

ANÁLISE E GESTÃO DO RISCO NATURAL

RELATÓRIO
METODOLÓGICO

PLANO DIRECTOR MUNICIPAL
CÂMARA MUNICIPAL DA PONTA DO SOL

ÍNDICE

Ficha Técnica	2
Âmbito Sumário Executivo	3
Enquadramento Legal	4
Objectivos.....	7
Metodologia	9
Referências	13

FICHA TÉCNICA

DESCRITOR DOS RISCOS

NATURAIS | TECNOLÓGICOS

RELATÓRIO SÍNTESE DO PROCESSO DE REVISÃO DO PLANO DIRECTOR MUNICIPAL DA CÂMARA MUNICIPAL DA PONTA DO SOL

REGISTO DE ALTERAÇÕES

Edição	Data
1	26/07/2010

CÂMARA MUNICIPAL DA PONTA DO SOL

Contacto	Morada
Arquitecto Marco Telmo	Rua de Santo António, nº 5 9360-219 Ponta do Sol Tel.: 291972106 / Fax: 291972106

CENTRO DE COMPETÊNCIAS DAS CIÊNCIAS EXACTAS E DA ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DA MADEIRA

Contacto	Morada
Professor Doutor Domingos Rodrigues	Caminho da Penteada, Edifício da Penteada 9000-390 Funchal Tel.: 291705000 / Fax: -

ÂMBITO | SUMÁRIO EXECUTIVO

A importância dos riscos naturais e tecnológicos determinam a definição de estratégias de actuação à escala local e regional, sobretudo na adopção de mecanismos de precaução e na aplicação de medidas estruturais e não-estruturais de prevenção, capazes de minimizar os danos económicos e sociais. Deste modo, torna-se fundamental aumentar o grau de conhecimento 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 e tecnológicos, 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 Ponta do Sol, doravante designado de PDMPS, 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.

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 de 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 ocorram”; 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 standardizados a utilizar nos instrumentos de gestão e planeamento territorial, bem como a uniformização da representação das restrições e/ou servidões da planta de condicionantes.

OBJECTIVOS

Os impactes causados por eventos catastróficos são cada vez mais notórios no orçamento de um economia insular e local, conforme constatado aquando da ocorrência do evento meteorológico extremo de 20 de Fevereiro de 2010.

Face aos factores anteriormente mencionados, pretendeu-se, para os trabalhos de execução do processo de revisão do PDMPS, 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 infra-estruturas aos perigos; e consequentemente, como resultado cumulativo dos parâmetros anteriormente mencionados, um aumento exponencial da vulnerabilidade.

A cartografia proveniente deve regular a ocupação antrópica em áreas territoriais que determinem uma relevância local da susceptibilidade e perigosidade natural, optando pela adaptação ao uso do solo ou pela introdução, por exemplo, de infra-estruturas que, pela sua tipologia de utilização e/ou de actividade, determinem um baixo grau de vulnerabilidade.

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 Ponta do Sol, a identificação da exposição dos elementos estruturais e sócio-geográficos e da vulnerabilidade decorrente, nomeadamente a resultante da alteração antrópica, 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”.*

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 PDMPS, adoptou-se e recorreu-se a uma base metodológica, subdividida em diferentes procedimentos/recursos e suportada por uma 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.

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. \(2000\)](#); 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 produção cartográfica temática da susceptibilidade aos 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 condicionalismos 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 teóricos de [HAMMOND et al. \(1992\)](#) e [MONTGOMERY e DIETRICH \(1994\)](#).

Especificamente, como pressupostos metodológicos na avaliação da susceptibilidade natural, adoptou-se as técnicas e os métodos que permitiam a optimização dos procedimentos de análise associado à fenomenologia dos processos de perigosidade, nomeadamente:

- **Movimentos de massa.** Foram adoptadas técnicas de avaliação relativa, através da inventariação, identificação e classificação das formas geomorfológicas associadas aos movimentos de vertente¹, sobretudo os de relevância paleogeográfica, bem como a subsequente caracterização, distribuição e relacionamento com os factores desencadeantes (*triggering factors*); critérios de automatismo computacional (Modelos de análise determinística), através da aplicação do modelo *Stability Index Mapping*; e métodos de fotointerpretação analítica.

Nos pressupostos cartográficos da susceptibilidade, adoptou-se a linha de investigação de [PACK et al. \(1998a, 1998b, 2001, 2005\)](#)², 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 aquifera, 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. Para o cálculo do grau de estabilidade da vertente, o modelo utiliza e analisa os parâmetros quantificáveis das propriedades dos materiais, bem como os critérios morfológicos e climáticos de diversos *inputs*, tais como a inclinação topográfica, as áreas de captura hídrica, etc..

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.

Ainda no âmbito dos modelos relativos, a elaboração da Carta de Susceptibilidade aos Escorregamentos e Queda de Blocos, teve por base a cartografia directa (de inventário de movimentos de massa), em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica, do padrão e distribuição espacial dos processos activos e ocorridos no território em análise.

- **Cheias Rápidas e Fluxos.** Utilizou-se 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. 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 procedimentos descritos anteriormente permitiu a definição, e respectiva delimitação, de pontos/áreas críticas de escoamento hidráulico da rede hidrográfica, referente a cada uma das bacias de drenagem, dada a conjugação de parâmetros hidrológicos e morfológicos associados a linhas de água encaixadas, sobretudo as que: apresentam perfis longitudinais extremamente acentuados, entre 10 e 15% de

¹ 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*."

² De acordo com os trabalhos teóricos de [HAMMOND et al. \(1992\)](#) e [MONTGOMERY e DIETRICH \(1994\)](#).

inclinação; possuam roturas de declive; determinem uma percentagem diminuta de coberto vegetal; e que apresentem uma densidade hidrográfica reduzida.

Aquando da representação cartográfica temática, utilizou-se os procedimentos de uniformização das classes de perigosidade, através da aplicação da ferramenta Majority Filter, da extensão Spatial Analyst do software ArcGIS 10.

O processo da expressão espacial cartográfica do grau de perigosidade potencial, bem como a respectiva análise e avaliação, determina uma importância extremamente relevante no âmbito do planeamento e gestão urbanística, uma vez que permitirá a classificação e definição de classe de espaços *non aedificandi*. Especificamente, apresenta e identifica algumas limitações e problemáticas associadas à delimitação cartográfica de áreas de segurança e protecção; e, sobretudo, à representação cartográfica da fenomenologia, que, de acordo com os modelos clássicos, determinam uma área de perigosidade circunscrita e estática à vertente, descurando a zona de propagação do movimento e a predição da trajectória exacta e da distância percorrida pelo material projectado.

Assim, adoptou-se o modelo da linha de investigação técnica que permite a definição de áreas de propagação e de distância potencial de um movimento de massa, através de técnicas computacionais cinemáticas de modelação matricial. A observação directa, nomeadamente a identificação (localização, distância compreendida entre o material projectado e a base da vertente, bem como à fonte de projecção) e inventariação (granulometrias, rugosidade e estado de alteração dos blocos) dos movimentos de massa paleogeográficos, permitiu a calibração e contribuiu para validação do modelo.

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.

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 10) 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, bem como de fotografia aérea oblíqua.

Na avaliação da susceptibilidade tecnológica, procedeu-se a inventariação das infraestruturas de acordo com as directrizes da ANPC (2009), bem como à definição e delimitação das faixas de seguranças segundo os pressupostos enquadráveis à legislação aplicável.

REFERÊNCIAS

05.1 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*. Alacalá 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 aufban und die gesteine Madeiras. *Zeitschrift Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 64: p. 344-491. Tradução de A.R. Santos (Lisboa, 1969).
- GARCIA, R. A. C. e ZÊZERE, 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 seamonts 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 i’lle 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. *Geological 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-STEEGER, 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.
- STÜEBEL, 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-STEEGER, T.; e RODRIGUES, D. (2009) – M
- SCHRADER, J.; AZZAM, R. (2008) –
- UTECHT, S.; FERNANDEZ-STEEGER, 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-STEGER, 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*.

05.2 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.