

**RISCOS**

**HIDROGEOMORFOLÓGICOS**

**(PERIGOS NATURAIS: CHEIAS, MOVIMENTOS DE  
MASSA EM VERTENTES E SUBIDA DO NÍVEL  
MÉDIO DAS ÁGUAS DO MAR)**

**RELATÓRIO DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES  
CLIMÁTICAS**

**Equipa:**

**Eusébio Reis**, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da  
Universidade de Lisboa

**Rafaello Bergonse**, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da  
Universidade de Lisboa

**2015**



**ÍNDICE**

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. CAPACIDADE ADAPTATIVA: REVISÃO DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO DEFINIDAS EM ESTUDOS ANTERIORES .....	2
2.1 CHEIAS/ALUVIÕES .....	2
2.2 MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES .....	7
2.3 GALGAMENTOS OCEÂNICOS.....	7
3. IDENTIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO CONSUMADAS OU EM CURSO.....	8
3.1 LEVANTAMENTO DAS AÇÕES REALIZADAS, EM CURSO OU PLANEADAS.....	8
3.2 AÇÕES IDENTIFICADAS E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO PROPOSTAS: ANÁLISE COMPARATIVA.....	11
3.2.1 Cheias/Aluviões .....	11
3.2.2 Movimentos de massa em vertentes .....	13
3.2.3 Galgamentos oceânicos .....	13
4. PROPOSTAS PARA REFORÇO DA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO .....	14



## **1. INTRODUÇÃO**

Após se ter incidido, em relatório anterior, nas vulnerabilidades atuais e futuras da Região Autónoma da Madeira no contexto das alterações climáticas, o presente relatório tem como finalidade avaliar em que medida o arquipélago se tem vindo a preparar e quais as adaptações que devem ser tidas em consideração por forma a diminuir a vulnerabilidade a diversos perigos naturais – cheias, movimentos de massa em vertentes e subida do nível médio das águas do mar.

A primeira parte do relatório incide na revisão das medidas de adaptação definidas em estudos anteriores, que permitam melhorar a capacidade adaptativa do arquipélago. Numa segunda parte, procedeu-se, com um período de referência posterior a 2010, a um levantamento exaustivo das obras ou iniciativas já concluídas, em fase de conclusão ou de projetos já aprovados para execução, que incidissem sobre os três tipos de fenómenos aqui analisados, fazendo a ligação com as medidas de adaptação previstas. Num terceiro ponto, reforçam-se alguns aspetos das medidas de adaptação, resultantes do trabalho efetuado ao longo deste projeto, onde se incluem os contributos fornecidos por vários atores participantes no Workshop “Vulnerabilidade da Região Autónoma da Madeira às Alterações Climáticas” realizado, no contexto do presente projeto, em fevereiro de 2015, no Funchal.

## **2. CAPACIDADE ADAPTATIVA: REVISÃO DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO DEFINIDAS EM ESTUDOS ANTERIORES**

Realizou-se uma análise dos instrumentos de planeamento de escala regional existentes, designadamente o Plano Regional da Água da Madeira (PRAM; SRA/INAG, 2003) e o Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (PGRHAM; NEMUS/HIDROMOD, 2014) a fim de determinar até que ponto as ações por estes propostas face aos fenómenos das cheias/aluviões, movimentos de vertente e galgamentos oceânicos configuram medidas de adaptação ajustadas aos impactos potenciais definidos no presente projeto. Considerou-se adicionalmente o *Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha de Madeira* (IST/UA/LREC, 2010), na medida em que este documento, elaborado em resposta ao evento de 20 de Fevereiro de 2010 para a Secretaria Regional do Equipamento Social da Região Autónoma da Madeira (SRES), constitui o mais completo trabalho realizado sobre o fenómeno das aluviões até à data. Embora o âmbito específico do estudo se circunscreva às cinco bacias mais afetadas pelo referido evento (ribeiras de João Gomes, Santa Luzia, São João, Ribeira Brava e Tábua), este teve um objetivo de extrapolação da análise para todo o território da ilha da Madeira (op.cit.: 148), onde a suscetibilidade à ocorrência de aluviões está amplamente difundida.

Cada um dos três fenómenos estudados é considerado em separado.

### **2.1 CHEIAS/ALUVIÕES**

O PRAM (SRA/INAG, 2003: 197) atribui 11 objetivos operacionais (O.Op.) à problemática das cheias<sup>1</sup>, sob o seu Objetivo Estrutural 3.1 de “Prevenir as ocorrências de cheia e minimizar os seus efeitos”. O Plano não dá atenção particular ao fenómeno das aluviões, em que o escoamento se associa a uma carga sólida muito significativa com detritos de grandes dimensões. Assim, incluíram-se na presente consideração os 5 objetivos definidos em relação à Erosão Hídrica e o único que foi associado ao Transporte Sólido (op.cit: 198-199), sendo evidente que todos se relacionam de perto com a disponibilização de material necessária à formação de aluviões. Todos os objetivos operacionais são reproduzidos no Quadro 1.

Em 2010, o *Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha de Madeira* (IST/UA/LREC, 2010) veio considerar em profundidade este fenómeno destruidor, produzindo um conjunto alargado de recomendações. Em termos gerais, e do ponto de vista da avaliação do risco e das medidas de proteção, foi recomendado o aprofundamento da avaliação e análise do risco em diferentes bacias hidrográficas da ilha da Madeira, com vista a permitir um melhor conhecimento da distribuição espacial da exposição e das vulnerabilidades associadas ao risco de aluviões. Os autores salientaram também a importância da elaboração de estudos específicos sobre a caracterização probabilística das precipitações e dos escoamentos líquidos.

Estas recomendações de âmbito geral abrangem vários dos objetivos mais específicos já anteriormente definidos no PRAM (Quadro 1: O.Op. 4.2, 4.3, 4.4, 4.6, 4.12), e refletem lacunas

---

<sup>1</sup> Do total de 13 objetivos operacionais definidos para as cheias, 2 relacionam-se com a influência de barragens (4.11 e 4.13), não sendo aqui considerados.

importantes do conhecimento relativo às cheias/aluviões e aos seus fatores de controlo, também já focadas no Plano (O.Op. 4.1 e 4.23).

**Quadro 1** – Objetivos operacionais definidos no âmbito do PRAM com implicações no fenómeno das cheias/aluviões.

Nº	Objetivo Operacional
<b>Cheias</b>	
4.1	Atuação urgente a nível da aquisição de informação, com ênfase para a hidrométrica.
4.2	Aprofundamento dos estudos inerentes à caracterização de cheias e à consequente realização de mapas de inundação.
4.3	Levantamento da situação existente no que respeita à delimitação dos leitos de cheia e à identificação e caracterização das infraestruturas que interferem com o domínio hídrico.
4.4	Levantamento da situação existente no que respeita a obstáculos, naturais e artificiais, responsáveis por estrangulamentos nas linhas de água, com consequente agravamento dos problemas de inundação e elaboração de propostas de atuação.
4.5	Atuação continuada de limpeza e desassoreamento das linhas de água.
4.6	Análise da adequação das redes de drenagem de águas pluviais e seu eventual reequacionamento.
4.7	Análise da viabilidade de implementação de sistemas de vigilância e alerta de cheias e realização de campanhas de sensibilização/educação da população.
4.8	Atuação no sentido de disciplinar e ordenar a ocupação do território e, nomeadamente, do domínio hídrico.
4.9	Estudar a criação de eventuais bacias de retenção, tendo em vista a atenuação dos caudais de ponta de cheia.
4.10	Estudar os eventuais efeitos da criação de albufeiras nas principais ribeiras, no controlo das cheias naturais dessas linhas de água, bem como das estruturas de amortecimento de cheias.
4.12	Dar cumprimento ao D.L. nº364/98 que estabelece a obrigatoriedade por parte dos PMOT da elaboração de cartas de Zonas Inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias.
<b>Erosão Hídrica</b>	
4.18	Implementar medidas de intervenção prioritárias por bacia hidrográfica.
4.19	Proceder à conservação dos poios e levadas nas bacias com maior risco de erosão.
4.20	Reforço dos programas de reflorestação das bacias hidrográficas onde o risco de erosão é mais elevado, sobretudo no flanco Sul da ilha da Madeira e ilha do Porto Santo e para combate aos fogos florestais.
4.21	Implementar obras de correção nas bacias hidrográficas com maior risco de erosão e desprendimento de terras.
4.22	Incluir recomendações relativamente às áreas críticas de risco a introduzir nos planos de proteção civil.
<b>Transporte Sólido</b>	
4.23	Melhorar o conhecimento sobre o fenómeno de transporte sólido através da monitorização e análise de dados.

O *Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões* define depois um conjunto de seis princípios orientadores de proteção, cada um destes englobando várias medidas, das quais se apresenta abaixo uma síntese.

Os primeiros dois princípios orientadores prendem-se com a **retenção e o controlo do transporte de material sólido** nas bacias, e incluem medidas relacionadas com (IST/UA/LREC, 2010: 155):

- o uso do coberto vegetal para promover a estabilização dos taludes e a resistência à erosão de pequenas ravinas e linhas de água;

- a implementação de sistemas de drenagem eficazes em zonas críticas nas vertentes, de forma a impedir concentrações do escoamento superficial promotoras de ravinamentos ou movimentos de massa;
- medidas estruturais, como a modelação do terreno a fim de estabilizar preventivamente as vertentes, a manutenção ativa de zonas de terraços já existentes, e a estabilização de trechos dos leitos das ribeiras particularmente suscetíveis à erosão através de estruturas transversais (diques ou degraus) e da proteção localizada de depósitos marginais por estruturas longitudinais;
- controlo e análise cuidada da colocação de aterros, enquanto fontes potenciais de material facilmente mobilizável, e proteção adequada dos aterros existentes.

Estas medidas englobam os O.Op. 4.20 e 4.21 do PRAM (Quadro 1).

O terceiro princípio orientador é focado na **atenuação da vulnerabilidade das áreas expostas** (op.cit: 160). Inclui um conjunto de medidas destinadas a gerir o risco no sentido de diminuir o grau de perda das estruturas existentes em caso de aluviões. As medidas estão associadas a diferentes tipos de contextos:

- **Zonas urbanas:** medidas possíveis incluem a construção de muros dimensionados de forma a conter um escoamento excecional de referência (é indicado como referência o evento de 20/2/2010) e a reavaliação das condições de vazão de secções críticas de trechos das ribeiras já canalizados.
- **Habitacões e instalações dispersas:** o conjunto de medidas proposto inclui a remoção de habitacões isoladas que tenham sofrido danos graves no evento de referência de 20/2/2010 ou que estejam em zonas de inundação e de impacto previsível com elevado risco; o desvio do escoamento ou a melhoria das suas condições junto de infraestruturas em risco, e a construção de muros de proteção ou a colocação de estruturas de retenção “leves” ou de desvio de sólidos para a proteção contra o impacto direto em habitacões ou instalações estratégicas.
- **Áreas suscetíveis de instabilização geotécnica:** as medidas propostas incluem a consolidação ou estabilização de taludes, a implementação de sistemas de drenagem eficazes, a promoção de um coberto vegetal estabilizador, o controlo de novas construções tendo em conta o risco geotécnico, e mesmo a remoção de habitacões consideradas em situação de risco intolerável.
- **Vias de comunicação:** o estudo propõe várias medidas destinadas a reduzir a vulnerabilidade das vias rodoviárias em zonas suscetíveis de ocorrência de aluviões. Estas centram-se na adaptação da situação atual às características específicas dos escoamentos de referência (associados ao evento de 20/2/2010), e incidem sobre as características das próprias vias (adaptação das cotas da rasante às cotas máximas previsíveis para o escoamento em vias que marginam ou atravessam trechos críticos de linhas de água; adaptação das secções hidráulicas de passagem sob as vias às características do escoamento); sobre os taludes onde assentam (proteção face à capacidade erosiva do escoamento e eventual substituição por soluções estruturais em pilares); e sobre taludes marginais suscetíveis de deslizamento (recurso a barreiras de retenção ou de desvio).



É ainda sugerida a implementação de um sistema automático de aviso e interrupção da circulação em trechos de vias rodoviárias particularmente sensíveis durante períodos de crise.

O quarto princípio orientador incide sobre o **controle da exposição ao risco** através de medidas passivas de prevenção, sustentadas num aprofundamento da avaliação e análise do risco nas diferentes bacias (op.cit: 165). Sob este princípio geral, são propostas várias medidas:

- Elaboração e aplicação de cartas de zonamento da vulnerabilidade e do risco, em particular nas áreas em desenvolvimento ou de expansão urbanística, a fim de orientar o tipo de ocupação do território;
- Definição de critérios de ocupação de zonas perigosas tendo em conta o conceito de *risco tolerável máximo*. Este conceito pressupõe, nos casos em que uma maior redução do risco não seja socialmente justificável ou suportável, a aceitação condicionada de determinados tipos de ocupação (na condição de não agravamento do risco para jusante);
- Deslocação de infraestruturas e bens sensíveis que, estando em zonas críticas (de risco considerado intolerável), não possam ser protegidas a um custo razoável.

A necessidade geral de atuar no sentido de disciplinar e ordenar a ocupação do território (e em particular o domínio hídrico) já tinha sido definida como um dos Objetivos Operacionais do PRAM (O.Op. 4.8). No mesmo contexto, aquele Plano já salientara a importância da realização de estudos relativos à caracterização de cheias que permitissem produzir mapas de inundação (O.Op. 4.2), a importância da delimitação dos leitos de cheia e da identificação/caracterização das infraestruturas em interferência com o domínio hídrico (O.Op. 4.3) e a necessidade de dar cumprimento ao D.L. 364/98, estabelecendo a obrigatoriedade por parte dos PMOT da elaboração de cartas de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias) (O.Op. 4.12)<sup>2</sup>.

O quinto princípio orientador centra-se na gestão do risco através de um **sistema de previsão e aviso ou alerta precoce** que possibilite a mobilização atempada das autoridades competentes e agentes da proteção civil e, em caso de eventos excecionais, a evacuação da população de áreas expostas (op.cit: 167). Ressalvando que já existe um sistema de aviso meteorológico na ilha da Madeira em ligação com os serviços de Proteção Civil, o estudo indica um conjunto de medidas necessárias à implementação de tal sistema para o fenómeno das aluviões, incidindo estas medidas sobre a monitorização do comportamento das bacias, o tratamento dos dados resultantes e a calibração de modelos de simulação. Apesar de o estudo incidir em particular sobre as aluviões, as medidas são condicionadas por lacunas de conhecimento comuns ao fenómeno das cheias, já salientadas no PRAM (O.Op. 4.1 e 4.23). A

---

<sup>2</sup> Juntamente com este diploma, o D.L. 115/2010 de 22 de Outubro (que estabelece um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundação, com o objetivo de reduzir as suas consequências prejudiciais) transpõe para a legislação nacional a Diretiva Comunitária 2007/60/CE no contexto dos recursos hídricos.

implementação de um sistema análogo focado nas cheias em geral já tinha sido considerada no O.Op. 4.7 do PRAM.

Por último, o sexto princípio orientador relaciona-se com a **formação e informação ao público**, e assenta na noção de que, em ordem a lidar com a incidência de aluviões, a população deverá possuir uma perceção adequada do fenómeno e dos processos associados, o que permitirá uma prevenção mais eficiente (op.cit: 170). A formação proposta deverá abranger diferentes níveis de ensino, por um lado capacitando os serviços envolvidos em atividades de gestão do risco, e por outro permitindo aos cidadãos, eventualmente expostos, enfrentar de modo adequado as situações de crise, compreendendo e apoiando as medidas de proteção que venham a ser propostas e implementadas. A formação deverá ser complementada com campanhas de informação, incluindo por exemplo a afixação de painéis ou cartazes nas áreas mais perigosas.

A necessidade de educação e sensibilização das populações (em relação às cheias em geral) já tinha sido anteriormente alvo do O.Op. 4.7 do PRAM.

Mais recentemente, e na sequência dos dois trabalhos acima considerados, o Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (NEMUS/HIDROMOD, 2014) veio estabelecer em relação ao fenómeno das cheias/aluviões um diagnóstico atualizado. A análise deste documento permite constatar que:

- Persistem as lacunas de conhecimento referentes à hidrografia e hidrologia, bem como a inexistência de uma rede sedimentológica que permita caracterizar a componente sólida dos eventos de cheia (op.cit., Parte 2, Cap.7, p.1-2);
- Existem Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil para os concelhos do Funchal, Ribeira Brava e Santana (op.cit., Parte 2, Cap. 6, p.62);
- Existem delimitações de zonas inundáveis em alguns municípios (não são especificados), permitindo condicionar o licenciamento de operações de loteamento, de obras de urbanização ou particulares. Neste contexto, as ações previstas nos D.L. 364/98 de 21 de Novembro e 115/2010 de 22 de Outubro são definidas como estando parcialmente cumpridas, sendo que, à data de 2013, estudos específicos estão ainda em curso (op.cit., Parte 2, Cap.6, p.52). A este respeito, é salientado que o *Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha de Madeira* (IST/UA/LREC, 2010) incluiu já a elaboração de vários dos elementos constituintes da avaliação preliminar de riscos de inundações estipulada no D.L.115/2010 (NEMUS/HIDROMOD, 2014: Parte 2, Cap.2.9, p.24).

Por último, o PGRHAM identifica algumas oportunidades a explorar face ao fenómeno das cheias, que repetem e só vêm reforçar medidas já propostas nos documentos anteriormente analisados (medidas estruturais e não estruturais; ações de formação e informação, conduzindo a uma perceção adequada do risco de aluviões; criação de um sistema regional de previsão e proteção contra aluviões; definição de indicadores de previsão e de alarme calibrados para as condições locais da ilha da Madeira).

## **2.2 MOVIMENTOS DE MASSA EM VERTENTES**

O Plano Regional da Água da Madeira (PRAM) dedica o seu Objetivo Operacional 4.27 aos movimentos de vertente (SRA/INAG, 2003: 201):

“Realizar cartografia de riscos geológicos/geotécnicos para a minimização do risco de deslizamento ou de queda de blocos para as ribeiras, para os sistemas de levadas ou outros sistemas de adução e tratamento de água residuais”

Em ordem a atingir este objetivo, definido como sendo de curto prazo (implementação até 2006), o PRAM definiu como projeto o estudo e controlo de zonas de risco de deslizamentos (op.cit: 246).

Mais recentemente, o PGRHAM (NEMUS/HIDROMOD, 2014: Parte 2, Cap.7, p.5), no seu diagnóstico referente à análise de riscos, veio salientar que não existe ainda na Região Autónoma da Madeira um zonamento do risco de instabilidade, seja em relação a vertentes ou a arribas, e que não está implementado um programa sistemático de monitorização de zonas com maior suscetibilidade à instabilidade de vertentes. O objetivo operacional definido no PRAM mantém-se, portanto, atual.

## **2.3 GALGAMENTOS OCEÂNICOS**

Tal como para os movimentos de massa, o PRAM define um único objetivo operacional (O.Op.4.25) relacionado com os galgamentos oceânicos, ou inundações por ação do mar (SRA/INAG, 2003: 201):

“Desenvolver estudos sobre os efeitos das inundações nas áreas ribeirinhas por ação do mar”

De acordo com o PRAM, este é um objetivo de Médio/Longo prazo, tendo como referência um horizonte temporal até 2020. Este tipo de inundações é abrangido pelo já referido D.L. 115/2010 de 22 de Outubro, devendo estar refletido na cartografia e nos planos de gestão do risco de inundações a produzir.

Ao contrário do que ocorre com os fenómenos das cheias e dos movimentos de vertente, o PGRHAM não considera especificamente os galgamentos oceânicos, assumindo-se que a necessidade de obtenção de conhecimento através da realização de estudos salientada no PRAM se mantém pertinente.

### **3. IDENTIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO CONSUMADAS OU EM CURSO**

Enumeraram-se no capítulo anterior as medidas de adaptação consideradas relevantes no âmbito dos instrumentos de planeamento territorial em vigor (PRAM, PGRHAM) e do Estudo de Risco de Aluviões do Arquipélago da Madeira. De forma complementar, pretendeu-se no presente capítulo identificar ações com consequências territoriais diretas ou indiretas que, tendo sido levadas a cabo nos últimos anos ou estando atualmente em curso, possam ter vindo em maior ou menor grau contribuir para tornar tais medidas efetivas. Consideraram-se de igual forma medidas planeadas para o futuro próximo, desde que tornadas explícitas de forma oficial pelo Governo Regional<sup>3</sup>.

A análise realizada organizou-se em duas fases. Na primeira, foi realizado um levantamento das ações realizadas, em curso ou planeadas, bem como a caracterização destas ações. Numa segunda fase, as ações identificadas foram comparadas com as medidas de adaptação consideradas relevantes no âmbito do PRAM, do PGRHAM e do Estudo de Risco de Aluviões do Arquipélago da Madeira (enumeradas no capítulo anterior) a fim de definir em que medida vieram ou virão a contribuir total ou parcialmente para a sua implementação.

#### **3.1 LEVANTAMENTO DAS AÇÕES REALIZADAS, EM CURSO OU PLANEADAS**

O levantamento assentou em três tipos de fontes: (1) sítios digitais e páginas da administração regional (Governo Regional, Vice-Presidência do Governo Regional, Municípios e organismos públicos como a Secretaria Regional dos Equipamentos Sociais (SRES) ou o Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC)), incluindo publicações oficiais em redes sociais (*Facebook*); (2) notícias publicadas, tanto por periódicos de natureza privada (e.g. *Jornal da Madeira*) como pública (*Jornal Oficial da Região Autónoma da Madeira*); e (3) outros documentos, designadamente Relatórios de Contas de empresas responsáveis por intervenções.

O levantamento permitiu identificar um total de 65 ações concluídas, em curso ou planeadas (identificadas no Anexo 1). Esta informação foi depois caracterizada em função de três critérios fundamentais. Em primeiro lugar, levou-se em consideração a natureza de cada intervenção (e.g. canalização de linha de água, estabilização de vertente) a fim de definir as principais tipologias. Em segundo lugar, cada ação foi associada ao fenómeno ou fenómenos perigosos sobre o qual incide (cheias/aluviões, movimentos de vertente e galgamentos oceânicos). Finalmente, foi definida a incidência espacial de cada ação, tendo como unidade de referência o município. Pretendeu-se assim aferir em que medida os diferentes fenómenos foram alvo de maior ou menor atenção, e ao mesmo tempo definir o carácter disperso ou concentrado destas intervenções através do território regional, sem prejuízo do facto de várias das ações definidas incidirem sobre a sua totalidade.

---

<sup>3</sup> Incluem-se nesta categoria as medidas previstas no Plano e Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento do Arquipélago da Madeira (PIDDAR) para 2015.

A análise conjunta das ações identificadas permitiu distinguir um conjunto de 9 tipologias, na sua maior parte relacionadas com o fenómeno das cheias/aluviões (Quadro 2). Destas, a tipologia mais frequente consiste em intervenções sobre os leitos e canais fluviais, incluindo a sua regularização, o redimensionamento das secções hidráulicas e/ou a canalização de linhas de água, a reconstrução de passagens hidráulicas, operações de desassoreamento, ou mesmo o desvio do próprio curso da linha de água.

As restantes tipologias incluíram ações centradas na retenção de sedimentos (construção de estruturas de retenção), no controlo da erosão/torrencialidade (florestação de sectores de cabeceira), na implementação de sistemas de vigilância e alerta (centrados no comportamento hidrológico de ribeiras e na previsão de cheias/aluviões), na espacialização do risco ou perigosidade como medida de apoio à decisão (implementação de Sistemas de Informação Geográfica e elaboração de cartografia), e finalmente na sensibilização/formação da população em relação ao fenómeno das aluviões.

**Quadro 2** – Nº de ações relacionadas com o fenómeno das cheias/aluviões, por tipologia.

<b>Tipologia</b>	<b>Nº ações</b>
<b>Intervenção sobre leitos/canais fluviais</b>	40
<b>Retenção de sedimentos</b>	3
<b>Controlo da erosão/torrencialidade</b>	1
<b>Sistemas de vigilância/alerta</b>	3
<b>Sensibilização/Formação</b>	1
<b>Espacialização do risco ou perigosidade/apoio à decisão</b>	4
<b>Total</b>	<b>52</b>

Em comparação com as cheias/aluviões, os restantes fenómenos têm sido o alvo de um número reduzido de ações. Os movimentos de vertente incluíram apenas duas tipologias de ação: estabilização de vertentes (11 ações identificadas), e espacialização do risco ou perigosidade como medida de apoio à decisão (2 ações incluindo, tal como para as cheias/aluviões, a elaboração de um Sistema de Informação Geográfica e de mapas de perigosidade).

Finalmente, o fenómeno dos galgamentos oceânicos foi apenas alvo de uma tipologia (obras de proteção da frente marítima), associada a 2 ações.

Num balanço geral, identificaram-se 52 ações relacionadas com cheias/aluviões, 13 com movimentos de vertente, e apenas 2 centradas nos galgamentos oceânicos. O total (67) excede o valor anteriormente referido por duas ações, já que duas das intervenções identificadas incidiram em simultâneo sobre dois fenómenos distintos. Foi o caso das obras realizadas sobre a zona litoral e dos sectores terminais das ribeiras de João Gomes e Santa Luzia (cheias/aluviões e galgamentos oceânicos) e da intenção do Governo Regional de construir, durante 2015, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) centrado nos riscos geológicos e geomorfológicos (cheias/aluviões e movimentos de vertente), manifestada na

proposta do Plano e Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Região Autónoma da Madeira (PIDAR) para 2015.

A distribuição espacial das ações identificadas é sintetizada no Quadro 3 por tipo de fenómeno considerado e tendo como unidade espacial de referência o município<sup>4</sup>. A sua análise torna claro o predomínio das ações centradas nas cheias/aluviões – 79% –, com os movimentos de vertente associados a 18% e os galgamentos oceânicos a apenas 3%.

**Quadro 3** – Nº de ações identificadas por âmbito espacial e tipo de fenómeno. As ações incidentes sobre mais do que um município estão assinaladas num tom mais escuro.

Âmbito espacial	Fenómeno			Total
	Cheias/ aluviões	Movimentos de Vertente	Galgamentos oceânicos	
<b>Funchal</b>	16		1	17
<b>Santa Cruz</b>	13			13
<b>Ribeira Brava</b>	6	1		7
<b>Ponta do Sol</b>	2	3		5
<b>Câmara de Lobos</b>	3	2		5
<b>Calheta</b>		1	1	2
<b>Porto Moniz</b>	1	1		2
<b>Machico</b>	1	1		2
<b>São Vicente</b>	1			1
<b>Santana</b>		1		1
<b>Madeira em geral</b>	10	2		12
<b>Paul da Serra, zona sobranceira ao Funchal e Porto Santo</b>	1			1
<b>Total</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>68</b>

No que diz respeito ao padrão espacial das ações, há uma concentração evidente nos municípios do Funchal (17 ações) e Santa Cruz (13), seguidos pela Ribeira Brava (7), Ponta do Sol e Câmara de Lobos (5 ações cada). A Calheta, Porto Moniz e o Machico registaram 2 ações cada, com os municípios de São Vicente e Santana a apresentarem apenas uma ação.

É importante referir que, em paralelo com as intervenções já realizadas ou em curso em municípios específicos, numerosas ações têm como âmbito espacial a generalidade do território madeirense. Este é o caso das medidas previstas na Proposta do Plano e Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Região Autónoma da Madeira (PIDAR) para 2015, tendo estas como única exceção a ação de florestação de sectores de cabeceira destinada a controlar a erosão e a torrencialidade das linhas de água que está prevista para o Paul da Serra, para a zona sobranceira ao Funchal e para Porto Santo.

<sup>4</sup> É de notar que o número total de ações é de 68, por oposição aos 67 no Quadro 2, porque uma das ações incide sobre dois municípios (implementação do sistema automático de monitorização das Ribeiras de João Gomes, Santa Luzia, São João e Ribeira Brava), tendo sido desagregada em duas para esta análise de âmbito espacial.

### **3.2 AÇÕES IDENTIFICADAS E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO PROPOSTAS: ANÁLISE COMPARATIVA**

As 65 ações de intervenção identificadas, discriminadas no Anexo 1, foram comparadas com as medidas consideradas relevantes no âmbito do Plano Regional da Água da Madeira (SRA/INAG, 2003), do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (NEMUS/HIDROMOD, 2014), e do Estudo de Risco de Aluviões do Arquipélago da Madeira (IST/UA/LREC, 2010), já descritas anteriormente. A comparação mostra que uma boa parte das medidas propostas nestes documentos foi já cumprida em alguma medida.

#### **3.2.1 Cheias/Aluviões**

No que concerne às cheias/aluviões, as ações realizadas ou a realizar consistem sobretudo em intervenções sobre os leitos e canais fluviais, seja canalizando o escoamento e redimensionando as secções e passagens hidráulicas, seja removendo obstruções ao escoamento. A continuação destas ações de forma sistemática está prevista a (cf. Anexo 1, ação nº 53). As ações a realizar incidem ainda sobre o controlo da produção de carga sólida a montante, através da reflorestação de sectores de cabeceira em áreas particularmente suscetíveis.

Uma parte das ações identificadas está centrada na aquisição de conhecimentos sobre o fenómeno das cheias/aluviões e na gestão do risco respetivo. Estas ações incidem especificamente sobre a educação/sensibilização da população, a monitorização do comportamento hidrológico das ribeiras mais vulneráveis às cheias rápidas, a distribuição espacial do risco de cheias/aluviões, e a criação de sistemas de alerta precoce.

De forma a facilitar as comparações, apresentam-se no Quadro 4 as medidas previstas (na forma de objetivos operacionais) no Plano Regional da Água da Madeira em relação às cheias/aluviões (já mostradas no Quadro 1), bem como a sua correspondência face às ações de adaptação ao fenómeno já implementadas ou a implementar, identificadas no Anexo 1.

Fica claro que uma parte significativa das medidas foi já alvo de alguma ação, embora muitas se mantenham ainda por cumprir.

Considerando de seguida as numerosas medidas previstas no Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões do Arquipélago da Madeira (IST/UA/LREC, 2010), fica claro que muitas das propostas foram já alvo de consideração, encontrando-se outras ainda por efetivar. Para além da estabilização de secções das vertentes (taludes) e de secções das vias rodoviárias e do uso da vegetação para controlar a produção de sedimentos (ações 41 a 51, Anexo 1), as medidas que foram alvo de consideração incluem a criação de um sistema de previsão e alerta precoce (ações nºs 10 e 57), parcialmente assente no conhecimento do comportamento hidrológico das ribeiras (ação nº 61), e a consciencialização da população face ao fenómeno (ação nº 55).

**Quadro 4** – Correspondência entre as medidas de adaptação às cheias/aluviões previstas no PRAM (designados como “Objetivos Operacionais”) e as ações de adaptação ao fenómeno identificadas. O número das ações (Nº) tem correspondência no Anexo 1.

Nº	Objetivos operacionais	Ações realizadas ou a realizar
<b>Cheias</b>		
4.1	Atuação urgente a nível da aquisição de informação, com ênfase para a hidrométrica	61
4.2	Aprofundamento dos estudos inerentes à caracterização de cheias e à consequente realização de mapas de inundação	54;56; 61
4.3	Levantamento da situação existente no que respeita à delimitação dos leitos de cheia e à identificação e caracterização das infraestruturas que interferem com o domínio hídrico	54;56; 61
4.4	Levantamento da situação existente no que respeita a obstáculos, naturais e artificiais, responsáveis por estrangulamentos nas linhas de água, com consequente agravamento dos problemas de inundação e elaboração de propostas de atuação	54; 61
4.5	Atuação continuada de limpeza e desassoreamento das linhas de água	60; 62
4.6	Análise da adequação das redes de drenagem de águas pluviais e seu eventual reequacionamento	
4.7	Análise da viabilidade de implementação de sistemas de vigilância e alerta de cheias e realização de campanhas de sensibilização/educação da população	10; 55; 57
4.8	Atuação no sentido de disciplinar e ordenar a ocupação do território e, nomeadamente, do domínio hídrico	55; 63
4.9	Estudar a criação de eventuais bacias de retenção, tendo em vista a atenuação dos caudais de ponta de cheia	
4.10	Estudar os eventuais efeitos da criação de albufeiras nas principais ribeiras, no controlo das cheias naturais dessas linhas de água, bem como das estruturas de amortecimento de cheias	
4.12	Dar cumprimento ao D.L. nº364/98 que estabelece a obrigatoriedade por parte dos PMOT da elaboração de cartas de Zonas Inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias	54; 56
<b>Erosão Hídrica</b>		
4.18	Implementar medidas de intervenção prioritárias por bacia hidrográfica	64
4.19	Proceder à conservação dos poios e levadas nas bacias com maior risco de erosão	
4.20	Reforço dos programas de reflorestação das bacias hidrográficas onde o risco de erosão é mais elevado, sobretudo no flanco Sul da ilha da Madeira e ilha do Porto Santo e para combate aos fogos florestais	59
4.21	Implementar obras de correção nas bacias hidrográficas com maior risco de erosão e desprendimento de terras	
4.22	Incluir recomendações relativamente às áreas críticas de risco a introduzir nos planos de proteção civil	
<b>Transporte Sólido</b>		
4.23	Melhorar o conhecimento sobre o fenómeno de transporte sólido através da monitorização e análise de dados	61

Código de cores: Verde – ações cumprem a medida na totalidade; Amarelo: ações cumprem parcialmente a medida; Vermelho – Não há qualquer correspondência entre a medida e as ações identificadas.

Parece particularmente relevante a intenção de estender a avaliação do risco de aluviões (realizada pelo Estudo apenas para as cinco ribeiras mais afetadas pelo evento de 20/02/2010) a toda a Madeira (ação 56). Juntamente com a intenção manifesta pelo Governo Regional de construir um SIG centrado nos riscos geológicos/geomorfológicos (ação 54), esta medida deverá contribuir significativamente para um conhecimento aprofundado e integrado da distribuição do risco de cheias/aluviões no território madeirense, permitindo (em harmonia com as medidas propostas no Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões no Arquipélago da Madeira), orientar o tipo de ocupação do território, definir critérios de ocupação de zonas perigosas de acordo com o risco associado, e eventualmente deslocar infraestruturas e bens sensíveis que, estando em zonas críticas, não possam ser protegidas a um custo razoável. Em suma, o conhecimento possibilitado por estas duas medidas específicas deverá permitir delimitar para a generalidade do território madeirense zonas inundáveis, leitos de cheia e



infraestruturas em interferência com o domínio hídrico (objetivos operacionais 4.2 e 4.3; Quadro 1), e finalmente construir a cartografia de zonas inundáveis cuja obrigatoriedade para os municípios afetados por cheias está prevista na lei (D.L. 364/98, de 21 de Novembro) e contemplada pelo objetivo operacional 4.12 do PRAM.

### ***3.2.2 Movimentos de massa em vertentes***

No caso dos movimentos de vertente, as ações n<sup>os</sup> 54 e 58 (Anexo 1) vêm cumprir na totalidade o único Objetivo Operacional estabelecido no PRAM (O.Op. 4.27), centrado na realização de cartografia de riscos geológicos/geotécnicos. As ações acima referidas, ambas constantes do PIDDAR 2015, incluem não só a intenção de elaboração de mapas de perigosidade de deslizamentos, mas também a integração deste risco com as cheias/aluviões num único SIG, com evidentes benefícios num contexto de apoio à decisão.

### ***3.2.3 Galgamentos***

O único Objetivo Operacional do PRAM relativo aos galgamentos oceânicos prende-se com a necessidade de “desenvolver estudos sobre os efeitos das inundações nas áreas ribeirinhas por ação do mar”. As duas ações identificadas relativamente a este fenómeno consistem ambas em obras de reforço da proteção da frente marítima (no Funchal e na Calheta; ações n<sup>os</sup> 2 e 52 no Anexo 1), pelo que este objetivo é cumprido apenas marginalmente. Não há indicação de qualquer intenção de desenvolvimento de estudos sistemáticos.

## **4. PROPOSTAS PARA REFORÇO DA CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO**

Como se depreende do levantamento efetuado nos capítulos anteriores, os diversos estudos efetuados, particularmente após o evento de fevereiro de 2010 (IST/UA/LREC, 2010; NEMUS/HIDROMOD, 2014), incorporam já um conjunto relevante de propostas que, devidamente implementadas, poderiam constituir avanços significativos no processo adaptativo da Região Autónoma da Madeira às alterações climáticas. Como se verificou, também, muitas dessas propostas, particularmente as de natureza estrutural, quase todas focadas nos cursos de água, foram já concretizadas no terreno, faltando, no entanto, avaliar a sua capacidade efetiva de cumprir os propósitos para que foram construídas.

Da avaliação das vulnerabilidades atuais e futuras, emerge a noção clara que é fundamental investir no aprofundamento dos conhecimentos e na monitorização dos processos; aliás, esta necessidade está já presente em estudos anteriores, mas, ao contrário das obras mais “pesadas”, está ainda longe de ser cumprida. Destacam-se, de seguida, as medidas de adaptação consideradas mais relevantes para responder aos desafios ambientais atuais e futuros nas ilhas da Madeira e de Porto Santo. Tendo em conta a diversidade de propostas já enquadradas em estudos anteriores, mais do que apresentação de novas ações de adaptação, retomam-se algumas das já efetuadas, em alguns casos amplificando-as e aprofundando-as, numa perspetiva integrada que se considera essencial no contexto dos fenómenos naturais aqui analisados.

### **Estudos de dinâmicas de vertentes, sedimentar e fluvial**

Considera-se imprescindível a intensificação e aprofundamento dos estudos de dinâmica fluvial, numa perspetiva sistémica, interrelacionando os processos de erosão hídrica, dinâmica de massa em vertentes, transporte sedimentar e escoamento fluvial. Na verdade, vários estudos referem a importância dos movimentos de vertente – **deslizamentos** e **escoadas** – na quantidade de sedimentos que alimentam o escoamento fluvial em período de cheias, dando origem às **aluviões**. Outros, mais recentes (Simões, 2015), confirmam a grande importância dos deslizamentos no desencadeamento das escoadas, que se propagam até aos fundos de vale.

Os estudos dos **movimentos de massa em vertentes** devem centrar-se em duas abordagens complementares: por um lado, a avaliação das condições do território, com vista à **identificação das áreas com maior suscetibilidade**; por outro, a **identificação de limiares de precipitação**, que permitam antecipar a sua ocorrência.

No primeiro caso, o cálculo da suscetibilidade permite obter a sua distribuição no território, identificando as infraestruturas mais vulneráveis (habitações, estradas, *levadas*, etc.), de forma a permitir uma gestão mais eficaz do perigo. Adicionalmente, permitirá uma atuação mais direcionada e eficaz através de **medidas de prevenção e de implantação de estruturas de proteção** (reflorestação, estabilização de vertentes, localização de barreiras de retenção de sedimentos, etc.). A identificação de áreas com grande propensão para gerar sedimentos deverá ser **enquadrada em cada bacia hidrográfica**, dando relevância às medidas de

adaptação naquelas que coincidam com setores em que a dinâmica fluvial é elevada e propiciadora da ocorrência de cheias, com vista a diminuir o impacto das aluviões.

No segundo caso, é exigido um acompanhamento (automático ou não) das vertentes, identificando o seu comportamento em confronto com os registos de precipitação acumulada. Para tal, é necessário **investimento em estações pluviométricas**, estrategicamente localizadas, e com registos contínuos, idealmente com transmissão de dados por telemetria, que poderão estar enquadradas em um sistema mais amplo de alerta à ocorrência de movimentos de massa em vertentes e cheias (referido mais adiante).

Em qualquer dos casos, e para os diversos fenómenos – deslizamentos, escoadas, cheias e aluviões –, seria importante uma **recolha sistemática e metódica de ocorrências** associadas a cada evento meteorológico, baseada em diversas fontes de informação, em que se procedesse ao levantamento da data de ocorrência, localização mais aproximada possível e identificação dos impactos associados.

Como se verifica de seguida, o conhecimento resultante dos diversos estudos servirá, também, para suportar medidas nos domínios da socioeconomia, da governança e da tecnologia.

### **Estudos de dinâmica marítima**

A subida do nível médio das águas do mar constitui um dos factos mais seguros, no contexto das alterações climáticas. Os valores de referência encontrados nos diversos estudos, na ordem de 40 a 50 cm de elevação até final do presente século, embora possam ser considerados moderados, vão, certamente, levar a uma alteração das condições da dinâmica marítima e a um reajustamento das atividades humanas junto à costa. Neste sentido, será importante desenvolver **estudos de modelação da dinâmica marítima para vários cenários futuros**, identificar as atividades e as infraestruturas que possam vir a ser, de alguma forma, afetadas e, nesta sequência, avaliar as medidas a tomar, que poderão passar pelo reforço das estruturas de proteção costeira, realocação de infraestruturas e, em alguns casos, abandono das atividades, quando a relação custo-benefício assim o determinar.

Neste contexto, deve ser dada **atenção particular à ilha de Porto Santo**, devido à existência de condições litorais específicas, com uma faixa costeira de praia e dunas, de muito baixa altitude, que se estende ao longo da maior parte do setor sudeste da ilha.

### **Sistema de alerta contra as cheias e movimentos de vertentes**

Tendo em conta as condições naturais e humanas da ilha da Madeira, que se traduzem em bacias hidrográficas com tempos de resposta e tempos de concentração muito pequenos, fortes dinâmicas do escoamento e grande abundância de transporte de material sólido dos cursos de água, a existência de um **sistema de alerta contra cheias e movimentos de massa em vertente** assume-se como imprescindível. Devido aos **tempos de concentração muito baixos** da generalidade das bacias hidrográficas da ilha da Madeira, na maior parte inferiores a

2h, mas frequentemente com apenas cerca de 1h, tal como acontece com a maioria das pequenas bacias que drenam para a costa sul da ilha, nas quais se destacam as que drenam para o Funchal (IST/UA/LREC, 2010), **este sistema de alerta deve revestir-se de algumas especificidades**. Neste contexto, tão ou mais importante do que o conhecimento em tempo real dos quantitativos de precipitação sobre as bacias hidrográficas ou dos caudais em diversas secções dos cursos de água, é a **capacidade para antever, em algumas horas, a aproximação de sistemas atmosféricos depressionários capazes de gerar precipitações muito intensas na ilha da Madeira**. Neste sentido, e sem diminuir a importância da existência de estações hidrométricas e pluviométricas neste sistema de alerta, deve ser analisada a inclusão de um **Radar Meteorológico** com vista a fornecer uma informação relativamente precisa e fiável, com a antecipação de apenas algumas horas, em complemento com as previsões mais alargadas (superiores a 1 dia), igualmente importantes, que podem ser obtidas a partir de **modelos de previsão numéricos com resolução adequada**, da responsabilidade do IPMA.

Obviamente, um sistema de acompanhamento e alerta deve funcionar assente no conhecimento dos mecanismos geotécnicos e hidrológicos que gerem os movimentos de massa em vertentes e a dinâmica do escoamento nas bacias hidrográficas, pelo que o seu enquadramento no conhecimento obtido a partir dos estudos das dinâmicas de vertentes, sedimentar e fluvial (referidos anteriormente) é imprescindível para garantir uma otimização dos recursos tecnológicos e para alcançar os resultados pretendidos.

### **Construção de estruturas de proteção**

A curto prazo, as obras de proteção em vertentes, nas ribeiras e na faixa costeira podem ser consideradas essenciais para corrigir problemas graves detetados com base no funcionamento recente dos sistemas. Em todo o caso, como se comprova pelo Anexo 1 e em vários documentos disponíveis (veja-se, por exemplo, o Jornal da Madeira, de 4 de dezembro de 2014<sup>5</sup>), as várias dezenas de ações desde fevereiro de 2010 têm incidido maioritariamente em obras de proteção costeira (2 ações), de estabilização de vertentes (11 ações) e, principalmente, associadas aos cursos de água (44 ações), em que se destaca claramente a Intervenção sobre leitos/canais fluviais (40 das anteriores).

Tendo em conta o referido, o conhecimento do funcionamento dos sistemas naturais, quer nas condições atuais quer em contexto de alterações climáticas (tal como descrito em ponto anteriores), permitirá, a curto e médio prazo, **ações direcionadas e com maior capacidade de efeito adaptativo às condições atuais e futuras**. Por exemplo, a colocação de estruturas de retenção de sedimentos nos leitos das ribeiras terá um efeito mais eficaz se for conhecida previamente, com base na modelação e análise de suscetibilidade, onde se localizam os setores das bacias hidrográficas mais propensos para a cedência de material sólido, quer através de erosão hídrica quer através de movimentos de massa em vertentes.

---

<sup>5</sup> <http://www.jornaldamadeira.pt/flips/frentemar/FLASH/index.html>.

### **Conservação e alteração do uso e ocupação do solo**

As medidas de conservação ou de alteração de usos do solo podem constituir ações importantes no sentido de diminuir a erosão hídrica do solo e, em alguma medida, os movimentos superficiais de massa em vertentes, atenuando assim a quantidade de sedimentos transportados para os cursos de água. Incluem-se aqui duas ações: medidas de **apoio à agricultura com vista à manutenção dos poios**; medidas de **reflorestação**. Neste último caso, devem previamente ser feitos estudos no sentido de **avaliar as espécies e as formações vegetais mais adequadas**, ou seja, que fornecem uma maior proteção ao solo.

### **Formação e sensibilização das populações para a perceção do risco**

A **educação da população para o risco** deve englobar um conjunto de ações muito diversificadas, particularmente transversal a toda a sociedade madeirense. Um desses níveis constitui a **(re)educação de técnicos com vista à sensibilização para as questões de riscos naturais na Região Autónoma da Madeira**; este nível é particularmente importante, pois são, muitas vezes, estes técnicos que funcionam como agentes transmissores de informação entre as entidades oficiais e os indivíduos e como agentes que controlam as ações destes indivíduos no terreno.

Outro nível incide nas **ações de formação e sensibilização das populações quanto às áreas de risco**. Este nível pretende chegar à sociedade em geral, através de grupos de indivíduos, mas considerando, em última análise, **cada pessoa como um ator fundamental no processo de proteção civil**, quer no que diz respeito ao conhecimento dos fatores de risco quer no que diz respeito ao reconhecimento das condições que antecipam a sua ocorrência. Neste contexto, e como complemento, aconselha-se a intensificação destas **ações de perceção do risco em determinadas populações-alvo**, ou seja, em pequenos grupos de risco selecionados (crianças em escolas, idosos, etc.), tendo por base, numa primeira fase, populações amostrais (determinado conjunto de indivíduos em contexto de riscos específicos) que possam ser extrapoladas para o resto do território.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IST/UA/LREC (2010) – *Estudo de Avaliação do Risco de Aluviões na Ilha de Madeira. Relatório Base*. Secretaria Regional do Equipamento Social, Funchal.

NEMUS/HIDROMOD (2014) – *Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10). Volume 1 – Relatório. Parte 2 – Caracterização e diagnóstico*. Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente, Funchal.

Simões, E. (2015) - *Análise integrada da dinâmica de deslizamentos e escoadas nas bacias hidrográficas do sector central da Ilha da Madeira*. Dissertação do Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa.

SRA/INAG (2003) – *Plano Regional da Água da Madeira. Relatório Técnico* (versão para consulta pública). Secretaria Regional do Ambiente e Instituto da Água, Funchal.

**Anexo 1** - Ações de adaptação aos fenómenos (FEN) das cheias/aluviões (CH), movimentos de vertente (MV) e galgamentos oceânicos (GA) concluídas, em curso ou previstas <sup>(1)</sup>. As ações incidentes sobre mais do que um município são colocadas em baixo, com fundo cinzento.

Nº	FEN	Medida	Tipologia	Município	Notas
1	CH	Obras de protecção da frente marítima do Funchal - troço terminal da ribª de S.João. Obra incluiu reposicionamento, aprofundamento e reforço do leito	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída. Inaugurada a 28/11/14
2	CH/GA	Obras da zona litoral da empreitada dos troços terminais das ribeiras de João Gomes e Santa Luzia	Intervenções sobre leitos/canais fluviais; Protecção de frente marítima	Funchal	Concluída
3	CH	Construção de 4 estruturas de retenção (açudes) na Ribª de S.João	Retenção de sedimentos	Funchal	Concluída (inauguração a 17/10/2014)
4	CH	Construção de 4 estruturas de retenção (açudes) na Ribª de Sta.Luzia	Retenção de sedimentos	Funchal	Concluída (inauguração a 18/9/2013)
5	CH	Construção de 4 estruturas de retenção (açudes) na Ribª de João Gomes	Retenção de sedimentos	Funchal	Concluída (inauguração a 13/09/2013)
6	CH	Regularização e canalização da Ribeira da Vargem	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	S.Vicente	Concluída em 5/2014
7	CH	Regularização e canalização da Ribeira do Vasco Gil	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída em 5/2014
8	CH	Canalização da ribeira da Tábua	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	RibªBrava	Ribeira está canalizada até ao sector terminal em 3/2014. Intervenção específica na foz inaugurada em 18/11/2014
9	CH	Regularização e canalização da ribeira da Ribeira Brava	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	RibªBrava	Conclusão prevista: Março 2015
10	CH	Implementação de um sistema automático de monitorização das ribeiras de João Gomes, Santa Luzia, S.João e ribª Brava.	Sistemas de vigilância e alerta	Funchal, RibªBrava	Activa desde Outubro 2014
11	CH	Regularização e canalização do Ribeiro do Monte a montante do Largo da Fonte	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Despesa autorizada a 7/8/2014
12	CH	Regularização e canalização da ribeira da Tábua a montante da E.R.222, no sítio da Terça	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Ribeira Brava	Despesa autorizada a 7/8/2014
13	CH	Regularização e canalização das ribeiras da Fajã das Éguas, da Pereira e da Eirinha	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Ribeira Brava	Despesa autorizada a 7/8/2014
14	CH	Regularização e canalização do troço final da ribeira da Madalena do Mar	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Ponta do Sol	Despesa autorizada a 7/8/2014
15	CH	Regularização e canalização do ribeiro de Santana e do ribeiro da Água de Mel, desde as zonas altas de São Roque até à Penteadá.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluídas. Inauguradas em 02/10/2014
16	CH	Reconstrução da passagem hidráulica e muros de canalização do 1.º ribeiro do Lazareto - S. Gonçalo.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída em 07/2011
17	CH	Regularização e canalização do ribeiro da Carne Azeda, a jusante da rua Dr. Ângelo Augusto Silva - Funchal.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída em 07/2013
18	CH	Canalização do ribeiro da Chega, na Vereda das Lajes	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída em 09/2013
19	CH	Regularização e canalização do ribeiro da Capela, no Curral das Freiras.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Câmara de Lobos	Concluída. Inaugurada 18/09/2013
20	CH	Regularização e canalização dos ribeiros do caminho do Lombo do Moleiro - Serra de Água.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	RibªBrava	Em curso. Expropriação declarada de utilidade pública em 21/10/2014
21	CH	Regularização e canalização de um afluente do ribeiro Serrão na Ponte de Pau, na Camacha - Santa Cruz.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Em curso. Expropriação declarada de utilidade pública em 21/10/2014
22	CH	Regularização e canalização da ribeira do Vigário - Câmara de Lobos.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Câmara de Lobos	Em curso. Repartição dos encargos orçamentais com expropriação autorizada a 27/07/2014
23	CH	Regularização e canalização do ribeiro da Corujeira - 2.ª fase - Monte, Funchal.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Em curso. Expropriação declarada de utilidade pública em 29/07/2014
24	CH	Regularização e Canalização da Ribeira da Janela	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Porto Moniz	Concluída. Inaugurada a 23/10/2014
25	CH	Obra de desvio do Ribeiro da Pena para a Ribeira de João Gomes	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída em 06/2011
26	CH	Canalização e alargamento do ribeiro das Babosas	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Funchal	Concluída em 06/2011
27	CH	Desvio do ribeiro da Quinta das Freiras - Caniço	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Em curso. Repartição dos encargos orçamentais com expropriação autorizada a 29/07/2014
28	CH	Regularização e canalização do ribeiro das Eiras - Caniço	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	1ª Fase concluída em 09/2013
29	CH	Execução de muros de canalização e travessões no Ribeiro do Vale Paraíso	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
30	CH	Intervenção na secção de vazão, construção de muros e soleiras no Ribeiro do Palheiro Ferreiro	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
31	CH	Reconstrução da passagem hidráulica, muros de canalização e outras intervenções no Ribeiro Seco	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011

32	CH	Canalização do ribeiro Serrão	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
33	CH	Desassoreamento, construção de muros de canalização no ribeiro Lareão	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
34	CH	Construção de muros e da rede de esgotos na ribeira dos Bois	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
35	CH	Execução de passagens hidráulicas, muros e travessões na ribeira do Castelejo	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
36	CH	Execução de muros de canalização, travessões e um pontão na ribeira de Boa Ventura	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
37	CH	Ribeira de Santa Cruz - Reforço das fundações da muralha, construção de travessões e protecção dos muros e dos apoios de ponte.	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Concluída em 07/2011
38	CH	Ribeira de Machico, Ribeiros do Caramachão, Pestana, Lajes e Pico Queimado - reforço de fundações, construção de muros de canalização e de travessões	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Machico	Concluídas a 08/2011
39	CH	Reconstrução de passagens hidráulicas e muros de canalização no ribeiro do Tareco	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Ponta do Sol	Concluída em 2011
40	CH	Regularização e canalização do ribeiro da Abegoaria	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Santa Cruz	Contratada a 18/12/2014. Finalização prevista para 07/2015
41	MV	Consolidação do talude das Balseiras	Estabilização de vertentes	Câmara de Lobos	Concluída em 2011
42	MV	Estabilização do talude do Garachico, em Câmara de Lobos	Estabilização de vertentes	Câmara de Lobos	Concluídas em 07/2013
43	MV	Fixação do talude da Maiata	Estabilização de vertentes	Machico	Concluídas em 08/2011
44	MV	Estabilização da plataforma rodoviária de um troço da Estrada Regional 107	Estabilização de vertentes	Câmara de Lobos	Em curso. Expropriação declarada de utilidade pública a 25/06/2014
45	MV	Estabilização do talude marginal à ribeira da Fajã das Éguas	Estabilização de vertentes	RibªBrava	Concluída desde 01/2012
46	MV	Estabilização do talude da E.R.222 - Moledos	Estabilização de vertentes	Ponta do Sol	Em curso. Despesa autorizada pelo Gov.Regional em 22/05/2014
47	MV	Consolidação do talude leste da estrada de acesso à vila da Ponta do Sol	Estabilização de vertentes	Ponta do Sol	Concluída a 07/2011
48	MV	Estabilização do talude sobranceiro ao cais da Ponta do Sol	Estabilização de vertentes	Ponta do Sol	Concluída
49	MV	Estabilização da Estrada Regional 101 - Quebradas - Arco de São Jorge	Estabilização de vertentes	Santana	Concluída em 2011
50	MV	Estabilização da escarpa sobranceira à Marginal da Calheta-1ª Fase	Estabilização de vertentes	Calheta	Concluída em 2012
51	MV	Estabilização da Estrada Regional 221 - Seixal	Estabilização de vertentes	Porto Moniz	Concluída
52	GA	Reforço da protecção marítima da praia da Calheta	Protecção de frente marítima	Calheta	Concluída
53	CH	Intenções de redimensionar passagens hidráulicas e linhas de água de menor dimensão	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Madeira em geral	Medidas previstas no Plano e Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Região Autónoma da Madeira (PIDRAR) 2015
54	CH/MV	Intenções de construir um SIG centrado nos riscos geológicos e geomorfológicos para 2015 (cheias/aluviões/movimentos de vertente)	Espacialização do risco ou perigosidade/apoio à decisão		
55	CH	Intenções de desenvolvimento de acções de divulgação pública e formação sobre o risco de aluviões	Sensibilização/Formação		
56	CH	Intenções de estender a avaliação do risco de aluviões realizada pelo IST a toda a ilha da Madeira	Espacialização do risco ou perigosidade/apoio à decisão		
57	CH	Intenção de conceber o sistema de previsão e alerta de aluviões	Sistemas de vigilância e alerta		
58	MV	Intenção de elaboração de mapas de perigosidade de deslizamentos	Espacialização do risco ou perigosidade/apoio à decisão		
59	CH	Intenção de prosseguimento das acções de controlo da erosão e torrencialidade nos sectores de cabeceira, recorrendo a reflorestação	Controlo da erosão/torrencialidade	Paul da Serra, zonas sobranceiras ao Funchal, Porto Santo	
60	CH	Intenções de prosseguimento das acções de limpeza e gestão preventiva das ribeiras, incluindo o redimensionamento de passagens hidráulicas	Intervenções sobre leitos/canais fluviais	Madeira em geral	
61	CH	Intenções de monitorização hidrológica das bacias hidrográficas com maior grau de vulnerabilidade às cheias rápidas	Sistemas de vigilância e alerta		
62	CH	Monitorização do funcionamento das infraestruturas hidráulicas de controlo do transporte de material sólido e manutenção e limpeza das mesmas (açudes e outras estruturas de retenção);	Intervenções sobre leitos/canais fluviais		
63	CH	Intenções de avaliar os condicionalismos sociais na prevenção do risco de aluviões	Espacialização do risco ou perigosidade/apoio à decisão		
64	CH	Elaboração de Cartas de Erosão Específica para a Ilha da Madeira	Espacialização do risco ou perigosidade/apoio à decisão		

(1) Foi ainda ser considerada a “Recuperação e canalização dos ribeiros do Trapiche e do Laranjal, em Santo António no Funchal (Bacia hidrográfica de São João) e respetivas passagens hidráulicas”, que se encontra contabilizada nas estatísticas presentes neste relatório.