

**Ana Patrícia Moreira**

**Cheias e inundações no Concelho de Aveiro num Contexto de Alterações Climáticas: Necessidades Específicas de Operações de Emergência e Socorro**



**Ana Patrícia Veríssimo  
Moreira**

**Cheias e inundações no Concelho de Aveiro num  
Contexto de Alterações Climáticas: Necessidades  
Específicas de Operações de Emergência e Socorro**

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Emergência, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Carla Rodrigues, do Departamento de Proteção Civil do Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração.



## **O júri**

**Presidente** Professora Doutora Maria Feio – Instituto Superior de  
Ciências da Informação e da Administração

**Arguente** Professor Doutor Joaquim Matos – Departamento de  
Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

**Orientador** Professora Doutora Carla Rodrigues - Instituto Superior de  
Ciências da Informação e da Administração



## **Agradecimentos,**

Uma dissertação de mestrado é uma longa viagem, que inclui uma trajetória carregada de desafios, tristezas, incertezas, alegrias e inúmeros percalços. Mas, apesar deste ser um processo solitário, a que qualquer estudante está exposto, existem sempre contributos de outras pessoas, que são imprescindíveis para encontrar o rumo certo para esta caminhada. Esta caminhada só foi possível porque tive o apoio, a energia e a força incondicional de várias pessoas, a quem dedico especialmente esta dissertação. Especialmente à minha orientadora, Professora Doutora Carla Rodrigues, que sempre acreditou em mim, agradeço a orientação exemplar, o interesse permanente e produtivo, a visão crítica e oportuna, que contribuíram para enriquecer, todas as etapas deste trabalho. À minha família... ao meu marido, Cláudio Moreira, pelo amor, partilha, companheirismo e apoio incondicional, pelos conselhos preciosos, pela total disponibilidade e encorajamento naqueles momentos decisivos desta etapa, à minha sogra, Graciete Oliveira, agradeço a enorme compreensão, generosidade e alegria com que me brindou constantemente, aos meus queridos filhos, António e Francisco, que amo incondicionalmente e que deram um novo colorido à minha vida, espero futuramente poder compensá-lo das horas de ausência que tive. Foram eles o meu principal incentivo nesta caminhada. Por fim, o meu profundo agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a realização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.



**palavras-chave**

Ria de Aveiro; alterações climáticas; mapa de cheias; precipitação; inundações; erosão costeira; risco de cheia;



## resumo

As alterações climáticas são umas das principais ameaças ambientais, sociais e económicas para o planeta. Estas, têm-se vindo a observar, com o aumento da temperatura, com a alteração dos padrões de precipitação, com a subida do nível médio das águas do mar, interferindo com a estabilidade das zonas costeiras. As alterações têm tido uma intervenção negativa nos ecossistemas, forçando a migração de algumas espécies de animais e plantas.

Aveiro é uma região com uma zona costeira densamente povoada, com importantes núcleos urbanos de grande importância socioeconómica. É uma região com elevada vulnerabilidade aos impactos das alterações climáticas. (IDAD - Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, 2014)

Esta região tem sido alvo de vários estudos sobre esta matéria, no âmbito de vários projetos de investigação em várias áreas temáticas.

O objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação aos eventos climáticos excecionais de precipitação no Concelho de Aveiro, com a avaliação de necessidades específicas nas operações de emergência e socorro.

Para alcançar os objetivos será efetuado um inquérito, que será lançado aos principais meios de intervenção em operações de socorro da cidade (corpos de bombeiros, Comando Sub-Regional de Emergência e Proteção Civil), para interpretação das principais dificuldades na sua atuação.

No desenvolvimento e organização da dissertação, pretende-se mostrar o conhecimento adquirido sobre alterações climáticas, com as evidências e projeções, políticas (internacionais, europeias e nacionais), dando especial ênfase ao tema em Aveiro, em com apresentação e caracterização da Região em estudo.

No que respeita à implementação de medidas não estruturais, bem como às escolhas para a quantificação dos riscos aceitáveis para a sociedade e para o ambiente, será difícil atingir uma posição única, quer em Portugal, quer nos restantes países da União Europeia. Estes resultados, mostram-nos a existência de uma multiplicidade de metodologias para a gestão dos riscos de inundação.



**keywords**

Ria de Aveiro; climate change; flood map; precipitation; flooding;  
coastal erosion; flood risk;



## **summary**

Climate change is one of the main environmental, social and economic threats to the planet. These have been observed with the increase in temperature, with the change in precipitation patterns, with the rise in the average level of the sea waters, interfering with the stability of the coastal zones. The changes have had a negative intervention in ecosystems, forcing the migration of some species of animals and plants. Aveiro is a region with a densely populated coastal area, with important urban centers of great socioeconomic importance. It is a region with high vulnerability to the impacts of climate change. (IDAD - Institute of Environment and Development, 2014)

This region has been the subject of several studies on this subject, within the scope of several research projects in various thematic areas. The objective of this work is to make an assessment of the exceptional climatic events of precipitation in the Municipality of Aveiro, with the assessment of specific needs in emergency and relief operations. To achieve the objectives, a survey will be carried out, which will be launched to the main means of intervention in relief operations of the city (fire departments, Sub-Regional Command of Emergency and Civil Protection), to interpret the main difficulties in their performance. In the development and organization of the dissertation, it is intended to show the knowledge acquired on climate change, with the evidence and projections, policies (international, European and national), giving special emphasis to the theme in Aveiro, with presentation and characterization of the Region under study.

As regards the implementation of non-structural measures, as well as the choices for quantifying acceptable risks to society and the environment, it will be difficult to achieve a single position, both in Portugal and in the other countries of the European Union. These results show us the existence of a multiplicity of methodologies for the management of flood risks.



# Índice

ÍNDICE DE FIGURAS .....	XXI
ÍNDICE DE TABELAS .....	XXV
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. ENQUADRAMENTO .....	2
1.2. JUSTIFICAÇÃO DO TEMA.....	3
1.3. METODOLOGIA GERAL.....	3
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	4
2. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS.....	5
2.1. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL .....	5
2.2. POLÍTICA CLIMÁTICA .....	7
2.3. POLÍTICA INTERNACIONAL .....	8
2.4. POLÍTICA EUROPEIA.....	10
2.5. PROBLEMÁTICA DAS CHEIAS E INUNDAÇÕES.....	11
2.6. SUSCETIBILIDADE E PERIGOSIDADE A CHEIAS E INUNDAÇÕES .....	15
2.7. GEOMORFOLOGIA DA CIDADE DE AVEIRO.....	17
2.8. BACIA DE DRENAGEM .....	19
2.8.1. CAUDAIS DA RIA DE AVEIRO .....	20
2.10. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO.....	28
2.10.1. CAUDAIS DE ÁGUA DOCE.....	30
2.10.2. CAUDAIS DE ÁGUA SALGADA .....	30
2.11. DADOS HISTÓRICOS .....	32
HISTORIAL DE CHEIAS NA RIA DE AVEIRO .....	33
ANTERIORES AO SÉCULO XX.....	33

CHEIAS DE 1905 .....	35
CHEIAS DE 1909 .....	36
CHEIAS DE 1910 .....	37
CHEIAS DE 1914 E 1915.....	38
CHEIAS DE 1937 E 1938.....	39
CHEIAS DE 1955 E 1957.....	41
CHEIAS DE 1964 E 1966.....	42
CHEIAS DE 1964 E 1966.....	43
3. PROTEÇÃO CIVIL .....	45
3.1. PROTEÇÃO CIVIL NA GESTÃO DO RISCO DE INUNDAÇÕES .....	45
3.2. RISCO DE CHEIAS E INUNDAÇÕES.....	47
3.3. INTEGRAÇÃO DE CONCEITOS.....	49
3.4. AVALIAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NA PENINSULA IBÉRICA.....	52
3.5. ESTIMATIVA DO RISCO.....	59
3.6. AVALIAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS ..	60
3.6.1. ZONAS EM RISCO DE INUNDAÇÃO.....	62
3.7. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO.....	63
3.8. MEDIDAS DE GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO.....	68
3.9. MEDIDAS GERAIS DO PLANEAMENTO MUNICIPAL.....	71
3.10. ESTRUTURA URBANA SUSTENTÁVEL.....	73
3.11. USO DE SOLOS .....	74
3.12. INFRAESTRUTURAS .....	76
3.13. RESPOSTA EM EMERGÊNCIA .....	78
3.14. COMUNICAÇÃO DO RISCO .....	79
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS: INQUÉRITOS E A CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	81

4.1. PROCEDIMENTOS PARA A RECOLHA DE DADOS .....	82
4.1.1. O INQUÉRITO.....	83
4.1.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	84
4.2. CONCLUSÃO .....	105
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	111
BIBLIOGRAFIA.....	115



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Estamos Preparados para as alterações Climáticas?   Fonte - (APA - Agencia Portuguesa do Ambiente, 2023).....	6
<b>Figura 2</b> - Exemplos de políticas de adaptação e mitigação das mudanças climáticas   Fonte: (Governança do clima no Brasil desafios e oportunidades, 2023) .....	7
<b>Figura 3</b> - Políticas e Medidas de Adaptação   (Agencia Portuguesa do Ambiente, 2023)....	9
<b>Figura 4</b> - Perdas anuais médias no mundo   segundo o GAR de 2019.....	12
<b>Figura 5</b> - Capacidade de intervenção humana dos sistemas do risco de cheias e inundações   Fonte: (Merz, 2010).....	13
<b>Figura 6</b> - Métodos de Avaliação da Perigosidade a Cheias e Inundações   Fonte: (Díez-Herrero, Laín-Huerta, & Llorente-Isidro, 2023) .....	16
<b>Figura 7</b> - Geomorfologia da Cidade de Aveiro   Fonte: (Aveiro, PDM - Plano Diretor Municipal, 2023).....	18
<b>Figura 8</b> - Bacia de Drenagem   Fonte: (Ambiente A. P., 2023) .....	19
<b>Figura 9</b> - Uso e ocupação do solo   Fonte: (Câmara Municipal de Aveiro   Direção-Geral do Território).....	20
<b>Figura 10</b> - Bacia hidrográfica do Rio Vouga e rede hidrográfica   Fonte: (Aveiro, Plano Diretor Municipal, 2019) .....	21
<b>Figura 11</b> - Sobreposição Sítio da Ria com Zona de Proteção Especial Ria de Aveiro   Fonte: (Aveiro, Plano Diretor Municipal, 2019) .....	23
<b>Figura 12</b> - Cursos de água e respetivos leitos e margens   Fonte: (Aveiro, Plano Diretor Municipal, 2019).....	24

<b>Figura 13</b> - Locais com possível ocorrência de impactos significativos   Fonte: (Aveiro, Plano Diretor Municipal, 2019) .....	25
<b>Figura 14</b> - Elementos expostos às inundações na área urbana da cidade de Aveiro   Fonte: (Alves D. &, 2013) .....	26
<b>Figura 15</b> - Uso e ocupação do solo   Fonte: (Aveiro, PDM - Plano Diretor Municipal, 2023) .....	27
<b>Figura 16</b> - População residente por freguesia e por faixa etária   Fonte: (Censos 2021, 2023).....	29
<b>Figura 17</b> - Variação da salinidade ao longo da Ria de Aveiro   Fonte: (Variação da salinidade ao longo da Ria de Aveiro, 2023) .....	31
<b>Figura 18</b> - Disposição temporal das principais cheias na cidade de Aveiro, no século XX   Fonte: (Aveiro, Avaliação da Vulnerabilidade e do Risco de Cheia Urbana na Cidade de Aveiro, 2018).....	33
<b>Figura 19</b> - Cheias de 1905   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	35
<b>Figura 20</b> - Cheias de 1905   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	35
<b>Figura 21</b> - Cheias de 1909   Fonte: (ANTIGO, 2023).....	36
<b>Figura 22</b> - Cheias de 1909   Fonte: (ANTIGO, 2023).....	36
<b>Figura 23</b> - Cheias de 1910  Fonte: (ANTIGO, 2023).....	37
<b>Figura 24</b> - Cheias de 1910   Fonte: (ANTIGO, 2023).....	37
<b>Figura 25</b> - Cheias de 1915   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	38
<b>Figura 26</b> - Cheias de 1915   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	38
<b>Figura 27</b> - Cheia de 1937   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	39
<b>Figura 28</b> - Cheia de 1937   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	39

<b>Figura 29</b> - Cheia de 1938   (IMAGEOTECA, 2023).....	40
<b>Figura 30</b> - Cheia de 1938   (IMAGEOTECA, 2023).....	40
<b>Figura 31</b> - Cheia de 1955   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	41
<b>Figura 32</b> - Cheia de 1957   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	41
<b>Figura 33</b> - Cheia de 1964, na Praça Dr. Joaquim Melo Freitas   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	42
<b>Figura 34</b> - Cheia de 1964, na Rua João Mendonça   Fonte: (IMAGEOTECA, 2023).....	43
<b>Figura 35</b> - Gestão de desastres   Fonte: (Schneiderbauer, 2023).....	51
<b>Figura 36</b> - Zonas de inundação em Portugal   Fonte: (Risco Associado às Zonas Inundáveis, 2023).....	53
<b>Figura 37</b> - Fases do processo de gestão do risco   Fonte: (ISO 31000:2009, 2023).....	54
<b>Figura 38</b> - Exemplo de mapeamento de superfície   Fonte: (Inundações, 2023) .....	65
<b>Figura 39</b> - Mapeamento de zona de inundação   Fonte: (The Planning System and Flood Risk Management, 2020) .....	71
<b>Figura 40</b> - Exemplos de potencial uso do solo em projetos futuros   Fonte: (The Planning System and Flood Risk Management, 2020).....	72
<b>Figura 41</b> - Integração do risco de inundação na estrutura urbana   Fonte: (The Planning System and Flood Risk Management, 2020).....	73
<b>Figura 42</b> - Extrato do Decreto Regional nº 258/2007 / Múrcia, Espanha   Fonte: (Murcia, 2023).....	74
<b>Figura 43</b> - Uso e ocupação do solo   Fonte: (Direção Gerral do Território, 2023) .....	75
<b>Figura 44</b> - Território destinado a atividades de intervenção humana   Fonte: (Direção Gerral do Território, 2023).....	76

<b>Figura 45 - Territórios agrícolas   Fonte: (Direção Gerral do Território, 2023)</b> .....	77
<b>Figura 46 - Territórios florestais   Fonte: (Direção Gerral do Território, 2023)</b> .....	78
<b>Figura 47 – Inquérito às corporações de bombeiros do Concelho de Aveiro</b> .....	81
<b>Figura 48: Gráfico de resposta à questão 10 - “Já participou ou assistiu a um exercício de simulação de uma ocorrência de cheias?”</b> .....	105

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Conceitos relevantes na esfera da avaliação do risco   Fonte: (Merz, 2010).....	14
<b>Tabela 2</b> - Área das bacias e dimensão dos afluentes da Ria de Aveiro   Fonte: (APA - Agência Portuguesa do Ambiente, 2023) .....	29
<b>Tabela 3</b> - Volume e caudais dos tipos de maré   Fonte: (Borrego, Alterações Climáticas , 1994).....	31
<b>Tabela 4</b> - Tipo de medidas para gestão do risco de inundação   Fonte: (ANEPC, 2023) ....	69
<b>Tabela 5:</b> Questões do Inquérito.....	83



## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

**ANEPC:** Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil

**COSREPC** – Comando Sub-Regional de Proteção Civil

**CODIS:** Comandante Operacional Distrital

**EOC:** Emergency Operations Center (Centro de Operações de Emergência)

**ERC:** Emergency Relief Coordinator (Coordenador de Socorro de Emergência)

**FEMA:** Federal Emergency Management Agency (Agência Federal Americana de Gestão de Emergências)

**GAR:** Global Assessment Report (Reporte de Avaliação Global)

**GIS:** Geographic Information System (Sistema de Informação Geográfica)

**INEM:** Instituto Nacional de Emergência Médica (de Portugal)

**ISCIA:** Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração

**LEMA:** Local Emergency Management Authority (Autoridade Local de Gestão de Emergências)

**ONG:** Organizações Não Governamentais

**OSC:** Organizações da Sociedade Civil

**PNEPC:** Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil (de Portugal)

**SAR:** Search and Rescue

**SGO:** Sistema de Gestão de Operações

**SIOPS:** Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro

**SITAC:** Situação Tática

**USAR:** Urban search and rescue (Busca e Salvamento Urbano)

**UNISDR:** United Nations International Strategy for Disaster Reduction (Escritório Internacional para Redução de Risco de Desastres)

**AC** – Alterações Climáticas

**CIRA** – Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro

**AMRia** – Associação de Municípios da Ria

**INE** – Instituto Nacional de Estatísticas

**APA** – Agência Portuguesa do Ambiente

**UE** – União Europeia

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**IPCC** - Intergovernmental Painnel on Climate Change

**PORDATA** - Base de Dados Portugal Contemporâneo

**MDL** – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

**UNFCCC** - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas

**APA** – Agência Portuguesa da Ambiente

**DGRN** – Direção Geral dos Recursos Naturais

**BVL** – Baixo Vouga Lagunar

**CE** – Comissão Europeia

**IDAD** - Instituto do Ambiente e Desenvolvimento

**OMM** - Organização Mundial de Meteorologia

**ARPSI** - Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações em sede de PGE

**CB** – Corpo de Bombeiros

**EAE** – Estado de Alerta Especial

**EDP** – Eletricidade de Portugal

**ERAS** – Equipas de Reconhecimento de Avaliação da Situação

**GNR** – Guarda Nacional Republicana

**PSP** – Polícia de Segurança Pública

**IGT** – Instrumentos de Gestão Territorial

**INAG** – Instituto Nacional da Água

**INEM** – Instituto Nacional de Emergência Médica

**IPMA** – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

**LBPC** – Lei de Bases da Proteção Civil

**SIEM** – Sistema Integrado de Emergência Médica

**SIOPS** – Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro

**SMPC** – Serviço Municipal de Proteção Civil

**TO** – Teatro de Operações



## 1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas são umas das principais ameaças ambientais, sociais e económicas para o planeta. Estas, têm-se vindo a observar, com o aumento da temperatura, com a alteração dos padrões de precipitação, com a subida do nível médio das águas do mar, interferindo com a estabilidade das zonas costeiras. Prevê-se a continuidade deste tipo de situações, e que sejam cada vez mais frequentes a ocorrência de fenómenos climáticos extremos como inundações ou seca, dependendo da localização geográfica. As alterações têm tido uma intervenção negativa nos ecossistemas, forçando a migração de algumas espécies de animais e plantas.

Esta situação influencia de forma negativa alguns sectores socioeconómicos, como a agricultura, silvicultura, produção de energia, turismo, transportes etc. (Change I. P., 2023).

Desde os meados do século XX, que as AC são uma das maiores ameaças ambientais, sociais e económicas para o planeta e para o Homem. Desde então, temos notado um aumento gradual da temperatura do Planeta, o padrão de precipitação tem sofrido alterações ao longo dos tempos, os glaciares de gelo e a neve estão a derreter nas zonas árticas, polares e de montanhas, contribuindo assim para a subida do nível médio das águas do mar, afetando principalmente as zonas costeiras. É esperado que estas situações continuem, e até que se repitam cada vez mais vezes, assim como, os fenómenos climáticos extremos, tais como inundações ou secas em várias localizações do nosso planeta. A gravidade destes impactos, depende da localização geográfica, bem como da capacidade económica e das técnicas para adoção e implementação de medidas de proteção (Basis, 2023).

Tudo indica que a intervenção humana sobre o sistema climático está a ocorrer à escala global (Change I. P., 2023). Por outro lado, as recentes alterações climáticas têm provocado impactos nos sistemas naturais e humanos em todos os continentes e oceanos (Change I. P., 2023). Essa alteração tem exercido o uma influência negativa nos ecossistemas, que tem obrigado à migração de certas espécies de animais e plantas para outras regiões, e, até à extinção de algumas espécies que não se conseguem adaptar. Esta situação, interfere negativamente com alguns setores no âmbito socioeconómico, tais como, a agricultura, a silvicultura, a produção de energia, o turismo e os transportes. Para minimizar estes problemas, foi necessário implementar medidas de mitigação e adaptação para os vários setores, que incluíssem os diversos níveis da tomada de decisão (internacional, nacional e local).

A Região de Aveiro é uma região com elevada vulnerabilidade aos impactos das AC – Alterações Climáticas (IDAD, 2014). O IDAD mostra-nos que Aveiro tem sido alvo de vários estudos nesta temática, quer com projetos de investigação, trabalhos de consultoria, etc.

## **1.1. ENQUADRAMENTO**

As inundações são fenómenos naturais impossíveis de evitar e, dependendo da sua grandeza e da frequência, podem ser perigosas, fazendo assim, parte dos riscos naturais a que a sociedade está exposta. As inundações podem provocar perda de vidas, desalojados, danos no ambiente, bem como, impactos socioeconómicos relevantes.

Em 2007, a União Europeia regulamentou um novo quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações nos estados-membros (Europeu P. , 2023). Este, definido na Diretiva 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro.

A diretiva aponta para um quadro de medidas de redução dos riscos de inundações na EU, através da avaliação dos riscos de inundações nas bacias hidrográficas e nas regiões costeiras, da cartografia das zonas propensas a inundações graves e da elaboração de planos de gestão dos riscos de inundações, tendo como base a cooperação entre os países da EU. Este quadro explica a importância da elaboração da cartografia de risco de cheias e inundações, a partir da qual são definidos os respetivos planos de gestão. Estes, devem ser assumidos como ferramentas de planeamento (criação de medidas não estruturais) para trabalhar em conjunto com os planos de ordenamento e planos de emergência (EUR- Lex , 2023).

O desenvolvimento deste trabalho, teve como apoio um projeto de investigação científica, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, o Projeto “DISASTER - Desastres naturais de origem hidro-geomorfológica em Portugal”. Neste estudo, foi feito o aprofundamento da avaliação da suscetibilidade e perigosidade e uma análise dos impactos e vulnerabilidade em eventos de cheia e inundações. (Disaster, 2023)

## **1.2. JUSTIFICAÇÃO DO TEMA**

Aveiro é um território, que agrupa vários tipos de água (doce e salgada) e morfologias, usufruindo de uma vasta zona costeira e zona lagunar, que sofrem muitas influências do Rio Vouga e seus afluentes. Devido a todas estas particularidades, o comportamento da Ria de Aveiro não é de análise simples, tendo assim, várias variáveis que o afetam, motivando o desenvolvimento do estudo que se apresenta.

Este trabalho tem como objetivo principal a aquisição e divulgação de conhecimento no âmbito da avaliação e gestão do risco de cheias e inundações, contribuindo assim, para uma melhoria, compreensão e resolução de problemas originados por este tipo de eventos.

Assim, tendo base o objetivo principal, terão que ser desenvolvidos objetivos específicos, tais como:

- Aplicação e desenvolvimento de diferentes metodologias de avaliação da suscetibilidade e da perigosidade a cheias e inundações, compreender qual a sua aplicação e identificar as suas vantagens;
- Caracterizar o registo histórico de cheias e inundações;
- Analisar os contextos que podem gerar propensão para o acontecimento deste tipo de eventos, com a distribuição temporal e espacial;
- Propor práticas de gestão do risco, adaptadas às características do terreno e das bacias hidrográficas;
- Contribuir para uma eficiente implementação da Diretiva 2007/60/CE;

## **1.3. METODOLOGIA GERAL**

Para conseguir atingir os objetivos desta dissertação, adotou-se a seguinte metodologia geral:

- Revisão de literatura de enquadramento sobre Alterações Climáticas, evidências e impactos, em especial em Portugal;
- Pesquisa de informação e caracterização da Região da Ria de Aveiro;
- Recolha de estudos, projetos de investigação, teses, dissertações e publicações científicas de revistas internacionais, Publicações científicas de conferências nacionais e internacionais sobre o tema em estudo, na Região de Aveiro e Portugal;

- Organização da informação por tópicos, tendo em conta as áreas temáticas abordadas;
- Elaboração de Inquéritos/ questionários que nos mostrem qual a perceção dos inquiridos relativamente ao tema;

#### **1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está organizada em cinco capítulos. O presente capítulo apresenta o enquadramento e as motivações deste estudo, define os objetivos e a organização do texto.

No primeiro capítulo “INTRODUÇÃO”, faz-se um enquadramento, justificação e uma apresentação da metodologia e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo “ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS”, fala-se das Alterações Climáticas em geral, fazendo referência à Política Internacional, Política Europeia, problemática das inundações, suscetibilidade e perigosidade a cheias e inundações, geomorfologia da cidade de Aveiro, bacia de drenagem, caudais da ria, ordenamento do território, caracterização da zona de estudo, fazendo referencia aos caudais de água doce e água salgada, bem como algumas referencias históricas de situações de cheia passadas.

No terceiro capítulo “PROTEÇÃO CIVIL”, fala-se no papel da proteção civil na gestão do risco de inundações, faz-se uma avaliação do risco de inundações em Portugal, avaliação do risco de inundações em bacias hidrográficas, métodos de avaliação do risco de inundação e quais as medidas na gestão do mesmo, medidas gerais de planeamento municipal, estrutura urbana sustentável, uso de solos, resposta à emergência, comunicação do risco.

O quarto capítulo “ASPECTOS METODOLÓGICOS: INQUÉRITOS E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA”, fala-se quais os procedimentos para a recolha de dados junto de uma amostra reduzida (as duas corporações da cidade, Bombeiros Novos e Bombeiros Velhos de e Comando Sub Regional de Emergência e Proteção Civil de Aveiro), através de um inquérito, uma breve caracterização da amostra e apresentação dos inquiridos.

O quinto capítulo “CONSIDERAÇÕES FINAIS”, apresentam-se algumas conclusões ao estudo desenvolvido, bem como algumas propostas de procedimentos de melhoria para eventos desta natureza.

## **2. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

### **2.1. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL**

Em Portugal, o clima é predominantemente influenciado pela latitude, devido à orografia e à proximidade com o Oceano Atlântico. Dada a posição geográfica de Portugal, a influência do Oceano Atlântico e a dimensão da costa portuguesa, são fatores de relevância na variação da temperatura do ar.

Relativamente à precipitação, Portugal apresenta uma distribuição irregular, podendo ser distinguido um período mais chuvoso (que concentra cerca de 42% da precipitação anual) e um período mais seco (que concentra cerca de 6% da precipitação anual) (IPMA, 2023). A precipitação média anual tem os valores mais altos no Minho e Douro Litoral e os valores mais baixos no interior do Baixo Alentejo.

As alterações climáticas mostram-nos um aumento do nível médio do mar e a frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos, tais como, ondas de calor, secas e precipitação intensa em curtos períodos.

Portugal apresenta particularidades climáticas e topográficas que o põem na lista dos países do sul da Europa com mais sensibilidade aos impactos das Alterações Climáticas (Carlos Borrego, 2009).

Os dados consequentes das medições feitas entre 1931 e 2000, em algumas estações de Portugal continental, apontam para uma tendência do aumento da temperatura média anual desde 1972. Segundo informação de (Carlos Borrego, 2009), neste período verificou-se uma diminuição da precipitação na Primavera, e ligeiros aumentos nas restantes estações do ano.

Grande parte da população portuguesa vive em zonas costeiras, sendo que, estas zonas apresentam áreas de maior vulnerabilidade a acidentes naturais. Assim, podemos concluir que a subida do nível médio das águas do mar é a principal responsável pelas catástrofes desta natureza (Carlos Borrego, 2009).

De acordo com os dados do IPCC, deste 1990 o nível médio do mar em Portugal subiu cerca de 0.2 a 2 metros (IPCC, 2013).

Relativamente à saúde humana, o aumento da ocorrência de ondas de calor, o aumento de episódios de poluição fotoquímica e o aumento de doenças transmitidas por vetores

conduzirão a uma degradação da qualidade de vida dos cidadãos e a um aumento da pressão sobre os serviços de saúde (Carlos Borrego, 2009).

As alterações climáticas, podem causar grandes choques para o sector económico, devido às perdas humanas e materiais associadas aos eventos climáticos extremos, aos investimentos necessários para implementar medidas mitigadoras e de adaptação, conforme nos mostra a Figura 1 (Carlos Borrego, 2009).



Figura 1 – Estamos Preparados para as alterações Climáticas? | Fonte - (APA, 2023)

## 2.2. POLÍTICA CLIMÁTICA

As decisões relacionadas com as políticas de adaptação, definem-se, tendo como base as ações que envolvem todos os sectores de tomada de decisão, desde o nível local ao internacional, envolvendo os governos dos vários países, uma vez que a temática das alterações climáticas é de escala global, (Figura 2).

O projeto PESETA II (Projeção de impactos económicos das mudanças climáticas em setores da União Europeia com base na análise bottom-up), dividiu a União Europeia em cinco regiões (Portugal, Espanha, Itália, Grécia e Bulgária) (JC Ciscar (ed.), 2014). Estas perdas económicas devem-se aos impactos das alterações climáticas, relacionados com a agricultura, a energia, cheias e inundações, incêndios florestais, saúde humana, secas e zonas costeiras (APA, 2023).



**Figura 2** - Exemplos de políticas de adaptação e mitigação das mudanças climáticas | Fonte: (GCB, 2023)

### 2.3. POLÍTICA INTERNACIONAL

Apesar de todas as discussões sobre o alcance temporal e gravidade das consequências associadas às alterações climáticas, a comunidade internacional concorda com a necessidade de adotar medidas preventivas destinadas a reduzir o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa.

Estas estratégias estão alinhadas com os esforços para alcançar um desenvolvimento sustentável caracterizado pelo uso racional dos recursos e pela minimização dos impactos ambientais e socioeconómicos.

Com foco na mitigação dos efeitos da crise climática já presente, o III relatório do IPCC, faz uma avaliação do progresso do cumprimento dos objetivos de mitigação das alterações climáticas e analisa as fontes de emissões globais de Gases com Efeito de Estufa. Além disso, detalha os desenvolvimentos nos esforços de redução de emissões por forma a avaliar o impacto dos compromissos nacionais relativamente às metas de mitigação de emissões (IPCC, 2013).

O relatório concluiu que se as atuais trajetórias de emissões se mantiverem, colocam o planeta no caminho de um aquecimento de cerca de 3,2°C. E mesmo se os atuais compromissos climáticos nacionais forem cumpridos, não serão suficientes para limitar o aquecimento a 1,5°C, colocando o mundo no caminho para um aumento de pelo menos 2,2°C. Concluiu também, que o investimento global na transição para um mundo low-carbon é cerca de seis vezes menor do que o necessário e que este gap no investimento é reflexo de uma má alocação de capital. Além disso, avalia como o mercado e as ferramentas regulatórias podem ajudar a promover a inovação e a competição tecnológica, duas estratégias para aumentar o incentivo para a redução de emissões. Remover os subsídios aos combustíveis fósseis e introduzir um carbon pricing direcionaria mais investimentos para soluções renováveis, por exemplo (IPCC, 2013).

O financiamento climático é fundamental para alcançar as metas climáticas, segundo o relatório. No entanto, a implementação lenta dos compromissos por parte dos países e stakeholders do setor financeiro não reflete a necessidade de ação climática urgente (IPCC, 2013).

Os gaps no investimento são visíveis em todos os setores e regiões. Os investimentos “verdes” necessitam de aumentar 2 a 5 vezes na geração de eletricidade, 2 a 7 vezes em eficiência energética, 7 a 8 vezes no setor dos transportes e 10 a 29 vezes na agricultura, silvicultura e outros usos da terra. Os fluxos financeiros destinados à mitigação são ainda

muito baixos em todos os países, especialmente nas economias em desenvolvimento (IPCC, 2013).

O financiamento climático assume assim extrema importância no caminho para a alcançar os objetivos do Acordo de Paris. Não só no setor privado, como no setor público, mas especialmente através da cooperação entre ambos. Uma intensificação de financiamento público na próxima década é fundamental para ajudar a redirecionar os mercados de capitais e colmatar as necessidades de investimento. O papel do setor público passa não só por subsídios diretos e indiretos, mas também pelo tratamento de falhas de mercado, barreiras, disponibilização de informação e partilha de riscos, que pode incentivar uma mobilização mais eficiente do financiamento do setor privado, de acordo com o relatório (Figura 3).

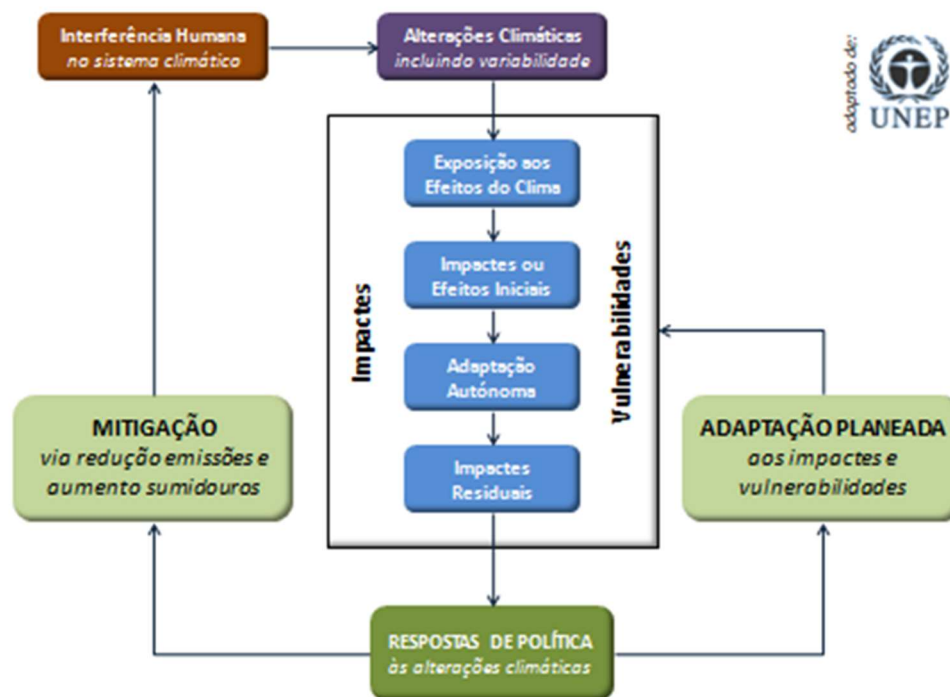


Figura 3 - Políticas e Medidas de Adaptação | (APA, 2023)

## 2.4. POLÍTICA EUROPEIA

Segundo a AEA - Agência Europeia do Ambiente a EU – União Europeia adotou várias ações que visam a redução das emissões de GEE. Com a validação do Protocolo de Quioto, que insta os 15 Estados-Membros (UE-15) a reduzirem as suas emissões coletivas, durante o período de 2008-2012, em 8% relativamente aos níveis registados em 1990 (APA, 2023).

A UE impôs aos seus membros o apoio ao desenvolvimento de tecnologias de captura e armazenamento de carbono, a fim de capturar e armazenar o CO<sub>2</sub> emitido por centrais elétricas e outras.

Em abril de 2015 a CE - Comissão Europeia publicou a Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas, que contém três objetivos:

- Promover a ação dos Estados Membros visando estimular os Estados-Membros a adotarem Estratégias abrangentes;
- Colmatar as lacunas e aprofundar a Climate-ADAPT;
- Adotar ações destinadas à defesa das alterações climáticas que tem como principal objetivo, promover a adaptação em setores vulneráveis, viabilizar a preservação da política agrícola comum, da política de coesão e da política comum das pescas, assegurar infraestruturas mais resilientes e promover alguns produtos financeiros para decisões de investimento e empreendimento resilientes (APA, 2023).

Depois da adoção do Pacote Clima e Energia da UE, a Comissão Europeia promoveu o Pacto de Autarcas, para fomentar e apoiar os esforços das autarquias locais na implementação de políticas de energia sustentável com o objetivo de reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> no seu respetivo território em pelo menos 20% até 2020.

Tendo em conta as suas características, este é o único movimento desta natureza que mobiliza os autarcas locais e regionais para o cumprimento dos objetivos da UE. O Pacto de Autarcas é considerado pelas instituições Europeias como um modelo excepcional de governação a vários níveis.

O Pacto de Autarcas (Mayors Adapt) foi criado pela Comissão Europeia em março de 2014. São mais de 130 as cidades europeias assinantes do “Mayors Adapt”, estas visam contribuir para o objetivo global de Adaptação da União Europeia através do desenvolvimento de uma estratégia de adaptação local abrangente (Adapt. Local, 2016).

## 2.5. PROBLEMÁTICA DAS CHEIAS E INUNDAÇÕES

Desde as civilizações primitivas, que as cidades se começaram a formar nas margens dos rios. Esta escolha deve-se essencialmente pela facilidade de transporte ao longo do rio e pela proximidade aos terrenos agrícolas mais férteis.

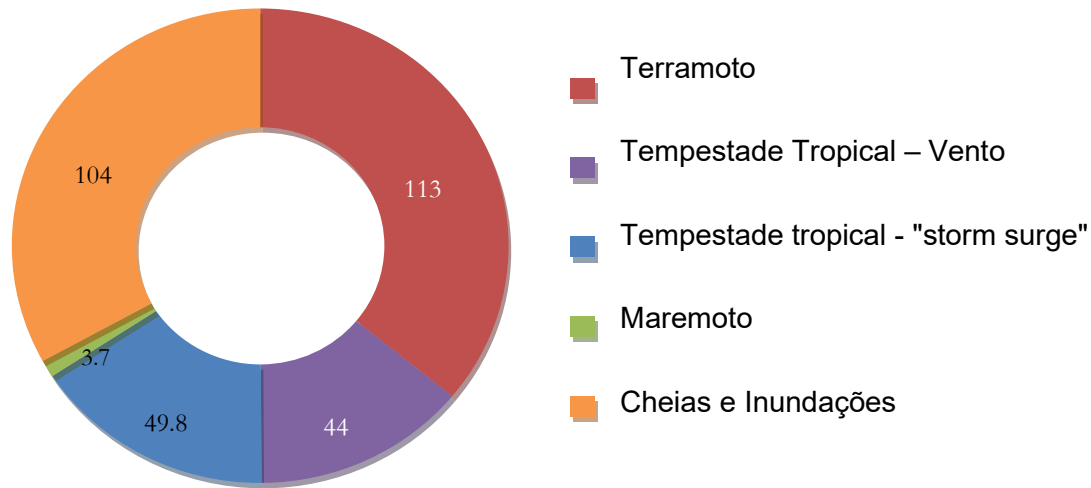
Existem diferenças fundamentais entre inundações em zonas rurais e urbanas. As inundações em zonas rurais podem afetar áreas muito extensas e atingir as frações mais pobres da população, enquanto que as inundações urbanas mostram prejuízos económicos, por se tratar de zonas densamente povoadas e de elevada atividade económica.

As inundações estão associadas a eventos extremos de precipitação. A severidade dos eventos meteorológicos extremos depende do grau de vulnerabilidade e de exposição a esses eventos.

A ocorrência de inundações, em conformidade com o que ocorre com outros perigos naturais, transformasse num desastre natural, quando existe a sobreposição do perigo com o contexto geográfico e social (Alexandre, David, 2012).

Para além da dinâmica geográfica e social causadora de mais exposição e vulnerabilidade, o próprio processo de inundação é distinguido pela difícil previsão dos fatores causadores (baixa capacidade de prever um temporal, ocorrência de eventos de precipitação concentrada de curta duração, quantificação dos efeitos dos incêndios ao nível dos caudais líquidos e sólidos).

Os dados apresentados no último GAR 2019, salientam a relevância das cheias e inundações como processo causador de elevadas perdas no mundo, perfazendo um total de perdas anuais médias estimadas em 314 mil milhões de dólares, devido a terremotos, maremotos, tempestades tropicais e cheias fluviais, conforme Figura 4 (GAR, 2019).



**Figura 4 - Perdas anuais médias no mundo | segundo o GAR de 2019**

Na Europa, os impactos causados pelas cheias e inundações têm registado um aumento considerável nas últimas décadas, especificamente devido ao aumento da população, bens e atividades em áreas propensas a inundação (Barredo, JI, 2009), (Barredo, JI, 2007).

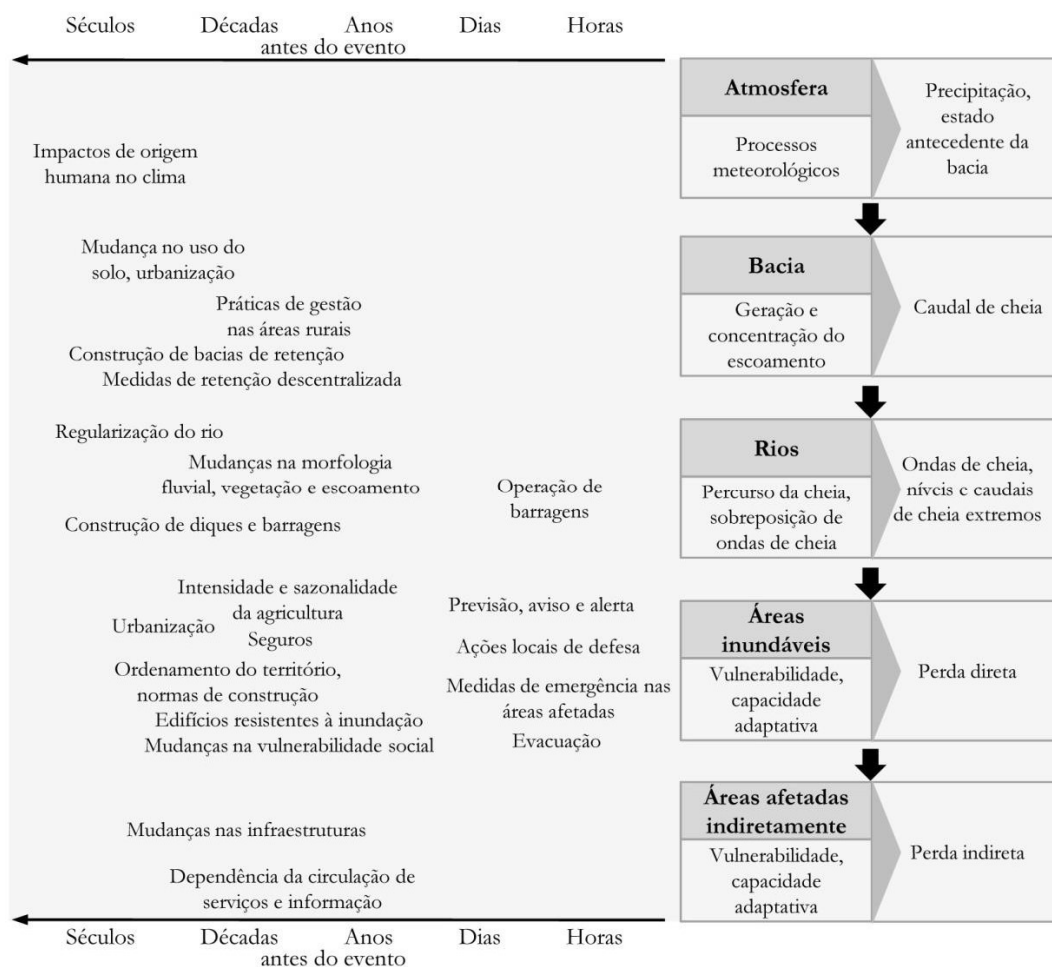
Em Portugal, considerando os cinco tipos de eventos representados na Figura 4, o GAR 2019, estima um valor de perdas médias anuais de 141,38 milhões de dólares devido a cheias fluviais, um valor seguido de longe pelos terremotos (7,35 milhões de dólares).

Relativamente á mortalidade e pessoas afetadas em Portugal, o (GAR, 2019), mostra-nos que as cheias são responsáveis por 24% das vítimas mortais, considerando todos os processos naturais causadores de mortalidade, sendo apenas ultrapassadas pelas ondas de calor.

Dados recentes, noticiados pela imprensa escrita, demonstram-nos a severidade e a frequência das ocorrências de desastres desta natureza com perdas humanas (Zezeze, 2014). Os impactos negativos provocados por este tipo de fenómenos, em particular pelas cheias rápidas, são significativos no que respeita a perdas humanas. A base de dados DISASTER demonstra um aumento do número de vítimas mortais, também as perdas materiais mostram uma tendência crescente, em algumas áreas, comprovadamente relacionada com processos de concentração e macrocefalia urbana.

O projeto CIRAC, desenvolvido pela Associação Portuguesa de Seguradores, consiste na avaliação quantitativa do risco de cheias e inundações. Este, faz também uma abordagem metodológica na análise dos elementos expostos, suscetibilidade e vulnerabilidade.

Assim, conclui-se que a problemática das cheias e inundações é marcada pela intervenção humana e requer respostas a diversos níveis e escalas espaciais e temporais. (Figura 5)



**Figura 5 - Capacidade de intervenção humana dos sistemas do risco de cheias e inundações | Fonte: (Merz, 2010)**

Em Portugal, a problemática das cheias e inundações nasce no campo dos conceitos. A Diretiva 2007/60/CE (EUR- Lex , 2023), elege uma uniformização do conceito à escala europeia. Apesar de serem considerados vários processos causadores de inundação (sejam as cheias de origem fluvial, repentinas, inundações urbanas e marítimas em zonas costeiras), o documento opta apenas pelo termo “inundação” para se referir aos cenários de riscos de inundações, cenários de inundações e impactos negativos das inundações.

O lançamento do “Guia Metodológico para a Produção de Cartografia de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica de Base Municipal” consistiu num

importante esforço de clarificação terminológica para as Ciências do Risco, principalmente riscos naturais, tecnológicos e ambientais.

A **Tabela I** apresenta os principais conceitos expressos no guia (Merz, 2010).

**Tabela 1** - Conceitos relevantes na esfera da avaliação do risco | Fonte: (Merz, 2010)

<b>Conceito</b>	<b>Definição</b>
<b>Perigo</b>	Processo ou ação natural, tecnológico ou misto suscetível de produzir perdas e danos identificados.
<b>Severidade</b>	Capacidade do processo ou ação para causar danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que expresse o seu potencial destruidor.
<b>Suscetibilidade</b>	Incidência espacial do perigo. Representa a propensão para uma área ser afetada por um determinado perigo, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência, não contemplando o seu período de retorno.
<b>Perigosidade ou probabilidade do perigo</b>	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação com potencial destruidor, com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo.
<b>Exposição, Elementos expostos, Elementos em risco</b>	População, propriedades, estruturas, infraestruturas, atividades económicas, etc., potencialmente afetáveis a um processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território.
<b>Vulnerabilidade</b>	Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total).
<b>Consequência ou Dano Potencial</b>	Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou ação) perigoso natural, tecnológico ou misto, de determinada severidade.
<b>Risco</b>	Probabilidade de ocorrência de um processo ou ação perigoso e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos.

## 2.6. SUSCETIBILIDADE E PERIGOSIDADE A CHEIAS E INUNDAÇÕES

As metodologias de avaliação da suscetibilidade e da perigosidade aos fenómenos de cheias e inundações confirmam uma grande diversidade de conhecimentos aplicados. (Díez-Herrero, 2023) sugerem a sua classificação segundo três grupos principais de métodos que avaliam a perigosidade a inundações.

- métodos históricos;
- métodos geológico-geomorfológicos;
- métodos hidrológicos e hidráulicos.

Para além destes grupos, (Díez-Herrero, 2023) reconhecem métodos de base botânica e ecológica recorrendo à dendrogeomorfologia e à liquenometria, que ainda se encontram em fase de desenvolvimento.

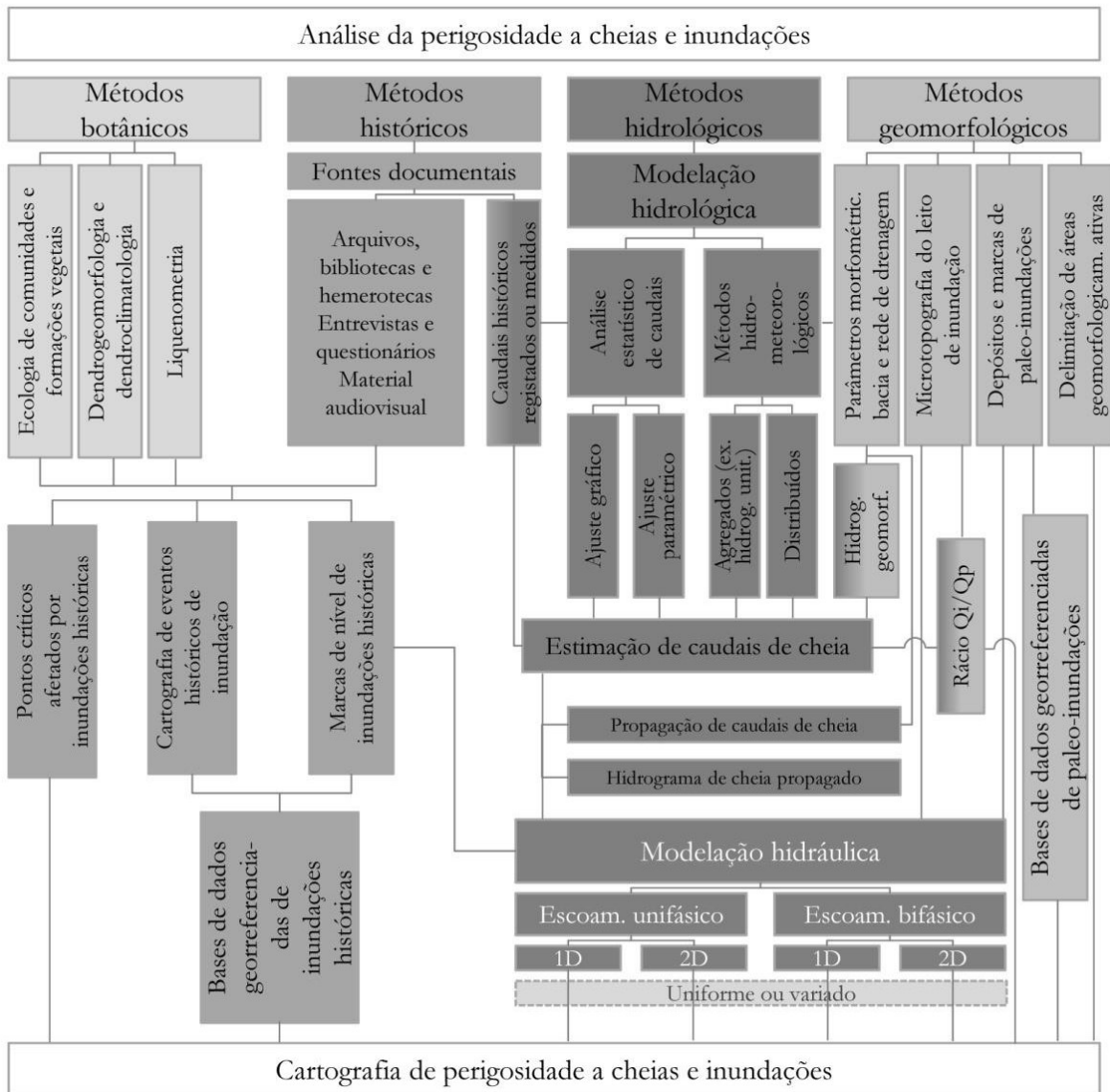
Outra entidade com um importante trabalho realizado na área da avaliação das áreas inundáveis é a Direção Regional do Ambiente de Provence-Alpes-Côte d'Azur.

A Figura 6, mostra um esquema apresentado em (Díez-Herrero, 2023), que descreve os principais métodos da análise da perigosidade de ocorrências de cheias e inundações, especificando as técnicas inerentes a cada grupo, tendo como objetivo principal a elaboração de cartografia de perigosidade.

A análise à figura permite-nos verificar a diversidade de correspondências entre cada método, sendo que cada um é constituído por diversas técnicas e metodologias de trabalho. Confirma-se que os métodos botânicos só possibilitam a produção de cartografia de perigosidade, quando combinados com os métodos históricos. Os outros métodos mostram-nos uma maior liberdade metodológica e alcançam separadamente o objetivo final de cartografia de perigosidade de inundações, que são os métodos históricos e métodos geomorfológicos.

Na Figura 6, a modelação hidráulica é compreendida não como um método independente, mas como uma técnica que utiliza o principal produto da modelação hidrológica (considera os caudais de ponta de cheia), o que nos permite concluir que a modelação hidráulica sem a modelação hidrológica, ou inversamente, não permitem definir áreas de perigosidade a cheias e inundações.

A Figura 6 mostra-nos a existência de ligações próximas entre os vários métodos, criando entre eles uma embaraçada rede de dependências técnicas.



**Figura 6 - Métodos de Avaliação da Perigosidade a Cheias e Inundações | Fonte: (Díez-Herrero, 2023)**

Cada método procura obter a cartografia de perigosidade para os seguintes resultados:

- mapas de áreas inundáveis;
- mapas de isóbatas;
- mapas de isótacas;
- mapas de pontos críticos ou obstáculos ao fluxo;
- perigos induzidos (deslizamentos e fluxos hiperconcentrados de sedimentos, por exemplo);

- mapas de carga de sedimentos;

Um mapa de perigosidade pode abranger a seguinte informação:

- área inundável classificada pelo respetivo intervalo de recorrência
- altura da área inundada
- velocidade do escoamento.

## **2.7. GEOMORFOLOGIA DA CIDADE DE AVEIRO**

A história geológica de cada uma das unidades morfoestruturais presentes na área da ria de Aveiro, da qual resultam diferentes litologias e condicionamentos, vai influenciar as formas de relevo. Se observarmos o mapa hipsométrico da área em estudo (Figura 7), chegamos à conclusão que a ria de Aveiro está integrada numa grande faixa plana, de cotas inferiores a 200 metros, assinalada de plataforma litoral.

A geomorfologia assenta na avaliação da perigosidade a cheias e inundações no princípio do atualismo que defende que “o presente é a chave do passado”, e que consiste ainda hoje num dos princípios básicos do raciocínio geológico (Hutton's, James, 1785). Recorrendo ao conhecimento geomorfológico e geológico, este método está apto a analisar as cheias passadas a diferentes escalas temporais, desde há milhares de anos atrás até aos nossos tempos (Hutton's, James, 1785).

As inundações são processos naturais, fortalecidos pela urbanização, que transporta inúmeras complicações para as cidades.

A gestão do risco de inundação, inclui medidas de planeamento implementadas dentro da bacia hidrográfica e da planície de inundação em estudo, para mitigar as inundações (Goddard, J., 1076).

A gestão do risco de inundação possui três objetivos comuns:

- Redução da área de inundação para aumentar as terras habitáveis;
- Redução no estágio de inundação e pico de vazão;
- Redução na duração de inundação.

Apesar de serem técnicas bastante utilizadas em todo o mundo, sua eficácia depende da compreensão da hidrologia, dos processos geomorfológicos, bem como da Geologia do Quaternário e o quadro sedimentológico do sistema fluvial associado (Hudson, P.F., 2008).

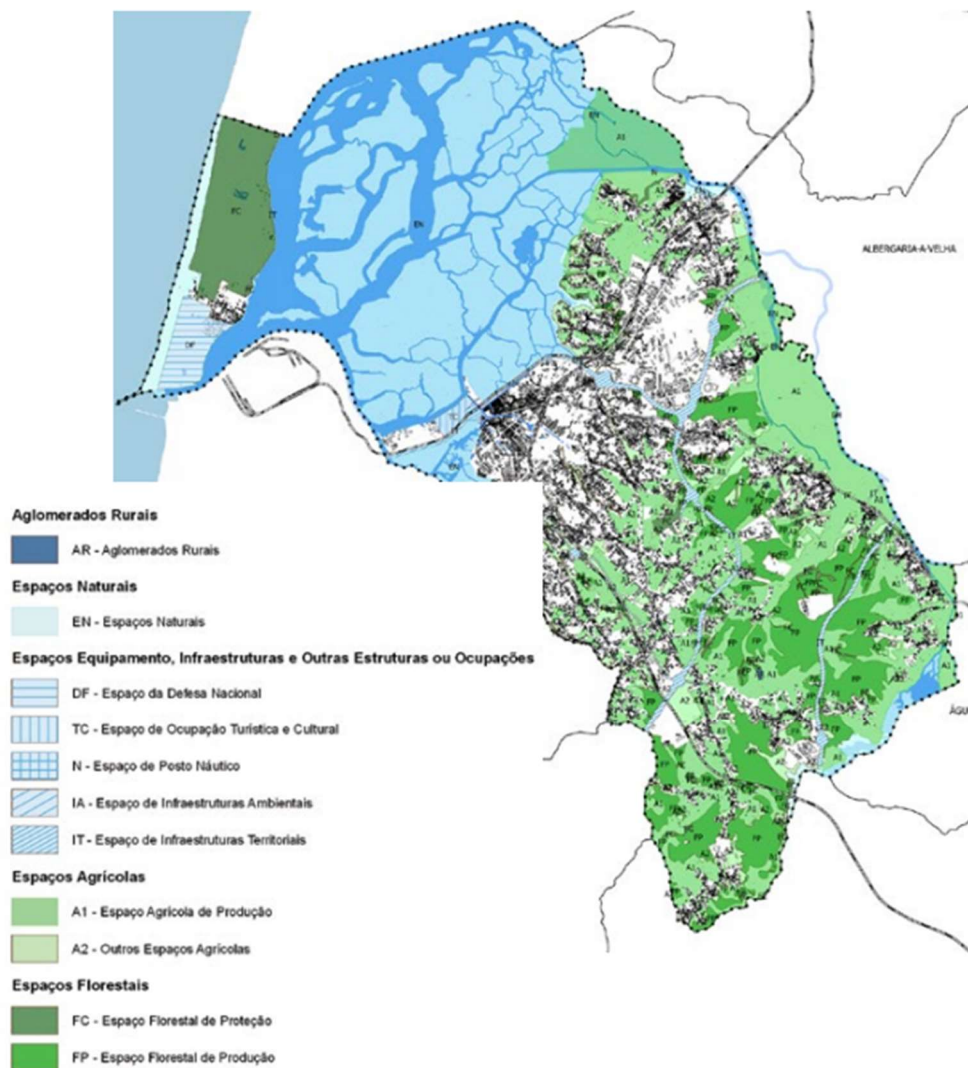


Figura 7 - Geomorfologia da Cidade de Aveiro | Fonte: (CMA, Câmara Municipal de Aveiro, 2023)

## 2.8. BACIA DE DRENAGEM

O rio Vouga nasce na Serra da Lapa, a cerca de 930 m de altitude e percorre 148 km até desaguar na Barra de Aveiro. A sua bacia hidrográfica, está situada na zona de transição entre o Norte e o Sul de Portugal. É limitada a sul pela Serra do Buçaco, que a separa da bacia do rio Mondego, e a Norte pelas serras de Leomil, Montemuro, Lapa e Serra de Freita, que a separa da bacia do rio Douro (APA, 2013).

Esta bacia, representa um conjunto hidrográfico de rios que desaguam muito perto da foz do Vouga, numa laguna que comunica com o mar, a Ria de Aveiro, e uma espessa rede de canais mareais relacionados com a mesma laguna. Os principais rios deste conjunto são: o rio Vouga (e seus afluentes até à confluência com o rio Águeda), o rio Águeda e o seu afluente, Cértima, podendo adicionar-se-lhe o rio Caster e o rio Antuã, na parte Norte, e o rio Boco e a ribeira da Corujeira, a Sul, todos a desaguar na Ria de Aveiro, mas hidrograficamente independentes do Vouga, conforme Figura 8.

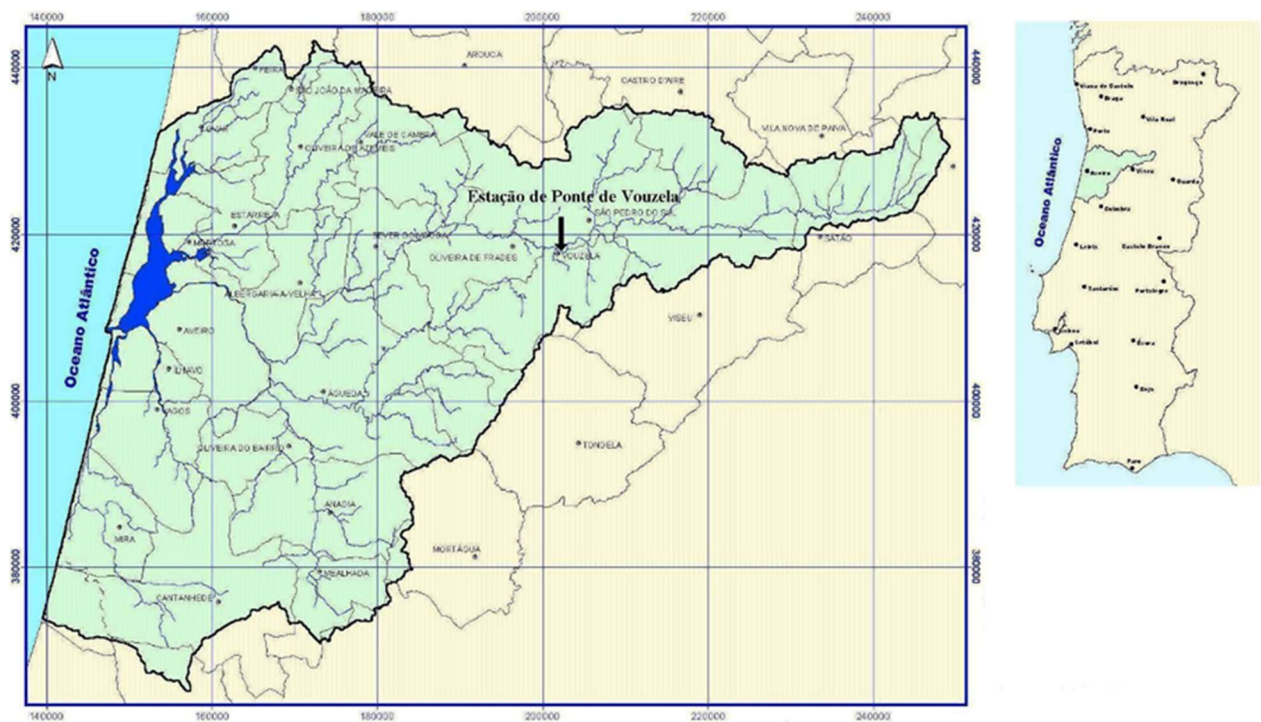


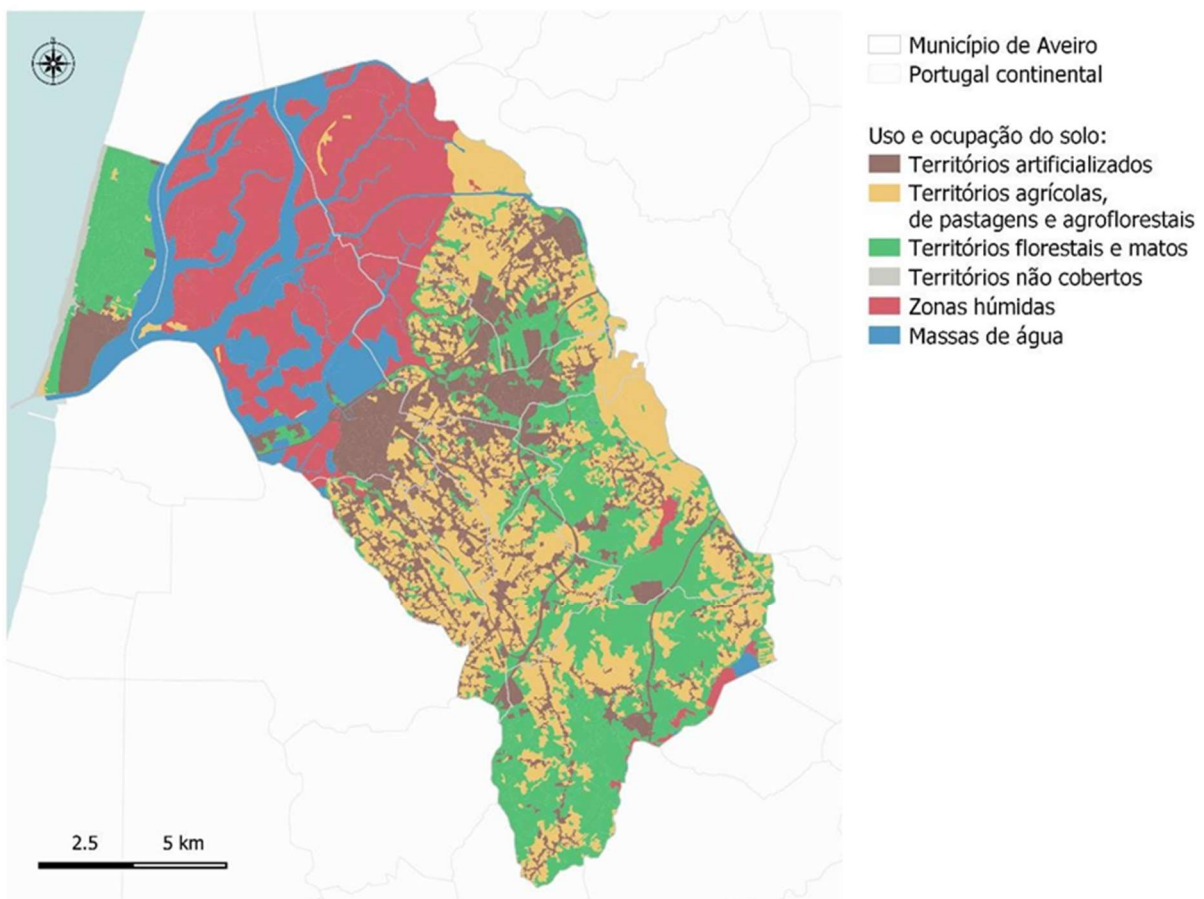
Figura 8 - Bacia de Drenagem | Fonte: (APA, 2023)

### 2.8.1. CAUDAIS DA RIA DE AVEIRO

Aveiro é uma região em mudança que tem desenvolvido projetos em diversas áreas direta ou indiretamente associadas à sustentabilidade energética e climática.

É uma cidade marcada pela presença da Ria de Aveiro, e uma das principais atividades turísticas centra-se no principal ‘braço’ da ria. É uma cidade de topografia plana, o que facilita a circulação pedonal e de bicicletas. A implementação dos edifícios é feita sobretudo na vertical, sendo que as pessoas habitam sobretudo prédios e não moradias, sendo estas mais características das zonas costeiras (CMA, 2023).

O Município de Aveiro apresenta uma geografia peculiar, caracterizando-se por possuir grande parte do seu território ocupado por zonas húmidas e massas de água doce e salgada, conforme Figura 9.



**Figura 9** - Uso e ocupação do solo | Fonte: (CMA|DGT)

Os elementos hidrográficos de maior impacto no território concelhio são o Rio Vouga e afluentes e a Ria de Aveiro.

O rio Vouga nasce na Serra da Lapa, a cerca de 930 m de altitude e percorre 148 km até desaguar na Barra de Aveiro (CMA C. M., 2020).

O Município de Aveiro integra a região hidrográfica do Vouga. Esta bacia situa-se na zona de transição entre o Norte e o Sul de Portugal, sendo limitada pelos paralelos 40°15' e 40°57' de latitude Norte e os meridianos 7°33' e 8°48' de longitude Oeste. É confinada a sul pela Serra do Buçaco, que a separa da bacia do rio Mondego, e a Norte pelas serras de Leomil, Montemuro, Lapa e Serra de Freitas, que a separa da bacia do rio Douro (APA, 2016).

Esta bacia não constitui, no seu conjunto, uma bacia “normal”, com um rio principal bem diferenciado e respetivos afluentes. Trata-se de um conjunto hidrográfico de rios que atualmente desaguam muito perto da foz do Vouga numa laguna, correspondente à Ria de Aveiro, havendo ainda uma densa rede de canais mareais e de delta relacionados com esta mesma laguna (CMA C. M., 2020), Figura 10.

O Baixo Vouga Lagunar, situado na foz do Rio Vouga, ocupa uma superfície de cerca de 4.600 ha e abrange os concelhos de Albergaria-Velha, Aveiro e Estarreja. Este é um agroecossistema de grande vulnerabilidade incluído na zona de proteção especial da ria de Aveiro, com duas grandes unidades de paisagem: os campos agrícolas e as zonas húmidas.



**Figura 3** - Bacia hidrográfica do Rio Vouga e rede hidrográfica | Fonte: (CMA C. M., 2019)

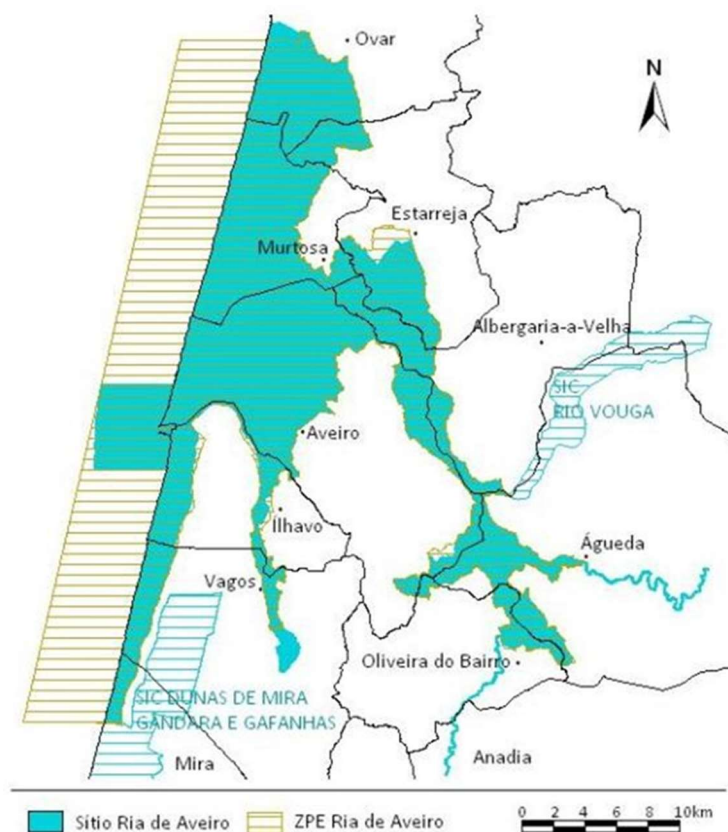
A Ria de Aveiro cobre uma área total de 11.000 ha, sendo que cerca de 6.000 ha estão permanentemente submersos. Esta corresponde a uma laguna, devido à ligação artificial ao mar estabelecida em 1808, com a abertura de uma barra no cordão litoral. No século XX a ligação entre a Ria e o mar deixou de existir, que a par da ação antropogénica sobre esta área, levou à atual configuração da Laguna (Figura 11).

Com um comprimento de 45 km e largura máxima de 8,5 km – é o maior incidente lagunar da Península Ibérica. Ocupando cerca de um terço do território do Município de Aveiro, contribuindo para um microclima com temperaturas amenas, no verão e no inverno. A hidrologia da Ria de Aveiro é essencialmente dominada pela força das marés, responsável pela forte mistura das massas de água. O influxo de água doce, deve-se sobretudo aos rios Vouga e Antuã, bem como o rio Boco após períodos de intensa precipitação.

Estudos sobre os serviços prestados pelos sapais e pradarias marinhas da Ria de Aveiro, têm demonstrado qual o papel destes habitats na mitigação das alterações climáticas, através do sequestro de carbono.

Os sapais e as pradarias marinhas constituem dois tipos de zonas húmidas costeiras e são habitats contíguos, sendo que as pradarias marinhas estão localizadas a uma cota inferior. As pradarias marinhas são colonizadas por ervas marinhas constituintes do “moliço”, e incluem espécies subtidais, que estão permanentemente submersas, ou intertidais, que estão temporariamente submersas ou emersas, dependendo do ciclo de maré. Por sua vez, os sapais são habitats intertidais, estando sujeitos a períodos de emersão e submersão em função do ciclo de maré, e cujas plantas toleram salinidades elevadas (designadas halófitas). O stock de carbono orgânico capturado e armazenado por estes ecossistemas, designado carbono azul, estimado para os sapais da Ria de Aveiro (4.400ha) é cerca de 252.053 Mg de carbono, considerando uma profundidade 25 cm de sedimento. No caso das pradarias marinhas (230 ha), o sequestro de carbono pode atingir 450 mg de carbono se considerarmos a camada superficial de sedimento (10 cm). Contudo, este valor aumentará ainda se forem consideradas maiores profundidades. Estes habitats contribuem ainda para a estabilização da linha costeira e proteção contra a erosão, tempestades e ondas ou inundações (Sousa, 2019) (Sousa A. , 2017).

Apesar dos aumentos das áreas de sapal e pradarias marinhas, as principais causas do declínio da vegetação marinha na Ria de Aveiro foram as alterações na hidrodinâmica da lagoa, particularmente as resultantes de atividades relacionadas com o Porto de Aveiro. Estas atividades resultaram no aumento das pressões hidromorfológicas na ria, devido à dragagem de canais navegáveis.



**Figura 11** - Sobreposição Sítio da Ria com Zona de Proteção Especial Ria de Aveiro | Fonte: (CMA C. M., 2019)

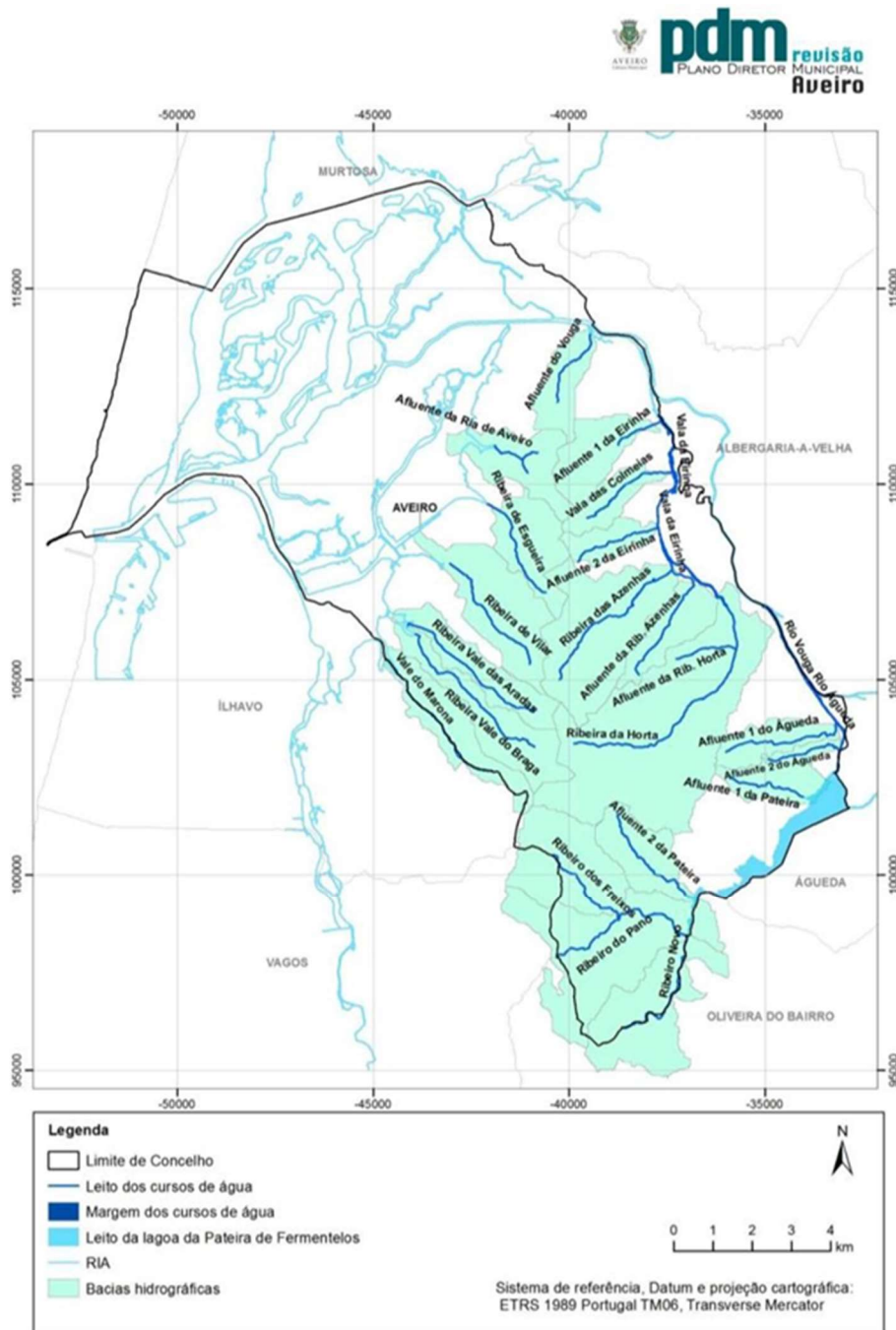
A zona envolvente da Ria de Aveiro é de baixa altitude e relevo orográfico, o que implica uma elevada vulnerabilidade às inundações.

As cheias e inundações ocorrem principalmente na sequência de fenómenos de precipitação extrema e de frequência variável, que de forma natural ou induzida pela ação humana podem resultar na submersão de terrenos usualmente emersos (CMA C. M., 2020).

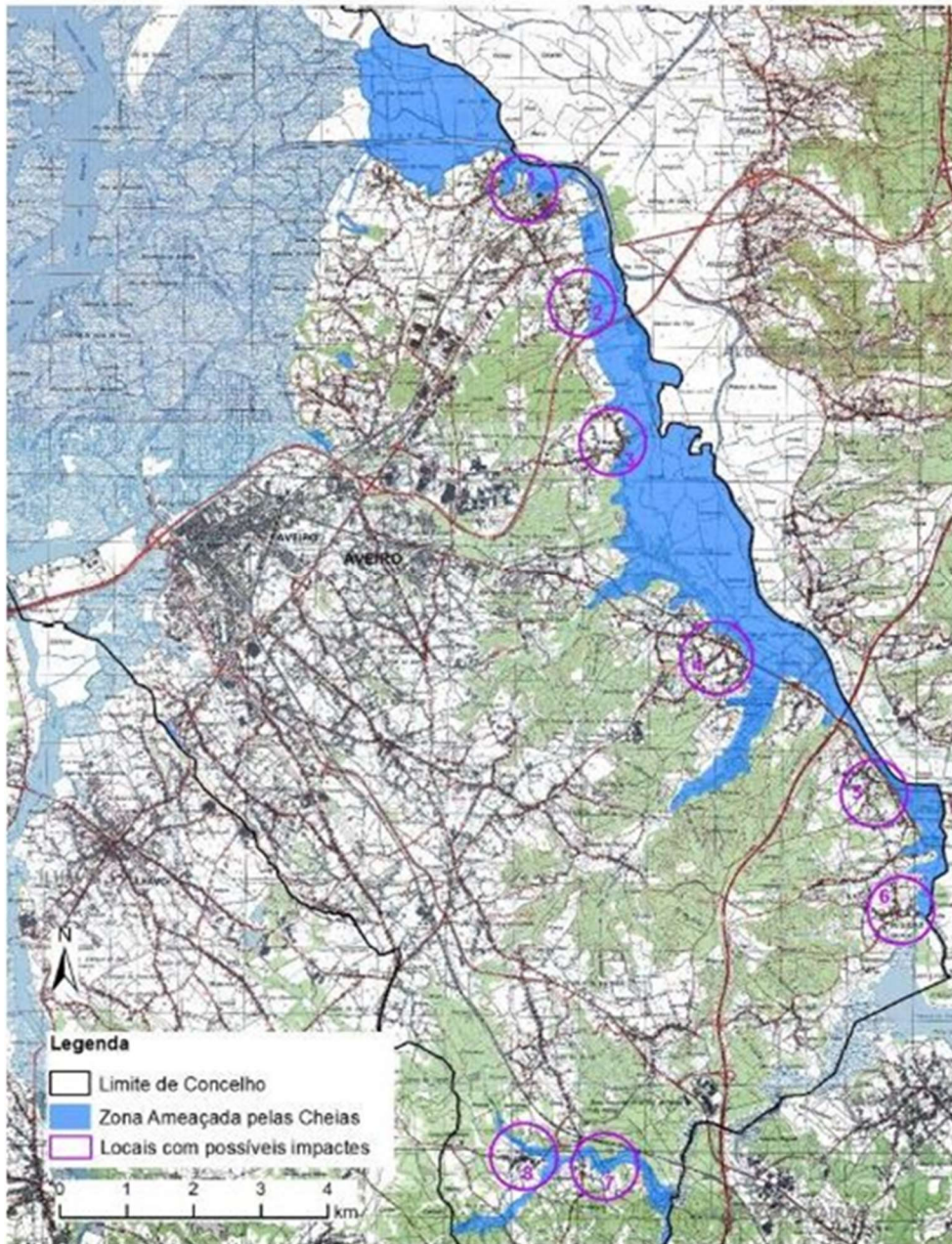
Segundo o PGRI, que se encontra vocacionado para a avaliação de Zonas Críticas onde o fenómeno das inundações é fundamentalmente de origem fluvial (cheias), referindo-se que na aplicação da Diretiva 2007/60 de 23 de outubro não estão incluídas inundações cuja origem seja pluvial (associado ao sistema de drenagem de águas pluviais e domésticas, as, geralmente, designadas por cheias urbanas), costeira nem de origem subterrânea.

No caso da zona em estudo, uma das características desta bacia é a existência de uma resposta imediata da bacia hidrográfica a eventos extremos de intensidades de precipitação elevadas associadas a baixos tempos de concentração.

A Figura 12 e 13 mostram as linhas de águas que se encontram associadas às zonas ameaçadas pelas cheias.



**Figura 12** - Cursos de água e respetivos leitos e margens | Fonte: (CMA C. M., 2019)



**Figura 13** - Locais com possível ocorrência de impactos significativos | Fonte: (CMA C. M., 2019)

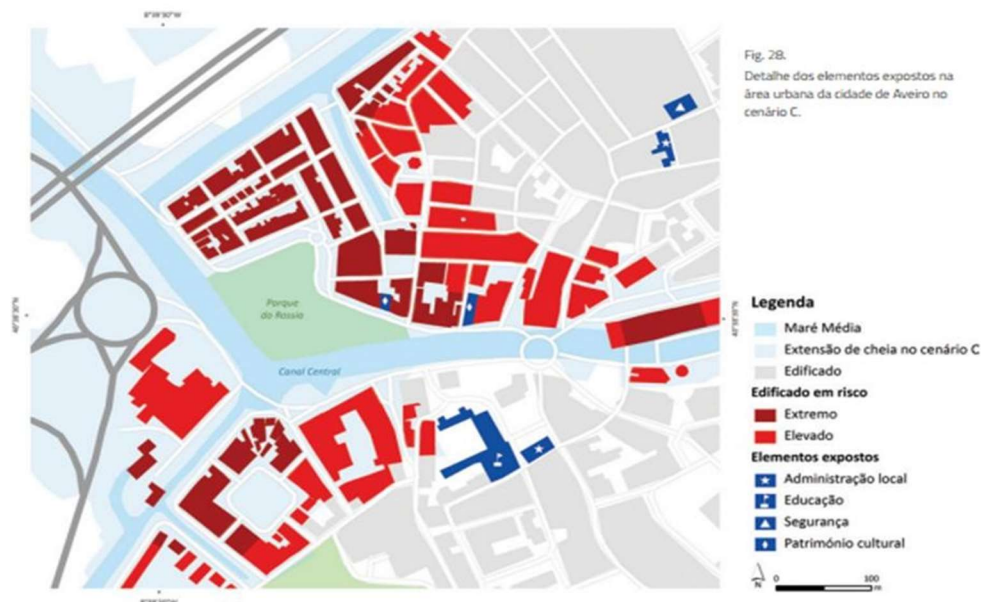
## 2.9. ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

A atuação com vista à redução do risco de inundação está intrinsecamente ligada ao ordenamento e gestão territorial, desde o nível mais conceptual e estratégico até ao nível operacional e local, Figura 14.

Os princípios e objetivos de gestão do risco de inundação devem ser adotados de forma eficaz, de modo a proteger as populações, e bens, a minimizar prejuízos e a atenuar os impactos negativos destes eventos, bem como maximizar eventuais benefícios derivados de cheias naturais.

Na gestão do risco de cheias e inundação é habitual a ponderação de dois tipos de medidas:

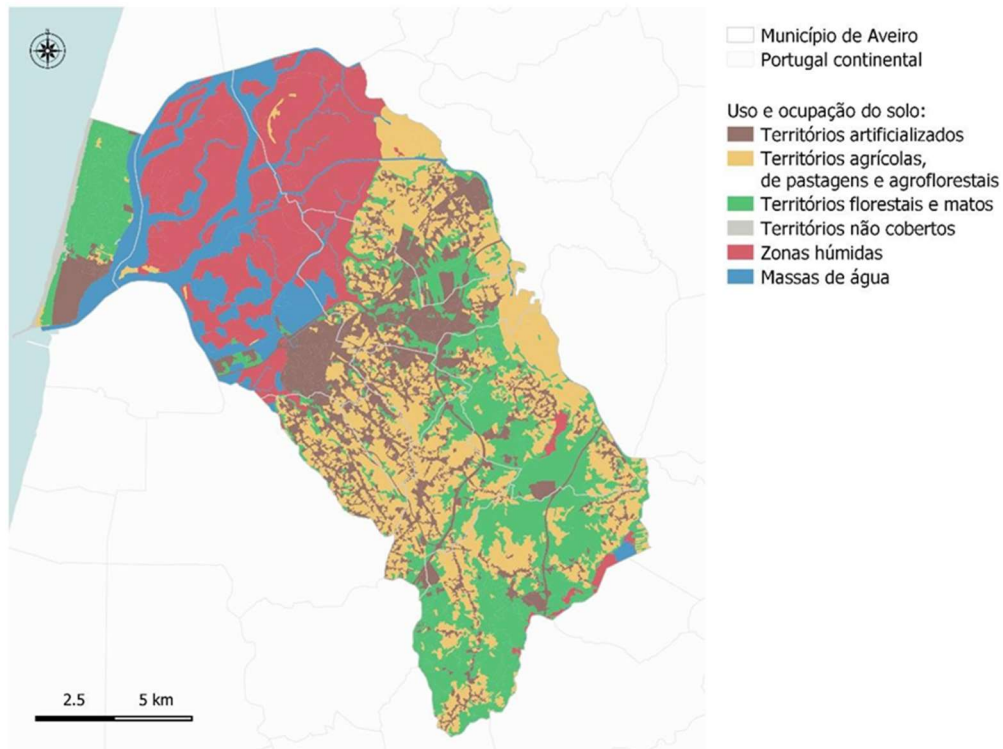
- Estruturais – envolvem diversas formas de intervenção através de intervenção física;
- Não-estruturais - abrangem um vasto leque de alternativas, compreendendo zonamentos e regulamentos de uso do solo em zonas de risco, códigos de construção e manutenção de edifícios e infraestruturas, políticas de aquisição e gestão de solos, seguros, sistemas de previsão e aviso, ações de informação públicas, sistemas de emergência e de medidas de recuperação pós-catástrofe.



**Figura 14** - Elementos expostos às inundações na área urbana da cidade de Aveiro | Fonte: (Alves, Dias, 2013)

O ordenamento do uso do solo em bacias hidrográficas sujeitas a riscos de cheia pode integrar um processo de enquadramento de medidas não-estruturais, através do zonamento e regulamentação do uso do solo em zonas inundáveis, ou em outras, cuja utilização desadequada possa ter influência na intensificação dos efeitos das cheias, Figura 15.

O sistema de gestão territorial português está assente num novo regime jurídico dos instrumentos de planeamento (DL. nº 80/2015 de 14 de maio), estruturados em níveis distintos (nacional, regional, intermunicipal e municipal) (ANEPC A. N., 2023).



**Figura 15 - Uso e ocupação do solo | Fonte: (CMA, Câmara Municipal de Aveiro, 2023)**

## 2.10. CARACTERIZAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

A ria de Aveiro é uma lagoa costeira de águas pouco profundas, ligada ao mar através de uma única entrada.

Localiza-se no litoral centro de Portugal, e está integrada da bacia hidrográfica do rio Vouga. Apresenta uma geometria complexa, descrita pela presença de charcos, marinhas de sal e canais de pequena dimensão.

Na Ria de Aveiro, a hidrologia é dominada pela força das marés, que é responsável pela mistura das massas de água.

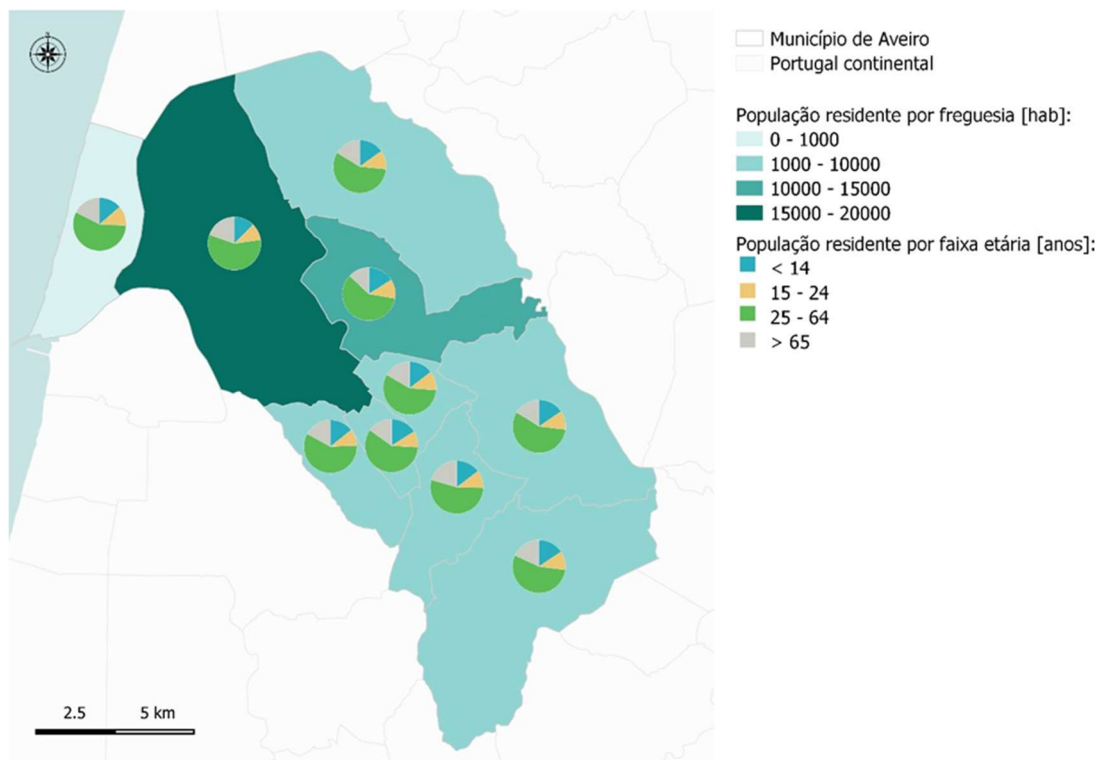
As zonas envolventes à Ria de Aveiro são de baixa altitude e relevo orográfico, o que provoca uma alta suscetibilidade às inundações. Assim, concluímos que a hidrodinâmica depende das condições meteorológicas adversas, chuvas torrenciais, que contribuem para o aumento dos caudais fluviais, ocorrência de baixas pressões, associadas a ventos fortes de sul, que dão origem às sobre elevações do nível das águas do mar. Podemos realçar a ocorrência destas sobre elevações em simultâneo com os episódios de marés altas, tendo em conta a subida do nível médio das águas do mar projetada para a costa, pode dar origem a inundações costeiras.

Assim, tendo em conta as características hidro/ morfodinâmicas da Ria de Aveiro, constatamos uma sensibilidade a factores externos, tais como, factores antropogénicos e alterações climáticas.

No primeiro ponto, salientam-se os efeitos das obras portuárias, o abandono da exploração das salinas e a ausência de manutenção dos vários canais (APA, 2023).

**Tabela 2** - Área das bacias e dimensão dos afluentes da Ria de Aveiro | Fonte: (APA, 2023)

Curso de Água	Área da bacia (km <sup>2</sup> )	Extensão (km)
Rio Cáster	86,7	20,5
Rio Antuã	149,2	38,3
Rio Vouga	3635	147,9
Rio Boco	267,6	30,0



**Figura 164** - População residente por freguesia e por faixa etária | Fonte: (Censos 2021, 2023)

### **2.10.1. CAUDAIS DE ÁGUA DOCE**

Para conseguir apurar os caudais da Ria de Aveiro, temos que ter em conta as massas de água doce e salgada. a Ria de Aveiro, regista um caudal fluvial médio de água doce de 40 m<sup>3/s</sup>. O rio Vouga domina o sistema hidrográfico, este debita na ria um fluxo médio anual de cerca de 25 m<sup>3/s</sup>, o rio Antuã debita cerca de 2,4 m<sup>3/s</sup> nas épocas de chuvas, o fluxo de água doce pode atingir valores de cerca de 820 m<sup>3/s</sup>. Se compararmos os caudais fluviais e os caudais de maré, constatamos que para o funcionamento hidráulico da Ria, os caudais de maré são os mais importantes. Os caudais fluviais, só têm significado para o funcionamento hidráulico nos episódios de cheias (IPE, 2013).

### **2.10.2. CAUDAIS DE ÁGUA SALGADA**

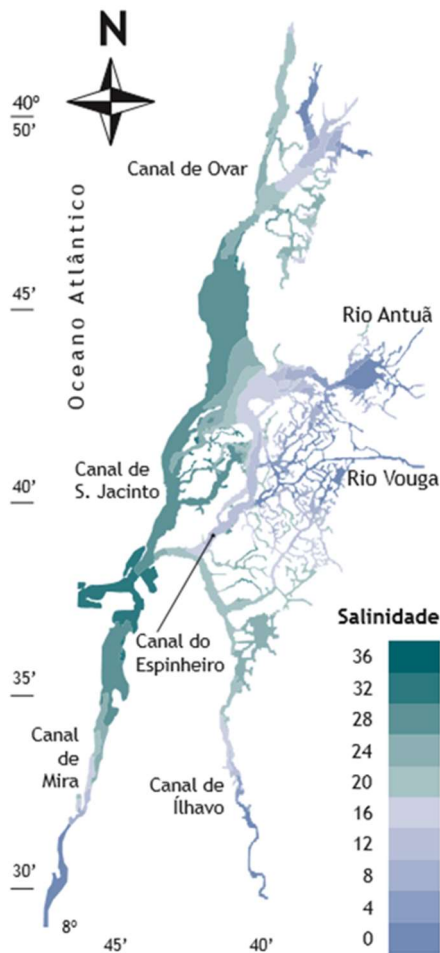
A circulação na Ria de Aveiro é dominada pela maré. As ondas de maré sofrem diminuição de amplitude e deformações acentuadas à medida que a maré avança para o interior da ria. Os atrasos na baixa-mar são grandes, excedendo as 5 horas nas extremidades Norte e Sul da ria.

Junto à barra, a propagação das marés é muito rápida, chegando a atingir cerca de 7,3 m/s no canal principal de Aveiro. Nos canais mais estreitos e profundos, verifica-se uma velocidade mais elevada, cerca de 1m/s, que vai diminuindo, à medida que se aproxima o extremo do canal (IPE, 2013).

O vento também é um fenómeno que influencia a circulação da ria, com maior influência nas zonas mais largas e menos profundas. Durante a enchente, a água salgada mistura-se com a água doce de origem fluvial, através da rebentação de ondas internas e de baixa turbulência. O volume dos caudais de água salgada que entram na Ria de Aveiro é apresentado na Tabela 3 (Carlos Borrego, 1994).

**Tabela 3 - Volume e caudais dos tipos de maré | Fonte: (Carlos Borrego, 1994)**

<b>Maré</b>			
<b>TIPO</b>	<b>Amplitude (m)</b>	<b>Volume de água (106 m<sup>3</sup>)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>)</b>
<b>Morta</b>	1,0	25	1700
<b>Viva frequente</b>	2,5	60	4000
<b>Viva extrema</b>	3,0	90	6000



**Figura 17- Variação da salinidade ao longo da Ria de Aveiro | Fonte: (Aveiro, Salinas, 2023)**

## 2.11. DADOS HISTÓRICOS

Neste capítulo, efetuou-se um levantamento do histórico das cheias urbanas na cidade de Aveiro, uma análise dos fenómenos de cheia, bem como uma análise da variação populacional na cidade.

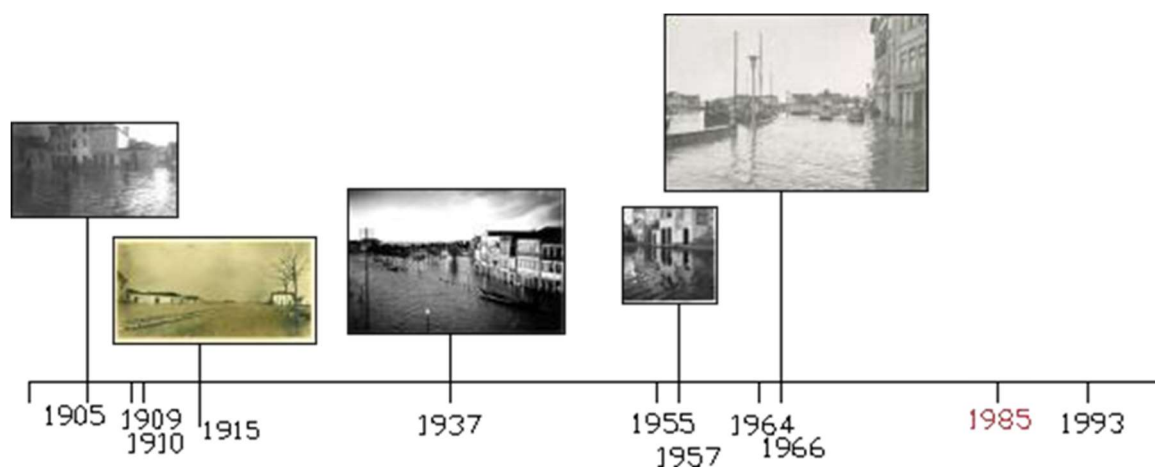
Para obter dados concretos sobre este tema, recorreu-se à Biblioteca Municipal de Aveiro, Museu Marítimo de Ílhavo (Centro de Investigação e Empreendedorismo do Mar), através da Internet alguns trabalhos científicos, relatórios técnicos, livros e recortes de jornais. Através do arquivo existente no museu de Aveiro, também houve acesso a algumas fotos antigas de situações de cheias na região de Aveiro.

Segundo o INE e a PORDATA (Pordata, 2023), Aveiro tem uma população residente de 77436 habitantes em 2017, tendo apresentado nos CENSOS de 2001 e 2011, uma população de 73535 e de 78450 habitantes, nota-se um aumento da população (cerca 5 mil habitantes). Relativamente aos dados de 2017, é importante observar a população, relativamente aos diferentes grupos etários, dado ser um dos factores mais importantes na determinação da vulnerabilidade.

Aveiro tem uma população residente de 10879 habitantes numa faixa etária dos 0 aos 14 anos, número que está abaixo dos valores de 2001 e 2011, valores que se explicam por causa da baixa taxa de natalidade. Do outro lado, temos a população residente com mais 65 anos que é de 14971 habitantes, número que teve uma subida considerável relativamente aos valores de 2001, valores explicados com o envelhecimento da população (Censos 2021, 2023).

## HISTORIAL DE CHEIAS NA RIA DE AVEIRO

A Figura 18 representa os principais eventos de cheia urbana registados na cidade, distribuídos cronologicamente. A vermelho (1985), está assinalada a data de inauguração do sistema de eclusas e comportas, que foi construído para proteger a cidade das cheias que derivavam da ria. Analisando a imagem, conseguimos observar uma diminuição dos registos de cheias a partir dessa data, o que leva a concluir que terá sido uma boa medida.



**Figura 18** - Disposição temporal das principais cheias na cidade de Aveiro, no século XX | Fonte: (Aveiro, 2018)

## ANTERIORES AO SÉCULO XX

Dada a falta de registos, não existe muita informação relativamente aos eventos de cheias urbanas antes do século XX. Essa falta de informação, também não permite fazer uma análise rigorosa relativamente à ocupação demográfica. Antes do século XX, toda a zona baixa ribeirinha tinha características bem diferentes das atuais, nomeadamente ao nível da impermeabilização de solos.

*“Com as enormes cheias de 1526, 1575, 1585, 1596, 1644, 1739 (uma das maiores) e a de 1774, como a barra não dava saída às águas represadas, surgiram epidemias que dizimaram a população. Por outro lado, as marinhas ficaram arruinadas por tempos e a*

*agricultura paralisou. A Ria foi então, naqueles períodos, um cemitério.”* (Aveiro e o Seu 721 Distrito, 2023)

Existem referências às cheias que ocorreram em 1526, 1585, 1596, 1739 e 1844, cheias que terão provocado imensos prejuízos. No entanto, é impossível descrever esses eventos, devido à falta de informação.

Existe mais informação sobre as cheias de 03 de abril em 1808, estas ocorreram na altura da abertura da barra de Aveiro, a zona baixa da cidade ficou inundada, sendo que algumas zonas ficaram submersas durante dois anos.

## CHEIAS DE 1905

Em 1905 a Praça do Peixe ficou completamente inundada com vários, conseguimos fazer esta observação, pelos registos fotográficos existentes, Figuras 19 e 20, neles os pés das pessoas parecem estar submersos.



**Figura 19** - Cheias de 1905 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)



**Figura 20** - Cheias de 1905 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)

## CHEIAS DE 1909

As cheias de 1909 afetaram as zonas da Praça do Peixe e ruas circundantes, bem como a zona do Canal da Fonte Nova, conforme mostram as Figuras 21 e 22.



**Figura 21** - Cheias de 1909 | Fonte: (ANTIGO, 2023)



**Figura 22** - Cheias de 1909 | Fonte: (ANTIGO, 2023)

## CHEIAS DE 1910

As cheias de 1910 extravasaram o Canal das Pirâmides, inundando as ruas envolventes, conforme mostram as Figuras 23 e 24.



**Figura 23** - Cheias de 1910| Fonte: (ANTIGO, 2023)



**Figura 24** - Cheias de 1910 | Fonte: (ANTIGO, 2023)

## CHEIAS DE 1914 E 1915

Em 1914 o inverno foi intenso, o que intensificou a ocorrência de cheias e estragos. Como já era normal, a zona baixa da cidade foi das zonas mais afetadas, embora, estas inundações tenham afetado também uma grande área de terrenos, impossibilitando a passagem a passagem para a freguesia da Vera Cruz, deixando submerso o cais do Côjo numa grande área, a antiga Praça do Comércio, a rua dos Mercadores e grande parte da Arcada. Não esquecendo que estas afetaram também toda a área do baixo piscatório (Praça do Peixe), que ficaram completamente submersas, Figura 25 3 26 (Ria, 2023).



**Figura 25** - Cheias de 1915 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)



**Figura 26** - Cheias de 1915 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)

## CHEIAS DE 1937 E 1938

As cheias de fevereiro de 1937 passaram os muros do cais da cidade, ficando as ruas completamente submersas a ponto das águas invadirem habitações e estabelecimentos comerciais. A Rua Clube dos Galitos ficou submersa, bem como as ruas João Mendonça e Dr. Barbosa de Magalhães, permitindo que as embarcações ficassem ao nível da estrada, entre outras que encostaram às fachadas dos edifícios, Figura 27, 28, 29 e 30.



**Figura 27** - Cheia de 1937 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)



**Figura 28** - Cheia de 1937 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)



**Figura 29 - Cheia de 1938 | (IMAGEOTECA, 2023)**



**Figura 30 - Cheia de 1938 | (IMAGEOTECA, 2023)**

## CHEIAS DE 1955 E 1957

Na década dos anos 50, a Praça do Peixe foi inundada várias vezes Figuras 31 e 32, confirmando a vulnerabilidade e tendência desta localização, aos eventos de cheias.



**Figura 31** - Cheia de 1955 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)



**Figura 32** - Cheia de 1957 | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)

## CHEIAS DE 1964 E 1966

Não existe registos sobre as cheias de 1964. Em fevereiro de 1966 várias tempestades arrasaram o país, colocando em risco as povoações mais expostas às subidas das águas dos rios e seus afluentes. Em Aveiro, o mar avançou sobre as praias e causou graves prejuízos na praia da Costa Nova do Prado e a sul desta, mais propriamente nos concelhos de Ílhavo e Vagos. O mar saltou a dunas da beira-mar, destruindo-as numa extensão alargada, e a água salgada inundou terrenos agrícolas, destruindo a estrada marginal da Costa Nova à Vagueira, numa extensão de cerca de trinta metros.

Nos dias 22 e 23 de fevereiro de 1966 as marés vivas na Ria de Aveiro, juntamente com a subida das águas do rio Vouga, inundaram a Praça Dr. Joaquim Melo Freitas (Figura 31), a Rua João Mendonça (Figura 33, 34), Rua dos Mercadores entre outras, bem como as habitações e comércios situados nos pisos térreos das casas situadas nessas ruas. Estas cheias não eram esperadas, uma vez que tinham sido efetuadas obras de melhoramento da barra de Aveiro.



**Figura 33** - Cheia de 1964, na Praça Dr. Joaquim Melo Freitas | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)



**Figura 34** - Cheia de 1964, na Rua João Mendonça | Fonte: (IMAGEOTECA, 2023)

### **CHEIAS DE 1964 E 1966**

Em outubro de 1993, ocorreu uma cheia que inundou toda a baixa da cidade, transbordando o Canal das Pirâmides, o Canal Central e o Canal de São Roque. Esta inundação não foi apenas consequência das marés cheias, mas também das chuvas intensas que se fizeram sentir.

Segundo relatos dos comerciantes, a água não entrou nos estabelecimentos através das portas, mas sim através das caixas de saneamento, visto que grande parte dos esgotos domésticos estavam ligados à rede de drenagem de águas pluviais em vez de ligados à rede pública de recolha de esgotos.

Não foi possível até à data de finaliza o do presente estudo encontrar fotografias desta época.



### **3. PROTEÇÃO CIVIL**

Um dos objetivos fundamentais da Proteção Civil é prevenir os riscos coletivos e a ocorrência de acidentes graves ou catástrofes, atenuar os riscos coletivos e limitar os seus efeitos, socorrer e assistir as pessoas e outros seres vivos em perigo, proteger bens e valores culturais, ambientais e de elevado interesse público, apoiar a reposição da normalidade na vida das pessoas, nas áreas afetadas por acidente grave ou catástrofe (Lei de Bases da Proteção Civil) (ANEPC A. N., 2023).

A política do ordenamento do território tem como objetivo acautelar a proteção da população, através de uma ocupação, utilização e transformação do solo que tenham em conta a segurança de pessoas, prevenindo riscos coletivos e reduzindo os seus efeitos nas pessoas e bens, bem como aumentando a resiliência do território aos efeitos decorrentes de fenómenos climáticos extremos e combatendo os efeitos da erosão (ANEPC, 2023). Os instrumentos de gestão territorial devem estabelecer os comportamentos suscetíveis de imposição aos utilizadores do solo, tendo em conta os riscos para o interesse público relativo à proteção civil, designadamente nos domínios da construção de infraestruturas, da realização de medidas de ordenamento e da sujeição a programas de fiscalização (ANEPC, 2023).

#### **3.1. PROTEÇÃO CIVIL NA GESTÃO DO RISCO DE INUNDAÇÕES**

A Avaliação Nacional de Risco descreve para cada risco, o processo de análise, estando a metodologia de avaliação centralizada na avaliação da suscetibilidade e nos elementos expostos, incluindo estimativa do grau de gravidade dos danos potenciais e da probabilidade de ocorrência do risco. Em simultâneo, classifica os riscos existentes no território e, para cada um deles, propõe sistemas práticos, com o objetivo de implementar estratégias de mitigação dos mesmos (ANEPC, 2023).

As cheias são um dos riscos naturais que mais perdas provocam em Portugal.

Cheias são um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, que consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito natural, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos. As inundações são fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, que consistem na submersão de uma área usualmente emersa.

As cheias podem ainda ser causadas pela rotura de barragens, associadas ou não a fenómenos meteorológicos adversos. As cheias induzidas por estes acidentes são geralmente de propagação muito rápida (ANEPC, 2023).

Na maioria dos casos, é possível prever uma cheia, através das observações meteorológicas e do conhecimento das descargas das barragens. Assim, pode-se minimizar as suas consequências, avisando atempadamente as populações através dos meios de comunicação social (jornais, rádio, televisão, SMS), ou de comunicados no site da ANEPC, e recomendando as medidas de autoproteção adequadas.

Contudo, em casos de inundação súbita, provocada por precipitações intensas e repentinas, associadas a instabilidades atmosféricas de difícil previsão, nem sempre é possível que a população seja alertada com a devida antecipação.

No âmbito da Proteção Civil, a possibilidade de ocorrência de cheias em Portugal começa a partir do outono, altura em que se inicia o período húmido em Portugal, estendendo-se até à primavera (ANEPC, 2023).

A estratégia usual de combate às cheias concretizar-se através das medidas estruturais como, tais como a construção das barragens, criação de albufeiras, construção de diques e estruturas de contenção de cheias, modificação dos leitos fluviais, desvio de caudais de cheia e colocação de descarregadores de caudais.

As aplicações das medidas estruturais modificam o volume da cheia, o seu nível máximo, o tempo de subida da mesma, a sua duração total, a extensão da zona inundada, a velocidade e a sua profundidade.

A estratégia para alterar a vulnerabilidade é evitar as utilizações perigosas, não económicas e inadequadas das zonas inundáveis.

Geralmente, em cada local, podem ocorrer várias cheias sem importância, antes que ocorra uma cheia importante. Depois dessa ocorrência, essa zona passa a ser politicamente muito importante e passa a fazer parte das prioridades para resolução de um problema escondido há muito tempo.

### 3.2. RISCO DE CHEIAS E INUNDAÇÕES

Nem todas as cheias e inundações advêm de fenómenos meteorológicos, essa é a causa mais comum.

As cheias e inundações são geralmente devidas a:

- Cheias lentas dos grandes rios,
- Cheias rápidas dos rios e ribeiras de pequenas e médias bacias hidrográficas,
- Subida das águas subterrâneas em locais de cota reduzida,
- Inundações pela sobrecarga dos sistemas de drenagem artificiais nos meios urbanos,

Dentro das razões meteorológicas, a pluviosidade é a principal causa das cheias, da subida das águas subterrâneas e das inundações urbanas.

A pluviosidade pode ser de dois tipos:

- Contínua e prolongada, podendo não atingir grande intensidade, originam cheias lentas e a subida do lençol freático, com inundação de áreas baixas;
- Concentrada no tempo e no espaço, mas de grande intensidade, dando origem a cheias rápidas e inundações urbanas.

As inundações são a catástrofe natural que ocorre com maior frequência e que pode causar uma devastação generalizada, com perda de vidas, danos económicos e sociais e impactos ambientais.

Os efeitos ou prejuízos resultantes das cheias são variados, consistindo:

- Efeitos diretos
  - Evacuação e desalojamento de pessoas e eventual perda de vidas humanas;
  - Isolamento de povoações;
  - Danificação da propriedade pública ou privada;

- Submersão e/ou danificação de vias de comunicação e de outras infraestruturas e equipamentos;
  - Destruição de explorações agrícolas e pecuárias;
  - Interrupção do fornecimento de bens ou serviços básicos (água potável, eletricidade, telefone, combustível, etc.);
  - Custo das ações de proteção civil, incluindo o realojamento e tratamento de vítimas.
- 
- Efeitos indiretos
    - Perda de produção da atividade;
    - Afetação das atividades socioeconómicas, por vezes por um período bastante prolongado;
    - Afetação do meio ambiente.

Em alguns rios, as cheias são cíclicas, podendo contribuir para a fertilização dos campos ou mesmo para a remoção de diversos poluentes. Mas para se tirar este benefício das inundações provocadas pelas cheias dos rios e se minimizarem os danos por elas causados é necessário que as populações saibam prevenir as suas vidas e bens (ANEPC, 2023).

### 3.3. INTEGRAÇÃO DE CONCEITOS

Para este estudo é importante indicar a terminologia usada e os conceitos aplicados. Nas subsecções seguintes, serão apresentadas terminologias presentes em Proteção Civil.

**Bacia Hidrográfica** - A bacia hidrográfica de um curso de água é a área onde, devido ao relevo e geografia, a água da chuva escorre para um rio principal e seus afluentes. A forma do solo, fazem com que a água corra por riachos e rios menores para um mesmo rio principal, localizado num ponto mais baixo da paisagem.

**Cheia** – Refere-se a um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito natural, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos.

**Inundação** – É a cobertura temporária por água de uma parcela do terreno fora do leito normal, resultante de cheias provocadas por processos naturais como a precipitação, incrementando o caudal dos rios, torrentes de montanha e cursos de água efémeros correspondendo estas a cheias fluviais, ou de sobrelevação do nível das águas do mar nas zonas costeiras.

**Leito normal** - é o terreno ocupado pelas águas com o caudal que resulta da média dos caudais máximos instantâneos anuais, sendo que no caso de águas sujeitas à influência das marés corresponde à zona atingida pela máxima preia-mar das águas vivas equinociais.

**Escoamento de base** - corresponde à água previamente infiltrada nas formações geológicas por onde passa a rede hidrográfica e que por esta rede se drena. Constitui a contribuição para o escoamento superficial das reservas hídricas subterrâneas.

**Risco de inundação** - Combinação da probabilidade de ocorrência, tendo em conta a sua magnitude, e as potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas, sendo as suas consequências prejudiciais avaliadas através da identificação do número e tipo de atividade afetada, podendo por vezes ser apoiada numa análise quantitativa.

**Risco** - Efeito da incerteza nos objetivos. O efeito poderá ser um desvio, positivo ou negativo, relativamente ao esperado. Os objetivos podem ter diferentes critérios (financeiros, de saúde e segurança, ambientais, entre outros) e podem ser aplicados a diferentes níveis de decisão e escalas. O risco é frequentemente caracterizado por referência a eventos potenciais, com a sua probabilidade e consequências.

**Evento (de risco)** - Ocorrência ou alteração de um conjunto particular de circunstâncias. Pode consistir numa ou mais ocorrências e pode também consistir em algo que não ocorre. Um evento é designado acidente se tiver consequências e pode ser referido por um incidente ou quase acidente se não tiver consequências.

**Fatores de risco** - Fatores que podem afetar a magnitude do risco (probabilidade ou consequência) mas não constituem fontes potenciais de dano.

**Fonte de risco** - Elemento que, por si só ou em combinação com outros, tem o potencial intrínseco de originar um risco.

**Perigo** - Evento ou fenómeno extremo que pode provocar feridos ou a perda de vidas, pode também provocar danos em propriedades e no ambiente, bem como e perturbações sociais e económicas. Os perigos podem ser únicos, sequenciais ou combinados na sua origem e efeitos. Para se obter corretamente o significado de perigo, é necessário analisar a sua magnitude, duração, dimensão da área afetada, distribuição espacial, e frequência dos eventos (Schneiderbauer, S., 2023).

**Perigosidade** - Entendida como a probabilidade de excedência de um fenómeno natural com determinado nível de severidade, num local e período de tempo especificados.

**Vulnerabilidade** - Propriedades intrínsecas de algo que resultam na sua suscetibilidade a uma fonte de risco ou perigo e que pode resultar num evento com consequências (ANEPC, 2023).

**Exposição** - Grau com que uma pessoa, organização ou parte interessada está sujeito a um evento.

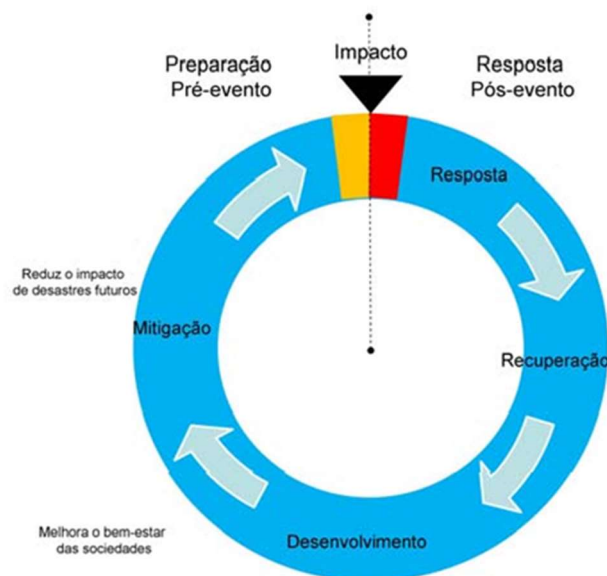
**Resiliência** - Capacidade adaptativa de uma organização, comunidade, ou sistema, num ambiente complexo e em mudança. Capacidade de resistir, absorver e recuperar de eventos de risco de uma forma eficiente e atempada, preservando ou restaurando as suas estruturas básicas, funções e identidade.

**Segurança** - Livre de riscos inaceitáveis.

**Desastre** - Desastre é definido como “perturbação séria do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, causando perdas humanas, materiais, económicas e ambientais expressivas que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade de fazer frente à situação com os seus próprios recursos”. (UNDRR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 2023)

Os desastres são traçados como o resultado da combinação entre a exposição ao perigo das condições de vulnerabilidade e a insuficiente capacidade para reduzir ou lidar com as consequências. Neste trabalho, as inundações são consideradas desastres naturais, resultantes de fenómenos naturais extremos.

**Hidrograma** - gráfico que mostra a variação do caudal em função do tempo, Figura 35.



**Figura 35** - Gestão de desastres | Fonte: (Schneiderbauer, S., 2023)

### **3.4. AVALIAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NA PENINSULA IBÉRICA**

Relativamente às inundações fluviais, devem ser analisados os problemas das inundações nas grandes bacias internacionais, nas bacias intermédias e em algumas bacias pequenas.

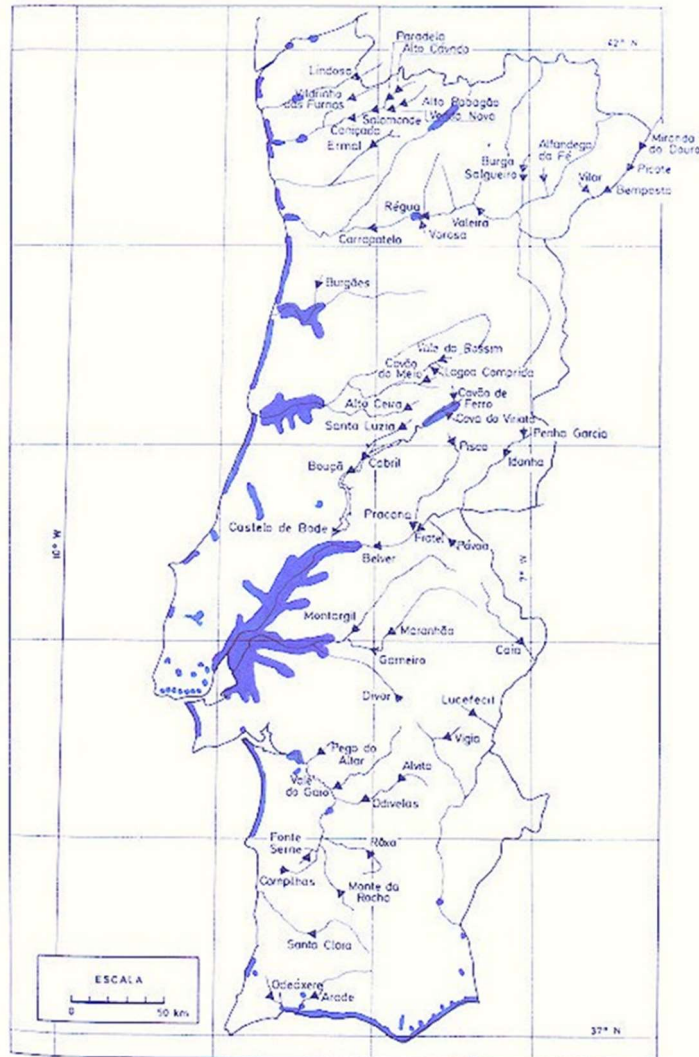
Das três grandes bacias, a mais importante é a do rio Tejo, com uma área total de 80629 km<sup>2</sup>. Esta bacia origina as maiores áreas de inundação. No Douro, e no Guadiana, também ocorrem cheias importantes, mas, devido à morfologia das bacias, as inundações não são preocupantes, quer quanto à dimensão das áreas inundáveis, quer quanto aos problemas económicos.

Para as bacias intermédias, têm que ser destacadas as bacias dos rios Vouga com uma área de 3635 km<sup>2</sup>, Mondego com uma área de 6644 km<sup>2</sup> e Sado com uma área de 7640 km<sup>2</sup>. Há também algumas bacias pequenas perto das áreas de maior concentração demográfica, como é o caso da região de Lisboa, Porto e Algarve.

Nas zonas costeiras, onde podem ocorrer inundações por invasão marítima, deve-se realçar os dois tipos de costa, a arenosa e a rochosa. Em cerca de 900 km de costa, as zonas arenosas e baixas onde podem ocorrer as inundações, representam cerca de 60%. A esta zona devem ser adicionadas as zonas estuarinas e lagunares. Podem também ocorrer outros tipos de inundações, tais como as originadas por rotura de barragens ou diques.

A existência de mais de 100 grandes barragens, com centenas de massas de água, e centenas de quilómetros de diques de defesa contra cheias, implica a sua consideração numa análise dos riscos de inundação.

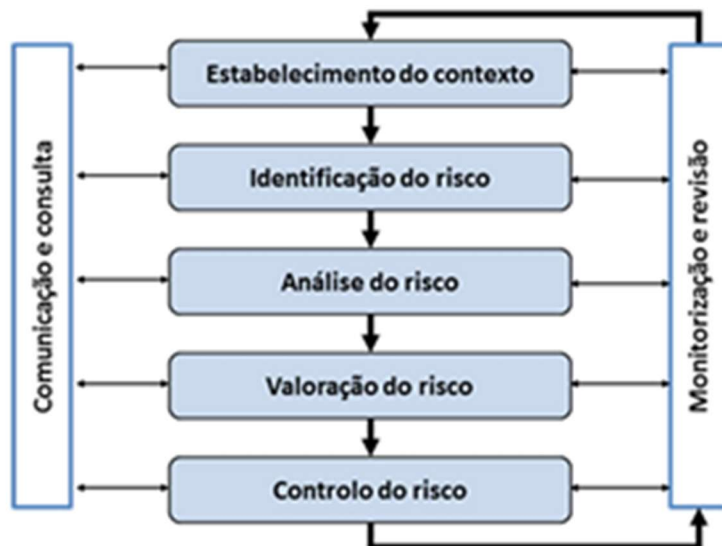
Todos os rios estão sujeitos à deposição de sedimentos nas zonas inundáveis, originando com o passar dos anos uma propensão para o aumento do risco de inundação. As taxas de deposição representativas são da ordem dos 4 cm<sup>/ano</sup>, Figura 36.



**Figura 5 - Zonas de inundação em Portugal | Fonte: (PEA, 2023)**

A sazonalidade das cheias em Portugal acentua-se nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com a ocorrência de 70% das inundações. Apenas 11% das inundações ocorrem no semestre seco.

O processo de gestão do risco é estruturado em sete fases, conforme Figura 37.



**Figura 6** - Fases do processo de gestão do risco | Fonte: (ISO 31000:2009, 2023)

No caso específico do risco de inundação, devem ser verificadas as orientações nos diferentes níveis de planeamento, planos de ordenamento ou planos locais de planeamento, ou com alguma iniciativa de desenvolvimento local que possa requerer maior pesquisa em sede própria ou níveis de aplicação mais detalhados de planeamento (ANEPC A. N., 2023).

Nesta fase deve ser devidamente caracterizado o contexto interno de cada entidade envolvida, incluindo aspetos que sejam fatores de risco relevantes, desde fatores associados a pessoas, a meios e a equipamentos. A clara caracterização do contexto interno pode resultar na identificação de oportunidades de melhoria dos processos de planeamento e operacionalização das atividades, dado o carácter sistemático destas tarefas (ANEPC A. N., 2023).

É de grande relevância nesta fase, o estabelecimento do contexto da gestão do risco, nomeadamente, na definição das preocupações, objetivos e metas da análise, a definição do âmbito e limites da análise, dos limites temporais e espaciais, definição do papel e responsabilidades das diferentes partes envolvidas no processo de gestão do risco e estabelecimento das metodologias e critérios a utilizar nas fases seguintes do processo. Em particular, têm de ser definidos os métodos e critérios para proceder à identificação do risco, estimativa do risco e valoração do risco, incluindo: natureza e tipos de consequências a considerar a forma de os medir, a forma de exprimir a probabilidade de ocorrência de eventos, o método para determinar os níveis de risco de cada evento, e critérios para

estabelecer os níveis de aplicação de medidas de controlo do risco, critérios para estabelecer os níveis de aceitabilidade ou tolerabilidade do risco (ANEPC A. N., 2023).

Tendo em conta os níveis de incerteza, devido não só à dificuldade de previsão de ocorrências, mas também a lacunas de conhecimento associadas à complexidade e variedade de situações, é adequado utilizar metodologias simples, como é o caso da matriz de risco ou matriz de probabilidade de consequência (ANEPC A. N., 2023).

De acordo com a ISO 31 000:2009, as fases da identificação e análise do risco correspondem ao processo de encontrar, reconhecer e descrever riscos, considerando as causas e fontes de risco de eventos, as consequências potenciais associadas e a probabilidade desses eventos ocorrerem. Devem ser identificados fatores de risco que afetem o nível de probabilidade ou das consequências. As medidas de controlo existentes e a sua eficácia e eficiência devem também ser tidas em conta. Devem ser utilizadas várias fontes de informação de modo a serem identificadas as fontes de risco, as áreas de impactos, os eventos e as suas causas e possíveis consequências. A parte final da análise do risco é a estimativa do risco onde o objetivo é estimar o nível de probabilidade e os níveis de consequências, com o método selecionado, para cada evento de risco identificado e, seguidamente, estimar o nível de risco também para cada evento (ANEPC A. N., 2023).

A fase de valoração do risco consiste no processo de comparar os resultados da análise de risco com critérios de risco para determinar se o nível de risco é aceitável ou tolerável. É a partir dos resultados da fase de valoração do risco que se afere a necessidade de adotar medidas de controlo ou não, tendo em consideração os critérios adotados na fase de estabelecimento do contexto (ANEPC A. N., 2023).

Na fase de controlo ou tratamento de risco procede-se à seleção e avaliação de medidas que permitam modificar o risco, particularmente para os casos em que se obteve riscos não aceitáveis. Engloba ainda a implementação das medidas selecionadas após a sua avaliação, de acordo com as prioridades definidas, e a definição de um programa de ações.

O controlo do risco pode envolver:

- Evitar o risco ao decidir não iniciar ou não continuar com a atividade que dá origem ao risco;
- Atuar no sentido de remover uma fonte de risco e de reduzir a probabilidade ou as consequências;
- Partilhar o risco com outra parte ou partes;
- Controlar o risco de forma informada;

Para os eventos de risco cuja avaliação resulte não aceitável, deverão ser descritas as medidas para redução do risco e, para cada uma, as ações necessárias para a sua implementação eficaz (ANEPC A. N., 2023).

O programa de controlo do risco será constituído pela programação das diferentes ações, indicando claramente quem é responsável pela implementação de cada medida ou ação, bem como os recursos a afetar (ANEPC A. N., 2023).

Deverão ser também elaborados ou atualizados os planos de contingência e emergência, esses planos devem prever a definição da atuação e apoio à decisão caso se verifique a alteração de condições e circunstâncias relativamente ao esperado, potencialmente agravando o nível de risco, e os procedimentos a adotar em caso de ocorrência de um acidente, de modo a atuar na redução de consequências. Nestes planos devem ser definidas as ações concretas e as condições em que devem ser aplicadas, tendo como base as variáveis que os responsáveis consigam aferir em cada situação (ANEPC A. N., 2023).

De acordo com a ISO 31 000:2009, a monitorização do risco consiste no acompanhamento das atividades de forma regular com vista a:

- Garantir que as medidas e ações de controlo são eficazes e eficientes, tanto na sua conceção como na operação;
- Obter informação adicional para melhorar a avaliação do risco;
- Analisar e aprender com eventos (acidentes ou incidentes) passados;
- Detetar alterações no contexto externo e interno, incluindo as que possam implicar alterações aos critérios de risco;
- Identificar riscos que não tenham sido contemplados na avaliação do risco. Portanto, a fase de monitorização do risco é, no essencial, uma fase de recolha de informação.

O papel da comunicação do risco aquando da análise do risco e da vulnerabilidade, na avaliação da admissibilidade ao risco e do nível de incerteza, assim como nos processos de decisão constitui atualmente um desafio para a capacitação do território. A criação de comunidades resilientes, com capacidades individuais, coletivas e organizacionais de resposta aos perigos e ameaças, remete cada vez mais para processos interativos de compreensão das experiências, práticas e conhecimentos para prevenir e mitigar os riscos, em que a comunicação é fundamental (ANEPC A. N., 2023).

Podem ser associados às inundações diferentes perigos específicos, incluindo a altura da água, a velocidade do escoamento, os objetos transportados pelo escoamento e a presença de organismos patogênicos em concentrações significativas. As fontes de risco principais, derivadas dos processos naturais, são os galgamentos costeiros, as precipitações intensas e as cheias fluviais. Em qualquer destes casos, as alterações climáticas previstas têm potencial para agravar tanto a frequência como a magnitude destes fenómenos, sendo necessário ter em consideração os cenários de agravamento das inundações que sejam plausíveis (ANEPC A. N., 2023).

Assim, podemos classificar as inundações derivadas de fenómenos naturais em:

- Inundações costeiras que podem ter génese no aumento do nível das águas em relação ao nível normal, devido à conjugação de forçamentos oceanográficos e atmosféricos, que em zonas de transição como os estuários pode acrescer os forçamentos de origem fluvial. As inundações costeiras são influenciadas por três fatores principais, que podem ocorrer associados, a saber, o nível de preia-mar, a sobrelevação de origem meteorológica e a ação das ondas (ANEPC A. N., 2023).
- Inundações derivadas da ocorrência de precipitações intensas, também por vezes designadas por inundações pluviais, são provocadas diretamente pelo escoamento superficial ou são resultantes da excedência das redes de drenagem locais naturais ou construídas.
- Inundações fluviais, tipicamente associadas a cheias na rede de drenagem natural que transborda para o leito de cheia. Sendo um processo natural com períodos de retorno mais elevados que resulta particularmente em inundações quando os leitos de cheia são ocupados sem ter em devida consideração este processo.

Em zonas urbanas, em que a drenagem natural foi artificializada, muitas vezes canalizando cursos de água importantes, pode não ser possível distinguir estes tipos básicos de fontes de risco de inundações. Para além das fontes de risco associadas a processos naturais importa considerar fontes e fatores de risco resultantes de intervenções no território.

Não sendo possível estudar todas as possíveis ocorrências, na fase de identificação do risco devem ser descritos todos os eventos de risco (desde a fonte do risco até às últimas consequências) relevantes, considerando cenários plausíveis, incluindo os correspondentes

a alteração das circunstâncias atuais como são os cenários de alterações climáticas (ANEPC A. N., 2023).

As consequências derivadas da ocorrência de inundações podem ser expressas em diversas dimensões:

- Saúde e segurança de pessoas, nomeadamente lesões, doenças e perda de vidas humanas. A acumulação de água eventualmente associada à velocidade de escoamento pode resultar em lesões e afogamento de pessoas; os vários materiais que sejam arrastados pelo escoamento podem também causar lesões; a presença de organismos patogénicos na água, especialmente nos casos em que se verifique a imersão de pessoas, pode resultar em doenças. A inundações pode ainda esconder outros perigos, como sejam obstáculos e câmaras de visita sem tampa, que podem originar lesões;
- Financeira, diretamente associada a danos materiais resultantes da entrada de água em edificações públicas ou privadas, geralmente associados ao conteúdo dessas propriedades mas podendo incluir também a estrutura e redes interiores, como instalações elétricas e de telecomunicações; Financeira, derivada da interrupção de atividades sociais, comerciais ou de serviços públicos ou privados; Financeira, derivada de impactos nas infraestruturas urbanas, nomeadamente devido a danos nos sistemas de produção e distribuição de eletricidade, de água, de gás, nas redes de comunicações, nas redes de transportes, e no mobiliário urbano, o que pode ter impactos significativos na economia local;
- Impactos na continuidade de funções e serviços, incluindo interrupções nas acessibilidades por indisponibilidade das vias de comunicação (e.g. a equipamentos de saúde e escolares), dos serviços de transporte, das atividades comerciais e outros serviços;
- Destruturação societal resultante quer da incapacidade de recuperação dos meios e condições de suporte das atividades humanas pré-existentes, quer da quebra da confiança institucional nos sistemas de resposta e apoio nas dimensões organizacionais e estruturais;
- Impactos ambientais negativos, incluindo a erosão do solo, movimentos de massa, destruição da vegetação, degradação da qualidade da água, degradação dos habitats e na flora e fauna provocados por poluentes transportados pela água. No entanto, as cheias podem ter um papel benéfico nos habitats naturais sendo que a sustentabilidade de várias zonas húmidas é dependente de

inundações periódicas, que além de contribuírem para o armazenamento de água podem reduzir o risco de inundação noutra local (ANEPC A. N., 2023).

### **3.5. ESTIMATIVA DO RISCO**

O risco de inundação pode ser apresentado como uma função que relaciona a probabilidade de ocorrência de uma inundação, com as consequências associadas a este evento. Para estimar o risco de inundação é necessário identificar todos os eventos relevantes para cada zona em análise e estimar o risco associado a cada um (ANEPC A. N., 2023).

Independentemente da metodologia adotada, geralmente, a estimativa do risco de inundação resulta da combinação da probabilidade de ocorrência de uma inundação de uma determinada magnitude, com as suas consequências. A estimativa pode ser efetuada com recurso a abordagens diferenciadas, qualitativas ou quantitativas, ou, a combinação das duas, mas estará sempre dependente da informação disponível para estimar a probabilidade e as consequências associadas ao conjunto de eventos relevantes reconhecidos na fase de identificação do risco. Frequentemente é utilizada uma abordagem qualitativa designada por matriz do risco que, embora tenha algumas fragilidades, se bem concebida pode constituir uma base adequada para a avaliação do risco quando da limitação de dados que permitam uma abordagem quantitativa. Existindo a possibilidade de proceder à aplicação de métodos quantitativos para alguns dos processos em análise, poderão combinados os dois tipos de abordagens de modo a retirar o maior benefício da informação disponível (ANEPC A. N., 2023).

Assim, as duas componentes do risco de inundação que devem ser ponderadas na análise de cada evento são:

- A probabilidade de ocorrência do evento de inundação que deve ter em consideração as consequências associadas. No entanto, normalmente é feita a simplificação de considerar esta probabilidade como a do evento perigoso, ou seja, de uma inundação de determinada importância ocorrer num determinado ano. Por exemplo, uma probabilidade de 1% corresponde à probabilidade de ocorrência de uma inundação com determinada magnitude ser, em média, de 1 vez em cada 100 anos.
- As consequências de um evento de inundação dependem de fatores como a vulnerabilidade da população, do ambiente construído e dos bens expostos a um

determinado nível de água. Estas consequências dependem também das medidas implementadas que permitam reduzir as consequências ou que possam rapidamente ser postas em prática na sequência de um aviso à população.

### **3.6. AVALIAÇÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS**

De acordo com a Diretiva Comunitária 2007/60/CE de 23 de outubro, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações (Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro) as fases de avaliação do risco comportam:

- A avaliação preliminar do risco de inundação visando fornecer uma avaliação dos riscos potenciais, a qual deve ser feita com base na informação disponível, incluindo registos e estudos fiáveis, sobre a evolução a longo prazo, nomeadamente do impacto das alterações climáticas na ocorrência de inundações.
  - Esta avaliação pode recorrer a:
    - Cartas da região hidrográfica à escala apropriada, incluindo os limites das bacias e sub-bacias hidrográficas e zonas costeiras, com a indicação dos dados topográficos e da afetação dos solos com o seu atual uso.
    - Descrição das inundações ocorridas no passado que tenham tido impactos negativos importantes na saúde humana, no ambiente, no património cultural, nas infraestruturas e nas atividades económicas, nos casos em que continue a existir uma probabilidade significativa de inundações semelhantes ocorrerem no futuro, incluindo a extensão das inundações, as vias de evacuação das águas, ou seja, o percurso preferencial do escoamento, e uma avaliação qualitativa dos respetivos impactos negativos.
    - Uma descrição das inundações significativas ocorridas no passado, que não tenham sido causadoras de impactos negativos importantes na saúde humana, no ambiente, no património cultural e nas atividades económicas então

existentes, mas que a ocorrer futuramente possam ter consequências prejudiciais significativas.

- A identificação das zonas onde existem riscos potenciais significativos de inundação ou nas quais a concretização de tais riscos se pode considerar provável. Pretende-se ainda o levantamento das zonas densamente povoadas e as que sejam consideradas com risco de inundação significativo (ANEPC A. N., 2023).
- Cartografia das zonas inundáveis para áreas de risco abrangendo as zonas geográficas suscetíveis de serem inundadas e contemplando os cenários de inundação de baixa probabilidade de ocorrência ou cenários de fenómenos extremos. A cartografia deve evidenciar as inundações de média probabilidade de ocorrência, isto é, periodicidade igual ou superior a 100 anos, as inundações de elevada probabilidade de ocorrência, associada a períodos de retorno inferiores a 100 anos, nas zonas densamente povoadas e naquelas em que o risco deva ser valorizado. Na avaliação das zonas inundáveis deve ser identificada a extensão da inundação, ou seja, as zonas inundadas, a altura de inundação, bem como o caudal da cheia, ou, quando aplicável, a velocidade de escoamento correspondente (ANEPC A. N., 2023).
- Identificação, nas cartas de risco de inundação, das potenciais consequências prejudiciais associadas às inundações nos diferentes cenários e consagrando a identificação de:
  - Número de habitantes potencialmente afetados;
  - Edifícios sensíveis;
  - Atividades económicas da zona potencialmente afetada, nomeadamente atividades agrícolas, industriais e serviços considerados fundamentais, tais como infraestruturas de abastecimento público de água e infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, consideradas sensíveis, e património cultural nacional e mundial;
  - Instalações de acordo com o Decreto-Lei n.º 173/2008, 26 de agosto, que possam causar poluição acidental em caso de

inundações, e zonas protegidas identificadas nas subalíneas i), ii) e iv) da alínea jjj) do artigo 4.º da Lei da Água, potencialmente afetadas, ou estabelecimentos abrangidos pelo Decreto-lei n.º 150/2015, de 5 de agosto, relativo à prevenção e controlo de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas;

- Zonas que originem um elevado volume de sedimentos e detritos, e informações sobre outras fontes importantes de poluição.

Neste documento pode ser encontrada mais informação sobre a avaliação do risco de inundação, ao nível das diferentes hierarquias e contextos regional e de pormenor, a sua aplicação ao nível do sistema de planeamento, bem como as fontes de informação que suportem as avaliações, como a cartografia das zonas inundáveis, contribuindo assim para a elaboração e atualização dos planos de gestão do risco de inundação (ANEPC A. N., 2023).

Estes devem ter em conta os custos e benefícios, a extensão das inundações, as vias de evacuação das águas e as zonas com potencialidade de retenção das águas das cheias, como as planícies aluvionares naturais, os objetivos ambientais, a gestão dos solos e das águas, o ordenamento do território, a afetação dos solos, a conservação da natureza, a navegação e as infraestruturas portuárias (ANEPC A. N., 2023).

### **3.6.1. ZONAS EM RISCO DE INUNDAÇÃO**

Neste enquadramento da gestão de recursos hídricos, é adequado adotar um zonamento para as áreas com risco de inundação, baseado na probabilidade de inundação, constituindo um fator chave na gestão do risco de inundação e no processo de planeamento, assim como em termos de aviso e gestão de emergência (ANEPC A. N., 2023).

São assim consagrados três tipos de zonas de inundação:

- Zona A - onde a probabilidade de inundação é mais elevada, considerando um período de retorno de 20 anos.
- Zona B - onde a probabilidade de inundação é ainda significativa, considerando um período de retorno de 100 anos.
- Zona C - onde a probabilidade de inundação é moderada, considerando um período de retorno de 1000 anos.

Estas zonas são determinadas com base na probabilidade da inundação e são definidas por especialistas devidamente qualificados com experiência em estudos hidrológicos. A definição de medidas de proteção de inundações nos locais que as exijam, como as áreas adjacentes aos centros das cidades, pode contribuir para reduzir de modo significativo o risco de inundação. Contudo, a presença de estruturas de proteção de inundações deve ser ignorada no processo de definição das zonas de risco de inundação (ANEPC A. N., 2023).

É de referir que as áreas protegidas por estruturas como diques continuam a representar algum risco ainda que residual, decorrente da possibilidade de galgamento ou rotura, não podendo ser possível garantir que estas defesas sejam mantidas no futuro (ANEPC A. N., 2023).

A avaliação do risco de inundação requiere a compreensão de qual a origem da água (fontes), como e onde flui (percursos) e as pessoas e os bens afetados (elementos expostos) (ANEPC A. N., 2023).

No entanto, dada a complexidade dos escoamentos em áreas urbanizadas e as lacunas importantes de dados essenciais à modelação com o pormenor necessário, por regra não é fiável o recurso a modelos matemáticos para aferir a probabilidade de ocorrência de cada tipo de evento de inundação. Assim, frequentemente é usada a referência relativa à perigosidade da fonte do risco, por exemplo de uma precipitação intensa, com recurso a relações intensidade-duração-frequência (ANEPC A. N., 2023).

### **3.7. METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO**

As avaliações do risco de inundação têm como objetivo identificar, quantificar e comunicar aos decisores o risco de inundação para bens e pessoas. O objetivo consiste em fornecer informações suficientes para determinar se ações específicas são adequadas. Uma avaliação de risco de inundação pode ser realizada tanto para uma área de grandes dimensões, como para uma área mais específica para:

- Identificar zonas de inundação (se não estiver disponível);
- Informar de decisões em relação a aplicações de planeamento e zoneamento;
- Desenvolver medidas de mitigação e de gestão do risco para locais com risco de inundação moderado a elevado.

A avaliação de risco de inundação pode ser realizada a diferentes escalas, relevantes para o processo de planeamento. As escalas principais são:

- Regional (para orientações de planeamento regional);
- Estratégica (para planos de desenvolvimento urbano ou municipal, ou para planos locais);
- Específica (para PMOTs e planeamento de aplicações para áreas específicas).

As inundações podem ser provenientes de outras fontes que não a costeira e a fluvial, tais como o escoamento superficial. São geralmente mais difíceis de prever e modelar do que as anteriores, mas é essencial que sejam consideradas na gestão do risco de inundação. Assim, as inundações provenientes de outras fontes surgem como uma importante questão de risco de inundação, é geralmente requerido um nível de investigação e análise mais típico da terceira fase da avaliação de risco de inundação (ANEPC A. N., 2023).

Cartografia interativa com base em sistemas de informação geográfica, análise topográfica e técnicas de direcionamento terrestre, podem ser utilizadas para avaliar e cartografar o risco de inundação a partir de outras fontes, como parte da avaliação detalhada, no sentido de fornecer indicação das rotas de escoamento superficial e áreas propensas a inundações por águas superficiais que não são identificadas pela cartografia das zonas de inundação. A avaliação inicial deve ser utilizada para avaliar eventos de precipitação intensa que excedam a capacidade disponível dos sistemas de drenagem naturais, artificiais, subterrâneos ou superficiais existentes à data da ocorrência, uma vez que estes serão os únicos que foram registados no passado (ANEPC A. N., 2023).

A cartografia do risco de inundação, geralmente requer uma representação tridimensional da área em estudo, sob a forma de um modelo digital de terreno, e dados de precipitação de magnitude e duração fixa (Figura 38) (ANEPC A. N., 2023).



**Figura 38-** Exemplo de mapeamento de superfície | Fonte: **(Inundações, 2023)**

A avaliação do risco de inundação ao nível Regional, deverá incluir:

- Resumo de planos, figuras e estudos mostrando a amplitude da distribuição espacial do risco de inundação e potenciais conflitos com áreas de crescimento ou desenvolvimento;
- Descrição complementar de qualquer parte de uma região onde o risco de inundações é especialmente importante, por exemplo áreas urbanas centrais ou áreas com pressão para alterações de uso e ocupação do solo, com vista a destacar estes locais como prioridade para uma avaliação pormenorizada do risco de inundação e a necessidade de ação coordenada a maiores escalas;
- Identificação de estratégias orientadoras da gestão sustentável dos riscos de inundação que possam ser incorporadas no planeamento regional;
- Orientações para a avaliação do risco de inundação ao nível das áreas urbanas ou dos municípios, incluindo a gestão dos escoamentos superficiais gerados nestas áreas após as alterações de uso e ocupação relativamente à situação inicial, destacando as orientações relativas às situações com risco de inundação significativo, requisitos para potenciais investimentos em infraestruturas, a necessidade de cooperação entre autoridades de planeamento, e identificar qualquer necessidade de uma avaliação mais pormenorizada.

A avaliação do risco de inundação ao nível Municipal, deverá incluir:

- A identificação dos principais rios e zonas de inundação em toda a área de responsabilidade da autoridade local, assim como das principais áreas urbanizáveis em relação ao descrito anteriormente;
- Quais os impactos das alterações climáticas devem ser avaliados para identificar áreas onde estes impactos possam ser particularmente relevantes, nomeadamente derivados de precipitações intensas ou da subida do nível nos meios recetores fluviais ou costeiros.
- A identificação e localização das infraestruturas de gestão dos riscos de inundação e de áreas protegidas por elas, e a cobertura dos sistemas de alerta de inundação disponíveis;
- Considerar onde estão planeadas alterações de uso e ocupação adicionais nas zonas de inundação A e B, dentro ou na zona adjacente a uma comunidade em risco, as implicações do risco de inundação em infraestruturas críticas e serviços, através de uma mais ampla base comunitária, e como as necessidades do planeamento de emergência e de desenvolvimento serão geridos;
- Identificar zonas aluviais, o que poderá justificar a proteção para manter a sua função de gestão do risco de inundação bem como por razões de comodidade e de biodiversidade;
- Avaliar a condição das infraestruturas de defesa contra inundações e as políticas no que diz respeito à sua manutenção e atualização;
- Avaliar a probabilidade e consequências do transbordo ou falha nas infraestruturas de gestão do risco de inundação, incluindo uma tolerância para o efeito das alterações climáticas;
- Avaliar, em termos gerais, o impacto potencial do desenvolvimento em zonas em risco de inundação ser feito noutra lugar e como perdas de zona de aluvião poderiam ser compensadas;
- Avaliar os riscos para as áreas propostas para desenvolvimento e seus ocupantes, usando um conjunto de eventos extremos relacionados com inundações e marés;
- Identificar áreas específicas onde a avaliação de risco de inundação será necessária para processos de alteração de uso do solo ou reconversão;
- Identificar bacias de drenagem onde as águas superficiais ou inundações pluviais possam ser agravadas por processos de alteração de uso e ocupação do solo e desenvolver estratégias para a sua gestão em áreas de mudança significativa;

- Fornecer orientação sobre a provável aplicabilidade de diferentes sistemas de drenagem sustentável, técnicas para gestão de escoamento das águas superficiais em pontos críticos como determinado pelas águas superficiais e desenvolvimento de estratégias de drenagem dentro da área em causa;
- Identificar onde integra e se baseia a área da SDS e infraestruturas verdes são apropriadas, no sentido de evitar a dependência de soluções individuais; e,
- Fornecer orientações sobre o desenvolvimento de critérios de gestão adequadas para as zonas e locais de risco.

A avaliação estratégica do risco deve ter como objetivo fornecer orientações claras sobre medidas adequadas de gestão do risco para adoção ao nível local, dentro das zonas de inundação, no sentido de minimizar a extensão ao qual os promotores individuais precisam de realizar estudos separados sobre mesmo problema (ANEPC A. N., 2023).

Para aquelas áreas que estão a ser consideradas para alterações de uso e ocupação do solo, a avaliação deve indicar:

- Se as alterações propostas são suscetíveis de serem afetados por inundações atuais ou futuras a partir de qualquer fonte;
- Se as alterações propostas irão aumentar o risco de inundações noutras locais;
- Se existem medidas adequadas para lidar com esses efeitos e riscos;
- Justificação de como os riscos serão reduzidos para um nível aceitável conforme apropriado.

A perda de locais de armazenamento de inundação ou o bloqueio do percurso do fluxo dentro de áreas defendidas pelas estruturas de defesa existentes nas planícies de inundação pode agravar as inundações noutras propriedades dentro das defesas, no caso de tais defesas serem galgadas ou destruídas devendo esta questão ser abordada na análise descrita acima (ANEPC A. N., 2023).

### **3.8. MEDIDAS DE GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÃO**

As medidas estruturais são aquelas nas quais a ação humana modifica o sistema ribeirinho ou costeiro existente na tentativa de minimizar eventos de inundações.

As medidas não estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as inundações, por meio de medidas preventivas. As medidas não estruturais, em conjunto ou não com as estruturais, podem minimizar significativamente os prejuízos com um custo menor. O custo de proteção de uma área inundável por medidas estruturais, em geral, é superior ao de medidas não estruturais (ANEPC A. N., 2023).

Exemplo de medidas estruturais:

- Instalação de vedação temporária ou permanente nas aberturas das estruturas edificadas;
- Elevação de estruturas existentes;
- Construção de novas estruturas sob estacas;
- Construção de pequenas paredes ou diques circundando a estrutura, relocação ou proteção de artigos que possam ser danificados dentro da estrutura existente;
- Relocação de estruturas para fora da área de inundação;
- Uso de material resistente à água ou novas estruturas;
- Sistemas de drenagem sustentável;

As medidas não estruturais de inundação podem ser agrupadas em:

- Regulamentação do uso do solo;
- Criação de um sistema de previsão e alerta de inundação;
- Seguros.

**Tabela 4** - Tipo de medidas para gestão do risco de inundação | Fonte: (ANEPC A. N., 2023)

		<b>Canais de desvio</b>	
		<b>Desvio de cheia</b>	Zonas de armazenamento
<b>Medidas Estruturais</b>	<b>Estruturas no leito de cheia</b>	Barragens e reservatórios de armazenamento	
		Barragens de desvio	
		Estruturas de controlo de gelo ou escombros	
		Bacias de amortecimento	
	<b>Barreiras de cheia</b>	Diques envolventes e áreas drenadas pela sua implementação	
		Diques longitudinais e galerias florestais na orla do rio	
	<b>Proteção Estrutural</b>	De carácter permanente <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevação das estruturas (por aterros ou pilares)</li> <li>- Bermas, cortinas de estanquidade</li> <li>- Proteção de infraestruturas (válvulas de retenção em coletores de esgoto)</li> <li>- Materiais e construções resistentes à água</li> </ul>	
		De carácter temporário <ul style="list-style-type: none"> <li>- Portas estanques</li> <li>- Barreiras de proteção</li> </ul>	
	<b>Prenúncios de cheia</b>	Alertas de cheia	
		Avisos de cheia	
Previsões de cheia			

# Medidas Estruturais

<b>Medidas de Emergência</b>	Combate e proteção (sacos de areia)
	Evacuação
	Serviços de apoio em desastres (distribuição de alimentos)
<b>Gestão das zonas Inundadas</b>	Campanhas de educação e consciencialização pública
	Delineação das zonas de cheia <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapeamento</li> <li>- Demarcação das zonas de cheia</li> <li>- Referenciação de sinais e níveis de cheias passadas</li> </ul>
	Medidas financeiras <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivos e desincentivos - Seguros</li> </ul>
	Mudanças diretas <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realojamento</li> <li>- Conversão de uso</li> </ul>
	Regulamentação de zonas de cheia <ul style="list-style-type: none"> <li>- Legislação Nacional/ Internacional/ Comunitária</li> <li>- Instrumentos de Gestão Territorial</li> <li>- Restrições e acordos de construção</li> <li>- Restrições à emissão de licenças de construção</li> <li>- Ações de planeamento de uso e controlo da utilização do solo</li> </ul>

### 3.9. MEDIDAS GERAIS DO PLANEAMENTO MUNICIPAL

Na Figura 39, a zona indicada como A tem maior probabilidade de sofrer inundações, a zona B tem um risco moderado e a zona C (que abrange todas as áreas restantes) tem um risco de inundação baixo.



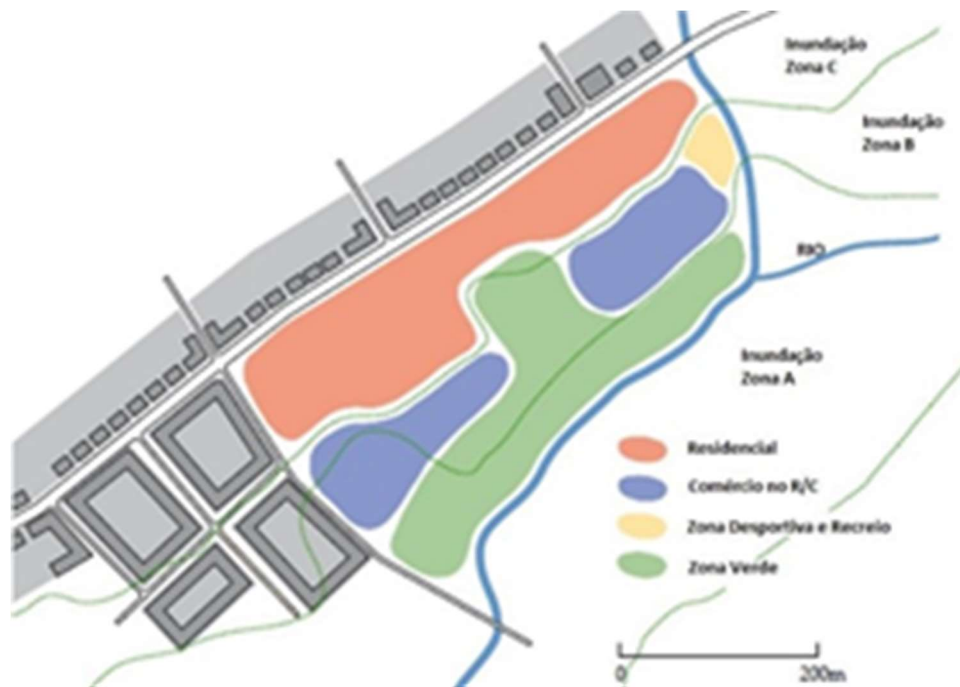
**Figura 39** - Mapeamento de zona de inundação | Fonte: **(Risk Management, 2020)**

Depois de definida a dimensão espacial do risco de inundação, o tipo de uso do solo e a sua localização serão obtidos através das seguintes considerações:

- Os usos de solo mais vulneráveis devem ser localizados em áreas de menor risco de inundação;
- Os usos de solo menos vulneráveis (por exemplo, parques, jardins e espaços abertos para habitats naturais, etc.) devem ser localizados em áreas de maior risco de inundação;
- Deve haver um certo grau de flexibilidade na localização dos usos do solo para refletir a estrutura urbana sustentável existente ou futura; e

- Os usos menos vulneráveis devem ser previstos para o nível térreo em áreas de maior risco de inundação onde a mistura de usos sustentável é a adequada.

A Figura 40 mostra como a aplicação destes princípios no mapa de risco de inundação oferece uma forma de fazer a articulação entre o risco de inundação e os usos de solo adequados.



**Figura 40** - Exemplos de potencial uso do solo em projetos futuros | Fonte: (Risk Management, 2020)

### 3.10. ESTRUTURA URBANA SUSTENTÁVEL

A criação de uma estrutura urbana sustentável é atingível através de:

- Compreender e a trabalhar com a topografia existente de modo a assegurar o escoamento superficial para diferentes cenários;
- Criar uma estrutura permeável e legível, que proporcione rotas claras e diretas a partir de áreas de alto risco para áreas mais seguras com baixo risco;
- Projetar a circulação segura de pessoas para dentro e fora da área, especialmente perto de onde a inundação possa fluir, e considerar a localização de vias de fluxo terrestres seguras;
- Evitar becos sem saída em áreas de médio e alto risco de modo a limitar a acumulação das águas, ou se inexequível prever em projeto um acesso tipo escada para fuga das pessoas;
- Providenciar defesas secundárias em áreas de baixo risco tais como barreiras desmontáveis e níveis diferenciados de solo/pisos.

A Figura 41 baseia-se no conceito de uso do solo para ilustrar como as considerações de risco de inundação podem influenciar o desenho urbano, acesso e circulação.



**Figura 41** - Integração do risco de inundação na estrutura urbana | Fonte: (Risk Management, 2020)

### 3.11. USO DE SOLOS

Um dos melhores exemplos no que diz respeito à regulamentação do uso de solo, foi implementado em Espanha, na região autónoma de Múrcia, onde através de legislação específica (Decreto Regional nº 258/2007) e a partir da classificação de perigosidade, para áreas não intervencionadas, estabeleceu um conjunto de regras ou servidões que limitam os usos de acordo com a perigosidade da cheia.

De acordo com as características da altura de cheia e o período de retorno associado existem três níveis de risco que por sua vez definem as tipologias de uso permitidas.

Uma política de usos de solos consolidada nos riscos existentes e a necessidade de compatibilização com o direito fundamental de propriedade privada produz uma ambivalência que frequentemente não é fácil de gerir. No entanto, esta política ao promover o aumento da resiliência do território aos efeitos decorrentes de fenómenos meteorológicos extremos concorre para um maior conhecimento do risco e por inerência para uma maior participação dos cidadãos, reforçando o acesso à informação e à intervenção nos procedimentos de elaboração, execução, avaliação e revisão dos programas e planos territoriais, Figura 42.

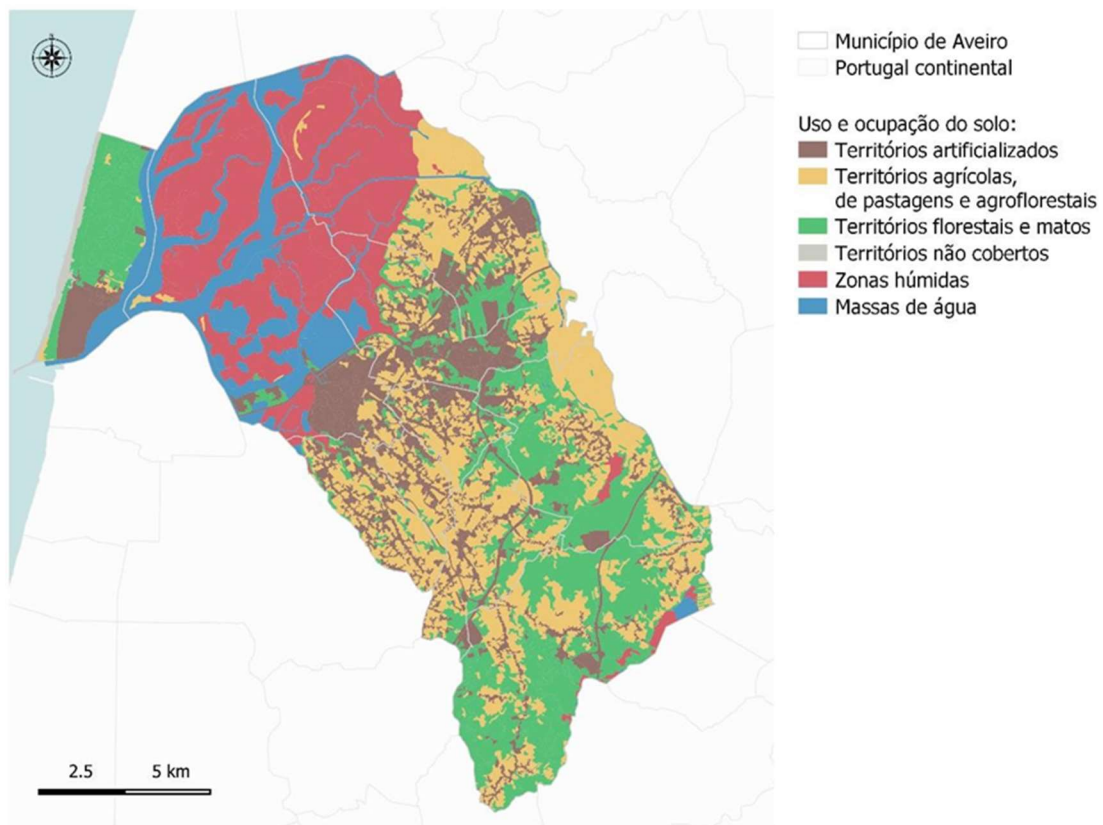
Calado máximo (cm)	Periodo de retorno (años)			
	menor de 25	entre 25 y 100	entre 100 y 500	mayor de 500
mayor de 80	3	2	2	0
entre 40 y 80	2	2	2	0
entre 10 y 40	2	2	1	0

	Prohibido	Permitido
<b>Nível 1</b> <b>Riesgo</b> <b>Bajo</b>	Industrial de transformación y sust. peligrosas Residencial y turístico (salvo mínima densidad. y camping). Equipamientos comunitarios cerrados. Infraestructuras puntuales energéticas: centros de producción, transformación y almacenamiento de energía.	Agrario: agricultura y ganadería. Industrial: extractiva y de almacenaje. Residencial y Turístico de mínima densidad (medidas). Camping (estudio de velocidades). Equipamientos comunitarios abiertos. Infraestructuras lineales y puntuales salvo energéticas.
<b>Nível 2</b> <b>Riesgo</b> <b>Medio</b>	Industrial de transformación y sust. peligrosas Residencial y Turístico. Equipamientos comunitarios cerrados. Infraestructuras puntuales energéticas: centros de producción, transformación y almacenamiento de energía. Infraestructuras puntuales: potabilizadoras.	Agrario: agricultura y ganadería. Industrial extractiva y de almacenaje. Equipamientos comunitarios abiertos. Infraestructuras lineales. Infraestructuras puntuales: depuradoras con medidas de drenaje, defensa y protección.
<b>Nível 3</b> <b>Riesgo</b> <b>Alto</b>	Agrario: ganadería. Industrial de transformación, sust. peligrosas y de almacenaje. Residencial y Turístico. Equipamientos comunitarios cerrados. Infraestructuras puntuales energéticas: centros de producción, transformación y almacenamiento de energía. Infraestructuras puntuales: potabilizadoras.	Agrario: agricultura. Industrial extractiva. Equipamientos comunitarios abiertos. Infraestructuras lineales. Infraestructuras puntuales: depuradoras, con medidas de drenaje, defensa y protección.

Figura 42 - Extrato do Decreto Regional nº 258/2007 / Múrcia, Espanha | Fonte: (Murcia, 2023)

O uso e ocupação do solo desempenha um papel fundamental no planeamento ambiental, político, económico e social, no ordenamento do território e na monitorização ambiental. Na Figura 43 mostramos os principais usos e ocupações do solo no Concelho de Aveiro.



**Figura 43** - Uso e ocupação do solo | Fonte: (DGT, 2023)

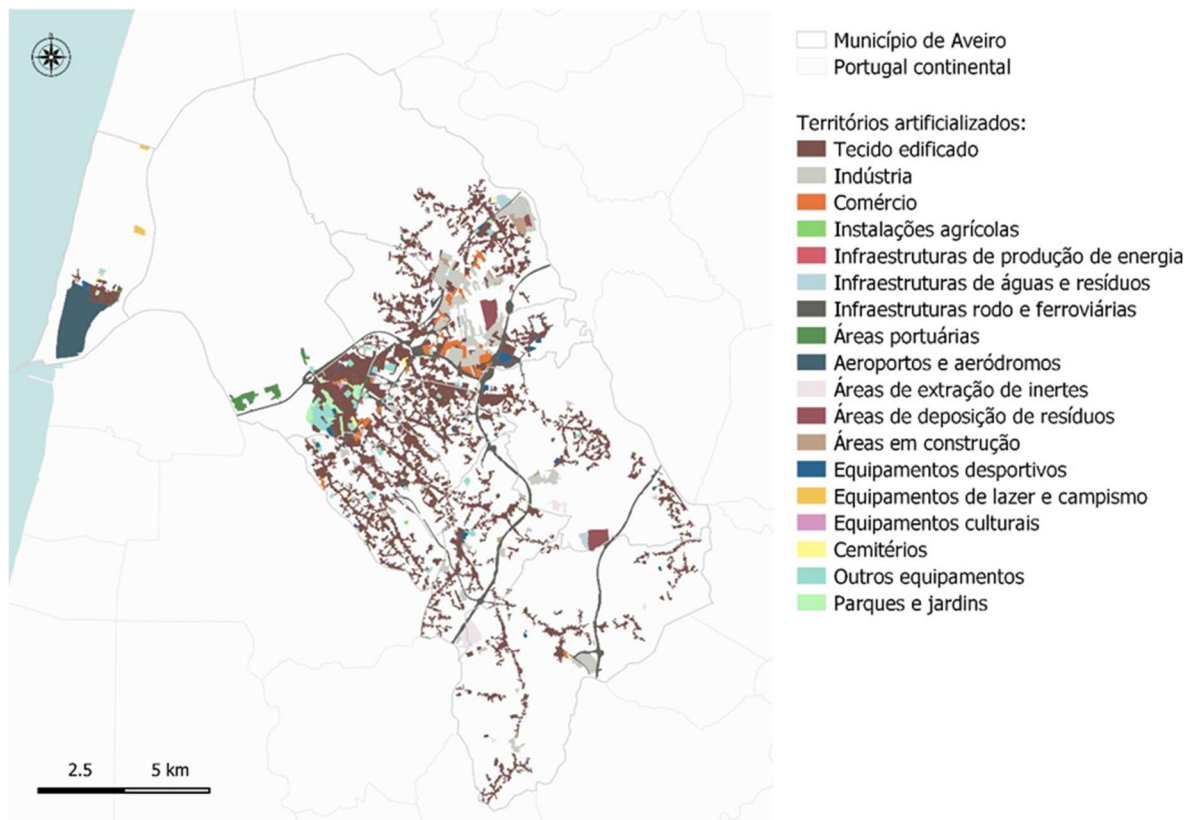
Na observação da figura anterior destacam-se as zonas húmidas e as massas de água a oeste do Concelho, que correspondem à Ria de Aveiro, e junto ao litoral, os territórios florestais os matos e os territórios artificializados.

Na área central do município prevalecem os territórios agrícolas de pastagens e agroflorestais, na envolverência de territórios artificializados. A este, assinala-se uma predominância de territórios florestais e matos.

Fazendo referência ao uso do solo no município, verifica-se que este é vulnerável ao aumento de temperatura e consequentes episódios de seca e incêndios florestais assim como ao aumento do nível médio do mar (PMAAC, 2023).

### 3.12. INFRAESTRUTURAS

A figura 44 apresenta as principais localizações de instalações e infraestruturas, dos principais equipamentos públicos e privados do Município de Aveiro, pelas suas características construtivas e pela sua localização. Os edifícios e infraestruturas podem apresentar vulnerabilidades às mudanças climáticas, tais como: baixa capacidade de resistência a tempestades, suscetibilidade a inundações, risco de deslizamentos de terra, entre outros (PMAAC, 2023).



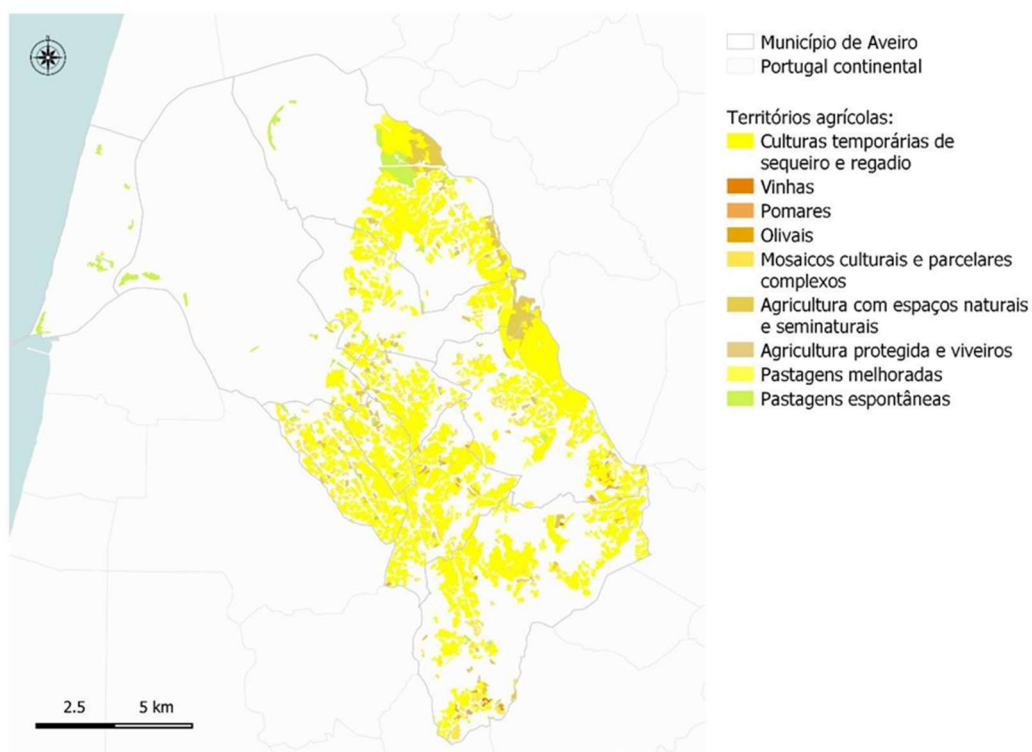
**Figura 44** - Território destinado a atividades de intervenção humana | Fonte: (DGT, 2023)

Na análise à figura anterior, verifica-se que, no concelho de Aveiro, se destaca o tecido edificado. Evidencia-se as zonas de indústria espalhadas, as zonas de comércio predominantes na área central, as três áreas de deposição de resíduos, localizadas na área centro sul.

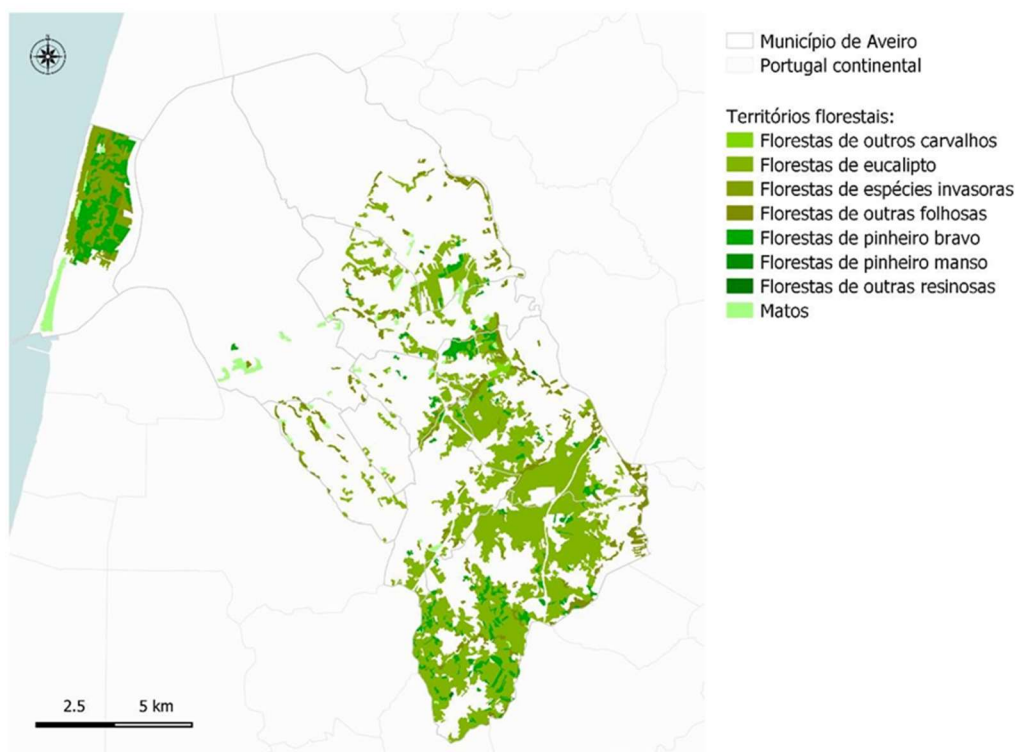
Relativamente às infraestruturas ferroviárias, destaca-se a Linha do Norte.

No que respeita às infraestruturas rodoviárias, o município é servido por três autoestradas, nomeadamente a A25, Aveiro - Vilar Formoso, a A17, Marinha Grande - Aveiro e a A1, Lisboa - Porto. Destacam-se também os Itinerários Complementares, IC2, a N235, Aveiro - Penacova, N109, Leiria - Vila Nova de Gaia, entre outras.

As alterações climáticas do local, e a variabilidade climática mostram os impactos na produção agrícola, quer no rendimento das culturas, quer no tipo de culturas às condições de cada área de cultivo. O aumento global de temperaturas que se tem observado nos últimos anos já começou a afetar a duração do período de cultivo em muitas regiões, verificando-se que as datas de floração e colheita dos cereais ocorrem mais cedo, Figuras 45 e 46 (PMAAC, 2023).



**Figura 45 - Territórios agrícolas | Fonte: (DGT, 2023)**



**Figura 46 - Territórios florestais | Fonte: (DGT, 2023)**

### 3.13. RESPOSTA EM EMERGÊNCIA

A resposta à emergência é uma atividade muito expressiva no âmbito da proteção civil, na medida em que implica uma ação direcionada para resposta imediata a acidentes graves ou catástrofes, mas também a pequenas e médias ocorrências.

A resposta tem como objetivo deslocar os agentes de proteção civil e as entidades de apoio necessárias ao socorro e salvamento da população afetada, tendo como prioridade o objetivo de assegurar a diminuição de perda de vidas humanas, bens, infraestruturas e equipamentos.

A conceção de planos de emergência para inundações, pretende assegurar que em caso de catástrofe, todos os meios e recursos necessários para apoio são acionados de forma a restabelecer a normalidade o mais rapidamente possível. Estes devem especificar de forma clara os intervenientes nas várias ações que ocorram antes, durante e pós o acontecimento. Este plano deve ser produzido em colaboração com todos os agentes intervenientes, nomeadamente o executivo local, as forças de segurança, bombeiros, autoridades de

saúde, SMPC – Serviços Municipais de Proteção Civil, CSREPC – Comandos Sub-Regionais de Emergência e Proteção Civil, CREPC – Comando Regional de Emergência e Proteção Civil e qualquer outro agente local importante.

Devem ser consideradas as linhas de comunicação existentes, de forma a assegurar as comunicações, não só entre os agentes de intervenientes na ação, mas também as comunicações com a população.

### **3.14. COMUNICAÇÃO DO RISCO**

A emissão de alertas especiais ao sistema de proteção civil compete à ANEPC, no âmbito da sua competência territorial, e aos Serviços Municipais de Proteção Civil, no âmbito municipal, nos termos do SIOPS (ANEPC A. N., 2023).

No âmbito do Sistema Nacional de Monitorização e Comunicação de Risco, de Alerta Especial e de Aviso à População entende-se por Aviso, a comunicação enviada à população potencialmente afetada pela iminência ou ocorrência de um acidente grave ou catástrofe, de modo a fornecer informação relacionada com o evento em causa e sobre as medidas de autoproteção a adotar, podendo ser enquadrada como aviso preventivo ou aviso de ação, consoante o fim a que se destina, ajustando a:

- Aviso preventivo – o aviso emitido com o objetivo de informar a população sobre o aumento de determinado risco numa determinada área geográfica;
- Aviso de ação – o aviso emitido com o objetivo de induzir a população a adotar medidas de autoproteção concretas em caso de ocorrência de um acidente grave ou catástrofe num período temporal específico, numa determinada área geográfica.

A emissão dos avisos de proteção civil compete, em primeira instância, aos centros de coordenação operacional de nível nacional, de nível regional e de nível distrital, bem como à comissão municipal de proteção civil, conforme os respetivos âmbitos de atuação (ANEPC A. N., 2023).

Assim, a ANEPC e os SMPC garantem, nos respetivos âmbitos de atuação, a difusão dos avisos de proteção civil, que deve ser efetuada utilizando os meios adequados, nomeadamente sirenes ou outros dispositivos sonoros, redes de comunicações fixas ou

móveis, televisão, rádio, aplicações informáticas, correio eletrónico ou redes sociais, entre outros que se revelem mais adequados.

## 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS: INQUÉRITOS E A CARACTERIZAÇÃO

### DA AMOSTRA

Neste capítulo, tenta-se observar a consciência da intervenção a este tipo de evento, por parte dos meios de primeira intervenção do concelho de Aveiro.

O principal aspeto que foi tido em consideração para a elaboração do questionário foi o tipo de informação que se queria recolher, no sentido de construir um instrumento de medida que permitisse avaliar se estão as nossas corporações preparadas ou não para lidar com os fenómenos em estudo.

A partir da análise da informação que era necessário recolher, foi definido o tipo de perguntas a incluir no questionário.

As questões a colocar podem ser gerais ou específicas, abertas ou fechadas, tendo no presente caso tido maior incidência as questões abertas.



**Figura 7** – Inquérito às corporações de bombeiros do Concelho de Aveiro

#### **4.1. PROCEDIMENTOS PARA A RECOLHA DE DADOS**

Para a fase de inicial foi utilizado o email, como meio de divulgação do link para obtenção de respostas ao questionário.

O questionário foi construído com recurso ao Google Forms, por se considerar uma ferramenta fiável e segura para a recolha e tratamento de dados.

De modo a alcançar as respostas necessárias, foi utilizado o email do comando das duas corporações de bombeiros do concelho de Aveiro e Comando Sub-Regional de Emergência e Proteção Civil da Região de Aveiro.

Deve-se referir que, não foi possível obter o número de respostas desejadas, uma vez que, de forma geral, o pedido para colaborar no estudo não foi bem recebido pelas pessoas, que não se interessaram em participar, o que se considera uma limitação para o presente estudo.

A recolha de dados teve início em fevereiro de 2023 e terminou no fim de junho de 2023. A amostra final incluiu 10 respondentes.

### 4.1.1. O INQUÉRITO

A estrutura do inquérito era simples, a formulação das questões (tabela 5) foi orientada para se conseguir uma melhor compreensão deste assunto, pois tem-se consciência de que é um assunto pouco debatido dentro das nossas corporações de bombeiros.

**Tabela 5:** Questões do Inquérito

## Questões do inquérito

1.	O que é uma Inundação?
2.	O que são cheias?
3.	Quais as consequências das cheias e inundações na sua área de atuação?
4.	As cheias e inundações são fenómenos perigosos?
5.	Quais são as formas de mitigação e prevenção de cheias?
6.	Quais são os problemas trazidos pelas cheias na sua área de atuação?
7.	Quais são as principais causas das inundações?
8.	Quais são as medidas de prevenção das cheias?
9.	O que fazer em caso de cheia?
10.	Já participou ou assistiu a um exercício de simulação de uma ocorrência de cheias?

#### **4.1.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

Para a caracterização dos inquiridos selecionou-se um conjunto de variáveis que julgamos relevantes na explicação e compreensão das práticas e representações dos intervenientes, relativamente às questões colocadas: a entidade representativa, a condição de trabalho (função).

Assim, e tendo em conta a responsabilidade de cada inquirido, podemos concluir o grau de sensibilidade e responsabilidade com que reagiriam em caso de se verem confrontados com um evento desta natureza.

Assim, para preservar a identidade dos inquiridos, decidiu-se caracterizar as respostas com A, B, C, D, E, F, G, I, J, K, de modo a não expor nomes.

## QUESTÃO 1

O que é uma Inundação?

A sua resposta

É a cobertura temporária por água de uma parcela do terreno fora do leito normal, resultante de cheias provocadas por processos naturais como a precipitação, incrementando o caudal dos rios, torrentes de montanha e cursos de água efémeros correspondendo estas a cheias fluviais, ou de sobrelevação do nível das águas do mar nas zonas costeiras.

✓ Resposta do inquirido - A

***“Uma inundação, de modo geral, pode ser entendido como o resultado da concentração da água de chuva em excesso que não pode ser absorvida por solo, ou em zonas urbanas, quando supera a capacidade de escoamento.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Grande concentração de água em excesso, que não consegue desaparecer de formar natural ou pela rede de saneamento.”***

✓ Resposta do inquirido - C

***“Uma acumulação de água resultante da precipitação abundante ou intensa, normalmente associada a sobrecarga dos sistemas de drenagem.”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“Alagamento de uma área de terreno”***

✓ Resposta do inquirido - E

***“Inundação é a ocupação pela água de um espaço, temporariamente, que normalmente não está ocupado pela água.”***

✓ Resposta do inquirido - F

***“Um alagamento”***

✓ Resposta do inquirido - G

***“Situação relacionada com a presença de água em superfícies em que habitualmente não se verifica.”***

✓ Resposta do inquirido - H

***“Por inundação entende-se cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água.”***

✓ Resposta do inquirido - I

***“Existência de água em excesso em locais onde normalmente não há água”***

✓ Resposta do inquirido - J

***“Inundação entende-se cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água.”***

## QUESTÃO 2

O que são Cheias?

A sua resposta

Refere-se a um fenómeno hidrológico extremo, de frequência variável, natural ou induzido pela ação humana, que consiste no transbordo de um curso de água relativamente ao seu leito natural, originando a inundação dos terrenos ribeirinhos.

✓ Resposta do inquirido - A

***“Cheias são catástrofes naturais que ocorrem quando há precipitações muito intensas num curto período de tempo fazendo com que o caudal do rio suba excessivamente e aumente saindo do seu caudal normal e conseqüentemente inundando as suas margens.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Subida dos cursos de água sem controlo humano.”***

✓ Resposta do inquirido - C

***“O conceito de cheia está mais associado ao transbordo dum curso de água do seu leito /margens original provocado por falta de capacidade de encaixe.”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“Aumento rápido do nível da água”***

✓ Resposta do inquirido - E

***“Cheias são catástrofes naturais provocadas pela precipitação intensa num curto espaço de tempo que provoca o aumento do caudal dos rios originando o seu transbordo e inundando as margens.”***

- ✓ Resposta do inquirido - F

***“Fenómeno hidrológico repentino”***

- ✓ Resposta do inquirido - G

***“Aumento significativo do caudal de um curso de água, provocando o seu extravasamento”***

- ✓ Resposta do inquirido - H

***“E um volume de caudal de água que pode ser provocado por condições meteorológicas ou por aumento do volume dos rios”***

- ✓ Resposta do inquirido - I

***“Existência de água em excesso em locais onde normalmente não há água”***

- ✓ Resposta do inquirido - J

***“Concentração de água da chuva em excesso cujo o solo já não tem capacidade para absorver assim como outras formas de escoamento”***

### QUESTÃO 3

Quais as consequências das cheias e inundações na sua área de atuação?

A sua resposta

---

As consequências das cheias variam de acordo com a sua intensidade e duração. Estas podem destruir culturas agrícolas, o que pode causar um impacto econômico ou humanitário. Podem destruir estradas e pontes, que pode causar a interrupção da atividade econômica e logística de uma cidade ou região. Pode destruir casas e aldeias inteiras num curto espaço de tempo, principalmente quando as inundações são acompanhadas de deslizamentos de terras, avalanches ou outros fenômenos perigosos. Pode causar a morte e ferimentos graves, uma vez que a força da água pode arrastar pessoas, derrubar casas. Pode causar o aumento de doenças, não só pelos ferimentos causados durante o fenómeno e pela destruição urbana, mas também pelo acumulado de água em muitos locais, o que permite a proliferação de mosquitos, causando epidemias. Pode também causar a modificação do relevo, pois uma inundação repentina e violenta pode mudar para sempre a topografia do local onde ocorreu.

✓ Resposta do inquirido - A

***“Considerando a existência da Barragem de Ribeirão, a zona urbana envolvente da Ria de Aveiro e toda a Orla Marítima, as consequências das Cheias/ inundações podem trazer consequências ao nível da vida humana e animal, da afetação/destruição do património, bem como dos territórios abrangidos.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Caves e habitações inundadas, cortes de vias, destruição de construções, queda de árvores.”***

✓ Resposta do inquirido – C

***“Por norma, corte de estradas e ferrovias, alagamento de terrenos e áreas de cultivo, inundação de habitações, destruição de estruturas como passadiços ou bares de apoio, destruição de áreas de cordão dunar, etc.”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“Inundação de áreas habitacionais, campos agrícolas e eixos rodoviários”***

✓ Resposta do inquirido - E

***“Casas inundadas, deslizamento de terras, pessoas desalojadas.”***

✓ Resposta do inquirido - F

***“Interrupção da circulação viária e afetar habitações limítrofes”***

✓ Resposta do inquirido - G

***“Ambas podem impactar ao nível social e económico.”***

✓ Resposta do inquirido - H

***“Danos materiais devido a construções em leitos de cheia, destruição de zonas de cultivo, cortes de vias”***

✓ Resposta do inquirido - I

***“Danos materiais, destruição de edificados”***

✓ Resposta do inquirido - J

***“Destruição de casas, aumento de doenças, ferimentos graves e até mesmo morte”***

## QUESTÃO 4

As cheias e inundações são fenómenos perigosos?

A sua resposta

As cheias e inundações são fenómenos hidrológicos que não podemos evitar, e que podem ser potencialmente perigosos, dependendo da magnitude atingida (altura da água, caudais), da velocidade de progressão e da frequência com que ocorrem.

✓ Resposta do inquirido - A

***“Podem ser, mediante o período temporal em que acontecem, associado aos caudais e débitos de água.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Sem dúvida”***

✓ Resposta do inquirido - C

***“Sim.”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“sim”***

✓ Resposta do inquirido - E

***“Podem ser.”***

✓ Resposta do inquirido - F

***“Sim, podem nalguns casos ser.”***

✓ Resposta do inquirido - G

**“São”**

✓ Resposta do inquirido - H

**“sim”**

✓ Resposta do inquirido - I

**“sim”**

✓ Resposta do inquirido - J

**“sim”**

## QUESTÃO 5

Quais são as formas de mitigação e prevenção de cheias?

A sua resposta

As medidas para minimizar as consequências das cheias e inundações podem ser diversas, desde estruturais a não estruturais.

Como medidas estruturais, pode-se falar na: construção de barragens, reservatórios e bacias de retenção; regularização fluvial; construção de diques; modificações da bacia de escoamento; construção de leitos alternativos;

Como medidas não estruturais, pode-se falar: ordenamento/planeamento do uso dos solos; regulamentação e/ou zonamento de zonas inundáveis; implementação de legislação que regule os pontos anteriores; implementação de códigos de construção; implementação de sistemas de segurança; implementação de sistemas de aviso; elaboração de planos de emergência; realização de ações de informação, sensibilização e formação pública.

✓ Resposta do inquirido - A

***“São várias, desde a prevenção na limpeza das diversas formas de escoamentos, as medidas de antecipação para a proteção da vida e do património, bem como o planeamento e treino dos planos de emergência, por exemplo, o Plano de Emergência Externo da Barragem de Ribeiradio, o qual contempla os concelhos de Sever do Vouga, Albergaria-a-Velha, Águeda e Aveiro, que teve o seu último teste no exercício internacional CASCADE19”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Controlo dos leitos dos rios, evitar construções em zonas hidráulicas, deixar permeabilidade no solo e dimensionar de forma correta a rede de saneamento.”***

✓ Resposta do inquirido – C

**“Proceder a limpeza dos cursos de água e sistemas de drenagem/escoamento pluvial. Em caso de incêndio florestal em zonas de encosta, efetuar intervenções de estabilização das vertentes para evitar que haja escorrência de materiais que possam vir a causar represamentos ou deslizamentos; Criar canais artificiais que permitam um maior encaixe da massa de água em caso de uma cheia rápida; Não permitir construções ou intervenções que possam alterar as linhas de água”**

✓ Resposta do inquirido - D

**“Analisar os riscos e prever alternativas dos circuitos das águas”**

✓ Resposta do inquirido - E

**“Não autorizar a construção nas margens, em linhas de água ou leitos secos, e no caso de Aveiro a construção das eclusas para regularizar o nível de água nos canais da cidade.”**

✓ Resposta do inquirido - F

**“Limpeza de canais, valas, etc”**

✓ Resposta do inquirido - G

**“Preparação de infraestruturas”**

✓ Resposta do inquirido - H

**“Um ordenamento do território mais coeso”**

✓ Resposta do inquirido - I

**“Manter limpos e desobstruídos os leitos dos rios e fazer o desassoreamento; reflorestar áreas onde há maior risco de arrastamento de**

***sedimentos; fazer uma boa gestão das bacias hidrográficas; implementar sistemas de vigilância, que permitam avisar atempadamente as populações de forma a diminuir os riscos de inundações; construir barragens para regularizar os caudais dos rios.”***

✓ Resposta do inquirido - J

***“Não autorizar a construção nas margens, em linhas de água ou leitos secos, e no caso de Aveiro a construção das eclusas para regularizar o nível de água nos canais da cidade.”***

## QUESTÃO 6

Quais são os problemas trazidos pelas cheias na sua área de atuação?

A sua resposta

Para além dos danos materiais, estes fenómenos podem causar a inundação de áreas habitacionais, em campos agrícolas bem como impedir a circulação nos principais eixos viários.

✓ Resposta do inquirido - A

***“A inundação das áreas urbanas.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Vias cortadas, edifícios destruídos, animais em perigo e deslocação da população.”***

✓ Resposta do inquirido – C

***“Como se trata duma situação recorrente, a população residente nesses locais já possui a sua própria resiliência e sabem como lidar com o cenário. Geralmente é a população não residente que é apanhada desprevenida e acabam por ficar atolados, ou isolados.”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“Inundação de áreas habitacionais, campos agrícolas e eixos rodoviários”***

✓ Resposta do inquirido - E

***“Casas inundadas, deslizamento de terras, pessoas desalojadas.”***

- ✓ Resposta do inquirido - F

***“Interrupção da circulação viária e afetar habitações limítrofes”***

- ✓ Resposta do inquirido - G

***“Corte de estradas”***

- ✓ Resposta do inquirido - H

***“Não Temos”***

- ✓ Resposta do inquirido - I

***“Danos materiais, destruição de edificadros”***

- ✓ Resposta do inquirido - J

***“Casas inundadas, deslizamento de terras, pessoas desalojadas.”***

## QUESTÃO 7

Quais são as principais causas das inundações?

A sua resposta

As principais causas estão relacionadas com a impermeabilização do solo, com construções irregulares, colocação de detritos desadequados em terrenos baldios ou em locais não indicados. Com o incumprimento do atrás referido, as águas das chuvas ficam acumuladas por falta de escoamento e incapacidade de absorção dos terrenos, causando alagamentos.

✓ Resposta do inquirido - A

***“O aumento dos caudais dos Rios e a erosão costeira.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Edifícios dimensionados de forma incorreta ou construídos em locais inadequados, erro humano”***

✓ Resposta do inquirido - C

***“Maioritariamente acontecem por assoreamento dos sistemas de drenagem (Acumulação de folhas, de palhas, detritos, nos esgotos da via pública e caleiras das habitações). Por vezes por obras, ou até construção, que efetuam em linhas de água. Em resultado do lixiviamento dos terrenos/solo afetados por incêndios florestais durante o verão. Também em resultado de galgamento costeiro devido a agitação marítima.”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“Destruição de culturas, destruição de habitações, infraestruturas e redes viárias, morte”***

- ✓ Resposta do inquirido - E

***“Impermeabilização dos solos, construção em linhas de água e leitos secos, deposição de detritos nas linhas de água.”***

- ✓ Resposta do inquirido - F

***“Saturação dos solos”***

- ✓ Resposta do inquirido - G

***“Precipitação no caso de inundações provocadas por cheias.”***

- ✓ Resposta do inquirido - H

***“Chuvas”***

- ✓ Resposta do inquirido - I

***“Entupimentos de zonas de drenagem de águas”***

- ✓ Resposta do inquirido - J

***“As principais causas estão relacionadas à impermeabilização do solo, construções irregulares, deposição de lixo em terrenos baldios ou em locais sem estrutura adequada. Com isso, a água da chuva se acumula, pois não tem meios necessários para se infiltrar, escoando com maior rapidez e causando alagamentos.”***

## QUESTÃO 8

Quais são as medidas de prevenção das cheias?

A sua resposta

Manter a vegetação das encostas, uma vez que esta funciona como um travão natural para as águas da chuva; manter limpas as margens dos rios; limpar os sistemas de escoamento da água da chuva.

✓ Resposta do inquirido - A

***“São várias, desde a prevenção na limpeza das diversas formas de escoamentos, as medidas de antecipação para a proteção da vida e do património, bem como o planeamento e treino dos planos de emergência, por exemplo, o Plano de Emergência Externo da Barragem de Ribeiradio, o qual contempla os concelhos de Sever do Vouga, Albergaria-a-Velha, Águeda e Aveiro, que teve o seu último teste no exercício internacional CASCADE19”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Sistemas de alerta automáticos, histórico de ocorrências e um maior planeamento na implementação de edifícios ou vias, bem como a manutenção da permeabilidade do solo”***

✓ Resposta do inquirido – C

***“Procurar saber se resido ou trabalho numa zona de risco. Ouvir noticiários. Identificar locais de segurança em caso de cheia ou inundação rápida. Arranjar materiais que evitem a entrada da água; Manter uma reserva de alimentos, ração para animais, medicamentos e água potável; Efetuar limpeza das caleiras e sistemas de escoamento”***

- ✓ Resposta do inquirido - D

***“gestão correta do nível da água”***

- ✓ Resposta do inquirido - E

***“Manter o leito dos rios limpos, desobstruídos e evitar o assoreamento. Manter a vegetação nas margens para evitar a movimentação de sedimentos para os rios.”***

- ✓ Resposta do inquirido - F

***“Construção barreiras”***

- ✓ Resposta do inquirido - G

***“Preparação de infraestruturas”***

- ✓ Resposta do inquirido - H

***“Preparação de material moto bombas”***

- ✓ Resposta do inquirido - I

***“Construção de barragens”***

- ✓ Resposta do inquirido - J

***“Limpar os sistemas de escoamento da água da chuva.”***

## QUESTÃO 9

O que fazer em caso de cheia?

A sua resposta

Identificar pontos altos que sirvam de refúgio; preparar um estojo de emergência com rádio, lanterna a pilhas, pilhas de reserva, material de primeiros socorros, medicamentos essenciais e agasalhos; manter em casa uma reserva de água engarrafada e alimentos enlatados para 2 ou 3 dias; verificar a necessidade de fazer um seguro de danos pessoais e materiais para este tipo de ocorrências; colocar os alimentos e objetos de valor nos pontos mais altos da casa; colocar num lugar seguro as embalagens de produtos poluentes ou tóxicos (inseticidas, pesticidas, etc.); manter a calma; dar apoio a quem mais necessita; desligar a água, gás e eletricidade; beber apenas água engarrafada; não comer alimentos que estiveram em contacto com a água da inundação; resistir à curiosidade de ver os locais mais atingidos. Pode correr-se riscos desnecessários; não utilizar o carro, pois pode ser arrastado pela água; para pedir socorro utilizar um pano colorido, uma lanterna a pilhas, ou outra coisa que chame a atenção. Não ocupar as linhas telefónicas. O telefone deve ser utilizado só em caso de emergência.

✓ Resposta do inquirido - A

***“Seguir a indicação das autoridades e dos planos vigentes, tendo sempre em consideração a preservação da vida em primeiro lugar.”***

✓ Resposta do inquirido - B

***“Seguir as indicações das Autoridades e não ter comportamentos arriscados.”***

✓ Resposta do inquirido – C

***“Manter-me calma, procurar informação sobre a evolução da situação com recurso aos Órgãos de Comunicação Social e Proteção civil municipal, fazer uma mochila contendo objetos pessoais, medicação e documentos mais importantes,***

***acondicionar equipamentos e objetos de valor em locais mais elevados, procurar criar uma barreira a entrada das águas, verificar se os animais domésticos estão soltos, e em último recurso efetuar o corte de gás, eletricidade e água”***

✓ Resposta do inquirido - D

***“mitigar danos potenciando o salvamento”***

✓ Resposta do inquirido - E

***“Se tiver que abandonar a habitação procurar uma zona alta e afastada, não circular por lençóis de água, se circular de carro ter atenção para não ser arrastado, estar atento á subida repentina das águas, ter atenção a movimentação de detritos, ter um kit de primeiros socorros e um de sobrevivência com alimentação e estar atento as informações dadas pelos Serviços de Proteção Civil.”***

✓ Resposta do inquirido - F

***“Ir para uma zona segura”***

✓ Resposta do inquirido - G

***“Proteção de pessoas, animais e bens”***

✓ Resposta do inquirido - H

***“damos apoio em retirar água nas que nos são possíveis”***

✓ Resposta do inquirido - I

***“Abandonar locais com maior índice de perigosidade, balizar a area para que os demais não irem para essa área”***

✓ Resposta do inquirido - J

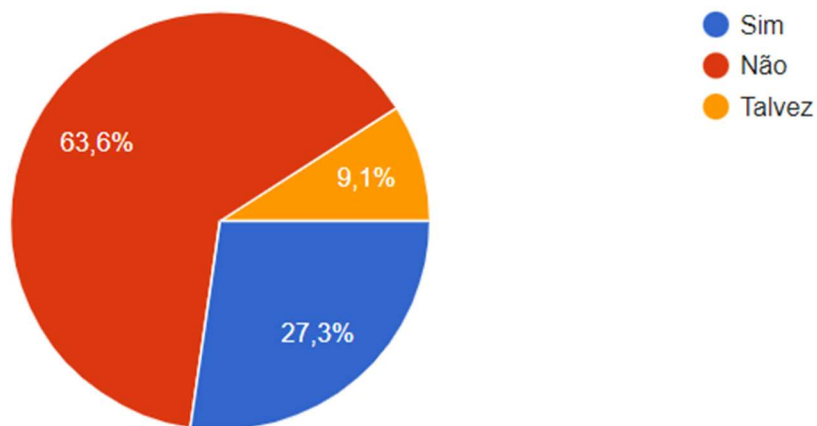
***“Desligar a água o gás e eletricidade e não ocupar linhas telefónicas”***

### QUESTÃO 10

Já participou ou assistiu a um exercício de simulação de uma ocorrência de cheias?

- Sim
- Não
- Talvez

Esta resposta depende da experiência profissional de cada um dos inquiridos.



## 4.2. CONCLUSÃO

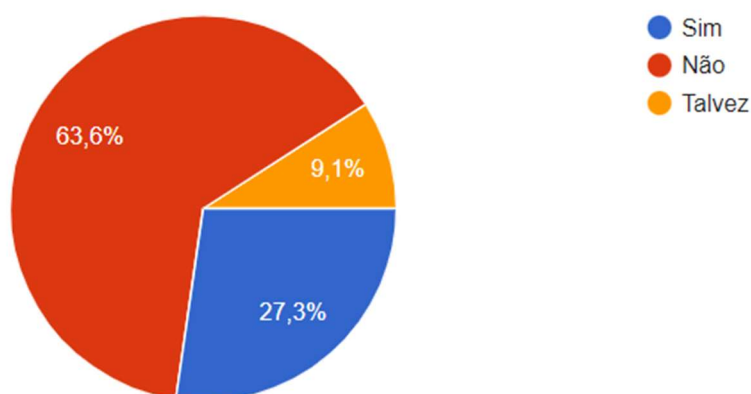
Esta investigação tinha como objetivo perceber qual a predisposição que os meios de emergência e socorro de primeira intervenção têm para este tipo de ocorrências. Cujo objetivo principal era a forma de comunicação e quais os meios necessários para a resposta a uma ocorrência deste tipo.

Assim, neste capítulo, procurou-se analisar e discutir as abordagens metodológicas que se consideraram mais adequadas, tendo em conta os objetivos a atingir e o campo de aplicação definido.

Em termos de representatividade da amostra, registe-se a participação de um grupo muito diminuto, ao que seria espectável.

O estudo demonstrou-nos que a maioria dos participantes caracteriza corretamente o evento em estudo e também tem a noção das suas consequências. Existe uma divergência no ponto em que questionamos se as cheias são ou não fenómenos perigosos, isso advém da experiência de cada um, e também do tipo de formação. Concluimos então, que quando a frequência de ocorrência de inundações é baixa, a população ganha confiança e despreza o risco.

Na resposta à última questão, verificamos que 63,6% dos Inquiridos, nunca participou num exercício de simulação de cheias, 27,3% já participaram e 9,1% não conseguem dizer se participaram ou não.



**Figura 8:** Gráfico de resposta à questão 10 - “Já participou ou assistiu a um exercício de simulação de uma ocorrência de cheias?”

Um dos inquiridos, fala-nos na realização de um exercício Europeu, o CASCADE 19, que foi organizado pelo Comando Distrital de Operações de Socorro de Aveiro, em parceria com os Municípios de Águeda, Albergaria a Velha, Ílhavo e Sever do Vouga.

Após alguma investigação para recolha de dados sobre o evento acima mencionado, verificamos que este exercício teve como principal objetivo, colocar à prova os Municípios envolvidos, no que diz respeito à ativação dos planos de emergência, Distrital e Municipal, bem como o contacto com a população, implementação de planos de evacuação, mobilização de equipas para resgate e salvamento de vítimas.

O CASCADE 19 envolveu vários cenários:

❖ Condições Meteorológicas Adversas - Incêndio em Ferry Boat

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Condições meteorológicas adversas	Incêndio em Ferry boat	Mobilização de equipas	AMN, Bombeiros, GNR, SMPC, ACES, PJ, <u>Belgique Water Rescue Boats</u>
		Resgate Aquático	

❖ Condições Meteorológicas Adversas - Acidentes de Viação com matérias Perigosas em trânsito

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Condições meteorológicas adversas	Acidente de viação com matérias perigosas em trânsito	Mobilização de equipas	GNR, Bombeiros, SMPC, APA, TJA, RMN, VPME CBV Feira, CBRN França
		Tamponamento de fugas Trasfega das matérias Limpeza e neutralização da matéria derramada para o meio ambiente	

❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) - Auto Salvamento/ Busca e Salvamento nas Margens

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Auto Salvamento	Informação à população	SMPC
		Evacuação para ZCAP	GNR, ACES Baixo Vouga, Bombeiros, SMPC, ISS, JF
	Busca e Salvamento nas margens	Mobilização de Equipas Resgate e salvamento de vítimas	Bombeiros, GNR

❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) - Auto Salvamento, Viaturas Arrastadas pela corrente

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Auto Salvamento Viaturas arrastadas pela corrente (SGA)	Informação à população	SMPC
		Evacuação para ZCAP Salvamento Desencarceramento	GNR, Bombeiros, ACES Baixo Vouga, SMPC, JF, ISS, Hosp. Aveiro

❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) – Busca e Salvamento nas margens, Busca e Salvamento SGA – Ponte Poço de Santiago, Viaturas Submersas e vítimas arrastadas

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Busca e Salvamento nas margens	Mobilização de Equipas Resgate e salvamento de vítimas	GNR, Bombeiros, Distrito de Viseu
	Busca e Salvamento, SGA – Ponte Poço Santiago	Mobilização de Equipas Resgate e salvamento de vítimas ( altura e aquático)	GNR, Bombeiros, FEB, Distrito Viseu
	Viaturas submersas vítimas arrastadas Praia do Barco	Mobilização de Equipas Resgate e salvamento de vítimas em meio aquático	GNR, Bombeiros, Distrito de Viseu

- ❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) – Despiste de veículo pesado de passageiros, desaparecimento de veículos ligeiros de passageiros

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Despiste de veículo pesado de passageiros	Mobilização de equipas	Bombeiros, GNR, PSP, SMPC, ACES Baixo Vouga, Hosp. Aveiro, GRIF Sanitário Leiria
	Desaparecimento de veículos ligeiros de passageiros	Busca e Salvamento; Desencarceramento; Emergência Pré-Hospitalar; Evacuação.	

- ❖ Condições Meteorológicas Adversas – Derrame de matérias perigosas, incêndio industrial e explosão

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Condições meteorológicas adversas	<b>Derrame de matérias perigosas, incêndio industrial e explosão.</b>	Evacuação da população para ZCAP	CB , CVP , GNR ,AMN – APA –SMPC ÍLHAVO - JF – APA,SA-ISS-CVP-ACES- CBRN França, Peritos Alemanha, Bélgica <u>GrCombUrb</u> – Porto, <u>GrCombUrb</u> -Coimbra
		Busca e Salvamento, evacuação, emergência pré-hospitalar, combate a incêndios, NRBQ	

- ❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) – Derrocada de fábrica, inoperacionalidade da captação e tratamento de água, pelas águas do Vouga

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Derrocada de Fábrica	Busca e salvamento, equipas cinotécnicas, BREC e pré-hospitalar	GNR, Bombeiros, FEB, SMPC, JF Distrito da Guarda
	Inoperacionalidade da captação e tratamento de água, pela Aguas do Vouga S.A,	Purificação de água	Bombeiros, FAA, <u>water purification</u> CBRN Alemanha

- ❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) – Acidente Ferroviário

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Acidente Ferroviário	Desencarceramento, busca e salvamento, emergência pré - hospitalar	GNR, Bombeiros, SMPC, JF, ACES, IP, CP, Hosp. Aveiro

- ❖ Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem de Ribeiradio) – Funcionário EDP retido no interior da barragem

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Abertura rápida e simultânea das três comportas (Barragem Ribeiradio)	Funcionário EDP, retido no interior da Barragem	SGA, pré-hospitalar	Corpos de Bombeiros Aveiro e Viseu GNR, Bombeiros, SMPC, JF, EDP

- ❖ Condições Meteorológicas Adversas – Incêndio Ferrovia

Ocorrência	Cenário	Ações a desenvolver	Entidades envolvidas
Condições meteorológicas adversas	Incêndio ferrovia	Busca e Salvamento, desencarceramento ferroviário, emergência pré hospitalar, combate a incêndio	PSP, GNR, Bombeiros, IP, MEDWAY



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso de uma boa gestão de zonas de cheia, está essencialmente dependente da implementação de medidas adequadas, fundamentadas nas características da cheia, nas suas particularidades físicas, na morfológicas da zona de cheia, nas condições económicas e sociais da região, nos usos e práticas locais, na sensibilização individual e coletiva e nas preocupações ambientais da população.

O aumento da impermeabilização do solo, a drenagem urbana ineficaz e o aumento da frequência de eventos extremos de precipitação, explicam o aumento da frequência de cheias urbanas num contexto de alterações climáticas.

A ação preventiva, baseia-se essencialmente numa estratégia eficiente no combate a este tipo de eventos extremos. Começando pela caracterização do risco de cheia no âmbito da elaboração dos planos de ordenamento do território (POT), complementada com a previsão do risco, que possibilita a antecipação de ações de mitigação, e a monitorização, que permite detetar e conhecer em cada instante o grau de gravidade da situação.

É neste âmbito que aparece a necessidade de medidas suplementares que possam assegurar uma gestão eficiente do escoamento da bacia de drenagem urbana. A desadequada drenagem do escoamento superficial do solo urbano e das águas pluviais produzidas nos espaços impermeabilizados, têm uma importância acrescida no perímetro urbano, onde, o sistema de drenagem natural ou o construído, não correspondem à eficácia desejável, originando assim inundações urbanas.

Se assumirmos o crescimento do índice de impermeabilização do solo que se tem vindo a verificar em Portugal, o envelhecimento e a degradação das infraestruturas de drenagem de águas pluviais em zonas urbanas já consolidadas, com tendência para o subdimensionamento originado pelo desenvolvimento urbano e consequente aumento da população, e o aumento da frequência e importância dos episódios extremos de precipitação, derivado das alterações climáticas, é essencial uma alteração de padrão na abordagem ao tema das inundações urbanas, pondo o planeamento e a gestão urbanística no centro da estratégia de mitigação, de modo a tornar mais forte e eficaz os sistemas de drenagem urbana.

É assim que surge na drenagem urbana um novo desafio, a convivência das infraestruturas verdes (corredores ribeirinhos) e azuis (coletores e canais). Para além da função hidráulica, a rede hidrográfica, apresenta características que ajudam a infiltração, a retenção e intersecção com a vegetação, diminuindo a velocidade de escoamento, trabalhando como

filtro biológico para a retenção de poluentes, atenuando a rejeição de águas pluviais no meio recetor, estuários ou lagoas costeiras.

A visão integrada das matérias referentes ao uso dos solos, ordenamento do território e urbanismo, afeta, uma gestão do território fundamentada em princípios e valores éticos que administram a sociedade, visando a satisfação das suas necessidades e a defesa de bens e património em nome do interesse comum.

As cheias, tal como outros eventos extremos, vão continuar a existir. Para prevenção, são necessários programas de defesa de cheia, que devem ser integrados num quadro de gestão das bacias hidrográficas.

Até agora, a resposta ao risco deste tipo de eventos, foi a construção de grandes projetos de controlo de cheias, reservatórios, barragens, diques, etc., designadas de soluções estruturais, que visam a redução das características inerentes aos escoamentos (caudais máximos, níveis de água, etc.). Os efeitos económicos e sociais das cheias na atividade humana levaram-nos, às soluções não-estruturais, chamadas de medidas de emergência, sistemas de previsão e aviso de cheias e medidas de gestão de zonas de cheia.

Mas, a aplicação conjunta dos dois tipos de soluções, estruturais e não estruturais, corresponde a uma visão holística dos processos de cheias. Pela sua natureza, as cheias devem-se à coincidência de vários fatores meteorológicos, no entanto, o uso e ocupação antrópica da bacia hidrográfica também tem impacto na severidade e consequências desses mesmos acontecimentos.

Por outro lado, com o aumento do crescimento populacional e urbano e com o facto das pessoas escolherem viver cada vez mais perto dos cursos de água, existe a necessidade de sensibilizar e preparar, individual e coletivamente as pessoas, relativamente aos riscos de cheia, melhorando a necessidade de medidas mitigadoras. Não sendo possível a eliminação total do risco, todos os intervenientes (administração pública e privados) devem assumir uma responsabilidade conjunta. Deverá procurar-se um ajuste entre políticas e medidas estruturais e não-estruturais, que aumente os benefícios da diminuição dos efeitos das cheias.

Assim, de modo a minimizar os problemas acima referidos, são propostas as seguintes medidas:

- ✓ Os instrumentos de gestão de bacias hidrográficas não devem ser instituídos apenas para as soluções correntes, mas devem também considerar a situações extraordinárias, em particular as situações excecionais de cheia;

- ✓ Deve-se fazer um planeamento de medidas de defesa de cheia à escala das bacias hidrográficas, salientando a necessidade de medidas não-estruturais;
- ✓ Existe a necessidade acrescida de sensibilizar a população do risco e consequências das cheias, melhorando as antevisões para apoio às atividades mitigadoras das cheias;
- ✓ Os PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território devem instituir as restrições às operações de loteamento, urbanização e edificação para as zonas de risco elevado ou muito elevado, bem como as medidas adicionais que se considerem necessárias para fazer face a riscos naturais ou extremos, nomeadamente através de normas específicas para a edificação, sistemas de proteção e de drenagem e medidas para a manutenção e recuperação das condições de permeabilidade dos solos.
- ✓ Para auxiliar as perdas financeiras causadas pelas cheias, prever a conceção de um Programa Nacional de Seguro de Inundação (PNSI) a ser administrado pela Autoridade de Supervisão de Seguros, que permitirá aos proprietários e inquilinos a aquisição de seguros contra inundações, apoiados pelo Estado. O PNSI também poderia concorrer para atenuar os danos causados por inundações, ajudando a população a adotar boas práticas, implementar normas para a gestão de solos em áreas de risco e, redução das perdas futuras pelas inundações. Os gastos funcionais do PNSI e dos créditos de seguros não seriam assegurados com dinheiro dos contribuintes, mas sim pelos prémios cobrados nas apólices de seguro de inundação.



## BIBLIOGRAFIA

- ❖ Adapt. Local. (2016) - *Rede de Municípios para a Adaptação Local às Alterações Climáticas.*
- ❖ Alexandre, David. (2012) - *Modelos de Vulnerabilidade Social a Desastres.*
- ❖ Almeida, A. B. (2004) - *Gestão do Risco e da Incerteza.*
- ❖ Alves, Dias. (2013) - *Elementos expostos às inundações na área urbana da cidade de Aveiro.*
- ❖ Alves, R. S. (2022) - *Avaliação de Risco de Cheias no Rio Douro.*
- ❖ ANEPC. (2023) - PROCIV.
- ❖ ANEPC. (2023) - Lei de Bases da Proteção Civil.
- ❖ ANEPC. (2023) - Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo.
- ❖ ANEPC, A. N. (2023) - *GESTÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO.*
- ❖ ANEPC, A. N. (2023) - *GESTÃO DO RISCO DE INUNDAÇÃO – DOCUMENTO DE APOIO A BOAS PRÁTICAS.*
- ❖ ANTIGO, A. (2023).
- ❖ APA. (2013) - *Plano de Gestão de Região hidrográfica 2016/2021 – Parte 1 – Enquadramento e Aspetos Gerais, 2016.*
- ❖ APA. (2016) - *Plano de Gestão de Região hidrográfica 2016/2021 – Parte 1 – Enquadramento e Aspetos Gerais.*
- ❖ APA. (2023) - Obtido de Agencia Portuguesa do Ambiente.
- ❖ APA. (2023) - *PGRH - Plano de Gestão da Região Hidrográfica.*
- ❖ Aveiro e o Seu 721 Distrito, 1. (2023) - *Aveiro e o Seu 721 Distrito, 1966.*
- ❖ Aveiro, C. M. (2018) - *Avaliação da Vulnerabilidade e do Risco de Cheia Urbana na Cidade de Aveiro.*
- ❖ Aveiro, Salinas. (2023) - *Variação da salinidade ao longo da Ria de Aveiro.*

- ❖ Barredo, JI. (2007) - *Grandes inundações na Europa*.
- ❖ Barredo, JI. (2009) - *Perdas de inundação normalizadas na Europa*.
- ❖ Basis, T. P. (26 de Março de 2023). *IPCC*.
- ❖ Carlos Borrego. (1994) - *Alterações Climáticas*.
- ❖ Carlos Borrego. (2009) - *As alterações climáticas: uma realidade transformada em desafio*. Aveiro.
- ❖ Carvalho, A. V. (2002) - *Alterações climáticas e risco meteorológico de incêndio florestal*.
- ❖ Censos 2021.
- ❖ Change, I. -I. (24 de Março de 2023) - *Sexto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas*.
- ❖ CMA. (2023) - *Plano Municipal de Adaptação a Alterações Climáticas*.
- ❖ CMA, C. M. (2019) - *Plano Diretor Municipal*. Aveiro.
- ❖ CMA, C. M. (2020) - *Plano de Gestão dos Riscos de Inundações 2022/2027 – 2ª Fase*.
- ❖ CMA, Câmara Municipal de Aveiro. (2023) - *PDM - Plano Diretor Municipal*.
- ❖ CMA|DGT, C. M.-G. (s.d.) - *COS 2018*.
- ❖ Coelho, C., Valente, S., Pinho, L., & Figueiredo, E. (2006) - *O Risco Suportável – O caso das cheias em Águeda*.
- ❖ *Conceito de Risco.pt*. (2023).
- ❖ Cunha, C. R. (2021) - *O PAPEL DA GEOMORFOLOGIA FLUVIAL NO*.
- ❖ DGT. (2023) - *Direção Gerral do Território*.
- ❖ Díez-Herrero. (2023) - *Mapas de peligrosidade por avenidas e inundaciones*. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA.
- ❖ *Disaster*. (2023) - Obtido de riskam.ul.pt: <http://riskam.ul.pt/disaster/>
- ❖ *EUR- Lex* . (2023) - Acesso ao Direito da União Europeia

- ❖ Europeu, P. (2023) - DIRECTIVA 2007/60/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO. *Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações*.
- ❖ Europeu, T. d. (s.d.) - *Diretiva Inundações: houve progressos na avaliação dos riscos, mas é necessário melhorar o planeamento e a aplicação*.
- ❖ GAR, G. A. (2019) - *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction (GAR)*.
- ❖ Gaspar, T. C. (2023) - *Modelos de apoio à decisão para gestão de riscos de cheias em bacias hidrográficas urbanizadas*.
- ❖ GCB, G. d. (2023) - *Governança do clima no Brasil desafios e oportunidades*.
- ❖ Goddard, J. (1076) - *The nation's increasing vulnerability to flood catastrophe. Journal of.*
- ❖ Gomes, N. M. (2016) - *Alterações Climáticas e a Proteção Civil*.
- ❖ Hidricos, A. -A. (2023) - *O risco das inundações e a sua gestão. Uma visão nacional e uma visão europeia*.
- ❖ Hudson, P.F. (2008) - *Flood management along the*.
- ❖ Hutton's, James. (1785) - *System of the Earth*.
- ❖ IDAD. (2014) - Obtido de Instituto do Ambiente e Desenvolvimento.
- ❖ IMAGEOTECA. (2023).
- ❖ IMPACTOS POTENCIAIS DE INUNDAÇÕES EM MOBILIDADE URBANA. (2023) - *IMPACTOS POTENCIAIS DE INUNDAÇÕES EM MOBILIDADE URBANA*.
- ❖ *Instituto Nacional de Estatística (2023)*.
- ❖ Inundações, C. N. (2023).
- ❖ IPCC. (2013) - *The Physical Science Basis*.
- ❖ IPE, I. d. (2013) - *ecowin.org*.
- ❖ IPMA. (2023) - Obtido de IPMA - Instituto Português do Mar e da Atmosfera:
- ❖ *ISO 31000:2009. (2023)*.

- ❖ JC Ciscar (ed.), L. F. (2014) - *Climate Impacts in Europe*.
- ❖ Leandro, R. A. (2013) - *Risco de Cheias e Inundações na Cidade de Setúbal*.
- ❖ *maretec.mohid.com*. (2023).
- ❖ Merz, B. K. (2010) - *Avaliação dos danos económicos das cheias*.
- ❖ Murcia, B. –R. (2023).
- ❖ Norte, P. O. (s.d.) - *Riscos Naturais, Cheias e Inundações*.
- ❖ *Organização Meteorológica Mundial*. (2023).
- ❖ PEA. (2023) - *Risco Associado às Zonas Inundáveis*. Obtido de Portal do Estado e do Ambiente.
- ❖ PMAAC. (2023) - *Plano Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas*.
- ❖ *Pordata*. (05 de março de 2023).
- ❖ RAMOS, C. (s.d.) - *Perigos Naturais Devidos a Causas Meteorológicas – O caso das Cheias e Inundações*.
- ❖ *Revista da Gestão Costeira Integrada*. (2017).
- ❖ Ria, B. M. (2023).
- ❖ Risk Management. (2020) - *The Planning System and Flood Risk Management*.
- ❖ Santos, P. M. (2015) - *Cheias e Inundações – Avaliação, Impactos e Instrumentos para a Gestão do Risco*.
- ❖ Schneiderbauer, S. (2023) - *Risco e vulnerabilidade a desastres naturais – da visão ampla à perspectiva focada*.
- ❖ Sousa. (2019) - *Estoque de Carbono Azul nos prados de Zostera noltei na Ria de Aveiro (Portugal) ao longo de uma década*.
- ❖ Sousa, A. (2017) - *Carvão azul' e estoques de nutrientes de salinas em uma lagoa costeira temperada (Ria de Aveiro, Portugal)*.
- ❖ The European environment - state and outlook 2020 Knowledge for transition to a sustainable Europe. (2020).

- ❖ *UNDRR - United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2023).*
- ❖ *Zezeze. (2014) - Perigos Naturais em Portugal.*



## **ANEXOS**

# Avaliação do Impacto das cheias em Aveiro

Neste questionário são inquiridas várias forças de Protecção Civil do Concelho de Aveiro.

Este questionário tem como principal objectivo recolher informações sobre os Eventos Excepcionais de Precipitação no Concelho, fazendo uma Avaliação do Impacto de Necessidades Específicas de Operações de Emergência e Socorro.

Pretende-se que os inquiridos respondam de forma directa o que entendem relativamente aos fenómenos referidos. Perceber as opiniões dos operacionais é extremamente importante, para ajudar no desenvolvimento de ações futuras de actuação e prevenção.

1. Nome

---

2. Email

---

3. Função

---

4. Data

---

5. O que é uma Inundação?

---

---

---

---

---

6. O que são Cheias?

---

---

---

---

---

7. Quais consequências das cheias e inundações na sua atuação?

---

---

---

---

---

8. As cheias e inundações são fenómenos perigosos?

---

---

---

---

---

9. Quais são as formas de mitigação e prevenção de cheias?

---

---

---

---

---

10. Quais são os problemas trazidos pelas cheias na sua atuação?

---

---

---

---

---

11. Quais são as principais causas das inundações?

---

---

---

---

---

12. Quais são as medidas de prevenção das cheias?

---

---

---

---

---

13. O que fazer em caso de cheia?

---

---

---

---

---

14. Já participou ou assistiu a um exercício de simulação de uma ocorrência de cheias?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Talvez

---

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

