalie e comprove a aptidão à construção, sob as condições de total segurança de pessoas e bens, e que descreva/defina a melhor solução técnica a adoptar para a estabilidade do zonamento em questão, ficando a ocupação/licenciamento condicionado à elaboração de um parecer técnico-científico elaborado por técnicos ou entidades credenciadas, baseado em estudos geológico-geotécnico e hidrogeológico específicos, a submeter a parecer dos serviços municipais.
02. A síntese dos estudos técnico-científicos referenciados no número anterior, devem ser promovidos a uma escala adequada ao projecto.
03. Em zonas com evidentes sinais de escorregamento e/ou áreas afectadas por erosão costeira, aplica-se os pressupostos inerentes ao ponto 1.

ARTIGO 34º

CHEIAS RÁPIDAS E FLUXOS

01. Em áreas cuja identificação cartográfica na Planta de Condicionantes – Carta de Susceptibilidade às Cheias Rápidas e Fluxos, determinem um grau de susceptibilidade Muito Elevado de ocorrência de um processo de perigosidade, é interdita:
 - a. A ocupação e construção em subsolo;
 - b. À instalação de vazadouros, lixeiras, parques de sucata, britadeiras, pedreiras ou quaisquer outros depósitos de materiais;
 - c. Realizar construções ou executar obras susceptíveis de constituir obstrução à livre passagem da massa aquosa;
 - d. Proceder à armazenagem ou produção de matérias químicas ou biológicas perigosas.
02. Em áreas referenciadas com um grau de susceptibilidade Elevada, qualquer tipo de intervenção descrita no número anterior, deve ser precedida de um estudo técnico-científico aos parâmetros geológicos-geotécnicos, hidrogeológicos e hidrológicos, elaborado por técnicos ou entidades credenciadas, de modo a adoptar as soluções técnicas que garantem maior compatibilidade e fiabilidade construtiva.
03. A síntese dos estudos referenciados nos números anteriores, deve demonstrar a aptidão para a construção em condições de total segurança de pessoas e bens e garantir a protecção dos ecossistemas em causa, sendo submetida a parecer dos serviços municipais.

ARTIGO 35º

DISTÂNCIAS E FAIXAS DE SEGURANÇA E PROTECÇÃO

01. Sem prejuízo do disposto no ponto 01 do artigo 33º e 34º, são definidas as distâncias e faixas de segurança relativas aos processos de perigosidade naturais presentes, assim como os que tendo origem nos municípios vizinhos possam causar impacto na área do plano, nas quais, são interditas a edificação e só são permitidas construções de áreas de lazer e pequenas estruturas de apoio em madeira.
02. As distâncias e faixas de segurança *non aedificandi* prolongam-se a partir dos limites associados às áreas geográficas compreendidas entre o grau de susceptibilidade Elevado e o Muito Elevado, até uma extensão máxima de 10 metros.

03. Caso haja necessidade, todas as ocupações do solo em áreas associadas ao ponto 02, devem ser objecto de uma avaliação técnico-científico aos parâmetros geológicos-geotécnicos, hidrogeológicos e hidrológicos, com o objectivo de aferir as condições de segurança e protecção da Comunidade.

ARTIGO 36º

OUTRAS DISPOSIÇÕES

01. Nas áreas integradas em solo urbano e em faixas de segurança admite-se a construção, reconstrução, alteração e ampliação do edificado, em condições de excepção e quando comprovadamente indispensáveis como complemento de outras construções e desde que não exista alternativa viável para a sua localização.
02. As situações admitidas no número anterior, não incluem construções e reconstruções destinadas a infraestruturas e a equipamento de índole colectiva (hospitais, centros de saúde e de dia, lar de idosos, escolas, quartéis de bombeiros, instalações de forças de segurança e de infraestruturas municipais indispensáveis às actividades de Protecção Civil); de edifícios de utilização pública, que se destinem à aglomeração de pessoas; bem como a localização de reservatórios de combustíveis líquidos ou gasosos.

08.2 ANÁLISE QUALITATIVA DO RISCO. CRITÉRIOS DE DEFINIÇÃO DA GRAVIDADE E PROBABILIDADE E MATRIZ

QUADRO 10. Graus de Gravidade.

CLASSIFICAÇÃO	IMPACTO	DESCRIÇÃO
RESIDUAL	População	Não há feridos nem vítimas mortais. Não há mudança/retirada de pessoas ou apenas de um número restrito, por um período curto (até 12 horas). Pouco ou nenhum pessoal de apoio necessário (não há suporte ao nível monetário nem material). Danos sem significado.
	Ambiente	Não há impacte no ambiente.
	Socioeconomia	Não há ou há um nível reduzido de constrangimentos na comunidade Não há perda financeira.
REDUZIDA	População	Pequeno número de feridos mas sem vítimas mortais. Algumas hospitalizações e retirada de pessoas por um período inferior a 24 horas. Algum pessoal de apoio e reforço necessário. Alguns danos.
	Ambiente	Pequeno impacte no ambiente sem efeitos duradouros.
	Socioeconomia	Disrupção (inferior a 24 horas). Alguma perda financeira.
MODERADA	População	Tratamento médico necessário, mas sem vítimas mortais. Algumas hospitalizações. Retirada de pessoas por um período de 24 horas. Algum pessoal técnico necessário.
	Ambiente	Pequeno impacte no ambiente sem efeitos duradouros.
	Socioeconomia	Alguma disrupção na comunidade (menos de 24 horas). Alguma perda financeira.
ACENTUADA	População	Número elevado de feridos e de hospitalizações. Número elevado de retirada de pessoas por um período superior a 24 horas. Vítimas mortais. Recursos externos exigidos para suporte ao pessoal de apoio. Danos significativos que exigem recursos externos.
	Ambiente	Alguns impactes com efeitos a longo prazo.
	Socioeconomia	Funcionamento parcial da comunidade com alguns serviços indisponíveis. Perda significativa e assistência financeira necessária.
CRÍTICA	População	Grande número de feridos e de hospitalizações. Retirada em grande escala de pessoas por uma duração longa. Significativo número de vítimas mortais. Pessoal de apoio e reforço necessário.
	Ambiente	Impacte ambiental significativo e ou danos permanentes.
	Socioeconomia	A comunidade deixa de conseguir funcionar sem suporte significativo.

FONTE: Adaptado SES (2003) e EMA (2004) in ANPC (2009).

QUADRO 11. Graus de Probabilidade.

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
ELEVADA	É expectável que ocorra em quase todas as circunstâncias; E ou nível elevado de incidentes registados; E ou fortes evidências; E ou forte probabilidade de ocorrência do evento; E ou fortes razões para ocorrer; Pode ocorrer uma vez por ano ou mais.
MÉDIA – ALTA	Irá provavelmente ocorrer em quase todas as circunstâncias; E ou registos regulares de incidentes e razões fortes para ocorrer; Pode ocorrer uma vez em cada cinco anos. Pode ocorrer uma vez em períodos de 5-10 anos.
MÉDIA	Poderá ocorrer em algum momento; E ou com uma periodicidade incerta, aleatória e com fracas razões para ocorrer; Pode ocorrer uma vez em cada 20 anos. Pode ocorrer uma vez em períodos de 20-50 anos.
MÉDIA – BAIXA	Não é provável que ocorra; Não há registos ou razões que levem a estimar que ocorram; Pode ocorrer uma vez em cada 100 anos.
BAIXA	Poderá ocorrer apenas em circunstâncias excepcionais. Pode ocorrer uma vez em cada 500 anos ou mais.

FONTE: Adaptado SES (2003) e EMA (2004) in ANPC (2009).

QUADRO 12. Matriz Qualitativa do Risco.

PROBABILIDADE	GRAVIDADE				
	RESIDUAL	REDUZIDA	MODERADA	ACENTUADA	CRÍTICA
ELEVADA					
MÉDIA – ALTA					
MÉDIA					
MÉDIA – BAIXA					
BAIXA					

LEGENDA

RISCO	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo
-------	-------	----------	---------	---------

FONTE: Adaptado ANPC (2009).

08.3 ANÁLISE SWOT

QUADRO 13. Diagrama SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> Sensibilidade e consciencialização demonstrada pelo executivo da Câmara Municipal da Calheta, relativamente à segurança, protecção e bem-estar da comunidade local. Competência e disponibilidade dos recursos humanos. Conhecimento processual e metodológico dos recursos humanos (<i>Know-How</i>). Processo de revisão do Plano Director Municipal da Calheta. Rede de meios e recursos suficientes à operacionalização em caso de emergência, aquando da ocorrência de um processo de perigosidade. Relacionamento com outros serviços de emergência. Existência de estudos científicos realizados no âmbito dos Riscos naturais, especificamente a incidência e aplicação às políticas e instrumentos de gestão, reconversão e ordenamento urbanístico do espaço administrado, bem como a adaptação ao planeamento de emergência. Introdução nos instrumentos de gestão urbanística e de ordenamento do território, de condicionantes/restrições ao uso e transformação do solo, de acordo com o grau de susceptibilidade, bem como a optimização do sistema municipal de emergência. 	<ul style="list-style-type: none"> Território municipal exposto a um leque diversificado de perigos naturais e tecnológicos, com distinta incidência territorial, apresentando, alguns desses fenómenos, elevada magnitude e grande potencial destruidor (movimentos de massa, cheias rápidas e inundações costeiras e incêndios florestais). Áreas de perigo elevado que, por estarem ocupadas por actividades humanas desajustadas, possuem um risco acentuado. Existência de factores de intensificação do grau de exposição e da severidade, pelo facto de algumas das comunidades estarem dependentes de uma única via de acesso. Aglomerados populacionais com elevada exposição, decorrente do seu grau de susceptibilidade Moderado a Muito Elevado e uma vulnerabilidade social acentuada, e que determinam uma ampliação da mesma por dificuldade de acesso e/ou por ausência de um sistema integrado de gestão de emergência. Poucas medidas de prevenção que, quando existem, tendem a perder importância ao longo do tempo, devido à raridade de alguns processos.

OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> Valorização do território, garantindo a segurança da população, bens e a qualidade do ambiente, regulamentando o uso do solo em função dos riscos expostos. Dinamização do Serviço Municipal de Protecção Civil da Calheta. Dotar as áreas que possuam um risco mais elevado, com 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 de minimização dos fenómenos naturais, bem como os meios e recursos necessários no alerta e gestão da emergência. Consciencializar, sensibilizar e preparar a comunidade, nomeadamente o grau de autoprotecção, no que diz respeito às causas e efeitos de um evento catastrófico. Desenvolver um sistema de alerta precoce que permita simular e/ou monitorizar os fenómenos/processos críticos danosos, em tempo real, contribuindo para um processo de alerta atempado, e respectiva desmobilização da comunidade em risco. 	<ul style="list-style-type: none"> Concentração excessiva de infraestruturas colectivas e estratégicas em áreas que constituem um nível de perigosidade Moderado a Muito Elevado. Degradação de recursos naturais derivado à expansão urbana e a actividades económicas. Segundo o CLIMAT II, verificar-se-á o agravamento das situações de Risco com origem hidrometeorológica, geodinâmica e dendrocaustológica, no quadro geral da modificação global do clima. Possibilidade de ocorrência de processos de perigosidade gerados nos concelhos contíguos (Incêndios Florestais, etc.), mas com efeitos potencialmente devastadores no território municipal. Dificuldade de realocação de actividades económicas para áreas que determinem um índice de perigosidade menor; e de reconversão urbanística.

08.4 INVENTARIAÇÃO DE EQUIPAMENTOS E/OU INFRAESTRUTURAS SUSCEPTÍVEIS

QUADRO 14. Relação dos equipamentos colectivos e/ou infraestruturas de utilidade pública potencialmente susceptíveis.

EQUIPAMENTO	TEMA	FREGUESIA	TIPOLOGIA			SUSCEPTIBILIDADE COMPÓSITA		
			EQUIPAMENTO COLECTIVO	INFRAESTRUTURA DE UTILIDADE PÚBLICA	OUTRO	MODERADO	ELEVADO	MUITO ELEVADO
Estação de Tratamento de Águas (ETA)	Ambiente	Paul do Mar						
Miradouro (Hotel Jardim do Atlântico)	Cultura e Lazer	Prazeres						
Miradouro	Cultura e Lazer	Ponta do Pargo						
Miradouro	Cultura e Lazer	Ponta do Pargo						
Galeria de Arte ou Exposição Temp. (Farol)	Cultura e Lazer	Ponta do Pargo						
Museu (Fábrica do Engenho Velho da Calheta)	Cultura e Lazer	Calheta						
Estação de Correios	Transportes e Comunicações	Calheta						
Turismo em Espaço Rural	Turismo	Arco da Calheta						
Turismo em Espaço Rural	Turismo	Fajã da Ovelha						
Apartamento Turístico	Turismo	Calheta						
Moradia Turística	Turismo	Calheta						
Apartamento Turístico	Turismo	Arco da Calheta						
Moradia Turística	Turismo	Fajã da Ovelha						
Central Hidroeléctrica*	Energia	Calheta						
Miradouro*	Cultura e Lazer	Calheta						
Repartição de Finanças*	Serviços Públicos	Calheta						
Esquadra da P.S.P.*	Segurança Pública	Calheta						
Câmara Municipal*	Administração Pública	Calheta						
Serviços/Comércio*	Serviços / Comércio	Calheta						
Hotel*	Turismo	Calheta						
Serviços/Comércio (Porto de Recreio) *	Serviços / Comércio	Calheta						

FONTE: Direcção Regional de Estatística, 2008.

*Equipamento colectivo ou infraestrutura de utilização pública que, devido a conjugação de outros parâmetros externos, determina, indirectamente, uma susceptibilidade potencial de ser afectada por um processo de perigosidade.

08.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, U. (2008) – *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, U.; RODRIGUES, D. e TAVARES, A. (2007) – Esboço geomorfológico do concelho de Câmara de Lobos (ilha da Madeira). Tipologia de movimentos de vertente. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfologia, volume V, p. 75-92.*
- ABREU, U.; RODRIGUES, D. e TAVARES, A. (2009a) – Processos de perigosidade natural no Município de Câmara de Lobos - Madeira. Contributo para a gestão do risco e da emergência. *Revista Territorium, Universidade de Coimbra, nº 15, p. 51-69.*
- ABREU, U.; RODRIGUES, D. e TAVARES, A. (2009b) – Risco natural no Município de Câmara de Lobos. Importância da análise espacial e contributo para a gestão do risco e da emergência. *Revista Girão, Câmara de Lobos, volume II, nº 5, p. 51-76.*
- ALMEIDA, A.; FERNANDES, P. e PEREIRA, J. (1995) – Série fotográfica dos modelos de combustível da Serra da Arrábida. *Silva Lusitana, 3(2): 253 p.*
- ALVES, C. A. M. e FORJAZ, V. H. (1991) – L'Archipel de Madère: un aperçu volcanologique. *Açoreana, 7(2): p. 235-245.*
- ANPC (2008) – Manual de apoio à Elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil. *Cadernos Técnicos PROCIV 3, Carnaxide, 48 p.*
- ANPC (2009) – Manual para a Elaboração, Revisão e Análise de Planos Municipais de Ordenamento do Território na Vertente da Protecção Civil. *Cadernos Técnicos PROCIV 6, Carnaxide, 32 p.*
- ANPC (2009) – Guia para a Avaliação de Risco no Âmbito da Elaboração de Planos de Emergência de Protecção Civil. *Cadernos Técnicos PROCIV 9, Carnaxide, 28 p.*
- ANPC; DGOTDU e IGP (2009) – Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. *Autoridade Nacional de Protecção Civil, Ministério da Administração Interna, Carnaxide, 93 p.*
- APA (2003) – *Atlas do Ambiente*. Agência Portuguesa do Ambiente do Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.
- BWW; BRP e BUWAL (2008) – *Natural Hazards recommendations. Consideration of flood hazards for activities with spatial impact*. Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, 32 p.
- DETEC (2007) – *Guide de planification. Coordination aménagement du territoire et prévention des accidents majeurs le long des installations ferroviaires significatives sous l'angle des risques*. Confédération Suisse, Genève, 35 p.

- DGRF (2006) – Guia metodológico para a elaboração do Plano Municipal/Intermunicipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios. *Direcção-Geral de Recursos Florestais, Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e das Pescas*, 142 p.
- CARVALHO, A. M. G. DE e BRANDÃO, J. M. (1991) – *Geologia do Arquipélago da Madeira*. Lisboa: Museu Nacional de História Natural, 170 p.
- CHUVIECO, E. e CONGALTON, R. (1989) – Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. *Remote Sensing of Environment*, 29: p. 147-159.
- CHUVIECO, E.; MARTIN, P. M. e VENTURA, G. (1997) – Remote sensing and GIS for long-term risk mapping. In CHUVIECO, E. (eds.) *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires*. Alcalá de Henares, Spain: Universidad de Alcalá, p. 91-108.
- CLARK, G.; MOSER, S.; RATICK, S.; DOW, K.; MEYER, W.; EMANI, S.; JIN, W.; KASPERSON, J.; KASPERSON, R. e SCHWARZ, H. E. (1998) – Assessing the vulnerability of coastal communities to extreme storms: the case of Revere, MA, USA. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 3: p. 59-82.
- CUTTER, S. L.; MITCHELL, J. T. e SCOTT, M. S. (1997) – *Handbook for conducting a GIS-Based hazards assessment at county level*. South Carolina Emergency Preparedness Division, Office of the Adjutant General, 55 p.
- BAIONI, D.; RODRIGUES, D. e GALLERINI, G. (2002) – Drainage network and energy relief of Madeira island (Portugal): preliminary notes. *Italian Journal of Quaternary Sciences (Il Quaternario)*, 15(2): p. 271-274.
- BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. e WISNER, B. (1994) – *At Risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. New York: Routledge, 471 p.
- CARVALHO, A. (2004) – Avaliação da perigosidade das aluviões na bacia da Ribeira de Machico (ilha da Madeira). *Ilharq*, 4: p. 69-91.
- DUARTE, R. S. (1995) – *Notícia explicativa VII.3. Recursos hídricos subterrâneos da Região Autónoma da Madeira*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais / Direcção-Geral do Ambiente, p. 36.
- DUARTE, S. e SILVA, M. O. (1987) – Condições hidrológicas da Ribeira dos Socorridos. *Geolis – Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, volume II(1)*, p. 77-83.
- EMA (2004) – *Emergency Risk Management Applications Guide. Manual 5*. Emergency Management Australia, Governo Australiano, 68 p.
- ENARSON, E. e MORROW, B. H. (1997) – A gendered perspective: the voices of women. In PEACOCK, W. G.; MORROW, B. H. e GLADWIN, H. (eds.) *Hurricane Andrew: ethnicity, gender and the sociology of disasters*. International Hurricane Center, Laboratory for Social and behavior research, Miami, p. 116-140.
- FERREIRA, H. A. (1955) – O clima de Portugal. VIII: Açores e Madeira. *INMG (Lisboa)*.
- FERREIRA, M. P. (1985) – Evolução geocronológica e paleomagnética das ilhas do Arquipélago da Madeira – uma síntese. *Memórias e notícias, Publ. Mus. Lab. Mineral. Geol. Univ. Coimbra*, 99: p. 213-218.
- FERREIRA, J. M. (1988) – Notas hidrogeológicas sobre algumas captações de água da ilha da Madeira. *Geolis – Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, volume II(1)*, p. 84-89.

- FONSECA, P. E.; MATA, J. e RODRIGUES, D. (1998a) – Preliminary data on tectonic lineaments from Madeira island. *GEOLogos – Revista do Dept. de Geol. da Fac. de Ciência da Universidade do Porto*, 2: p. 89-90.
- FONSECA, P. E.; MATA, J. e MUNHÁ, J. (1998b) – Tectonic lineaments from Madeira island evidence from satellite image analysis and preliminary geological data. *Actas do V Congresso Nacional de Geologia, Comun. Inst. Geol. Min.*, 84(1): p. 101-104.
- FONSECA, P. E.; MADUREIRA, J.; SERRALHEIRO, A.; RODRIGUES, C. F.; PRADA, S. N. e NOGUEIRA, C. (2000) – Dados geológicos preliminares sobre os lineamentos tectónicos da ilha da Madeira. *Actas da 2ª Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofísica, Lagos*, p. 101-104.
- FONSECA, P. E.; MADEIRA, J. E.; PRADA, S. N.; SERRALHEIRO, A.; e F., R. C. (2002) – Madeira island preliminary geological data and satellite imagey analysis. *Sociedade Portuguesa de Geotecnia*, p. 97-104.
- GAGEL, C. (1912) – Studien über den aufbau und die gesteine Madeiras. *Zeitschrift Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 64: p. 344-491. Tradução de A.R. Santos (Lisboa, 1969).
- GARCIA, R. A. C. e ZÉZERE, J. L. (2001) – Avaliação de riscos geomorfológicos: conceitos, terminologia e métodos de análise. *Actas do III Seminário de Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território, Lisboa*, p. 299-308.
- GELDMACHER, J.; HOERNLE, K.; BOGGARD, P. V. D.; DUGGEN, S. e WEMER, R. (2005) – New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age and geochemical data from seamounts in the Canary an Madeira volcanic provinces: Support for the mantle plume hypothesis. *Earth and Planet Science Letters*, 237: p. 85-101.
- GELDMACHER, J.; HOERNLE, K.; BOGGARD, P. V. D. e SCHMINCKE, H.-U. (2000) – The $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age dating of the Madeira Archipelago and hotspot track (eastern North Atlantic). *AGU and the Geochemical Society (Geochem, Geophys and Geosystem)*, 1.
- GELDMACHER, J.; HOERNLE, K.; BOGGARD, P. V. D.; ZANKL, G. e GARBE-SCHONBERG, D. (2001) – Earlier history of the 70 Ma old Canary hotspot based on the temperal and geotechnical evolution of the Selvagen Arquipelago and their neighboring seamounts in the Eastern North Atlantic. *Journal of Vocanology and Geothermal Research*, 111(1-4): p. 55-87.
- GIERMANN, G. (1967) – Vallées sous-marines sur la pente méridionale de l'île de Madère. *Bulletin de L'Institute Océanographique*, 67: p. 2-8.
- GLADWIN, H. e PEACOCK, W. G. (1997) - Warning and evacuation: a night for hard houses. In PEACOCK, W. G.; MORROW, B. H. e GLADWIN, H. (eds.) *Hurricane Andrew: Ethnicity, Gender and the Sociology of Disasters*. International Hurricane Center, Laboratory for Social and behavior research, Miami, p. 52-74.
- GRABHAM, G. W. (1948) – Esboço da formação geológica da Madeira. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 3: p. 65-83.
- HAMMOND, C.; HALL, D.; MILLER, S. e SWETIK, P. (1992) – *Level I Stability Analysis (LISA) Documentation for Version 2.0.* General Technical Report INT-285, USDA Forest Service Intermountain Research Station, 190 p.
- HARTNACK, W. (1930) – *Madeira*. Landeskunde einer Insel. Hamburg: Friederichsen de Gruyter, 198 p.

- HARTUNG, G. (1864) – *Geologische beschreibung der inseln Madeira und Porto Santo*. Leipzig: Engelmann, 285 p.
- HUNGR, 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.
- LOUREIRO, J. J. M. (1983) – Monografia hidrológica da ilha da Madeira. *Recursos Hídricos*, 5(2): p. 53-71.
- LYELL, CH. (1854) – On the geology of some parts of Madeira. *Quarter. J. Geol. Soc. London*, 10: p. 325-328.
- MACHADO, M. (1984) – O clima de Portugal – Balanço hídrico e clima do Arquipélago da Madeira. *INMG*, XXXIII, 50 p.
- MATA, J. M. L. DA S. (1996) – *Petrologia e geoquímica das lavas da ilha da Madeira: implicações para os modelos de evolução do manto terrestre*. Tese de Doutoramento em Geologia, Universidade de Lisboa, 496 p.
- MATA, J. e MUNHÁ, J. (1999) – The evolution of the volcanic island of Madeira in the light of K-Ar data. *Comunicação ao Inst. Geol. e Mineiro*, 86: p. 279-288.
- MATA, J. e MUNHÁ, J. (2004) – Madeira island alkaline lava spinels: Petrogenetic implications. *Mineralogy and Petrology*, 81: p. 85-111.
- MENDONÇA, A. (2007) – A População Madeirense num Período de Transição: Uma Década de Mudança (1991-2001). Viagem pelos Concelhos: Calheta. *Tribuna da Madeira*, 2 de Novembro de 2007, Madeira, p. 26-27.
- MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1976) – *Geology of Middle Atlantic islands*. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 382 p.
- MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1979) – Notes on geomorphology of Madeira. *Bol. Museu Municipal do Funchal*, 32: p. 5-18.
- MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1980) – The calderas of Macaronesia. *Bol. Museu Municipal do Funchal*, 33: p. 5-43.
- MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1985b) – On some unusual valleys in Macaronésia. *Arquipélago, Revista da Universidade dos Açores*, 5: p. 223-265.
- MONTAGGIONI, M. L. (1969) – Sur le presence de coraux profonds et de thanatocoenoses quaternaires dans l'archipel de Madère (Ocean Atlantique). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 268: p. 3160-3163.
- MONTGOMERY, D. R. e DIETRICH, W. E. (1994) - A Physically Based Model for the Topographic Control on Shallow Landsliding. *Water Resources Research*, 30(4): p. 1153-1171.
- MORAIS, J. C. (1939) – A ilha da Madeira. A estrutura da montanha vulcânica. *Bol. Soc. Geografia, Lisboa*, 57(5-6): p. 227-253.
- MORAIS, J. C. (1945) – O Arquipélago da Madeira. Memórias e notícias. *Publ. Mus. Min. Geol. Universidade de Coimbra*, volume 15, p. 3-60.
- MORROW, B. H. (1999) – Identifying and mapping community vulnerability. *Disasters*, 23: 1-18.
- NASCIMENTO, S. L. R. (1990) – *Estudo hidrogeológico do Paul da Serra*. Tese de Mestrado em Geologia, Universidade de Lisboa, 147 pp.

- NGUYEN, H.; FERNANDEZ-STEGER, T.; RODRIGUES, D.; WIATR, T. e AZZAM, R. (2010) – Rockfall hazard assessment by using terrestrial laser scanning. A case study in Funchal (Madeira). *Geophysical Research Abstracts*, vol. 12, EGU2009-13041.
- NGUYEN, H.; FERNANDEZ-STEGER, T. e RODRIGUES, D. (2008) – Rockfall risk assesement using LIDAR. An example from Lombo do Monte, Madeira. *Geo2008, Aachen*.
- NOGUEIRA, P.; RODRIGUES, D.; ALVES, A.; CRISTOVÃO, H.; CRISTOVÃO, N.; FERREIRA, V.; FREITAS, A.; JONES, A.; OLIVEIRA, G.; PEREIRA, H.; SILVA, I. e VILANOVA, V. (2010) – Movimentos de vertente em Timor-Leste: uma abordagem baseada em detecção remota e na análise por SIG. e – *Terra*. (IN PRESS)
- PACK, R. T.; TARBOTON, D. G. e GOODWIN, C. N. (1998a) - *Terrain Stability Mapping with SINMAP, technical description and users guide for version 1.00*. Report Number 4114-0, Terratech Consulting Ltd., Salmon Arm, B.C., Canada, 75 p.
- PACK, R. T.; TARBOTON, D. G. e GOODWIN, C. N. (1998b) - The SINMAP Approach to Terrain Stability Mapping. *8th Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, British Columbia, Canada, 8 p.*
- PACK, R. T.; TARBOTON, D. G. e GOODWIN, C. N. (2001) - Assessing Terrain Stability in a GIS using SINMAP. *15th Annual GIS Conference (GIS 2001), Vancouver, British Columbia, Canada, 9 p.*
- PACK, R. T.; TARBOTON, D. G. e GOODWIN, C. N. (2005) - SINMAP 2. *A Stability Index Approach to Terrain Stability Hazard Mapping, technical description and users guide for version 2.0*. Utah State University, 73 p.
- PITMAN, W. C. e TALWANI, M. (1972) – Sea-floor spreading in the North Atlantic. *Gological Society American Bulletin*, 83(3): p. 619-646.
- PRADA, S. L. R. (2000) – *Geologia e recursos hídricos subterrâneos da ilha da Madeira*. Tese de Doutoramento em Geologia, Universidade da Madeira, 350 p.
- PRADA, S. e SERRALHEIRO, A. (2000) – Stratigraphy and evolutionary model of Madeira island. *Bocagiana (200), Museu Municipal do Funchal*, 13 p.
- PRADA, S.; SILVA, M. O. e CRUZ, V. (2005) – Groundwater behaviour in Madeira, volcanic island (Portugal). *Hydrogeology Journal*, 13: p. 800-812.
- PRAM (2002) – *Plano Regional da Água da Madeira*. Funchal: Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, 328 p.
- QUINTAL, R. e VIEIRA, M. J. (1985) – *Ilha da Madeira: esboço de geografia física*. Funchal: Secretaria Regional do Turismo e Cultura, 87 p.
- QUINTAL, R. (1998) – *Veredas e levadas da Madeira*. Funchal: Secretaria Regional da Educação, 2ª Edição, 286 p.
- QUINTAL, R. (1999) – Aluviões na Madeira. Séculos XIX e XX. *Territorium, Coimbra*, 6: p. 31-48.
- RAMALHO, R.; MADEIRA, J.; FONSECA, P.; PRADA, S.; SERRALHEIRO, A. e RODRIGUES, C. F. (2003) – Cartografia geológica da ilha da Madeira: dados preliminares da estratigrafia e estrutura da região de Machico-Ponta de São Lourenço. *Actas do VI Congresso Nacional de Geologia*, p. 134-137.

- RAMALHO, R. (2004) – *Cartografia geológica da Madeira: estratigrafia e tectónica do sector a leste de Machico*. Tese de Mestrado em Geologia, Universidade de Lisboa.
- RAMOS, C e REIS, E. (2001) – As cheias de Portugal em diferentes tipos de bacias hidrográficas. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia, Lisboa XXXVI, (71): p. 61-82*.
- RIBEIRO, A.; ANTUNES, M. T.; FERREIRA, M. P.; ROCHA, R. B.; SOARES, A. F.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F.; CARVALHO, D. e MONTEIRO, J. H. (1979) – *Introduction à la géologie générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal.
- RIBEIRO, O. (1945) – *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico. Estudo geográfico*. Coimbra: Coimbra Editora, 246 p.
- RIBEIRO, O. (1948) – Nótulas de geomorfologia madeirense. *Bol. Soc. Geol. Portugal, 7: p. 113-118*.
- RIBEIRO, O. (1949) – L'île de Madère. Étude géographique. *Congrès International de Géographie, Lisboa*.
- RIBEIRO, O. (1985) – *A ilha da Madeira até meados do século XX: estudo geográfico*. Lisboa, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa da Universidade de Lisboa, 139 p.
- RODRIGUES, D. (2005) – *Análise de risco de movimentos de vertente e ordenamento do território na Madeira. Aplicação ao caso de Machico*. Tese de Doutoramento em Geologia, Universidade da Madeira, 382 p.
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (1994) – Landslides in the Machico área on Madeira island. *7th International IAEG Congress, Lisboa, p. 1495-1500*.
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2000a) – Natural disasters in Madeira island. *2^a Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofísica, Lagos, 693 p.*
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2000b) – Riscos geológicos na Madeira. Influência antrópica. *Seminário de Geologia Ambiental: Braga*.
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2000c) – Tipologia dos movimentos de vertente. *Seminário de Geologia Ambiental: Braga*.
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2000d) – Os riscos geológicos e a sua aplicação ao ordenamento do território e gestão de emergência. *Seminário de Geologia Ambiental: Braga*.
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2000f) – Rockfalls and rockslides in Madeira. *Workshop on Advanced Techniques for the assessment of Natural Hazards in Mountain Areas, Innsbruck, 109 p.*
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2002a) – Slides in Madeira island. *I.S.R.M. - International Symposium on Rock Engineering for Mountainous Regions, Funchal, p. 223-230*.
- RODRIGUES, D. (2002b) – Tsunamis inducidos por avalanchas rocosas en las costas acantiladas de Madeira. *In AYALA-CARCEDO, F. J. e CANTOS, J. O. (eds.) Riesgos naturales*. Barcelona: Ariel Ciencia, p. 1111-1113.
- RODRIGUES, D. e AYALA-CARCEDO, F. J. (2003b) – Rain induced landslides and debris flow in Madeira island, Portugal. *Landslide News, 14-15: p. 43-45*.
- RODRIGUES, D. e ABREU, U. (2006) – Instabilidade no talude do Sítio do Massapez (Calheta), ilha da Madeira. *Livro de Resumos do 3^o Congresso Nacional de Geomorfologia, Madeira*.

- RODRIGUES, D.; TAVARES, A. e ABREU, U. (2010) – Movimentos de vertente na ilha da Madeira. Eventos de Dezembro de 2009 e de Fevereiro de 2010. *e-Terra*. (IN PRESS)
- SCHMIDT, R. (2000) – *From seamount to oceanic island, Porto Santo (Madeira Arquipelago)*. Tese de Doutoramento, Universidade de Kiel, 150 p.
- SCHMIDT, R. e SCHMINCKE, H.-U. (2000) – Seamounts and island building. In SIGURDSSON, H. (eds.) *Encyclopedia of volcanoes*. San Diego: Academic Press, p. 383-402.
- SCHMINCKE, H.-U. (1973) – Magmatic evolution and tectonic regime in the Canary, Madeira and Azores island groups. *Geological Society American Bull*, 84: p. 633-648.
- SCHMINCKE, H.-U. (1982) – Volcanic and chemical evolution of the Canary islands. In VON RAD, U.; HINZ, K.; SARNTHEIN, M. e SEIBOLD, E. (eds.) *Geology of the Northwest African continental margin*. Berlin: Springer Verlag, p. 273-306.
- SCHRADER, J.; FERNANDEZ-STEGER, T.; RODRIGUES, D.; GRÜTZNER, C. e AZZAM, R. (2008) – Using LIDAR in landslide hazard investigation in Machico (Madeira Island). *Geo2008, Aachen*.
- SCHWARZ, S.; KLÜGEL, A. e WOHLGEMUTH-UEBERWASSER, C. (2004) – Melt extraction pathways and stagnation depths beneath the Madeira and Desertas rift zones (NE Atlantic) inferred from barometric studies. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 147: p. 228-240.
- SCHWARZ, S.; KLÜGEL, A.; BOGGARD, P. V. D. e GELDMACHER, J. (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*, 141: p. 123-155.
- SILVA, M. O. (1988) – Hidrogeologia da ilha da Madeira. *Geolis*, 2(1): p. 96-102.
- SMITH, W. H. F. e SANDWELL, D. T. (1997) – Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. *Science*, 277: 195-196.
- SES (2003) – *Tasmanian Emergency Risk Management Project*. State Emergency Service, Govern of Tasmania, 24 p.
- STRAHLER, A. (1964) – Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. *Handbook of applied hydrology*, 4: 39-76.
- STÜBEL, A. (1910) – *Die Insel Madeira*. Leipzig: Edit. Mus. Landeskunde, 11 p.
- TAKAHASHI, T. (1991) – *Debris flow*. Rotterdam: A. A. Balkema, 165 p.
- UNDRO (1991) – *Mitigation natural disasters: phenomena, effects and options. A manual for policy makers and planners*. United Nations, New York, 146 p.
- WIATR, T.; FERNANDEZ-STEGER, T.; e RODRIGUES, D. (2009) – M
- SCHRADER, J.; AZZAM, R. (2008) –
- UTECHT, S.; FERNANDEZ-STEGER, T.; RODRIGUES, D.; GRÜTZNER, C. e REICHERTER, K. (2008) – LIDAR investigations on Debris Flows. A case study from Madeira. *Geo2008, Aachen*.

VENTURA, J. E. (1987) – As gotas de ar frio e o regime da precipitação em Portugal. *Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia, Lisboa XII, 43: p. 39-69.*

WIATR, T.; REICHERTER, K.; FERNANDEZ-STEEGER, T.; e RODRIGUES, D. (2009) – Mass movement monitoring by Terrestrial Laser Scanning on Madeira Island (Portugal). *Geophysical Research Abstracts, vol. 11, EGU2009-9006.*

WP/WLI (International Geotechnical Societies – UNESCO Working Party on World Landslide Inventory) (1993) – A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin International Association for Engineering, 47: p. 53-57.*

ZBYSZEWSKI, G. (1971) – Reconhecimento geológico da parte ocidental da ilha da Madeira. *Mem. Acad. Ciênc. Lisboa, 15: p. 7-23.*

ZBYSZEWSKI, G. (1972) – Levantamentos geológicos na parte ocidental da ilha da Madeira e nas Desertas. *Mem. Acad. Ciênc. Lisboa, 16: p. 29-40.*

ZBYSZEWSKI, G.; FERREIRA, O. V.; MEDEIROS, A. C.; AIRES-BARROS, L.; SILVA, L. C.; MUNHÁ, J. M. e BARRIGA, F. (1975) – Notícia explicativa das folhas A e B (ilha da Madeira) da carta geológica de Portugal: 1/50 000. *Serviços Geológicos de Portugal.*

08.6 REFERÊNCIAS LEGAIS

Decreto-Lei nº 46/2009, de 20 de Fevereiro – Procede à sexta alteração ao [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro, que estabelece o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial.

Decreto-Lei nº 53/2000, de 7 de Abril – Altera o artigo 157º do [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro, que estabelece o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial.

Decreto-Lei nº 134/2006, de 25 de Julho – Sistema Integrado de Operações de Protecção e Socorro (SIOPS).

Decreto-Lei nº 166/2008, de 22 de Agosto – Aprova o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional.

Decreto-Lei nº 254/2007, de 12 Julho – Estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e de limitação das suas consequências para o homem e o ambiente, transpondo para a ordem jurídica interna a [Directiva nº 2003/105/CE](#), do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de Dezembro, que altera a [Directiva nº 96/82/CE](#), do Conselho, de 9 de Dezembro, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvam substâncias perigosas.

Decreto-Lei nº 310/2003, de 10 de Dezembro – Altera pela segunda vez o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, aprovado pelo [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro.

Decreto-Lei nº 316/2007, de 19 de Setembro – Procede à quinta alteração ao [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro, que estabelece Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial.

Decreto-Lei nº 364/98, de 21 de Novembro – Estabelece a obrigatoriedade de elaboração da carta de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias.

Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro – Estabelece o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial.

Decreto Legislativo Regional nº 8-A/2001/M, de 20 de Abril – Adapta à Região Autónoma da Madeira o [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro (estabelece o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial).

Decreto Legislativo Regional nº 16/2009/M, de 30 de Junho – Aprova o Regime Jurídico do Sistema de Protecção Civil da Região Autónoma da Madeira.

Decreto Legislativo Regional nº 17/2009/M, de 30 de Junho – Cria o Serviço Regional de Protecção Civil, IP-RAM e aprova a respectiva orgânica.

Decreto Legislativo Regional nº 43/2008/M, de 23 de Dezembro – Define o Sistema Regional de Gestão Territorial.

Decreto Regulamentar nº 10/2009, de 29 de Maio – Fixa a cartografia a utilizar nos instrumentos de gestão territorial, bem como na representação de quaisquer condicionantes.

Lei nº 159/1999, de 14 de Setembro – Estabelece o quadro de transferência de atribuições e competências para as autarquias locais.

Lei nº 27/2006, de 3 de Julho – Lei de Bases da Protecção Civil.

Lei nº 48/98, de 11 de Agosto – Estabelece a Lei de Bases da política de Ordenamento do Território e de Urbanismo.

Lei nº 53/2008, de 29 de Agosto – Aprova a Lei de Segurança Interna.

Lei nº 54/2007, de 31 de Agosto – Primeira alteração à [Lei nº 48/98](#), de 11 de Agosto, que estabelece as bases da política de Ordenamento do Território e de Urbanismo.

Lei nº 56/2007 – Quarta alteração ao [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro, com as alterações introduzidas pelos [Decreto-Lei nº 53/2000](#) de 7 de Abril, e o [Decreto-Lei nº 310/2003](#) de 10 de Dezembro, bem como pela [Lei nº 58/2005](#) de 29 de Dezembro, impondo a transcrição digital georreferenciada dos planos municipais de Ordenamento do Território.

Lei nº 58/2005, de 29 de Dezembro – Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a [Directiva nº 2000/60/CE](#), do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, e estabelecendo as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas. Altera o artigo 42º do [Decreto-Lei nº 380/99](#), de 22 de Setembro.

Lei nº 58/2007, de 04 de Setembro de 2007 – Aprova o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território.

Lei nº 65/2007, de 12 de Novembro – Enquadramento institucional e operacional da protecção civil no âmbito municipal, organização dos serviços municipais de protecção civil e competências do comandante operacional municipal.

Resolução da Assembleia da República nº 15/2008, de 21 de Março – Riscos de inundações.

Resolução da Comissão Nacional de Protecção Civil, nº 25/2008, de 18 de Julho – Critérios e Normas Técnicas para a elaboração e Operacionalização de Planos de Emergência de Protecção Civil.

08.7 REFERÊNCIAS CARTOGRÁFICAS

Carta Hidrográfica da Ilha da Madeira: 1/80.000, carta nº102. *Instituto Hidrográfico, 2003.*

Carta Geológica de Portugal: 1/50.000, folha A e B (ilha da Madeira). *Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos de Portugal, 1975.*

Carta Militar de Portugal: 1/25.000, série P821, folha 1 - Porto Moniz e 4 - Calheta (ilha da Madeira). *Serviços Cartográficos do Exército, 2003.*

Carta de Solos: 1/50.000, folha 1 e 2 (ilha da Madeira). *Governo Regional da Madeira, 1992.*

Fotografia Aérea: 1/17.000 de 1999 e 2000 (ilha da Madeira). *Instituto Geográfico do Exército.*

Ortofotomapas: 1/2.500 e 1/5.000 de 2004 (ilha da Madeira). *Direcção Regional de Informação Geográfica e Ordenamento do Território.*

08.8 BASES CARTOGRAFIAS TEMÁTICAS SECTORIAIS

CARTA 1. Carta de Susceptibilidade às Cheias e Fluxos.

CARTA 2. Carta de Susceptibilidade aos Escorregamentos e Queda de Blocos.

CARTA 3. Carta de Susceptibilidade Compósita.

CARTA 4. Carta de Susceptibilidade Compósita e Pontos Críticos.

CARTA 5. Carta de Indicativa da Exposição à Susceptibilidade Compósita.

CARTA 6. Carta de Saturação dos Solos.