

# CARTAS DE ZONAS INUNDÁVEIS E CARTAS DE RISCOS DE INUNDAÇÕES

## REGIÃO HIDROGRÁFICA DO CÁVADO, AVE E LEÇA RH2



Novembro de 2020

Cofinanciado por:

## **FICHA TÉCNICA**

Título: Cartas de Zonas Inundáveis e Cartas de Riscos de Inundações da RH2 - Cávado, Ave e Leça

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
2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA.....	19
2.1. Caracterização biofísica .....	20
2.2. Massas de água .....	21
2.3. Caracterização da precipitação .....	21
2.4. Escoamento .....	22
2.5. ARPSI.....	23
3. INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA DE BASE .....	26
3.1. Informação de Base de Suporte à Modelação Hidráulica .....	26
3.2. Informação de Base para Elaboração da Cartografia de Risco.....	28
4. MODELAÇÃO HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA DAS ARPSI DE ORIGEM FLUVIAL E PLUVIAL .....	30
4.1. Modelação Hidrológica e Caudais de Ponta de Cheia .....	31
4.2. Modelação Hidráulica.....	33
4.3. Cenários de Alterações Climáticas.....	34
5. MODELAÇÃO DAS ARPSI DE ORIGEM COSTEIRA .....	37
5.1. Modelação .....	37
6. CARTOGRAFIA DE RISCO – METODOLOGIA.....	41
6.1. Elementos Expostos – Metodologia .....	44
7. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DAS ARPSI .....	46
7.1. Cartografia das áreas inundáveis.....	46
7.2. Elementos expostos identificados nas ARPSI .....	48
7.2.1. Impacto na Saúde Humana .....	48

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 .....	58
8. APRESENTAÇÃO DO PORTAL .....	60
8.1. Temas e Simbologia.....	61
9. NOTA FINAL .....	65
10. BIBLIOGRAFIA .....	67
ANEXO I.....	70
ANEXO II.....	72
ANEXO III.....	73
ANEXO IV .....	74
ANEXO V .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de implementação da DAGRI .....	13
Figura 2. Delimitação geográfica da RH2 (APA, 2016b).....	19
Figura 3. Precipitação média anual na região hidráulica do Cávado, Ave e Leça (adaptado de: APA, 2018) ...	22
Figura 4. Imagens recebidas durante a recolha de eventos.....	24
Figura 5. ARPSI na RH2 -2.º ciclo (APA, 2019) .....	25
Figura 6. Elementos necessários à modelação hidrológica e hidráulica, medição de caudal e marcas de cheia .....	31
Figura 7. Fases da execução dos trabalhos (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020).....	31
Figura 8. Esquema da modelação hidrológica (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020) .....	32
Figura 9. Esquema da modelação hidráulica .....	34
Figura 10. Determinação do nível do mar para efeitos de avaliação de riscos de inundações costeiras (reproduzido de Risk-Kit D2.1) .....	37
Figura 11. Ilustração do efeito das alterações climáticas nas áreas costeiras (Adaptado de <a href="https://www.escp.org.uk/climate-change-and-sea-level-rise">https://www.escp.org.uk/climate-change-and-sea-level-rise</a> ).....	38
Figura 12. Zonas de inundação na ARPSI de Ofir-Apúlia (Praia de Ofir): Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m .....	39
Figura 13. Zonas de inundação na ARPSI de Ofir-Apúlia (Praia de Pedrinhas): Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m.....	39
Figura 14. Zonas de inundação na ARPSI de Ofir-Apúlia (Praia da Apúlia): Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m .....	40
Figura 15. Esquema da análise do risco. Adaptado de Samuels (2009) .....	41
Figura 16. Perigo da altura da água num evento de inundação (Aqualogus e Hidromod, 2020) .....	42
Figura 17. Área inundável da ARPSI de Esposende para o período de retorno de T=100, para o 1.º e 2.º ciclos .....	46
Figura 18. Área inundável da ARPSI de Braga- Este (esquerda) e da ARPSI de Braga-Padim da Graça (direita), para período de retorno de T=100.....	47

Figura 19. Área inundável da ARPSI de Póvoa de Varzim (esquerda) e da ARPSI de Santo Tirso(direita), para período de retorno de T=100 .....	47
Figura 20. Área inundável da ARPSI de Ofir-Apúlia, para período de retorno de T=100 .....	47
Figura 21. População potencialmente afetada por município e por período de retorno, na RH2 .....	49
Figura 22. Setores de atividade afetados, relativamente ao volume de negócios .....	56
Figura 23. Relação entre número de estabelecimentos afetados, pessoas ao serviço e volume de negócios	58
Figura 24. Geoportal para acesso à cartografia de áreas inundáveis de risco de inundações.....	60

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Sub-bacias e concelhos na RH2 ( APA, 2016b) .....	21
Quadro 2. Percentis da precipitação anual na região hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (adaptado de: APA, 2018).....	22
Quadro 3. Escoamento médio anual em regime natural na RH2 (APA, 2016b).....	23
Quadro 4. Lista de ARPSI para a RH2 (APA, 2019).....	25
Quadro 5. Entidades que cederam informação cartográfica 1:10 000 .....	28
Quadro 6. Fontes de dados topobatimétricos disponíveis na zona costeira .....	28
Quadro 7. Entidades Proprietarias de Informação Especifica .....	29
Quadro 8. Variação expectável dos caudais de ponta de cheia nas ARPSI da RH2.....	36
Quadro 9. Tipologia de Edifícios Sensíveis .....	44
Quadro 10. Área inundável (Km <sup>2</sup> ) das ARPSI no 1.º e 2.º ciclo.....	46
Quadro 11. Área inundável (Km <sup>2</sup> ) das ARPSI no 2.º ciclo por período de retorno.....	48
Quadro 12. População potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno .....	48
Quadro 13. População flutuante potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno .....	49
Quadro 14. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno .....	50
Quadro 15. Edifícios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI e por período de retorno.....	51
Quadro 16. Classes de rede viária .....	52
Quadro 17. Rede viária potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno .....	52
Quadro 18. Ferróvias e estações potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno.....	53
Quadro 19. Fontes de poluição potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno .....	53
Quadro 20. Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno .....	54
Quadro 21. Património cultural potencialmente afetado por ARPSI e por período de retorno.....	54
Quadro 22. Massas de água potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno .....	59
Quadro 23. Água Balneares potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno.....	59

Quadro 24. Quadro de Consequências (Fonte: APA, 2019) .....	70
Quadro 25. Águas de Porteção para Consumo humano potencialmente afetadas.....	72
Quadro 26. Edifícios sensíveis potencialmente afetados.....	72
Quadro 27. Fontes de poluição potencialmente afetadas .....	73
Quadro 28. Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas .....	73
Quadro 29. Património Cultural potencialmente afetado .....	74
Quadro 30. Massas de água potencialmente afetadas .....	75
Quadro 31. Águas Balneares potencialmente afetadas .....	76

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Classes da Perigosidade .....	42
Tabela 2. Matriz de Risco.....	43
Tabela 3. Matriz Risco para as ARPSI costeiras .....	43

## 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

<b>REN</b>	Reserva Ecológica Nacional
<b>RH</b>	Região Hidrográfica
<b>RH2</b>	Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça
<b>SNIRH</b>	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, 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 inundações 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 Cávado, Ave e Leça – RH2. 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-RH2](#)

A proposta de cartografia elaborada está em consulta pública, no sítio de internet da APA, em [www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt) e na plataforma de participação 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.

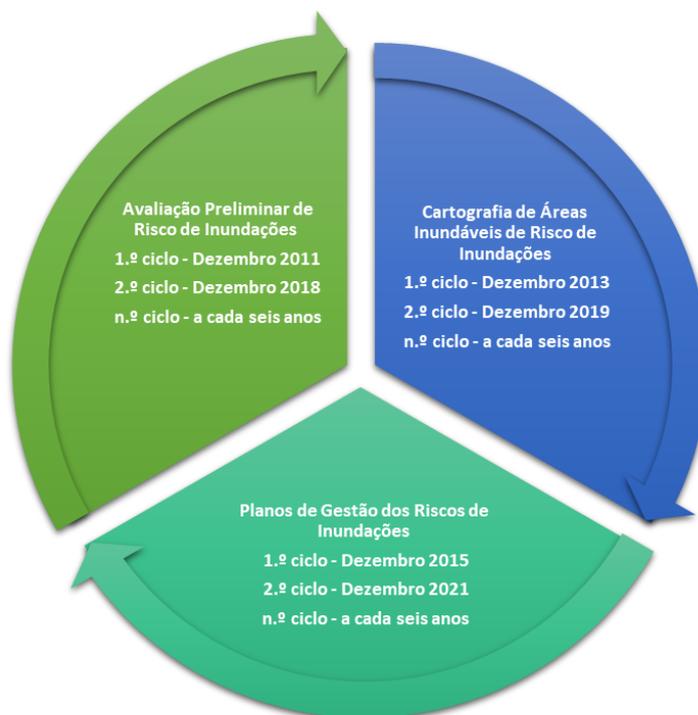


Figura 1. Fases de implementação da DAGRI

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); e
- 3.ª Fase: Elaboração e implementação dos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações (PGRI) (artigo 7.º).

Os PGRI do 1.º ciclo foram aprovados 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, tendo sido identificada uma ARPSI, que 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 da 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 comum de consultas públicas 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 2.º 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.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

A Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça – RH2 tem uma área total de 3 585 km<sup>2</sup>. Integra as bacias hidrográficas dos rios Cávado, Ave e Leça e as bacias hidrográficas das ribeiras da costa, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras adjacentes. A Figura 2 apresenta a delimitação geográfica da RH2.

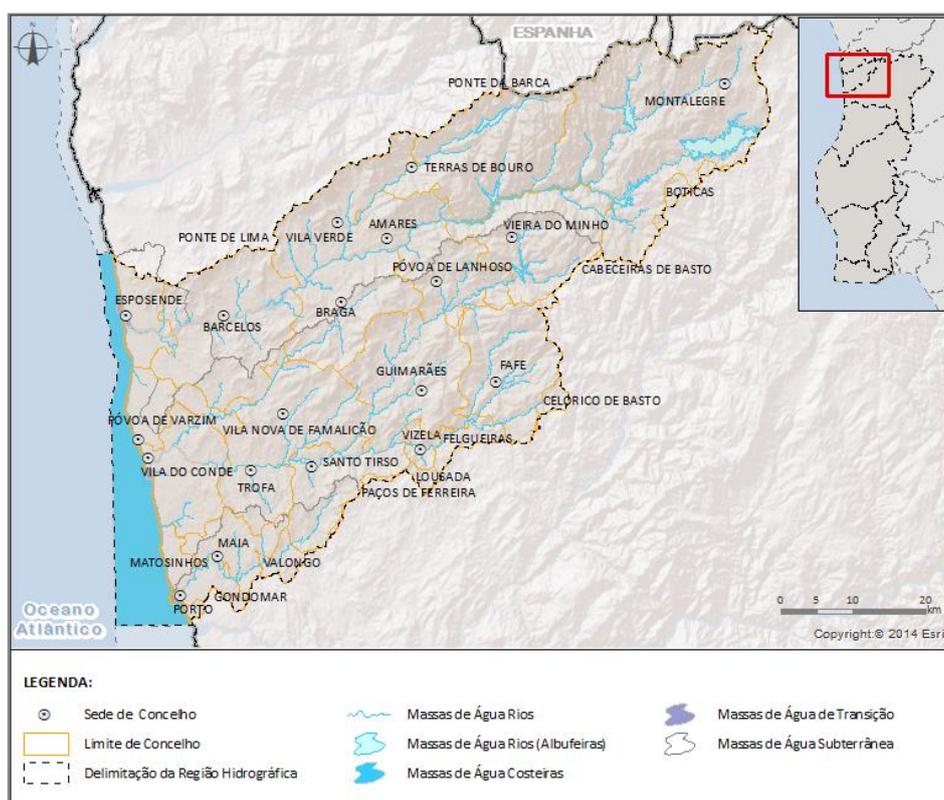


Figura 2. Delimitação geográfica da RH2 (APA, 2016b)

A RH2 engloba 28 concelhos, sendo que 9 estão totalmente englobados nesta RH e 19 estão apenas parcialmente abrangidos. Os centros urbanos mais importantes correspondem às sedes de concelho localizadas na região hidrográfica, destacando-se Braga, sede distrital, pela sua capacidade estruturante.

O rio Cávado nasce na Serra do Larouco a uma altitude de cerca de 1 520 metros, percorrendo aproximadamente 129 km na direção geral Este – Oeste até à foz, em Esposende. A área abrangida pela bacia hidrográfica do rio Cávado é de 1 699 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 256 km<sup>2</sup> e 248 km<sup>2</sup> correspondem, respetivamente às sub-bacias dos afluentes mais importantes: na margem direita, o rio Homem, com um comprimento de 45 km, que nasce na Serra do Gerês e drena uma área de 256 km<sup>2</sup>; na margem esquerda, o rio Rabagão, com um comprimento de 37 km, que nasce entre as serras do Barroso e Larouco e drena uma

área de 248 km<sup>2</sup>. Incluem-se naquela área as superfícies das bacias das ribeiras costeiras a Norte (20 km<sup>2</sup>) e a Sul (50 km<sup>2</sup>), bem como a região de Tourém com cerca de 15 km<sup>2</sup>.

O rio Ave nasce na Serra da Cabreira, a cerca de 1200 m de altitude, no Pau da Bela, percorrendo cerca de 85 km até desaguar no Oceano Atlântico, em Vila do Conde. Os seus principais tributários são na sua margem esquerda o rio Vizela, que drena uma área de 340 km<sup>2</sup> e, na margem direita, o rio Este que drena uma área de 247 km<sup>2</sup>. A bacia hidrográfica do rio Ave confronta a Norte com a bacia hidrográfica do rio Cávado, a Oriente com a bacia hidrográfica do rio Douro e a Sul com a bacia hidrográfica do rio Leça e do Douro. Ocupa uma área de 1 391 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 247 km<sup>2</sup> e 340 km<sup>2</sup> correspondem, respetivamente, às áreas das bacias dos seus dois afluentes mais importantes: os rios Este e Vizela. As faixas costeiras a norte e a sul drenam uma área de 3,4 km<sup>2</sup> e 64 km<sup>2</sup>, respetivamente.

O rio Leça nasce no Monte de Santa Luzia a cerca de 420 metros de altitude, percorrendo 48 km até à sua foz no Oceano Atlântico. Os principais tributários do rio Leça são a ribeira do Arquinho e a ribeira de Leandro, ambos afluentes da margem direita. A bacia hidrográfica do rio Leça é confrontada a Norte pela bacia hidrográfica do rio Ave e a Oriente e Sul com a bacia hidrográfica do rio Douro, e tem uma área de cerca de 185 km<sup>2</sup>. As faixas costeiras a Norte e a Sul têm 26km<sup>2</sup> e 24 km<sup>2</sup> de superfície, respetivamente.

## 2.1. Caracterização biofísica

A RH2 abrange, em praticamente toda a sua extensão, formações geológicas correspondentes aos afloramentos graníticos das montanhas do noroeste de Portugal. No setor de montante da bacia hidrográfica do Cávado, entre Montalegre e a albufeira de Paradela, na margem direita do rio Cávado, destaca-se uma importante área de rochas do Complexo Gnaissomigmatítico, composto por micaxistos, gnaisses e migmatitos que se estendem até ao limite da bacia.

Na bacia hidrográfica do rio Cávado a importância da tectónica, traduzida pela fracturação que o maciço apresenta, encontra expressão morfológica nos numerosos vales de traçado retilíneo existentes na bacia. São exemplos o próprio rio Cávado e os rios Homem e Rabagão com direção NE-SO, os afluentes da margem direita, rios Cabril e Caldo no troço montanhoso, e rios Prado e Grande no setor de jusante apresentando direção N-S. É o caso típico de um padrão de drenagem condicionado pela estrutura, designado por padrão em “crina”.

Na bacia do rio Ave a importância da tectónica, traduzida pela fracturação que o maciço apresenta, encontra expressão morfológica no vale alinhado do rio Leça, segundo a direção predominante NE-SO no setor

intermédio e de montante, entre a nascente e a confluência com a ribeira do Arquinho, afluente da margem direita do rio Leça.

## 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, 83 massas de água superficiais (76 massas de água da categoria rios, 6 da categoria águas de transição e 1 da categoria águas costeiras), sendo 66 naturais, 17 fortemente modificadas; e 4 massas de água subterrânea (APA, 2016b).

São consideradas 3 sub-bacias hidrográficas que integram as principais linhas de água afluentes aos rios Cávado Neiva, Ave, Leça e ainda as bacias costeiras associadas a pequenas linhas de água que drenam diretamente para o Oceano Atlântico. O Quadro 1 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 1. Sub-bacias e concelhos na RH2 ( APA, 2016b)*

Sub-bacias	Área (km <sup>2</sup> )	Concelhos abrangidos	N.º massas de água
Cávado e costeiras entre o Neiva e o Cávado	1611	Amares, Barcelos, Boticas, Braga, Caminha, Esposende, Montalegre, Póvoa do Lanhoso, Terras de Bouro, Vieira do Minho e Vila Verde.	46
Ave e costeiras entre o Cávado e o Ave	1460	Barcelos, Braga, Celorico de Basto, Fafe, Felgueiras, Guimarães, Lousada, Paços de Ferreira, Póvoa do Lanhoso, Póvoa de Varzim, Santo Tirso, Trofa, Vieira do Minho, Vila do Conde, Vila Nova de Famalicão e Vizela	32
Leça e Costeiras entre o Ave e o Leça	291	Maia, Matosinhos, Porto, Santo Tirso, Trofa, Valongo e Vila do Conde	5
Total	3362		83

## 2.3. Caracterização da precipitação

A precipitação média anual nas bacias do Cávado, Ave e Leça é muito elevada, sendo uma das regiões do país com precipitação mais elevada, que varia entre 1540 mm e 2370 mm (Figura 1 e Quadro 2). Destaca-se a precipitação elevada No alto e médio Cávado verifica-se a precipitação anual e mensal mais elevada.

Relativamente à distribuição da precipitação ao longo do ano hidrológico, o segundo trimestre é o mais pluvioso, destacam-se os meses de dezembro e janeiro como os mais pluviosos. Nos meses de dezembro e janeiro registam-se os valores mais elevados de precipitação diária (APA, 2018). 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.

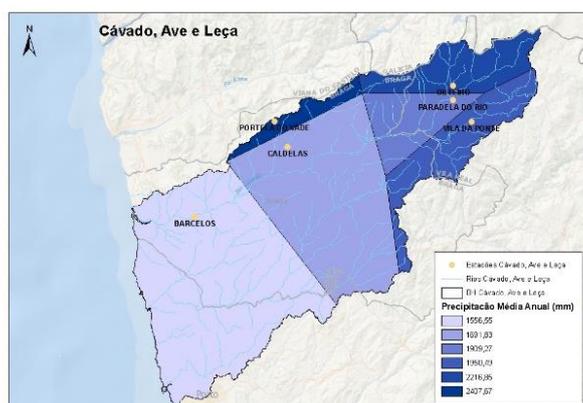


Figura 3. Precipitação média anual na região hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (adaptado de: APA, 2018)

Quadro 2. Percentis da precipitação anual na região hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (adaptado de: APA, 2018).

Percentis	Ano Seco (P20)	Ano Médio (P50)	Ano Húmido (P80)
Precipitação anual (mm)	1286	1708,7	2213,9

## 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 3 apresenta os valores anuais de escoamento em regime natural.

Quadro 3. Escoamento médio anual em regime natural na RH2 (APA, 2016b)

Bacia/região/continente		Escoamento médio anual (hm <sup>3</sup> )		
		P80 (ano húmido)	P50 (ano médio)	P20 (ano seco)
Cávado		2 837	2 107	1 424
Ave		1 809	1 295	833
Leça		164	114	68
Costeiras entre o Neiva e o Douro		136	91	54
<b>RH2</b>	<b>Total</b>	<b>4 946</b>	<b>3 607</b>	<b>2 379</b>

## 2.5. ARPSI

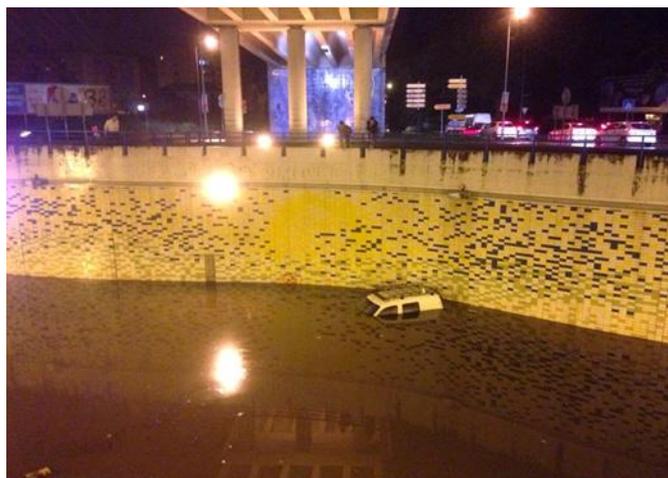
No âmbito da APRI, 1.ª fase deste 2.º ciclo da DAGRI, em Portugal Continental, foram considerados 306 eventos. Porém, em resultado da metodologia adotada para a classificação e seleção de eventos significativos, os efeitos adversos sobre a população, as atividades económicas, o património, bem como os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

No caso desta RH foram selecionados 22 eventos no período de 2011 a 2018, ou seja, 9% dos eventos com impactos significativos ocorreram nesta região com afetações diversas, Figura 4.



Santo Tirso – março de 2013

(Fonte: Município de Santo Tirso)



Braga – outubro de 2014

(Fonte: Comunicação Social)



Póvoa de Varzim – março de 2015

(Fonte: Notícias ao Minuto)



Esposende – fevereiro de 2016

(Fonte: Jornal Minho)

*Figura 4. Imagens recebidas durante a recolha de eventos*

O município de Braga reportou o maior número de eventos com impactos significativos, com evidente afetação de serviços públicos, da rede viária e da população. Informação mais detalhada sobre este aspeto pode ser consultado no relatório de [APRI-RH2](#).

Na RH2 foram identificadas cinco ARPSI de origem fluvial e uma de origem costeira. No Quadro 4 encontram-se listadas as diferentes ARPSI e na Figura 5, a sua localização.

Quadro 4. Lista de ARPSI para a RH2 (APA, 2019)

Designação	Código	1.º Ciclo	Origem		Número (1)
			Costeira	Pluvial/Fluvial	
Esposende	PTRH2Cavado01	X		X	8
Braga-Padim da Graça	PTRH2Cavado02			X	9
Braga-Este	PTRH2Este01			X	10
Ofir-Apúlia	PTRH2Costeira01		X		11
Póvoa de Varzim	PTRH2Alto01			X	12
Santo Tirso	PTRH2Ave01			X	13

(1) – Correspondência com localização cartográfica da ARPSI na Figura 5.

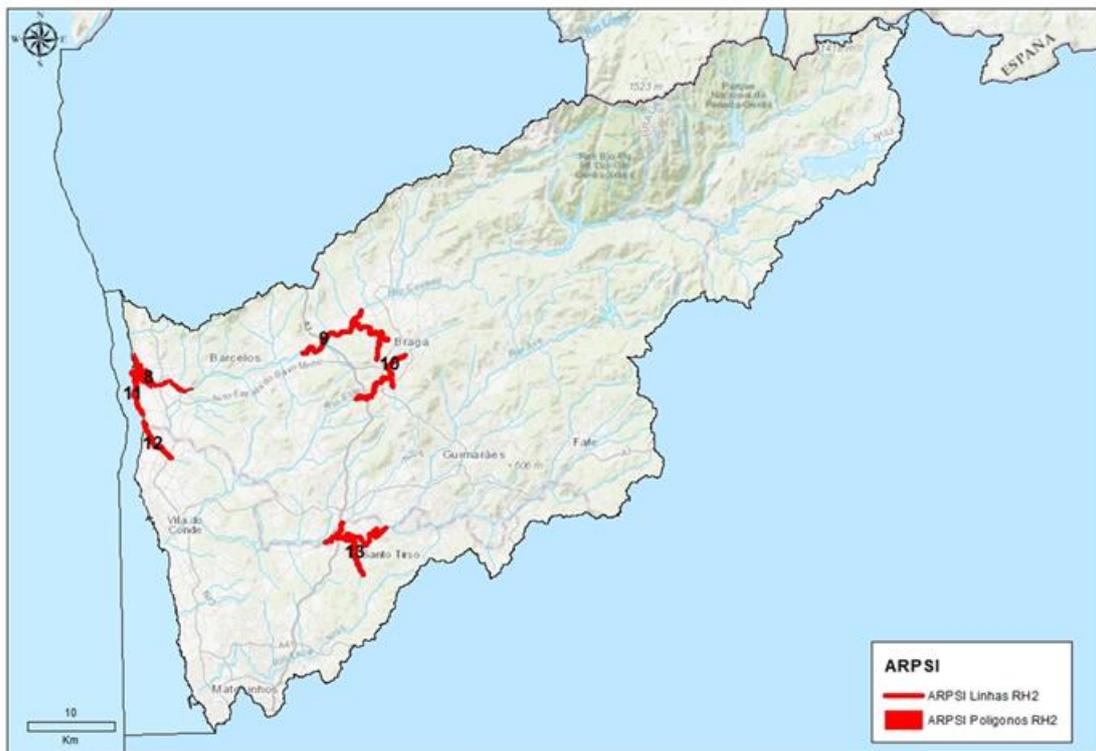


Figura 5. ARPSI na RH2 -2.º ciclo (APA, 2019)

### 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 de boa qualidade 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 com 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 cartografia 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 apresentavam 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 RH2 as entidades envolvidas na disponibilização de informação de suporte à modelação hidráulica encontram-se listadas no Quadro 5.

Quadro 5. Entidades que cederam informação cartográfica 1:10 000

ARPSI	Município abrangido	Entidades proprietárias
Braga Este	Braga	Comunidade Intermunicipal do Cávado
Braga-Padim da Graça	Barcelos	Comunidade Intermunicipal do Cávado
	Braga	
	Vila Verde	
Esposende	Esposende	Comunidade Intermunicipal do Cávado
Ofir-Apúlia	Esposende	Comunidade Intermunicipal do Cávado
Póvoa de Varzim	Póvoa de Varzim	CM Póvoa de Varzim
Santo Tirso	Santo Tirso	CM Santo Tirso
	Vila Nova de Famalicão	CM Vila Nova de Famalicão

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 6.

Quadro 6. 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 7 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 7. Entidades Proprietárias de Informação Específica*

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* 2018	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 atividades 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 de 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 hidrometeorológicos 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 6.



Figura 6. 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 7. 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informação topográfica e cartográfica (Cartografia topográfica digital e LIDAR)</li> <li>• Dados hidrológicos e meteorológicos</li> <li>• Nível do mar, marégrafos e boias ondógrafos</li> <li>• Dados caracterização socioeconómica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inundações históricas</li> <li>• Morfologia</li> <li>• Caracterização hidrológica e meteorológica</li> <li>• caracterização hidromorfológica das zonas costeiras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelação hidrológica dos 3 cenários (<math>T_{20}</math>, <math>T_{100}</math>, <math>T_{1000}</math>)</li> <li>• Modelação das inundações costeiras para <math>T_{100}</math> anos</li> <li>• Seleção de caudais de ponta</li> <li>• Modelação hidráulica</li> <li>• Cartas das zonas inundáveis para os cenários modelados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avaliação socioeconómica e ambiental</li> <li>• Análise do risco</li> <li>• Cartas de risco para os cenários considerados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geoportal - SINIAMB</li> <li>• Imagens digitais</li> <li>• Base de dados</li> <li>• Participação pública</li> </ul>

Figura 7. 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 8. Assim, podem distinguir-se três grupos:

- I. ARPSI cujas bacias não apresentam regularização significativa - 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. A regularização que se verifica devido às barragens 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.

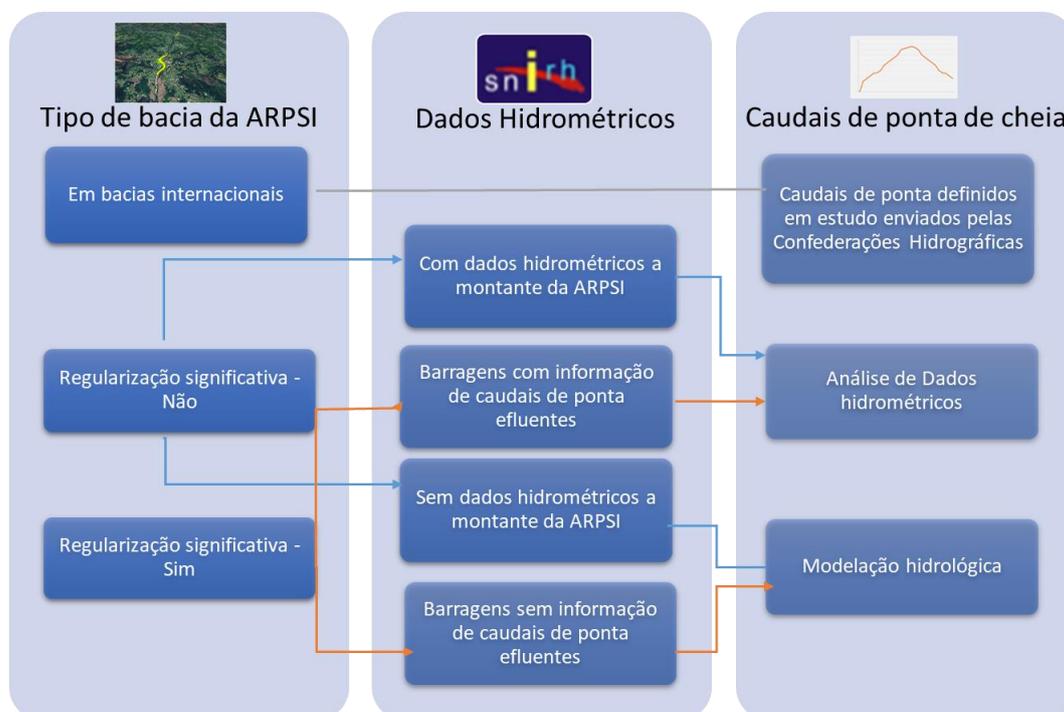


Figura 8. Esquema da modelação hidrológica (adaptado de Aqualogus e Hidromod, 2020)

## 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 9.

Os resultados da modelação hidráulica foram validados através de:

- Comparação, em determinadas secções consideradas relevantes para o estudo das ARPSI, dos caudais de ponta de cheia 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 as marcas de cheia, disponibilizada pela APA.

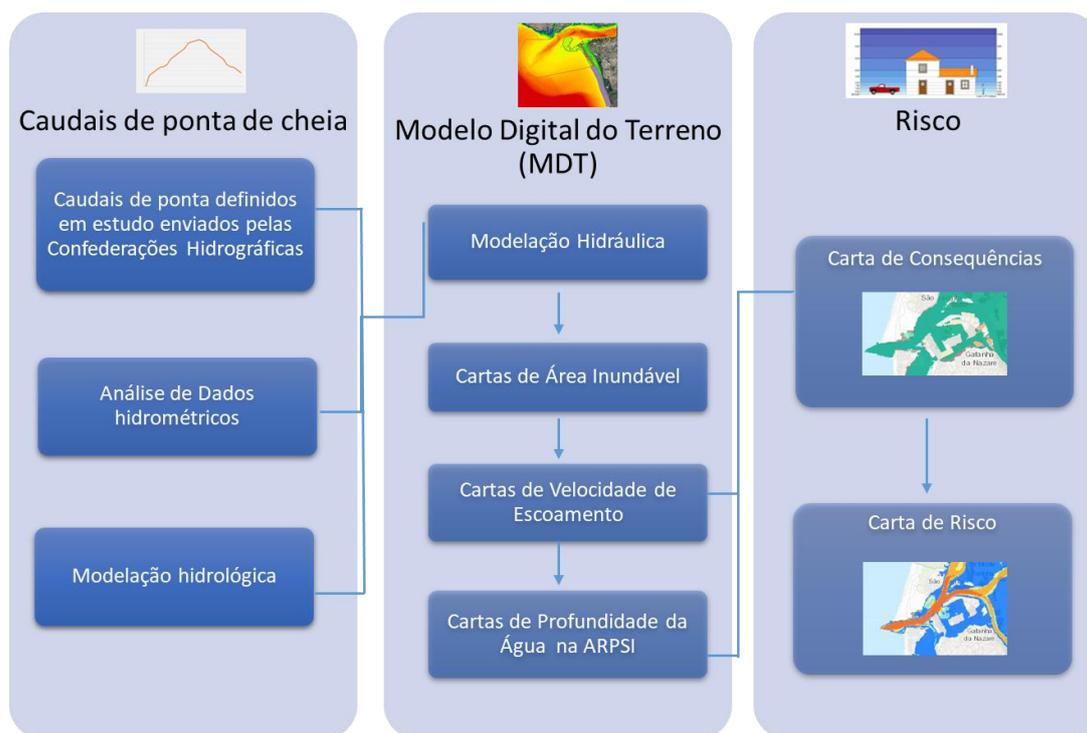


Figura 9. Esquema da modelação hidráulica

### 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 alteração climática que têm vindo a ser apresentados

para a Península Ibérica são de admitir aumentos de temperatura média que podem atingir 4°C 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 RH2 um aumento de cerca de 7% em quase todas as ARPSI, com exceção da ARPSI de Póvoa do Varzim onde prevê um aumento de 9%, Quadro 8.

*Quadro 8. Variação expectável dos caudais de ponta de cheia nas ARPSI da RH2*

ARPSI	Incremento
Braga-Este	7%
Braga-Padim da Graça	7%
Esposende	7%
Póvoa de Varzim	9%
Santo Tirso	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 10).

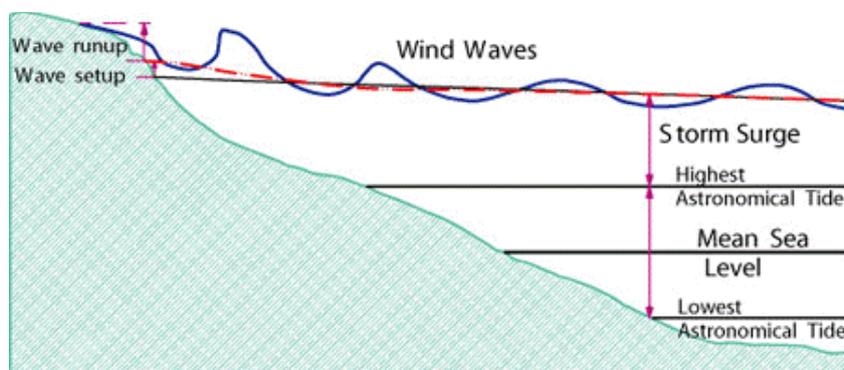


Figura 10. Determinação do nível do mar para efeitos de avaliação de riscos de inundações costeiras (reproduzido de Risk-Kit D2.1)

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 11.

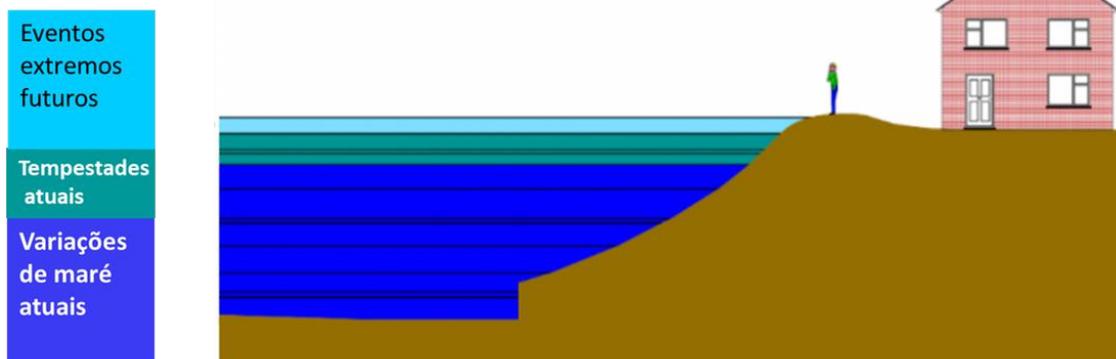


Figura 11. Ilustração do efeito das alterações climáticas nas áreas costeiras (Adaptado de <https://www.escp.org.uk/climate-change-and-sea-level-rise>)

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 12, 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.

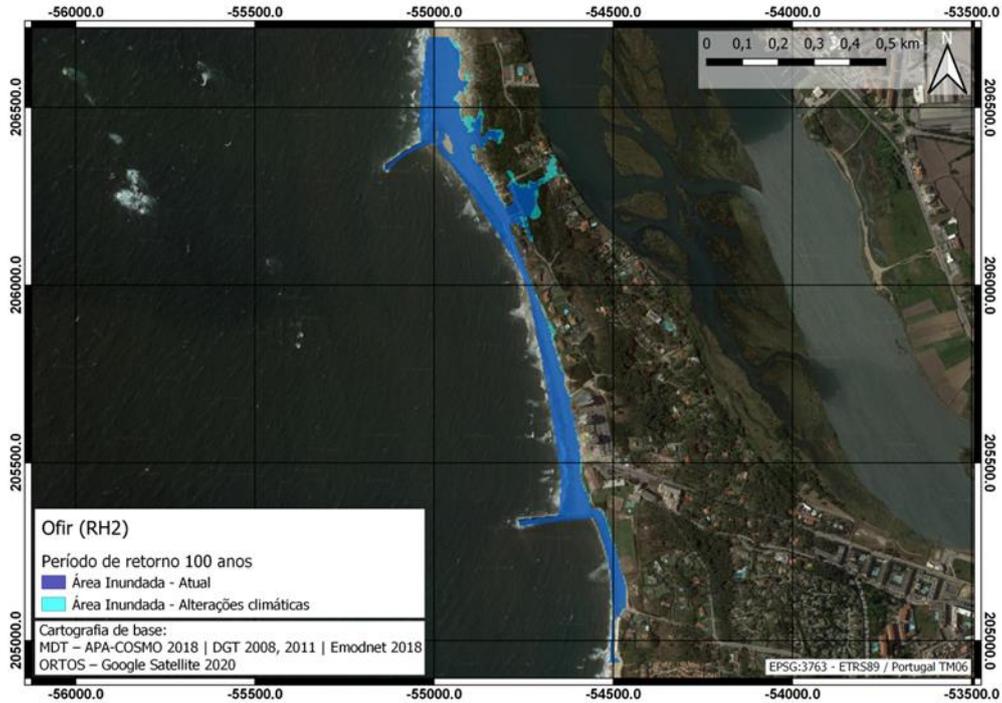


Figura 12. Zonas de inundação na ARPSI de Ofir-Apúlia (Praia de Ofir): Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m

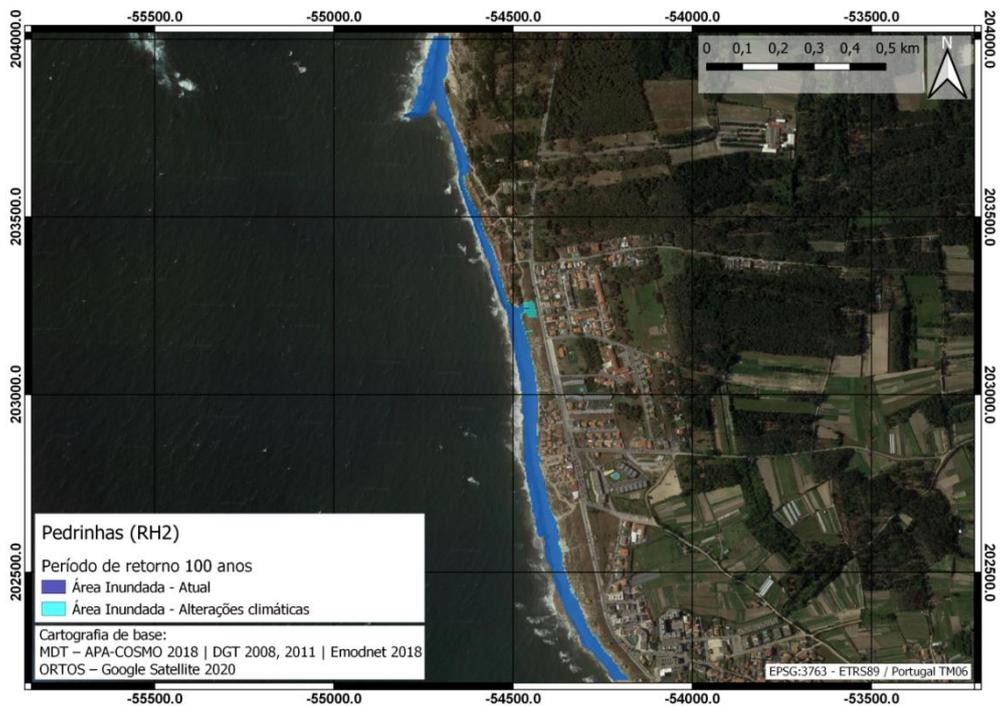


Figura 13. Zonas de inundação na ARPSI de Ofir-Apúlia (Praia de Pedrinhas): Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m

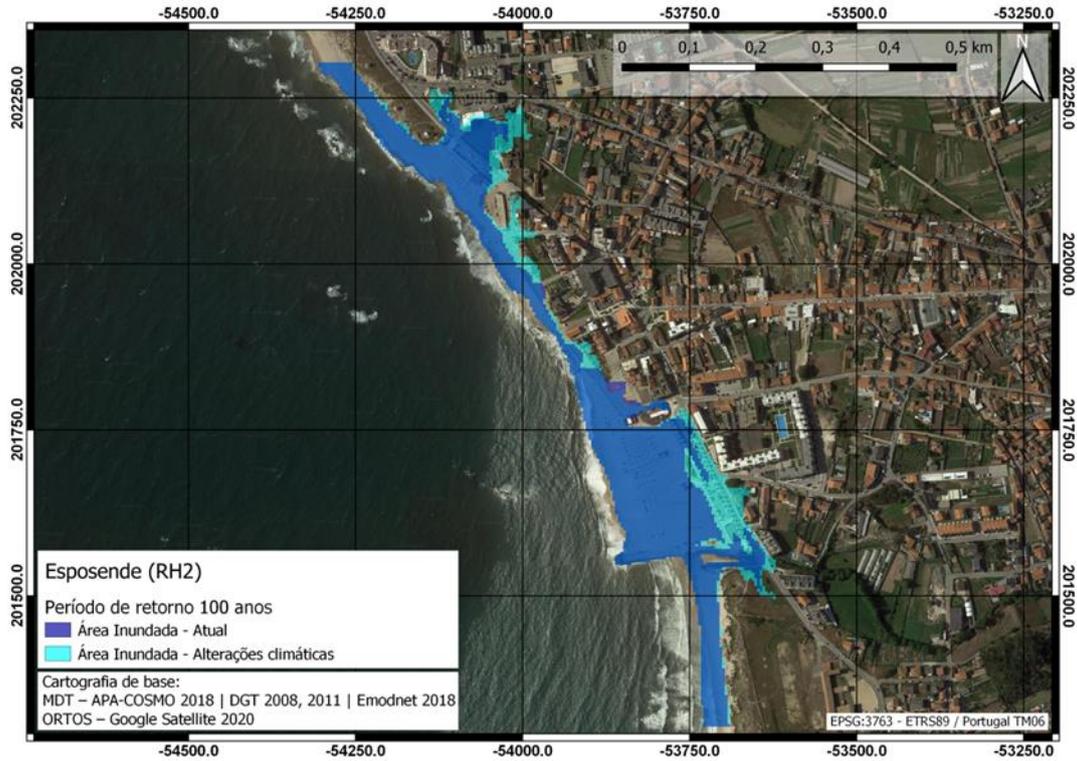


Figura 14. Zonas de inundação na ARPSI de Ofir-Apúlia (Praia da Apúlia): Azul escuro nível 4.2 m; Mudanças climáticas: Azul claro nível 4.6 m

## 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 atividades 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.

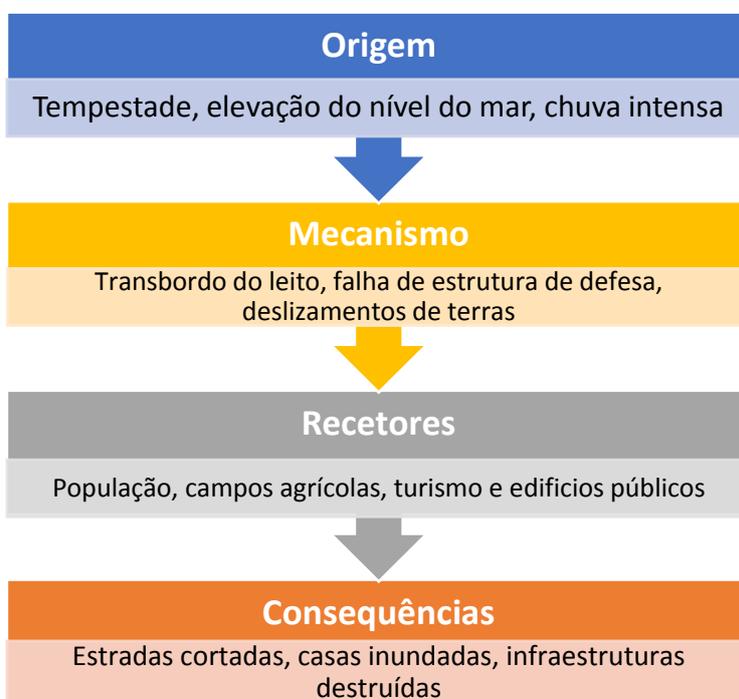


Figura 15. Esquema da análise do risco. Adaptado de Samuels (2009)

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.

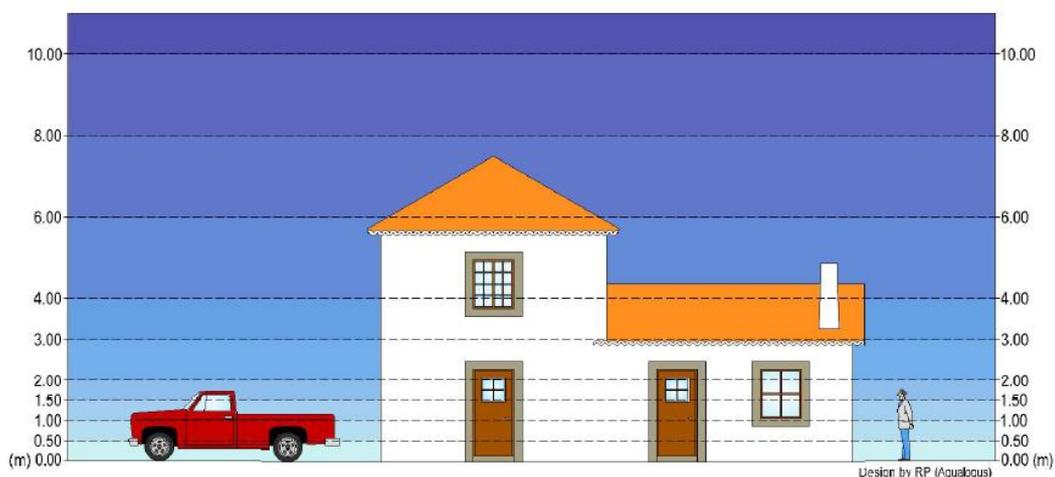


Figura 16. Perigo da altura da água num evento de inundação (Aqualogus e Hidromod, 2020)

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	
$P = H \times (V + 0.5)$	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 – Profundidade; 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	L	M	M	A	A
	4	L	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 população 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, foram agrupados conforme a tipologia referida no Quadro 9;
- 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 9. Tipologia de Edifícios 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 impacto 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 (CAE), 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<sup>1</sup>, no âmbito de Prevenção, Controlo Integrado da Poluição (PCIP<sup>2</sup>) 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, em junho de 2020, considerando que as inundações podem provocar:

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

---

<sup>1</sup> Instalações abrangidas pela Diretiva Seveso III, Diretiva n.  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.é 150/2015 de 5 de agosto.

<sup>2</sup> 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.é 127/2013, de 30 de agosto, que estabelece o Regime de Emissões Industriais (REI) aplicável   PCIP.

## 7. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DAS ARPSI

### 7.1. Cartografia das áreas inundáveis

Face aos eventos de inundações ocorridos no período em análise, no concelho de Esposende, a área inundável determinada no 1.º ciclo não teve alteração dos limites de montante e de jusante, o que resultou na mesma área inundável Figura 17 e Quadro 10.

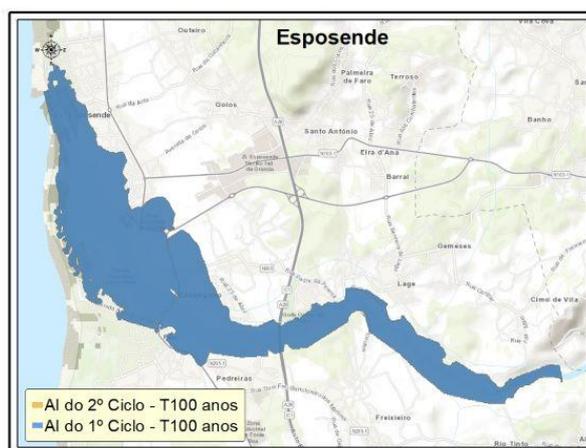


Figura 17. Área inundável da ARPSI de Esposende para o período de retorno de  $T=100$ , para o 1.º e 2.º ciclos

Quadro 10. Área inundável ( $Km^2$ ) das ARPSI no 1.º e 2.º ciclo

ARPSI	Ciclo	Área inundável		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Esposende	1.º e 2.º Ciclos	5,48	5,83	6,41

Neste 2.º ciclo foram identificadas cinco novas ARPSI, cujas áreas atingidas estão indicadas no Quadro 11 e a sua localização nas Figura 18, Figura 19 e Figura 20.

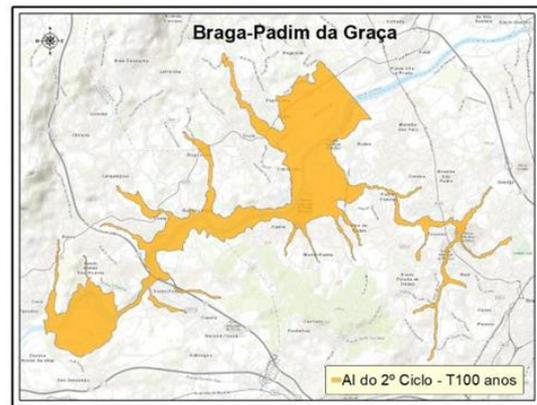
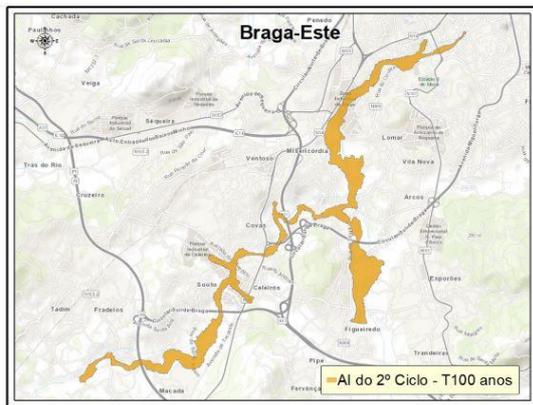


Figura 18. Área inundável da ARPSI de Braga- Este (esquerda) e da ARPSI de Braga-Padim da Graça (direita), para período de retorno de  $T=100$

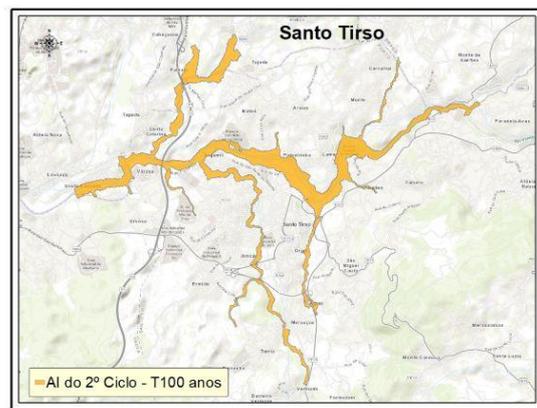
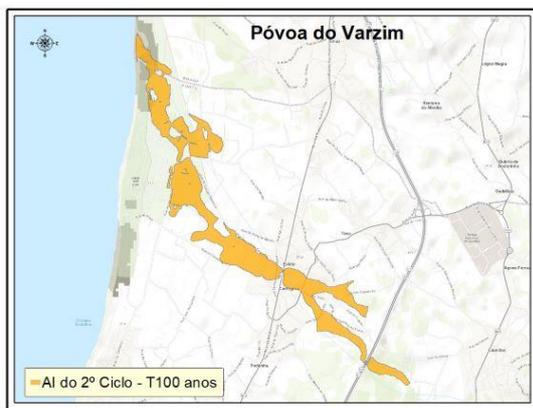


Figura 19. Área inundável da ARPSI de Póvoa de Varzim (esquerda) e da ARPSI de Santo Tirso (direita), para período de retorno de  $T=100$



Figura 20. Área inundável da ARPSI de Ofir-Apúlia, para período de retorno de  $T=100$

Quadro 11. Área inundável (Km<sup>2</sup>) das ARPSI no 2.º ciclo por período de retorno

ARPSI	Área inundável		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	1,55	1,66	1,82
Braga-Padim da Graça	9,25	10,04	11,24
Ofir-Apúlia	N.A. (1)	0,25	N.A.
Póvoa de Varzim	1,21	1,36	1,86
Santo Tirso	3,19	4,04	4,15

N.A. – Não Aplicável

## 7.2. Elementos expostos identificados nas ARPSI

A identificação dos elementos expostos constitui uma das fases mais importantes da cartografia de risco, 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 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 RH2, 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. Verifica-se que as ARPSI de Braga-Este, Braga-Padim da Graça e Esposende apresentam o maior número de população potencialmente afetada para os três períodos de retorno (Quadro 12).

Quadro 12. População potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno

ARPSI	População		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	2082	2335	2576
Braga-Padim da Graça	1782	2075	2595
Esposende	1861	2578	3977
Ofir-Apúlia	N.A. (1)	25	N.A.

ARPSI	População		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Póvoa de Varzim	174	187	205
Santo Tirso	932	1087	1365
<b>Total</b>	<b>6830</b>	<b>8287</b>	<b>10718</b>

N.A. – Não Aplicável

Na RH2, os municípios onde número de habitantes potencialmente afetados é mais elevado são os municípios de Braga e Esposende, Figura 21.

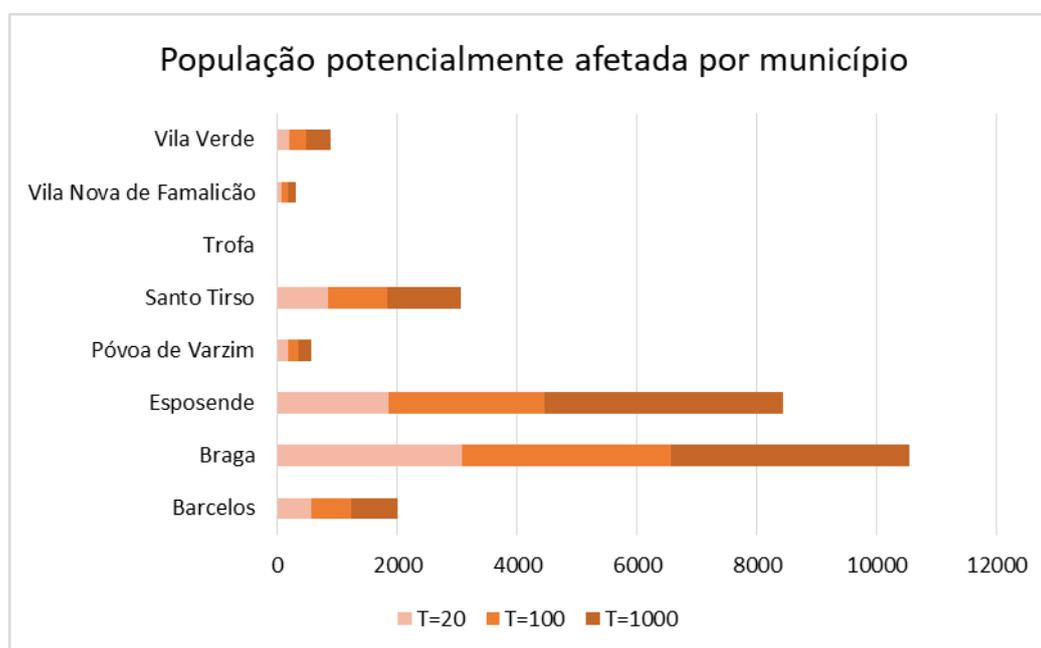


Figura 21. População potencialmente afetada por município e por período de retorno, na RH2

Quanto à população flutuante afetada na RH2, a ARPSI mais afetada é Esposende, nas restantes os valores são reduzidos, conforme informação tida no Quadro 13.

Quadro 13. População flutuante potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno

ARPSI	População Flutuante		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	2	2	6
Braga-Padim da Graça	N.A.	N.A.	N.A.

ARPSI	População Flutuante		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Esposende	321	403	594
Ofir-Apúlia	0	8	0
Póvoa de Varzim	N.A	N.A	N.A
Santo Tirso	N.A	N.A	N.A
<b>Total</b>	<b>323</b>	<b>413</b>	<b>600</b>

N.A. – Não Aplicável

Na ARPSI de Braga-Padim da Graça, pode ser atingida pelas inundações uma captação de água para consumo humano o que pode condicionar o abastecimento de água à população Quadro 14. A identificação das captações potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO II.

*Quadro 14. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno*

ARPSI	Águas de Proteção para consumo humano		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Padim da Graça	1	1	1

Nas ARPSI da RH2 os edifícios sensíveis potencialmente afetados pelas inundações são 31, havendo 19 localizados em áreas que apresentam elevada probabilidade de serem atingidos (Quadro 15). A identificação dos edifícios sensíveis potencialmente afetados pela inundação encontra-se no ANEXO II.

Quadro 15. Edifícios sensíveis potencialmente afetados por ARPSI e por período de retorno

ARPSI	Edifícios sensíveis			
	Tipologia	Período de retorno (T)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	Administração do Estado	1	1	1
	Bombas de Gasolina	1	1	1
	Educação	3	3	3
Esposende	Administração do Estado	2	3	3
	Bombas de Gasolina	2	2	3
	Educação	-	2	2
	Saúde	-	1	1
	Segurança e Justiça	2	3	4
Póvoa de Varzim	Administração do Estado	-	1	1
	Educação	1	1	1
Santo Tirso	Educação	-	-	1

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 DAGRI 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 16.

Quadro 16. 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”, Quadro 17.

Quadro 17. Rede viária potencialmente afetada por ARPSI e por período de retorno

ARPSI	Rede viária			
	Classes	Período de retorno (T)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	1	1	1	1
	2	1	1	1
	4	49	52	53
Braga-Padim da Graça	1	1	1	1
	2	2	2	2
	3	2	2	3
	4	105	112	140
Esposende	1	1	1	1
	2	1	1	1
	3	2	2	2
	4	131	158	192
Póvoa de Varzim	1	1	1	1
	4	14	15	17
Santo Tirso	1	1	1	1
	2	1	1	1
	3	1	1	1
	4	72	83	97
Ofir- Apúlia	3	N.A.	1	N.A.
	4	N.A.	5	N.A.

Nesta RH, na ARPSI de Santo Tirso, em inundações de elevada probabilidade (T=20), poderá ocorrer a potencial afetação da estação e de um troço da via ferroviária (Quadro 17).

*Quadro 18. Ferróvias e estações potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno*

ARPSI	Ferrovias e estações			
	Tipologia	Período de retorno (T)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Santo Tirso	Linha de Guimarães (troço)	1	1	1
	Estação de Santo Tirso	1	1	1

### 7.2.2. Impacto no Ambiente

Na RH2 existem estruturas que podem constituir fontes de poluição em caso de inundação, sendo nas ARPSI de Braga – Padim da Graça e de Esposende onde se localizam duas estruturas, em cada uma, que poderão se atingidas para o período de retorno de maior probabilidade de ocorrência (T=20), Quadro 18. A identificação das fontes de poluição potencialmente afetadas pela inundação encontra-se do ANEXO III.

*Quadro 19. Fontes de poluição potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno*

ARPSI	Fontes de poluição		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	2	3	3
Braga-Padim da Graça	2	2	2
Esposende	2	2	2
Santo Tirso	-	-	1

No Quadro 20 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 do ANEXO III.

Quadro 20. Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas 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
Esposende	SIC*	1	1	1
	RNAP**	1	1	1
Ofir-Apúlia	SIC	N.A.	1	N.A.
	RNAP	N.A.	1	N.A.
Póvoa de Varzim	SIC	1	1	1
	RNAP	1	1	1

\* SIC – Sítio de interesse comunitário; \*\* RNAP – Rede Nacional de Áreas Protegidas; 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, formando um grupo 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 21). A identificação do património cultural potencialmente afetadas pela inundaçãõ encontra-se do ANEXO IV.

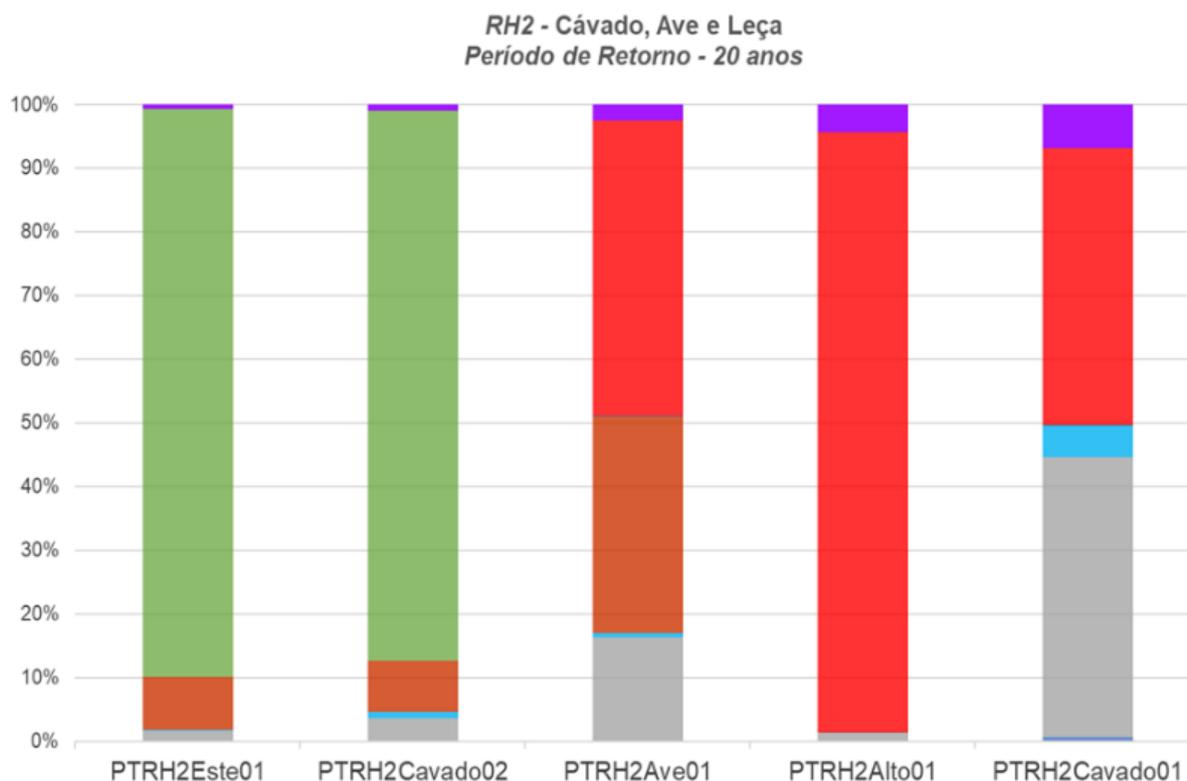
Quadro 21. Património cultural potencialmente afetado por ARPSI e por período de retorno

ARPSI	Património Cultural			
	Tipo de Protecçao	Período de retorno (T)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Padim da Graça	MIM - monumento de interesse municipal	1	1	1

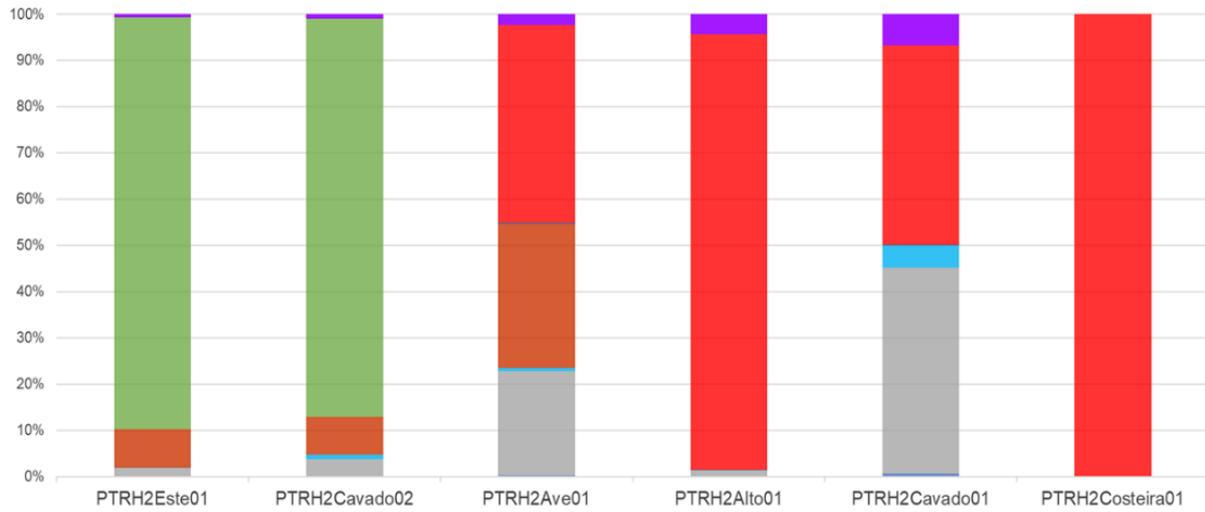
ARPSI	Património Cultural			
	Tipo de Protecção	Período de retorno (T)		
		T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
	MN - monumento nacional	1	1	1

#### 7.2.4. Atividades Económicas Potencialmente Afetadas

A análise económica dos setores de atividade potencialmente afetados, visível na Figura 22 tendo em conta a metodologia definida, revela que, para o período de retorno de 20 e 100 anos, na ARPSI da Póvoa do é o setor do “Alojamento e Restauração” que pode ser mais afetado, nas ARPSI de Braga- Este e de Braga-Padim da Graça é o setor do “Comércio” e na ARPSI de Esposende é o setor das “Indústrias Transformadoras” o mais afetado. As ARPSI de Braga – Este e Braga – Padim da Graça são aquelas onde há um maior número de estabelecimentos e de pessoas ao serviço, Figura 23. Os resultados obtidos para análise económica podem ser também consultados no *dashboard* [ActEconomicas](#).



RH2 - Cávado, Ave e Leça  
Período de Retorno - 100 anos



RH2 - Cávado, Ave e Leça  
Período de Retorno - 1000 anos

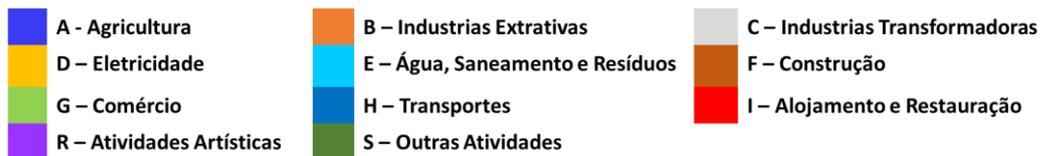
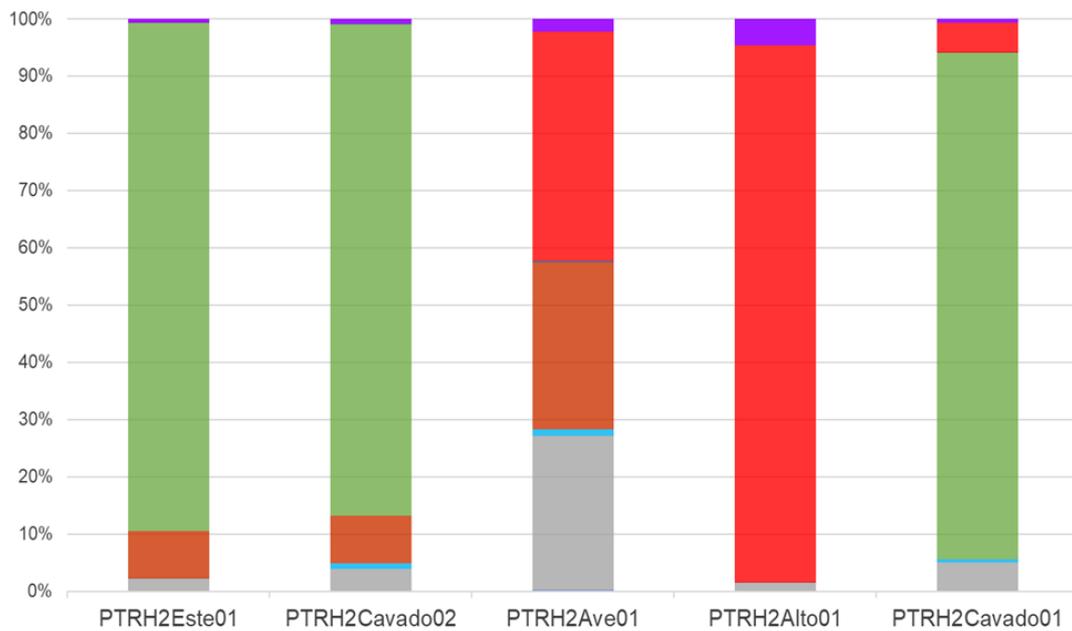
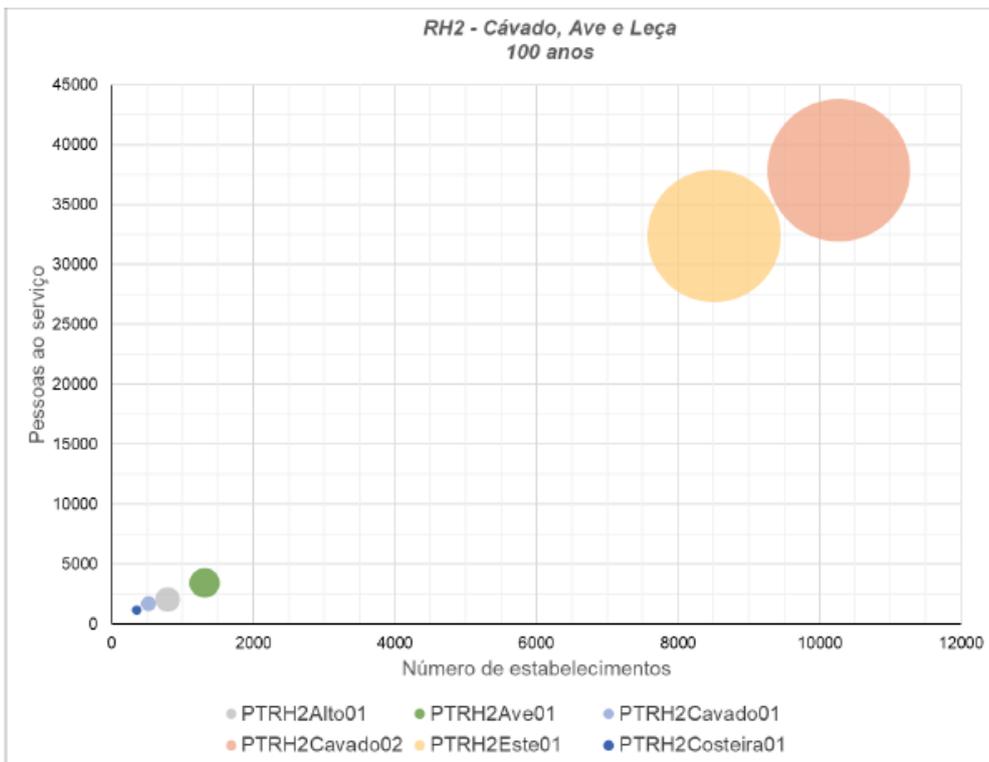
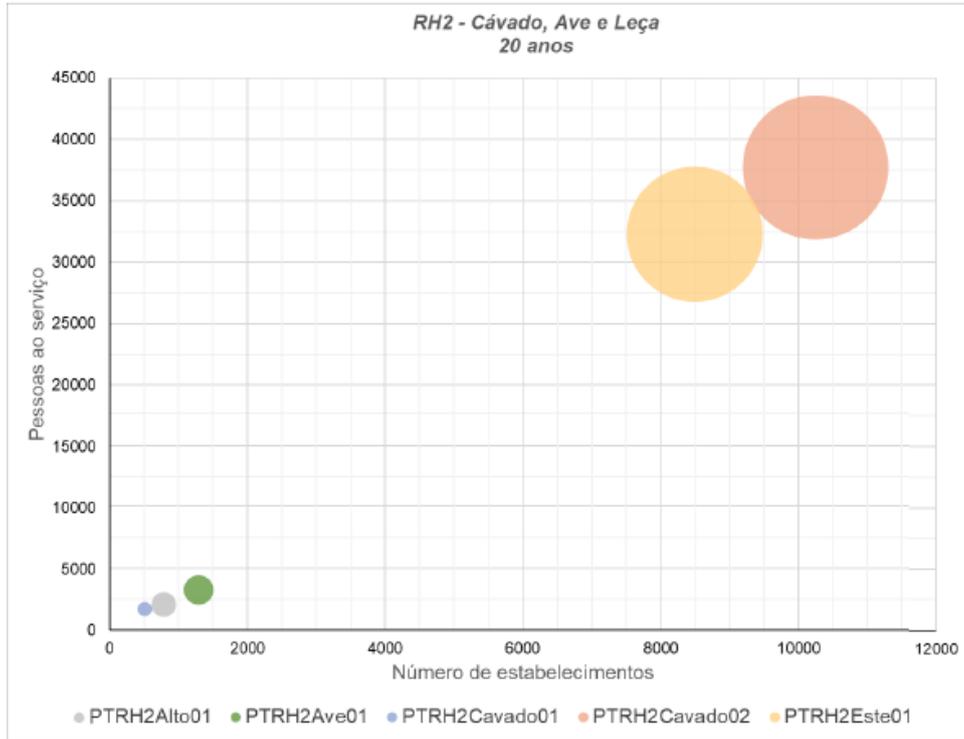


Figura 22. Setores de atividade afetados, relativamente ao volume de negócios



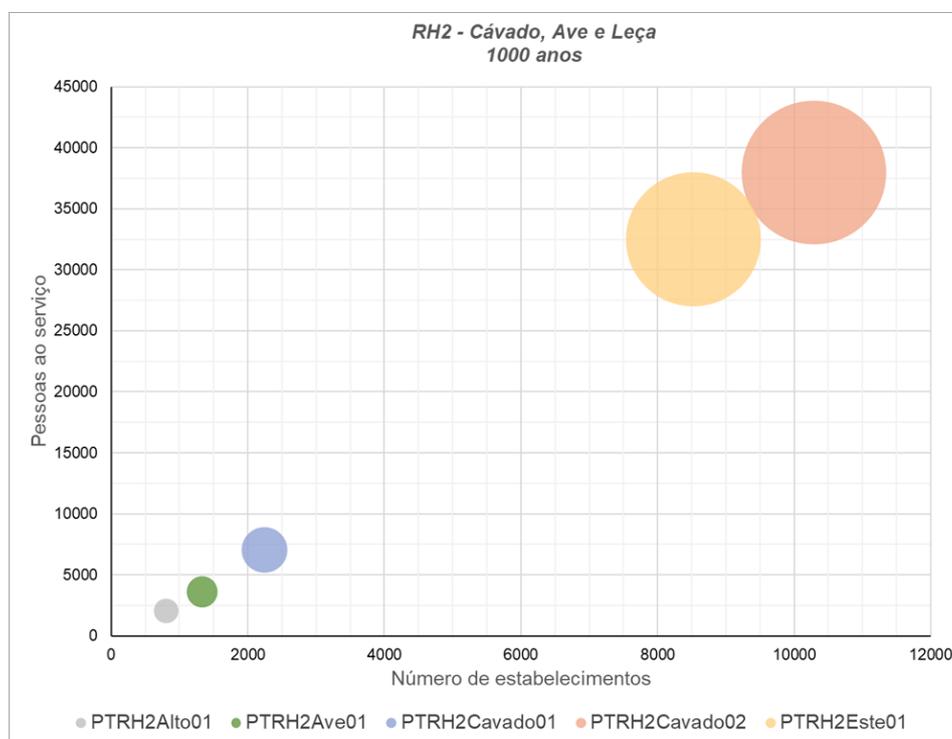


Figura 23. Relação entre número de estabelecimentos afetados, pessoas ao serviço e volume de negócios

Na RH2 não foram identificados aproveitamentos hidroagrícolas, associados a regadios coletivos públicos, nas ARPSI analisadas.

### 7.2.5. Massas de Água Potencialmente Afetadas

A implementação da DAGRI decorre em estreita articulação com a Diretiva-Quadro da Água, na medida em que ambas as diretivas 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, pelo que 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 RH2 nas ARPSI são as indicadas no Quadro 22. A identificação das massas de água potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO IV.

No Quadro 23 estão identificadas as águas balneares que serão potencialmente afetadas. A identificação das massas de água potencialmente afetadas pela inundação encontra-se no ANEXO IV.

*Quadro 22. Massas de água potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno*

ARPSI	Massas de água		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Braga-Este	3	3	3
Braga-Padim da Graça	5	5	5
Esposende	5	5	5
Ofir-Apúlia	N.A.	2	N.A.
Póvoa de Varzim	4	4	4
Santo Tirso	4	4	4

N.A. – Não Aplicável

*Quadro 23. Água Balneares potencialmente afetadas por ARPSI e por período de retorno*

ARPSI	Águas balneares		
	Período de retorno (T)		
	T = 20 anos	T = 100 anos	T = 1000 anos
Ofir-Apúlia	N.A.	2	N.A.

## 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

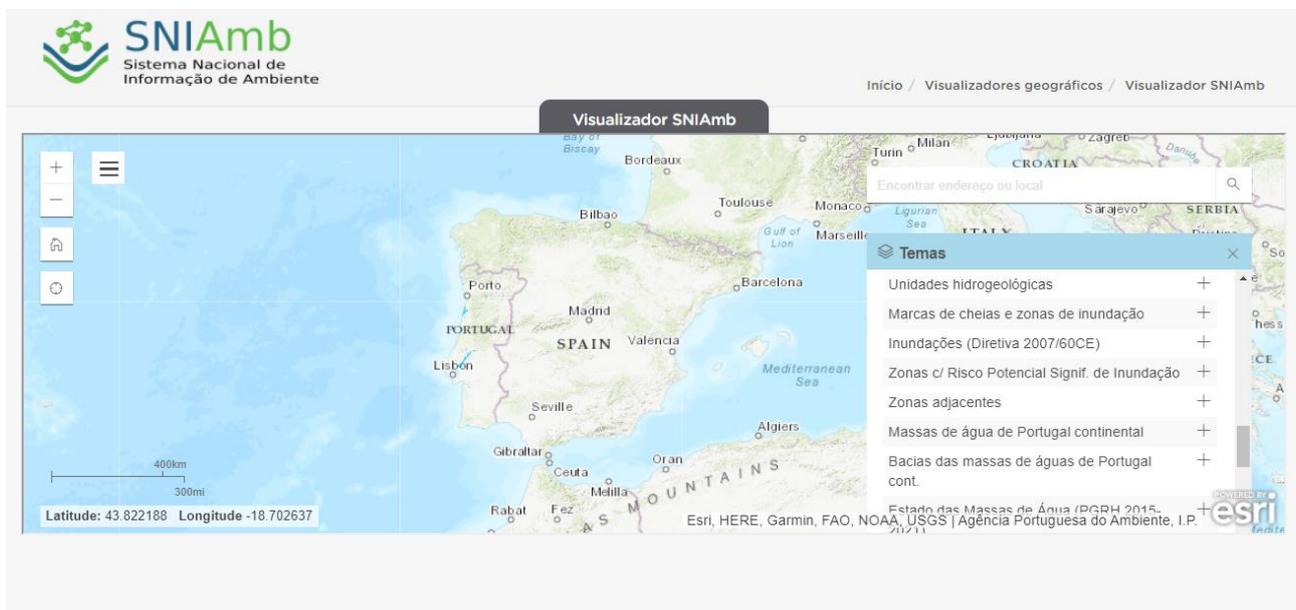
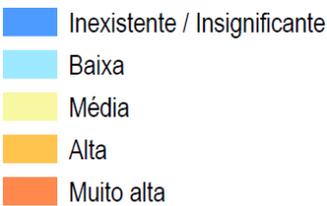


Figura 24. Geoportal para acesso à cartografia de áreas inundáveis de risco de inundações

## 8.1. Temas e Simbologia

Tema	Áreas Inundadas
<b>Conteúdo</b>	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.
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar a extensão da cheia.
<b>Simbologia</b>	 <p>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)</p>
Tema	Profundidade da cheia
<b>Conteúdo</b>	Camada com os patamares de profundidade da água por cada evento de cheia.
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas mais afetadas relativamente à altura da água.
<b>Simbologia</b>	 <p>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.</p>
Tema	Velocidade da cheia
<b>Conteúdo</b>	Camada com os patamares de velocidade da água por cada evento de cheia.
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas de maior velocidade da água.
<b>Simbologia</b>	 <p>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.</p>

Tema	Perigosidade
<b>Conteúdo</b>	Perigosidade da cheia, calculada a partir da velocidade e profundidade da cheia.
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar as zonas de maior perigosidade.
<b>Simbologia</b>	 <p>Inexistente / Insignificante Baixa Média Alta Muito alta</p> <p>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.</p>

Tema	Elementos Expostos
<b>Conteúdo</b>	<p>Múltiplas camadas, relativas a Elementos Expostos às cheias, com os seguintes temas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rodovias</li> <li>• Ferrovias</li> <li>• Estações de comboio</li> <li>• Estações de metro</li> <li>• Habitantes</li> <li>• Edifícios Sensíveis</li> <li>• Património Cultural</li> <li>• Fontes de Poluição</li> <li>• Águas Balneares</li> <li>• Perímetro de proteção de água para consumo humano</li> </ul>
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar os elementos potencialmente afetados pelas cheias em estudo.
<b>Simbologia</b>	<p><b>Rodovias e Ferrovias:</b></p> <p> <b>Ferrovia</b> 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.</p> <p> <b>Estrada</b></p>

### Estações de Comboio e Metro:

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

### Habitantes Afetados

-  <10
  -  10-50
  -  50-100
  -  >100
- Os habitantes afetados por subsecção estatística apresentam-se em patamares com ícones que refletem a densidade populacional.

### Edifícios Sensíveis:

-  Administração do Estado
  -  Bombas de Gasolina
  -  Educação
  -  Saúde
  -  Segurança e Justiça
  -  Quarteis de bombeiros
- Os edifícios sensíveis potencialmente afetados pela cheia enquadram-se nas categorias identificadas na lateral, foram usados símbolos intuitivos para a sua identificação.

### Património Cultural:

-  Municipal ou sítios arqueológicos
  -  Mundial, interessa nacional ou interesse público
- Foram agregadas as tipologias de património cultural conforme se mostra na figura lateral.

### Fontes de Poluição:

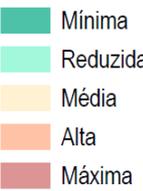
-  Indústrias abrangidas pela Diretiva Seveso
  -  Atividades abrangidas pelo PRTR
  -  Indústrias abrangidas pela Diretiva IPPC
  -  ETAR
- As fontes de poluição potencialmente afetadas dividem-se em 4 categorias, conforme identificado na imagem lateral.

### Águas Balneares:

-  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:

-  Águas para consumo humano
- 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
<b>Conteúdo</b>	Consequência da cheia, avaliada a partir da ocupação do solo da área em estudo.
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar as áreas em que a consequência da cheia é mais grave.
<b>Simbologia</b>	 <p>Mínima 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).</p>

Tema	Risco
<b>Conteúdo</b>	Risco da Cheia, avaliado de acordo com a Perigosidade e a Consequência.
<b>Objetivo/Us</b>	Esta informação pode ser usada para avaliar em que zonas o risco da cheia é mais grave.
<b>Simbologia</b>	 <p>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).</p>

## 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 6 ARPSI que foram identificadas na RH2: uma de origem costeira e cinco de origem fluvial/pluvial.

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 eficientes 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 - PDM, PMEPC, REN - 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 Ave, Cávado e Leça 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 Esposende, de Braga - Este e de Braga – Padim da Graça 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” na ARPSI da Póvoa de Varzim, o setor do “Comércio” nas ARPSI de Braga - Este e Braga - Padim da Graça e o setor da “Indústria Transformadora” na ARPSI de Esposende;

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 2 do Cávado, Ave e Leça. Disponível em: [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRI/2016-2021/PGRI\\_RH2.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRI/2016-2021/PGRI_RH2.pdf)
- APA – Agência portuguesa do Ambiente, I.P. (2016b). Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça RH2. Parte 2 – Caracterização e diagnóstico. Disponível em: [https://apambiente.pt/\\_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH/2016-2021/PTRH2/PGRH2\\_Parte2.pdf](https://apambiente.pt/_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRH/2016-2021/PTRH2/PGRH2_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 Hidrográfica2 do Cávado, Ave e Leça – RH2. Disponível em: [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRI/2022-2027/APRI\\_ParticipacaoPublica/1\\_Fase/Relatorios/PGRI\\_2\\_APRI\\_RH2\\_Final.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/Políticas/Agua/PlaneamentoGestao/PGRI/2022-2027/APRI_ParticipacaoPublica/1_Fase/Relatorios/PGRI_2_APRI_RH2_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 – Instituto 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.

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.

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](http://contratoderiomatarranya.org/documentos/Guia_BB_Gestion_inundaciones.pdf)

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

## ANEXO I

Quadro 24. Quadro de Consequências (Fonte: APA, 2019)

Consequência	Nível Legenda	COS 2018	Fonte
<b>Máxima</b>	1.1.1.00.0	Tecido urbano contínuo	COS 2018 e INE 2011
	1.1.2.00.0	Tecido urbano descontínuo	
<b>Alta</b>	1.2.1.00.0	Indústria, comércio 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, imóveis de interesse público)	COS2018 e DGCP
<b>Média</b>	1.2.1.00.0	Indústria, comércio e equipamentos gerais	COS 2018
	2.4.3.01.1	Agricultura com espaços naturais e semi-naturais	
	1.2.1.00.0	Indústria, comércio 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
<b>Reduzida</b>	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
<b>Mínima</b>		Zonas Protegidas ou massas de água designadas ao abrigo das Diretivas (Aves e Habitats, águas 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	
	4.0.0.00.0	Zonas húmidas	
	3.2.1.01.1	Vegetação herbácea natural	
	3.1.1.00.1	Florestas de sobreiro	

Consequência	Nível Legenda	COS 2018	Fonte
	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 25. Águas de Proteção para Consumo humano potencialmente afetadas*

ARPSI	Nome	Código	Período de retorno
Braga Padim da Graça	Areias de Vilar	PTA718059797	20, 100 e 1000 anos

*Quadro 26. Edifícios sensíveis potencialmente afetados*

ARPSI	Designação	Município	Período de retorno
Braga-Este	Cepsa	Braga	20, 100 e 1000 anos
	Dierum - Educação Infância	Braga	20, 100 e 1000 anos
	EB1/JI de Ponte Pedrinha	Braga	20, 100 e 1000 anos
	Ji do Centro Social de Celeirós	Braga	20, 100 e 1000 anos
	Junta de Freguesia de Celeirós	Braga	20, 100 e 1000 anos
Esposende	Bombeiros Voluntários de Esposende	Esposende	1000 anos
	Bombeiros Voluntários de Fão	Esposende	20, 100 e 1000 anos
	BP	Esposende	1000 anos
	Câmara Municipal de Esposende	Esposende	20, 100 e 1000 anos
	Cruz Vermelha Portuguesa - Núcleo de Esposende	Esposende	100 e 1000 anos
	Delegação Marítima de Esposende	Esposende	20, 100 e 1000 anos
	EB2/3 António Correia de Oliveira	Esposende	100 e 1000 anos
	Galp	Esposende	20, 100 e 1000 anos
	GNR - Posto Territorial de Esposende	Esposende	100 e 1000 anos
	Infantário A Gaiivota	Esposende	100 e 1000 anos
	Junta de Freguesia de Esposende	Esposende	100 e 1000 anos
	Junta de Freguesia de Fão	Esposende	20, 100 e 1000 anos
Póvoa de Varzim	EB1 de Estela	Póvoa de Varzim	20, 100 e 1000 anos
	Junta de Freguesia de Estela	Póvoa de Varzim	100 e 1000 anos
Santo Tirso	Gigantoni	Santo Tirso	1000 anos

### ANEXO III

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

*Quadro 27. Fontes de poluição potencialmente afetadas*

ARPSI	Designação	Código APA	Período de retorno
Braga-Este	ETAR	PTAGL475	20, 100 e 1000 anos
	ETAR	PTAGL431	20, 100 e 1000 anos
	ETAR	PTAGL271	100 e 1000 anos
Braga-Padim da Graça	AGERE - ETAR de Frossos	APA00045548	20, 100 e 1000 anos
	ETAR	-	20, 100 e 1000 anos
Esposende	Esposende	PTAGL307	20, 100 e 1000 anos
	Quintas & Quintas - Condutores Eléctricos, S.A.	APA00042941	20, 100 e 1000 anos
Santo Tirso	ETAR	PTAGL116	1000 anos

*Quadro 28. Património natural e áreas protegidas potencialmente afetadas*

ARPSI	Designação	Categoria	Período de retorno
Esposende	Litoral Norte	RNAP	20, 100 e 1000 anos
	Litoral Norte	SIC	20, 100 e 1000 anos
Ofir-Apúlia	Litoral Norte	RNAP	100 anos
	Litoral Norte	SIC	100 anos
Póvoa de Varzim	Litoral Norte	RNAP	20, 100 e 1000 anos
	Litoral Norte	SIC	20, 100 e 1000 anos

## ANEXO IV

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

*Quadro 29. Património Cultural potencialmente afetado*

ARPSI	Designação	Classificação	Período de retorno
Braga-Padim da Graça	Casa da Marinha, respetivo portal e muros contíguos	MIM - monumento de interesse municipal	20, 100 e 1000 anos
	Conjunto constituído pela Igreja e Convento de Vilar de Frades, cerca e outros elementos construídos na sua envolvente	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 30. Massas de água potencialmente afetadas

ARPSI	Designação	Código	Categoria da Massa de Água	Estado Global "Avaliação intercalar 2018"	Período de Retorno
Braga-Este	Rio Este	PT02AVE0117	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Rio Veiga	PT02AVE0113	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave	PTA0X2RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Bom	20, 100 e 1000 anos
Braga-Padim da Graça	Ribeira de Panóias	PT02CAV0093	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Ribeiro de Casal de Mato	PT02CAV0092	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Rio Cávado (HMWB - Jusante B. Caniçada e B. Vilarinho das Furnas)	PT02CAV0095	Rios	Bom e superior	20, 100 e 1000 anos
	Rio Labriosca	PT02CAV0094	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado Da Bacia Do Cávado	PTA0X1RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Bom	20, 100 e 1000 anos
Esposende	Cavado-WB1	PT02CAV0096	Águas de transição	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Cavado-WB2	PT02CAV0102	Águas de transição	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Ribeira de Cáveiro	PT02CAV0104	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Ribeiro dos Rodilhões	PT02CAV0103	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave	PTA0X4RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Medíocre	20, 100 e 1000 anos
Ofir Apúlia	CWB-I-1B	PTCOST2	Águas costeiras	Inferior a bom	100 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave	PTA0X4RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Medíocre	100 anos

ARPSI	Designação	Código	Categoria da Massa de Água	Estado Global "Avaliação intercalar 2018"	Período de Retorno
Póvoa de Varzim	Rio Alto	PT02NOR0725	Rios	Inferior a alto	20, 100 e 1000 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Cávado	PTA0X1RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Bom	20, 100 e 1000 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave	PTA0X4RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Medíocre	20, 100 e 1000 anos
	Maciço Antigo Indiferenciado da Bacia do Ave	PTA0X2RH2_ZV2006	Águas subterrâneas	Bom	20, 100 e 1000 anos
Santo Tirso	Rio Ave	PT02AVE0130	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Rio Ave (HMWB - Jusante B. Guilhofrei)	PT02AVE0126	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos
	Rio Pele	PT02AVE0127	Rios	Bom e superior	20, 100 e 1000 anos
	Rio Sanguinhedo	PT02AVE0128	Rios	Inferior a bom	20, 100 e 1000 anos

Quadro 31. Águas Balneares potencialmente afetadas

ARPSI	Designação	Código	Período de retorno
Ofir-Apúlia	FAO-OFIR	PTCL2X	100 anos
	APULIA	PTCN8H	100 anos