ISCIA - Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração

Mestrado em Gestão de Emergência e Socorro

Consequências e impactes dos eventos de precipitação extrema nas operações de proteção e socorro. O caso do Baixo Mondego.

Mestrando: Carlos Luís Marques Machado Tavares,
N º 8884

Orientador: Professor Doutor Armando Baptista da Silva Afonso.

2020

ISCIA -Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração

Consequências e impactes dos eventos de precipitação extrema nas operações de proteção e socorro. O caso do Baixo Mondego.

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Ciencias da Informação e Adminstração para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Emergência e Socorro, realizada sob a orientação científica do Exmo. Senhor Professor Doutor Armando Baptista da Silva Afonso**.**

O Aluno: Carlos Luís Marques Machado Tavares

Setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Nunca é tarde para concretizar conselhos de outrora que hoje me fazem refletir e sonhar.

Era eu um jovem estudante com o décimo segundo ano de escolaridade e os meus pais, Carlos Tavares e Maria do Céu Tavares, me incentivavam a estudar para poder tirar a minha licenciatura demonstrando-me o quão importante seria para o meu futuro. À data não segui os seus conselhos e enveredei pelo mercado de trabalho apenas com o ensino secundário. Relembro, hoje, que estavam certos, como sempre estiveram. Por este facto, não posso deixar de agradecer aos meus pais a motivação que sempre me deram na conclusão da licenciatura e, agora, neste percurso para o grau de mestre.

A família é pilar fundamental para alcançar desafios de vida. Por isso, a minha esposa, Sílvia Tavares e os meus filhos, Carlos Miguel e Afonso Tavares, foram e são, cruciais para que consiga alcançar os meus objetivos. O incentivo que sempre me deram para continuar a estudar foi fundamental, não me esquecendo que os privei de outros momentos e objetivos para que eu pudesse concretizar este.

Não posso deixar de referenciar os meus amigos Dr. Carlos Cruz e Dr. João Lucas, pela partilha da sua experiência e pelos seus conhecimentos e momentos de reflexão que comigo partilharam com vista a melhorar esta minha dissertação. Estes dois amigos são técnicos de planeamento de emergência do CDOS de Coimbra, que para além do seu profissionalismo e douto saber são seres humanos de uma sensibilidade ímpar.

Ao Eng.º Carlos Batista, oficial de ligação da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) no Comando Distrital de Operações de Socorro (CDOS) de Coimbra, pela sua amizade e por ter partilhado comigo desde 2013, até hoje, todo o seu profundo conhecimento sobre o Rio Mondego. Partilhamos momentos dificeis mas que graças ao seu saber não se tornaram em acidentes graves. Homem íntegro de uma entrega à causa pública como conheço poucos. A responsabilidade que assume é de uma dimensão incalculável, só mesmo ao nível do seu conhecimento, recebendo criticas muito injustas aquando das cheias do Mondego

Por fim, não posso deixar de lembrar as minhas origens enquanto bombeiro e hoje enquanto Comandante Operacional Distrital Coimbra (CODIS), cujo percurso muito me orgulho. A constante procura na melhoria do meu desempenho e o querer orgulhar-me da minha carreira são a fonte de inspiração para ultrapassar os desafios que surgem.

Ao Exmo. Senhor Professor Doutor Armando Silva Afonso, meu orientador, e à Exma. Senhora Professora Ângela Seixas e nestes a todos os que me marcaram no meu percurso escolar deixo também a minha gratidão.

Por último, mas com a mesma importância dos primeiros, o meu reconhecimento aos meus amigos e amigas que comigo privam e me apoiam na minha caminhada.

"A gratidão é o único tesouro dos humildes.
William Shakespeare"

RESUMO

As caraterísticas da bacia hidrográfica do Rio Mondego, conjugada com os fenómenos de precipitação, por vezes, extrema que aí se verificam, sempre potenciaram a ocorrência de cheias e inundações passíveis de afetar as populações ribeirinhas no distrito de Coimbra, sendo muitos os relatos que dão conta das circunstâncias e dos impactes negativos destes eventos nas pessoas, nos seus bens e no ambiente.

A necessidade de defesa do Baixo Mondego cedo motivou a procura de soluções para minorar os prejuízos das inundações. A construção das barragens da Aguieira, Raiva e Fronhas, estruturas com funções hidroagrícolas e hidroelétricas, abastecimento para consumo doméstico e controlo de cheias, e dos diques que regularizam os caudais do rio, corresponderam às necessidades e anseios das populações e afiguraram-se eficazes durante muito tempo na proteção e segurança das pessoas e das suas atividades socioeconómicas.

Os eventos de 2000, 2001, 2016 e, principalmente, de 2019 vieram demonstrar que o risco residual nulo é um objetivo utópico. A sua frequência e severidade tenderão a aumentar em função de episódios de precipitação extrema, chuva prolongada e das alterações climáticas em curso, percebendo-se, igualmente, que a ação antrópica tem contribuído para que o impacte negativo das inundações aumente perigosamente.

Aquelas medidas de natureza estrutural continuam a ser fundamentais para a redução do risco de cheias e inundações. O que os eventos recentes nos mostram, contudo, é a necessidade de, na configuração atual, serem complementadas com o desenvolvimento de atividades não-estruturais no âmbito do ordenamento do território, gestão da emergência e envolvimento das comunidades locais em todo o processo de gestão do risco, informando-as e sensibilizando-as para os riscos a que estão expostas e para que se assumam verdadeiramente como o primeiro agente de proteção civil na construção de comunidades mais resilientes à ameaça.

A gestão do risco de cheias e inundações implica, portanto, a necessidade de desenvolver diferentes perspetivas de atuação. Por um lado, ações de redução do risco – prevenção, mitigação e preparação – e gestão da crise – aviso, alerta e resposta.

A presente dissertação pretende estabelecer os principais aspetos que descrevem a realidade da problemática das cheias e inundações no Baixo Mondego desde uma perspetiva da proteção civil, as suas causas e consequências e com base no histórico das ocorrências, fragilidades vivenciadas e experiencia profissional do mestrando propor outras medidas tendentes a diminuir a ocorrência de

inundações (probabilidade ou perigosidade) e a exposição dos elementos em situação vulnerável (vulnerabilidade), designadamente no que respeita a atividades no domínio da previsão, monitorização do controlo de cheias na Barragem da Aguieira (nível de abastecimento da albufeira), alerta ao sistema de proteção civil e ao aviso precoce às populações para o estado de preparação ou evacuação das áreas potencialmente inundáveis.

Palavras-chave: Precipitação, eventos extremos, cheias e inundações, gestão do risco e emergên

ABSTRACT

Mondego river hydrographic basin characteristics, combined with precipitation phenomenon's, which are sometimes extreme, always increased the emergence of floods, that could affect riverside living populations in the district of Coimbra, being many the reports that account the circumstances and negative impact of these events in people, their goods and in the environment.

The need of defense in the low basin Mondego soon motivated the search for solutions that decreased flood damage. The construction of Aguieira, Raiva and Fronhas dams, structures with hydroagriculture and hydroelectric functions, supply for domestic consumption and flood control, dyke that regulate the river's flow correspond the need and yearnings of the population and were effective for a long time in the protection and safety of people and their socioeconomic activities.

The events of 2000, 2001, 2016 and mostly 2019, demonstrated that the null residual risk is a utopic goal. Its frequency and severity tend to increase, in function of extreme precipitation episodes, prolonged raining and the current climatic alterations, perceiving also the contribution of the anthropic action to a dangerously increased negative impact of floods.

Structural nature measures are still fundamental to the risk reduction of floods. However, recent events show us the need, in the current configuration, to complement them with the development of non-structural activities in the concept of territorial planning, emergency management and local community involvement in the entire process of risk management, by informing and sensitize them to the risks they are exposed to, but also to truly assume themselves as the primary agent in civil protection in the construction of more threat resilient communities.

Flood risk management implicates the need of creating different operating perspectives. On one hand, risk reduction measures – prevention, mitigation and preparation-, and crisis organization – warning, alert and response.

The present dissertation intends to establish the main aspects that describe the problematic reality of flood in the low basin Mondego from a civil protection perspective, and their causes and consequences and based on occurrence history, lived fragilities and professional experience of the master student to propose other measures that lead to the reduction of floods (probability and danger), but also the exposure of the elements in vulnerable situations, namely in predicting, control monitoring in Aguieira

dam (supply level of the reservoir), alert the civil protection system and a precocious alert to the populations to the preparation and evacuation state in potentially floodable areas.

Keywords: Raining; Extreme events; Floods; Risk and emergency management.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO 1

2. PRECIPITAÇÃO – FATORES CONDICIONANTES DE EVENTOS EXTREMOS 3

2.3. Notas de enquadramento 3

2.4. Análise da informação para a tomada de decisão 4

2.5. Análise da precipitação 8

2.6. Neve, gelo, granizo e geadas 10

2.7. Chuvas intensas e prolongadas 11

3 A GESTÃO DO RISCO DE CHEIAS E INUNDAÇÕES 29

3.1 Generalidades 29

3.2 Contexto legal e institucional 31

3.3 A atividade da proteção civil 33

3.4 O processo 36

3.4.1 A mitigaçação do risco de inundação no Baixo Mondego 37

3.4.1.1 Medidas estruturais 38

3.4.1.2 Medidas não-estruturais 44

3.4.1.2.1 Ordenamento do território 44

3.4.1.2.2 Comunicação do risco: informação, formação e envolvimento das populações 46

4 GESTÃO DA EMERGÊNCIA 49

4.1 Considerações 49

4.2 Preparação - O planeamento de emergência 49

4.3 Resposta 51

5 CONCLUSÃO 57

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Imagem de satélite no resumo da situação meteorológica de 20 de dezembro de 2019 (IPMA, 2019)..... 4
Figura 2: Pormenor da situação sinótica de dia 20 de dezembro de 2019, e previsão para dia 21 de dezembro de 2019, constantes do resumo da situação meteorológica para a ANEPC (IPMA, 2019) 5
Figura 3: Análise sobre a precipitação acumulada e o impacte nas bacias hidrográficas desde dia 19 de dezembro de 2019 a 22 de dezembro, constantes do resumo da situação meteorológica (IPMA, 2019) 5
Figura 4: Inundação urbana na Solum, em Coimbra, 23DEZ2013 (AMARO, P., 2013)..... 6
Figura 5: Inundação da igreja de Santa Cruz, em Coimbra, 22 de setembro de 2008 (SIMÕES, J., 2008)..... 6
Figura 6: Título sugestivo do Diário de Coimbra a 26 de dezembro de 2013, reportando-se à véspera do dia Natal, (Diário de Coimbra, 2013)..... 7
Figura 7: Normais Climatológicas - 1971-2000 na Estação Coimbra - Bencanta, extraído de https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/index.jsp#107 , (IPMA, 2020)..... 14
Figura 8: Isolinhas das precipitações máximas históricas para as durações de 30 minutos e 1 hora, extraído e adaptado de https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/index.jsp#107, (IPMA, 2020). 16
Figura 9 – Rio Mondego e canal de rega. (Google.imagens, 2020) 30
Figura 10 – Estrutura geral de um sistema de gestão do risco, adaptado de ALMEIDA (2004). 36
Figura 11 - Ciclo da gestão da emergência..... 38
Figura 12: Barragem da Aguieira, pormenor da descarga. (CDOS, 2019)..... 40
Figura 13: Situação da inundação em 23 de dezembro de 2019. Coimbra. Portugal. Imagem Satélite Copernicus (EU)..... 45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Estações meteorológicas selecionadas da bacia do rio Mondego..... 12
Tabela 2: Elementos hidrológicos na barragem da Aguieira, níveis de montante, percentagem de enchimento e caudais no período de 18 a 22 de dezembro de 2019..... 42
Tabela 3: Níveis máximos de exploração das barragens (Agueira) para uma gestão adaptativa atual e nova proposta..... 44
Tabela 4: Matriz de Apoio à Decisão Operacional (MADO)..... 54

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Altimetria das Estações de Observação. 13
Gráfico 2: Maior valor da quantidade de precipitação diária (mm) em Coimbra/Bencanta entre 1971 e 2000. 15
Gráfico 3: Precipitação em 24 horas registada no dia 5 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 18
Gráfico 4: Precipitação em 24 horas registada no dia 6 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 18
Gráfico 5: Precipitação em 24 horas registada no dia 7 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 19
Gráfico 6: Precipitação acumulada entre os dias 5 e 7 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório 19
Gráfico 7: Precipitação em 24 horas registada no dia 25 de janeiro de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 20
Gráfico 8: Precipitação em 24 horas registada no dia 26 de janeiro de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 20
Gráfico 9: Precipitação em 24 horas registada no dia 27 de janeiro de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 21
Gráfico 10: Precipitação acumulada entre os dias 25 e 27 de janeiros de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 21
Gráfico 11: Precipitação em 24 horas registada no dia 9 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório 22
Gráfico 12: Precipitação em 24 horas registada no dia 10 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 22
Gráfico 13: Precipitação em 24 horas registada no dia 11 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 23
Gráfico 14: Precipitação acumulada entre os dias 9 e 11 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 23
Gráfico 15: Precipitação em 24 horas registada no dia 11 de fevereiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 24
Gráfico 16: Precipitação em 24 horas registada no dia 12 de fevereiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 24
Gráfico 17: Precipitação em 24 horas registada no dia 13 de fevereiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 25

Gráfico 18: Precipitação acumulada entre os dias 11 e 13 de fevereiros de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 25
Gráfico 19: Precipitação em 24 horas registada no dia 19 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 26
Gráfico 20: Precipitação em 24 horas registada no dia 20 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 27
Gráfico 21: Precipitação em 24 horas registada no dia 21 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 27
Gráfico 22: Precipitação acumulada entre os dias 19 e 21 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório. 28
Gráfico 23 : Elementos hidrológicos na barragem da Agueira no período de 18 a 22 de dezembro de 2019. 42

SIGLAS E ACRÓNIMOS

%	Percentagem
Alt. (m)	Altitude em metros
ANEPC	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
APA, IP	Agência Portuguesa do Ambiente, Instituto Público
ARPSI	Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações em sede de PGR
CB	Corpo de Bombeiros
CCOD	Centro de Coordenação Operacional Distrital
CDOS	Comando Distrital de Operações de Socorro
CDPC	Comissão Distrital de Proteção Civil
CODIS	Comandante Operacional Distrital
DGRN	Direção Geral de Recursos Naturais
E	Ponto Cardeal Este (Leste)
EAE	Estado de Alerta Especial
EDP	Eletricidade de Portugal
Engº	Engenheiro
ERAS	Equipa de Reconhecimento e Avaliação da Situação
EU	*European Union*
EUA	Estados Unidos da América
FDO	Fundamentos de Decisão Operacional
GNR	Guarda Nacional Republicana
IGT	Instrumentos de Gestão Territorial
INAG	Instituto Nacional da Água
INEM	Instituto Nacional de Emergência Médica
IPMA	Instituto Português do Mar e Atmosfera
ISDR	*International Strategy for Disaster Reduction*
ISS	Instituto de Segurança Social
Lat_dec	Latitude em graus decimais
LBPC	Lei de Bases de Proteção Civil
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Lon_dec	Longitude em graus decimais
m/s	Metros por segundo
m^3/s	Metros cúbicos por segundo
MADO	Matriz de Apoio à Decisão Operacional
mm/h	Milímetros por hora
NDC	Nível de defesa contra cheias
NDO	Nível de defesa da obra
NMC	Nível de máxima cheia
NPA	Nível de pleno armazenamento
NW	Ponto Cardeal Noroeste
OCS	Órgãos de Comunicação Social
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PC Dis	Posto de Comando Distrital
PC Mun	Posto de Comando Municipal

PDM	Plano Diretor Municipal
PSP	Polícia de Segurança Pública
QMI	Caudal Máximo Instantâneo (m^3/s)
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
REN	Reserva Ecológica Nacional
RH4	Região hidrográfica 4 – Vouga Mondego e Lis
RSB	Regulamento de Segurança de Barragens – DL 344/2007 de 15 de outubro
SIEM	Sistema Integrado de Emergência Médica
SIOPS	Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (DL n.º 72/2013 de 31 de maio)
SMPC	Serviço Municipal de Proteção Civil
SMS	*Short Message Service*
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recurso Hídricos
SVARH	Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos
TO	Teatro de Operações
UN	*United Nations*
UTAD	Universidade de Trás os Montes e Alto Douro
W	Ponto cardeal Oeste
WHO	*World Health Organisation*
ZAC	Zonas Ameaçadas por Cheias
ZCAP	Zona de Concentração e Apoio da População
ZCI	Zona de Concentração e Irradiação
μm	Micrómetro ou Micron (1/1 000 000 do metro) subunidade de comprimento de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI).

1. INTRODUÇÃO

A sazonalidade da precipitação que se verifica principalmente nas cabeceiras do rio Mondego e, sobretudo, a morfologia da bacia hidrográfica, até à regularização do Baixo Mondego, sempre proporcionaram ao rio um regime hidrológico muito irregular, com caraterísticas torrenciais potenciadoras de cheias e inundações nos períodos de outono e inverno e períodos mais secos na primavera e verão.

O risco da ocorrência de cheias e inundações no rio Mondego, agravado por um assoreamento crescente, começa a manifestar-se ainda no século XIII, mas o rio só se terá tornado perigoso com grandes e frequentes cheias (…) durante e depois do período quente dos séculos XIV a XVI, não mais deixando de o ser. Desde então, muitas populações foram afetadas e bens perdidos. No século XVII houve mesmo necessidade de construir um novo Mosteiro de Santa Clara afastado da área inundável, tal o impacte de tais eventos nas zonas ribeirinhas da cidade de Coimbra (REBELO, 2012).

A gestão do risco de eventos meteorológicos extremos e de cheias e inundações continua a realizar-se, principalmente, com intervenções estruturais na bacia hidrográfica do Rio Mondego, pese embora os eventos de macro escala atmosférica não sejam controláveis. Ou seja, a construção das barragens da Aguieira (1981), Raiva (1981) e Fronhas (1985) possibilitou uma regularização do rio Mondego e dos seus afluentes (Alva e Dão), o mesmo sucedendo com a regularização do trecho fluvial do Baixo Mondego, que, com a criação de um leito central capaz de garantir o escoamento dos caudais e dos leitos periféricos que recebem os caudais afluentes a jusante de Coimbra, possibilitou que hoje se registe um regime fluvial mais controlado.

Com a entrada em funcionamento da Barragem da Aguieira, as populações do Baixo Mondego ficaram mais descontraídas… (REBELO, 1997, 2004 e 2012) ou, como refere LOURENÇO (2005), a cultura do risco de cheia perdeu-se com a regularização dos caudais dos rios Alva e Mondego e negligenciaram-se alguns aspetos importantes no âmbito do ordenamento do território.

Os eventos de Dezembro de 2000 e de janeiro de 2001, fevereiro de 2016 e, principalmente, de dezembro de 2019 vieram demonstrar, contudo, que o tão desejado domínio do rio pelo Homem nunca foi além de uma vitória efémera, havendo necessidade de repensar o modo de uso e ocupação do solo, concluir e manter com elevados padrões de operacionalidade a regularização do caudal do Mondego e seus afluentes, bem como tornar a população mais resiliente ao risco de cheias e inundações.

Com efeito, as alterações climáticas em curso, independentemente da discussão se estas decorrem, ou não, de ações humanas, são já uma evidência e um dos principais desafios que a Humanidade enfrenta atualmente. A vasta área costeira e a proximidade com as zonas desérticas do norte de África, entre outros fatores, fazem de Portugal um dos países mais expostos a estas ameaças. Os trágicos incêndios de 2017, a tempestade Leslie em 2018 e as recentes cheias e inundações de finais de 2019 no Baixo Mondego, que afetaram a região Centro de Portugal vieram demonstrar a enorme suscetibilidade do país, em geral, e deste território, em particular, perante eventos meteorológicos extremos.

Estes eventos tendem, como tudo indica, a ser cada vez mais frequentes e severos, afigurando-se como potenciadores de acidentes graves ou catástrofes suscetíveis de afetar as pessoas, os seus bens e o ambiente e de colocar uma maior pressão na comunidade e na administração pública, exigindo-se, por isso, o fortalecimento dos instrumentos e mecanismos ao dispor dos serviços de proteção civil na prevenção e mitigação do risco e na preparação e resposta a eventos desta natureza.

A presente dissertação pretende dar nota das variáveis que concorrem para a génese dos eventos de cheias e inundações no Baixo-Mondego[1], a sua dimensão espácio-temporal e o seu impacte nas populações, nos seus bens e no ambiente. Identifica, igualmente, a forma como ao longo do tempo se perceberam e geriram estas manifestações e a necessidade de adaptação do sistema de proteção e socorro às alterações climáticas em curso.

Procura-se evidenciar, também, a vivência e experiência operacional adquirida e vivida ao longo de duas dezenas de anos no distrito de Coimbra perante efeitos das ocorrências resultantes de episódios de elevada precipitação, elencando um conjunto de necessidades, constrangimentos, procedimentos e recomendações que vão desde o aprofundamento de questões relacionadas com o ordenamento do território, gestão da emergência, coordenação institucional e comando operacional, logística e envolvimento das populações na prevenção e mitigação do risco como forma de as tornar mais resilientes a eventos de cheias e inundações no vale do Mondego.

[1] Baixo Mondego – entendido aqui apenas como as zonas ribeirinhas do Rio Mondego nos municípios de Coimbra, Montemor-o-Velho, Soure e Figueira da Foz.

2. PRECIPITAÇÃO – FATORES CONDICIONANTES DE EVENTOS EXTREMOS

2.3. Notas de enquadramento

Apresentam-se, seguidamente, breves considerações sobre termos, conceitos e dinâmicas catalisadoras de situações emergentes de proteção civil, relacionadas com a precipitação. Sem menosprezar conteúdos técnico-científicos mais aprofundados e já muito dissertados por autores categorizados, a bibliografia consultada permite o alicerce e a relação entre o que se vivencia como eventos complexos[2], ou catastróficos, e o grau de exigência da nossa missão em proteção e socorro perante essa complexidade.

Abordar os conceitos de situações de exceção ou complexas é enquadrar na equação as dificuldades que se opõem à eficácia e eficiência da proteção e socorro, como as condições externas do território, meteorologia, orografia, agentes bióticos vetores de doenças, conflitos armados, o elevado número de vítimas, a variedade e tipologia de vítimas, patologias associadas como as doenças infectocontagiosas, a falta ou escassez de recursos, entre outros. As crises humanitárias são situações extremamente complexas em resultado da total ou considerável falta de autoridade e segurança fruto de conflitos armados internos ou externos e que requerem ajuda internacional centrada na ONU e a OMS. Para o Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM) a situação de exceção, (…) *no contexto de prestação de cuidados de emergência médica consiste fundamentalmente numa situação em que se verifica, de forma pontual ou sustentada, um desequilíbrio entre as necessidades verificadas e os recursos disponíveis* (…) (OLIVEIRA M.S. et al, 2012). Assim estamos perante um evento perigoso causador de danos, de origem natural ou causado pelo Homem, em que resulta um elevado número de vítimas e que se manifesta por um desequilíbrio entre as necessidades de socorro e os recursos disponíveis para o prestar.

Procura-se destacar os momentos extremos ou picos de severidade, aqueles que maior desafio colocam ao sistema de proteção civil. Que tipo de precipitação, que intensidade, quantidade e frequência, que caraterísticas, que tipo de ocupação do território, que relevo e massas de água interferem na dinâmica da circulação atmosférica que possam impactar na maior ou menor vulnerabilidade e suscetibilidade das populações e seus bens, aos riscos de cheia e inundação, movimentos de vertente entre tantas outras disrupções na socio-economia.

[2] Em proteção civil o termo mais usual é *catástrofe* e está definido no Art.º 3.º da LBPC (…) *Catástrofe é o acidente grave ou a série de acidentes graves suscetíveis de provocarem elevados prejuízos materiais e, eventualmente, vítimas, afetando intensamente as condições de vida e o tecido socioeconómico em áreas ou na totalidade do território nacional* (…). A catástrofe é potenciada pelo "efeito dominó", ou sucessões de efeitos derivados do evento inicial, que ampliam a sua magnitude e prolongam o estado de necessidade e novas respostas ao socorro, à assistência médica, à fome, morte, epidemias, disrupção socioeconómica, falhas de redes, insegurança/pilhagens.

A análise subsequente incide especialmente na caraterização de aspetos importantes dos eventos extremos, como os dados relevantes para a tomada de decisão operacional baseada na evidência dos dados observados e estimados de precipitação acumulada, provenientes do Instituto Portugues do Mar e da Atmosfera (IPMA), bem como de outros elementos, não menos relevantes, como o nível de enchimento das albufeiras, a velocidade e direção do vento, a previsão da altura de onda na agitação marítima, o tipo de ocupação do solo e do território e a vulnerabilidade histórica do lugar onde tradicionalmente se manifestam os riscos. Aspetos fundamentais para a assertividade de ação preventiva e da ação de resposta a desenvolver com o pré-posicionamento, mobilização imediata e reforço de meios e recursos disponíveis e alocáveis na região ou fora dela.

A precipitação, de per si, não constitui um perigo e muito menos um risco. Será um perigo se a sua manifestação incidir sobre as populações, a atividade humana e as suas infraestruturas e será um risco se a probabilidade da sua ocorrência se caraterizar por uma excecional intensidade, quantidade e duração centrada numa determinada região.

2.4. Análise da informação para a tomada de decisão

A gestão da informação em proteção civil é determinante para a prevenção, proteção e precaução das populações e para as determinações operacionais das autoridades. A Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), em estreita coordenação institucional com o IPMA, elabora e difunde diariamente uma análise diária da situação meteorológica nacional com os elementos mais relevantes potenciadores de eventos extremos e severos, numa lógica de apoio ao decisor o para planeamento estratégico e tático operacional (Figuras 1, 2 e 3).

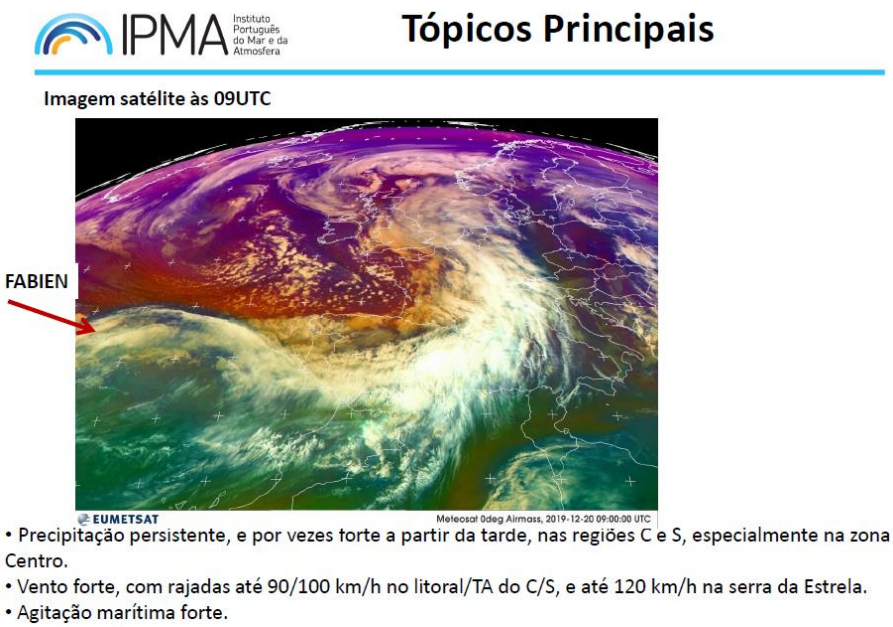


Figura 1: Imagem de satélite no resumo da situação meteorológica de 20 de dezembro de 2019 (IPMA, 2019)

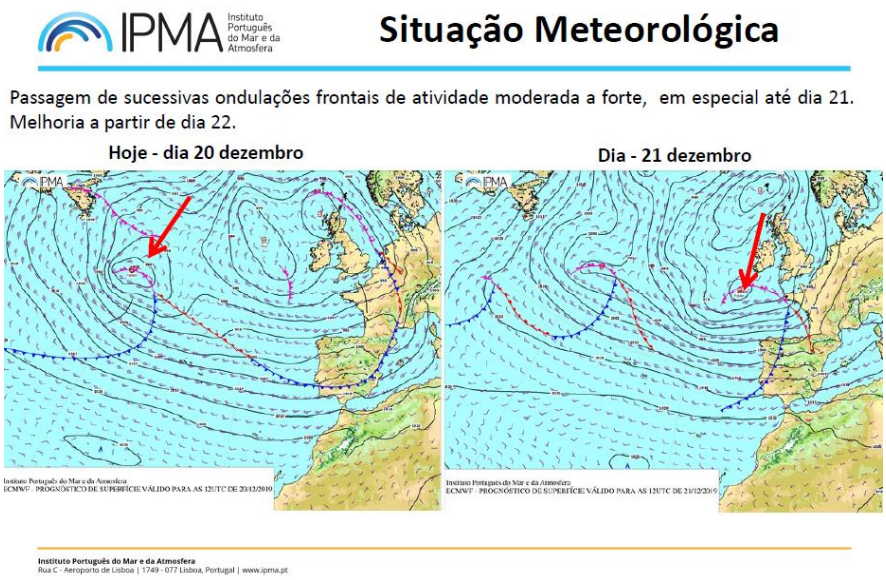


Figura 2: Pormenor da situação sinótica de dia 20 de dezembro de 2019, e previsão para dia 21 de dezembro de 2019, constantes do resumo da situação meteorológica para a ANEPC (IPMA, 2019)

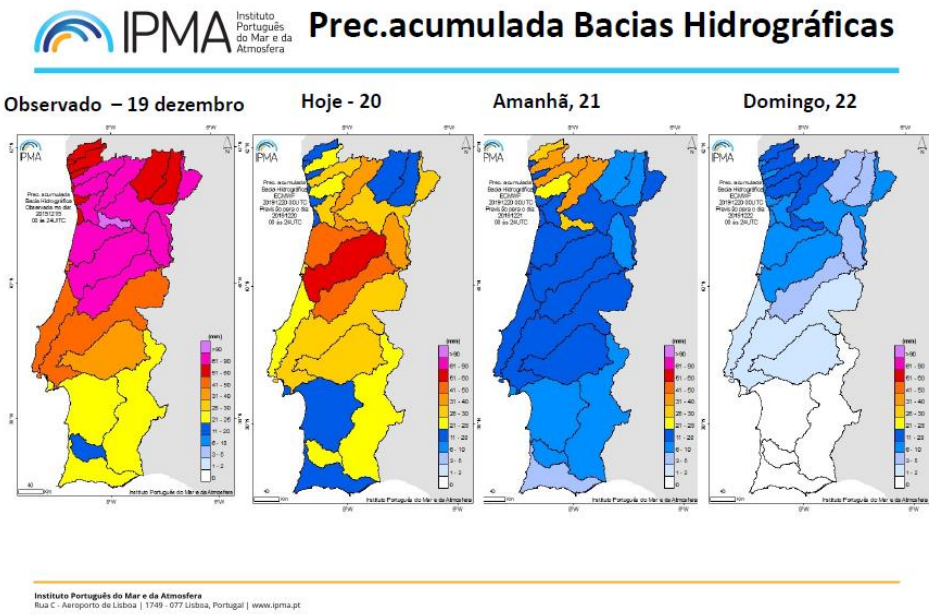


Figura 3: Análise sobre a precipitação acumulada e o impacte nas bacias hidrográficas desde dia 19 de dezembro de 2019 a 22 de dezembro, constantes do resumo da situação meteorológica (IPMA, 2019)

No que à informação diz respeito - a recolha, o tratamento e particularmente a difusão – realça-se o papel extremamente relevante dos Órgãos de Comunicação Social (OCS) na emissão de informações úteis à população, que vai para além do direito à liberdade de expressão e informação consagrado na Constituição da República Portuguesa (1976), no seu Artigo 37.º, e que é reforçado na Lei n.º 27/2006 de 3 de julho na sua atual redação que altera e republica a Lei de Bases da Proteção Civil (LBPC), mormente na sua alínea h) do Artigo 5.º, enquadrando o Princípio da informação, ou como registado no n.º 4 do Artigo 14.º como (…) *obrigação especial de colaboração dos meios de comunicação*

social (…) *revestindo um dever de informar no âmbito da declaração de situação de alerta* (Figuras 4, 5 e 6).

(…) *Desde o final da manhã desta véspera de Natal que os bombeiros e a Proteção Civil receberam inúmeras chamadas, acorrendo a diversos locais do concelho. O caso da Solum, ilustrado na imagem que reproduzimos, é apenas um exemplo.* (…). *Numa previsão atualizada na página do IPMA na Internet cerca das 13:30, mantém-se o aviso amarelo, o menos grave da escala,* (…) *O IPMA colocou a linha costeira sob aviso laranja devido a previsões de ondas que podem atingir os sete metros, até quinta-feira* (…) (AMARO, P., 2013).

Figura 4: Inundação urbana na Solum, em Coimbra, 23DEZ2013 (AMARO, P., 2013).

Figura 5: Inundação da igreja de Santa Cruz, em Coimbra, 22 de setembro de 2008 (SIMÕES, J., 2008).

26 DE DEZEMBRO DE 2013 QUINTA-FEIRA JORNAL REPUBLICANO ÓRGÃO REGIONALISTA DAS BEIRAS HÁ 83 ANOS A INFORMAR 0,80 EUROS

Diário de Coimbra

Fundador Adriano Lucas (1883-1950) | Director "in memoriam" Adriano Lucas (1925-2011) | Director Adriano Callé Lucas

Cinco pessoas vítimas de intoxicação por monóxido de carbono Figueira da Foz | P11

Coimbra coordena projecto inter sobre tráfico de seres humanos

MAU TEMPO DEU MUITO TRABALHO A BOMBEIROS

Vento forte e chuva intensa nesta quadra natalícia deixaram em alerta as autoridades de protecção civil na região. Baixa de Coimbra sofreu inundações Página 20

Figura 6: Título sugestivo do Diário de Coimbra a 26 de dezembro de 2013, reportando-se à véspera do dia Natal, (Diário de Coimbra, 2013).

Nem sempre a comunicação do risco se concilia com a perceção do mesmo pelo recetor. A factualidade de eventos meteorológicos extremos ou mesmo episódios regulares de precipitação e a perceção do risco pela população, nem sempre se interliga com os modelos de previsão associados aos dados recolhidos pela rede de estações de observação. Em matéria da perceção da incidência espacial dos eventos meteorológicos, é vulgar as pessoas em determinada região do território referirem que aí choveu intensamente, ou que nem caiu uma gota, extrapolando muitas vezes, como facto, que o mesmo se verificou nos territórios adjacentes e tal pode não acontecer. Referenciando CRUZ, C. e LOURENÇO, L. (2016). *Fruto destas circunstâncias, a rutura do transvase foi extrapolada e julgada pela população como principal fator responsável pela inundação e pelos danos verificados, pois a população não tivera a perceção de que chovera intensamente nas cabeceiras da bacia do Ceira e daí a inundação dos terrenos marginais junto às povoações*.

O mesmo se verifica quando as previsões apontam para a probabilidade de um tipo de estado de tempo que irá ocorrer em determinado local e tal estimação não se verifica. Esta incerteza da informação e insegurança nas instituições derivam de fatores condicionantes da variabilidade espacial da ocorrência que não é percebida pela população e que são parte integrante dos inevitáveis erros dos modelos de previsão, que assentam no maior ou menor número de estações de recolha de dados, do período de observação e da escala territorial de análise. Não é possível no atual estado da arte determinar com rigor fino e preciso de pequena escala a localização exata e atempada dos episódios hidrometeorológicos e daí derivar uma comunicação do risco que seja totalmente eficaz e eficientemente entendida por todos em cada comunidade.

No processo de comunicação em proteção civil, convêm contextualizar as diferenças entre avisos e alertas em função do emissor e do recetor. Assim, "aviso à população" é uma informação emitida pela ANEPC, com dados provenientes do IPMA que se destina a informar a população do estado evolutivo

das condições de estado de tempo, os extremos esperados, as regiões mais afetadas e as medidas de autoproteção e precaução que devem ser adotadas perante tal estado.

O "aviso meteorológico" do IPMA destina-se a informar das condições meteorológicas esperadas que são remetidas por esta entidade quer à ANEPC quer à população em geral. O *estado de alerta* normal de nível azul ou especial de níveis amarelo, laranja ou vermelho, da ANEPC é uma determinação operacional para os intervenientes no Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (SIOPS) em função das previsões meteorológicas que prospectivamente vão exigir um esforço adicional de mobilização e prontidão das forças. Por fim o denominado *alerta da população* é uma informação ou notificação que provêm do cidadão para as autoridades dando nota de eventuais ocorrências que este presencia.

A previsão dos picos severidade da manifestação dos vários elementos seja da precipitação nas suas várias formas, do vento, das trovoadas ou da temperatura do ar é fundamental para a antecipação da resposta, com a difusão de avisos meteorológicos que aconselham a adoção de medidas de autoproteção pela população ou de Estado de Alerta Especial (EAE) para os operacionais em sede de SIOPS que estabelece o grau de mobilização e de prontidão das forças de proteção e socorro. É este campo que interessa às tomadas de decisão em Proteção Civil, nomeadamente antecipar as ações de acordo com a previsão para as horas e dias subsequentes reduzindo a exposição das pessoas e, consequentemente, o risco.

2.5. Análise da precipitação

A análise da precipitação, como elemento climático e de estado de tempo, permite duas abordagens complementares, cuja diferença substancial reside no espaço temporal da sua análise. Uma, em sede de climatologia em que se enquadram os valores estatísticos dos diferentes elementos, entre elas a precipitação num período amostra de 30 anos, por forma a caracterizar o clima de uma região, ou como em topoclimatologia ou climatologia local de menor escala em que se estabelecem padrões de estado de tempo num dado território mais limitado a um pequeno território, como uma cidade ou parte dela.

Outra perspetiva é a referente à análise da precipitação em um curto espaço de tempo, de modo a obter informações das suas características e intensidades, horária e acumulada, obtidas através da rede de estações de observação. A modelação permite estimar a dinâmica do estado da atmosfera, prevendo os eventos futuros das variáveis e assim determinar as condições de estado de tempo que serão determinantes para o planeamento de uma infinidade de atividades que vão desde o lazer, o turismo, os transportes, a agricultura e, obviamente a resposta à emergência a proteção civil e o socorro.

Por definição, precipitação é a água meteórica originada pela saturação do ar em vapor de água na atmosfera formando conjuntos de partículas de água, gotículas com diâmetros maiores que 20 μm que se aglutinam nas nuvens cuja massa de ar apresenta uma temperatura superior a 0º C, que ao colidirem ou coalescerem[3] aumentam de volume e peso e, por gravidade caem ou precipitam atingindo a superfície da Terra. (…) A chuva, a neve e o granizo, são, portanto, diferentes formas de precipitação.

Nas previsões meteorológicas por vezes aparece a indicação de *chuva*, outras de *aguaceiros* e outras até de *chuva ou aguaceiros* (…). A chuva é a precipitação de partículas de água no estado líquido, que caem sob a forma de gotas de diâmetro geralmente superior a 0,5 mm, com velocidade em geral superior a 3 m/s e em regra de forma bastante uniforme. O aguaceiro, que é afinal um período de chuva, é caracterizado por começar e terminar de forma brusca, frequentemente com variações rápidas de intensidade e pela alternância rápida do aspeto da cobertura do céu.

Quando os meteorologistas estão a prever que a precipitação se estenda de forma uniforme numa determinada região e caia de forma regular e até contínua durante determinado período de tempo, então a previsão é de *chuva*. Quando se prevê que haja grande alternância, quer do ponto de vista espacial de local para local, quer do ponto de vista temporal para um mesmo local, entre o céu muito nublado ou encoberto com precipitação com períodos de céu pouco nublado ou mesmo limpo, então os meteorologistas utilizam o termo "aguaceiro".(…) IPMA (2020).

A precipitação, como elemento meteorológico depende *do mecanismo que condiciona a elevação do ar húmido até às camadas mais frias da atmosfera, sendo classificadas de convectivas, orográficas e frontais (ou ciclónicas*). (RODRIGUES, C. M. 2017):

- Precipitação convectiva , aquela que cai em forma de chuvas/chuviscos, cuja génese deriva da grande evaporação que eleva o vapor para grandes altitudes, arrefece e precipita. Esse tipo de chuva é normalmente torrencial e é característica das zonas tropicais;
- Precipitação orográfica a que resulta da subida forçada das massas de ar empurradas pelo vento, contra as elevações do terreno, como as grandes montanhas e serras;
- Precipitação ciclónica ou frontal que tem a sua origem na colisão de massas de ar frias e quentes, os sistemas frontais, de que resulta em chuva uniforme e prolongada sobre uma área maior.

Quanto à intensidade da precipitação no estado líquido, o IPMA considera ainda chuva fraca valores de precipitação inferiores a 0,5 mm/h, moderada para valores compreendidos entre 0,5 mm/h e 4mm/h

[3] A coalescência (LENCASTRE, A. FRANCO, F. M., 1992) e o processo de Bergeron são dois sistemas de formação de gotas de chuva ou precipitação (GRIMM, A.M; 1999).

e forte para valores acima 4 mm/h. Quanto aos aguaceiros de chuva, considera fracos, para valores menores 2 mm/h, moderados, para valores compreendidos entre 2 mm/h e 10 mm/h, fortes para valores compreendidos entre 10 mm/h e 50 mm/h e violentos para valores acima de 50 mm/h (IPMA, 2020).

De referir que, para o sistema de proteção civil, os valores de precipitação (aguaceiros de chuva) a partir dos 10 mm/h, ou 10 litros por m2, associado ou não à sua acumulação de várias horas ou dias, representa provável surgimento de situações extremas torrenciais na rede hidrográfica - inundações rápidas (*flash floods),* ou nas zonas mais baixas das áreas urbanas, e ainda de cheias e inundações prolongadas nas áreas historicamente vulneráveis das bacias hidrográficas. Nesta situação o valor da precipitação acumulada registada nas várias estações da rede de observação que cobre a bacia hidrográfica é muito relevante para a análise prospetiva do comportamento ou regime fluvial, do rio e da perigosidade associada nas referidas áreas mais suscetíveis e historicamente vulneráveis.

A previsão dos picos severidade da manifestação dos vários elementos seja da precipitação nas suas várias formas, do vento, das trovoadas ou da temperatura do ar é fundamental para a antecipação da resposta, a difusão de avisos meteorológicos que aconselham a adoção de medidas de autoproteção pela população ou de alertas operacionais para estabelecerem o grau de prontidão das forças de proteção e socorro. É este campo que interessa às tomadas de decisão em proteção civil, nomeadamente antecipar as ações de acordo com a previsão para as horas e dias subsequentes reduzindo a exposição das pessoas e, consequentemente, o risco.

De acordo com Nuno Ganho (2009), *a precipitação é um elemento de análise fundamental do ponto de vista da sua aplicação aos riscos hidrogeomorfológicos (de inundação, de movimentação de vertentes, etc.) e ao ordenamento urbano, como o demonstram os frequentes e recorrentes paroxismos pluviométricos e suas consequências, mais ou menos gravosas, de que se sucedem os exemplos ocorridos em diversos espaços urbanizados, no mundo ou em Portugal*.

2.6. Neve, gelo, granizo e geadas

A chuva, neve, gelo ou granizo, são estados que dependem da dinâmica das condições das massas de ar atmosféricas, da sua circulação e trajeto pelo relevo, mares e oceanos e da latitude onde se manifesta, cuja regularidade ou picos de excecionalidade, podem criar impactes socioeconómicos muito relevantes, positivos ou negativos e, neste caso, de situações de emergência que carecem de resposta operacional.

A queda de neve no território continental de Portugal, nos pontos mais altos das serras como a Estrela, Gerês, Açor, Caramulo, Lousã, entre outras é, sem dúvida, uma benesse da natureza, amiga do homem

e da sua atividade agrícola. Desde que se não manifeste tardia, esta precipitação não deriva em grandes consequências danosas, ao invés dos episódios de queda de granizo, que embora localizada em pequena escala, mas muitas vezes em período primaveril em pleno vigor vegetativo das plantas, provocam elevados prejuízos no setor agrícola, em particular na vinha e no pomar.

A neve cria sinergias positivas no setor do turismo, alavancando a socioeconomia local pela procura dos territórios para a atividade lúdica e desportiva, com impacte na ocupação hoteleira e consumo dos produtos endógenos. Estes resultados diretos propiciam a redução do êxodo rural, tendendo a fixar a população no interior.

Outra grande vantagem da neve é a energia potencial armazenada, reserva que vai paulatinamente abastecendo a rede hidrográfica, os lençóis freáticos e as albufeiras das barragens. O risco eventual do degelo, não assume particular impacte direto e significativo na origem de *flash floods* ou das cheias e inundações fluviais. Nas nossas latitudes, não constituem um risco acrescido como acontece noutras paragens, a exemplo, do Centro e Norte da Europa.

Ressalvamos, pela negativa, algum desconforto e insegurança que a neve, e particularmente o gelo e as geadas, excluindo as tardias com impacte direto na agricultura, quando acumuladas ou formadas nos locais mais úmbrios das estradas do maciço central, provocam e criam dificuldades e constrangimentos vários na circulação rodoviária nos trajetos tradicionalmente mais procurados para o ócio de inverno ou pelo obrigatório transporte de crianças e jovens nas carrinhas escolares para os Centros Escolares nas sedes de Concelho. Nestas circunstâncias a queda de neve e a formação de gelo carreiam em si um sentimento real de insegurança, minimizado pelas operações de prevenção e resposta com atuação dos limpa-neves e espalhadores de sal. Também aqui as previsões meteorológicas têm sido fundamentais para a resposta assertiva e antecipada, aliadas ao conhecimento dos locais e estradas normalmente mais suscetíveis que os operacionais adquiriram pela sua experiência.

2.7. Chuvas intensas e prolongadas

Citando NUNES, A. et al (2013) que também se fundamenta em outros destacados autores (…) *só é possível definir extremos hidrometeorológicos quando se pode determinar os seus impactos (perdas económicas, perdas de vidas, etc.) ou suas causas físicas (chuvas acima ou abaixo de determinado limiar durante um período de tempo, descargas acima de um limiar definido) O reconhecimento, inventariação e caracterização de eventos hidrometeorológicos extremos (secas, excessos hídricos, tempestades ou outros), ocorridos num período anterior à instalação de quaisquer estações de observação e registo de valores, obriga à utilização de outras fontes indiretas, ou seja documentos produzidos com outras finalidades* (…), *como os registos na imprensa escrita de época*.

Esta nota enquadra o que se pode entender por evento extremo causador de outros impactes como as cheias, inundações, deslizamentos e mesmo as secas, por desvio das médias (normais climatológicas[4]) de precipitação (mm/h) num determinado período - anomalias climáticas, ou variações drásticas do regime hidrológico dos caudais (m^3 /s) tendencialmente verificados e os impactes daí resultantes no ambiente em perda de valor económico ou, pior, de vidas. Para o sistema de proteção civil o seu campo de ação são os picos de severidade que se traduzem por elevados danos nas pessoas, na socio-economia, no património e no ambiente.

A intenção metodológica é evidenciar as causas e os efeitos das precipitações, pela relação dos dados obtidos no IPMA desde as normais climatológicas a valores de precipitação diária e horária em estações meteorológicas do distrito e na bacia hidrográfica do rio Mondego que permitam relacionar determinados eventos hidrometeorológicos conhecidos e com caudais máximos instantâneos (QMI) medidos no Açude Ponte de Coimbra, como os de 7 de dezembro de 2000, com um QMI de 1587 m^3/s; 27 de janeiro de 2001, um QMI de 1990 m^3/s e que motivou a rutura do dique da margem esquerda junto à ponte da autoestrada A1 em Ribeira de Frades, 11 de janeiro de 2016, um QMI de 1498 m^3/s; 13 de fevereiro de 2016, um QMI de 1960,5 m^3/s e, mais recentemente, a 21 de dezembro de 2019 um QMI de 2187,7m^3/s e que ditou a rutura do dique na margem direita junto à pista de remo em Montemor-o-Velho. Avançámos com o propósito de selecionar estações de observação (Tabela 1) que nos permitissem uma análise e fossem representativas para percebermos com maior amplitude geográfica o impacte das chuvas intensas na bacia do Mondego desde o Oceano Atlântico até ao maciço da Serra da Estrela.

Tabela 1: Estações meteorológicas selecionadas da bacia do rio Mondego

Nome da Estacão	Tipo de Estacão	Lat_dec	Lon_dec	Alt. (m)
Figueira da Foz / Vila Verde	Estação Automática Climatológica	40,13976389	-8,805944444	4
Coimbra / Bencanta	Estação Automática Climatológica	40,21346944	-8,455152778	35
Coimbra / Aeródromo	Estação Automática Principal	40,1576	-8,468516667	**171**
Lousã / Aeródromo	Estação Automática Climatológica	40,14396101	-8,244759231	194
Nelas	Estação Automática Climatológica	40,52349722	-7,855472222	425
Pampilhosa da Serra	Estação Automática Climatológica	40,14548644	-7,927069483	836
Penhas Douradas / Observatório	Estação Automática Principal	40,41136667	-7,558652778	**1380**

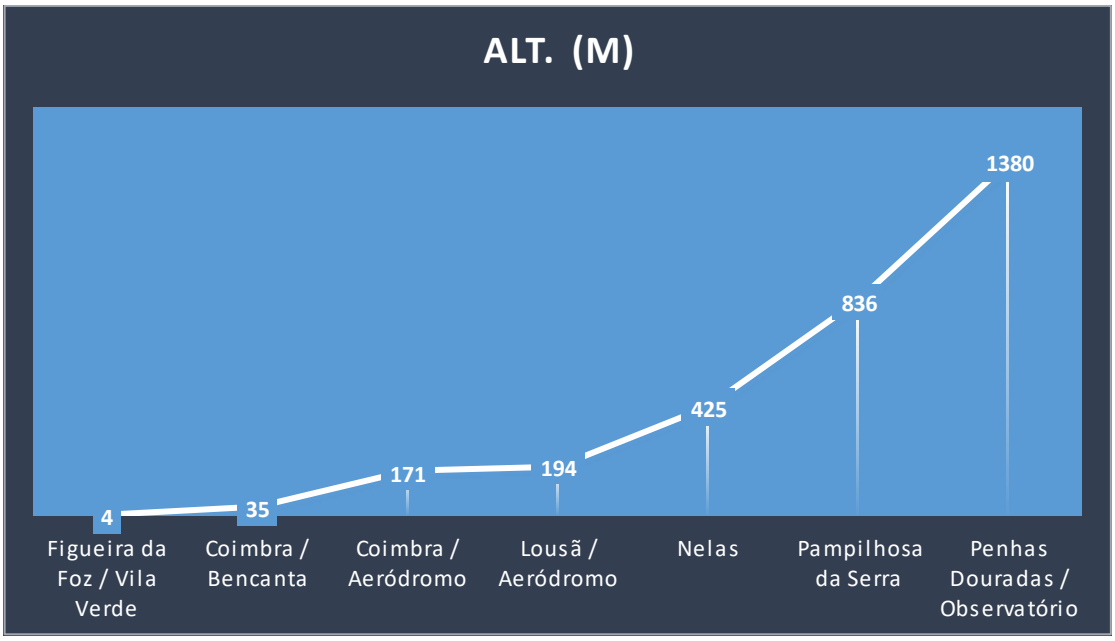
Fonte: IPMA (2020)

As 7 estações pretensamente a escolher, desde a Figueira da Foz à Serra da Estrela, têm um diferencial de altitude de quase de 1400 m numa extensão territorial de cerca de 100 Km. O gráfico 1 é indicativo

[4] (…) *Chama-se normal climatológica (…) o valor médio correspondente a um número de anos suficiente para se poder admitir que ele representa o valor predominante daquele elemento no local considerado. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) fixou para este fim 30 anos começando no primeiro ano de cada década (1901-1930,…, 1931-1960, 1941-1970, ..., 1961-1990, 1971-2000).* (…) (IPMA, 2020).

da altimetria de cada estação de observação, onde se evidencia o efeito orográfico evolutivo (W-E) desde o litoral às cabeceiras da bacia do rio Mondego. Porém, convém contextualizar que as águas quantificadas pelas estações de Penhas Douradas/Observatório e Nelas estão sujeitas ao controlo das barragens da Aguieira e Raiva. As estações de Pampilhosa da Serra e Lousã escoam pelo rio Ceira que não tem controlo de caudais e barragem do Alto Ceira II não tem grande significado em matéria de controlo de cheias. Os valores eventualmente registados pelas estações da Figueira da Foz e Coimbra /Bencanta, num escasso gradiente de 30m de altitude, seriam importantes para compararmos a precipitação convectiva no Baixo Mondego, associada no seu trajeto ao efeito orográfico.

Gráfico 1: Altimetria das Estações de Observação.



Fonte:: IPMA (2020)

Contudo, para os dias e períodos selecionados, só foi possível obtermos valores em Coimbra /Aeródromo e em Penhas Douradas, havendo falta de dados e falhas de registo automático nas restantes estações selecionadas e para os períodos de análise. Assim, optou-se por enquadrar e analisar, apenas, as estações de Coimbra/aeródromo e Penhas Douradas /Observatório.

As figuras seguintes evidenciam os valores médios de precipitação máxima na estação de Coimbra – Bencanta (Fig. 7) e predominâncias geográficas das precipitações máximas históricas que se verificaram e em Portugal Continental (Fig. 8), com particular ênfase para as isolinhas concêntricas de maior precipitação máxima em 30 e 60 minutos localizadas na envolvente das cabeceiras da bacia do Mondego.

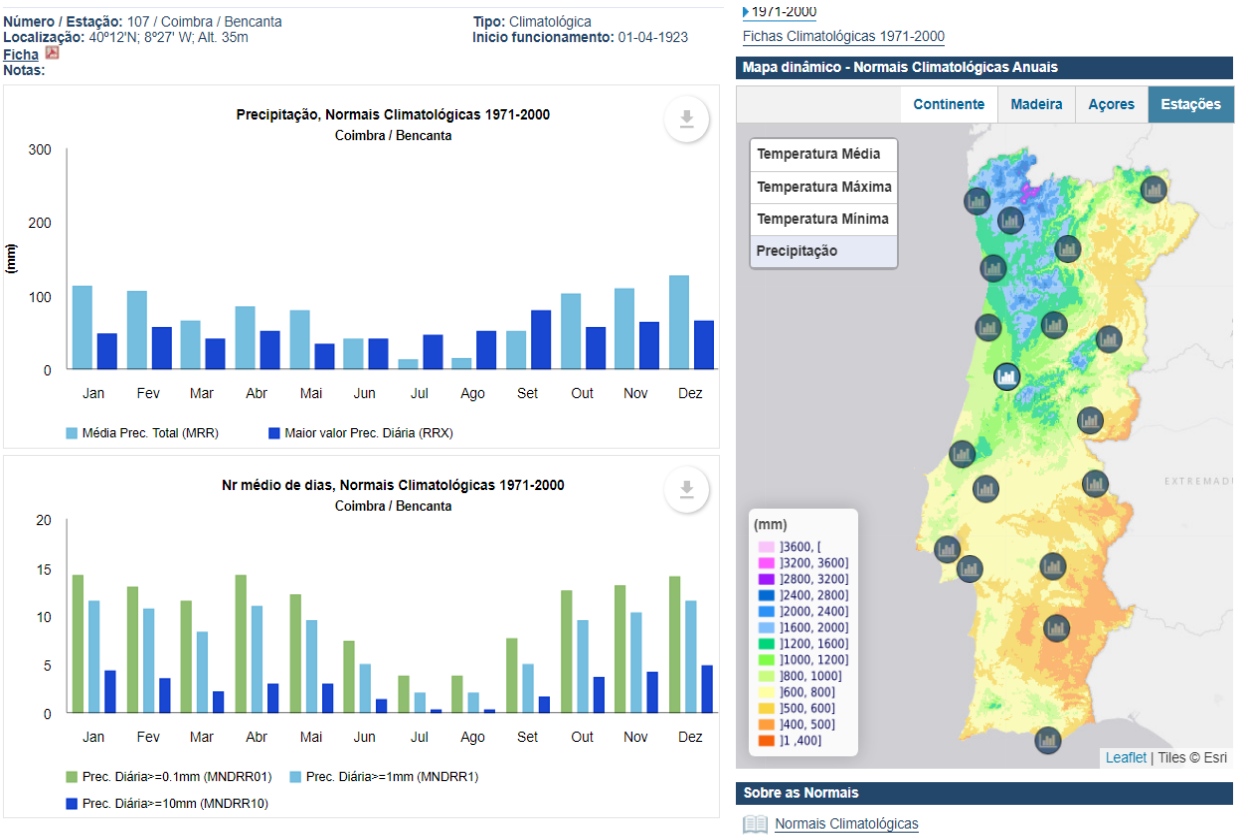
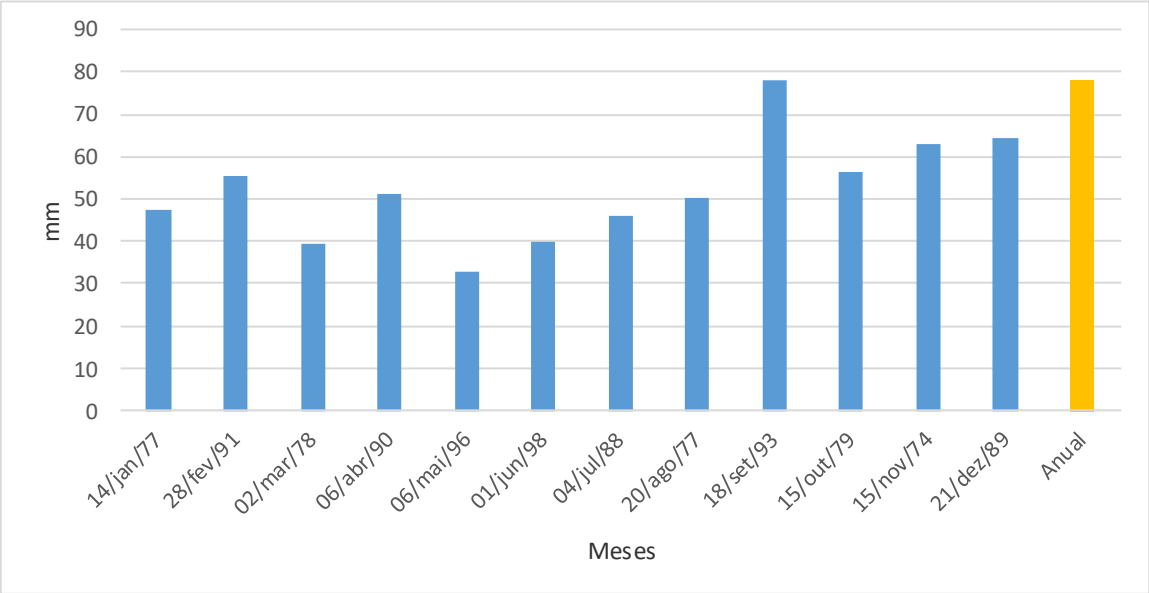


Figura 7: Normais Climatológicas - 1971-2000 na Estação Coimbra - Bencanta, extraído de https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/index.jsp#107 , (IPMA, 2020).

A figura 7 representa as tendências de precipitação enquadradas através das normais climatológicas no período de 1971 a 2000 na estação de Coimbra-Bencanta. Verifica-se no primeiro gráfico que os meses de julho, agosto e setembro apresentam maiores valores de precipitação diária, na ordem dos 40 mm, comparativamente com a média de precipitação total para esses meses, tradicionalmente secos, o que traduz a probabilidade de ocorrência de eventos extremos como as inundações rápidas urbanas de 22 de setembro de 2008 (Fig. 5).

No segundo gráfico estão representadas, as tendências do número de dias com precipitações iguais ou superiores a 0,1 mm, 1 mm e 10 mm, com evidência para o período outubro a maio como os meses com maior número de dias com precipitação superior a 1 mm e 10 mm.

Gráfico 2: Maior valor da quantidade de precipitação diária (mm) em Coimbra/Bencanta entre 1971 e 2000.



Fonte: Boletim climatológico 1971-2000 em Coimbra /Bencanta, IPMA (2020)

Tomando como referência o Gráfico 2, conclui-se que há uma elevada probabilidade de em qualquer mês, mesmo em período estival, de ocorrerem picos de severidade de precipitação. Realça-se neste gráfico o dia 18 de setembro de 1993 que registou um pico de 78.1 mm, sendo mesmo o maior valor anual registado para o período de referência.

A figura 8 representa as isolinhas das precipitações máximas históricas, realçando-se a maior incidência nas cabeceiras da bacia hidrográfica do Mondego, de desenvolvimento de sudoeste para noroeste, coincidente ao sistema montanhoso Lousã, Açor e Estrela, o que reflete o efeito orográfico, na circulação das massas de ar provenientes de noroeste carregadas de humidade do Atlântico[5].

[5] As Serras da Lousã, Açor e Estrela, para além de Montejunto, Sicó, Aire e Candeeiros mais a SW, constituem uma barreira orográfica aos ventos e massas de ar de NW que são obrigados a subir, arrefecer e condensar originando chuva.

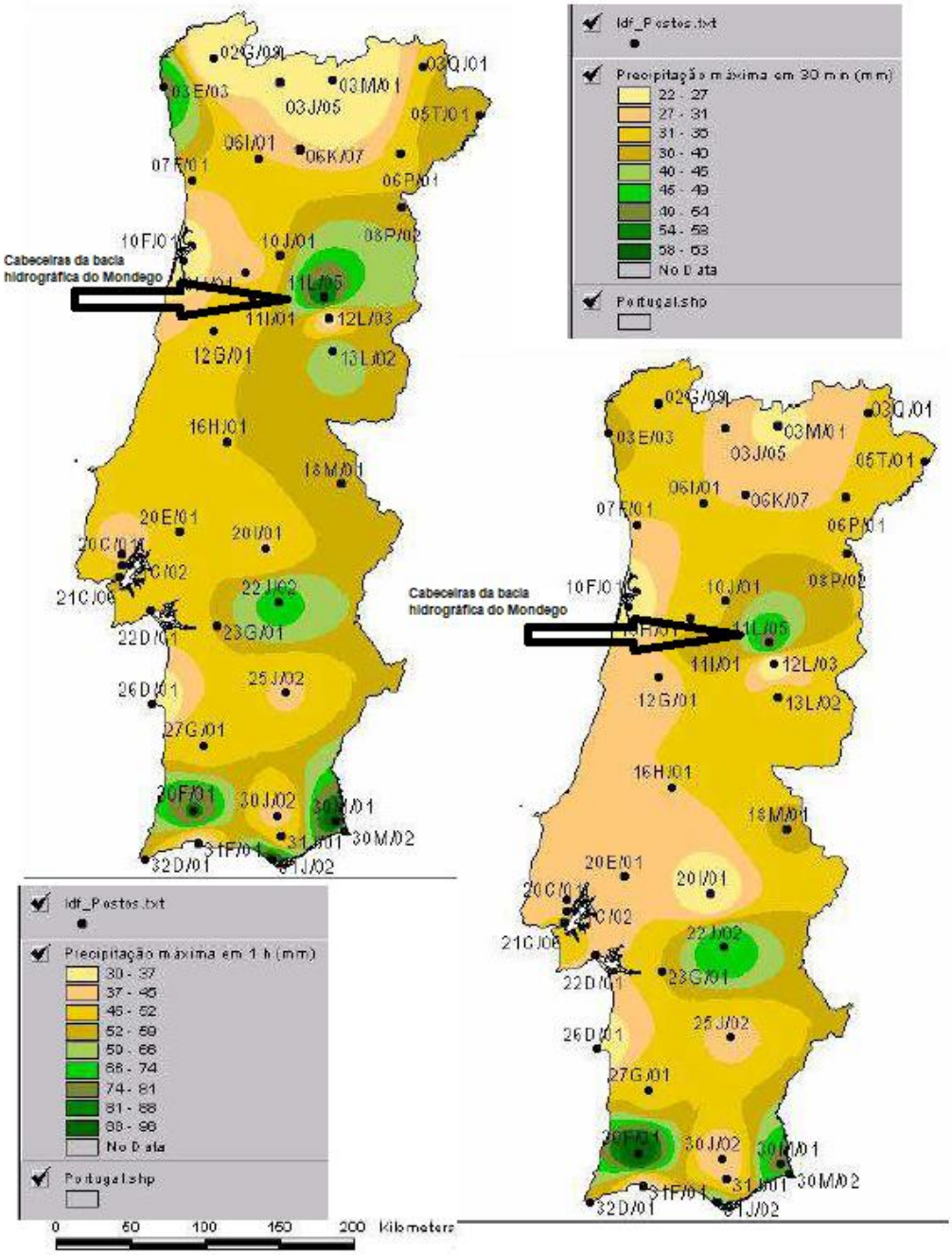


Figura 8: Isolinhas das precipitações máximas históricas para as durações de 30 minutos e 1 hora, extraído e adaptado de https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/index.jsp#107, (IPMA, 2020).

Os valores da precipitação acumulada em 24 horas ou dias é fulcral para antecipar a resposta e enquadrar as ações e missões de proteção civil em caso de eventos de prolongada queda de chuva e, como sugerimos mais adiante no Capitulo 4, para adequar a gestão adaptativa dos níveis da barragem da Aguieira.

Sabemos e reconhecemos o quão é fundamental a regularização dos caudais pelas barragem da Aguieira e Raiva no rio Mondego e das Fronhas no rio Alva. Mas também reconhecemos e bem percebemos a falta de regularização da bacia intermédia do Mondego a jusante da Raiva, da ribeira de Mortágua e do rio Ceira e o contributo que no seu conjunto podem alcançar caudais bem superiores a 1000 m^3 /s.

Daí que os efeitos da precipitação acumulada tem, entre outras, duas consequências a ter em conta na análise que deve ser equacionada pelo sistema de proteção civil perante eventos extremos. São elas a saturação dos solos, que reduzem a capacidade de absorção de água o que provoca um aumento do escoamento pluvial e o gradual, por vezes muito rápido, enchimento das albufeiras que ao atingirem o NPA ficam inibidas de controlar os picos de cheia.

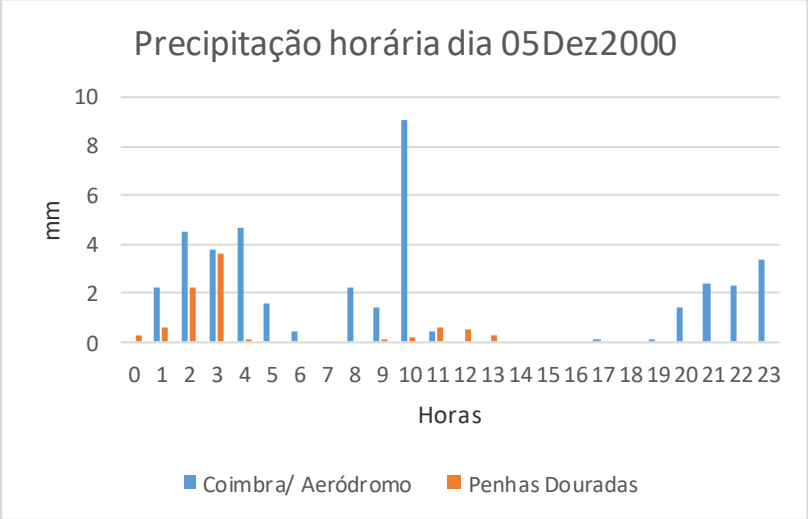
É certo que a água precipitada e medida em Penhas Douradas/Observatório, tal qual toda a aquela que escoa pelos taludes das serras e montanhas da bacia, será laminada pelas barragens[6] ao longo do curso do rio Mondego. Neste enquadramento, sabemos que o efeito da precipitação numa bacia regularizada revela um comportamento de regime fluvial bem diferente do regime pristino do curso de água pela possibilidade de gerirmos caudais e anteciparmos cenários que possam vir a manifestar-se desastrosos. Contudo, toda a barragem é suscetível de atingir o seu pleno enchimento e, excluindo a hipótese de galgamento ou pior de rutura e/ou colapso, poderá de deixar de cumprir a sua função de amortecimento de caudais de ponta de cheia. De acordo com os gráficos seguintes apenas poderemos afirmar que precipita muito mais nas cabeceiras da bacia hidrográfica do Mondego (Gráficos 6, 10, 14, 18 e 22), do que em Coimbra já no final da bacia intermédia. Esta análise permite extrapolar uma conclusão similar para a estação meteorológica da Pampilhosa da Serra cujo curso do rio Ceira não se encontra regularizado. *A bacia hidrográfica do rio Ceira foi sujeita a uma intensa e prolongada precipitação nas suas cabeceiras de que resultaram escoamentos significativos com maior manifestação no seu curso final nas áreas ribeirinhas de Foz de Arouce (Lousã), Segade (Miranda do Corvo) e Cabouco (Coimbra)*. CRUZ, C. e LOURENÇO, L. (2016).

Os gráficos seguintes (Gráfico 3 a 22) permitem a análise da precipitação nas 24 horas nos três dias para cada evento considerado e a acumulada nesse período.

Nos dias 5 a 7 de dezembro de 2000 evidenciamos o dia 5 com maior incidência de pluviosidade em Coimbra ao invés dos dias 6 e 7 onde predomina a maior intensidade nas Penhas Douradas com picos em uma hora de cerca de 8 mm. O acumulado (Gráfico 6) para além desta evidência demonstra para os

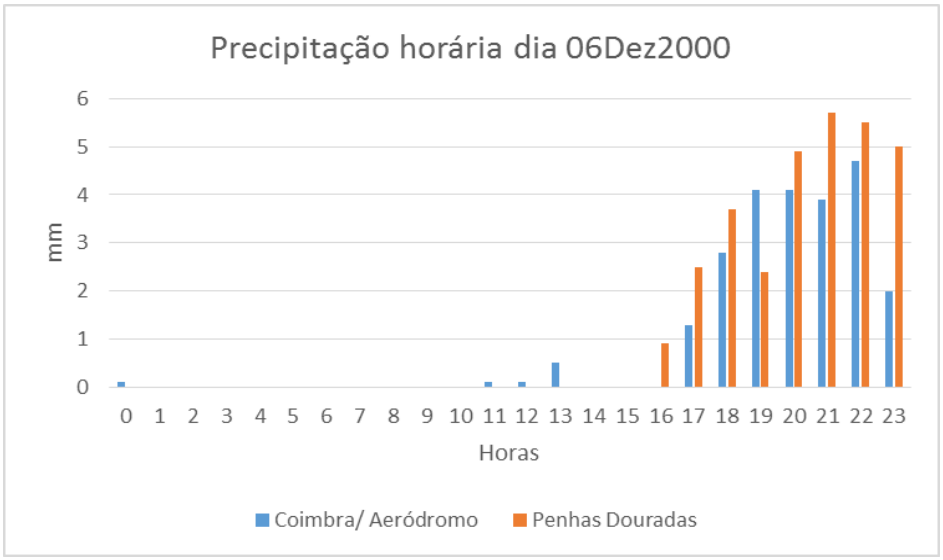
três dias, uma elevada quantidade de água acorre à bacia com 79.2 mm em Coimbra e 108.1 mm em Penhas Douradas. A 7 de dezembro de 2000, verificou-se um QMI no Açude Ponte de Coimbra de 1587 m^3/s.

Gráfico 3: Precipitação em 24 horas registada no dia 5 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

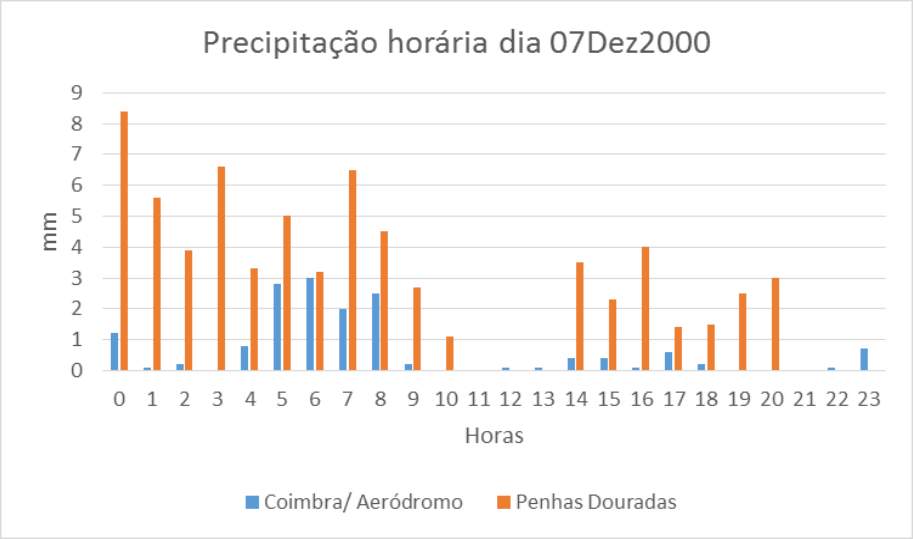
Gráfico 4: Precipitação em 24 horas registada no dia 6 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

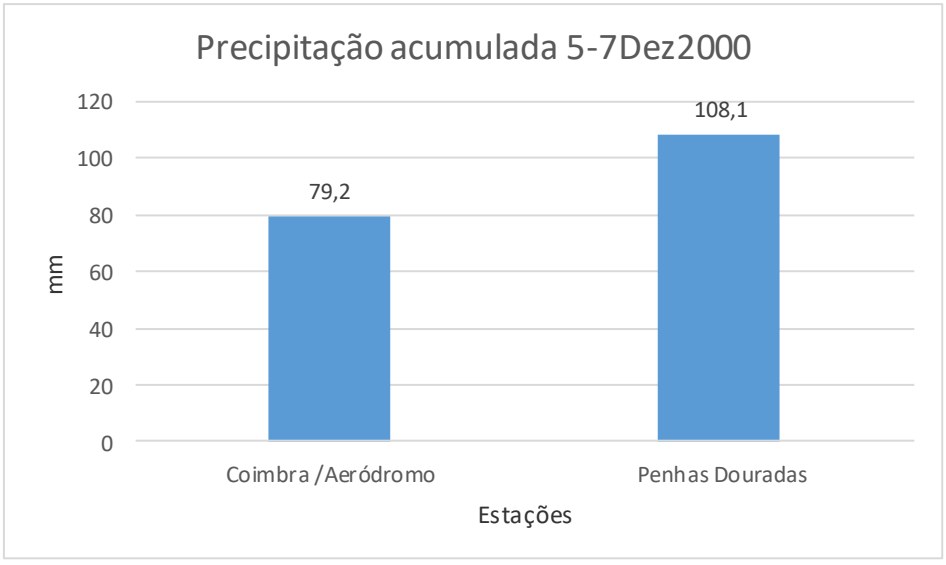
[6] Barragens do Caldeirão (Ribeira do Caldeirão), Aguieira, Raiva e Açude Ponte em Coimbra (rio Mondego), Fronhas (rio Alva) e Alto Ceira II (rio Ceira).

Gráfico 5: Precipitação em 24 horas registada no dia 7 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

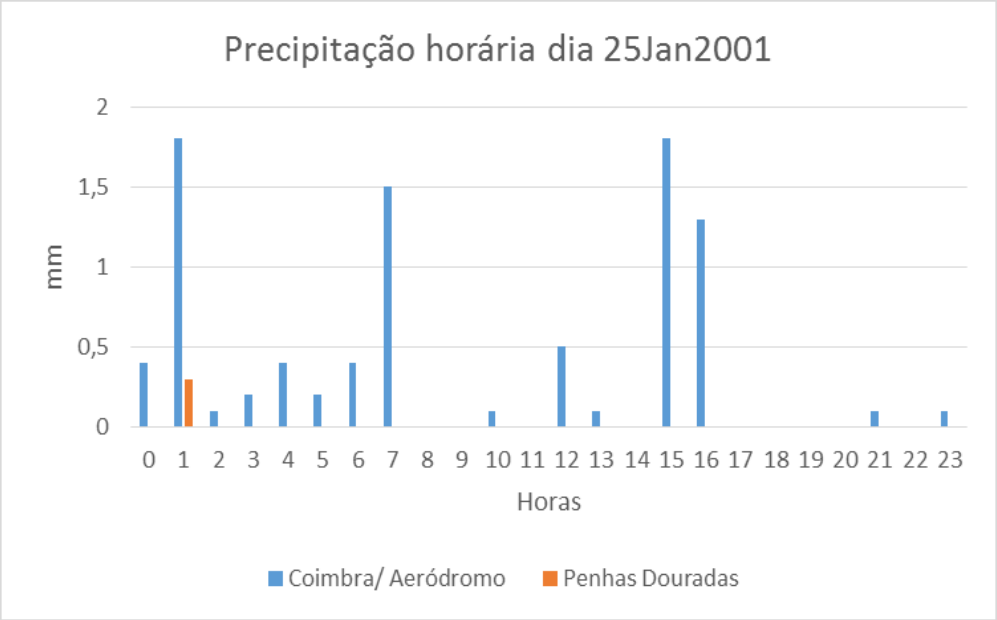
Gráfico 6: Precipitação acumulada entre os dias 5 e 7 de dezembro de 2000 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório



Fonte: IPMA (2020)

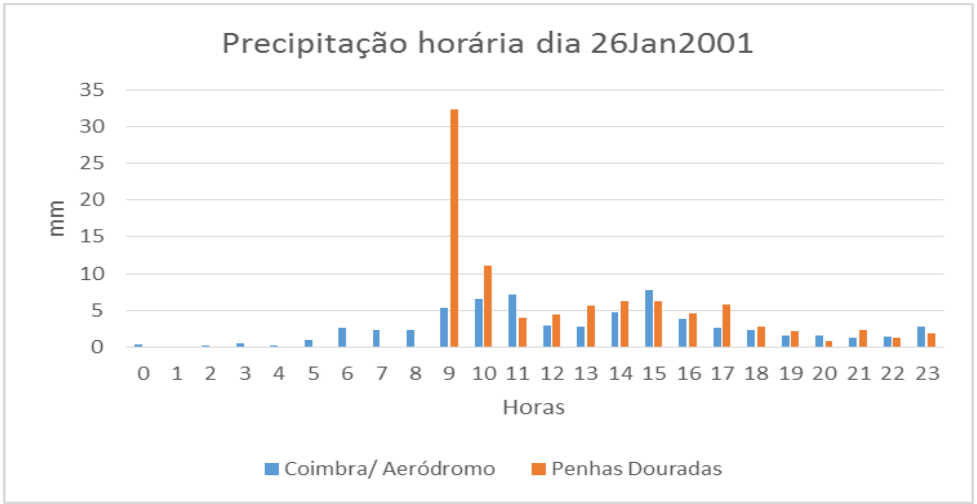
Para a ocorrência de janeiro de 2001 (Gráficos 7 a 10) podemos apontar uma análise semelhante à anterior, onde o dia 25 de janeiro apresenta precipitação residual nas cabeceira e chuva fraca em Coimbra com valores máximos horários inferiores a 2 mm.

Gráfico 7: Precipitação em 24 horas registada no dia 25 de janeiro de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

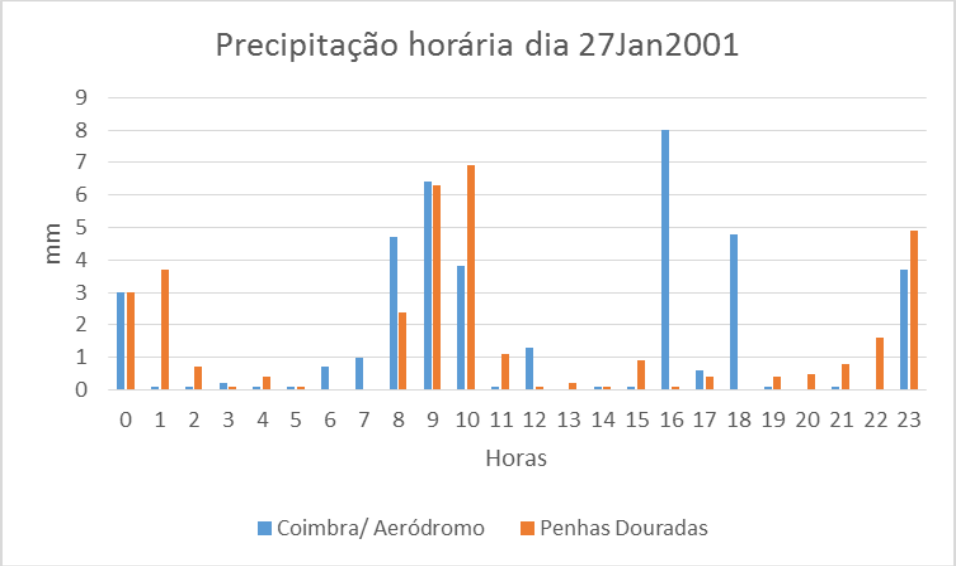
Gráfico 8: Precipitação em 24 horas registada no dia 26 de janeiro de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

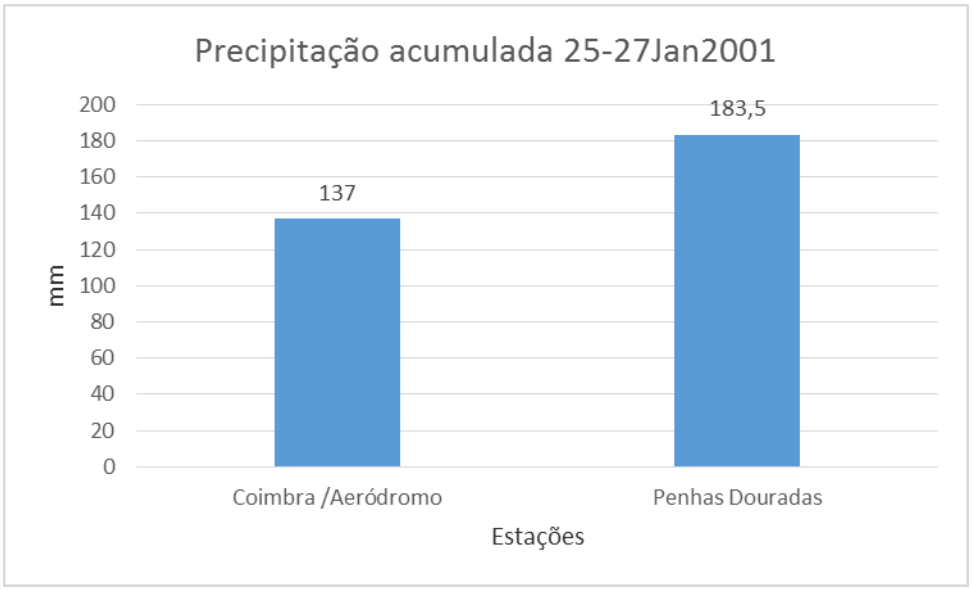
Já os dias 26 e 27 de janeiro invertem esta realidade e apresentam elevada pluviosidade tanto nas cabeceiras como em Coimbra, culminando com acumulados de respetivamente 183.5 mm e 137 mm. A 27 de janeiro de 2001 o QMI no Açude Ponte de Coimbra foi de 1990 m^3/s.

Gráfico 9: Precipitação em 24 horas registada no dia 27 de janeiro de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 10: Precipitação acumulada entre os dias 25 e 27 de janeiros de 2001 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.

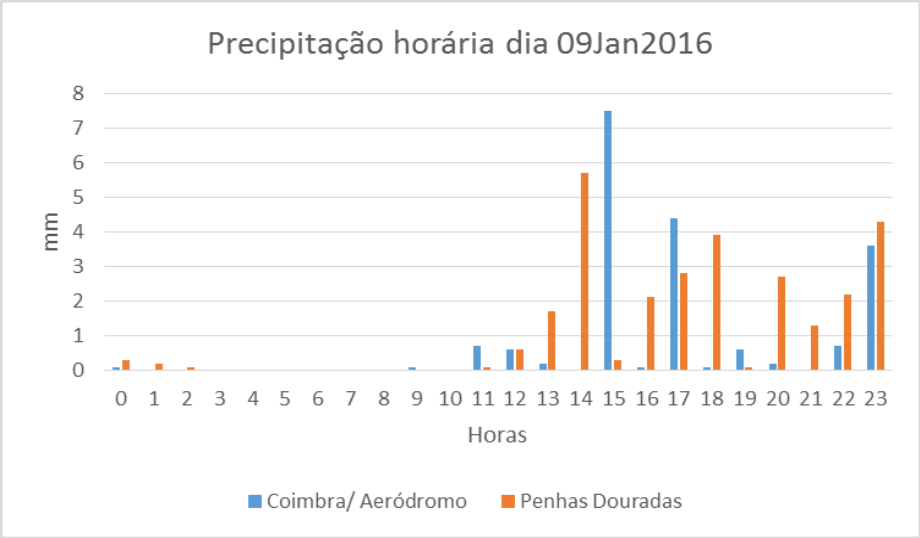


Fonte: IPMA (2020)

Estamos convictos de que a precipitação acumulada desde de janeiro e a inevitável saturação de solos contribuiu em muito para a magnitude do evento que se lhe segui em fevereiro. No dia 9 de janeiro de 2016 só partir da tarde se nota aumento da intensidade da chuva, relativamente distribuída pela bacia. Dia 10 verifica-se pluviosidade por toda a área com valores bastante significativos nas cabeceiras

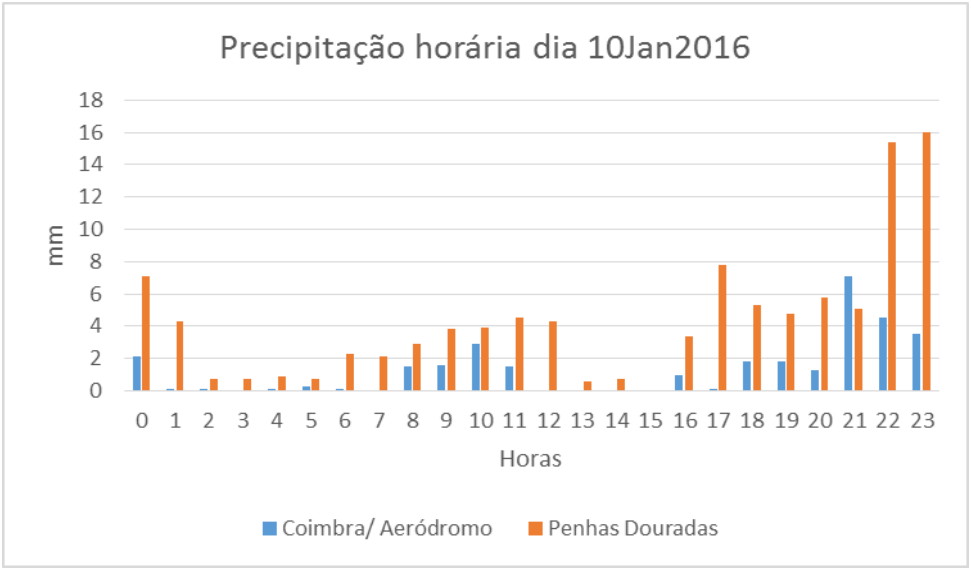
superiores a 14 mm por hora. No dia 11 já se nota uma gradual diminuição da precipitação horária, mas ainda assim com as Penhas Douradas a registarem valores de cerca de 1 mm/h. O acumulado para estes três dias assinala 57 mm para Coimbra e 162.9 mm para Penhas Douradas evidenciando um diferencial muito significativo. O QMI no Açude Ponte de Coimbra a 11 de janeiro de 2016 foi de 1498 m^3/s.

Gráfico 11: Precipitação em 24 horas registada no dia 9 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório



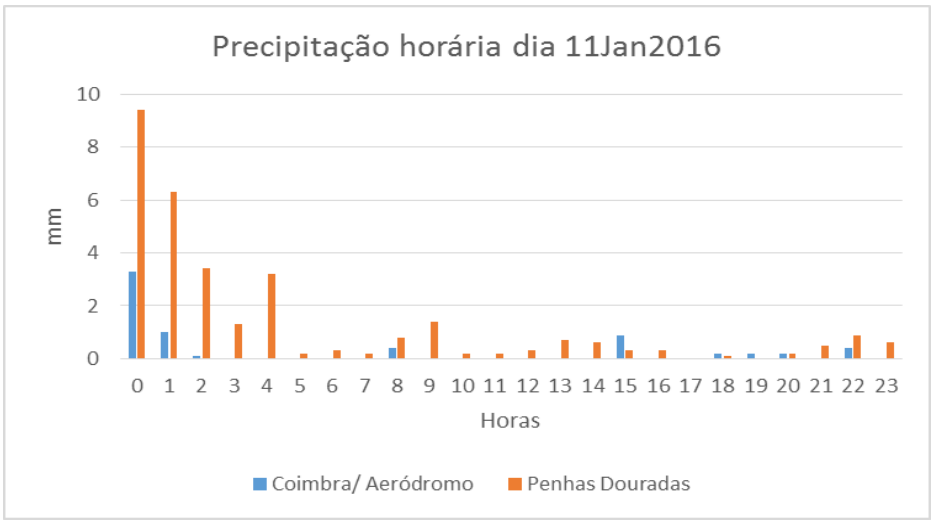
Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 12: Precipitação em 24 horas registada no dia 10 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



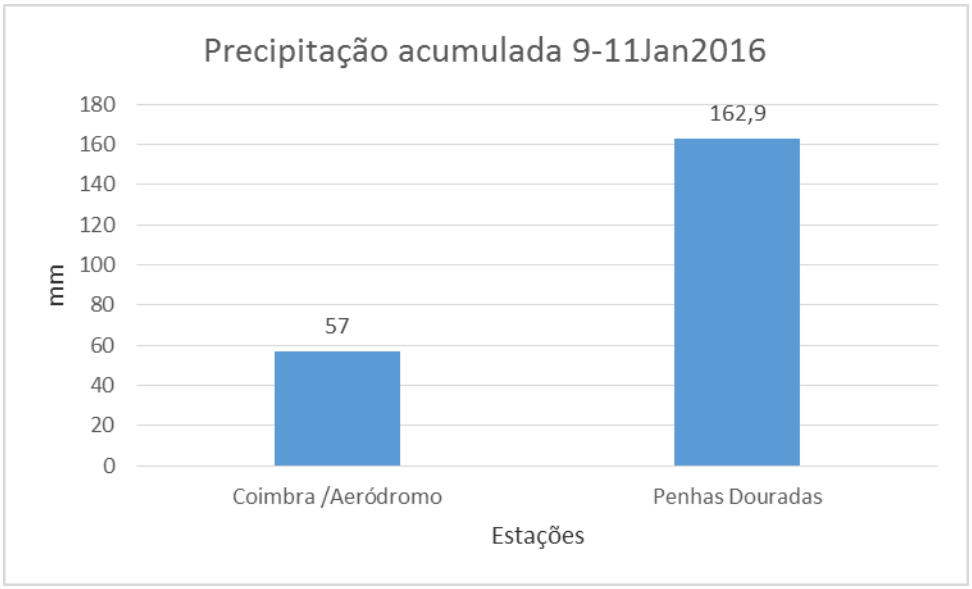
Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 13: Precipitação em 24 horas registada no dia 11 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 14: Precipitação acumulada entre os dias 9 e 11 de janeiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.

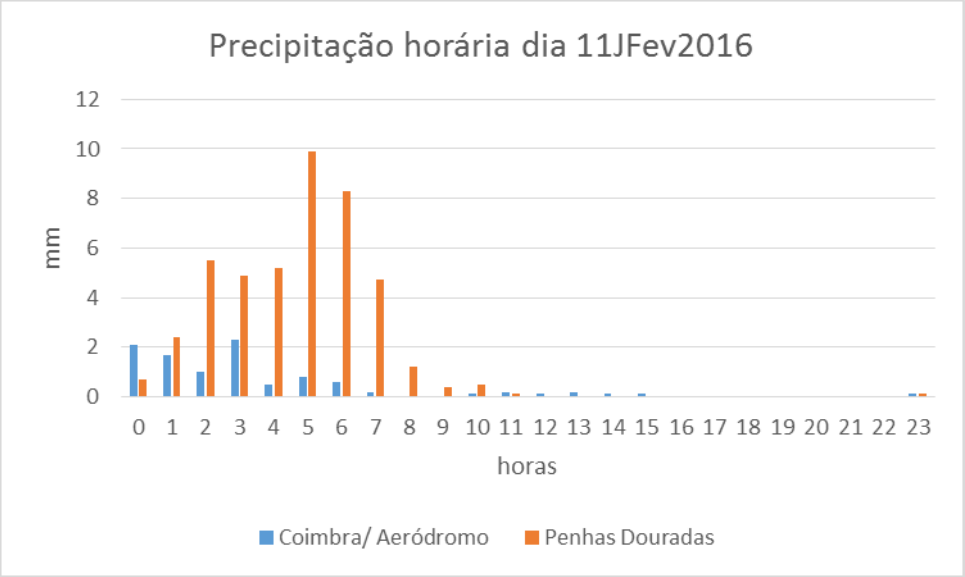


Fonte: IPMA (2020)

No evento de fevereiro denota-se na madrugada do dia 11 (gráfico 15), ao invés de dia 9 de janeiro (Gráfico 11), que há uma fraca precipitação em Coimbra e elevada intensidade em Penhas Douradas, passando o resto do dia, das 09h00 às 24h00, a um período de estiagem acentuado na bacia. Dia 12 de fevereiro há já uma pluviosidade intensa e prolongada durante o dia com maior incidência a partir das

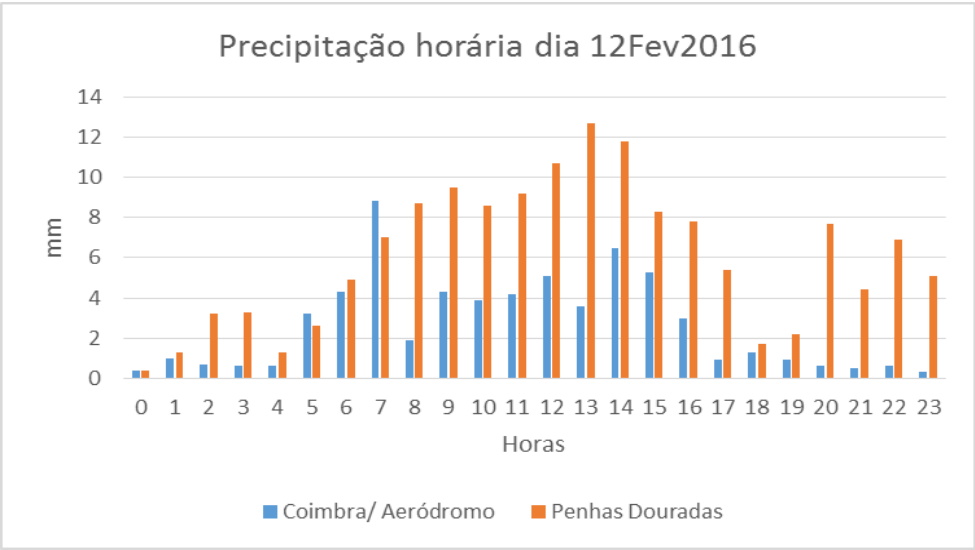
06h00 da madrugada. Ainda assim, continua a verificar-se uma maior intensidade nas cabeceiras (Gráfico 16). O dia 13 (Gráfico 17) continua a registar valores intensos nas cabeceiras superiores a 10 mm/h e neste dia regista-se um QMI no Açude Ponte de Coimbra de 1960.5 m^3/s.

Gráfico 15: Precipitação em 24 horas registada no dia 11 de fevereiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



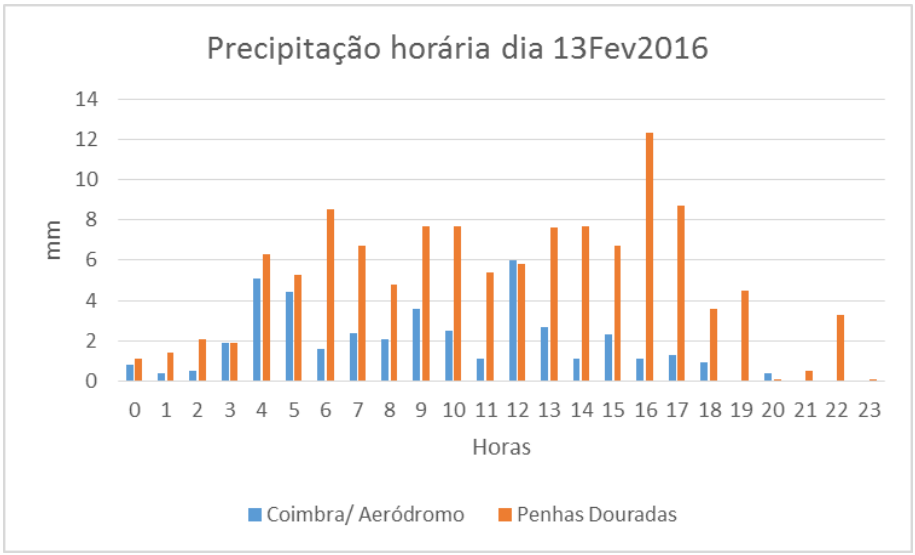
Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 16: Precipitação em 24 horas registada no dia 12 de fevereiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

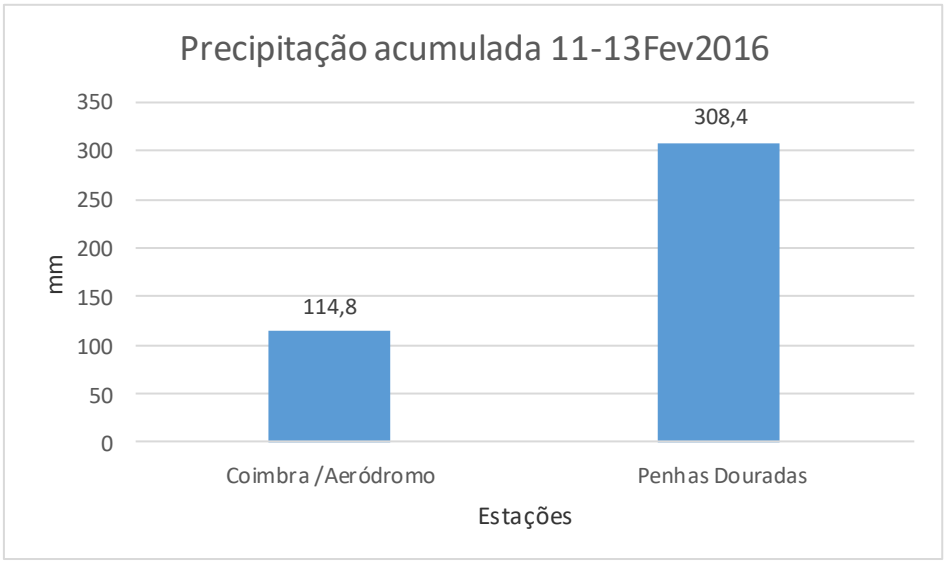
Gráfico 17: Precipitação em 24 horas registada no dia 13 de fevereiro de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

A precipitação acumulada neste período de três dias (Gráfico 18) foi bastante elevada com 114, 8 mm em Coimbra e 308,4 mm em Penhas Douradas e, comparativamente aos valores verificados nos cinco períodos de referência analisados (Gráficos 6, 10, 14, 18, 22), foram francamente superiores, apenas com exceção dos valores verificados na estação meteorológica de Coimbra e para o período de 25 a 27 de janeiro de 2001 em que se registaram 137 mm.

Gráfico 18: Precipitação acumulada entre os dias 11 e 13 de fevereiros de 2016 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.

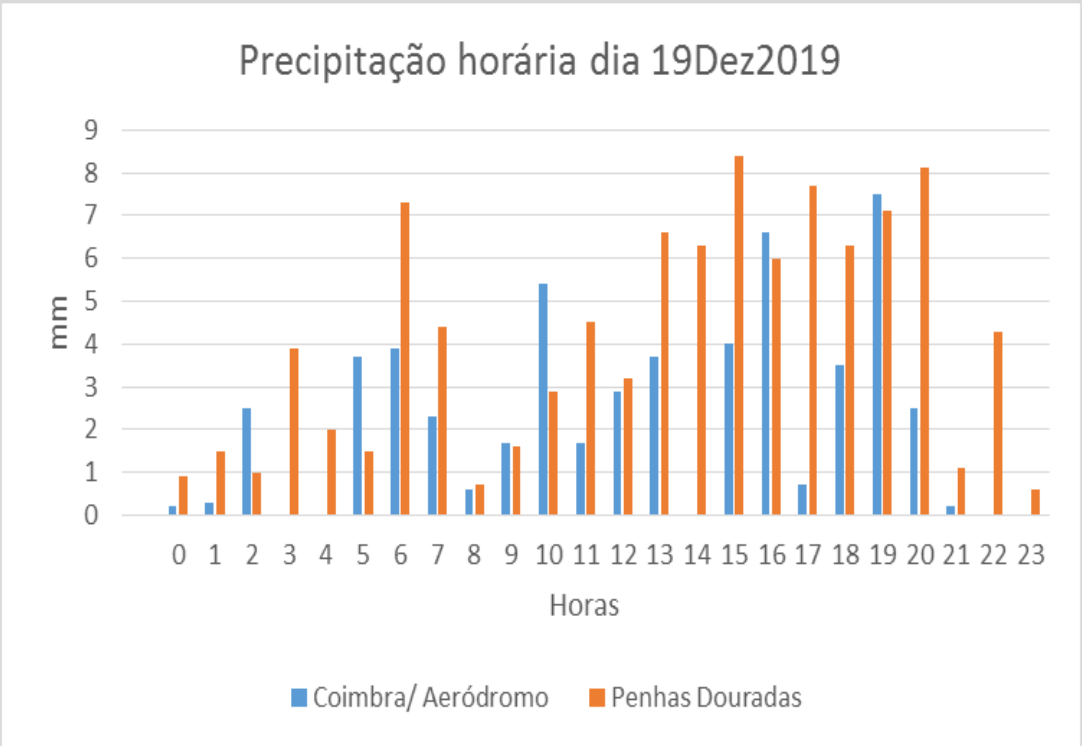


Fonte: IPMA (2020)

Esta precipitação acumulada chegou mesmo a ser significativamente superior à verificada no período de 19 a 22 de dezembro de 2019 (Gráfico 22), quando foi registado um QMI de 2182,7 m^3/s no Açude Ponte de Coimbra.

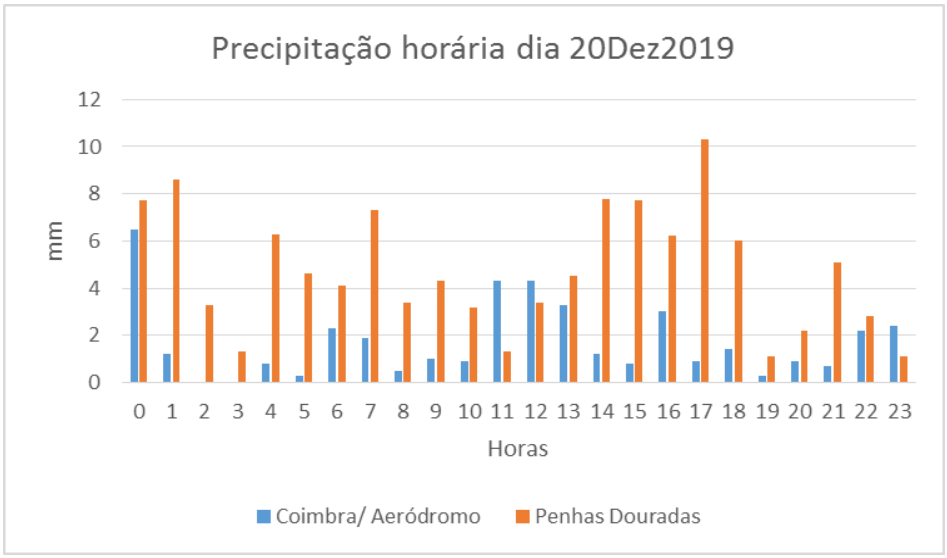
Os dias que antecederam a época natalícia de 2019 foram extremamente complexos e difíceis de gerir do ponto de vista da preparação para as operações de proteção e socorro que eventualmente houvesse necessidade de montar. A imprevisibilidade do comportamento da obra hidroagrícola do Baixo Mondego, os caudais afluentes às barragens, os caudais verificados nas bacias não regularizadas e as previsões meteorológicas que não auguravam melhorias das condições de estado de tempo, foram os fatores dominantes para esta complexidade.

Gráfico 19: Precipitação em 24 horas registada no dia 19 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



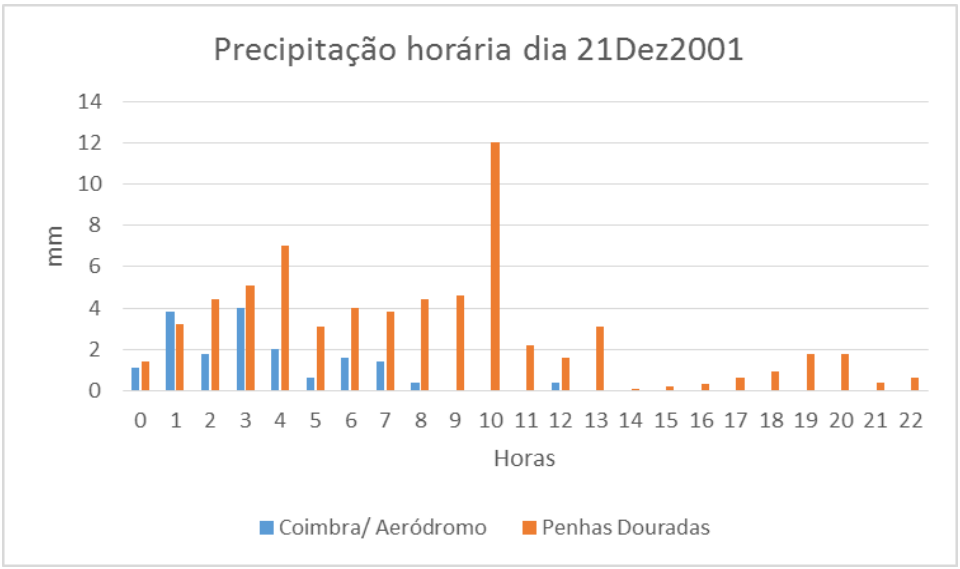
Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 20: Precipitação em 24 horas registada no dia 20 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

Gráfico 21: Precipitação em 24 horas registada no dia 21 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.

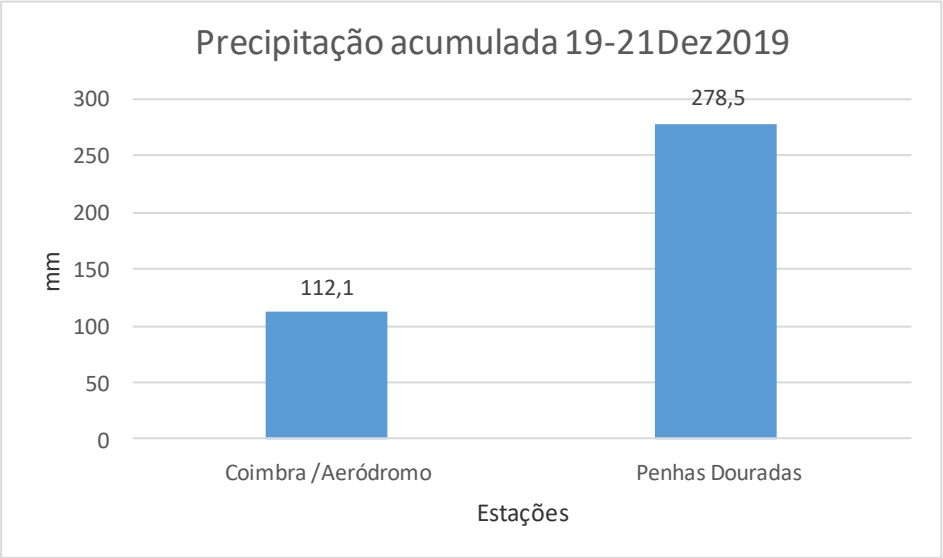


Fonte: IPMA (2020)

Os Gráficos 19, 20 e 21 evidenciam a quantidade de precipitação horária para estes três dias de dezembro nas duas estações de referência, assinalando-se como considerável a quantidade de precipitação verificada e que culminou com um caudal máximo alguma vez registado no Açude Ponte de Coimbra, que ultrapassou o limiar previsto no projeto o *nível de máxima cheia (NMC), à cota 19,0,*

corresponde ao caudal de 2000 m^3 /s valor da cheia milenária modificada pelas albufeiras da Aguieira e de Fronhas. (LNEC, 2012).

Gráfico 22: Precipitação acumulada entre os dias 19 e 21 de dezembro de 2019 em Coimbra/Aeródromo e Penhas Douradas/Observatório.



Fonte: IPMA (2020)

Em jeito de súmula, podemos afirmar que denotamos uma pluviosidade mais intensa nas cabeceiras da bacia do rio Mondego corroborando o efeito orográfico da cadeia montanhosa. Este facto contribui para o acréscimo de água afluente às barragens, nem sempre percetível, a jusante pelas populações, bem como por vezes pelo sistema de proteção civil o que provoca uma falsa sensação de segurança. As barragens podem rapidamente em 24 ou 48 horas atingir níveis críticos de enchimento, o que constrange e condiciona a proficiência da gestão das albufeiras e dos caudais no Açude Ponte de Coimbra, colocando em risco a própria obra e os terrenos marginais e ribeirinhos da cidade e do Baixo Mondego.

Não fora a ocupação humana dos territórios o impacte das elevadas precipitações causadores de elevados prejuízos pelas cheias e inundações, a que não é indiferente o aumento da impermeabilização dos solos e a desflorestação causada pelos incêndios rurais, estava-se apenas perante uma dinâmica hidrometeorológica natural que impactava diretamente na manifestação dos processos erosivos. Não se falaria em risco ou perigo, mas tão só em geodinâmica externa.

3 A GESTÃO DO RISCO DE CHEIAS E INUNDAÇÕES

3.1 Generalidades

Os sistemas fluviais foram decisivos no processo de sedentarização do Homem e no surgimento e desenvolvimento de civilizações gloriosas. A frase de Heródoto – *Egito é uma dádiva do Nilo* – demonstra bem a importância do rio na construção da grande civilização egipcia e o egenho dos seus habitantes no controlo de cheias e no desenvolviemento de técnicas de irrigação e de agricultura. Podemos, igualmente, destacar a importância dos rios Tigre e Eufrates na Mesopotâmia, dos rios Indo e Ganges na cultura Hindú ou, retrocedento ainda mais no tempo, dos rios Hoang-Ho e Yang-Tsé-Kinag nas principais culturas chinesas.

De facto, muitas das grandes cidades floresceram em estreita simbiose com o *rio*, não só devido aos pressupostos enunciados anteriormente mas também pela sua localização estratégica em termos de defesa e capacidade para interposto comercial e pelos níveis de conforto e bem-estar que as zonas ribeirinhas proporcionam.

A procura crescente destes locais aumentou exponecialmente a densidade populacional destes lugares e criou uma enorme pressão sobre os solos. Com efeito, o incremento das atividades humanas desenvolvidas, a exploração contínua dos recursos naturais e as alterações do meio ambiente construiram uma realidade complexa de riscos e vulnerabilidades susceptíveis de em caso de precipitações extremas ou periodos de chuva prolongada poderem afetar as pessoas, os seus bens e o ambiente.

As *cheias e inundações* são, pois, um fenómeno global de grande impacte na vida das populações ribeirinhas. Apesar da evolução técncia e científica no conhecimento e controlo das forças da natureza, as comunidades permanecem bastante vulneráveis e indefesas perante eventos extremos de origem meteorológica e hidrológica.

Por outro lado, parece existir uma tendência significativa para que as alterações climáticas possam potenciar a frequência e intensidade de alguns eventos meteorológicos extremos e ter um efeito amplificador sobre o risco de inudação já existente e, assim, constituirem, no futuro, uma ameaça dramática para áreas de maior suscetibilidade e vulnerabilidade a este tipo de eventos.

De acordo com a Avaliação Nacional de Riscos (ANEPC, 2013; 1ª Atualização, 2019), *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*. Refere este documento que *em Portugal Continental, as cheias e inundações ocorrem, essencialmente, nas bacias hidrográficas dos grandes e médios rios,*

tendo-se verificado em algumas destas ocorrências elevadas perdas de vidas humanas e/ou elevados prejuízos socioeconómicos, apontando as bacias hidrográficas do Tejo, Douro e Mondego como áreas de maior suscetibilidade a esta ameaça.

Figura 9 – Rio Mondego e canal de rega. (Google.imagens, 2020)

As áreas do Baixo Mondego consideradas (objeto de estudo) são as zonas ribeirinhas dos municípios de Coimbra, Figueira da Foz, Montemor-o-Velho e Soure que ao longo do tempo foram sucessivamente afetadas por cheias e inundações que provocaram sérios prejuízos às populações em termos de vidas humanas e de afetação da atividade agrícola. Segundo Rebelo (2005) *uma ou outra vez* (…) *a enchente transformava-se em cheia e a água transbordava. Quase uma vez em cada década a cheia era catastrófica, correspondendo a uma crise de maiores ou menores dimensões e de consequências muito variadas no espaço e no tempo*.

Mesmo com o grande avanço tecnológico e científico no conhecimento das forças da natureza, estas áreas ribeirinhas continuam muito vulneráveis e indefesas ante a ameaça de eventos extremos de origem meteorológica e hidrológica. Hoje, tal como no passado, apesar da tranquilidade, aparente, provocada pela regularização do Rio Mondego, subsiste a necessidade de aprofundar a proteção destes espaços que desde há muito procuraram soluções para a minimização dos prejuízos das inundações. Por exemplo, já no século XVIII o projeto elaborado pelo padre Estevão Cabral propunha a abertura de um novo leito no rio Mondego e, mais tarde, em 1940, a Junta Autónoma da Hidráulica Agrícola projetava o Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia de Mondego (SANCHES, 1996), ações que visavam a gestão do risco de cheias e inundações no Baixo Mondego e, assim, proteger a vasta planície agrícola das cheias e assegurar a proteção da polução.

Mas, na verdade, como refere Rebelo (2008), *o tão procurado domínio do Mondego pelo Homem nunca foi além de uma vitória passageira. O inverno de 2000/2001, com as cheias e inundações que provocou, dezanove anos depois da entrada em funcionamento da Barragem Aguieira, pode bem considerar-se a prova que faltava.* Estas cheias e inundações e, principalmente, a gravidade do evento de dezembro de 2019 vieram impor a força da natureza diante da fragilidade do Homem, que usou e abusou na ocupação das áreas passíveis de serem inundadas.

3.2 Contexto legal e institucional

A proteção e o socorro dos cidadãos são atribuições indeclináveis do Estado mesmo nas situações dramáticas e adversas como as que ocorrem e se seguem a acidente grave ou catástrofe. Esta proteção efetiva-se através do cumprimento de um conjunto de políticas públicas que concorrem para determinadas áreas setoriais, em particular, e para o sistema nacional de proteção civil, em geral.

As iniciativas legislativas para fazer face ao risco de cheias e inundações surgem em 1983 depois dos prejuízos verificados na região de Lisboa. De facto, apesar da destruição verificada na periferia da capital portuguesa no evento de 1967 e das repercussões sociais e políticas que tiveram na época, apenas com a publicação da Resolução do Conselho de Ministros nº 2/1984, de 4 de janeiro, se cria o Grupo de Trabalho de Cheias, cujos estudos hão de originar o Projeto de Controlo de Cheias na Região de Lisboa, através do Despacho Conjunto A-114/1987, de 30 de junho que previa a realização de algumas ações corretivas nas linhas de água e zonas adjacente de alguns municípios.

Alguns anos mais tarde e uma vez que a primeira geração da Reserva Ecológica Nacional (REN) nem sempre tinha delimitado as Zonas Ameaçadas por Cheias (ZAC), com a publicação do Decreto-Lei nº 364/98, de 21 de novembro, pretende-se *não só considerar os riscos decorrentes de uma eventual ocupação urbana, propiciando, desde já, uma gestão de prevenção mais eficaz, mas também assegurar às populações o conhecimento de uma situação que as pode afetar*. Assim, este diploma *impõe aos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias num período de tempo que, pelo menos, inclua o ano de 1967, e que à data ainda não se encontravam abrangidos por zonas adjacentes classificadas nos termos do artigo 14º do Decreto-Lei nº 89/87, de 26 de fevereiro, a elaboração de uma carta de zonas inundáveis que demarque, no interior dos perímetros urbanos, as áreas atingidas pela máxima cheia conhecida.* Define, ainda, neste âmbito, que as plantas de síntese dos Planos Municipais de Ordenamento do Território devem incluir esta delimitação das zonas inundáveis e que o regulamento destes instrumentos disponha sobre a interdição ou o condicionamento da edificação nas áreas passiveis de serem afetadas por cheias ou inundações.

Por outro lado, a Lei de Bases da Política de Ordenamento do território e de Urbanismos (Lei nº 31/2014, de 3º de maio) determina que constituem fins da política pública de uso de solos, entre outros, *aumentar a resiliência do território aos efeitos decorrentes de fenómenos climáticos extremos* (…) *prevenir riscos coletivos e reduzir os seus efeitos nas pessoas e bens.* Já o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão do Território (Decreto-lei nº 80/2015, de 14 de maio) refere que os programas *e os planos territoriais identificam e delimitam as áreas perigosas e de risco* (…) e *identificam os elementos vulneráveis para cada risco e estabelecem as regras e as medidas para a prevenção e minimização de riscos, em função da graduação dos níveis de perigosidade e de acordo com os critérios a estabelecer pelas entidades responsáveis em razão da matéria*.

A magnitude e as consequências das cheias ocorridas na Europa Central entre 1998 e 2004 impulsionaram a União Europeia a iniciar um processo multilateral de avaliação e análise de risco tendo em vista a mitigação de eventos futuros através de uma estratégia para diminuir as vulnerabilidades do Velho Continente ante a ocorrência de cheias. É neste contexto que é publicada pela Comissão Europeia a Diretiva 2007/60/CE, de 23 de outubro, que tem como principal objetivo a avaliação e a gestão de riscos de inundações no espaço da *união*. Esta diretiva é transposta para o ordenamento jurídico português através da publicação do Decreto-Lei nº 115/2010, de 22 de outubro, estabelecendo *um quadro legal para a avaliação de gestão de riscos de inundações* a fim de *reduzir as consequências prejudiciais associadas a este fenómeno para a saúde humana (incluindo perdas humanas), o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas* e calendarizava as três fases de trabalhos a desenvolver para a concretização de pressupostos enunciados no diploma: avaliação *preliminar dos riscos de inundações e identificação das zonas com riscos potenciais significativos* (2012); elaboração *de cartas de zonas inundáveis e de risco de inundações* (2013) e *elaboração e implementação dos Planos de Gestão dos Riscos de Inundações* (2015).

É neste contexto que é aprovado pela Resolução do Conselho de ministros nº 51/2016, de 20 de setembro, o Plano de Gestão do Risco de Inundação do Vouga, Mondego e Lis (RH4), documento que tem como finalidade alcançar o conjunto de objetivos definidos naquela Diretiva Europeia tendo em vista a avaliação e gestão de riscos na região hidrográfica. De acordo com este diploma, foram definidas duas (2) zonas críticas, uma a montante da ponte de açude (Coimbra) e a outra no estuário do Rio Mondego (Figueira da Foz), tendo sido *elaboradas cartas das zonas inundáveis e de risco de inundações que ilustram as potenciais consequências prejudiciais associadas a três cenários hidrológicos (períodos de retorno de 20, 100 e 1000 anos).*

Por outro lado, a preocupação com a gestão do risco estava já bem presente na Organização das Nações Unidas (ONU) quando multilateralmente propõe a Década Internacional para a Redução do

Risco de Desastres (1990 – 1999), sendo as conferências de Yokohama (1994) e de Hyogo (2005) o expoente destas preocupações e que motivaram à adoção de estratégias de mitigação do risco por parte dos *estados*. Em 1999, a ONU lança a Estratégia Internacional para a Redução do risco de Desastres (ISDR) ciente de que os desastres tendiam a aumentar e que a sociedade civil começava a colocar grande expetativa e exigência no planeamento e no desenvolvimento de medidas a considerar numa estratégia de gestão do risco.

De acordo com a Plataforma Nacional para a Redução do Risco de Catástrofes (ANPC, 2016) *os referenciais de desenvolvimento e planeamento sublinham a necessidade de criar comunidades seguras e resilientes ao risco, como consta do quadro de Sendai (UN, 2015), nomeadamente ao promover a integração da avaliação de risco de desastres no desenvolvimento de políticas de uso do solo e de planeamento urbano, assim como a capacitação das autoridades e comunidades locais, através de recursos, incentivos e responsabilidades na tomada de decisão* (ANPC, 2016).

Ainda de acordo com este documento, as políticas públicas devem estar orientadas para 1) *evitar as alterações de uso e ocupação do solo nas áreas de inundação, nomeadamente as planícies aluviais*; 2) *propor medidas de minimização dos fatores que contribuem para as inundações ou para as suas consequências*; 3) *adotar uma abordagem sequencial da gestão do risco de inundação através da avaliação e localização de novos projetos/desenvolvimentos, tendo por base a gestão efetiva do risco*; 4) *incorporar a gestão do risco de inundação no processo de tomada de decisão sobre a aplicação de medidas de planeamento e na alocação de recursos*. Ou seja, medidas no âmbito da gestão do risco de cheias e inundações tendo em vista a redução das consequências dos eventos, propondo-se, a finalizar, que as alterações climáticas sejam consideradas como um elemento crítico a introduzir nas estratégias que venham a ser definidas.

3.3 A atividade da proteção civil

De acordo com a Lei de Bases da Proteção Civil (DL nº 80/2015, de 3 de agosto), *a proteção civil é a atividade desenvolvida pelo Estado, regiões autónomas e autarquias locais, pelos cidadãos e por todas as entidades públicas e privadas com a finalidade de prevenir riscos coletivos inerentes a situações de acidente grave ou catástrofe, de atenuar os seus efeitos e proteger e socorrer as pessoas e bens em perigo quando aquelas situações ocorram*. É, portanto, uma atividade multidisciplinar e plurissectorial que se desenvolve em torno do processo de **gestão do risco**, isto é, **avaliação do risco** (análise de risco e apreciação do risco) e **mitigação do risco** (redução do risco e resposta às crises).

O conjunto de políticas públicas que concorrem para a proteção civil preveem, portanto, que todas as atividades sejam organizadas tendo por base ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e

recuperação da normalidade de vida das áreas afetadas por acidente grave ou catástrofe e que este seja um processo contínuo, integrado e interdependente, de modo a promover uma melhor gestão de risco e, por conseguinte, assegurar um desenvolvimento sustentável mais eficaz.

A fim de alcançar a sua finalidade e objetivos - i) *prevenir riscos coletivos e a ocorrência de acidente grave ou catástrofe*: ii) *atenuar os riscos coletivos e limitar os seus efeitos não caso das ocorrências descritas anteriormente*; iii) *socorrer e assistir as pessoas e outros seres vivos em perigo e proteger bens e valores culturais, ambientais e de elevado interesse público* e iv) *apoiar a reposição da normalidade de vida das pessoas em áreas afetadas* - as bases legais do setor definem a organização e funcionamento do sistema nacional de proteção civil, composto por agentes de proteção civil e outras entidades e organismos que têm especial dever de colaboração e que no âmbito das suas competências e atribuições – políticas, técnicas e operacionais – atuam articuladamente para responder às necessidades dos cidadãos.

No caso da gestão do risco de cheias e inundações na área objeto de estudo da presente dissertação são determinantes para assegurar a concretização do processo a APA, enquanto entidade técnica que tem como responsabilidade a gestão dos recursos hídricos em Portugal, bem como assim a previsão/monitorização das cheias e inundações por meio do Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos (SVARH); as câmaras municipais de Coimbra, Figueira da Foz, Montemor-o-Velho e Soure e os serviços municipais de proteção civil respetivos, juntas de freguesia da áreas potencialmente ameaçadas, corpos de bombeiros como o braço armado do sistema de proteção e socorro e pelas múltiplas valências do socorro em que participam, Guarda Nacional Republicana (GNR) e Polícia de Segurança Publica (PSP) pela sua ação na manutenção da ordem e da lei e de movimentação das populações, o Instituto de Segurança Social (ISS) pelo apoio sanitário e logístico às populações eventualmente deslocadas e o CDOS de Coimbra, unidade orgânica da ANEPC, com a competência para assegurar a coordenação institucional dos agentes e organismos de apoio envolvidos e o comando operacional das ações de resposta e reabilitação a desenvolver.

Apresentam-se, seguidamente, alguns conceitos relevantes no domínio da gestão do risco e de gestão da emergência que estão presentes na doutrina vigente da atividade da proteção civil.

- **Acidente grave ou catástrofe** – é o resultado da manifestação de um ou vários eventos naturais ou antropogénicos não intencionais que ao encontrar condições propícias de vulnerabilidade nas pessoas, nos seus bens, em infraestruturas, meios socioeconómicos … causa danos e perdas humanas, materiais, económicas ou ambientais, afetando o normal

funcionamento da sociedade e que exige do Estado e do sistema de proteção civil ações de resposta à emergência, reabilitação e reconstrução.

- **Ameaça** – perigo ou probabilidade de um evento físico de origem natural ou induzido pela ação humana de forma acidental poder vir a ocorrer com a severidade suficiente para causar perdas de vidas, lesões ou outros impactes na saúde, assim como também danos e perdas nos bens, infraestruturas, meios socioeconómicos, a proteção de serviços e recursos ambientais;
- **Conhecimento do risco** – componente do processo de gestão do risco de que fazem parte a identificação de cenários possíveis, a análise e avaliação do risco, a monitorização e o acompanhamento do risco e das suas componentes e a comunicação para promover uma maior consciência do mesmo que alimenta os processos de redução do risco e da gestão da emergência.
- **Fatores de risco** – Perigosidade (probabilidade) e vulnerabilidade dos elementos expostos. Se qualquer um destes fatores diminuir, o risco decresce igualmente, e vice-versa;
- **Gestão da crise/emergência** – Processo global que compreende ações de redução do risco (prevenção, mitigação e preparação), resposta e reabilitação;
- **Gestão do risco** – ação estratégica para gerir ou controlar os fatores de risco (perigosidade e vulnerabilidade) da forma mais eficaz e assim mitigar ou, se possível, evitar as potenciais consequências negativas do evento. Estas ações têm o propósito explícito de contribuir para a segurança, bem-estar e qualidade de vida das pessoas e para o desenvolvimento sustentável.
- **Mitigação do risco -** As medidas estruturais e não estruturais destinadas a minimizar a vulnerabilidade e o grau de exposição ao perigo das populações, dentro de um amplo conjunto de políticas no domínio do desenvolvimento sustentável;
- **Resiliência** – A capacidade de um sistema ou comunidade potencialmente exposta a uma ameaça se adaptar, resistindo e modificando as condições de vulnerabilidade de forma a alcançar ou manter o nível mínimo de funcionamento e integridade estrutural. O grau de resiliência é determinado pelo nível de organização de uma sociedade no sentido de desenvolver aprendizagem a partir das situações de catástrofe vividas a fim de melhorar a sua proteção face ao risco potencial;
- **Resposta** - Etapa do ciclo da emergência durante a qual são postas em funcionamento as ações previstas na fase de planeamento de emergência. Estas ações compreendem o socorro às vítimas, as atividades de apoio logístico, assistencial e médica, a avaliação de danos e de preparação para a reabilitação dos serviços essenciais;
- **Risco** – A possibilidade de ocorrerem perda de vidas humanas, bens ou capacidade produtiva quando estes elementos são expostos a um evento destrutivo. O nível de risco depende especialmente da vulnerabilidade dos elementos expostos a um perigo. É, pois, o valor expectável de perdas (vítimas mortais, feridos, bens, etc.) que seriam provocados por um perigo

sendo o seu valor uma função da perigosidade e do grau de exposição dos elementos vulneráveis (populações, edificado e infraestruturas) numa dada área. (R=P*C);

- **Vulnerabilidade** (física e social) – As condições intrínsecas de um sistema que, analisadas em conjunto com a magnitude do evento catastrófico/acidente, são responsáveis pelos efeitos adversos ou danos gerados em consequência da catástrofe ou seja o grau de resistência e exposição (física, social, cultural, política, económica, etc.) de um elemento ou conjunto de elementos em risco (vidas humanas, património, serviços vitais, infraestruturas, áreas agrícolas, etc.) como resultado da ocorrência de um perigo natural de uma determinada magnitude. Condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, económicos e ambientais, que aumentam a suscetibilidade de uma comunidade ao impacto de ameaças. O fator interno de uma comunidade exposta (o de um sistema exposto) a uma ameaça, resultado das suas condições intrínsecas para ser afetada e incapacidade para suportar o evento ou recuperar dos seus efeitos.

3.4 O processo

O risco é algo que marca presença na vida do *ser humano* desde os tempos mais remotos. A Historia da Humanidade, para além do progresso e desenvolvimento social e económico, tem sido, também, uma longa sucessão de insucessos do Homem ante perigos provocados por eventos de origem natural ou induzidos pelo próprio *ser humano*. Neste seu trajeto, grandioso na luta pela sua sobrevivência e sempre insaciável na procura de maiores níveis de conforto e bem-estar, esteve permanentemente presente esta realidade de duas faces: o risco de acidente e o socorro de si e dos seus bens.

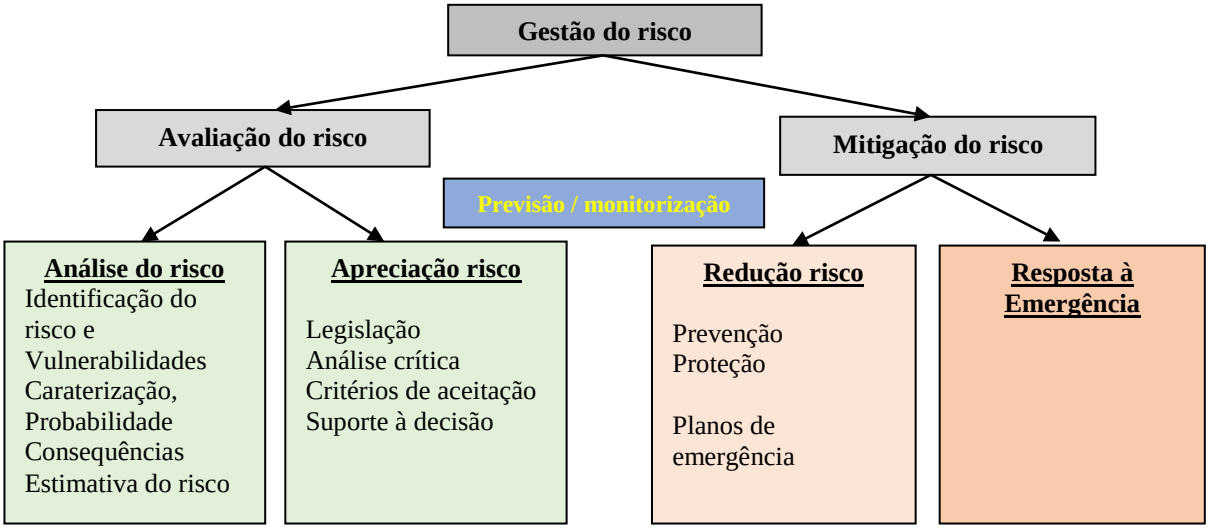


Figura 10 – Estrutura geral de um sistema de gestão do risco, adaptado de ALMEIDA (2004).

É comumente aceite que o risco é o produto da probabilidade da ocorrência de um evento adverso e o grau de gravidade daí resultante (Risco = Probabilidade * Consequências). Ou seja, a possibilidade de algo de negativo acontecer com uma determinada perigosidade, intensidade e frequência e provocar perdas nos elementos expostos em situação vulnerável (Risco = Probabilidade x Vulnerabilidade). É esta dimensão técnica que permite uma caraterização quantitativa e objetiva do risco. Quer dizer, para eliminar ou reduzir o risco é necessário atuar sobre um dos seus fatores, i.e., perigosidade e vulnerabilidade dos elementos expostos (vulnerabilidade física e social). Se qualquer um destes fatores diminuir o risco também diminui. E vice-versa. É nesta correlação que se torna possível ampliar e capacitar o sistema de proteção civil e as populações na construção de comunidades mais resilientes para enfrentar os eventos com potencial para provocar danos.

A gestão do risco é, portanto, um processo social orientado para a formulação, execução, seguimento e avaliação de políticas, estratégias, planos, regulamentos, instrumentos, medidas e ações permanentes para o conhecimento e redução do risco e para a gestão da emergência, com o propósito de contribuir para a segurança, bem-estar, qualidade de vida das pessoas e para o desenvolvimento sustentável.

O processo inicia-se com uma avaliação do risco de cheias e inundações e identificação das zonas com risco potencial significativo para provocar danos. Através de uma exaustiva caraterização da situação de referência, pretende-se o conhecimento objetivo do risco, da vulnerabilidade do território a eventos desta natureza e do seu potencial destrutivo na comunidade. Isto é, com base na definição de cenários, estimar o grau de probabilidade/perigosidade e do grau de gravidade (danos) para um melhor conhecimento do risco a fim de reduzir o seu impacte na população, nos seus bens e no ambiente com a promoção de ações de prevenção, proteção e mitigação do risco.

A análise de risco resulta da cartografia temática, entretanto, produzida – ***carta das áreas inundáveis*** e ***carta de risco*** – que para além dos fins técnicos inerentes deve ser utilizada para aumentar a sensibilização e o grau de informação da população e fundamentais no apoio às autoridades em situações de emergência. A carta das áreas inundáveis concretiza as zonas geográficas suscetíveis de serem afetadas por uma cheia ou inundação e a carta de risco identifica os danos provocados pelo evento na saúde humana (nº de habitantes afetados), no ambiente e nas atividades socioeconómicas (danos potenciais).

3.4.1 A mitigaçação do risco de inundação no Baixo Mondego

Uma vez avaliado e definidos os critérios de aceitabilidade do risco, é necessário que a sociedade encontre formas de o tratar. A mitigação é uma forma de tratamento do risco tendo em vista reduzir as consequências negativas de eventos com potencial para causar danos. É, pois, uma atividade

estratégica decisiva para a redução sustentada de perdas humanas, económicas, patrimoniais e ambientais capazes de melhorar a resiliência dos territórios.

É um processo cíclico e contínuo e a importância das medidas de mitigação deve-se ao facto de estarem associadas a períodos distintos, mas complementares: antes da emergência, durante a emergência e após a emergência, ou seja, **prevenção/mitigação**, **preparação**, **resposta** e **recuperação**.

Figura 11 - Ciclo da gestão da emergência

Normalmente, as ações de mitigação do risco são divididas em dois grupos: **medidas estruturais** e **medidas não-estruturais**. As primeiras dizem respeito a obras de engenharia (diques, barragens, etc.). As segundas destinam-se, fundamentalmente, a modificar o comportamento humano e são tão diversas como a sensibilização e formação da população para um maior conhecimento do risco (comunicação do risco, perceção do risco, participação dos atores, questões de autoproteção), legislação, códigos e regulamentos urbanísticos para uso do solo e procedimentos de planeamento da resposta à emergência.

3.4.1.1 Medidas estruturais

Para fazer face à ocorrência frequente de cheias e inundações que frequentemente afetavam a cidade de Coimbra e provocavam graves prejuízos às populações ribeirinhas até à Figueira da Foz, o Aproveitamento Hidráulico do Rio Mondego veio regularizar as cheias através da construção das barragens da Aguieira (rio Mondego) e de Fronhas (rio Alva). Este aproveitamento, de fins múltiplos, teve como objetivo o controlo da natureza rebelde do Mondego e dos seus afluentes e, também, a

produção de energia, a regularização fluvial, correção torrencial, controlo e defesa contra cheias, regadio e abastecimento de água às populações. (DGRN, 1962).

O projeto previa, igualmente, obras de regularização fluvial do Baixo Mondego, medida estrutural que tinham como objetivo a criação de leitos estáveis capazes de garantir o escoamento dos caudais sem provocar a inundação dos campos marginais (DGRN, 1988). Este sistema de leitos é constituído pelo leito central, constituído por diques de proteção longitudinal, e pelos leitos periféricos, que ladeando os campos marginais do rio recebem os caudais dos afluentes a jusante de Coimbra.

Para fazer face a uma possível danificação dos diques, o leito central dispõe de obras de controlo de cheias, compostas por três sifões e por um dique fusível, dispositivos que têm como funções descarregar, de forma controlada, os caudais excedentes em relação ao dimensionamento da obra.

Estavam reunidas as condições para reduzir a probabilidade de cheias e inundações no Mondego e o seu assoreamento, sendo de constatar que o comportamento das obras foi o previsto nas primeiras duas décadas (1980-2000).

Constata-se, igualmente, que a gestão do risco tem sido dominada por medidas estruturais e por *uma cultura hidráulica assente no primado da engenharia aplicada ao controlo de cheias, subalternizando a integração efetiva da mitigação do risco na política de ordenamento do território* ao invés de se incentivarem *estratégias para a mitigação do risco não apenas ancoradas na regularização hidráulica* mas garantindo, também, a redução do risco através da ocupação compatível do solo (SILVA, D.S., 2020).

Nas duas décadas seguintes, porém, tudo se altera com o colapso dos diques de proteção nas cheias de 2001, 2016 e 2019. De acordo com a opinião publicada em vários órgãos de comunicação social, nacionais e regionais, são apontadas algumas causas para estes eventos, como a alteração do regime de caudais, falta de monitorização dos caudais do Ceira, Ega e Arunca, obras inacabadas, deficiente manutenção e exploração do sistema, propondo-se, ainda, a construção de uma nova barragem no Mondego (por exemplo a que estava prevista para Girabolhos) para controlo de cheias, indo ao encontro da notícia publicada no Diário de Coimbra em 13 de agosto de 2020 quando revela um estudo da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) que preconiza *que só uma grande barragem ou infraestrutura superior a dez metros pode controlar o volume de água do Rio Mondego em Coimbra*, uma *revisitação do projeto* e a criação de uma entidade gestora como a que gere o Alqueva.

A este propósito, refira-se a opinião do Presidente da Secção Regional do Centro da Ordem dos Engenheiros, Professor Doutor Armando Silva Afonso, quando refere que *sem Girabolhos será muito difícil travar a repetição destes fenómenos. Temos de deixar de olhar para as barragens associadas à energia e olhar para as barragens com todas as sas funções, de regularização, de armazenamento de água, de controlo de cheias e penso que isso vai ser cada vez mais importante no futuro* (*in* Diário das Beiras, 28 de dezembro de 2020) ou do especialista em hidráulica urbana, Professor Doutor Alfeu Sá Marques, que corrobora desta mesma visão e que desde uma outra perspetiva refere que *cada vez mais temos que olhar para as barragens como forma de mitigar os efeitos das alterações climáticas* (Lusa, 27 de dezembro de 2020.

Como referido, o sistema da Aguieira é um aproveitamento de fins múltiplos. Decompondo-os, identificamos aqueles que são de natureza económica (produção de energia, regadio, abastecimento de água às populações e a empresas de celulose e prevenção de seca) e os que concorrem para a proteção e segurança das populações do vale a jusante (controlo e regularização de cheias) Isto é, interesses que podem tornar-se entre si conflituantes durante o período de maior pluviosidade. De facto, enquanto os primeiros pretendem ver garantidos o mais rápido possível os níveis da albufeira para assim satisfazer as suas necessidades empresariais, os segundos advogam uma maior variação na capacidade de encaixe, de forma a não saturar a infraestrutura.

Figura 12: Barragem da Aguieira, pormenor da descarga. (CDOS, 2019)

Neste âmbito, refira-se que a Eletricidade de Portugal (EDP), após os eventos de seca verificados no ano hidrológico de 2005, sentiu a necessidade de adequar as regras de exploração das barragens de

modo a garantir no verão água suficiente para a produção agrícola do Baixo Mondego, o abastecimento público às populações e a produção industrial e no inverno garantir a segurança da obra e a defesa contra cheias. São recriadas regras de exploração das barragens que estabelecem *níveis de defesa da obra* (NDO) e *níveis de defesa contra cheias* (NDC) e estabelecem os níveis máximos de exploração normal, da denominada "gestão adaptativa" (EDP, 2007), para os períodos de 15 de outubro a 15 de março e de 15 de março a 15 de abril.

O nosso histórico de eventos extremos, que denominamos de *período historicamente vulnerável* a eventos hidrometeorológicos extremos com danos económicos avultados, verifica-se no período de dezembro a fevereiro.

A análise seguinte assenta essencialmente nos pressupostos para a gestão da Aguieira, barragem fundamental para regularização dos caudais de ponta de cheia e gestão das mesmas. Por um lado porque a barragem das Fronhas deriva para a Aguieira e tem comparativamente à Agueira um menor impacte no efeito de regularização e, por outro, porque a capacidade de regularização da albufeira da Raiva "é praticamente desprezável" (EDP, 2007).

Tomando como referência o recente episódio hidrometeorológico de dezembro de 2019, podemos afirmar que foram quatro dias de intensa preocupação, com momentos de elevada tensão operacional pela incerteza dos resultados da elevada precipitação e rápido enchimento das albufeiras e das consequências dos crescentes caudais para o Baixo Mondego. A dificuldade de gerir e liderar na incerteza é que tornou a situação complexa, podendo estar no horizonte, na nossa perspetiva, uma catástrofe. O problema residiu na incapacidade de encaixe do sistema Aguieira/Raiva /Fronhas o que nos leva a crer que será necessário uma nova adequação ou *gestão adaptativa* dos níveis de defesa contra cheias.

Verificamos (Tabela 2) que em dois dias de precipitação a cota da albufeira da Aguieira subiu 7,33 m e que os caudais afluentes à albufeira tiveram um adicional de mais 1000 m^3/s, como é patente no Gráfico 22 onde a curva das afluências é bem expressiva. É de facto muita afluência em 24 horas para gerir, com previsões meteorológicas que não garantiam uma estiagem de pluviosidade e que poderiam colocar em risco a obra e a defesa contra as cheias como se veio a verificar. No dia 21 de dezembro o Açude Ponte de Coimbra registou um *Caudal Máximo Instântaneo* (QMI) de 2182,7 m^3/s e houve a primeira rutura do dique na margem direita junto à pista de remo de Montemor-o-Velho.

Ora esta *gestão adaptativa* seguida pela EDP de acordo com as regras de exploração previstas pela entidade, carecem, na nossa modesta opinião, de uma reformulação que ajuste uma maior capacidade

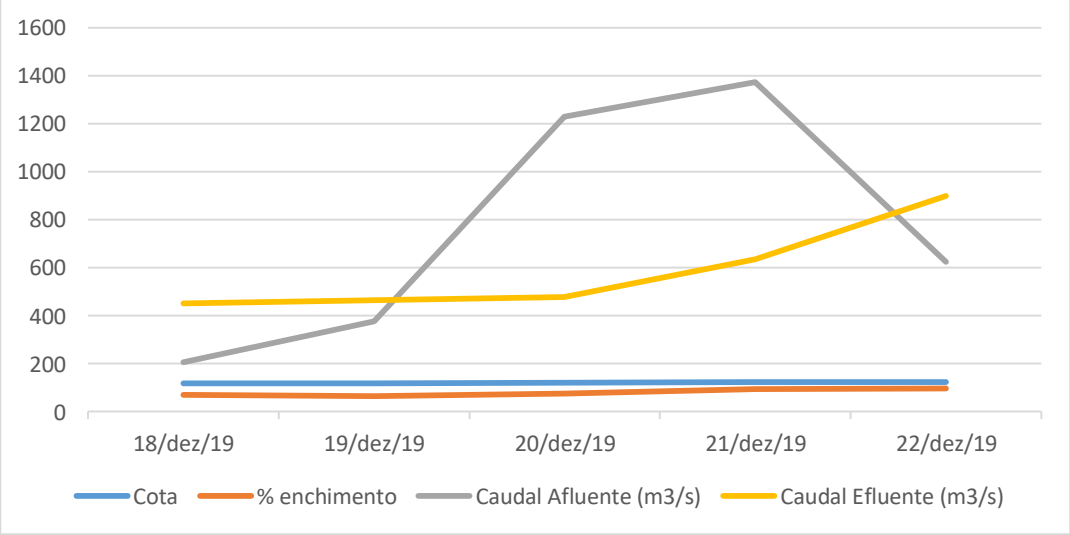
de encaixe nas barragens, particularmente na Agueira, para o período histórico de maior probabilidade de eventos extremos, dezembro a fevereiro

Tabela 2: Elementos hidrológicos na barragem da Aguieira, níveis de montante, percentagem de enchimento e caudais no período de 18 a 22 de dezembro de 2019.

Data (às 09h00)	Cota da albufeira (m)	Diferença de altura dia *t*-1	Enchimento da albufeira %	Caudal Afluente (m^3/s)	Caudal Efluente (m^3/s)
18/dez/19	117,52	-	69,36	205,83	450,44
19/dez/19	116,26	-1,26	65,23	374,99	464,85
20/dez/19	**119,24**	**2,98**	75,47	**1231,29**	477,00
21/dez/19	**123,59**	**4,35**	93,43	**1374,78**	633,82
22/dez/19	123,94	0,35	95,03	624,03	898,70

Fonte: EDP – Gestão de Produção de Energia, S.A. (2019)

Gráfico 23 **:** Elementos hidrológicos na barragem da Agueira no período de 18 a 22 de dezembro de 2019.



Este ajuste para o dia t permitiria com base em fatores meteorológicos como a precipitação acumulada verificada na semana anterior e as previsões de valores de precipitação paras os 3 dias subsequentes, bem como os caudais verificados nas bacias não regularizadas[7] (rio Ceira, bacia intermédia e ribeira de Mortágua) reduzir em 2 m o NDC para os 115.00 m.

[7] A importância da precipitação acumulada registada permitiria enquadrar e perceber a capacidade de absorção dos solos que, como sabemos, nos anos hidrológicos pós incêndios é extremamente débil. As previsões de precipitação para os 3 dias seguintes ao dia *t* é fundamental para percebermos as eventuais afluências à bacia, que para 3 dias apresenta um rigor de previsão muito significativo. Por último, conhecer e enquadrar a importância dos caudais nas bacias não regularizadas que determinaria o maior ou menor encaixe das albufeiras.

As regras de exploração das barragens estabelecem, para a Agueira, uma cota de NDC de 117,00 m e a de NDO os 125,00 m. São 8 metros de diferencial de altura e de capacidade de encaixe para gerir em pouco mais de 24 horas, tal como que verificámos nos dados anteriores para o período de 18 a 22 de dezembro de 2019. Quanto ao enchimento da albufeira, em valor percentual, dia 18 para dia 19 esta desceu cerca 4 % em 24 horas, em concordância com as regras estabelecidas. De dia 19 para dia 20 subiu mais de 10% em 24 horas. De dia 20 para 21 subiu 18 % em 24 horas e de 21 para 22 de dezembro desceu apenas 1,6%, já em descompressão do pico de severidade e ainda com afluências na ordem dos 624 m^3/s.

O primeiro período estabelecido pela EDP para a gestão decorre de 15 de outubro a 15 de março e entendemos dever ser ajustado para um período intermédio, e por nós já referido como o "*historicamente vulnerável"* ou crítico e que decorre de 1 de dezembro a 27/28 de fevereiro.

A EDP considera e estabelece as regras de exploração e para os períodos de 15 de outubro a 15 de março, com os níveis a expressos na Tabela 3, e de 15 de março a 15 de abril. O nossso propósito (Proposta 1) é adicionar um novo intervalo de tempo que vai de 1 de dezembro a 27/28 de fevereiro. O objetivo desta proposta, baseada na evidência demonstrada em 2016 e em 2019, da enorme dificuldade e angústia vivida na gestão da crise no pouco tempo disponível é garantir antecipadamente maior encaixe das barragens o volume reservado para amortecimento de cheias, não comprometendo a necessidade de reserva de água para o verão. As afluências à grande barragem foram enormes e verificamos que há vantagem em incrementar o número de dias com caudais mais elevados no Açude Ponte de Coimbra na ordem dos 800-1000 m^3/s[8], aumentando a capacidade de encaixe da Agueira (NDC= 115,00m), ao invés de podermos vir a ter outro evento na ordem dos 2000 m^3/s. Esta condição provocaria alguns constrangimentos com pequenas inundações marginais em Coimbra, sem colocar em causa a segurança estrutural dos diques do Baixo Mondego.

PROPOSTA 1

Redução do nível de defesa contra cheias (NDC) da Barragem da Aguieira da cota 117,00 para a cota 115,00 durante o período historicamente vulnerável.

[8] Este valor está em concordância com os níveis de Alerta preconizados no Plano Especial de Emergência para Cheias no Distrito de Coimbra que determina de acordo com os caudais medidos no Açude Ponte de Coimbra os níveis azul = < 7 21 m^3/s; Amarelo = 721 m^3/s até 1200 m^3/s; Laranja > a 1200 m^3/s e Vermelho = 2000 m^3/s. O valor de 721 m^3/s serve de base referencial pois foi o caudal instantâneo registado em 24 de dezembro de 1996 e que já provocou algumas inundações e os 2000 m^3/s como limite de segurança da obra e capacidade de vazão do Açude Ponte de Coimbra.

Outros autores, porém, abordam com elevada legitimidade académica esta matéria os quais, na nossa modesta opinião, analisam e enquadram a preocupação de inundações em Coimbra como muito relevantes ao invés do potencial catastrófico como o vivido em 2001 e 2019. *Com as alterações efetuadas pretende-se limitar a ocorrência de caudais afluentes a Coimbra superiores a 800 m^3/s, de modo a minimizar as inundações nas áreas marginais da cidade, e evitar, de todo, que o caudal nessa secção ultrapasse os 1200 m^3/s* (SILVA, F. V. et al 2016).

Tabela 3: Níveis máximos de exploração das barragens (Agueira) para uma gestão adaptativa atual e nova proposta.

Caudal afluente médio do dia *t* (m^3/s)	**Nível atual a atingir na albufeira** (m) (15Out-15Abr)	**Nível proposto atingir na albufeira** (m) (15 Out a 31Nov e de 01Mar a 15Abr)	**Nível proposto atingir na albufeira** (m) (1Dez-27/28Fev)
0-50	121.00	121.00	**119.00**
50-100	119.00	119.00	**117.00**
Superior a 100	117.00	117.00	**115.00**

Esta nossa proposta de ajuste de níveis carece de validação e modelação em estudos apurados de hidráulica e hidrodinâmica e de ser submetida a aprovação da Autoridade Nacional de Segurança de Barragens, a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, IP), nos termos do Regulamento de Segurança de Barragens o Decreto-Lei n.º 344/2007, de 15 de outubro.

As regras de exploração da barragem respeitam a *segurança estrutural, hidráulico-operacional e ambiental* (RSB, 2007) e deverão enquadrar as condicionantes hidrometeorológicas já apontadas e que fundamentam esta nossa visão, como o número de dias de precipitação acumulada, as previsões meteorológicas dos próximos 3 dias e os caudais verificados nas bacias não regularizadas.

3.4.1.2 Medidas não-estruturais

3.4.1.2.1 Ordenamento do território

A redução do risco de inundação está intrinsecamente ligada com o ordenamento do território, pelo menos é esse o sentido de todas as políticas públicas de gestão territorial. Toda a legislação produzida neste âmbito aponta para que os princípios e objetivos de gestão do risco de inundação sejam adotados no sentido de proteger as populações os seus bens e o ambiente de forma a minimizar os prejuízos e a atenuar os efeitos nefastos destes eventos. Ou seja, um adequado uso e ocupação do solo das zonas ribeirinhas constitui uma forma eficaz de reduzir o risco de inundação, através da concretização de

medidas não-estruturais que vão desde o zonamento de risco – delimitação das áreas inundáveis - e regulamentação específica para essas áreas.

A este propósito refira-se que na década de sessenta os EUA, *pioneiros na regularização hidráulica dos rios para controlo de cheias*, foram os primeiros a questionar a eficácia deste tipo de intervenções, devido, sobretudo, ao *elevado custo das obras hidráulicas de manutenção* e ao *falso sentimento* de segurança que era, erradamente, assimilado pelas populações ribeirinhas. Era por demais evidente que a *regularização fluvial estimulava a expansão socio-urbanística das áreas adjacentes aos rios* (SILVA; D.S. in Público; 2020), aumentando, assim, a suscetibilidade e vulnerabilidade ao risco residual, devido ao aumento do volume de pessoas e bens em áreas inundáveis

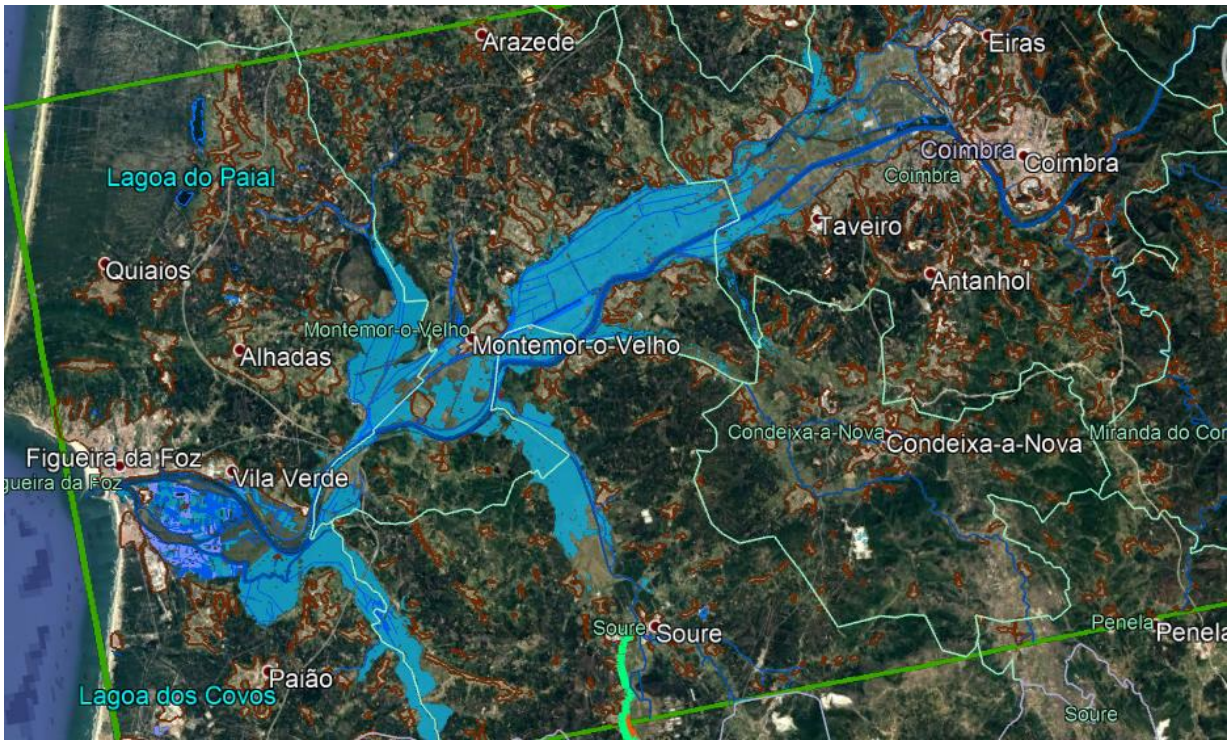


Figura 13: Situação da inundação em 23 de dezembro de 2019. Coimbra. Portugal. Imagem Satélite Copernicus (EU).

É nesta mesma década que os habitantes da terra do Tio Sam começam a enfatizar a mitigação dor risco de cheia e inundação por via do ordenamento do território e a aproveitar a fase da recuperação pós-desastre para a implementação de algumas medidas não estruturais, entre as quais se podem destacar a relocalização das populações residentes em áreas inundáveis, solução recentemente sugerida mas que mereceu reações violentas das comunidades locais.

Sobre este assunto, observemos a opinião de SILVA; D.S. (in Público 2020) quando refere que *à época das cheias de 2000-2001 havia um claro défice de integração de medidas de mitigação do risco*

na política do ordenamento do território dos municípios do Baixo Mondego. *As áreas classificadas como zona inundável nos IGT eram minimalistas e não coincidentes quando se transitava de um município para o outro. As cheias ocorridas extravasavam os limites da área inundável em muitos pontos do vale* (…) realçando-se, assim, a importância de uma maior concretização na delimitação da área inundável nos instrumentos de gestão territorial, designadamente as áreas que integram a Reserva Ecológica Nacional (REN), que devem ser posteriormente transpostas para os instrumentos de planeamento de emergência de proteção civil.

O controlo da expansão urbanística em área inundável ou o seu condicionamento mediante certos códigos de construção de natureza estrutural – elevação das estruturas existentes, construção de novas edificações sobre estacas, construção de pequenas paredes ou diques circundando a estrutura, recolocação de estruturas fora da área inundável, uso de material resistente à água ou novas estruturas, sistemas de drenagem sustentáveis – e de natureza não estrutural – regulamentação do uso do solo, criação de sistemas de previsão e alerta de inundação, seguros… são decisivas para a redução do risco de cheia e inundação por via do ordenamento do território.

Neste contexto, o nível municipal, como base do sistema de proteção civil, tem um papel fundamental na prevenção e mitigação do risco de inundação, designadamente no mapeamento da suscetibilidade do risco de inundação que deve constar nos instrumentos de gestão do território e na definição dos usos compatíveis do solo para assim assegurar uma estrutura urbana mais sustentável.

3.4.1.2.2 Comunicação do risco: informação, formação e envolvimento das populações

Depois de avaliado, analisado e encontrada a forma de tratamento do risco, as ações seguintes a desenvolver serão as de acompanhar o comportamento da ameaça e a sua evolução no tempo e no espaço (monitorização) e a sua comunicação (risco versus crise).

Comunicar é o processo de troca de mensagens entre seres vivos, é tornar algo comum entre emissor e recetor. Por sua vez, a comunicação do risco é uma parte do processo de gestão do risco e tem como finalidade dar a conhecer as ameaças que potencialmente podem afetar uma determinada comunidade e de uma forma consciente e planeada persuadir os recetores (públicos-alvo) a evidenciarem comportamentos adequados de segurança (feedback) na iminência ou ocorrência de um determinado evento com potencial para provocar danos.

De acordo com a *World Health Organization*, a comunicação é *o processo interativo de troca de informações e opiniões acerca do risco entre profissionais ligados à avaliação e gestão do risco e*

outros grupos com interesse sobre a temática do risco (WHO, 2007). Deve envolver, portanto, todas as entidades e organismos com competência técnica para a elaboração da *mensagem* a veicular, assim como todos os grupos interessados, ou seja, pelo menos todos os cidadãos passíveis de serem afetados por um determinado risco.

Assim, de forma a minimizar as consequências de cheias e inundações no Baixo Mondego, em complemento às medidas estruturais existentes e às questões de ordenamento já descritas, as entidades administrativas competentes - câmaras municipais e juntas de freguesia – apoiadas pelos serviços de proteção civil (local e distrital), agentes de proteção civil, organismos técnicos (APA), forças de segurança, etc., devem promover a realização de ações de informação, formação e sensibilização das populações, que suportadas por uma estratégia global de comunicação do risco possam *tocar* os diferentes públicos-alvo e através de dados técnicos (cartas áreas inundáveis, cartas de risco, população residente afetada, instrumentos e mecanismos de monitorização, aviso e alerta, evacuação, encontro e concentração da população ameaçada) aumentar a compreensão e perceção sobre o risco e a sua livre adesão para a importância da adoção de comportamentos adequados de segurança ante a ameaça, de forma a aprender a conviver com a natureza, a respeitá-la e assim tornar a comunidade mais resiliente ao risco de inundação.

De facto, para além *cultura hidráulica* prevalecente na gestão do risco de cheia e inundação e da visão socorrista em detrimento de medidas técnico-administrativas de prevenção e preparação para a emergência, o envolvimento e participação das comunidades locais é vital no processo de gestão do risco. É, pois, fundamental que cada um conheça e perceba o risco que corre, saiba os meios de que dispõe para lhe fazer face e saiba atuar em situação de emergência.

4 GESTÃO DA EMERGÊNCIA

4.1 Considerações

Uma forma eficaz de complementar a regularização hidráulica do Mondego é o enfoque particular na redução do risco por via do controlo e uso dos solos. A realidade mostra-nos, porém, que existem muitos elementos expostos em situação vulnerável em área potencialmente inundável e algumas das medidas suscetíveis de reduzir o risco são de natureza corretiva, restritiva ou coerciva e teriam um enorme potencial de não serem aceites pela população.

Contudo, as defesas contra inundações no Baixo Mondego tem vindo a ser galgadas, sendo por isso importante encontrar um modelo consistente para o risco de inundação residual. É que o problema não acabou como era a expetativa das populações locais, pois não existe solução hidráulica que elimine as cheias. Importa, pois, gerir o risco residual, robustecendo as estruturas, aumentar a perceção das populações para a ameaça e preparar e enquadrar a resposta à emergência.

4.2 Preparação - O planeamento de emergência

A situação requer, portanto, que todos os agentes de proteção civil e entidades de apoio se preparem para responder organizadamente às situações de emergência. O *estado da arte*, no caso vertente, não é novo. Veja-se, por exemplo, a questão dos incêndios rurais em que um deficiente ordenamento florestal e territorial tem potenciado a gravidade e as consequências das ocorrências, dando força à expressão repetidamente pronunciada de que *quando tudo falha a montante a fragilidade se vai refletir nas operações e em todos aqueles que integram os dispositivos de resposta.*

Importa, pois, melhorar a preparação de todo o sistema para responder organizadamente a uma situação de emergência no Baixo Mondego provocada por inundações. Esta fase consiste no desenvolvimento de atividades de proteção civil relacionadas com o planeamento de emergência, definição dos níveis de alerta e as conclusões da avaliação de cenários para modelar uma rápida e efetiva resposta, bem como assim a reabilitação da normalidade de vida das populações afetadas.

Nesta fase é muito importante que como medida de preparação para resposta se valorizem as lições retiradas de eventos anteriores, isto é, se identifiquem os aspetos positivos, as oportunidades e se possam evitar os erros do passado, aspetos que norteiam esta dissertação em função do histórico de ocorrências e das experiencias vivenciadas.

Relativamente ao planeamento de emergência de proteção civil, em situação de acidente grave ou catástrofe são desencadeadas operações de proteção civil de acordo com os planos previamente elaborados, *tendo em vista a possibilitar a unidade de direção das ações a desenvolver, a coordenação técnica e operacional dos meios a empenhar e a adequação das medidas de caráter excecional a adotar* (Decreto-lei nº 113/91, de 29 de agosto).

Para além da dimensão operacional e institucional, um plano especial de emergência de proteção civil para cheias e inundações deve conter a informação técnica de apoio às operações de socorro e salvamento. Assim, a caraterização física e social, caraterização do risco, análise do risco e da vulnerabilidade dos elementos expostos, cenários considerados e estudos hidrológicos, cartografia temática, com as cartas das áreas inundáveis e de risco, estratégias de mitigação do risco, mecanismos de aviso e alerta, localização de pontos de encontro e identificação das *Zonas de Concentração da População* (ZCAP), bem como assim os meios e recursos ao dispor do dispositivo de resposta são dados fundamentais para o socorro e salvamento.

Recorrendo à linguagem militar, costuma dizer-se que *os planos são as primeiras baixas em combate*, mas como disse Dwight Eisenhower, … *os planos são inúteis, mas o planeamento é indispensável*. Com efeito, o processo de planeamento ajuda a compreender e interiorizar os cenários possíveis e a balizar, mesmo que mentalmente, as ações a serem desenvolvidas na sequência de um qualquer evento de cheias ou inundações, afigurando-se, igualmente, como fundamental na articulação de todas as entidades e organismos com responsabilidades na prevenção, socorro e salvamento.

De acordo com a finalidade e extensão territorial visada, o diploma que institui as bases da proteção civil prevê a existência de planos especiais de emergência de proteção civil de âmbito nacional, regional, distrital e municipal, assim como supradistrital ou supramunicipal quando existam áreas homogéneas de risco. Perante um cenário de inundações no Baixo Mondego, o subsistema de proteção civil do distrito de Coimbra aciona o Plano Distrital de Emergência de proteção Civil (geral) de forma a assegurar (numa lógica supramunicipal) a coordenação institucional, técnica e operacional das ações a desenvolver.

Ainda antes, porém, é acionado o *Plano Especial de Emergência de Proteção Civil para cheias e Inundações do Concelho de Coimbra* como forma de assegurar a resposta municipal, designadamente na articulação institucional, coordenação e articulação operacional. Isto é, os municípios de Figueira da Foz, Montemor-o-Velho e Soure não dispõem de planos específicos para responderem a eventos desta natureza, muito embora a articulação institucional e operacional seja assegurada por via da ativação do plano distrital.

Do ponto de vista da legislação em vigor, ou os municípios elaboram os respetivos planos especiais de nível municipal, onde está previsto um Posto de Comando Municipal (PCMun), órgão que garante a gestão de todos os meios disponíveis na área do município e reportam operacional e permanentemente ao *Posto de Comando Distrital* (PCDis), representando um setor deste, assumindo o nível distrital a gestão da resposta ao evento ou o serviço de proteção civil territorialmente competente elabora uma plano especial de emergência de proteção civil de cheias e inundações no Baixo Mondego de âmbito supramunicipal.

4.3 Resposta

A execução da resposta tem por objetivo mobilizar os agentes de proteção civil e os organismos e as entidades de apoio imprescindíveis ao socorro e salvamento da população afetada e tem como prioridade de ação assegurar a minimização de perda de vidas humanas e afetação de bens, infraestruturas, equipamentos e capacidade produtiva.

A unidade de direção das ações a desenvolver, a coordenação técnica e operacional dos meios e recursos a empenhar decorre de acordo com as orientações previstas no Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro (Decreto-Lei nº134/2006, de 25 de julho, republicado pelo Decreto-Lei nº 72/2013, de 31 de maio), vulgo SIOPS, ou seja, responder a situações de iminência ou ocorrência de acidente grave ou catástrofe no Baixo Mondego através de um conjunto de estruturas, normas e procedimentos que asseguram que todos os agentes de proteção civil atuam, no plano operacional, articuladamente sob um comando único, sem prejuízo da respetiva dependência hierárquica e funcional.

Esta doutrina, vigente há mais de uma década, está, hoje, profundamente interiorizada e assimilada por agentes e organismos de apoio que intervêm em ocorrências multivítimas. De facto, apesar da multiplicidade de entidades envolvidas, da sua natureza e, por conseguinte, do maior ou menor grau de complexidade na integração, estas duas dimensões do sistema – coordenação institucional e comando operacional – têm vindo a consolidar-se e é, hoje, manifesto o consenso na aceitação das normas que constam do SIOPS e a mais-valia do funcionamento do Centro de Coordenação Operacional Distrital no desenvolvimento de relações formais e informais decisivas no momento de integrar todos os agentes, entidades e organismos que concorrem para o sucesso da operação.

Na iminência ou ocorrência de um evento de inundações no Baixo Mondego importa, pois, que a resposta seja rápida, organizada, tecnicamente bem realizada e de acordo com os pressupostos previstos no SIOPS e demais orientações contidas em planos e programas setoriais e na diretiva relativa aos critérios e normas técnicas para a elaboração e operacionalização de planos de emergência

de proteção civil (Resolução da Comissão Nacional de Proteção Civil nº 25/2008, de 18 de julho), sendo fundamental, para além da articulação institucional e comando operacional, o incremento expedito das seguintes ações, decisivas quanto ao sucesso da operação:

- **Previsão, monitorização e alerta** – esta atividade destina-se à monitorização dos níveis de armazenamento das albufeiras, leitura e acompanhamento de outros dados provenientes de estações hidrométricas e outros dados de previsão do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) que permitam predizer situações de risco de cheias e inundações. Os *inputs* fornecidos ao Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos (SVARH) permitem à Agencia Portuguesa do Ambiente (APA) produzir os dados aproximados do comportamento da cheia, permitindo que essa informação chegue atempadamente aos agentes de proteção civil para a tomada de decisão e entidades de apoio a envolver na resposta à emergência e elevem o seu estado de prontidão. Neste âmbito, foi introduzida na alínea a) do ponto 3.4.1 uma proposta de cota máxima da Barragem da Aguiar durante o período historicamente vulnerável. É o alerta do sistema de proteção civil, que, diga-se em abono da verdade, se encontra bastante bem desenvolvido e articulado com o CDOS de Coimbra, organismo que o faz seguidamente fluir para o escalão municipal, cabendo a este a sua divulgação local, uma vez que a intervenção inicial cabe prioritariamente às forças e serviços mais próximos do local da ocorrência, sem prejuízo do apoio subsequente por parte do sistema de proteção e socorro.

- **Aviso** - esta ação visa dar conhecimento da ameaça e do risco iminente às populações potencialmente afetadas, informando-as para a o estado de prontidão/evacuação paras as Zonas de Concentração e Irradiação (ZCI) previstas nos instrumentos de planeamento e posterior deslocação para as *Zonas de Concentração e Apoio da População* (ZCAP). Deverão ser claramente definidos os critérios para a evacuação (níveis de aviso – laranja preparação; vermelho evacuação), sugerindo-se que essa informação possa chegar via *Short Message Service* (SMS) a toda a população residente em área inundável, à semelhança, aliás, do que já existe a nível nacional, e mesmo local (município da Lousã) na questão dos incêndios rurais.

PROPOSTA 2

Envio de SMS à população presente em área inundável para o estado de preparação (Nível Laranja) ou evacuação (nível vermelho).

- **Evacuação** – perante um cenário de risco iminente toda a população que se localize em área inundável deve deslocar-se para a ZCI respetiva para posterior deslocação para a (s) ZCAP.

Sucede, porém, que as áreas inundáveis a jusante da Ponte do Açude não estão delimitadas nos planos, embora a delimitações das áreas REN estejam nos PDM, ainda que de forma minimalista e não coincidente de município para município, sendo por isso desejável que fossem cartografados as Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI), em sede de PGRI, ao longo de todo o troço para o pior cenário de rutura de diques em diferentes segmentos ou blocos hidráulicos. Para além disso e para suprir resistências do passado recente, em momento algum a decisão política se deve sobrepor à decisão operacional.

- **Decisão operacional** - A fim de simplificar e tornar expeditas estas ações, propõe-se a criação de uma matriz de decisão operacional de procedimentos a desenvolver em caso de emergência que enquadre itens relacionados com o nível de enchimento da Barragem da Aguieira, dias de precipitação acumulada que sature os solos, previsões de precipitação para os próximos dias e o histórico já vivenciado em processos de gestão do risco que permitam guiar os decisores para as respostas operacionais face a situações de cheias ou inundações.

Do histórico dos eventos hidrometeorológicos que exigiram uma resposta de proteção e socorro célere, atempada e preventiva, realçamos os de janeiro de 2001 e de dezembro de 2019 pela sua magnitude e impacto direto nas infraestruturas hidráulicas e na vertente socioeconómica.

Foram momentos de tensão que incidiram sobre a análise estratégica operacional e que exigiram elevados níveis de concentração, disciplina, planeamento e inúmeros e permanentes contactos de assessoria técnica e de informação ao nível de coordenação e direção politica e institucional.

A análise prospetiva para apoio à decisão é crucial ao desempenho operacional e, para tal, entendemos desenvolver um memorando, adiante designado de *Matriz de Apoio à Decisão Operacional* (MADO), que sistematiza e relembra um conjunto de ações que vão desde o planeamento e monitorização, informação, ao despacho de meios e recursos como fundamentais à organização e eficiência da gestão da ocorrência e de um *Teatro de Operações* (TO).

PROPOSTA 3
Matriz de apoio à decisão operacional na iminência ou ocorrência hidrometeorológica.

São considerados quatro níveis de risco, Baixo, Moderado, Elevado e Muito Elevado, alicerçados e fundamentados em diferentes pressupostos de monitorização que referenciamos de *Fundamentos de Decisão Operacional* (FDO) e que permitem orientar o decisor a adotar as medidas consideradas mais adequadas, atempadas e articuladas entre todos os intervenientes nas operações de proteção e socorro.

Os fundamentos podem ser considerados cumulativamente e constituem uma base de análise, independentemente dos modelos de previsão e da informação do SVARH, os quais nos obriga a ações de monitorização e permite agilizar determinados procedimentos operacionais de antecipação face a uma eventual ocorrência hidrometeorológica extrema. Reforçamos que esta matriz se adequa para o período mais crítico ou *historicamente vulnerável* que decorre entre dezembro a fevereiro e que é constantemente avaliada, não descorando e tendo como base a necessidade de garantir a quantidade de água suficiente para os usos do Baixo Mondego e industria durante o verão. Perante o potencial agravamento das condições de estado de tempo e das previsões de que possam ocorrer eventuais efeitos hidrológicos e/ou de movimentos de massa, o quadro seguinte orienta e sistematiza as necessárias ações a desenvolver.

Tabela 4: Matriz de Apoio à Decisão Operacional (MADO)

FDO	Baixo	Moderado	Elevado	Muito Elevado
Caudais no Açude Ponte de Coimbra (1)	<600 m^3 /s	> 600 m^3 /s < 800 m^3 /s	> 800 m^3 /s < 1200 m^3 /s	> 1200 m^3 /s
Caudais afluentes à Barragem Aguieira	<50 m^3 /s	<100 m^3 /s a 450 < m^3 /s (2)	> 450 m^3 /s < 600 m^3 /s	> 600 m^3 /s
Estado da Barragem Aguieira – NDC	115.00 m	117.00 m	119.00 m	124.50 m
Estado da Barragem Fronhas - NDC	120.00 m	121.00 m	122.00 m	123.00 m
Dias de Precipitação acumulada (Figura 3)	Não	3 Dias	5 Dias	7 Dias
Caudais das bacias não regularizadas (3)	<100 m^3 /s	100 m^3 /s a 300 m^3 /s	300 m3 /s a 600m3 /s	> 600 m^3 /s
Previsões meteorológicas para 3 dias (4)	Precipitação Aguaceiros	Precipitação fraca	Precipitação intensa com aviso meteorológico.	Precipitação intensa e duradoura com aviso meteorológico.
Queda de neve na Serra da estrela (5)	Sim	Sim	Não	Não

(1) Valores de referência dos níveis de alerta segundo o Plano Especial de Operações para Cheias no Distrito de Coimbra (2005).

(2) 450m^3 /s é o caudal lançado pelos grupos da barragem inscrito nas regras de exploração da EDP.

(3) Caudais verificados pela diferença entre os caudais efluentes medidos no Açude Ponte de Coimbra e os da Raiva e Fronhas.

(4) Previsões a 3 dias apresentam um maior rigor de previsibilidade.

(5) A queda de neve nas cabeceiras da bacia hidrográfica, em particular na serra da Estrela, constitui uma reserva de água que vai sendo libertada paulatinamente sem acréscimos acentuados de caudais afluentes imediatos às barragens.

Ações a desenvolver no Risco Baixo
Monitorizar todas as informações atinentes à garantia de proficiência do sistema de Proteção Civil, dos agentes e outras organizações e entidades de apoio, de acordo com as suas atribuições e competências; Manter a operacionalidade do CDOS e garantir a permanente avaliação da situação em função das informações do SVARH e da assessoria técnica do oficial de ligação da APA; Reunir o CCOD para a análise da situação potencial, de acordo com a probabilidade e gravidade do evento, e informa os responsáveis municipais dos municípios que potencialmente possam vir a ser afetados; Informar e é informado dos riscos e vulnerabilidades potencialmente decorrentes do evento e que coloquem em causa a segurança de pessoas e bens e demais elementos estratégicos expostos; Informar o sistema de proteção civil distrital da determinação do estado de alerta especial do SIOPS; Informar e é informado dos riscos e vulnerabilidades potencialmente decorrentes do evento e que coloquem em causa a segurança de pessoas e bens e demais elementos estratégicos expostos; Analisar os constrangimentos que possam ocorrer no âmbito das operações de socorro e da necessidade de reforço dos meios e recursos, bem como das áreas mais afetadas e que carecem de ação prioritária; Manter o sistema de proteção civil informado sobre a situação emitindo os Comunicados Técnico Operacionais relevantes e informa a população através dos OCS emitindo avisos à população sobre as medidas de prevenção e autoproteção a adotar.

Ações a desenvolver no Risco Moderado
Analisar os constrangimentos que possam ocorrer no âmbito das operações de socorro e da necessidade de reforço dos meios e recursos, bem como das áreas mais afetadas e que carecem de ação prioritária; Avaliar permanentemente, através de equipas Equipas de Reconhecimento e Avaliação da Situação (ERAS), a situação de eventual fragilidade das infraestruturas hidráulicas do Baixo Mondego; Adequar antecipadamente o reforço do dispositivo operacional adequado em função do estado de alerta do SIOPS e das prioridades de defesa das áreas potencialmente a serem afetadas; Informam as estruturas de coordenação institucional de nível municipal para as ações que vierem a revelar-se

fundamentais para a salvaguarda da vida dos bens e do ambiente.

Preparar e assegurar as ações de socorro às populações em todo o tipo de acidentes, o resgate e salvamento, a evacuação primária e secundária a sinistrados e doentes na emergência pré hospital integrada no Sistema Intergado de Emeregncia Médica (SIEM) e as ações de mortuária;

Assegurar, através do Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC), o apoio à coordenação das operações e à sustentabilidade logística imediata ou a que vier a ser solicitada.

Propor a reunião da Comissão Distrital e Proteção Civil (CDPC) de Coimbra para a análise da situação e proposta de ativação do Plano Distrital de Emergência e Proteção Civil de Coimbra.

Emitir de avisos às populações.

Informar por SMS os elementos constituintes do Grupo Mondego - Câmaras Municipais, SMPC e Comandantes dos Corpos de Bombeiros (CB) dos municípios de Penacova, Coimbra, Soure, Montemor-o-Velho e Figueira da Foz; APA e Capitania do Porto da Figueira da Foz, sobre todos os dados hidrometeorológicos.

Ações a desenvolver no Risco Elevado

Monitorizar em articulação com a APA e EDP os níveis críticos de caudais afluentes às barragens e os caudais que são medidos não Açude Ponte de Coimbra;

Envio de SMS à população para *estado de prontidão*;

Antever a possibilidade de um nível crítico de decisão que passe por evacuação de populações e a eventual estimativa de danos;

Apoiar na desobstrução de vias e quedas de árvores e de estruturas.

Assegurar o apoio às populações no abastecimento de água potável e outros bens essenciais;

Manter sinalização e restrição de circulação nas áreas de sinistro;

Apoiar no transporte e realojamento das populações atingidas.

Verificar junto dos SMPC se estão garantidas as necessárias missões de apoio logístico às populações que vierem a ser afetadas.

Ações a desenvolver no Risco Muito Elevado

Propor aos responsáveis municipais a evacuação das populações, que se vier a considerar como necessária, em função das áreas atingidas ou a atingir por rutura de infraestruturas hidráulicas;

Envio de SMS à população para evacuação para as ZCI;

Garantir o despacho e reforço dos meios e recursos necessários a todas as missões de proteção e socorro.,

5 CONCLUSÃO

As cheias e inundações são eventos que resultam de precipitações extremas ou prolongadas, fusão da neve, etc. e podem ser potenciadas pelas caraterísticas da bacia hidrográfica que recebe e encaminha a água que entra em forma de chuva.

Num momento em que muitas regiões do mundo se debatem com a escassez de água e se propõe a construção de reservatórios para o seu armazenamento e se apela e legisla para a sua utilização parcimoniosa, devemos, então, entender estes fenómenos como recurso ou como um risco? Alcançar o equilíbrio entre estas duas perspetivas nem sempre é tarefa simples. É claro que falamos em recurso quando asseguram o eficaz ciclo da água, contribuem para a fixação de sedimentos que farão as terras mais férteis e promovem o bom funcionamento dos ecossistemas fluviais e de um risco quando se produz a interação do elemento natural excecional com as atividades humanas. Ou seja, quando as ações antrópicas aumentam a probabilidade e a vulnerabilidade dos elementos expostos a estes eventos meteorológicos e hidrológicas.

O risco de inundações é o que ocorre com mais frequência em todo o mundo, com consequências negativas significativamente importantes em termos de perdas de vidas humanas e impactes na atividade socioeconómica, projetando-se, ainda, o aumento dos valores extremos de precipitação como consequência das alterações climáticas e por conseguinte da sua severidade.

Mas na vida do Homem esteve sempre presente esta realidade de duas faces: o risco de acidente e a proteção e o socorro de *Si* e dos seus bens. Não surpreende, por isso, que a sua relação com os sistemas fluviais seja caraterizada pela maximização das mais-valias que proporcionam as zonas ribeirinhas e de controlo dos aspetos negativos que podem introduzir as cheias e inundações.

Esta realidade está bem presente na literatura a propósito das cheias e inundações no Baixo Mondego, existindo evidências do impacte das cheias e inundações na cidade de Coimbra e em todo o vale a jusante e do desejo antigo de dominar a *natureza rebelde do Mondego*. A construção de barragens a montante para produção de energia e controlo de cheias e as intervenções para regularização fluvial do leito central através da construção de diques foram uma tentativa para responder aos anseios das populações. Refira-se em abono da verdade que essa tranquilidade foi garantida durante cerca de duas dezenas de anos.

As cheias e inundações de 2001, 2016 e, principalmente, de 2019 vieram demonstrar que *o tão procurado domínio do Mondego pelo Homem nunca foi além de uma vitória passageira*. De facto, as medidas estruturais introduzidas – construção de barragens para controlo de cheias e diques para a regularização fluvial - revelaram-se insuficientes para a resolução do problema, afigurando-se

necessário complementá-las com medidas não-estruturais ao nível do ordenamento do território, informação, formação e sensibilização das populações para o seu envolvimento em todo o processo e introduzir novos mecanismos na proteção e prevenção de inundações no domínio do aviso, alerta, evacuação e gestão da emergência, contribuindo, assim, para a *construção* de comunidades mais resilientes ao risco de inundações.

É certo que o sistema hidráulico implementado tem-se revelado importante no controlo de cheias e decisivo no abastecimento de água para consumo doméstico e agricultura, produção de energia hidroelétrica e viabilizado o aproveitamento agrícola do Baixo Mondego. Os eventos das últimas duas décadas, contudo, vieram demonstrar que o risco nulo é um objetivo utópico, que a destruição/reconstrução frequente das infraestruturas se pode tornar financeiramente incomportável para o erário público, havendo, pois, necessidade de revisitar o projeto hidráulico e incrementar a abordagem não-estrutural no domínio da perceção do risco, uso e ocupação do solo em áreas inundáveis, resistência dos materiais ou mesmo deslocalização de populações.

Do ponto de vista da resposta de proteção civil e tendo em conta o histórico das ocorrências e a experiencia adquirida pelo mestrando, particularmente nos eventos de 2016 e 2019, propõe-se:

- Uma nova abordagem nos níveis de defesa contra cheias da albufeira da Aguieira em situações de previsão de eventos extremos e períodos prolongados de pluviosidade (Proposta 1);
- Novos mecanismos de aviso, alerta e evacuação assentes em mensagens de telemóvel (Proposta 2);
- Matriz de decisão operacional que enquadra um conjunto de orientações fundamentais à gestão da emergência (Proposta 3).

Em suma, ao longo da presente dissertação quisemos dar uma perspetiva da afetação dos eventos hidrológicos nas populações ribeirinhas do Baixo Mondego, apresentando um conjunto de propostas que resultaram da nossa experiencia no decurso da gestão da emêrgencia enquanto comandante distrital da proteção civil.

Um dos objetivos e domínios de atuação da atividade da proteção civil é a avaliação de riscos e vulnerabilidades e a sua evolução no tempo e no espaço. Assim, se o problema é diferente, as soluções não podem ser exatamente as mesmas do passado. No entanto, as propostas aqui preconizadas são apenas mais um passo no caminho a percorrer. É importante, pois, que em termos de trabalhos futuros possam ser desenvolvidas novas linhas de conhecimento para apoio das populações e entidades e organismos que concorrem para a segurança de pessoas e bens. Por exemplo, do ponto de vista

científico e técnico será fundamental a validação da proposta 1 - redução do nível de defesa contra cheias da cota 117,00 para a cota 115,00 (ou outra) durnte o período historicamente vulnerável e promover a articulação efetiva das diferentes cartografias das áreas inundáveis no Baixo Mondego, de modo a delimitar uma nova cartografia para o pior cenário de rutura de diques em diferentes segmentos ou blocos hidráulicos. Esta cartografia é fundamental para o planeamento de emergência de proteção civil e consequente mais-valia no apoio à decisão operacional.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos e relatórios:

EDP (2007) – Regras de exploração das barragens de Agueira/Raiva/Fronhas durante o período de cheias (15 de Outubro a 15 de abril).

IPMA (2020) - Diferenças entre chuva e aguaceiros. https://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/meteorologia/previsao/index.htmlhttps://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/meteorologia/previsao/faqdetail.html?f=/pt/educativa/faq/meteorologia/previsao/faq_0028.html acedido em 19 de maio de 2020).

IPMA; Ficha climatológica – 1971-2000

Instituto Português do Mar e Atmosfera (2019). Situação meteorológica em resultado dos briefings da ANEPC com o IPMA. Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. Carnaxide

Instituto Português do Mar e Atmosfera (2020). Diferenças entre chuva e aguaceiros. Disponível em: https://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/meteorologia/previsao/index.html. Acedido em 19 de maio de 2020. Coimbra.

Instituto Português do Mar e Atmosfera (2020). Perguntas frequentes. Disponível em: https://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/meteorologia/previsao/faqdetail.html?f=/pt/educativa/faq/meteorologia/previsao/faq_0028.html. Acedido em 19 de maio de 2020. Coimbra.

Instituto Português do Mar e Atmosfera (2020) - Enciclopédia IPMA.PT>Clima; Disponível em https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=normais.xml. Acedido em 31 de julho de 2020, Coimbra.

Instituto Português do Mar e Atmosfera (2020). Ficha Climatológica 1971-2000 -Coimbra /Bencanta; Disponível em: http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1971-2000/normalclimate7100.jsp Acedido em 30 julho. Coimbra.

Jornais:

AFONSO, A.S. (2020) – *Concretização do projeto de Girabolhos seria estruturante*. Publicado no Diário das Beiras em 28 de dezembro;

MARQUES, A.S. (2020) – Ordem dos Engenheiros. *Sem barragem será muito difícil travar as cheias no Mondego*. Publicado em www.rr.sapo.pt. Lusa 27 de dezembro;

SILVA; D.S. (2020), *Que política para a gestão do risco de cheia para o Mondego*? Artigo de Opinião; SILVA. Publicado no jornal Público em 18 de janeiro;

SIMÕES, J. (2008). Diário de Coimbra de 22 de setembro de 2008. Coimbra

Diário de Coimbra, de 24 de dezembro de 2013. Capa disponível em: https://24.sapo.pt/jornais/local/3947/arquivo - Acedido em 21 de Maio de 2020. Coimbra;

Diário das Beiras, 28 de dezembro de 2019: Ordem dos engenheiros identifica a necessidade de outra grande barragem no Mondego;

Notícias de Coimbra de 13 de agosto de 2020; Título: *Coimbra precisará de uma grande barragem para controlar o volume de água do Mondego*, conclui estudo da Universidade de Trás os Montes e Alto Douro;

Jornal Público, 29 de dezembro de 2019: *A solução para as inundações no Baixo Mondego*? Rever a obra que mudou o curso do rio.

Publicações:

ALMEIDA. A.B. (2004) - *O conceito de risco socialmente aceitável como componente crítico de uma gestão do risco aplicada aos recursos hídricos*. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. 7º Congresso da Água. Consultado em https://www.aprh.pt/congressoagua2004/PDF/97.PDF acedido em 25 julho de 2020.

ALMEIDA, A. B. (2011). *Gestão da Água, Incertezas e Riscos* – Conceptualização Operacional. Lisboa: Esfera da Caos Editores, setembro;

AMARO, P. (2013) *Temporal em Coimbra inunda igreja de Santa Cruz*. Diário As Beiras (24 de dezembro de 2013). Disponível em: https://www.asbeiras.pt/2013/12/temporal-em-coimbra-inunda-estradas-e-terras/ - Acedido em: 20 de maio de 2020. Coimbra.

APA (2015) - *Plano de Gestão dos Riscos de inundações; Região Hidrográfica 4 - Vouga, Mondego e Lis Zonas Críticas: Coimbra*, Estuário do Mondego, Águeda, Ria de Aveiro e PombalDezembro2015https://apambiente.pt/_zdata/Politicas/Agua/PlaneamentoeGestao/PGRI/PGRI_Participao Publica/PGRI_RH4A.pdf. Acedido em 20 de julho de 2020.

BRANDÂO, C.; RODRIGUES, R.; COSTA, J. P. (2001)- *Análise dos fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal Continental*; Direção dos Serviços de Recursos Hídricos, INAG; Lisboa.

CDOS de Coimbra; (2016) – *Manual de procedimentos de emergência e instruções de coordenação para situações hidrológicas e meteorológicas adversas*, Documento reservado interno do Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra da ANEPC, Coimbra.

CDOS de Coimbra, (2005) - *Plano Especial de Operações para Cheias no Distrito de Coimbra*; Centro Distrital de Operações de Socorro de Coimbra do Serviço Nacional de Bombeiros e Proteção Civil, Coimbra.

CUNHA, P.P. (2002) – vulnerabilidade e risco resultantes da ocupação de uma planície fluvial – o exemplo de cheias no Rio Mondego (Portugal central) no inverno de 2001/2002. *Territotium* 9, 2002.

CRUZ, C. LOURENÇO, L. (2016) – *A Inundação de 31 de janeiro de 2015 na bacia inferior do rio Ceira. Contributo para o conhecimento dos riscos e importância da informação para a gestão da emergência*. Revista Territorium n.º 23., p 171-190; Coimbra.

DGRN (1988) – *Aproveitamento Hidráulico do Vale do Mondego*. Direcção-Geral dos Recursos Naturais, Ministério do Planeamento e Administração do Território, 1988.

GANHO, Nuno – (2009/2010) - *Precipitação em Coimbra (Portugal): regimes médios e prováveis como instrumento fundamental de análise de riscos hidrogeomorfológicos e aplicação ao ordenamento urbano*. Cadernos de Geografia n.º 28 e 20, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, p 21-32, Coimbra.

GRIMM, Alice Marlene (Primeira versão eletrônica - setembro 1999) - Meteorologia Básica - Notas de Aula; Universidade Federal do Paraná – Brasil; em: https://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/ - acedido em 21 de julho de 2020. Coimbra.

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil (2012) – *Estudo das inundações do rio Mondego a jusante da confluência do rio Ceira*; Departamento de Hidráulica e Ambiente; Núcleo de Recursos Hídricos e Estruturas Hidráulicas; Proc. 605/541/5759; Lisboa, dezembro de 2012.

LENCASTRE, A. e FRANCO, F.M. (1992). Lições de hidrologia, 2.ª edição revista. Universidade Nova de Lisboa. Lisboa.

LOURENÇO, L. (1996) – *Coimbra e os Riscos Naturais, Passado e Presente*. Cadernos de Geografia, nº Especial, Coimbra.

LOURENÇO, L. (2004). *Riscos Naturais e Proteção do Ambiente*. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Núcleo de Investigação Cientifica de Incêndios Florestais, Coimbra.

LOURENÇO, L. e LOURO, S. (2005) – *O comportamento hidrológico do Rio Mondego perante os valores de precipitação intensa*, Revista Territorium Nº 12, em Coimbra.

LOURENÇO, L. (2007). *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos*. Coimbra: Revista Territorium 14, Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, Coimbra.

MARQUES.A.S., MENDES P.A, SANTO F.J.S (2005) – Cheias em zonas urbanas; a zona de intervenção do Programa POLIs em Coimbra. Territorium 12.

NUNES, A.; LOURENÇO, L.; PINHO J.; GONÇALVES, A. B.; VIEIRA, A. (2013)- Episódios Hidrometeorológicos Extremos Noticiados no Distrito de Coimbra Durante a Segunda Metade do Século XIX. Revista Territorium, n.º 20, P 29-36, Coimbra;

OLIVEIRA, M. S.; MEIRA, L.; VALENTE, M.; CATARINO, R.; CUNHA, S.; BRITO, B.; BORGES, B.(2012) – SITUAÇÂO DE EXCEÇÂO (MANUAL TAS); Instituto Nacional de Emergência Médica; Versão 3.0; 1ª Edição, 2012; ISBN 978-989-8646-08-8; Lisboa; p 12; https://www.inem.pt/wp-content/uploads/2017/06/Situa%C3%A7%C3%A3o deExce%C3%A7%C3%A3o.pdf; acedido em 27 de julho de 2020.

PINA, Rui; SIMÕES, Nuno; MARQUES, JOSÉ A. A. D. S; SOUSA, Joaquim. 2011. *Carta de Zonas Inundáveis para o Planeamento Urbano*, Trabalho apresentado em V Congresso de Gestão e Conservação da Natureza - Bragança-Zamora.

REBELO, F. (1997) – *Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano*. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas. Territorium, Coimbra.

REBELO, F. (2003) – Riscos Naturais e Acão Antrópica. Estudos e Reflexões. 2ª Edição, (1ª edição, 2001). Revista e aumentada. Imprensa da Universidade, Coimbra.

REBELO, F. (2005) – *Uma experiência europeia em riscos naturais*. Edições Minerva, Coimbra.

REBELO, F. (2008) – *Um novo olhar sobre os riscos*? O exemplo das cheias rápidas (flash floods) em domínio mediterrâneo». Territorium, Coimbra.

REBELO, F. (2012) – *Rio Mondego e Coimbra: uma longa e ambivalente ligação*. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Instituto de Historia Económica e Social – Revista Portuguesa de História, Nº 43. Acedido em 16 de julho de 2020 em: http://dx.doi.org/10.14195/0870-4147_43_7

RODRIGUES, C. M. (2017). Capítulo 4 - Precipitação. In: Guimarães, R. C., Shahidian, S. e Rodrigues, C. M. (Editores). Hidrologia Agrícola, 2ª edição. ISBN: 978-989-8550-40-8. ECT e ICAAM. Évora, 81-118. http://hdl.handle.net/10174/22643 – Acedido em: 23 de julho de 2020.

SANCHES, R. (1996) – *O problema secular do Mondego e a sua resolução*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.

SILVA, FILIPE VALENTE; MENDES; JULIANA, MAIA, RODRIGO (2016) - ANÁLISE DA GESTÃO OPERACIONAL DO SISTEMA DE ALBUFEIRAS AGUIEIRA-RAIVA-FRONHAS EM SITUAÇÕES DE CHEIA Analysis of the Operational Management of the Aguieira-Raiva-Fronhas Reservoirs System in Flood Situations; 10.as Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente [2016], FEUP, ISBN 978-989-99439-1-9, In: https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_10as/11_FSilva_An%C3%A1lise_1.pdf, Acedido em 07 de setembro de 2020.

VISEU, T. e ALMEIDA, A.B. (2011) – *Gestão do Risco nos vales a jusante das barragens* – Revista Territorium nº 18; Afirmar as ciências cindínicas; Revista da Associação Portuguesa de Riscos e Segurança,Coimbra.

WHO (2007) - *Risk reduction and emergency preparedness* - WHO six-year strategy for the health sector and community capacity development, Genève, WHO Document Production Services, ISBN: 978 92 4 159589 6, acedido a 26 de Agosto de 2020 em: http://www.who.int/hac/techguidance/preparedness/emergency_preparedness_eng.pdf.

Legislação:

Decreto-Lei nº 364/98, de 21 de novembro - Estabelece a obrigatoriedade de elaboração da carta de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias - Diário da República n.º 756/1998, Série I de 1998-11-21, em https://data.dre.pt/eli/lei/31/2020/06/30/p/dre/pt/html.

Decreto-Lei nº 134/2006, de 25 de julho – Sistema Integrado de Operações de Proteção e Socorro – alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 72/2013, de 31 de maio.

Decreto-Lei n.º 344/2007 - Diário da República n.º 198/2007, Série I de 2007-10-15 Aprova o Regulamento de Segurança de Barragens e revoga o Decreto-Lei n.º 11/90, de 6 de Janeiro.

Decreto-Lei nº 115/2010, de 22 de outubro - Estabelece um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objetivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, e transpõe a Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro;

Decreto-Lei nº 80/2015, de 14 de maio de 2015 – Aprova a revisão do regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, aprovado pelo Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de setembro. Diário da República n.º 93/2015, Série I de 2015-05-14. Consultado em https://data.dre.pt/eli/dec-lei/80/2020/07/14/p/dre/pt/html;

Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2007, relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundações – Jornal Oficial da União Europeia (https://eur lex.europa.eu/legalcontent/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060&from=EN), consultado em 15 de julho de 2020;

Constituição da República Portuguesa (1976). Diário da República n.º 86/1976, Série I de 1976-04-10.

Lei nº 31/2014, de 30 de maio - Lei de bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo - Diário da República n.º 104/2014, Série I de 2014-05-30, consultado em https://data.dre.pt/eli/lei/31/2014/05/30/p/dre/pt/html

Lei n.º 80/2015, de 3 de agosto, Diário da República, 1.ª série — N.º 149 — 3 de agosto de 2015. Assembleia da Republica. Lisboa, segunda alteração à Lei n.º 27/2006, de 3 de julho, que aprova a Lei de Bases da Proteção Civil.

RCM nº 2/1984, de 4 de janeiro - cria o Grupo de Trabalho de Cheias, cujos estudos hão-de originar o Projeto de Controlo de Cheias na Região de Lisboa - Diário da República n.º 4/1984, Série I de 1984-01-04, consultado em https://data.dre.pt/eli/lei/31/2020/06/30/p/dre/pt/html.

RCM nº 51/2016, de 20 de setembro - Aprova os Planos de Gestão dos Riscos de Inundações do Vouga, Mondego e Lis, do Minho e Lima, do Cávado, Ave e Leça, do Douro, do Tejo e Ribeiras do Oeste, do Sado e Mira e das Ribeiras do Algarve. Consultado em https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/51/2016/09/20/p/dre/pt/html.

Sites:

Avaliação Nacional de Riscos – 1ª Atualização, julho de 2019 - http://www.prociv.pt/pt-pt/RISCOSPREV/AVALIACAONACIONALRISCO/Paginas/default.aspx; consultado em 11 de junho de 2020;

Google.imagens/vozdocampo.pt – revista do setor agrícola. Consultado em 9 de julho de 2020.

Guia de Orientação para a Constituição de Plataformas Locais para a Redução do Risco de Catástrofes. Autoridade Nacional de Emergência Proteção Civil (2020). Consultado em http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/CADERNOSTECNICOS/Documents/CT_27_Guia_Plataformas_Locais_RRC.pdf