# CARTAS DE ZONAS INUNDÁVEIS E CARTAS DE RISCOS DE INUNDAÇÕES

## REGIÃO HIDROGRÁFICA DO MINHO E LIMA
## RH1

**Novembro de 2020**

Cofinanciado por:

POSEUR PROGRAMA OPERACIONAL SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA NO USO DE RECURSOS 2014 20

PORTUGAL 2020

UNIÃO EUROPEIA
Fundo de Coesão

**FICHA TÉCNICA**

Título: Cartas de Zonas Inundáveis de Riscos de Inundações Região Hidográfica do Minho e Lima - RH1

Editor: Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

Coordenação: Departamento de Recursos Hídricos

Data de edição: Novembro de 2020

**ÍNDICE GERAL**

1. INTRODUÇÃO ..... 12

1.1. Enquadramento e Objetivos ..... 13

1.2. Moldura Legal e Institucional ..... 14

1.3. Recomendações da Comissão Europeia para o 2.º Ciclo de Planeamento da DAGRI ..... 16

1.4. Coordenação Internacional ..... 18

2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA ..... 20

2.1. Caracterização biofísica ..... 21

2.2. Massas de água ..... 21

2.3. Caracterização da precipitação ..... 22

2.4. Escoamento ..... 23

2.5. ARPSI ..... 24

3. INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA DE BASE ..... 28

3.1. Informação de Base de Suporte à Modelação Hidráulica ..... 28

3.2. Informação de Base para Elaboração da Cartografia de Risco ..... 31

4. MODELAÇÃO HIDROLóGICA E HIDRÁULICA DAS ARPSI DE ORIGEM FLUVIAL E PLUVIAL ..... 32

4.1. Modelação Hidrológica e Caudais de Ponta de Cheia ..... 33

4.2. Modelação Hidráulica ..... 35

4.3. Cenários de Alterações Climáticas ..... 37

5. MODELAÇÃO DAS ARPSI DE ORIGEM COSTEIRA ..... 39

5.1. Modelação ..... 39

6. CARTOGRAFIA DE RISCO – METODOLOGIA ..... 42

6.1. Elementos Expostos – Metodologia ..... 45

7. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DAS ARPSI ..... 47

7.1. Cartografia das áreas inundáveis ..... 47

7.2. Elementos expostos identificados nas ARPSI ..... 49

7.2.1. Impacto na Saúde Humana ..... 49
7.2.2. Impacto no Ambiente ..... 53
7.2.3. Impacto no Património ..... 54
7.2.4. Atividades Económicas Potencialmente Afetadas ..... 55
7.2.5. Massas de Água Potencialmente Afetadas ..... 59
8. APRESENTAÇÃO DO PORTAL ..... 61
8.1. Temas e Simbologia ..... 62
9. NOTA FINAL ..... 66
10. BIBLIOGRAFIA ..... 68
ANEXO I ..... 71
ANEXO II ..... 73
ANEXO III ..... 74
ANEXO IV ..... 75
ANEXO V ..... 76

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Fases de implementação da DAGRI ..... 13

Figura 2. Imagem da reunião entre as delegações portuguesa e espanhola, realizada de 5 a 6 de julho de 2018 no Porto ..... 19

Figura 3. Delimitação geográfica da RH1 (APA, 2016b) ..... 20

Figura 4. Precipitação média anual na bacia hidrográfica do Minho e Lima (adaptado de: APA, 2018) ..... 23

Figura 5. Imagens recebidas durante a recolha de eventos ..... 25

Figura 6. ARPSI na RH1-2.º ciclo (APA, 2019) ..... 26

Figura 7. Elementos necessários à modelação hidrológica e hidráulica, medição de caudal e marcas de cheia ..... 33

Figura 8 Fases da execução dos trabalhos (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020) ..... 33

Figura 9. Esquema da modelação hidrológica (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020) ..... 35

Figura 10. Esquema da modelação hidráulica ..... 36

Figura 11. Determinação do nível do mar para efeitos de avaliação de riscos de inundações costeira (reproduzido de Risk-Kit D2.1) ..... 39

Figura 12. Ilustração do efeito das alterações climáticas nas áreas costeira (Adaptado de https://www.escp.org.uk/climate-change-and-sea-level-rise) ..... 40

Figura 13. Zonas de inundação na ARPSI de Amorosa- Atual: Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m. ..... 41

Figura 14. Zonas de inundação ARPSI de Castelo de Neiva: Atual: Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m. ..... 41

Figura 15. Esquema da análise do risco. Adaptado de Samuels (2009) ..... 42

Figura 16. Perigo da altura do escoamento num evento de inundação (Aqualogus e Hidromod, 2020) ..... 43

Figura 17. Áreas inundáveis da ARPSI de Ponte da Barca-Arcos de Valdevez (esquerda) e da ARPSI de Ponte Lima (direita), para o período de retorno de T=100, para o 1.º e 2.º ciclos ..... 47

Figura 18. Área inundável da ARPSI de Caminha (esquerda) e da ARPSI de Valência (direita), para período de retorno de T=100 anos ..... 48

Figura 19. Área inundável da ARPSI de Amorosa (esquerda) e da ARPSI de Monção (direita), para período de retorno de T=100 anos ..... 48
Figura 20. Área inundável da ARPSI de Castelo de Neiva, para o período de retorno de T=100 anos ..... 48
Figura 21. População potencialmente afetada por município e por período de retorno, na RH1 ..... 50
Figura 22. Setores de atividade afetados, relativamente ao volume de negócios. ..... 57
Figura 23.Relação entre número de estabelecimentos afetados, pessoas ao serviço e volume de negócios.59
Figura 24.Geoportal para acesso à cartografia de áreas inundáveis de risco de inundações..... 61

**ÍNDICE DE QUADROS**

Quadro 1. Informação partilhada com Espanha ..... 19
Quadro 2. Sub-bacias e concelhos na RH1 ( APA, 2016b) ..... 22
Quadro 3. Percentis da precipitação anual na bacia do Minho e Lima (adaptado de: APA, 2018). ..... 23
Quadro 4. Escoamento médio anual em regime natural na RH1 (APA, 2016b) ..... 23
Quadro 5. Lista de ARPSI para a RH1 (APA, 2019) ..... 26
Quadro 6. Entidades que cederam informação cartográfica 1:10 000 ..... 30
Quadro 7. Fontes de dados topobatimétricos disponíveis na zona costeira ..... 30
Quadro 8. Entidades Proprietarias de Informação Especifica ..... 31
Quadro 9. Variação expectável dos caudais de ponta de cheia nas ARPSI da RH1 ..... 38
Quadro 10. Tipologia de Edifcios Sensíveis ..... 45
Quadro 11. Área inundável ($Km^2$) das ARPSI no 1.º e 2.º ciclo por período de retorno ..... 47
Quadro 12. Área inundável ($Km^2$) das ARPSI no 2.º ciclo por período de retorno ..... 49
Quadro 13. População potencialmente afetdata por ARPSI e para cada período de retorno ..... 49
Quadro 14. População flutuante afetdata por ARPSI e para cada período de retorno ..... 51
Quadro 15. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas por ARPSI por período de retorno ..... 51
Quadro 16. Edificios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI por período de retorno ..... 51
Quadro 17. Classes de rede viária ..... 52
Quadro 18. Rede viária potencialmente afetada por ARPSI por período de retorno ..... 52
Quadro 19. Ferróvias potencialmente afetadas por ARPSI por período de retorno ..... 53
Quadro 20. Fontes de poluição por ARPSI e por período de retorno ..... 54
Quadro 21. Património natural e áreas protegidas, por ARPSI e por período de retorno ..... 54
Quadro 22. Património cultural potencialmente afetado por ARPSI por período de retorno ..... 55
Quadro 23. Massas de água por ARPSI e período de retorno ..... 60
Quadro 24. Água balneares por ARPSI e período de retorno ..... 60
Quadro 25. Quadro de Consequências(Fonte: APA, 2019) ..... 71

Quadro 26. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas ..... 73
Quadro 27. Edificios sensíveis potencialmente afetados ..... 73
Quadro 28. Fontes de poluição potencialmente afetadas ..... 74
Quadro 29. Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas ..... 74
Quadro 30. Património Cultural potencialmente afetadas ..... 75
Quadro 31. Massas de água potencialmente afetadas ..... 76
Quadro 32. Águas Balneares potencialmente afetadas ..... 77

**ÍNDICE DE TABELAS**

Tabela 1. Classes da Perigosidade ..... 43

Tabela 2. Matriz de Risco..... 44

Tabela 3. Matriz Risco para as ARPSI costeiras ..... 44

## LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS

| Acrónimos e siglas | Designação |
|---|---|
| **ANEPC** | Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil |
| **ANMP** | Associação Nacional de Municípios Portugueses |
| **APA** | Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. |
| **APRI** | Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações |
| **ARH** | Administração de Região Hidrográfica |
| **ARPSI** | Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação |
| **CAE** | Classificação das Atividades Económicas |
| **CAOP** | Carta Administrativa Oficial de Portugal |
| **CE** | Comissão Europeia |
| **CM** | Câmara Municipal |
| **CNGRI** | Comissão Nacional da Gestão dos Riscos de Inundações |
| **COS** | Carta de Ocupação do Solo |
| **CZICRI** | Cartas de Zonas Inundáveis e de Cartas de Riscos de Inundações |
| **DAGRI** | Diretiva de Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações |
| **DGADR** | Direção-Geral da Agricultura e Desenvolvimento Rural |
| **DGPC** | Direção-Geral do Património Cultural |
| **DGT** | Direção-Geral do Território |
| **DQA** | Diretiva Quadro da Água |
| **ENGIZC** | Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira |
| **ICNF** | Instituto de Conservação da Natureza e Florestas |
| **IMT** | Instituto da Mobilidade e dos Transportes |
| **INE** | Instituto Nacional de Estatística |
| **ITP** | Instituto do Turismo de Portugal |
| **MDT** | Modelo Digital do Terreno |
| **PDM** | Plano Diretor Municipal |
| **PGRH** | Plano de Gestão de Região Hidrográfica |
| **PGRI** | Plano de Gestão dos Riscos de Inundações |
| **PMEPC** | Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil |
| **PMOT** | Plano Municipal de Ordenamento do Território |
| **POC** | Programa de Orla Costeira |

| | |
|---|---|
| **REN** | Reserva Ecológica Nacional |
| **RH** | Região Hidrográfica |
| **RH1** | Região Hidrográfica do Minho e Lima |
| **SNIRH** | Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos |

# 1. INTRODUÇÃO

As inundações são fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou induzidos pela ação humana, que têm como consequência a submersão de terrenos usualmente emersos, podendo provocar danos significativos, quer a nível social, quer económico ou ambiental. A proteção de pessoas e bens, através da minimização dos riscos associados às inundações, constitui uma preocupação crescente, face ao incremento de fenómenos de precipitação muito intensa, e de agitação marítima, associados aos efeitos das alterações climáticas, pelo que os mecanismos de gestão de inundações assumem cada vez mais relevância, envolvendo diferentes entidades.

A Diretiva da Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações (DAGRI), Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007, surge, na sequência da magnitude de diversas inundações que na primeira década do século XXI afetaram gravemente as populações e as atividades económicas europeias, e tendo como objetivo reduzir o risco das consequências prejudiciais das inundações. A Diretiva estabelece que "*A fim de dispor de um instrumento de informação eficaz, bem como de uma base valiosa para estabelecer prioridades e para tomar decisões técnicas, financeiras e políticas ulteriores em matéria de gestão de riscos de inundações, é necessário prever a elaboração de cartas de zonas inundáveis e de cartas de riscos de inundações indicativas das potenciais consequências prejudiciais associadas a diferentes cenários de inundações, incluindo informações sobre fontes potenciais de poluição ambiental resultante das inundações.*"

Como principal instrumento de gestão dos riscos de inundação a referida Diretiva define a elaboração de Planos de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI), para ciclos de seis anos, centrados na prevenção, proteção, preparação e previsão destes fenómenos, em estreita articulação com os planos de gestão das regiões hidrográficas. Em 2016 foram aprovados os planos do 1º ciclo em vigor até dezembro de 2021. Em 2018 iniciaram-se os trabalhos de preparação do 2º ciclo, com revisão e atualização da avaliação preliminar dos riscos de inundações, estando neste momento a decorrer a 2ª fase com a elaboração da respetiva cartografia de risco.

No presente relatório descreve-se de forma sucinta a metodologia e os resultados dos trabalhos de modelação hidrológica e hidráulica desenvolvidos para a delimitação das áreas inundáveis e das consequências das inundações para a população, o ambiente, as atividades económicas e o património, para a Região Hidrográfica do Minho e Lima – RH1. Os mapas elaborados surgem no seguimento da identificação das áreas que foram consideradas de risco potencial significativo de inundações (Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação – ARPSI), de acordo com o estabelecido na DAGRI. A identificação das ARPSI

encontra-se descrita no relatório disponível no portal da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA): APRI-RH1.

A proposta de cartografia elaborada está em consulta pública, no sítio de internet da APA, em www.apambiente.pt e na plataforma de partição pública "Participa", em http://participa.pt/. Complementarmente, serão realizadas sessões durante o período de participação pública, que decorrerão em ambiente virtual, por Administração de Região Hidrográfica (ARH), nas quais estarão presentes os principais *stakeholders* de cada Região Hidrográfica (RH).

## 1.1. Enquadramento e Objetivos

A DAGRI, transposta para direito nacional através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, visa estabelecer um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, a fim de reduzir as consequências associadas às inundações prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas. A sua implementação realiza-se por ciclos de planeamento de seis anos, sendo que o presente relatório se enquadra no 2.º ciclo. Na Figura 1 encontram-se ilustradas as fases e datas de desenvolvimento da DAGRI em função dos respetivos ciclos de planeamento.

*Figura 1. Fases de implementação da DAGRI*

Cada ciclo de implementação da DAGRI, tal como mostra a figura anterior, integra três fases:

- 1.ª Fase: Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI) para identificação das ARPSI (artigo 4.º);
- 2.ª Fase: Elaboração de Cartas de Zonas Inundáveis e de Cartas de Riscos de Inundações (CZICRI) relativas às ARPSI anteriormente identificadas (artigo 6.º);
- 3.ª Fase: Elaboração e implementação dos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI) (artigo 7.º).

O PGRI do 1.º ciclo foi aprovado em 2016 através da Resolução do Conselho de Ministros n.º 51/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada através da Declaração de Retificação n.º 22-A/2016, de 18 novembro, a ARPSI identificada teve por base os eventos ocorridos até dezembro de 2011.

Estes planos devem ser revistos a cada seis anos, pelo que, ao abrigo do disposto no n.º 1 do artigo 46.º do Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, e do artigo 16.º do Decreto-Lei n.º 115 /2010, de 23 de outubro, o Despacho n.º 11954/2018, de 12 de dezembro, vem estabelecer a necessidade da sua revisão para o período 2022-2027.

## 1.2. Moldura Legal e Institucional

Do ponto de vista legal e institucional importa salientar os seguintes documentos como mais determinantes:

- Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, Diretiva Quadro da Água (DQA), que estabelece o quadro comunitário de atuação no âmbito das políticas da água;
- Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que transpõe a DQA;
- Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007, Diretiva da Avaliação e gestão dos Riscos de Inundações (DAGRI);
- Decreto-Lei n.º 166/2008, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto, relativo ao regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN), constituindo uma estrutura biofísica que integra áreas com valor e sensibilidade ecológicos ou expostas e com suscetibilidade a riscos naturais. É uma restrição de utilidade pública que condiciona a ocupação, o uso e a transformação do solo a usos e ações compatíveis com os seus objetivos;

- Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC), que foi aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro, que privilegia uma visão integradora no âmbito da gestão e utilização da orla costeira.
- Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro de 2010, que transpõe a DAGRI e cria a Comissão Nacional de Gestão dos Riscos de Inundações (CNGRI);
- Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho, que regula a elaboração e a implementação dos programas de ordenamento da orla costeira, designados por POC, e estabelece o regime sancionatório aplicável às infrações praticadas na orla costeira, no que respeita ao acesso, circulação e permanência indevidos em zonas interditas e respetiva sinalização;
- Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, Lei de Bases Gerais de Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo;
- Decreto-Lei n.º 80/2015 de 14 de maio, que aprova o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial.

O artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, determina a criação da Comissão Nacional da Gestão dos Riscos de Inundações (CNGRI) e define legalmente as suas competências. Esta está destinada a acompanhar a implementação da DAGRI e que funcionará "*junto da Autoridade Nacional da Água*".

A CNGRI integra, atualmente, as seguintes entidades, com funções específicas:

- APA, enquanto Autoridade Nacional da Água, é a instituição que preside às reuniões, integrando também representantes dos seus departamentos regionais, ARH;
- Um representante da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC);
- Um representante da Direção-Geral do Território (DGT);
- Um representante da entidade com atribuições no planeamento e gestão da água na Região Autónoma dos Açores;
- Um representante da entidade com atribuições no planeamento e gestão da água na Região Autónoma dos Madeira;
- Um representante da Associação Nacional de Municípios Portugueses (ANMP).

A CNGRI colabora com a APA no desenvolvimento das diferentes fases de implementação da DAGRI, incluindo na disponibilização de informação essencial para as diferentes fases de cada ciclo, desenvolvimento de metodologias de trabalho e aprovação dos elementos produzidos nas diferentes fases de cada ciclo de planeamento. A CNGRI funciona em plenário, sendo as suas deliberações tomadas nas reuniões ordinárias, que ocorrem, pelo menos, duas vezes por ano.

Neste sentido, ao longo desta 2.ª fase do 2.º ciclo de implementação da DAGRI, a CNGRI tem vindo a acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos em curso, nomeadamente na definição da metodologia adotada para a elaboração das cartas de zonas inundáveis e de riscos de inundações.

## 1.3. Recomendações da Comissão Europeia para o 2.º Ciclo de Planeamento da DAGRI

Ao longo do 1.º ciclo de implementação da DAGRI foram muitas as questões metodológicas que se colocaram e para as quais foi necessário encontrar as soluções mais adequadas face à informação disponível. Este processo beneficiou largamente da boa cooperação entre os Estados-Membros envolvidos assim como do acompanhamento de todo o processo pela Comissão Europeia (CE), quer ao longo das reuniões do grupo de trabalho da DAGRI, quer através de ações de avaliação do curso dos trabalhos desenvolvidos em cada Estado-Membro. Neste contexto são produzidas pela CE análises críticas e avaliações de cada uma das etapas de desenvolvimento, para cada Estado-Membro, nas quais são dadas indicações consideradas pertinentes para uma mais eficiente implementação futura da diretiva.

Durante o ano de 2018 e estando já em curso os trabalhos finais de identificação das ARPSI do 2.º ciclo de todos os Estados-Membros, a CE apresentou o relatório de avaliação do 1.º ciclo, tendo em vista principalmente estabelecer referências para a implementação do 2.º ciclo. Este relatório, além da análise dos procedimentos e resultados de cada Estado-Membro, inclui a apresentação dos pontos fracos e fortes do 1.º ciclo e indicações relevantes para o desenvolvimento dos ciclos de implementação futuros. Estes devem ser tidos em conta já no 2.º ciclo, inclusive no procedimento de identificação e reavaliação das ARPSI.

As apreciações finais dirigidas a todos os Estados-Membros visam abranger todas as questões que foram entendidas como pertinentes e para as quais a CE pretende que seja dada particular atenção no desenvolvimento dos ciclos de implementação futuros:

- As inundações de origem pluvial, subterrânea ou costeira, devem ser consideradas nos procedimentos de APRI, sempre que for relevante;
- É importante assegurar que todos os procedimentos de implementação dos procedimentos previstos na DAGRI, na APRI, na cartografia e no PGRI, se refiram entre si e que sejam continuamente disponibilizados, de forma acessível, a todo o público;
- A definição de medidas de redução de risco deve privilegiar medidas de planeamento de uso do solo e/ou de medidas de renaturalização (medidas verdes);
- As medidas definidas nos PGRI para cada uma das ARPSI devem ter ordem de prioridades assente numa avaliação da relação custo-benefício das mesmas;

- As alterações climáticas devem assumir maior relevância na avaliação de riscos de inundações;
- Devem ser considerados mecanismos adicionais que assegurem o envolvimento ativo das partes interessadas (*stakeholders)*, como por exemplo o recurso a painéis ou grupos de aconselhamento (*advisory boards);*
- Continuar a desenvolver estratégias comuns, nas bacias internacionais, tomando em linha de conta, os efeitos a montante e a jusante das medidas de redução dos riscos de inundações não localizados nas proximidades de fronteiras nacionais, e alargar a prática de consultas públicas comuns ao nível dos países envolvidos;
- Os períodos de consulta pública devem ser alargados e simultâneos para todas as unidades de gestão territorial consideradas no desenvolvimento dos PGRI.

Para Portugal, as recomendações salientam ainda a necessidade de no 2.º ciclo se atender ao seguinte:

- Estabelecer, tanto quanto possível, objetivos mensuráveis para os PGRI, e associar as medidas aos objetivos;
- Assegurar referências cruzadas entre os PGRI, as ARPSI (áreas com um risco potencial significativo de inundações) e as CZIRI (cartas de zonas inundáveis e de risco de inundações), conforme adequado, e que estes estejam constantemente disponíveis a todos os interessados e ao público num formato acessível, incluindo o formato digital;
- Identificar de forma mais concreta as fontes de financiamento para as medidas. Escolher e priorizar as medidas tendo em conta os custos e os benefícios, quando pertinente.

Assim para este 2º ciclo, será dada atenção particular a cada um dos aspetos atrás referidos sendo que, no contexto da modelação e cartografia, estão já a ser implementadas metodologias que se considera traduzirem significativas melhorias nos procedimentos de identificação e avaliação de zonas de risco, em relação ao 1.º ciclo. Neste ciclo, as alterações climáticas foram incorporadas na avaliação preliminar, encaradas como um potencial agravamento no futuro de eventos extremos, bem como na elaboração da cartografia de risco de inundações. Foi ainda desenvolvida uma metodologia para a avaliação dos potenciais impactos económicos das inundações, conforme tinha sido recomendado no referido relatório da CE.

Ao longo do 2.º ciclo de implementação da DAGRI, todas as entidades que se encontram representadas na CNGRI foram envolvidas. A APA desencadeou procedimentos próprios, para que todas as partes interessadas ou com informação relevante para o mapeamento das áreas inundadas cedessem informação. Assim, salienta-se a interação com as entidades regionais e locais, nomeadamente as autarquias e as Comunidades Intermunicipais, às quais se solicitou informação cartográfica o mais atual possível e com uma escala de maior

pormenor. Verificou-se um maior envolvimento destas entidades, com benefícios mútuos, atendendo a que os resultados que venham a ser obtidos têm de ter expressão nos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), nomeadamente no Plano Diretor Municipal (PDM), na REN e Planos Municipais de Emergência e Proteção Civil (PMEPC) nos termos previstos no artigo 12.º do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro

A interação com as designadas partes envolvidas conduziu ao resultado agora apresentado para consulta pública com a qual se pretende assegurar a máxima transparência nesta fase de implementação da diretiva e, principalmente, potenciar a participação de todas as pessoas e entidades envolvidas na problemática do risco de inundações para a minimização das suas consequências.

## 1.4. Coordenação Internacional

Na DAGRI, um dos aspetos que tem necessariamente que ser assegurado é o caráter transfronteiriço das inundações. Este facto leva a que sejam desenvolvidos mecanismos de cooperação entre os Estados-Membros transfronteiriços, sempre que sejam identificadas situações em que esta particularidade seja relevante no contexto da determinação e/ou redução do risco associado às inundações. Nomeadamente inundações que afetem mais do que um Estado-Membro, impactes transfronteiriços de medidas que impliquem ações em regiões além-fronteiras.

Estas ações colaborativas assumem expressão também nas reuniões do Grupo de Trabalho da DAGRI, que decorrem duas vezes por ano sob a alçada da CE e que incluem todos os Estados-Membros.

Em Portugal, em que as bacias internacionais representam cerca de 63% do território nacional, a cooperação com as entidades espanholas no âmbito da identificação de zonas de risco com delimitação transfronteiriça tem sido sempre tido em conta. A colaboração entre Portugal e Espanha tem sido concretizada através dos grupos de trabalhos constituídos no âmbito da Convenção de Albufeira. A boa colaboração entre as autoridades dos dois países tem vindo a permitir otimizar a gestão de situações de cheia e assim reduzir os riscos de inundação associados a este tipo de situações.

Independentemente da efetiva colaboração que já existia entre os dois países antes da publicação da DAGRI, as etapas de implementação que estão associadas a esta determinou a necessidade de serem aprofundados procedimentos. Estes serão essenciais para o cabal cumprimento dos objetivos de identificação e avaliação de zonas de inundação, assim como da definição e implementação de medidas para a redução do risco associado. Salienta-se neste contexto, a reunião realizada no Porto, em julho de 2018 (Figura 2).

*Figura 2. Imagem da reunião entre as delegações portuguesa e espanhola, realizada de 5 a 6 de julho de 2018 no Porto*

Assim, na 1.ª fase deste 2.º ciclo de implementação da DAGRI, foram identificadas duas ARPSI transfronteiriças na Região Hidrográfica do Minho e Lima, localizadas no rio Minho, Valença e Monção.

Nesta 2.ª fase foram promovidas reuniões e trocas de informação quer ao nível das ARH e Confederações Hidrográficas quer ao nível das entidades da administração central. Houve, ainda, partilha de informação hidrológica e hidráulica, entre os dois países, Quadro 1.

Esta estreita cooperação terá como principal objetivo assegurar que em ambos os lados da fronteira a elaboração da respetiva cartografia das ARPSI será desenvolvida de forma coerente e com base na melhor informação disponível.

*Quadro 1. Informação partilhada com Espanha*

| ARPSI | Fonte | Informação disponibilizada |
|---|---|---|
| 1_PTRH1Minho01, TR<br>2_PTRH1Minho02, TR | C.H. Miño-Sil | Correspondência com a codificação das ARPSI da C.H. Miño-Sil |
| | | Caudais médios diários e caudais máximos diários descarregados na barragem de Frieira, no rio Minho, desde 2008. Os dados não incluem o caudal turbinado na central hidroelétrica de Frieira II. |
| | | Caudais médios diários e caudais máximos diários na estação hidrométrica N015 (SAIH) |
| | | Normas de exploração da barragem de Frieira |
| | | Mapas de perigosidade (para T10, T100 e T500. Para a ARPSI de Tui incluem-se também os correspondentes a T20 e T1000) |
| | | MDT utilizados nas modelações realizadas |
| | | Coeficientes de rugosidade utilizados nas modelações realizadas |
| | | Caudais de ponta de cheia considerados na modelação das ARPSI para T10, T20, T100, T500 e T1000. |
| | | Obstáculos inventariados |

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

A Região Hidrográfica do Minho e Lima – RH1 é uma região hidrográfica internacional com uma área total em território português de 2 464 km$^2$. Integra as bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima e as bacias hidrográficas das ribeiras da costa, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes. A Figura 3 apresenta a delimitação geográfica da RH1.

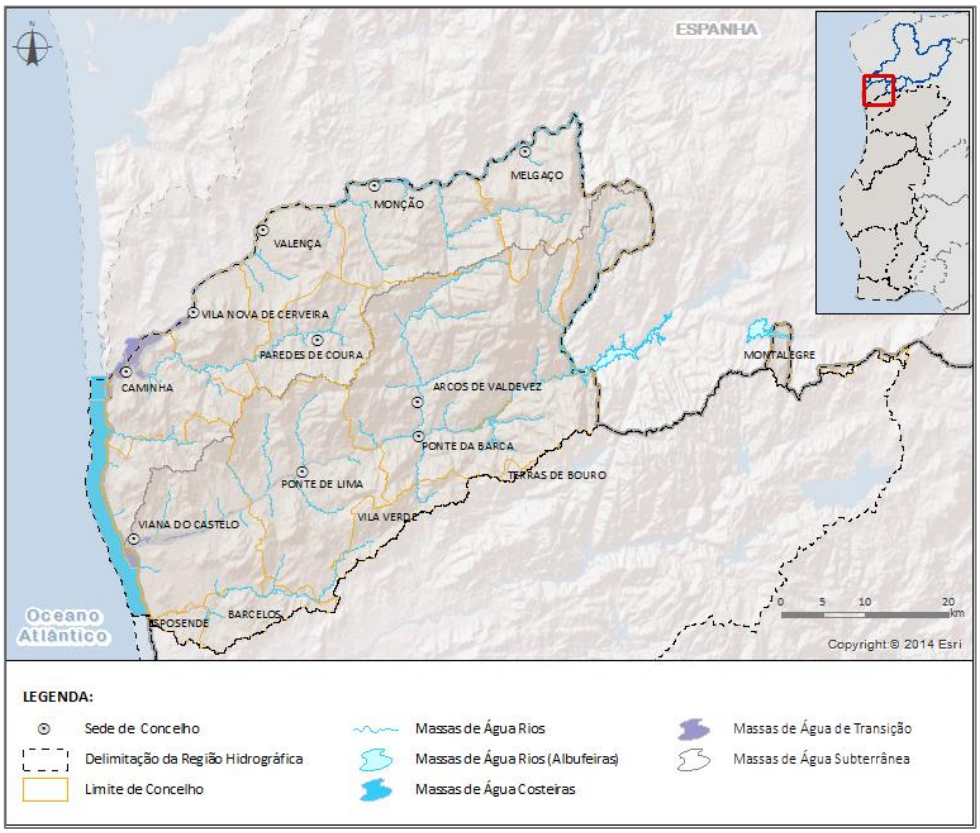



*Figura 3. Delimitação geográfica da RH1 (APA, 2016b)*

A RH1 engloba 15 concelhos, sendo que 10 estão totalmente englobados nesta RH e 5 estão apenas parcialmente abrangidos. Os centros urbanos mais importantes correspondem às sedes de concelho localizadas na região hidrográfica, destacando se Viana do Castelo, sede distrital, pela sua capacidade estruturante.

O rio Minho nasce em Espanha, na serra de Meira, a uma altitude de 700 m e desagua em Portugal no Oceano Atlântico, frente a Caminha e La Guardiã, após um percurso de 300 km, dos quais 230 km se situam em Espanha, servindo os restantes 70 km de fronteira entre os dois países. Os principais afluentes do rio Minho no território nacional são, de montante para jusante, os rios: Trancoso (26 km$^2$), Mouro (141 km$^2$), Gadanha (82 km$^2$) e Coura (268 km$^2$). Os limites da bacia são: a sul a bacia do rio Lima e as ribeiras da costa atlântica,

e a norte as bacias hidrográficas da costa norte de Espanha. A parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho localiza-se no extremo noroeste de Portugal. A bacia cobre uma área total de 9 091,45 km$^2$, dos quais 8 276,09 km$^2$ (91,03%) se situam em Espanha e 814,45 km$^2$ (8,96%) em Portugal.

O rio Lima nasce em Espanha, na Serra de São Mamede, a cerca de 950 metros de altitude. Tem cerca de 108 km de extensão, dos quais, 67 km em território português e desagua em Viana do Castelo, no Oceano Atlântico. A sua bacia é limitada a norte pela bacia hidrográfica do rio Minho, a leste pela do rio Douro e a sul pelas bacias dos rios Cávado e Neiva. Os principais afluentes são os rios Vez e Castro Laboreiro. A bacia hidrográfica do rio Lima ocupa uma área de cerca de 2 521,7 km$^2$, dos quais 1 199,1 km$^2$ (47,55%) se localizam em território português e 1 322,1 Km$^2$ (52,43%) em Espanha.

## 2.1. Caracterização biofísica

A bacia é marcada em termos geomorfológicos pela oposição entre relevos elevados, culminando em planaltos descontínuos preservados no topo e blocos individualizados entre vales. Esta morfologia resulta num reticulado rígido que sugere um controlo por fraturas geralmente de difícil identificação no terreno, e vales profundos mas largos, de fundo aplanado.

As cadeias montanhosas de Sta. Luzia, Serra da Arga, Corno do Bico e Serra da Peneda, que separam as bacias do Lima e do Minho em Portugal, são de origem paleozoica, com predominância de rochas ígneas, granitos e rochas metamórficas.

A parte portuguesa da bacia hidrográfica do rio Minho insere-se no noroeste Cismontano. Esta região é caracterizada por uma agricultura de minifúndio, totalmente irrigada e com uma estruturação vertical das explorações agrícolas, que ocupa a totalidade das aluviões dos vales e sobe pelas encostas em socalcos mais ou menos amplos, alternando com os espaços florestais dos relevos possantes mas suaves que separam os seus vales fluviais.

## 2.2. Massas de água

A delimitação das massas de água é um dos pré-requisitos para aplicação dos mecanismos da DQA, tendo sido efetuada no âmbito do Plano de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) em vigor.

Estão incluídas nesta RH, 71 massas de água superficiais, (61 massas de água da categoria rios, 8 da categoria águas de transição e 2 da categoria águas costeiras), sendo 61 naturais, 10 fortemente modificadas; e 2 massas de água subterrânea (APA, 2016b). São consideradas 2 sub-bacias hidrográficas que integram as

principais linhas de água afluentes aos rios Minho e Lima e ainda as bacias costeiras associadas a pequenas linhas de água que drenam diretamente para o Oceano Atlântico. O Quadro 2 apresenta a denominação das sub-bacias, assim como as áreas e os concelhos total ou parcialmente abrangidos. De referir que foram considerados, apenas os concelhos nos quais a bacia da massa de água ocupa mais de 5% da área do concelho.

*Quadro 2. Sub-bacias e concelhos na RH1 ( APA, 2016b)*

| Sub-bacias | Área ($km^2$) | Concelhos abrangidos | N.º massas de água |
|---|---|---|---|
| Minho | 817* | Caminha, Melgaço, Monção, Paredes de Coura, Valença e Vila Nova de Cerveira | 24 |
| Costeiras entre o Minho e o Lima** | 123 | Caminha e Viana do Castelo | 5 |
| Lima | 1 220 *** | Arcos de Valdevez, Caminha, Melgaço, Monção, Montalegre, Paredes de Coura, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Terras de Bouro, Viana do Castelo, Vila Nova de Cerveira e Vila Verde | 38 |
| Neiva e costeiras entre o Lima e o Neiva | 248 | Barcelos, Esposende, Ponte da Barca, Ponte de Lima, Viana do Castelo e Vila Verde | 6 |
| Total | 2 408 | | 73 |

* A sub-bacia do Minho ocupa uma área total de 17 067 $km^2$, dos quais 5% em Portugal
** Inclui o rio Âncora
*** A sub-bacia do rio Lima ocupa uma área de cerca de 2 470 $km^2$, dos quais cerca de 49% em Portugal.

## 2.3. Caracterização da precipitação

A precipitação média anual nas bacias hidrográficas dos rios Minho e Lima é muito elevada, sendo a região do país com precipitação mais elevada, que varia entre 1 500 mm e 2 800 mm. Na região junto à fronteira é onde se observam os valores mais elevados de precipitação anual e mensal. (Figura 4 e Quadro 3). Relativamente à distribuição da precipitação ao longo do ano hidrológico, o primeiro trimestre é o mais pluvioso, destacam-se os meses de dezembro e janeiro como os mais pluviosos. Nos meses de novembro e dezembro registam-se os valores mais elevados de precipitação diária, no entanto nesta bacia os meses de fevereiro, setembro e outubro registam os maiores valores da série precipitação diária máxima. Salienta-se que foi nesta região hidrográfica, que se observou o máximo nacional observado de precipitação acumulada em 5 minutos, em Viana do Castelo (APA, 2018).

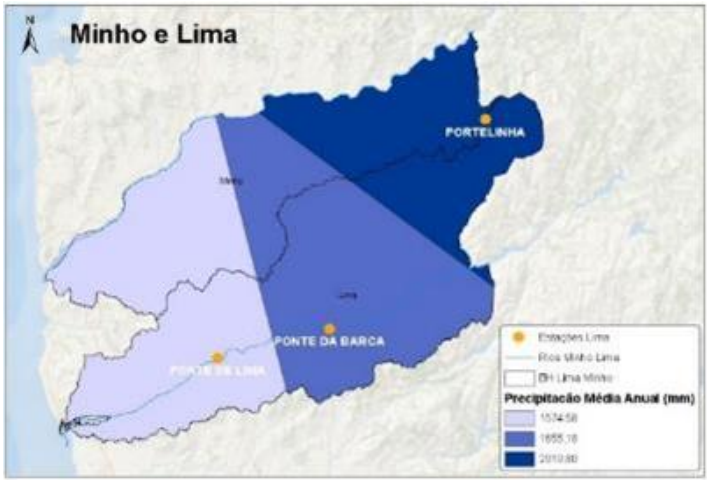



*Figura 4. Precipitação média anual na bacia hidrográfica do Minho e Lima (adaptado de: APA, 2018)*

*Quadro 3. Percentis da precipitação anual na bacia do Minho e Lima (adaptado de: APA, 2018).*

| Percentis | Ano Seco (P20) | Ano Médio (P50) | Ano Húmido (P80) |
|---|---|---|---|
| Precipitação anual (mm) | 1 204,9 | 1 541,8 | 1 998,3 |

## 2.4. Escoamento

A distribuição anual média do escoamento, que decorre essencialmente da distribuição da precipitação anual média, é caracterizada por uma grande variabilidade do escoamento mensal, a qual está presente também nas diferentes bacias hidrográficas. O Quadro 4 apresenta os valores anuais de escoamento em regime natural.

*Quadro 4. Escoamento médio anual em regime natural na RH1 (APA, 2016b)*

| Bacia/região/continente | | Escoamento médio anual ($hm^3$) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | P80 (ano húmido) | P50 (ano médio) | P20 (ano seco) |
| Minho | Bacia portuguesa | 1 500 | 1 180 | 839 |
| | Bacia espanhola | 14 681 | 12 121 | 9 857 |
| | Total | 16 181 | 13 301 | 10 696 |
| Costeiras entre o Minho e o Lima | | 196 | 149 | 101 |
| Lima | Bacia portuguesa | 2 239 | 1 701 | 1 212 |
| | Bacia espanhola | 2 239 | 1 598 | 983 |

| Bacia/região/continente | | Escoamento médio anual (hm³) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | P80 (ano húmido) | P50 (ano médio) | P20 (ano seco) |
| | Total | 4 478 | 3 299 | 2 195 |
| Neiva e Costeiras entre o Lima e o Neiva | | 344 | 246 | 167 |
| RH1 | Bacia portuguesa | 4 279 | 3 275 | 2 319 |
| | Bacia espanhola | 16 920 | 13 719 | 10 840 |
| | **Total** | **27 373** | **50 589** | **37 997** |

## 2.5. ARPSI

No âmbito da APRI, 1.ª fase deste 2.º ciclo da DAGRI, em Portugal Continental, foram considerados 306 eventos. Porém, em resultado da metodologia adotada para a classificação e seleção de eventos significativos, os efeitos adversos sobre a população, as atividades económicas, o património, bem como os prejuízos associados, foram considerados 239 eventos.

Na RH 1 foram selecionados 24 eventos no período de 2011 a 2018, ou seja, 10% dos eventos com impactos significativos identificados a nível nacional, ocorreram nesta região com afetações diversas, Figura 5. O município de Arcos de Valdevez reportou o maior número de eventos com impactos significativos, com evidente afetação de serviços públicos e da população. Informação mais detalhada sobre este aspeto pode ser consultado no relatório de APRI-RH1.

Arcos de Valdevez – novembro de 2013

(Município de Arcos de Valdevez)

Arcos de Valdevez – março de 2015

(Município de Arcos de Valdevez)

Ponte de Lima – fevereiro de 2016

(Notícias ao Minuto)

Ponte da Barca – fevereiro de 2016

(Município de Ponte da Barca)

*Figura 5. Imagens recebidas durante a recolha de eventos*

Na RH1 foram identificadas cinco ARPSI de origem fluvial e duas de origem costeira. Nesta RH, decorrente da interação entre as entidades oficiais de Portugal e de Espanha, foram identificadas duas ARPSI transfronteiriças: Monção e Valença, ambas no rio Minho. No Quadro 5 encontram-se listadas as diferentes ARPSI e na Figura 6, a sua localização.

*Quadro 5. Lista de ARPSI para a RH1 (APA, 2019)*

| Designação | Código | 1.º Ciclo | Fronteiriça | Origem | | Número (1) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Costeira | Pluvial/Fluvial | |
| Monção | PTRH1Minho01 | | X | | X | 1 |
| Valença | PTRH1Minho02 | | X | | X | 2 |
| Caminha | PTRH1Coura01 | | | | X | 3 |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | PTRH1Lima01 | X | | | X | 4 |
| Ponte de Lima | PTRH1Lima02 | X | | | X | 5 |
| Amorosa | PTRH1Costeira01 | | | X | | 6 |
| Castelo de Neiva | PTRH1Costeira02 | | | X | | 7 |

(1) – Correspondência com localização cartográfica da ARPSI na Figura 6.

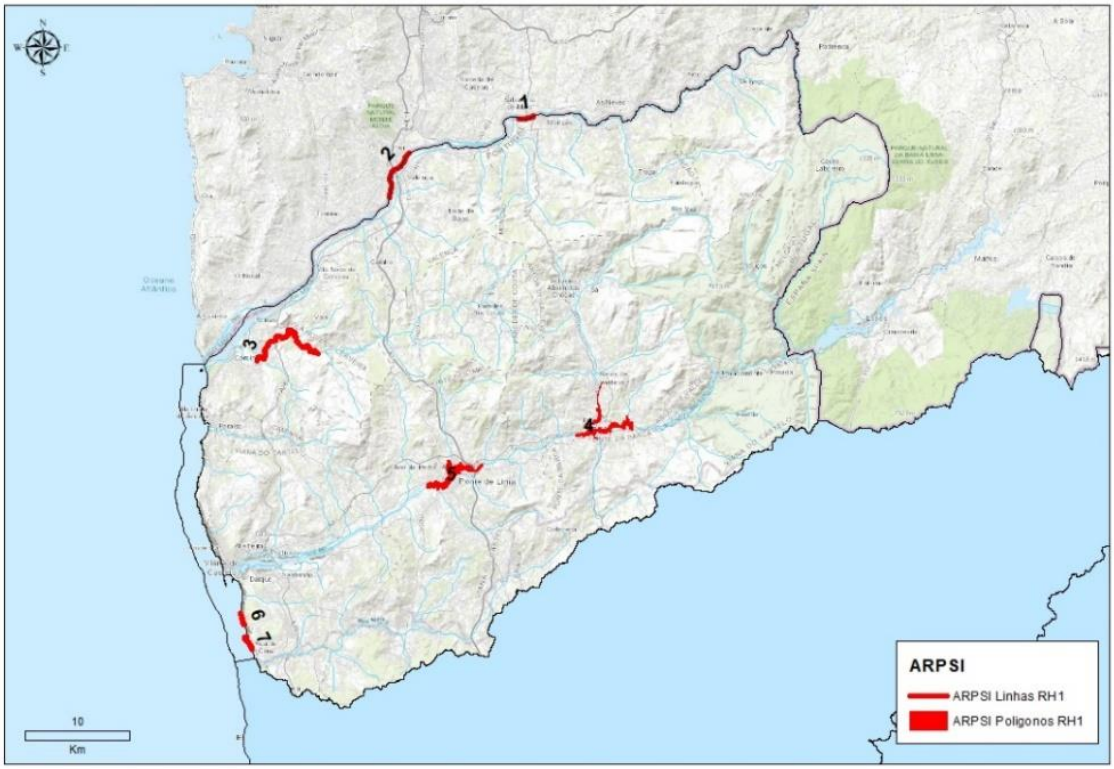



*Figura 6. ARPSI na RH1-2.º ciclo (APA, 2019)*

A ARPSI Ponte da Barca-Ponte de Lima, tal como identificada no 1.º ciclo, foi dividida em duas ARPSI (Ponte Lima e Ponte da Barca-Arcos de Valdevez). Esta decisão deveu-se à distância de 18 km entre os dois troços, sem afetações significativas nos diferentes elementos expostos, considerando-se ainda que com a separação se realizaria uma melhor gestão e modelação das áreas. No caso da ARPSI Ponte da Barca considerou-se necessário proceder à sua extensão para montante, incluindo o rio Vez, face à ocorrência de afetações significativas nestes troços de forma continua.

# 3. INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA DE BASE

No seguimento da aprovação das ARPSI em março de 2019, deu-se início aos trabalhos da 2.ª fase relativos à revisão/elaboração das Cartas de Zonas Inundáveis e das Cartas de Riscos de Inundações (CZICRI), dando cumprimento ao definido no número 2 do artigo 14.º da DAGRI, através da modelação hidrológica e hidráulica, na observância das orientações da Comissão Europeia (CE).

O mapeamento das ARPSI é um elemento crucial na gestão dos riscos de inundações e, de acordo com a DAGRI, pressupõe a elaboração de:

- Cartas de zonas inundáveis para as ARPSI, com a delimitação da extensão da inundação, das profundidades de água e das velocidades expectáveis na área inundada;
- Cartas de riscos de inundações para as ARPSI, com a identificação dos impactos na população, nas atividades económicas, no ambiente e no património.

As cartas devem ser elaboradas para três cenários de inundação: um cenário de baixa probabilidade ou de eventos extremos; um cenário de probabilidade média (periodicidade provável igual ou superior a 100 anos) e, quando aplicável, um cenário de probabilidade elevada. Os Estados Membros devem disponibilizar a cartografia produzida no âmbito da DAGRI num geoportal, de acordo com os princípios e disposições da Diretiva Inspire - Diretiva 2007/2/CE. A APA disponibiliza a cartografia através do sistema de informação sobre ambiente – SNIAmb.

## 3.1. Informação de Base de Suporte à Modelação Hidráulica

A modelação hidráulica depende fortemente da resolução espacial e da informação contida no Modelo Digital do Terreno (MDT). A delimitação das áreas inundáveis e da avaliação do impacto das inundações nos diferentes recetores, terá uma maior aderência ao terreno com um MDT que represente adequadamente o território onde ocorre a inundação.

Na construção dos MDT a necessidade de conjugar diferentes fontes de dados com diferentes resoluções e precisão é um dos aspetos mais críticos. Por outro lado, imprecisões de cotas do terreno, inexistência de informação detalhada sobre as características de passagens hidráulicas, de obras de arte e outras infraestruturas, podem fazer a diferença na delimitação da área que é inundada.

Neste contexto, em sede de CNGRI e com vista à obtenção de informação cartográfica atual e com grande resolução, foi realizado um levantamento dos municípios que disponham de cartografia à escala 1:10 000 ou

superior. A DGT desenvolveu um esforço adicional para que os ortofotomapas de 2018 das 63 ARPSI ficassem disponíveis atempadamente, para poderem ser considerados na modelação.

Assim, atendendo aos procedimentos em vigor relativos à utilização da informação, o processo de obtenção da cartografia, consoante a política de cedência de dados seguida pelas instituições, observou as seguintes etapas:

- Verificação das entidades proprietárias de informação cartográfica homologada para as áreas abrangidas pelas ARPSI identificadas;
- Realização de reuniões temáticas.

Deste modo, entre junho e agosto de 2019, a APA efetuou diversos pedidos de cartografia às entidades, proprietárias, para a sua cedência gratuita, de modo a cumprir o estipulado na DAGRI nesta fase. As Câmaras Municipais e as Comunidades Intermunicipais, entidades proprietárias de informação cartográfica à escala 1:10 000, ou outra escala de pormenor, em formato shapefile, na sua maioria cederam a cartografia gratuitamente. Algumas entidades enviaram a declaração de cedência da cartografia à APA para posteriormente ser remetida à DGT e assim ser disponibilizada a cartografia. Noutras situações as próprias entidades enviaram a respetiva cartografia e outros elementos relevantes para os trabalhos em curso.

No caso dos municípios que não dispunham de cartografia à escala 1:10 000 atualizada, recorreu-se à cartografia disponível e já utilizada no 1.º ciclo.

Apesar da boa articulação e espírito colaborativo dos organismos envolvidos, o procedimento de obtenção da cartografia gratuita à escala 1:10 000, foi moroso. Foi sempre vinculado que os dados solicitados seriam única e exclusivamente para o mapeamento das cartas de zonas inundáveis e de riscos de inundações, para dar cumprimento a uma obrigação comunitária; que apresentam elevado interesse público, enquanto instrumento de suporte à gestão dos riscos de inundações, potenciando um território mais resiliente ao minimizar a afetação de pessoas e bens. Os resultados obtidos vão ser disponibilizados, para posterior articulação da cartografia a ser produzida noutros instrumentos de gestão territorial, nomeadamente os Planos Diretores Municipais e os Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil.

No caso da RH1 as entidades envolvidas na disponibilização de informação de suporte à modelação hidráulica encontram-se listadas no Quadro 6.

*Quadro 6. Entidades que cederam informação cartográfica 1:10 000*

| ARPSI | Município abrangido | Entidades proprietárias |
|---|---|---|
| Amorosa | Viana do Castelo | Comunidade Intermunicipal do Alto Minho |
| Caminha | Caminha | Câmara Municipal de Caminha |
| Castelo de Neiva | Viana do Castelo | Comunidade Intermunicipal do Alto Minho |
| Monção | Monção | |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | Ponte da Barca | |
| Ponte de Lima | Ponte Lima | Câmara Municipal de Ponte Lima |
| Valença | Valença | Comunidade Intermunicipal do Alto Minho |

No que respeita à construção dos MDT costeiros houve necessidade de conjugar diferentes fontes de dados, com diferentes resoluções e precisão. A elaboração do MDT, para cada uma das zonas costeiras indicadas, implicou conjugar informação batimétrica com resoluções da ordem dos 100 m, com topografia costeira com resoluções que chegam aos 10 cm. Desta conjugação foi possível construir um conjunto de malhas com uma resolução de 5m, Quadro 7.

*Quadro 7. Fontes de dados topobatimétricos disponíveis na zona costeira*

| Elemento cartográfico | | Fonte |
|---|---|---|
| Descrição | Escala / Resolução do elemento | |
| MDT SRTM | Resolução horizontal de cerca de 90 m | NASA |
| LiDAR | Resolução horizontal de cerca de 2 m | DGT (2011) |
| Levantamento aerofotogramétrico (2008) | Resolução horizontal de cerca de 2 m | DGT (2008) |
| Dados do programa COSMO | Resolução horizontal de cerca de 30 cm a 10 cm | APA |
| Dados do portal EMODnet | Resolução horizontal de cerca de 100 m a 20 m | EMODnet |

## 3.2. Informação de Base para Elaboração da Cartografia de Risco

A DAGRI prevê o cálculo do risco como função da Perigosidade e da Ocupação do Território, tendo Portugal adotado a seguinte abordagem:

- Identificação das entidades com dados relevantes sobre recetores - população, atividades económicas, património cultural e ambiente;
- Listagem dos elementos expostos georreferenciados, fundamentais para o desenvolvimento da cartografia de risco de inundações.

No Quadro 8 encontram-se representadas as entidades, proprietárias de informação digital específica, que em função da sua política de disponibilização de dados, foi possível aceder através da consulta ao respetivo portal ou foi necessário efetuar um pedido formal referindo o tipo de informação pretendida e a finalidade da mesma, assinando um termo de responsabilidade pela sua utilização.

*Quadro 8. Entidades Proprietarias de Informação Especifica*

| Tipo de informação | Entidades proprietárias | Procedimento |
|---|---|---|
| Quarteis de bombeiros | ANEPC | - |
| Limites dos Aproveitamentos Hidroagrícolas | DGADR | Termo de Responsabilidade |
| Traçado do gasoduto e oleoduto e infraestruturas associadas | DGEG | Termo de Responsabilidade |
| Património Arqueológico 2019 e Património Classificado 2019 | DGPC | - |
| COS* 2017 | DGT | Disponível no portal |
| Rede Nacional de Áreas Protegidas, SIC e ZPE e Ramsar | ICNF** | Disponível no portal |
| Infraestruturas Rodoviárias Nacionais | IMT | - |
| Dados estatísticos referentes à população e catividades económicas | INE*** | Disponível no Portal |
| Infraestruturas Turísticas | ITP**** | - |

* Carta de Ocupação do Solo; ** Instituto de Conservação da Natureza e Florestas; *** Instituto Nacional de Estatística; **** Instituto do Turismo de Portugal.

# 4. MODELAÇÃO HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DAS ARPSI DE ORIGEM FLUVIAL E PLUVIAL

A elaboração/revisão da cartografia das zonas inundáveis e de riscos de inundações constitui a 2.ª fase de cada ciclo de implementação da DAGRI. A representação cartográfica das zonas inundáveis e de riscos de inundações, de acordo com o ponto 3 do Artigo 6.º da DAGRI deve considerar três cenários de probabilidade de ocorrência, no caso das ARPSI associadas a eventos fluviais/pluviais:

- Baixa probabilidade ou cenários de fenómenos extremos;
- Média probabilidade, com periodicidade igual ou superior a 100 anos;
- Elevada probabilidade, com periodicidade inferior a 100 anos.

Portugal optou por considerar os três cenários de probabilidade associados aos períodos de retorno de T=20, T=100 e T=1000 anos, respetivamente, para implementação de modelos hidrológicos e hidráulicos.

O período de retorno permite determinar a severidade associada a um evento de cheias, uma vez que a sua gravidade está correlacionada com a sua frequência de ocorrência. Assim, período de retorno de uma cheia é o intervalo de tempo (em anos) estimado para a ocorrência de um determinado evento. Uma cheia com um período de retorno de 100 anos, estima-se que seja igualada ou superada, em média, uma vez a cada 100 anos.

A modelação hidrológica e hidráulica das ARPSI de origem fluvial/pluvial é tão mais robusta quanto maior for a informação disponível sobre cheias ocorridas. Neste âmbito, as estações da rede hidrométrica e meteorológica da APA constituem um elemento essencial nesta análise. O registo contínuo dos parâmetros hidrometerolológicos permite a identificação de máximos históricos, do hidrograma de cheia, dos máximos de precipitação, elementos fundamentais à modelação. Um outro elemento de grande relevância são as marcas de cheia que auxiliam na aferição dos resultados da modelação hidráulica, Figura 7.

*Figura 7. Elementos necessários à modelação hidrológica e hidráulica, medição de caudal e marcas de cheia*

De uma forma resumida a metodologia que foi utilizada para a realização da cartografia teve em consideração o esquema da Figura 8. Poderá ser consultada uma descrição completa sobre a metodologia adoptada no relatório final dos trabalhos executados.

| Recolha de dados de base | Características das ARPSI | Modelação hidrológica e hidráulica | Avaliação do risco e produção cartografia | Disponibilização informação |
|---|---|---|---|---|
| • Informação topográfica e cartográfica (Cartografia topográfica digital e LIDAR)<br>• Dados hidrológicos e meteorológicos<br>• Nível do mar, marégrafos e boias ondógrafos<br>• Dados caraterização socioeconómica | • Inundações históricas<br>• Morfologia<br>• Caracterização hidrológica e meteorológica<br>• caracterização hidromorfológica das zonas costeiras | • Modelação hidrológica dos 3 cenários ($T_{20}$, $T_{100}$, $T_{1000}$)<br>• Modelação das inundações costeiras para $T_{100}$ anos<br>• Seleção de caudais de ponta<br>• Modelação hidráulica<br>• Cartas das zonas inundáveis para os cenários modelados | • Avaliação socioeconómica e ambiental<br>• Análise do risco<br>• Cartas de risco para os cenários considerados | • Geoportal - SINIAMB<br>• Imagens digitais<br>• Base de dados<br>• Participação pública |

*Figura 8 Fases da execução dos trabalhos (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020)*

## 4.1. Modelação Hidrológica e Caudais de Ponta de Cheia

As condições hidrológicas numa bacia hidrográfica são influenciadas por diferentes fatores, como alterações no uso do solo, alteração dos padrões de precipitação, construção de estruturas de controlo de cheias, entre outros. A análise periódica da cartografia das áreas inundáveis, a cada seis anos, permite aferir e avaliar eventuais alterações e o seu impacto.

As metodologias adotadas na modelação hidrológica tiveram em consideração as particularidades das bacias hidrográficas inerentes a cada ARPSI, bem como a informação de base disponível Figura 9. Assim, podem distinguir-se três grupos:

I. ARPSI cujas bacias não apresentam regularização significativa, metodologia aplicada à ARPSI do rio Coura. Os hidrogramas e caudais de ponta de cheia foram determinados por aplicação de um modelo do tipo precipitação-escoamento e, quando possível, por recurso a métodos estatísticos incorporando a informação histórica disponível de estações hidrométricas de interesse, com a análise crítica dos valores obtidos pelas diferentes vias de cálculo.

II. ARPSI cujas bacias apresentam regularização significativa - metodologia aplicada à ARPSI de Ponte da Barca-Arcos de Valdevez. A regularização que se verifica devido às barragens do Alto Lindoso e Touvedo não pode ser desprezada na estimativa dos caudais de ponta de cheia. Foram identificadas as barragens com capacidade de regularização de cheias e recolheram-se informações de projetos e estudos disponíveis para as mesmas. Para estas zonas foi necessário determinar o caudal máximo efluente das barragens e o caudal de cheia da parcela da bacia não regularizada (por procedimentos idênticos aos descritos para as zonas cuja bacia hidrográfica não apresenta regularização significativa). Quando existiam caudais de ponta efluente das barragens, estes foram utilizados. Caso contrário, procedeu-se à sua determinação com base na caracterização das cheias em regime natural nas bacias hidrográficas dominadas pelas barragens procedendo-se, de seguida, ao seu amortecimento nas respetivas albufeiras.

III. ARPSI transfronteiriças do rio Minho – metodologia aplicada às ARPSI de Monção e Valença. Os caudais de cheia a considerar no estudo são os indicados nos relatórios da Confederação Hidrográfica do Minho Sil.

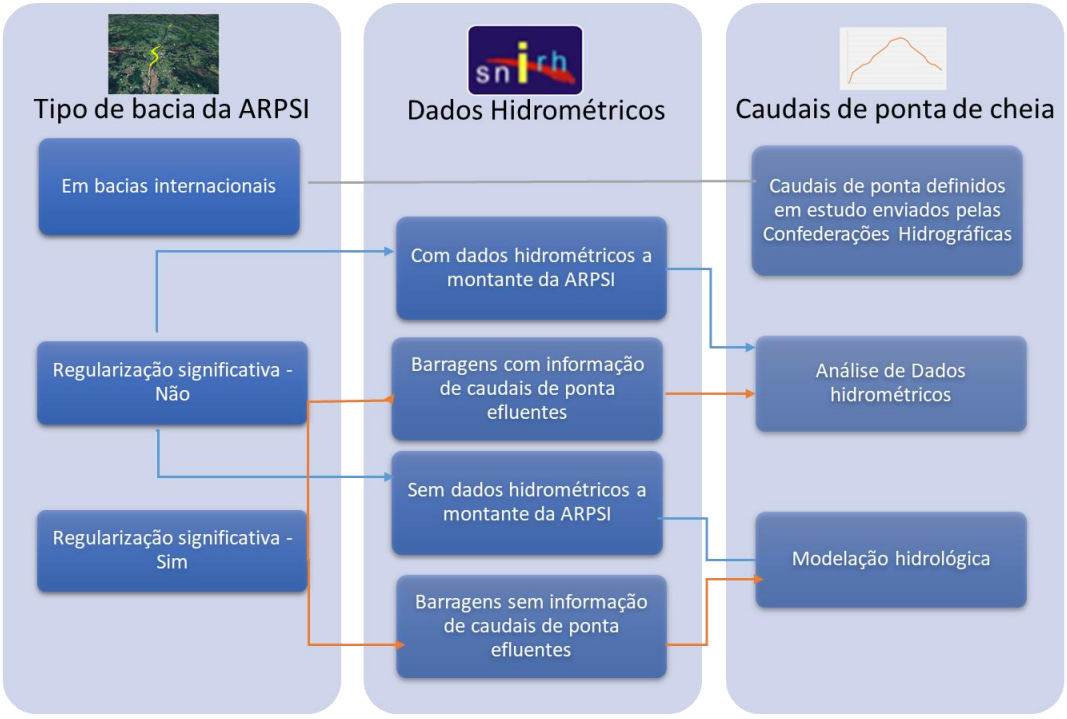



*Figura 9. Esquema da modelação hidrológica (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020)*

## 4.2. Modelação Hidráulica

A modelação hidráulica do escoamento superficial nas ARPSI foi realizada em modelos bidimensionais, usando como condições de fronteira os caudais de cheia calculados nos modelos hidrológicos ou por recurso a análise estatística, para os três cenários a simular.

Nas ARPSI com influência de maré, foi imposta uma cota a jusante, utilizando o valor médio das alturas de maré de duas preia-mares sucessivas. Acrescentou-se ainda a sobrelevação (que representa os efeitos da pressão atmosférica, do vento e das ondas) com o valor de 0,40 m na costa oeste portuguesa. Salienta-se que na modelação hidráulica destas áreas apenas foi considerada a cheia de origem fluvial, não houve modelação de fenómenos de inundação costeira em simultâneo.

As condições hidráulicas foram definidas incluindo, novas pontes ou novas passagens hidráulicas; alterações na morfologia dos cursos de água e alterações nas margens, construção de estruturas de controlo de cheias.

No presente estudo, para modelação bidimensional do escoamento, recorreu-se aos modelos MIKE 21 FM (DHI) e HiSTAV. Com estes modelos, determinam-se as componentes da velocidade do escoamento no plano horizontal, considerando-se o respetivo valor médio segundo a vertical, Figura 10.

Os resultados da modelação hidráulica foram validados através de:

- Comparação, em determinadas secções consideradas relevantes para o estudo das ARPSI, de caudais de ponta de cheia dos resultados obtidos na modelação hidráulica com os caudais de ponta de cheia, estimados pela análise estatística de registos de caudais máximos instantâneos anuais; recorreu-se à utilização da fórmula de Meyer para transpor os caudais resultantes da análise estatística de uma dada estação hidrométrica para as secções onde se obtiveram os caudais de ponta de cheia nas ARPSI;
- Comparação dos resultados obtidos na modelação hidráulica, de caudais de ponta de cheia com caudais de ponta de cheia, apresentados em estudos hidrológicos e hidráulicos de referência;
- Comparação dos resultados obtidos na modelação hidráulica de alturas de água ou níveis com marcas de cheia, disponibilizada pela APA.

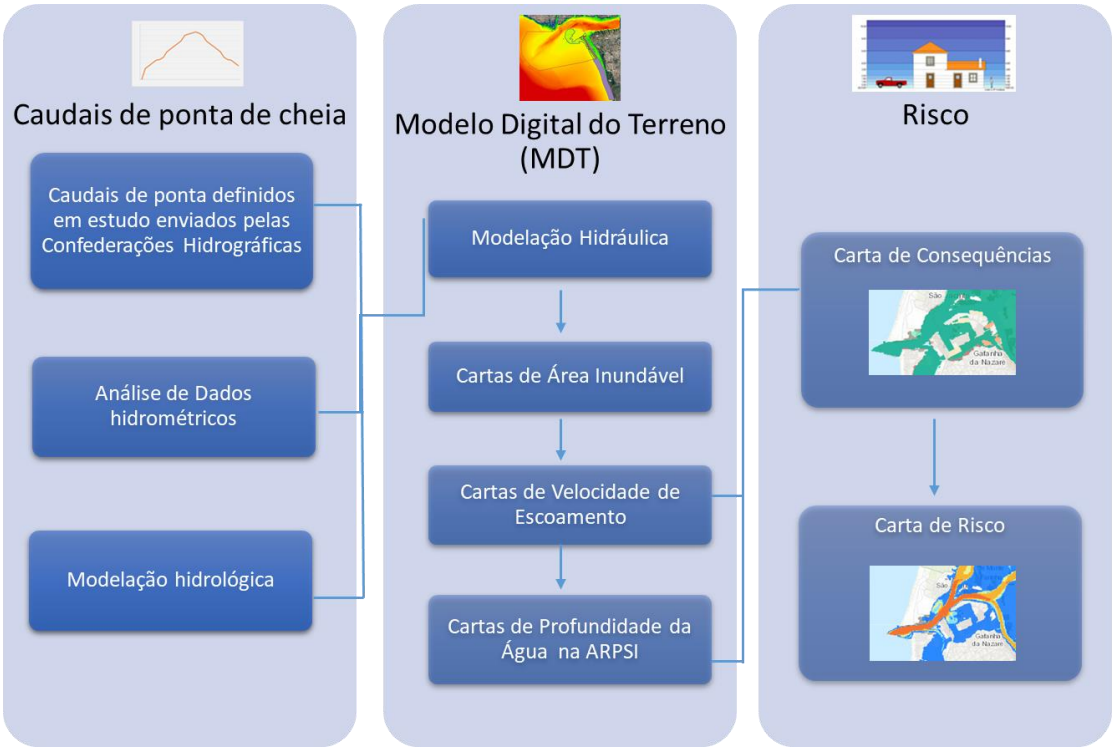



*Figura 10. Esquema da modelação hidráulica*

## 4.3. Cenários de Alterações Climáticas

A DAGRI prevê no n.º 4, do artigo 14.º, que cada Estado Membro no reexame da APRI dos PGRI considere o impacto provável das alterações climáticas em duas das fases de implementação, na Avaliação Preliminar de Risco e nos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações. Deste modo, não há elaboração de cartas de áreas inundáveis e de risco de inundações em cenários de alterações climáticas, atendendo que são válidas para o período em que o plano de gestão dos riscos de inundações está em vigor. No entanto, na elaboração dos PGRI os potenciais efeitos que as alterações climáticas podem ter, quer na intensificação dos fenómenos extremos quer nas áreas que potencialmente podem vir a ser abrangidas, vão ser avaliados e se necessário serão definidas medidas ou orientações que visem a adaptação aos efeitos das alterações climáticas.

De acordo com os estudos realizados, Portugal é um dos países da Europa potencialmente mais afetados pelas alterações climáticas, enfrentando uma variedade de impactos potenciais como aumentos na frequência e intensidade de secas, inundações, cheias repentinas, ondas de calor, incêndios rurais, erosão e galgamentos costeiros. De acordo com os cenários de alterações climática que têm vindo a ser apresentados para a Península Ibérica são de admitir aumentos de temperatura média que podem atingir 4ºC em algumas regiões, nos cenários mais gravosos. No caso da precipitação a tendência preconizada com base nos resultados de modelação climática deverá traduzir-se numa diminuição da precipitação média anual na região norte e diminuição provavelmente superior na região sul do país (e da península). É esperado também um aumento do período de estiagem, ou seja, alargamento do número de meses secos em cada ano, e eventualmente aumentos de precipitação mensal nos meses de inverno. Este aumento pode no entanto ser resultado do aumento das precipitações intensas, potenciando riscos acrescidos de inundação, nomeadamente quando se verifica a probabilidade de aumentar as "*flash floods*".

Os trabalhos desenvolvidos nesta 2.ª fase incluíram uma análise dos eventuais impactos das alterações climáticas nos caudais de ponta de cheia para o período de retorno de 100 anos, tendo por base a informação disponibilizada no portal do clima (http://portaldoclima.pt/pt/). Tendo em conta que haverá um aumento da frequência de eventos extremos, com a ocorrência de precipitações de grande intensidade, concentradas em períodos de tempo curtos, será expectável um aumento das intensidades de precipitação associadas ao período de retorno em análise, 100 anos.

Salienta-se que o registo e caracterização sistemático de eventos de inundações a que obriga a DAGRI permite simultaneamente seguir as alterações do regime de precipitação que vão ocorrendo, a sua frequência, os seus impactos e a sua magnitude.

Assim, e apesar de não ser exigida a integração de cenários de alterações climáticas na elaboração da cartografia de áreas inundáveis e de risco de inundação, foi estimada a possível variação dos caudais de ponta para o período de retorno com probabilidade de ocorrência média – T = 100 anos. No contexto do presente estudo, consideraram-se os valores de precipitação média mensal referentes ao período de anos 2041-2070, de modo a considerar cenários aplicáveis a um futuro intermédio. Para cada região hidrográfica e para ambos os cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 foram calculadas as médias das anomalias dos meses de inverno, entre dezembro a fevereiro, e selecionada a média mais elevada, que se definiu como a percentagem de majoração a aplicar aos hidrogramas de cheia. Foram assim determinadas 8 diferentes percentagens de majoração correspondentes às 8 regiões hidrográficas. Para cada ARPSI, o cenário de alterações climáticas resulta da majoração, no valor da percentagem atrás mencionada, dos respetivos hidrogramas resultantes da simulação hidrológica correspondentes ao período de retorno de 100 anos.

De acordo com esta metodologia, prevê-se para as ARPSI de origem fluvial da RH1 um aumento de cerca de 7% em todas as ARPSI, Quadro 9.

*Quadro 9. Variação expectável dos caudais de ponta de cheia nas ARPSI da RH1*

| ARPSI | Incremento |
|---|---|
| Caminha | 7% |
| Monção | 7% |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 7% |
| Ponte de Lima | 7% |
| Valença | 7% |

# 5. MODELAÇÃO DAS ARPSI DE ORIGEM COSTEIRA

A modelação das ARPSI de origem costeira permite a simulação dos fenómenos de galgamento e inundação para cada um dos locais considerando: o cálculo do nível máximo do mar, a cartografia das zonas inundáveis e a cartografia de risco para o período de retorno de 100 anos.

## 5.1. Modelação

O processo de cartografia de risco em zonas costeiras é complexo, porque implica uma descrição pormenorizada da resposta dinâmica da zona costeira ao impacto de eventos hidrometeorológicos, como o galgamento e inundação. Assim, a metodologia para caracterização e análise de eventos de galgamento, erosão e inundação costeira faz uso duma combinação de abordagens semiempíricas, modelos de simulação de processos e análise probabilística. Tendo por base esta metodologia, na avaliação dos perigos, associados a eventos de tempestade costeira, foi utilizado o modelo XBeach.

A inundação costeira é geralmente causada por uma combinação de níveis de água elevados (marés e sobrelevações) e ação das ondas. O nível total de água junto à costa é assim o resultado de diferentes contribuições (Figura 11).

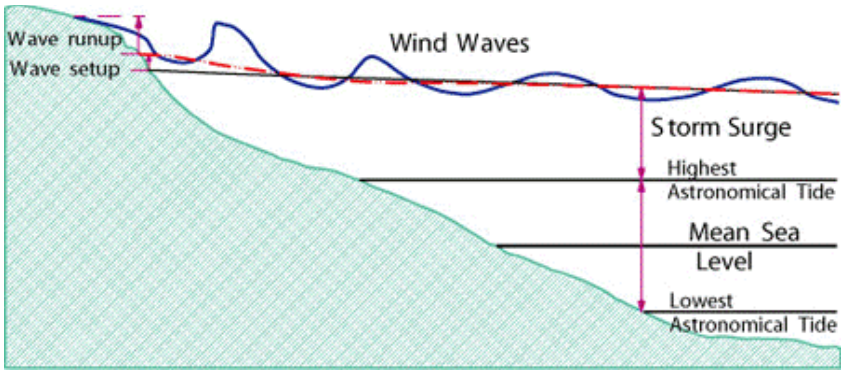



*Figura 11. Determinação do nível do mar para efeitos de avaliação de riscos de inundações costeira (reproduzido de Risk-Kit D2.1)*

Os cenários de alterações climáticas apontam para uma subida no nível médio do mar, que alguns modelos globais de clima apontam como superior a 1 metro, associado a um aumento do número de tempestades marítimas e assim também dos riscos de galgamento costeiro e de erosão da linha de costa. Este risco acrescido representa, não só custos económicos significativos mas também riscos para a população residente nas zonas costeiras, Figura 12.

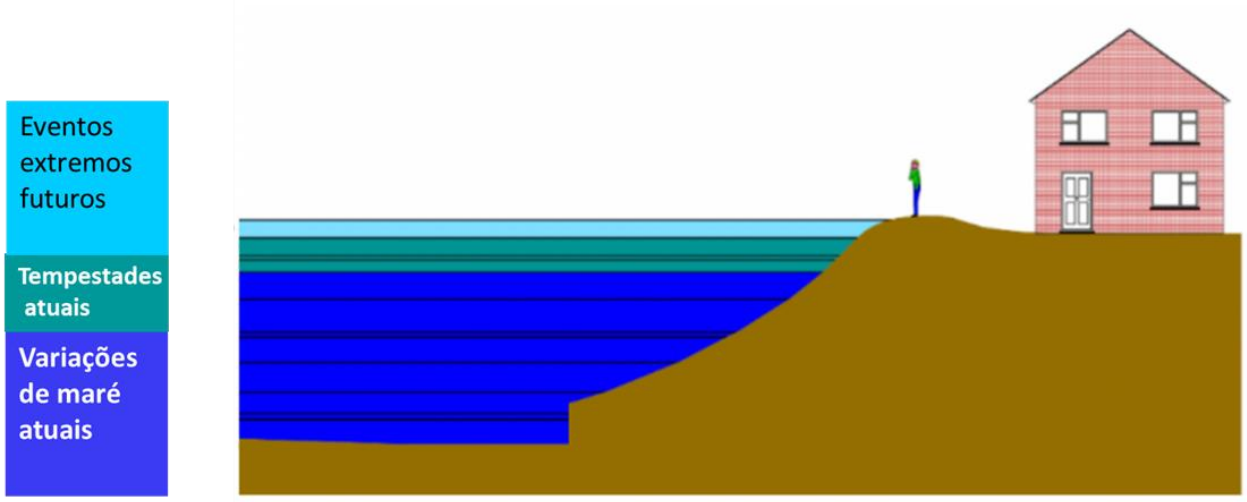



*Figura 12. Ilustração do efeito das alterações climáticas nas áreas costeira (Adaptado de https://www.escp.org.uk/climate-change-and-sea-level-rise)*

No que respeita ao impacto das alterações climáticas na ARPSI costeiras, apenas se consideraram simulações com o modelo Xbeach o nível do mar no contexto de alterações climáticas (4.6 m). No cenário de alterações climáticas, optou-se por assumir a previsão para 2050, proposta por Antunes (2019), ou seja, um acréscimo de 40 cm do nível médio. Os resultados obtidos visam apenas alertar para o eventual aumento da área inundada com a subida do nível médio do mar, Figura 13 e Figura 14, não havendo publicação de cartografia no contexto das alterações climáticas. No entanto, na elaboração dos PGRI poderão ser integradas medidas ou orientações que visem a adaptação aos efeitos das alterações climáticas.

*Figura 13. Zonas de inundação na ARPSI de Amorosa- Atual: Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m.*

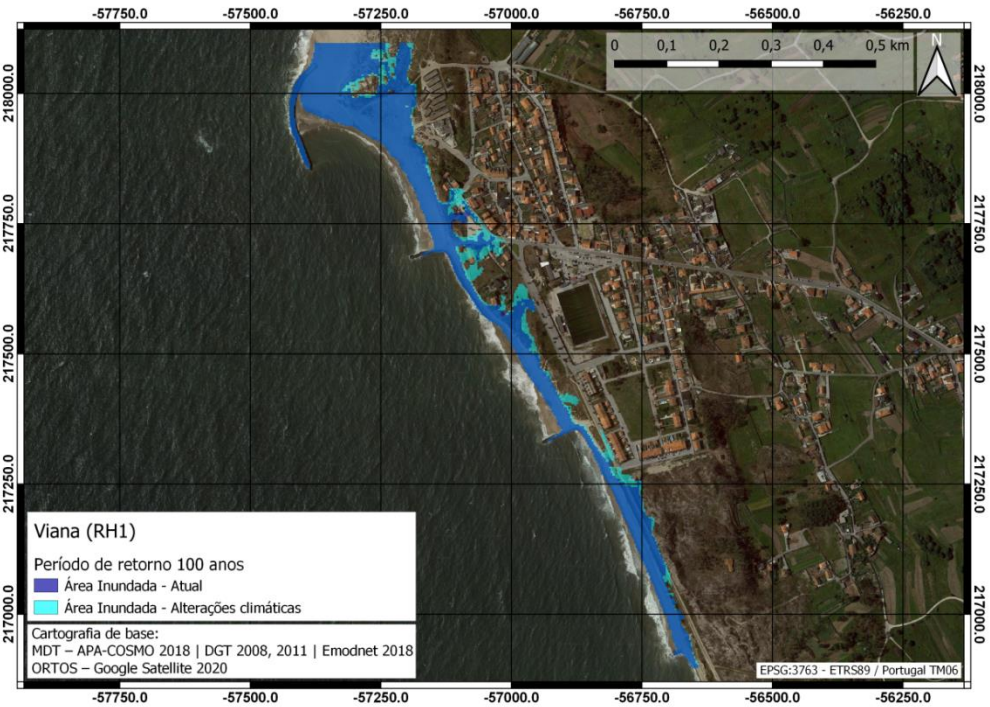



*Figura 14. Zonas de inundação ARPSI de Castelo de Neiva: Atual: Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m.*

## 6. CARTOGRAFIA DE RISCO – METODOLOGIA

A cartografia de risco deve constituir um instrumento de trabalho que permita alcançar o principal objetivo da DAGRI - a diminuição das consequências adversas das inundações na população, no ambiente, nas atividade económicas e património. Esta fase de implementação deve resultar na melhoria da perceção do risco pela população, na tomada de decisão para proteção de toda a sociedade, na melhoria dos Instrumentos de Gestão Territorial.

A DAGRI estabelece assim a relação entre a perigosidade de uma inundação e os danos prováveis que esta pode causar. A análise do risco assenta num modelo simples - para que haja risco tem que existir um perigo que consiste num evento de inundação que tem uma "Origem", que se propaga por diferentes “Mecanismos” que ligam o evento ao "Recetor, que sofrerá um dano - “Consequência” (O – M – R – C), Figura 15.

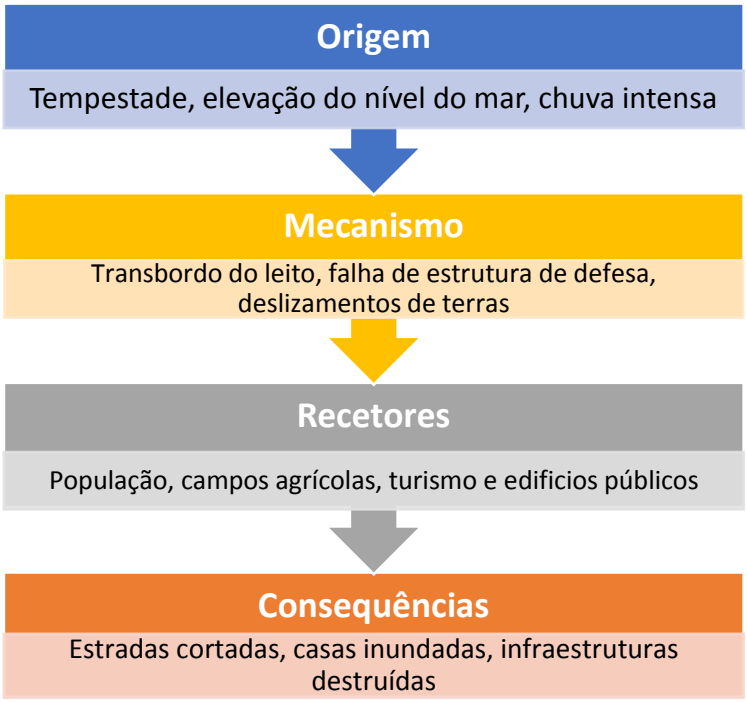



*Figura 15. Esquema da análise do risco. Adaptado de Samuels (2009)*

Considerando que um perigo não conduz necessariamente a uma consequência prejudicial, ou seja, uma inundação pode não ter um impacto negativo, importa conhecer o nível de perigosidade e as características do recetor, para que seja possível quantificar o risco. Como se ilustra na Figura 16, um dos parâmetros que representa uma ameaça significativa para os recetores de uma inundação é a profundidade da água ou a altura do escoamento. Outro é a velocidade do escoamento.

Ollero (2014) considera que existe o perigo para pessoas, queda e afogamento, quando a corrente excede uma velocidade de 1 m/s ou uma altura de 1 m. Também considera que existe perigo para edifícios e estruturas se a altura da água for superior a 3,6 m, ou se a corrente tiver velocidade superior a 6 m/s.

*Figura 16. Perigo da altura do escoamento num evento de inundação (Aqualogus e Hidromod, 2020)*

A modelação hidráulica permitiu determinar a matriz de alturas e velocidades para cada área inundável e para os três períodos de retorno (T=20, T=100 e T=1000 anos). Estes resultados constituem as variáveis de entrada no modelo de determinação do risco. Nas inundações de origem fluvial e pluvial, foi definida a perigosidade como uma função da altura (m) pela velocidade (m/s) do escoamento, como explicitado na Tabela 1.

*Tabela 1. Classes da Perigosidade*

| **Perigosidade** | |
|---|---|
| **P = H x (V + 0.5)** | **Nível** |
| P <0.75 | 1 – Inexistente |
| 0.75 <P <1.25 | 2 – Baixa |
| 1.25 <P <2.5 | 3 – Média |
| 2.5 <P <7 | 4 – Alta |
| P> 7 | 5 – Muito Alta |

H – Altura do escoamento; V – velocidade do escoamento

Obtida a matriz de perigosidade, integrou-se com a ocupação do território e, seguindo a classificação de grau de consequência definida de acordo com o Quadro de Consequências (ANEXO I), procedeu-se à quantificação do risco na área inundável, Tabela 2.

*Tabela 2. Matriz de Risco*

| Risco | | Perigosidade | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Consequências | 1 | I | I | B | B | M |
| | 2 | I | B | M | M | A |
| | 3 | B | M | M | A | A |
| | 4 | B | M | A | A | MA |
| | 5 | M | A | A | MA | MA |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| I - Insignificante | B - Baixo | M - Médio | A - Alto | MA – Muito Alto |

Na determinação do risco para as ARPSI de origem costeira, não foram utilizados parâmetros como a altura de inundação e velocidade de escoamento, uma vez que a utilização do XBeach-2D neste tipo de análise e cartografia é relativamente recente e ainda não existem estudos de calibração e validação deste *output.*

A modelação dos processos costeiros é uma tarefa bastante complexa, não sendo ainda possível calibrar os modelos para estas variáveis, por não existir a mesma recolha contínua de dados que existe nas inundações fluviais. Por isso, seria impossível simular parâmetros como velocidade e altura com o mesmo rigor, o erro associado à sua estimativa é difícil de determinar.

Tendo em conta que o modelo adotado permite simular os processos de galgamento e extensão da inundação com grande rigor, optou-se para o cálculo do risco o cruzamento desta informação com a presença de recetores na área inundada, tendo por base o Quadro de Consequências (ANEXO I). Assim, partindo do princípio da precaução, se a ocupação da área que é inundada corresponde a uma consequência elevada, então o risco é elevado, conforme a Tabela 3.

*Tabela 3. Matriz Risco para as ARPSI costeiras*

| Risco | | Inunda |
|---|---|---|
| | | Sim |
| Consequências | 1 | Insignificante |
| | 2 | Baixo |
| | 3 | Médio |
| | 4 | Alto |
| | 5 | Muito Alto |

## 6.1. Elementos Expostos – Metodologia

O mapeamento dos impactos nas áreas inundáveis permite identificar quais as potenciais consequências negativas das inundações e em que recetores; permite conhecer os elementos cuja exposição à ameaça da inundação é elevada e poderá exigir a definição de medidas que reduzam o impacto das inundações e o nível de perigosidade a que estão expostos.

O **impacto na populaçã**o abrange o levantamento do número de pessoas que pode ser potencialmente afetado e os serviços essenciais que podem ficar interrompidos, como sejam:

- Fornecimento de energia;
- Comunicações;
- Edifícios sensíveis, como hospitais, escolas e outros serviços públicos, segundo tipologia conforme Quadro 10;
- Redes de transporte que podem ser afetadas, por danos causados pelas inundações nas pontes, nas vias férreas e nas estradas;
- Casas e propriedades que podem ser inundadas;
- Abastecimento de água para consumo humano.

*Quadro 10. Tipologia de Edifcios Sensíveis*

| Tipologia de Edifícios Sensíveis |
|---|
| Administração do Estado |
| Bombas de Gasolina |
| Educação |
| Saúde |
| Segurança e Justiça |

O **impacto nas atividades económicas** foi estimado com recurso a três indicadores disponíveis nos Anuários Estatísticos Regionais 2018 (AER, 2018), considerando a Classificação das Atividades Económicas (CAE) disponibilizados pelo INE:

- Volume de negócios;
- Número de estabelecimentos;
- Zonas agrícolas;
- Pessoal ao serviço.

Conjugando estes dados com a classificação de uso do solo disponibilizada pela DGT (COS 2018) foi possível estimar um impacte das cheias nas atividades económicas. Poderá ser consultada uma descrição completa sobre a metodologia adoptada no relatório final dos trabalhos executados.

É importante realçar que a estimativa aqui apresentada serve apenas como indicador dos potenciais impactos das atividades Económicas, localizadas nas ARPSI, que são potencialmente afetadas pelas cheias, sendo apenas uma estimativa dos danos/prejuízos potenciais máximos provocados pelas cheias.

O **Impacto no ambiente** é estimado pela identificação de eventuais fontes de poluição que podem ser atingidas pela inundação, como sejam estações de tratamento de águas residuais e estações elevatórias, instalações SEVESO[1], no âmbito de Prevenção, Controlo Integrado da Poluição (PCIP[2]) e no âmbito do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes (PRTR); são identificadas áreas protegidas que podem sofrer danos, quer por possível poluição, quer por destruição de habitats causada pela velocidade e volume de água da inundação. São também identificadas as massas de água que estão incluídas nas zonas de inundação para os cenários estudados.

O **Impacto no património** classificado foi estimado tendo em conta a informação disponibilizada pela DGPC, considerando que as inundações podem provocar:

- Perda de monumentos históricos;
- Devastação de locais históricos;
- Afetação de património imaterial.

[1] Instalações abrangidas pela Diretiva Seveso III, Diretiva n.º 2012/18/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, transposta para o direito interno no Decreto-lei n.º 150/2015 de 5 de agosto.

[2] Funcionamento das instalações onde se desenvolvem atividades que sejam sujeitas a Licenciamento Ambiental, definidas ao abrigo da Diretiva relativa às Emissões Industriais (DEI), Diretiva 2010/75/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de novembro, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, que estabelece o Regime de Emissões Industriais (REI) aplicável à PCIP.

# 7. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DAS ARPSI

## 7.1. Cartografia das áreas inundáveis

Face aos eventos de inundação ocorridos no período em análise, nos concelhos de Arcos de Valdevez e de Ponte da Barca, a área inundável determinada no 1.º ciclo teve alteração dos limites de montante e de jusante, o que resultou num aumento da área inundável Figura 17 (esquerda) e Quadro 11. Esta alteração vai ter impacto nos elementos expostos conforme se descreve no capítulo 7.2. Relativamente à área inundável de Ponte de Lima não houve qualquer alteração, Figura 17 (direita) e Quadro 11.

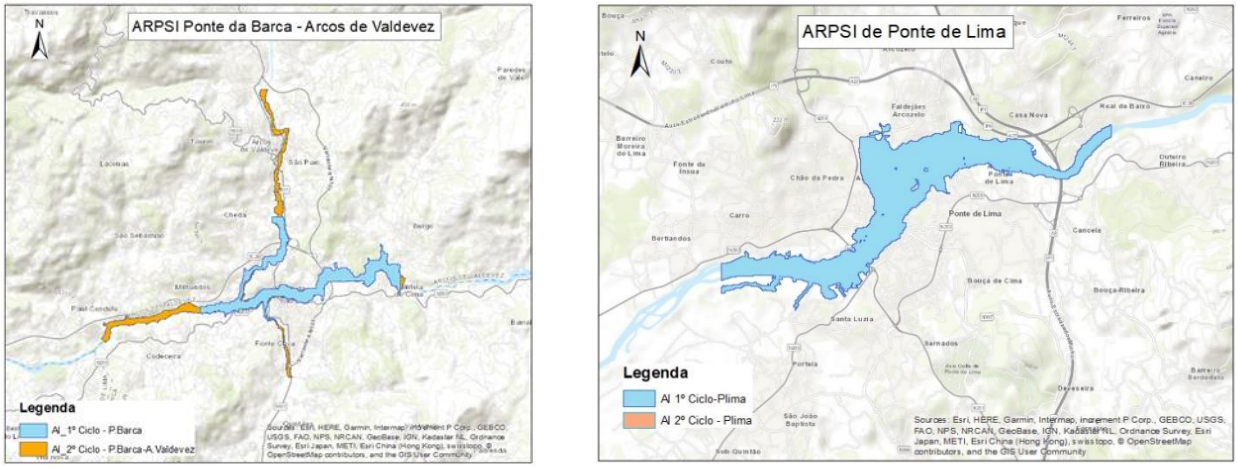



*Figura 17. Áreas inundáveis da ARPSI de Ponte da Barca-Arcos de Valdevez (esquerda) e da ARPSI de Ponte Lima (direita), para o período de retorno de T=100, para o 1.º e 2.º ciclos*

*Quadro 11. Área inundável (Km²) das ARPSI no 1.º e 2.º ciclo por período de retorno*

| ARPSI | Área inundável | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ciclo | Período de retorno (T) | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 1.º Ciclo | 2,35 | 2,56 | 2,68 |
| | 2.º Ciclo | 2,90 | 3,36 | 3,74 |
| Ponte de Lima | 1.º e 2.º Ciclo | 2,78 | 3,39 | 3,65 |

Neste 2.º ciclo foram identificadas cinco novas ARPSI (Figura 18, Figura 19 e Figura 20), cujas áreas atingidas estão indicadas no Quadro 12.

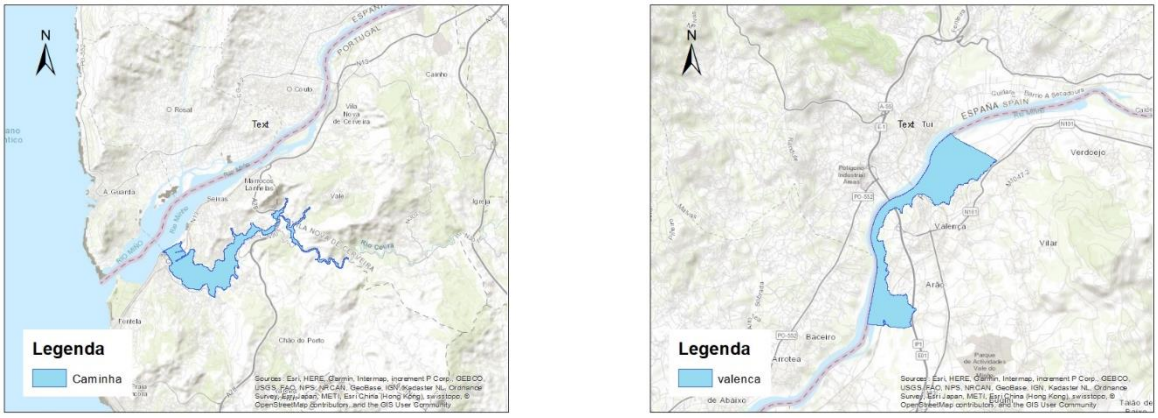



*Figura 18. Área inundável da ARPSI de Caminha (esquerda) e da ARPSI de Valência (direita), para período de retorno de T=100 anos*

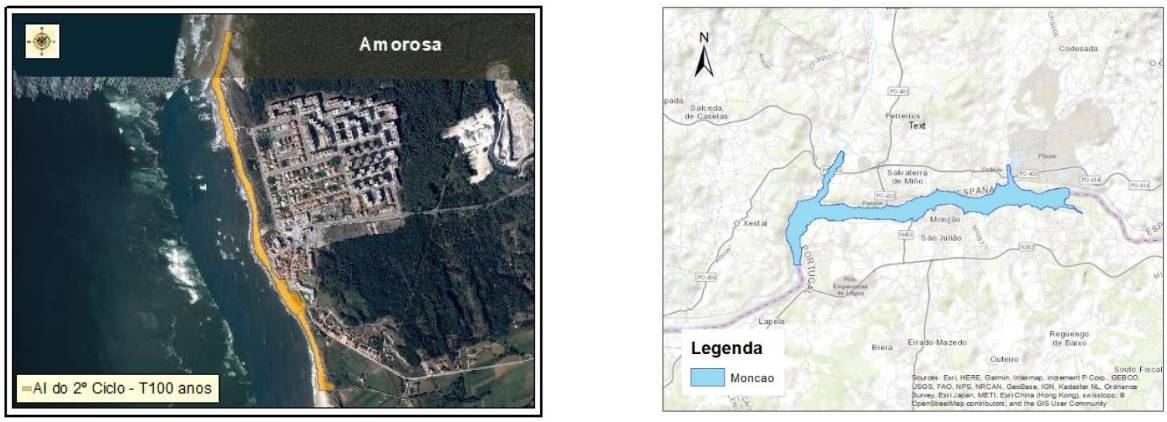



*Figura 19. Área inundável da ARPSI de Amorosa (esquerda) e da ARPSI de Monção (direita), para período de retorno de T=100 anos*

*Figura 20. Área inundável da ARPSI de Castelo de Neiva, para o período de retorno de T=100 anos*

*Quadro 12. Área inundável (Km²) das ARPSI no 2.º ciclo por período de retorno*

| ARPSI | Área inundável | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Amorosa | N.A. | 0,07 | N.A. |
| Caminha | 3,07 | 3,68 | 4,51 |
| Monção | 3,03 | 3,28 | 3,56 |
| Castelo de Neiva | N.A. | 0,07 | N.A. |
| Valença | 1,66 | 1,78 | 1,93 |

## 7.2. Elementos expostos identificados nas ARPSI

A identificação dos elementos expostos constitui uma das fases mais importantes da cartografia de risco, já que com a determinação da perigosidade da inundação é possível a antecipação dos danos que podem ocorrer, através da definição das medidas a implementar no PGRI. Esta informação é fundamental para a tomada de decisão, e para motivar a população a adotar comportamentos e medidas que contribuam para a diminuição do risco.

### 7.2.1. Impacto na Saúde Humana

A análise dos resultados obtidos para a população potencialmente afetada nas ARPSI da RH1, permite confirmar que nas áreas costeiras a afetação da população é baixa, enquanto nas áreas de origem fluvial/pluvial há um número significativo de habitantes potencialmente afetados, sendo esse número mais elevado nas ARPSI de Ponte de Lima e de Ponte da Barca- Arcos de Valdevez para os três períodos de retorno Quadro 13.

*Quadro 13. População potencialmente afetdata por ARPSI e para cada período de retorno*

| ARPSI | População | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Amorosa | N.A. | 15 | N.A. |
| Caminha | 309 | 346 | 486 |
| Castelo de Neiva | N.A. | 5 | N.A. |
| Monção | 78 | 97 | 122 |

| ARPSI | População | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 401 | 494 | 619 |
| Ponte de Lima | 374 | 523 | 601 |
| Valença | 289 | 383 | 566 |
| **Total RH1** | **1450** | **1864** | **2395** |

N.A. – Não Aplicável

Na RH1, os municípios onde o número de habitantes potencialmente afetados é mais elevado são os municípios de Ponte de Lima e Valença, Figura 21.

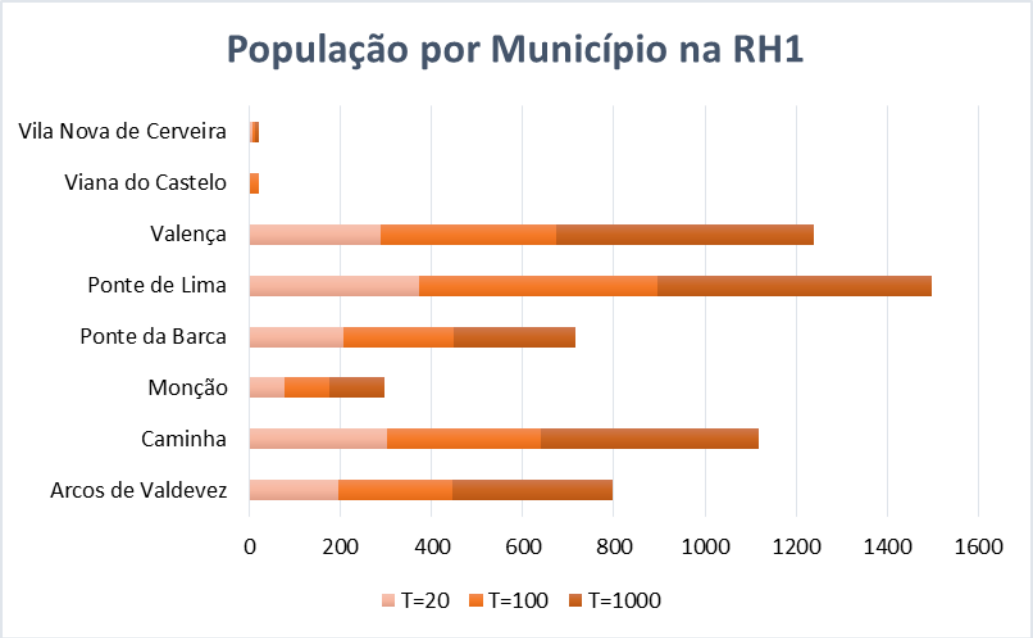



*Figura 21. População potencialmente afetada por município e por período de retorno, na RH1*

A caracterização da população flutuante, ou seja, a população temporária ou pontual nas ARPSI da RH1, teve em conta a informação foi cedida pelo Turismo de Portugal relativa aos empreendimentos turísticos, em funcionamento ou com parecer favorável, e alojamentos locais localizados nas zonas inundáveis. Considerou-se, para este efeito, que os empreendimentos se encontram a um terço da sua lotação máxima. As ARPSI's mais afetadas são por ordem decrescente as seguintes: Ponte da Barca – Arcos de Valdevez, Ponte de Lima e Caminha, conforme informação tida no Quadro 14.

*Quadro 14. População flutuante afetdata por ARPSI e para cada período de retorno*

| ARPSI | População Flutuante | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Amorosa | N.A. | N.A. | N.A. |
| Caminha | 1 | 3 | 7 |
| Castelo de Neiva | N.A. | N.A. | N.A. |
| Monção | N.A. | N.A. | N.A. |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 92 | 176 | 260 |
| Ponte de Lima | 23 | 105 | 142 |
| Valença | N.A. | N.A. | N.A. |

N.A. – Não Aplicável

Na ARPSI de Caminha, pode ser atingida pelas inundações uma captação de água para consumo humano o que pode condicionar o abastecimento de água à população, Quadro 15. A identificação das captações potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO II.

*Quadro 15. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas por ARPSI por período de retorno*

| ARPSI | Águas de Proteção para consumo humano | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Caminha | 1 | 1 | 1 |

Os edifícios sensíveis potencialmente afetados pelas inundações na RH1 são dois, Quadro 16, aquele que apresenta uma maior probabilidade de ser atingido, situa-se na ARPSI de Ponte Lima. A identificação dos edifícios sensíveis potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO II.

*Quadro 16. Edificios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI por período de retorno*

| ARPSI | Edifícios sensíveis | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tipologia | Período de retorno | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Caminha | Administração do Estado | N.A. | N.A. | 1 |
| | Saúde | N.A. | N.A. | 1 |

N.A. – Não Aplicável.

Relativamente à análise da rede viária, considerando as infraestruturas de transporte, importa salientar que nem sempre a informação disponível sobre as pontes e os viadutos, permitiu determinar com rigor o grau de afetação pela superfície de inundação. No entanto, as cheias representam uma das maiores ameaças a este tipo de infraestruturas. Acresce que a magnitude das cheias avaliadas no âmbito da implementação da DAGRI terá sempre impacto na sua estrutura (pilares, fundações) por esse motivo na cartografia procurou-se traduzir esse impacto assinalando-o como "infraestrutura potencialmente afetada".

Salienta-se, ainda, que a inundação de uma via representa um perigo para a circulação de veículos, quer pela possibilidade de arrastamento, quer pela entrada de água no veículo. A magnitude das inundações estudadas no âmbito da DAGR pode haver vias afetadas por alturas e velocidades de água elevadas, pelo que deve ser dada atenção especial à consulta do geoportal para a identificação das vias potencialmente atingidas.

A rede viária foi agrupada em quatro classes dependendo da tipologia da via afetada, de acordo com o Quadro 17.

*Quadro 17. Classes de rede viária*

| Classe | Tipologia de Rodovia |
|---|---|
| 1 | Autoestradas e Itinerários Principais |
| 2 | Estradas Nacionais e Itinerário Complementar |
| 3 | Estradas Municipais e Caminhos |
| 4 | Rede Urbana e Ciclovias |
| 5 | Cais, Docas e Portos |

A classe que apresenta maior afetação de vias é "Rede Urbana e Ciclovias", mas na ARSI de Caminha há também uma afetação considerável das "Estradas Municipais e Caminhos", Quadro 18.

*Quadro 18. Rede viária potencialmente afetada por ARPSI por período de retorno*

| ARPSI | Rede viária | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Classe | Período de retorno (T) | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Caminha | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 3 | 3 | 3 |
| | 3 | 19 | 25 | 30 |
| | 4 | 19 | 23 | 37 |
| Monção | 2 | 1 | 1 | 1 |

| ARPSI | Rede viária | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Classe | Período de retorno (T) | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| | 4 | 2 | 3 | 3 |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 2 | 6 | 6 | 6 |
| | 3 | 2 | 2 | 2 |
| | 4 | 16 | 21 | 27 |
| Ponte de Lima | 1 | 2 | 3 | 3 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 4 | 22 | 33 | 35 |
| Valença | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | - | 1 | 1 |
| | 3 | 1 | 1 | 1 |
| | 4 | 15 | 19 | 27 |

No caso da rede ferroviária no Quadro 19 encontra-se representado por ARPSI os troços potencialmente afetados.

*Quadro 19. Ferrávias potencialmente afetadas por ARPSI por período de retorno*

| ARPSI | Ferrovias | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Linha/Tipologia | Período de retorno (T) | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Caminha | Linha do Minho (troço) | 1 | 1 | 1 |
| Valença | Linha do Minho (troço)<br>Ramal de Monção (troço) | 2 | 2 | 2 |

### 7.2.2. Impacto no Ambiente

Na RH1 existem estruturas que podem constituir fontes de poluição em caso de inundação. Na ARPSI de Valença verifica-se que há uma ETAR que será atingida para o período de retorno de maior probabilidade de ocorrência (T=20), Quadro 20. A identificação das fontes de poluição potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO III.

*Quadro 20. Fontes de poluição por ARPSI e por período de retorno*

| ARPSI | Fontes de poluição | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | N.A. | N.A. | 1 |
| Ponte de Lima | N.A. | 1 | 1 |
| Valença | 1 | 1 | 1 |

N.A. – Não Aplicável.

No Quadro 21, encontra-se referido o património natural e as áreas protegidas que poderão ser atingidas por inundação nas diferentes ARPSI, para os períodos de retorno considerados. A identificação do património natural e das áreas protegidas potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO III.

*Quadro 21. Património natural e áreas protegidas, por ARPSI e por período de retorno*

| ARPSI | Património natural e áreas protegidas | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tipologia | Período de retorno (T) | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Amorosa | SIC* | N.A. | 1 | N.A. |
| Caminha | SIC | 1 | 1 | 1 |
| | ZPE** | 1 | 1 | 1 |
| Monção | SIC | 1 | 1 | 1 |
| Castelo de Neiva | SIC | N.A. | 1 | N.A. |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | SIC | 1 | 1 | 1 |
| Ponte de Lima | SIC | 1 | 1 | 1 |
| Valença | SIC | 1 | 1 | 1 |
| | ZPE | 1 | 1 | 1 |

* SIC – Sítio de interesse comunitário; **ZPE – Zonas de Proteção Especial; N.A. – Não Aplicável

### 7.2.3. Impacto no Património

Na análise do possível impacto no património, foi utilizada a informação disponibilizada pela DGPC, que considera, para além do elemento patrimonial, as zonas de proteção geral e específica. O processo de georreferenciação do património cultural da DGPC - Atlas do património classificado e em vias classificação – está em atualização, decorrendo da evolução jurídica dos bens imóveis, pelo que o património identificado neste relatório reporta-se à informação disponibilizada pela DGPC em julho de 2019. Deste modo, há

elementos patrimoniais que se encontram em área inundável, mas não foram identificados como elemento exposto. Esta informação será atualizado sempre que for publicada nova informação pela DGPC.

Acrescenta-se, ainda, que existem elementos patrimoniais que são agrupados num único, com uma designação e classificação conjunta, pelo que há casos em que apenas um dos elementos do grupo é atingido pela área inundável, mas é identificado o elemento agrupado. A consulta do portal da DGPC poderá clarificar a metodologia utilizada na classificação do património DGPC.

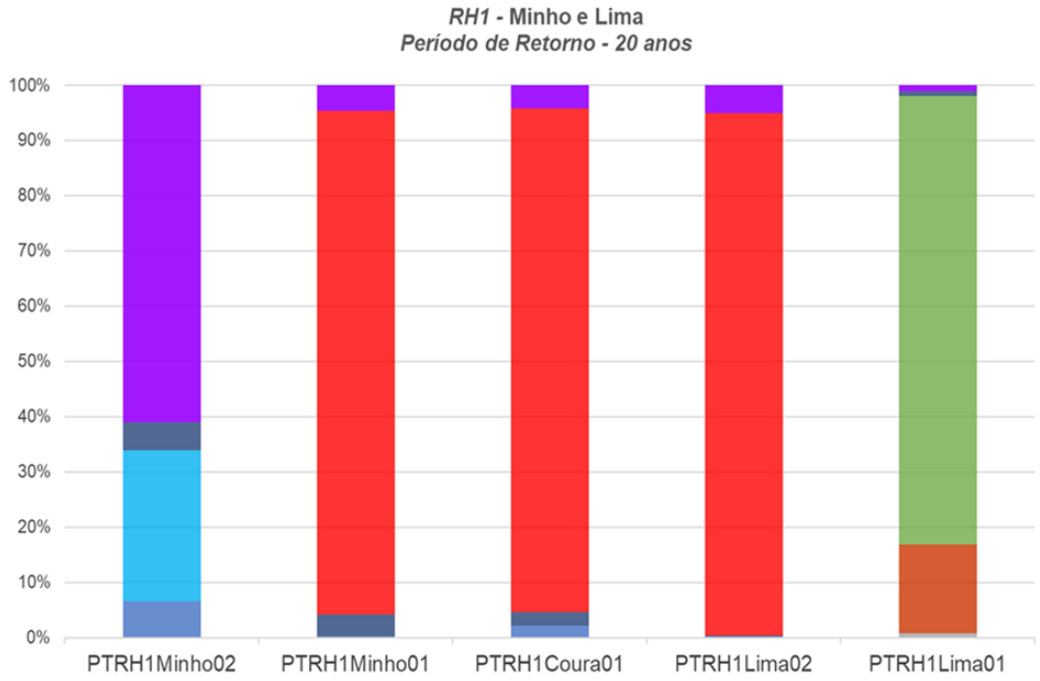
Tendo em conta estas condicionantes, apresenta-se na tabela abaixo o património em área inundável (Quadro 22). A identificação do património cultural potencialmente afetado pela inundação encontra-se no ANEXO IV.

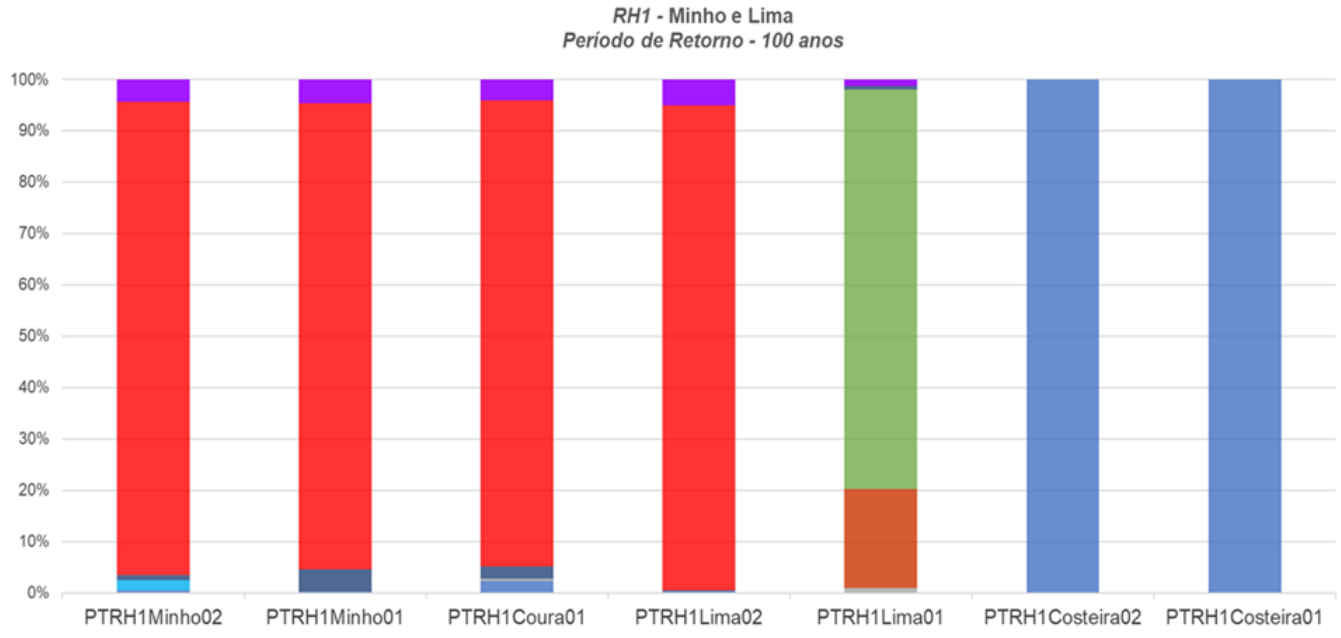
*Quadro 22. Património cultural potencialmente afetado por ARPSI por período de retorno*

| ARPSI | Património Cultural | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tipo de Proteção | Período de retorno | | |
| | | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Caminha | MN - Monumento Nacional | 1 | 1 | 1 |
| Monção | MN - Monumento Nacional | 1 | 1 | 1 |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | IIP - Imóvel de Interesse Público | 1 | 1 | 1 |
| | MN - Monumento Nacional | 2 | 2 | 2 |

### 7.2.4. Atividades Económicas Potencialmente Afetadas

A análise económica dos setores de atividade potencial afetados, visível na Figura 22, tendo em conta a metodologia definida, revela que, para o período de retorno T= 20 e 100 anos, nas ARPSI de Valença, Monção, Caminha e Ponte de Lima, é o setor da "Alojamento e Restauração" que pode ser mais afetado, enquanto que m Ponte da Barca-Arcos de Valdevez é o setor do "Comércio". As ARPSI de Ponte da Barca- Arcos de Valdevez e Ponte Lima são aquelas onde há um maior número de número de estabelecimentos e de pessoas ao serviço, Figura 23. Os resultados obtidos para análise económica podem ser também consultados no *dashboard* ActEconomicas.


RH1 - Minho e Lima
Período de Retorno - 20 anos
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
PTRH1Minho02
PTRH1Minho01
PTRH1Coura01
PTRH1Lima02
PTRH1Lima01


RH1 - Minho e Lima
Período de Retorno - 100 anos
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
PTRH1Minho02
PTRH1Minho01
PTRH1Coura01
PTRH1Lima02
PTRH1Lima01
PTRH1Costeira02
PTRH1Costeira01

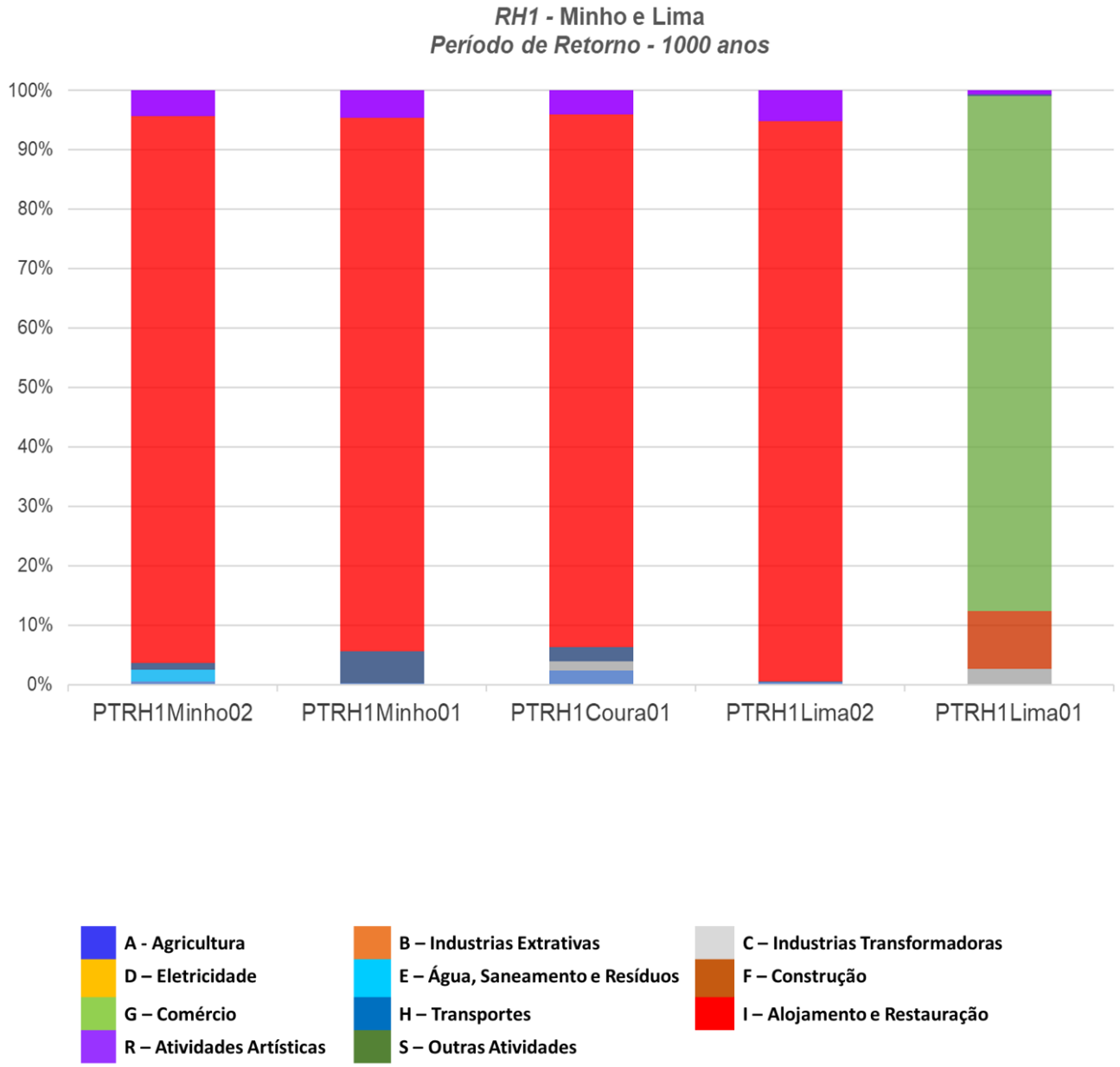
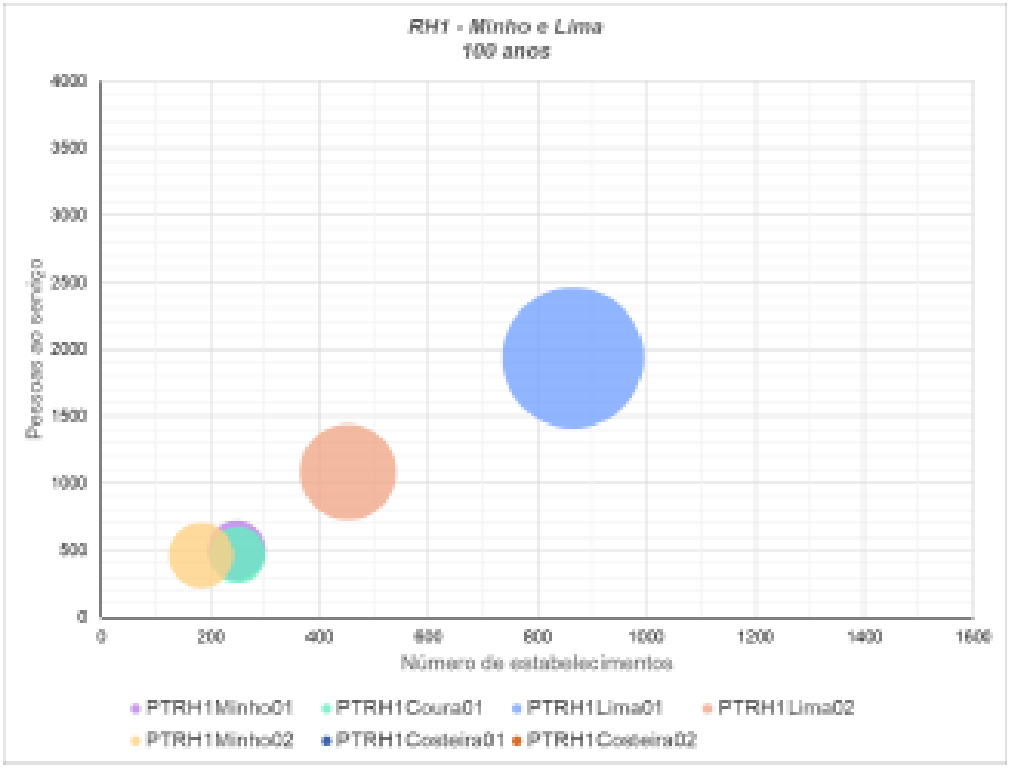
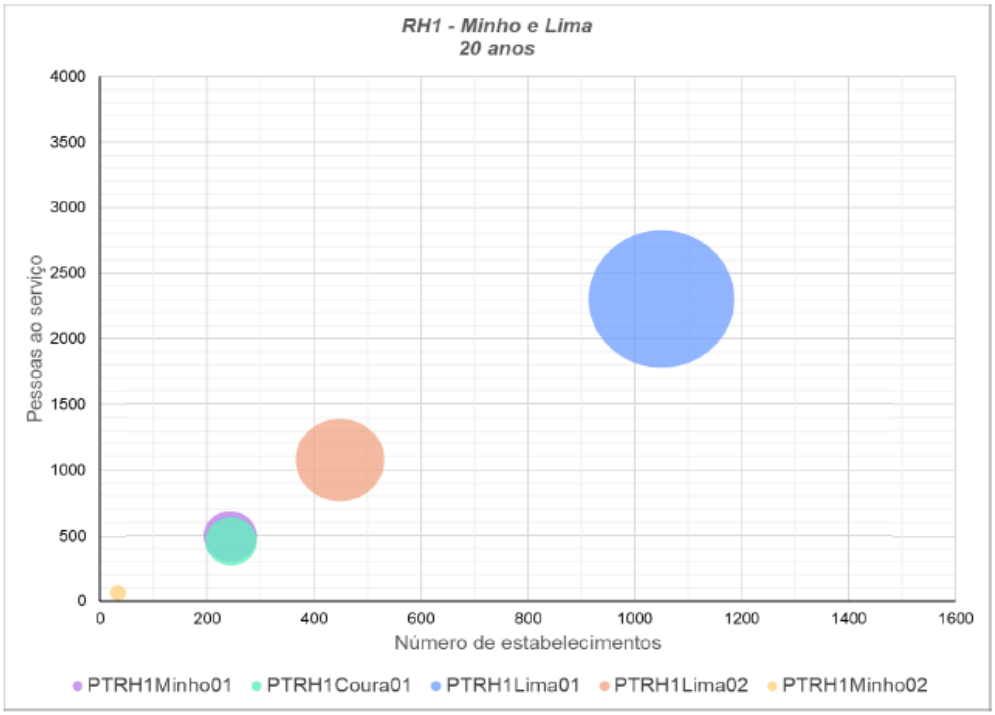



*Figura 22. Setores de atividade afetados, relativamente ao volume de negócios.*


RH1 - Minho e Lima
100 anos
Pessoas ao serviço
Número de estabelecimentos
PTRH1Minho01
PTRH1Coura01
PTRH1Lima01
PTRH1Lima02
PTRH1Minho02
PTRH1Costeira01
PTRH1Costeira02


RH1 - Minho e Lima
20 anos
Pessoas ao serviço
Número de estabelecimentos
PTRH1Minho01
PTRH1Coura01
PTRH1Lima01
PTRH1Lima02
PTRH1Minho02

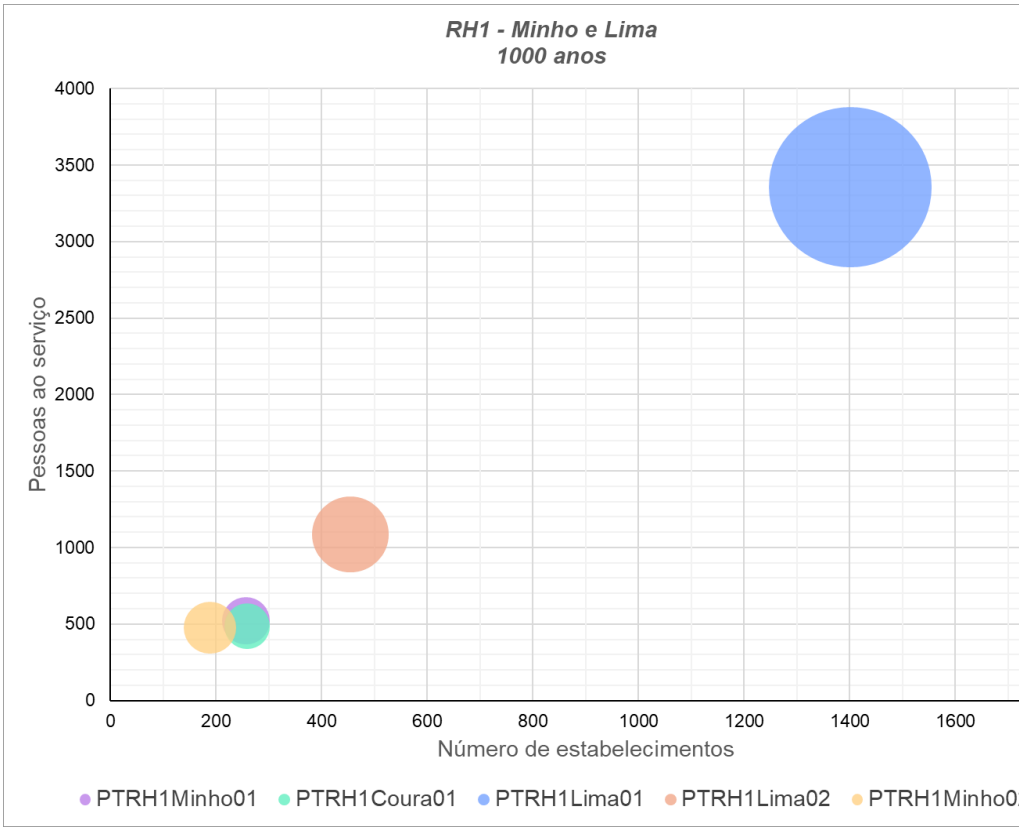



*Figura 23.Relação entre número de estabelecimentos afetados, pessoas ao serviço e volume de negócios.*

Na RH1 não foram identificados aproveitamentos hidroagrícolas, associados aos regadios coletivos públicos, nas ARPSI analisadas.

### 7.2.5. Massas de Água Potencialmente Afetadas

A implementação da DAGRI decorre em estreita a articulação com a Diretiva-Quadro da Água, na medida em que ambas visam a proteção do ambiente e da saúde humana. As inundações estão diretamente relacionadas com vários aspetos que são relevantes para o estado da massa de água, por este motivo são também identificadas as massas de água que podem ser afetadas pelas inundações, nas ARPSI e para os cenários modelados. O número de massas de água identificadas na RH1 nas ARPSI são as indicadas no Quadro 23. A identificação das massas de água potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO V.

*Quadro 23. Massas de água por ARPSI e período de retorno*

| ARPSI | Massas de água | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Amorosa | N.A. | 1 | N.A. |
| Caminha | 5 | 5 | 5 |
| Castelo de Neiva | N.A. | 2 | N.A. |
| Monção | 3 | 3 | 3 |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 6 | 6 | 6 |
| Ponte de Lima | 5 | 5 | 5 |
| Valença | 3 | 3 | 3 |

N.A. – Não Aplicável

No Quadro 24 são apresentadas as águas balneares potencialmente afetadas pelas inundações. A identificação das massas de água potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO V.

*Quadro 24. Água balneares por ARPSI e período de retorno*

| ARPSI | Águas balneares | | |
|---|---|---|---|
| | Período de retorno (T) | | |
| | T = 20 anos | T = 100 anos | T = 1000 anos |
| Caminha | 1 | 1 | 1 |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | 2 | 2 | 2 |

## 8. APRESENTAÇÃO DO PORTAL

A cartografia elaborada está disponível no geoportal da APA, I.P., o Sistema Nacional de Informação sobre Ambiente – SNIAmb. Os mapas serão de acesso livre e, após a participação pública, poderão ser transferidos do geoportal em formato *shapefile* Figura 24.

No portal são disponibilizados os temas para os quais foi elaborada cartografia e por período de retorno estudado.

1- Cartas de Áreas Inundáveis

   i) Delimitação da área inundada

   ii) Profundidade do escoamento

   iii) Velocidade do escoamento

2 – Cartas de Risco de Inundação

   i) Perigosidade

   ii) Consequências

   iii) Risco

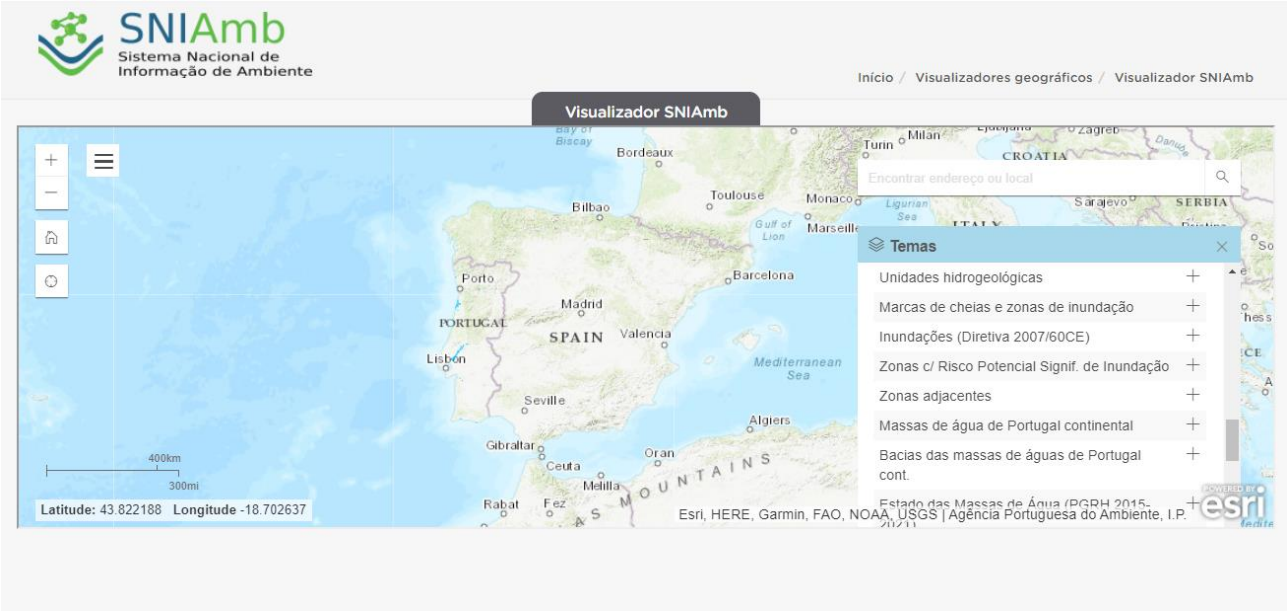
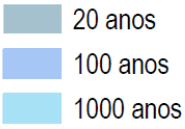



*Figura 24.Geoportal para acesso à cartografia de áreas inundáveis de risco de inundações.*

## 8.1. Temas e Simbologia

| Tema | Áreas Inundadas |
|---|---|
| **Conteúdo** | Limite das áreas inundadas para cada evento de cheia estudado (20 anos – alta probabilidade de ocorrência, 100 anos – média probabilidade de ocorrência, 1000 anos – baixa probabilidade de ocorrência). No caso das áreas costeiras o período de retorno 100 anos. |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar a extensão da cheia. |
| **Simbologia** |  <br>Foram usados polígonos azuis com transparência em tonalidades diferentes para representar os diferentes eventos de cheia (20 anos – elevada probabilidade de ocorrência, 100 anos – média probabilidade de ocorrência, 1000 anos – baixa probabilidade de ocorrência) |

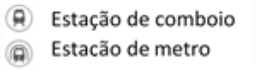
| **Tema** | **Profundidade da cheia** |
|---|---|
| **Conteúdo** | Camada com os patamares de profundidade da água por cada evento de cheia. |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas mais afetadas relativamente à altura da água. |
| **Simbologia** | <br>A profundidade foi representada com uma graduação de cores, azul claro para águas menos profundas e azul-escuro para zonas mais profundas, com um número de classes adaptados aos dados. |

| Tema | Velocidade da cheia |
|---|---|
| **Conteúdo** | Camada com os patamares de velocidade da água por cada evento de cheia. |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas de maior velocidade da água. |
| **Simbologia** | <br>A profundidade foi representada com uma graduação de cores, amarelo claro zonas de velocidade baixa e castanho para zonas de elevada velocidade, com um número de classes adaptados aos dados. |

| Tema | Perigosidade |
|---|---|
| **Conteúdo** | Perigosidade da cheia, calculada a partir da velocidade e profundidade da cheia. |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas de maior perigosidade. |
| **Simbologia** | Inexistente / Insignificante<br>Baixa<br>Média<br>Alta<br>Muito alta<br><br>A perigosidade tem cinco classes – Inexistente, Baixa, Média, Alta, Muito Alta – e foi representada com uma graduação de cores, de azul a laranja consoante a gravidade. |

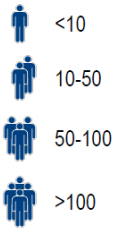
| Tema | Elementos Expostos |
|---|---|
| **Conteúdo** | Múltiplas camadas, relativas a Elementos Expostos às cheias, com os seguintes temas:<br>• Rodovias<br>• Ferrovias<br>• Estações de comboio<br>• Estações de metro<br>• Habitantes<br>• Edifícios Sensíveis<br>• Património Cultural<br>• Fontes de Poluição<br>• Águas Balneares<br>• Perímetro de proteção de água para consumo humano |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar os elementos potencialmente afetados pelas cheias em estudo. |
| **Simbologia** | **Rodovias e Ferrovias:**<br><br>Ferrovia<br>Estrada<br>As rodovias e ferrovias potencialmente afetadas pelas cheias são representadas por linhas conforme a imagem lateral. As linhas correspondem a trechos que poderão ser inundados ou afetados pela velocidade da água. |

**Estações de Comboio e Metro:**



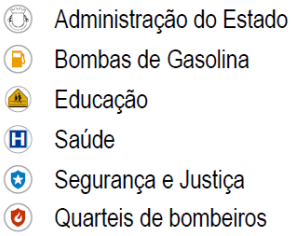

As estações de comboio e metro potencialmente afetadas foram identificadas como a imagem lateral.

**Habitantes Afetados**



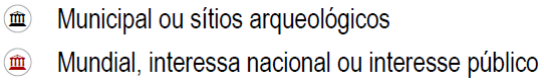

Os habitantes afetados por subsecção estatística apresentam-se em patamares com ícones que refletem a densidade populacional.

**Edifícios Sensíveis:**



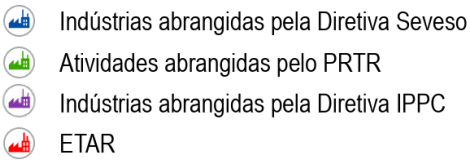

Os edifícios sensíveis potencialmente afetados pela cheia enquadram-se nas categorias identificadas na lateral, foram usados símbolos intuitivos para a sua identificação.

**Património Cultural:**



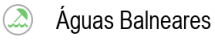

Foram agregadas as tipologias de património cultural conforme se mostra na figura lateral.

**Fontes de Poluição:**

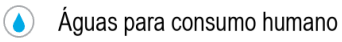



As fontes de poluição potencialmente afetadas dividem-se em 4 categorias, conforme identificado na imagem lateral.

**Águas Balneares:**




As águas classificadas como balneares foram identificadas com o símbolo de um chapéu de praia, como mostra a imagem.

| | |
|---|---|
| | **Águas para consumo humano:**<br>  <br><br>Os perímetros de proteção de captações de água para consumo humano são identificados por um ponto com uma gota de água no seu interior. |

| Tema | Consequência |
|---|---|
| **Conteúdo** | Consequência da cheia, avaliada a partir da ocupação do solo da área em estudo. |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar as áreas em que a consequência da cheia é mais grave. |
| **Simbologia** | <br><br>A consequência tem cinco classes – Mínima, Reduzida, Média, Alta e Máxima – e foi representada com uma graduação de cores, de verde a vermelho consoante a gravidade da consequência (consultar Relatório 1 dos Relatórios Finais para a tabela de correspondência do uso solo e consequência). |

| Tema | Risco |
|---|---|
| **Conteúdo** | Risco da Cheia, avaliado de acordo com a Perigosidade e a Consequência. |
| **Objetivo/Uso** | Esta informação pode ser usada para avaliar em que zonas o risco da cheia é mais grave. |
| **Simbologia** | <br><br>O risco tem cinco classes – Insignificante, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto – e foi representado com uma graduação de cores, de verde a vermelho (consultar Relatório 1 dos Relatórios Finais para a tabela de avaliação do Risco). |

## 9. NOTA FINAL

O presente relatório tem como principal finalidade disponibilizar os resultados obtidos na elaboração das cartas das zonas inundáveis e das cartas de riscos de inundação, bem como a metodologia adotada na sua elaboração, para as 7 ARPSI que foram identificadas na RH1: duas de origem costeira e cinco de origem fluvial/pluvial. Duas destas ARPSI foram identificadas como transfronteiriças, em resultado do intercâmbio com as autoridades espanholas, localizadas no troço internacional do rio Minho - Monção e Valença - que são coincidentes com as ARPSI designadas em Espanha, de Ponteareas e O Porriño, respetivamente.

Salienta-se o esforço de envolvimento e disponibilização de informação de todas as entidades com competências de gestão territorial, de infraestruturas existentes no território, de coordenação das diferentes atividades económicas e patrimoniais. Pretendeu-se, assim, reunir a melhor informação disponível para que a cartografia nas ARPSI identificadas traduzisse o melhor possível os potenciais riscos para os diferentes elementos expostos.

Acresce que, apesar de se tratarem de planos associados a ciclos de seis anos, foram contemplados os efeitos das alterações climáticas, ao nível da probabilidade de agravamento de fenómenos extremos e da subida do nível médio do mar, de forma a identificar, no plano a elaborar para o 2.º ciclo de planeamento, as medidas de adaptação que devem ser implementadas.

A cartografia agora elaborada é determinante para o desenvolvimento dos PGRI do 2º ciclo, servindo de suporte à definição de um programa de medidas mais eficiente na minimização do risco, permitindo estabelecer condicionantes e restrições ao uso do solo, de modo a dar suporte às políticas da sua ocupação e ao desenvolvimento sustentável das regiões. A cartografia elaborada deve ser plasmada nos diferentes IGT anteriormente referidos, bem como no PMEPC, contribuindo para o aumento da resiliência do território ao risco das inundações.

Da cartografia de áreas inundadas e de riscos de inundações para a Região Hidrográfica do Minho e Lima importa salientar:

- A população residente potencialmente afetada tem maior expressão nas ARPSI de origem fluvial, podendo haver um número bastante significativo de habitantes afetados. Nas ARPSI de origem costeira a afetação da população é baixa, atendendo às medidas de ocupação do território que têm sido preconizadas nos planos da orla costeira, que são instrumentos enquadradores para a melhoria, valorização e gestão dos recursos presentes no litoral, especialmente com a proteção e integridade biofísica do espaço, com a valorização dos recursos existentes e com a conservação dos valores ambientais e paisagísticos.

- As ARPSI de Ponte de Lima e Ponte da Barca-Arcos de Valdevez apresentam o maior número de habitantes expostos à ameaça das inundações.
- Os setores de atividade económica potencialmente mais afetados são o setor do "Alojamento e Restauração" nas ARPSI de Valença, Monção, Caminha e Ponte de Lima, e o setor do "Comércio" na ARPSI de Ponte da Barca-Vez;

Da decorrência do período de participação pública e das sessões a realizar serão avaliados os contributos e a sua eventual integração nos resultados agora obtidos e que servirão de base para o desenvolvimento do PGRI do 2.º ciclo a vigorar entre 2022 – 2027.

## 10. BIBLIOGRAFIA


APA – Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (2016a). Plano de Gestão dos Riscos de Inundação da Região Hidrográfica 1 do Minho e Lima. Disponível em: https://apambiente.pt/_zdata/Politicas/Agua/PlaneamentoeGestao/PGRI/2016-2021/PGRI_RH1.pdf

APA – Agência portuguesa do Ambiente, I.P. (2016b). Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Minho e Lima RH1. Parte 2 – Caracterização e diagnóstico. Disponível em: https://www.apambiente.pt/_zdata/Politicas/Agua/PlaneamentoeGestao/PGRH/2016-2021/PTRH1/PGRH1_Parte2.pdf

APA – Agência portuguesa do Ambiente, I.P. (2018). Redes de Monitorização do Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos (SNIRH). Consultado a outubro de 2018. Disponível em: https://snirh.apambiente.pt

APA – Agência portuguesa do Ambiente, I.P. (2019). Avaliação Preliminar dos Riscos de inundações, Região Hidrográfica do Minho e Lima – RH1. Disponível em: https://www.apambiente.pt/_zdata/Politicas/Agua/PlaneamentoeGestao/PGRI/2022-2027/APRI_ParticipacaoPublica/1_Fase/Relatorios/PGRI_2_APRI_RH1_Final.pdf

Declaração de Retificação n.º 22-A/2016, de 18 novembro, Diário da República n.º 222/2016, 1.º Suplemento, Série I, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa, que retifica a Resolução do Conselho de Ministros n.º 51/2016, de 20 de novembro, Diário da República n.º 181/2016, Série I, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa que aprova os Planos de Gestão dos Riscos de Inundações do Vouga, Mondego e Lis, do Minho e Lima, do Cávado, Ave e Leça, do Douro, do Tejo e Ribeiras do Oeste, do Sado e Mira e das Ribeiras do Algarve. Os planos encontram-se disponíveis em: https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=1250

Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro, Diário da República n.º 222/2016, 1.º Suplemento, Série I, Presidência do Conselho de Ministros – Secretária-geral, Lisboa, que retifica a Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, Diário da República n.º 181/2016, Série I, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa, que aprova os Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas do Minho e Lima, do Cávado, Ave e Leça, do Douro, do Vouga e Mondego, do Tejo e Ribeiras Oeste, do Sado e Mira, do Guadiana e das Ribeiras do Algarve. Os planos encontram-se disponíveis em: https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=7&sub2ref=9&sub3ref=848

Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro de 2010, Diário da República n.º 206/2010, Série I, Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Decreto-lei n.º 159/2012, de 24 de julho, Diário da República n.º 142/2012, Série I Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, Diário da República n.º 212/2012, Série I, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.

Decreto-Lei n.º 80/2015 de 14 de maio, Diário da República n.º 93/2015, Série I, Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia, Lisboa.

Decreto-Lei n.º 89/87, de 26 de fevereiro, Diário da República n.º 48/1987, Série I, Ministério do Plano e da Administração do Território, Lisboa.

DGT – Direção-Geral do Território (ex-IGP – Instituo geográfico Português) (2018). Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2018 (COS 2018). Disponível em: https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/home

Diretiva n.º 2000/60/CE, de 23 de Outubro de 2000, do Parlamento Europeu e do Conselho, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L327, Luxemburgo.

Diretiva n.º 2007/60/CE, de 23 de outubro de 2007, do Parlamento Europeu e do Conselho, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L 288, Luxemburgo.

FLOODsite, 2009. Flood risk assessment and flood risk management. An introduction and guidance based on experiences and findings of FLOODsite (an EU-funded Integrated Project). Deltares | Delft Hydraulics, Delft, the Netherlands

INE – Instituto Nacional de Estatística (2011). Censos 2011. Lisboa.

Lei n.º 31/2014, de 30 de maio, Diário da República n.º 104/2014, Série I, Assembleia da República, Lisboa.

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, Diário da República n.º 249/2005, Série I-A, Assembleia da República, Lisboa.

Ollero, Alfredo. (2014). Guía Metodológica Sobre Buenas Prácticas en Gestión de Inundaciones. Manual para Gestores. Disponível em: http://contratoderiomatarranya.org/documentos/Guia_BB_Gestion_inundaciones.pdf

Resolução de Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro, Diário da República n.º 174/2009, Série I, Presidência do Conselho de Ministros, Lisboa.

Samuels, Paul; Klijn, F.; Kortenhaus, Andreas e Sayers, Paul. (2009). Integrated Flood Risk Analysis and Management Methodologies, FLOODsite Report. Disponível em: www.floodsite.net.

## ANEXO I

*Quadro 25. Quadro de Consequências(Fonte: APA, 2019)*

| Consequência | Nível Legenda | COS 2018 | Fonte |
|---|---|---|---|
| **Máxima** | 1.1.1.00.0 | Tecido urbano contínuo | COS 2018 e INE 2011 |
| | 1.1.2.00.0 | Tecido urbano descontínuo | |
| **Alta** | 1.2.1.00.0 | Indústria, comercio e equipamentos gerais | COS 2018, DGPC,ANPC,DGAI |
| | 1.2.4.00.0 | Aeroportos e aeródromos | COS 2018 |
| | 1.4.2.03.0 | Equipamentos culturais e outros e zonas históricas (património mundial, monumentos de interesse nacional, imoveis de interesse publico) | COS2018 e DGCP |
| **Média** | 1.2.1.00.0 | Indústria, comercio e equipamentos gerais | COS 2018 |
| | 2.4.3.01.1 | Agricultura com espaços naturais e semi-naturais | |
| | 1.2.1.00.0 | Indústria, comercio e equipamentos gerais | COS 2018, ANPC e DGCP |
| | 1.2.2.00.0 | Redes viárias e ferroviárias e espaços associados | COS 2018 |
| | 1.2.3.00.0 | Áreas portuárias | COS 2018 |
| | 1.4.2.02.0 | Outras instalações desportivas e equipamentos de lazer | |
| | 1.3.2.00.0 | Áreas de deposição de resíduos | COS 2018 |
| | 1.4.2.03.0 | Equipamentos culturais e outros e zonas históricas | COS2018 e DGCP |
| **Reduzida** | 1.2.3.00.0 | Áreas portuárias | COS 2018 |
| | 1.3.1.00.0 | Áreas de extração de inertes | COS2018 e DGCP |
| | 1.3.3.00.0 | Áreas em construção | COS 2018 |
| | 1.4.2.01.1 | Campos de golfe | COS 2018 e INE 2010 |
| | 1.4.2.02.0 | Outras instalações desportivas e equipamentos de lazer | COS 2018 e INE 2011 |
| | 5.1.2.00.0 | Corpos de água | COS 2018 |
| | 2.1.0.00.0 | Culturas temporárias de sequeiro e regadio | COS 2018 |
| **Mínima** | | Zonas Protegidas ou massas de água designadas ao abrigo das Diretivas (Aves e Habitats, aguas Balneares, Perímetros de Proteção e águas de consumo humano) | APA e ICNF |
| | 5.2.1.01.1 | Lagoas costeiras | COS 2018 e DGADR |
| | 5.1.1.00.0 | Cursos de água | |
| | 5.1.2.00.0 | Planos de água | |
| | 5.2.2.01.1 | Desembocaduras fluviais | |
| | 3.3.0.00.0 | Espaços descobertos ou com pouca vegetação | |

| Consequência | Nível Legenda | COS 2018 | Fonte |
|---|---|---|---|
| | 4.0.0.00.0 | Zonas húmidas | |
| | 3.2.1.01.1 | Vegetação herbácea natural | |
| | 3.1.1.00.1 | Florestas de sobreiro | |
| | 3.1.1.00.2 | Florestas de azinheira | |
| | 3.1.1.00.3 | Florestas de outros carvalhos | |
| | 3.1.1.00.4 | Florestas de castanheiro | |
| | 3.1.1.00.5 | Florestas de eucalipto | |
| | 3.1.1.00.6 | Florestas de espécies invasoras | |
| | 3.1.1.00.7 | Florestas de outras folhosas | |
| | 3.1.2.00.1 | Florestas de pinheiro bravo | |
| | 3.1.2.00.2 | Florestas de pinheiro manso | |
| | 3.1.2.00.3 | Florestas de outras resinosas | |
| | 3.2.2.00.0 | Matos | |
| | 2.4.1.00.0 | Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes | COS 2018 |
| | 2.1.0.00.0 | Culturas temporárias de sequeiro e regadio | |
| | 2.2.3.00.0 | Olivais | |
| | 2.2.1.00.0 | Vinhas | |
| | 2.2.2.00.0 | Pomares | |
| | 2.3.1.01.1 | Pastagens permanentes | COS 2018 e INE 2011 |

## ANEXO II

Águas de proteção para consumo humano e edifícios sensíveis nas áreas inundadas por período de retorno.

*Quadro 26. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas*

| ARPSI | Nome | Código | Período de retorno |
|---|---|---|---|
| Caminha | Captação de Cavada | PTA74000003 | 20, 100 e 1000 anos |

*Quadro 27. Edificios sensíveis potencialmente afetados*

| ARPSI | Designação | Município | Período de retorno |
|---|---|---|---|
| Caminha | Centro de Saúde de Caminha | Caminha | 1000 anos |
| | Junta de Freguesia de Vilar de Mouros | Caminha | 1000 anos |

## ANEXO III

Identificação das fontes de poluição, património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas nas áreas inundadas, por período de retorno.

*Quadro 28. Fontes de poluição potencialmente afetadas*

| ARPSI | Designação | Período de retorno |
|---|---|---|
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | Arcos de Valdevez | 1000 anos |
| Ponte de Lima | Ponte de Lima | 100 e 1000 anos |
| Valença | ETAR | 20, 100 e 1000 anos |

*Quadro 29. Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas*

| ARPSI | Designação | Categoria | Período de retorno |
|---|---|---|---|
| Amorosa | Litoral Norte | SIC | 100 anos |
| Caminha | Rio Minho | SIC | 20, 100 e 1000 anos |
| | Estuários dos Rios Minho e Coura | ZPE | 20, 100 e 1000 anos |
| Castelo de Neiva | Litoral Norte | SIC | 100 anos |
| Monção | Rio Minho | SIC | 20, 100 e 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | Rio Lima | SIC | 20, 100 e 1000 anos |
| Ponte de Lima | Rio Lima | SIC | 20, 100 e 1000 anos |
| Valença | Rio Minho | SIC | 20, 100 e 1000 anos |
| | Estuários dos Rios Minho e Coura | ZPE | 20, 100 e 1000 anos |

## ANEXO IV

Identificação do património cultural potencialmente afetado nas áreas inundadas, por período de retorno.

*Quadro 30. Património Cultural potencialmente afetadas*

| ARPSI | Designação | Classificação | Período de retorno |
|---|---|---|---|
| Caminha | Ponte de Vilar de Mouros | MN - monumento nacional | 20, 100 e 1000 anos |
| Monção | Castelo de Monção | MN - monumento nacional | 20, 100 e 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | Pelourinho de Ponte da Barca | MN - monumento nacional | 20, 100 e 1000 anos |
| | Ponte do rio Vade | IIP - imóvel de interesse público | 20, 100 e 1000 anos |
| | Ponte sobre o Lima | MN - monumento nacional | 20, 100 e 1000 anos |

## ANEXO V

Identificação das massas de água e das águas balneares potencialmente afetadas nas áreas inundadas, por período de retorno.

*Quadro 31. Massas de água potencialmente afetadas*

| ARPSI | Designação | Código | Categoria da Massa de Água | Estado Global "Avaliação intercalar 2018" | Período de Retorno |
|---|---|---|---|---|---|
| Caminha | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Minho | PTA0X1RH1 | Massas água subterrâneas | Medíocre | 20, 100 e 1000 anos |
| | Minho-WB2 | PT01MIN0018 | Águas de transição | Inferior a bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Minho-WB5 | PT01MIN0019 | Águas de transição | Inferior a bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Coura | PT01MIN0021 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Tinto | PT01MIN0022 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| Castelo de Neiva | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima | PTA0X2RH1_ZV2006 | Massas água subterrâneas | Bom | 100 anos |
| | Águas costeiras | PTCOST1N | Águas costeiras | Bom e superior | 100 anos |
| Monção | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Minho | PTA0X1RH1 | Massas água subterrâneas | Medíocre | 20, 100 e 1000 anos |
| | Ribeiro do Ameal | PT01MIN0003 | Rio | Inferior a bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Minho (HMWB - Jusante B. Frieira) | PT01MIN0006I | Rio | Bom a superior | 20, 100 e 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima | PTA0X2RH1_ZV2006 | Massas água subterrâneas | Bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Afluente do Rio Vez | PT01LIM0031 | Rio | Bom a superior | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Lima (HMWB - Jusante B. Touvedo) | PT01LIM0041 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Tora | PT01LIM0035 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |

| ARPSI | Designação | Código | Categoria da Massa de Água | Estado Global "Avaliação intercalar 2018" | Período de Retorno |
|---|---|---|---|---|---|
| | Rio Vade | PT01LIM0037 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Vez | PT01LIM0038 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| Ponte de Lima | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima | PTA0X2RH1_ZV2006 | Massas água subterrâneas | Bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Lima-WB3 | PT01LIM0056 | Águas de transição | Inferior a bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Lima-WB4 | PT01LIM0046 | Águas de transição | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Labruja | PT01LIM0045 | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Trovela | PT01LIM0047 | Rio | Inferior a bom | 20, 100 e 1000 anos |
| Valença | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Minho | PTA0X1RH1 | Massas água subterrâneas | Medíocre | 20, 100 e 1000 anos |
| | Ribeira de Veiga de Mira | PT01MIN0012A | Rio | Inferior a bom | 20, 100 e 1000 anos |
| | Rio Minho | PT01MIN0014I | Rio | Bom e superior | 20, 100 e 1000 anos |
| Amorosa | Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Lima | PTA0X2RH1_ZV2006 | Massas água subterrâneas | Bom | 100 anos |

*Quadro 32. Águas Balneares potencialmente afetadas*

| ARPSI | Designação | Código | Período de retorno |
|---|---|---|---|
| Caminha | Azenhas - Vilar de Mouros | PTCD2X | 20, 100 e 1000 anos |
| Ponte da Barca-Arcos de Valdevez | Ponte da Barca - Rio Lima | PTCQ7E | 20, 100 e 1000 anos |
| | Pontilhão da Valeta | PTCT7E | 20, 100 e 1000 anos |