



territorium • 23

RISCOS, SAÚDE E SOCIEDADE

Imprensa da Universidade de Coimbra
Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

2016



A INUNDAÇÃO DO DIA 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*

JANUARY 31ST 2015 FLOODING IN THE LOWER BASIN OF THE CEIRA RIVER.
CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE HAZARD AND THE IMPORTANCE OF INFORMATION TO EMERGENCY MANAGEMENT

Carlos Cruz

Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra
Autoridade Nacional de Proteção Civil
carlos.cruz@prociv.pt

Luciano Lourenço

Departamento Geografia e Turismo, CEGOT e RISCOS, Universidade de Coimbra
luciano@uc.pt

RESUMO

Na madrugada de 31 de janeiro de 2015, assistiu-se a um episódio de inundação na bacia inferior do Rio Ceira, junto a Coimbra, fenómeno que foi amplamente dissecado pelos media e vivido pelas populações que o associaram a uma rutura no transvase da barragem do Alto Ceira para a de Santa Luzia, em Pampilhosa da Serra, o que aconteceu sem que estivessem preparados e sem previamente terem sido avisados. Concluiu-se que o efeito da rutura não foi significativo para o nível de consequências verificadas e que a ação da resposta foi adequada face à informação disponível. Contudo urge adotar novas estratégias de mitigação do risco e da gestão da emergência.

Palavras-chave: Cheia, inundação, ordenamento do território, percepção do risco, gestão da emergência.

ABSTRACT

In the early morning of January 31st 2015, there has been a flood episode in the lower basin of the Ceira River, near Coimbra, a phenomenon that was widely dissected by the media and experienced by people, who have associated it to a rupture in the dam transfer from Alto Ceira to Santa Luzia, in Pampilhosa da Serra. It took place without them being prepared and without warning. It was concluded that the effect of the rupture was not significant to the verified level of consequences and the response was appropriate given the available information. However it is urgent to adopt new strategies of risk mitigation and emergency management.

Keywords: Flood, land use planning, risk perception, emergency management.

Introdução

Os eventos meteorológicos e hidrológicos severos a que estamos invariavelmente sujeitos, fruto das denominadas “mudanças climáticas” como consequência da inevitável variabilidade climática e que parecem ser cada vez mais frequentes e de intensidade mais gravosa, decorrem, muitas vezes e ao contrário do que habitualmente se afirma, da interação do Homem com a natureza.

As características da precipitação, na sua forma, intensidade, duração e distribuição, bem como as características próprias das bacias hidrográficas, forma, declive e ocupação do solo, condicionam a existência de inundações, que tanto podem ser lentas, em regime não torrencial, como rápidas e destruidoras, quando as inundações apresentam um carácter

torrencial, as chamadas “flash floods”, que constituem a sua forma mais inusitada, localizando-se muitas vezes em áreas suscetíveis das pequenas bacias hidrográficas, como é o caso em estudo.

O ser humano desde sempre reconheceu, explorou e se aproximou dos recursos naturais, em particular dos rios, conseguindo deles extrair vantagens, tornando mais prósperas as suas condições de vida, mas nem sempre elas estiveram isentas de custos. Muitas vezes, foi vítima dessa interação de proximidade, porque foi percebendo os perigos e aceitando determinado nível de risco. Aprendeu a viver com a dinâmica da terra, da água, do ar e do fogo, ajustou-se ao território, percebendo as vantagens e os riscos que este lhe oferecia. Compreendeu como é errado pretender “domar as forças da natureza”, quer

* O texto desta nota foi submetido em 22-12-2015, sujeito a revisão por pares a 18-03-2016 e aceite para publicação em 30-06-2016. Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 23, 2016, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

decorrentes da geodinâmica interna, quer da externa. Verificou, assim, que normalmente são batalhas perdidas. Mas, por vezes, estas lições do passado são esquecidas em algumas gerações. Perdem-se as memórias geracionais das experiências negativas vividas, aumentando a probabilidade da manifestação do risco, tornando o ser humano mais vulnerável e criando-se condições para a instalação da “crise”, o que, em terminologia de proteção civil, corresponde a “situações de emergência”.

Ora o ser humano foi evoluindo e tem hoje maiores conhecimentos e melhores sistemas de informação do que no passado. Desta forma é possível criar sinergias e desenvolver estratégias de proteção e prevenção, de modo a implementar, paulatinamente, medidas de mitigação que tornam o meio mais resiliente, “*é importante uma ação concertada entre as políticas de proteção civil e as de ordenamento do território, no sentido de mitigar o risco*” (C. Ramos, 2013). Mas, nem sempre assim acontece!

Com efeito, na madrugada de 31 de janeiro de 2015, assistiu-se a um episódio de inundação na bacia inferior do Rio Ceira, junto às povoações ribeirinhas de Foz de Arouce (Lousã), Segade (Miranda do Corvo) e Cabouco (Coimbra). Este evento hidrológico esteve associado a uma rutura do túnel de transvase da barragem do Alto Ceira para a de Santa Luzia, tendo motivado a mobilização e procedimentos operacionais dos agentes de proteção civil e gerado um conjunto de incertezas de informações, amplamente dissecadas pelos *media* e pelas autoridades políticas e, sobretudo, vividas pelas populações, que referiram não estarem preparadas e não terem sido avisadas, tanto mais que, na sua opinião, não terá chovido o suficiente para causar os efeitos verificados. A Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), o Instituto Português do Mar e Atmosfera (IPMA), a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e a EDP Energias de Portugal, elaboraram os seus relatórios parcelares de acordo com as respetivas atribuições, competências e áreas de responsabilidade, contribuindo para a compreensão do fenómeno, suas causas, consequências e medidas de mitigação.

Assim, este trabalho tem por objetivo proceder à descrição e análise dos factos, para tentar perceber tanto o que terá corrido menos bem, no que respeita à dinâmica da inundação, suas causas e consequências, como as situações em que se poderá contribuir para melhorar a prevenção, mitigação e resposta à emergência e, ainda, a perceção do risco pela população e pelo sistema de proteção civil.

No entanto, para que se perceba melhor a importância deste túnel, não resistimos a apresentar as características gerais do empreendimento hidroelétrico que envolve as cabeceiras dos rios Ceira e Unhais e que representa uma homenagem a todos quantos nele trabalharam, quando as soluções tecnológicas eram bem diferentes das atuais.

Definido o objetivo, passamos à descrição da metodologia usada, a qual comportou a consulta de documentos de base, relatórios dos organismos oficiais, cartografia da área de estudo, séries estatísticas disponíveis, tratamento da informação, elaboração de mapas e gráficos, trabalho de campo para observação *in loco*, captação de imagens e realização de entrevistas.

A bacia hidrográfica do rio Ceira

A área de estudo localiza-se no denominado Alto Ceira, um rio que nasce na serra do Açor, a montante da povoação de Malhada Chã, a cerca de 1100 m de altitude, bem perto do marco geodésico de Gondufo (1342m), onde se junta a divisão administrativa do território que une os distritos de Coimbra, Guarda e Castelo Branco.

A bacia hidrográfica do rio Ceira desenvolve-se por cerca de 734 Km² de extensão (ARH CENTRO, 2011, Ficha Síntese 8, p.1). Por sua vez, o rio Ceira é um afluente do rio Mondego, cujo vale corre serpenteante entre montanhas de xisto e cristas de quartzito, pertencentes aos municípios de Arganil, Pampilhosa da Serra, Góis, Lousã e Coimbra.

Assim, o rio Ceira evolui encaixado, desde as cabeceiras na Serra do Açor, de altitudes superiores a 1000 m, até à Vila de Góis (=200m), espalhando-se a partir desta Vila, criando um vale fértil até à epigenia da Nossa Senhora da Candosa (=140m), a jusante de Vila Nova do Ceira (=175m), onde o rio entalha os quartzitos e forma este acidente geomorfológico, resultante do trabalho de erosão que as águas insistiram em manter para “*serrar as bancadas de rocha dura*” das cristas quartzíticas (O. Ribeiro, 1968). Daí evolui mais livre de taludes abruptos e corre por entre os terraços fluviais que anteriormente construía a cotas mais elevadas e aluviões que marcaram a história geomorfológica da bacia topográfica da Lousã, onde recebe o rio Arouce e a ribeira de Fiscal. Mais a jusante, em Foz de Arouce, ao abandonar a bacia da Lousã, inicia a travessia do Maciço Marginal de Coimbra e volta a correr encaixado em vertentes abruptas de xisto, acompanhado pela Estrada Nacional 17 ou Estrada da Beira. Em Segade, no município de Miranda do Corvo, gera um novo espalhamento, com boa aptidão agrícola, bem aproveitada pelos viveiristas. No seu troço final, a pouco mais de 4 Km de Coimbra, surge um novo alargamento, com deposição sedimentar, criando planícies aluviais em Cabouco e Bouça. Por fim, a cerca de 2 km da confluência com o Mondego, desenvolve o meandro da Conraria, cujo fundo se desenvolve pelos 25m de altitude, tantas vezes testemunha do transbordo das águas do Ceira e, também, do Dueça que ali conflui.

Estas características orográficas fazem com que apresente, no trecho final, mais plano, da sua bacia hidrográfica (fig. 1), alguns problemas de drenagem,

em particular junto ao meandro da Conraria, na foz do rio Dueça. Com efeito, sem o contributo da sub-bacia do Dueça (fig. 2), o rio Ceira apresentaria uma forma alongada, filiforme, o que facilitaria os escoamentos, ao invés desta forma grosseiramente triangular, cuja confluência de águas propicia ou poderá contribuir para uma maior concentração de escoamentos sendo maior a suscetibilidade a cheias e consequentes inundações dos campos marginais da Conraria, Ceira e Vendas.

Este enquadramento ajuda a, posteriormente, enfatizar alguns aspetos que julgamos relevantes para a análise das inundações e, para este propósito, revela-se também importante caracterizar as infraestruturas hidráulicas existentes no Rio Ceira que fazem parte do aproveitamento hidroelétrico de Santa Luzia.

Aproveitamento hidroelétrico de Santa Luzia e sua caracterização geral

O início da construção do aproveitamento hidroelétrico de Santa Luzia remonta ao ano de 1939. Dez anos depois, em 1949, com vista a incrementar as aflúencias à albufeira com o mesmo nome, foi construído outro aproveitamento,

desta vez nas cabeceiras do rio Ceira, num local situado pouco a jusante da confluência da ribeira da Fórnea, conhecido por barragem do Alto Ceira (EDP, 2008, p. 1).

Pelas suas características, que no conjunto fogem ao mais usual, tanto no que respeita ao aproveitamento hidráulico de pequenas bacias hidrográficas, como no que concerne aos sucessivos transvases efetuados e que envolvem três sub-bacias hidrográficas (Ceira, Unhais e Zêzere) de dois rios principais (Mondego e Tejo), não deixa de ser interessante detalhar um pouco a área geográfica por eles abrangida, sobretudo se tivermos em consideração o tempo em que estes empreendimentos foram realizados e o baixo nível de tecnologia existente, com túneis cavados na rocha à força de braços que manejavam pás e picaretas.

Este empreendimento é constituído por cinco albufeiras (fig. 3), suportadas pelas duas barragens já referidas (Santa Luzia e Alto Ceira) e por três açudes, respetivamente situados nas ribeiras da Castanheira, do Tojo e de Ceiroco, das quais tomam os nomes, além de quase dez quilómetros de túneis, que permitem a descarga das águas destas albufeiras para a de Santa Luzia, mas que não

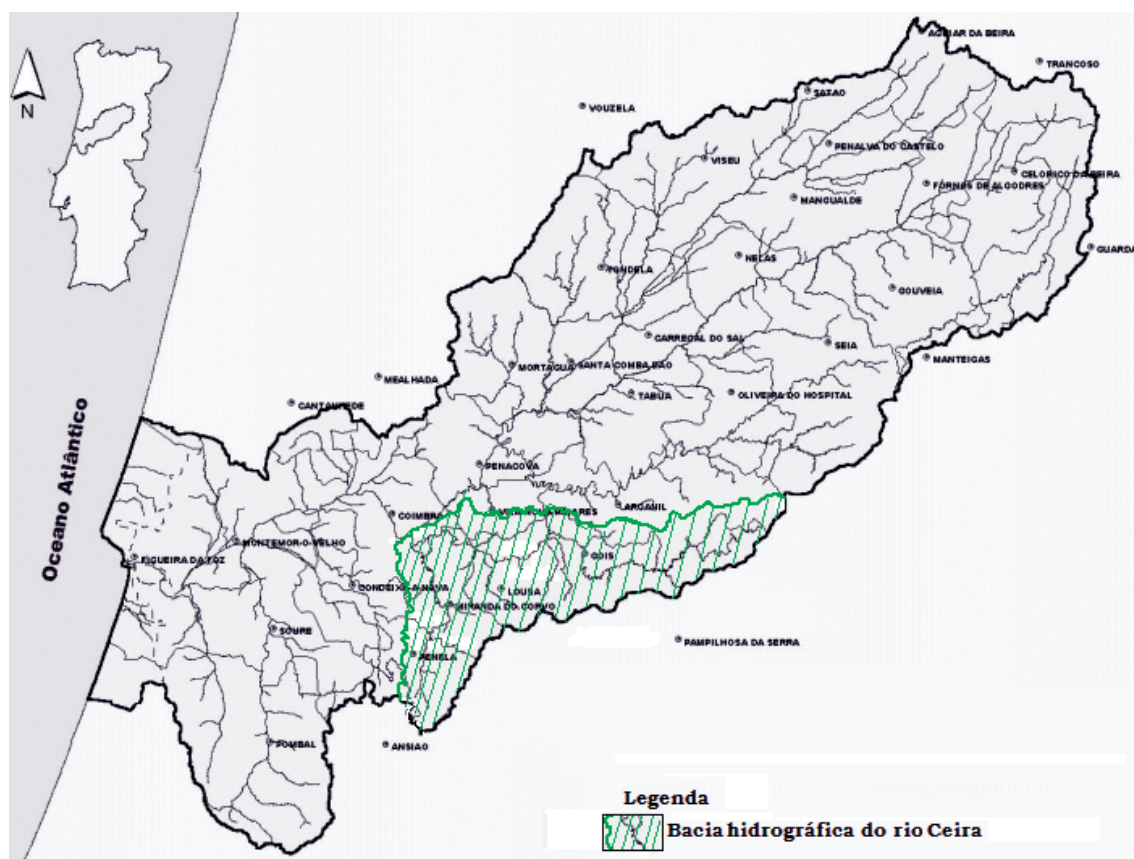


Fig. 1 - Esboço de enquadramento da bacia hidrográfica do rio Ceira na bacia hidrográfica do Mondego (Fonte: Adaptado do Decreto Regulamentar n.º 9/2002, de 1 de março, Diário da República, I série-B, n.º 51, p. 1699).

Fig. 1 - Framing sketch of hydrological basin of Ceira river in the Mondego basin (Source: Adapted from: Portuguese Implementing Decree n.º 9/2002, of March 1st, Diário da República, I série-B, n.º 51, p. 1699).

são turbinadas no pé da barragem, como habitualmente sucede, mas sim na Central do Esteiro, a mais de três quilómetros de distância, para onde são conduzidas por uma conduta que permite ganhar uma altura de queda de 313 metros, para alimentar quatro grupos geradores, situados junto do rio Zêzere (EDP, 1984, p. 30).

O açude da Castanheira (fot. 1) recolhe as aflúências da bacia hidrográfica própria, com 24,4 km² de superfície, e que descarrega através de um túnel de 1327 metros de comprimento para o açude do Tojo (fot. 2) que, por sua vez, também recolhe aflúências da sua própria bacia de receção, com uma área de 3,8 Km², e que, depois, também descarrega por túnel, com 1930 metros de extensão, para a albufeira do Alto Ceira.

Como foi referido antes, a barragem do Alto Ceira data de 1949 e foi construída na confluência da Ribeira de Fórnea com o Rio Ceira. Esta infraestrutura hidráulica foi projetada por *Sir William Halcrow & Partners* nome adotado em 1944, pela firma britânica de engenharia e construção civil, especializada em projetos e construção de túneis e infraestruturas hidráulicas. Atualmente é denominada *Halcrow Group Limited*.

Desde o seu primeiro enchimento, a estrutura teve “um comportamento anómalo, caracterizado por deslocamentos progressivos horizontais para montante e verticais ascendentes, bem como pela evolução do seu estado de fissuração [...] que se deve a fenómenos de

expansão do betão” (EDP, 2008, p. 1). Para solucionar o problema foram equacionadas várias soluções, tendo-se optado pela construção de uma nova barragem, cerca de 200m a jusante da existente, a qual foi parcialmente demolida em 2014, no âmbito do plano de construção da nova barragem do Alto Ceira II.

Assim, a atual barragem do Alto Ceira II, localizada a cerca de 200 m da sua antecessora (fot. 3), começou a ser construída em 2010 e foi concluída em 2014, como solução para substituir a anterior barragem, que revelava algumas anomalias no seu funcionamento, mantendo as mesmas funções de reservatório, incremento de aflúências e de derivação das águas para aproveitamento hidroelétrico, do rio Ceira para a albufeira de Santa Luzia, cuja infraestrutura se encontra no rio Unhais, afluente do rio Zêzere, embora seja junto a este que se localiza a central hidroelétrica, no Esteiro (fig. 3).

A comunicação entre as albufeiras destas barragens, para transposição de caudais, é assegurada por um conjunto de túneis de derivação, que começaram a sua construção em 1939. O conjunto da obra foi inaugurada em 1949, sendo da responsabilidade da, então, Companhia Elétrica das Beiras, uma das 14 sociedades exploradoras do serviço público de produção, transporte e distribuição de energia elétrica que foram nacionalizadas em 1975, através do Decreto-Lei n.º 205-G/75, de 16 de Abril, processo esse que deu origem à atual EDP.

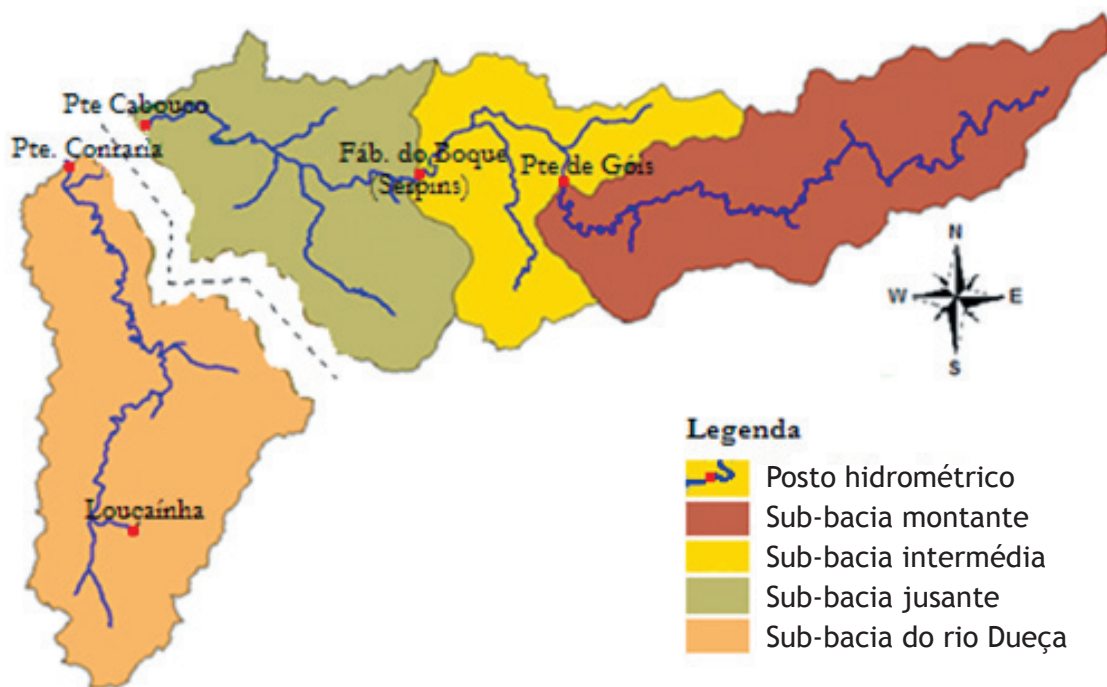


Fig. 2 - Sub-bacias do rio Ceira e representação do destaque da sub-bacia do rio Dueça
(Fonte: Adaptado de Nuno Bravo e José Antunes do Carmo, 2005, p. 7).

Fig. 2 - Ceira river sub-basins and representation of the detachment of the Dueça river sub-basin
(Source: Adapted from Nuno Bravo and José Antunes do Carmo, 2005, p. 7).

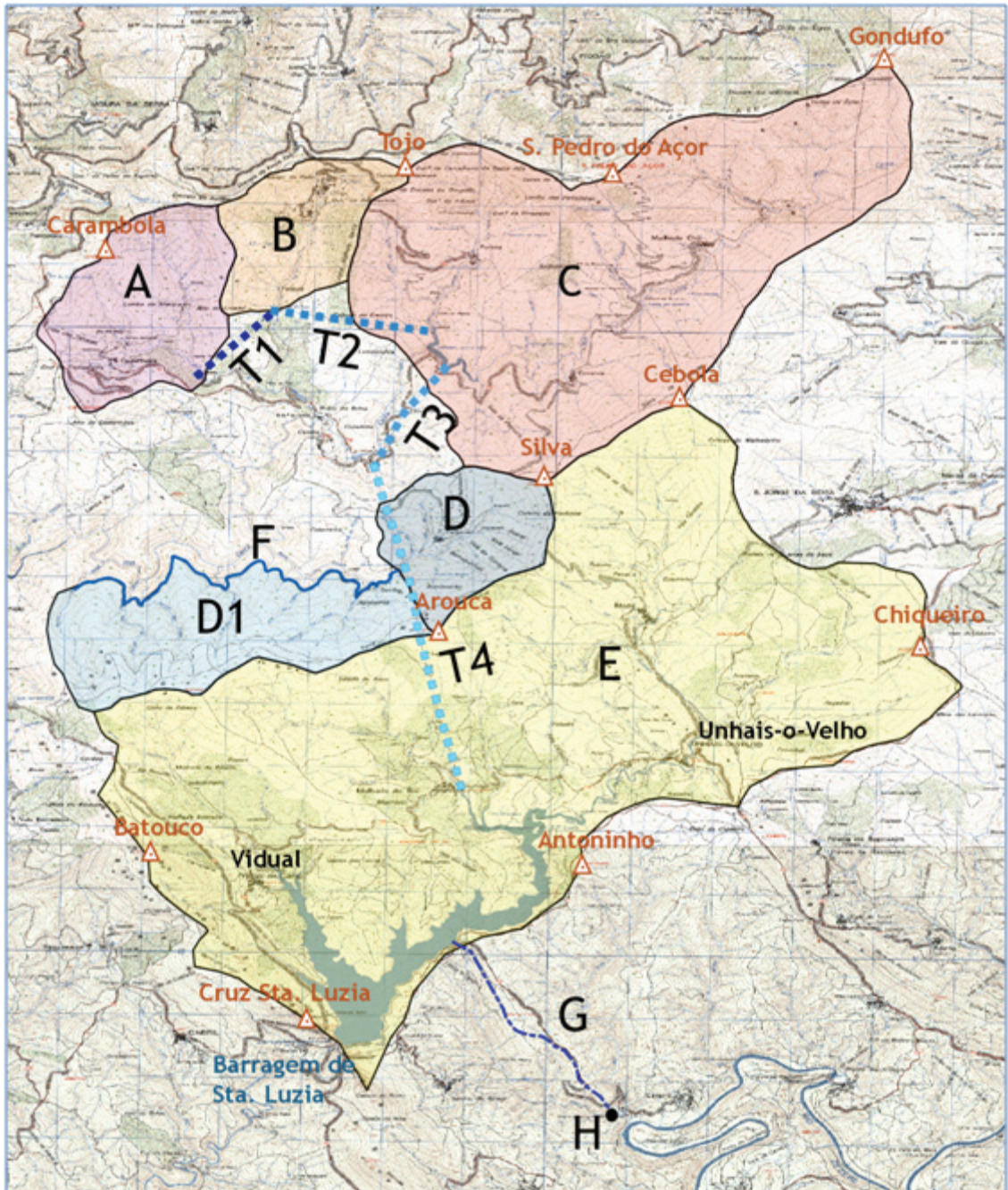


Fig. 3 - Esboço de localização dos empreendimentos que integram o aproveitamento hidroelétrico de Santa Luzia (Adaptado por Sofia Fernandes das Folhas 233 e 244 da Carta Militar de Portugal, 1/25000). Pequenas bacias hidrográficas que aumentam as aflúências à Barragem do Alto Ceira: A - Açude da Castanheira e B - Açude do Tojo; C - Bacia de receção própria da Barragem do Alto Ceira; D - Bacia hidrográfica própria do Açude do Ceiroco e D1 - Contribuição das pequenas bacias, situadas a norte das serras da Rocha e Arouca, canalizadas para o Açude do Ceiroco. E - Bacia de receção da Barragem de Santa Luzia; F - Canal de Adução do Açude do Ceiroco. G - Conduta para a Central do Esteiro. H - Central Hidroelétrica do Esteiro. T - Túneis de descarga: T1 - do Açude da Teixeira para o Açude do Tojo; T2 - do Açude do Tojo para a Barragem do Alto Ceira; T3 - da Barragem do Alto Ceira para o Açude do Ceiroco; T4 - do Açude do Ceiroco para a Barragem de Santa Luzia.

Fig. 3 - Location sketch of the enterprises that make up the hydroelectric Santa Luzia (Adapted by Sofia Fernandes of sheets 233 and 244 of the Portuguese Military Map, 1/25000). Small watersheds that increase inflows to the Alto Ceira dam: A - Dam of Castanheira and B - Tojo Weir; C - Reception Dam of the Alto Ceira Dam; D - Hydrographic basin of the Ceiroco Dam and D1 - Contribution of small basins, situated to the north of the mountains of Rocha and Arouca, channelled to the Ceiroco Dam. E - Basin drainage for the Santa Luzia Dam; F - Intake canal to the Ceiroco Dam. G - Conduct for the Esteiro hydroelectric Plant. H - Esteiro Hydroelectric Plant. T - Discharge tunnels: T1 - from Teixeira Weir to Tojo Weir; T2 - From Tojo Weir to Alto Ceira Dam; T3 - From Alto Ceira Dam to Ceiroco Dam; T4 - From Ceiroco Dam to Santa Luzia Dam.



Fot. 1 - Açude da Castanheira: A - Pormenor da vista frontal; B - Detalhe, visto do interior; C - Visão geral, tomada do interior, com o açude à direita da fotografia e o descarregador de cheias à esquerda (fotografias de Luciano Lourenço).

Photo 1 - Castanheira Weir: A - Detail of the front view; B - Detail, seen from the inside; C - Overview, taken from inside, with the weir to the right of the photo and the dumper full left (photographs of Luciano Lourenço).



Fot. 2 - Açude do Tojo: A - Pormenor da vista frontal; B - Detalhe do interior (fotografias de Carlos Cruz).

Photo 2 - Tojo Weir: A - Detail of the front view; B - Interior detail (photographs of Carlos Cruz).

As primeiras derivações correspondem a aflúncias de duas pequenas bacias de receção, recolhidas em dois pequenos açudes que derivam por dois túneis, o primeiro dos quais, com 1327m (fot. 4 e fig. 3), liga o açude da Castanheira ao açude do Tojo e, o outro, com 1930m (fot. 5 e fig. 4), liga este último à albufeira do Alto Ceira (fot. 6).

Por sua vez, a água armazenada na albufeira de Alto Ceira, quando à cota de 661,34 m, é desviada, também por

gravidade, para a albufeira de Santa Luzia, já na bacia do Rio Unhais, através de outro transvase também em túnel (fot. 7). Esta derivação tem uma extensão com cerca de 6945 m e uma capacidade máxima de vazão à volta de 10,8 m³/s, em nível de pleno de armazenamento (NPA), correspondente à soleira do descarregador, o qual ocorre à cota 665,40m. Contudo, este valor de vazão pode aumentar para 12,4 m³/s sempre que se atinja a cota 667,00m.



Fot. 3 - Enquadramento das barragens na fase de construção
(Fonte: <http://www.cambaonline.com/index.php/info-online/noticias-da-aldeia/108-nova-barragem-do-alto-ceira>).

*Photo 3 - Framework of dams during the construction phase
(Source: <http://www.cambaonline.com/index.php/info-online/noticias-da-aldeia/108-nova-barragem-do-alto-ceira>).*



Fot. 5 - Pormenores do açude do Tojo:
A - Saída do túnel da Castanheira;
B - Entrada do túnel do Tojo
(fotografias de Carlos Cruz).

*Photo 5 - Details of the Tojo Weir:
A - Castanheira tunnel outlet;
B - Tojo tunnel entrance.
(photographs of Carlos Cruz).*



Fot. 4 - Aspetos da entrada do túnel da Castanheira: A - Vista geral, com pormenor do açude muito assoreado; B- Pormenor da entrada (fotografias de Carlos Cruz).

*Photo 4 - Gateway aspects of the Castanheira tunnel:
A - Overview, with detail of a much silted dam; B- Detail of the entry
(photographs of Carlos Cruz).*



Fot. 6 - Detalhe da saída do túnel do Tojo, afluente à albufeira do Alto Ceira (fotografia de Carlos Cruz).

Photo 6 - Detail of the outlet of the Tojo tunnel, a tributary to the Alto Ceira Lake (photography of Carlos Cruz).



Fot. 7 - Entrada do túnel efluente da albufeira do Alto Ceira: A - em águas baixas; B - pormenor em águas altas (fotografias de Carlos Cruz).

Photo 7 - Effluent tunnel entrance of the Alto Ceira Lake: A - In low water; B - Detail in high water (photographs of Carlos Cruz).

Com efeito, foi este túnel que deu origem ao presente artigo, porque no seu traçado há duas pequenas parcelas da estrutura que afloram à superfície, ficando por isso, mais expostas aos processos de erosão, numa das quais ocorreu a rutura que deu azo à redação deste estudo. O afloramento destes dois pequenos troços coincide, à superfície, com o talvegue de duas pequenas linhas de água que os intersectam (fig. 3).

Além desta particularidade, o túnel de derivação para Santa Luzia apresenta, ainda, uma outra, sensivelmente a meio do seu trajeto, que corresponde à sua interrupção, no açude do Ceiroco (fot. 8), o que permite aumentar as aflúências à barragem de Santa Luzia, com a incorporação da precipitação recolhida na bacia própria do açude (fig. 3; D) bem como da contribuição das pequenas bacias situadas a norte das serras da Rocha e Arouca (fig. 3; D1), que são recolhidas através de um canal de adução (fot. 9) que tem cerca de 7 km de extensão e que as conduz ao Açude do Ceiroco (fot. 10).

Deste açude, o túnel de derivação (fot. 11) segue, em linha reta, para a albufeira da barragem de Santa Luzia, onde finaliza o seu curso na ribeira do Semessugo (fot. 12), a nascente de Malhada do Rei (fig. 3).

A barragem de Santa Luzia deve o seu nome à existência de uma pequena Ermida construída na magnífica crista quartzítica que lhe serve de suporte (fot. 13) e, além das aflúências que recebe pelo túnel antes descrito, possui uma bacia hidrográfica própria, que drena 50 Km², que se distribuem pelas ribeiras de Unhais e do Vidual.

A barragem é do tipo abóbada delgada e possui uma altura de 76 metros e um comprimento de 115 metros, no coroamento. Começou a ser edificada em 1931 e a sua construção terminou em 1942. A sua albufeira (fot. 14) tem uma capacidade útil de 50 milhões de metros cúbicos (EDP, 1984).



Fot. 8 - Açude do Ceiroco: Pormenor da saída do túnel do Alto Ceira, com a passagem barrada devido às obras de conservação (fotografia de Carlos Cruz).

Photo 8 - Ceiroco Weir: Detail of the Alto Ceira tunnel outlet, with the passage closed due to maintenance works (photography of Carlos Cruz).



Fot. 9 - Aspetos de pormenor do canal de adução do Ceiroco. A - Vista de montante; B - Vista de jusante (fotografias de Carlos Cruz).

Photo 9 - Detail aspects of the Ceiroco intake channel. A - Upstream view; B - Downstream view (photographs of Carlos Cruz).



Fot. 10 - Açude do Ceiroco: A - Pormenor da vista frontal (fotografia de Luciano Lourenço); B - Detalhe do interior (fotografia de Carlos Cruz).

Photo 10 - Ceiroco Weir: A - Detail of the front view (photography of Luciano Lourenço); B - Interior detail (photography of Carlos Cruz).



Fot. 11 - Entrada no túnel do Ceiroco: A - Vista geral; B - Pormenor. O ponto branco que se vê no interior corresponde à "luz ao fundo do túnel" da saída, porque se trata de um túnel reto (fotografias de Carlos Cruz).

Photo 11 - Entry in the Ceiroco tunnel: A - Overview; B - Detail. The white dot you see inside corresponds to the "light at the end of the tunnel" because it is a straight tunnel (photos of Carlos Cruz).



Fot. 12 - Detalhe da saída do túnel do Ceiroco, na ribeira do Samessugo, junto à Malhada do Rei (fotografia de Carlos Cruz).

Photo 12 - Outlet detail of the Ceiroco tunnel in the Samessugo River, next to the Malhada do Rei (photography of Carlos Cruz).

Este aproveitamento termina na central hidroelétrica do Esteiro (fot. 15) que assim foi montada num edifício exterior à barragem, junto ao rio Zêzere (fig. 3; H), o que permitiu ganhar uma muito maior altura de queda (313 metros). A central possui 4 grupos geradores num total de 32 MW, produzindo num ano normal 55 GWh (EDP, 1984).

À guisa de síntese, diremos que a rutura de uma conduta permitiu descrever, com mais detalhe do que inicialmente previsto, um empreendimento hidroelétrico do passado, que, pelas suas características, permitiu aumentar significativamente a quantidade de água que aflui à central do Esteiro, através de um engenhoso processo de aproveitamento das aflúncias das cabeceiras dos rios Ceira e Unhais, bem como de outras pequenas ribeiras, para o Zêzere, através de transvases por túneis. Com efeito, a bacia hidrográfica da ribeira de Unhais, a montante da barragem ocupa uma extensão de 49,58 km², mas se lhe adicionarmos a superfície das bacias



Fot. 13 - Barragem de Santa Luzia: A - Pormenor do coroamento e B - Vista frontal (fotografias de Luciano Lourenço).
Photo 13 - Santa Luzia Dam: A - Detail of the crest; B - Front view (photographs of Luciano Lourenço).



Fot. 14 - Vista geral da albufeira da barragem de Santa Luzia, em abril de 2015 (fotografia de Luciano Lourenço).
Photo 14 - Overview of Santa Luzia dam reservoir in April 2015 (photography of Luciano Lourenço).

conquistadas com a rede de açudes e túneis: Castanheira 5,40 km², Tojo 3,65 km², Alto Ceira 24,51 km², Ceiroco 3,70 km², pequenas bacias que vertem para o canal adutor ao Ceiroco 6,82 km², essa superfície aumenta 44,08 km², o que quase duplica a área de drenagem afluente à central do Esteiro que, deste modo, possui uma bacia de receção que totaliza 100, 48 km².



Fot. 15 - Vista geral da Central hidroelétrica do Esteiro (fotografia de Luciano Lourenço).

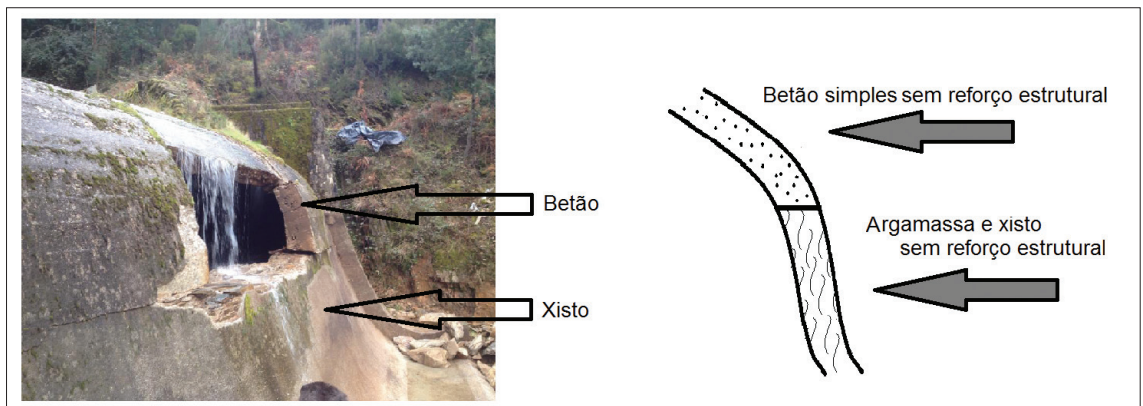
Photo 15 - Overview of the hydroelectric power station of Esteiro (photography of Luciano Lourenço).

A gestão da emergência

A primeira informação que motivou a realização deste trabalho surgiu via 112, pelas 04h35 da madrugada de 31 de janeiro de 2015, de sexta -feira para sábado, a qual determinou, no Comando Distrital de Operações de Socorro de Coimbra (CDOS de Coimbra), a criação de um alerta ou registo e notificação operacionais com informação relativa a um deslizamento de terras na localidade de Porto da Balsa, freguesia de Fajão, no concelho de Pampilhosa da Serra.

Foram mobilizados meios dos Bombeiros de Pampilhosa da Serra para avaliar e validar esta ocorrência, mas somente pelas 07h55 foi possível perceber que havia uma rutura no transvase da barragem de Alto Ceira (fot. 16 e 17).

Cerca das 10h30 foram enviadas para o CDOS de Coimbra as primeiras fotos da rutura do túnel e dos efeitos verificados na EM 1401 (fot. 18). O pretenso movimento em massa, que deu origem ao alerta, derivou do efeito da erosão hídrica, que desagregou os materiais detriticos, soltos e sem grande compactação, que foram depositados



Fot. 16 - Detalhe da rutura do túnel e esboço do perfil (fotografia de António Caetano, BVPSerra).

Phot. 16 - Detail of the tunnel break and profile sketch (photography of António Caetano, BVPSerra).



Fot. 17 - Pormenor da secção de rutura em pleno escoamento, 31 de janeiro de 2015 (fotografia de António Oliveira, CDOS de Coimbra).

Photo 17 - Detail of the breaking section in full flow, January 31, 2015 (photography of António Oliveira, CDOS of Coimbra).

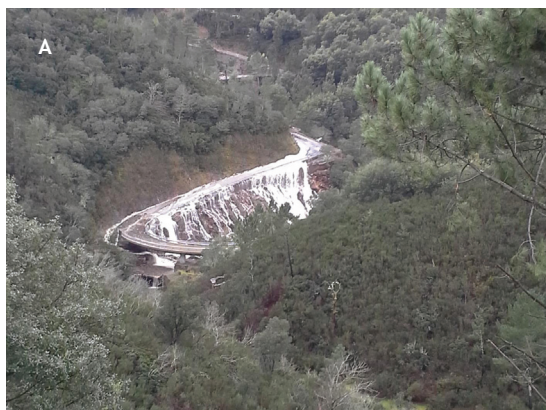
e nivelados para instalação do estaleiro das obras de construção da nova barragem do Alto Ceira II. O escoamento da água proveniente da rutura do túnel, cavou um barranco que colocou parcialmente a descoberto o xisto que corresponde ao talvegue da linha de água existente previamente à deposição do aterro (fot. 19).

Com a alvorada, as populações ribeirinhas do rio Ceira, em de Foz de Arouce (Lousã), Segade (Miranda do Corvo) e Cabouco (Coimbra), viveram momentos de preocupação, sobretudo durante as primeiras horas da manhã, ao aperceberem-se do transbordo do rio, do seu leito normal para o de inundação, uma situa o que tão bem conhecem.

Esta inunda o (fot. 20), embora não fosse propriamente rápida, provocou surpresa e alguma apreensão pela suposta rapidez com que surgiu - "foi tudo muito rápido", disseram alguns, enquanto outros referiram que não "choveu o suficiente para que o rio enchesse daquela maneira e ninguém os avisou". Ora, não podemos deixar de

referir que esta inunda o ocorreu durante a noite e que a popula o não estaria à espera que algo de semelhante pudesse acontecer. Acresce que, rapidamente, circulou a informa o de que tinha ocorrido "um "problema na barragem", informa o que sendo pouco rigorosa, foi tida como justifica o do ocorrido. Deste modo, entre a popula o e junto dos responsáveis autárquicos gerou-se uma onda de indigna o, tanto pela suposta ineficácia do sistema de prote o civil, como pela ausência de responsabilidades da EDP.

No entanto, o CDOS de Coimbra atuou em fun o da informa o disponibilizada e validada, de acordo com os pressupostos operacionais de gestão da emergência. Assim, antecipadamente, a 30 de janeiro, informou o sistema de prote o civil distrital e as entidades integrantes do Sistema Integrado de Opera es de Prote o e Socorro (SIOPS) através da emissão de um Comunicado Técnico Operacional, que transmite determina es operacionais, dando conta de um estado



Fot. 18 - Escoamento superficial, proveniente da rutura do túnel, sobre a estrada municipal 1401, na proximidade da ponte da Coladinha, em Porto da Balsa: A - Vista geral; B - Pormenor, sob outra perspetiva (fotografias de Ant nio Oliveira, CDOS de Coimbra).

Photo 18 - Superficial drainage details, proceeding from tunnel rupture, on the municipal road 1401, near the Coladinha Bridge, in Porto da Balsa: A - Overview; B - Detail, from another perspective (photographs of Ant nio Oliveira CDOS of Coimbra).



Fot. 19 - Vistas do xisto (rocha-mãe) na base da rotura, exposto pela erosão hídrica. A - Pormenor, em vista paralela ao desenvolvimento do túnel. B - Detalhe da vista frontal (fotografias de Carlos Cruz).

Photo 19 - Shale views (bedrock) at the base of the break, exposed by erosion. A - Detail in parallel the development of the tunnel. B - Detail of the front view (photographs of Carlos Cruz).



Fot. 20 - Aspectos da inundação no Cabouco (fotografia de Carlos Cruz).

Photo 20 - Flood aspects in Cabouco (photographs of Carlos Cruz).

de alerta especial - nível azul, desde as 15h00 do dia 30 de janeiro até as 20h00 de 31 de janeiro, bem como dos efeitos espectáveis, tais como a “possibilidade de inundação por transbordo de linhas de água nas zonas historicamente mais vulneráveis”. A população também fora avisada, pelos órgãos de comunicação social, que previamente receberam informação necessária para a difusão de medidas de autoproteção, através do aviso de condições meteorológicas adversas para o período compreendido entre o final da tarde do dia 30 e o final da tarde do dia 31 de janeiro.

Sendo assim, então devemos interrogar-nos sobre o que correu mal, porque se demorou tanto tempo até se perceber o que aconteceu e quais foram as causas que estiverem na g nese desta inundação?

A referência   frase “zonas historicamente mais vulneráveis” permite uma análise sobre a temática da inundação dos terrenos marginais aos leitos ordinários dos rios que, por definição, em terminologia de REN - Reserva Ecológica Nacional, correspondem a leito de cheia ou zonas ameaçadas por inundações.

Por outro lado, em sede de processos de revisão dos instrumentos de gestão territorial, como, por exemplo, os planos diretores municipais, cabe aos responsáveis institucionais, do estado central e das autarquias, o papel fundamental de minimizar os impactes no território, permitindo atividades compatíveis com a dinâmica natural, impedindo outras ocupações perigosas ou que coloquem em risco as pessoas e os bens. Todavia, o princípio base no ordenamento do território não tem sido impedir a ocupação dos espaços naturais, mas apenas enquadrar harmoniosamente as atividades e ocupações, sem aumentar o risco, criando estratégias de mitigação que permitam o desenvolvimento e a sustentabilidade da economia e do território. Com efeito, no rio Ceira verificamos a existência de áreas vulneráveis, com suscetibilidade a inundações e com ocupação humana já com décadas de existência, contribuindo para o aumento do risco. Ora, as povoações ribeirinhas que foram afetadas pela inundação da madrugada de 31 de janeiro de 2015, residem em “zonas historicamente mais vulneráveis”.

Condições meteorológicas

A análise centrar-se-á no período de referência de 15 horas, compreendido entre as 15 UTC (Universal Time Coordinated) do dia 30 e as 06 UTC do dia 31 de janeiro, tendo por base o relatório de P. Pinto *et al.*, (2015) que repercute o efeito de escala e o impacte da orografia, que está bem patente na relação que estabelecemos entre os dados das estações situadas dentro e fora da bacia, com ênfase para as primeiras.

Assim, várias referências de populares às condições do estado de tempo apontam para uma precipitação intensa, nas cabeceiras do rio Ceira, em contraponto à chuva fraca ou chuviscos, nas proximidades de Coimbra. Analisando as observações de superfície e comparando as precipitações acumuladas nas estações meteorológicas de Fajão/Pampilhosa da Serra (900 m de altitude) e da Lousã/Aeródromo (200 m de altitude), ambas inseridas na bacia hidrográfica do rio Ceira, verificamos valores de precipitação acumulada, no intervalo de tempo antes mencionado, de 88 mm em Fajão e de 49 mm na Lousã/Aeródromo. Evidenciam-se à partida dois factos sublinhados pelo IPMA. Por um lado, o diferencial significativo da precipitação acumulada, francamente mais elevada em Fajão/Pampilhosa da Serra e menor no troço médio do rio (Lousã/Aeródromo), quando estas duas estações distam entre si apenas cerca de 26 Km. Por outro lado, o relatório também aponta para um “regime de precipitação estratificado, ou francamente convectivo sobre a região” com incidência na serra do Açor, induzido pela orografia, embora com “valores de precipitação horária acumulada relativamente modestos, sempre inferiores a 10 mm [...] apenas superiores a 6 mm durante 7 horas”, foram significativos e prolongados no tempo (fig. 4), intensificados pelo

efeito da orografia. Reforça esta tese o facto do maior valor da precipitação registado nessas 24h, 103,2 mm, ter ocorrido na estação das Penhas Douradas, a 31 de janeiro (IPMA, 2015).

De acordo com a informação disponibilizada pelo IPMA, no briefing técnico-operacional realizado no Comando Nacional da ANPC, em 29Jan15, os dias 30 e 31 de janeiro seriam marcados pela passagem de superfícies frontais, com os deslocamentos de Oeste a serem mais intensificados na região centro e no maciço central, entre as Serras da Lousã, Açor e Estrela. Tratou-se de uma situação meteorológica adversa que provocou valores elevados de precipitação nas cabeceiras da bacia. Por seu turno, verificamos o efeito pouco significativo, quase residual, da precipitação nas imediações de Coimbra. De facto a pluviosidade foi mais intensa e localizada nas cabeceiras da bacia do rio Ceira, com valores acumulados nas várias estações, para o período de referência (fig. 5), significativamente superiores na Lousã (49 mm) em Pampilhosa da Serra (88 mm), comparativamente com os valores verificados nas estações de Coimbra/Bencanta (20,4 mm); Coimbra/Aeródromo (22,0 mm); Nelas (20.6 mm) e Ansião (36,0 mm).

A análise às imagens do radar meteorológico da Cruz do Leão, em Coruche, disponibilizadas por P. Pinto *et al.*, (2015) para o mesmo período de tempo (fig. 6), permite identificar áreas de precipitação acumulada com cores mais “quentes”, que se localizaram, essencialmente, nas cabeceiras da bacia hidrográfica, com maior intensificação no seu limite sul. Contudo, segundo o IPMA, algumas destas áreas mais quentes (vermelho) resultam de contaminação do efeito dos parques eólicos, pelo que devem ser interpretadas com alguma prudência. Neste cartograma é possível identificar a localização

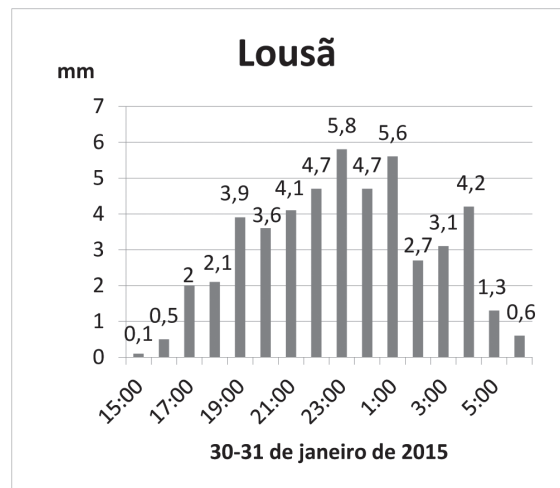
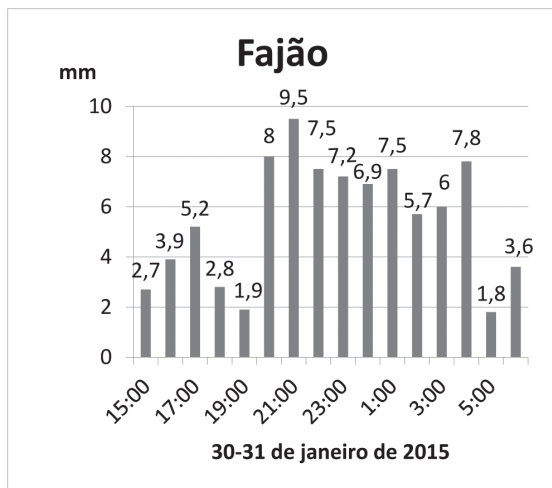


Fig. 4 - Histogramas da precipitação horária nas estações de Fajão (Pampilhosa da Serra) e Lousã/Aeródromo (Fonte dos dados: P. Pinto *et al.*, 2015).

Fig. 4 - Histogram of rain of Pampilhosa da Serra/Fajão and Lousã/ Airfield stations (Data source: P. Pinto *et al.*, 2015).

das estações meteorológicas de Coimbra/Bencanta (1); Coimbra/Aeródromo (2); Lousã (3); Fajão/Pampilhosa da Serra (4) e, mais a sul, a estação de Ansião (5). Estes dados gráficos, permitem corroborar a maior intensidade do fenómeno meteorológico a montante de Coimbra, facto que justifica, pelo menos em parte, a perceção das populações, dado que não chovera o suficiente em Coimbra para que esta inundação pudesse ser tão significativa, razão que as levou a admitir que se terá ficado a dever à rutura do transvase e não tanto ao fenómeno de precipitação que se abateu sobre a região serrana das cabeceira do rio Ceira, a montante de Góis.

Uma outra conclusão do IPMA, patente no seu relatório e muito relevante para esta análise, prende-se com o facto de este Instituto admitir que, durante o período de

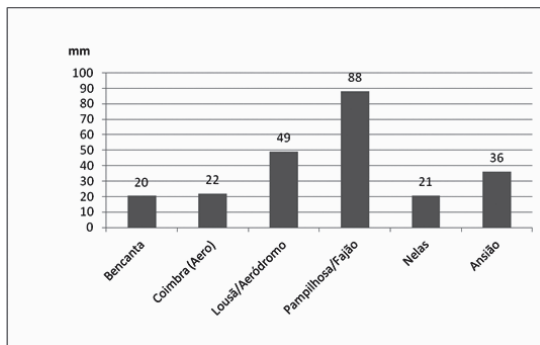


Fig. 5 - Representação gráfica da precipitação registada no período compreendido entre as 15UTC, de 30Jan15, e as 06UTC, de 31Jan15, nas estações da área de estudo e sua envolvente (Fonte dos dados: P. Pinto *et al.*, 2015).

Fig. 5 - Comparative graphic representation of the accrued rain, between 15UTC of January, 30 to 06UTC of January, 31 in representative stations of the study area (Data source: P. Pinto *et al.*, 2015).

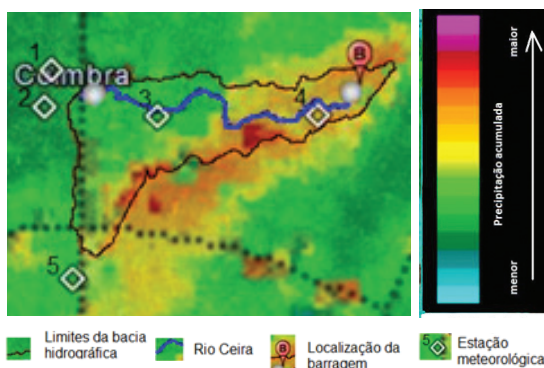


Fig. 6 - Adaptação da imagem do radar de Coruche (IPMA) que representa a precipitação acumulada entre as 15UTC de dia 30, às 06UTC do dia 31 de janeiro de 2015. As cores mais quentes representam valores mais elevados de precipitação acumulada (Fonte: P. Pinto *et al.*, 2015).

Fig. 6 - Well-adjusted image of the Coruche radar (IPMA) that represents the accrued rain from between 15UTC, January, 30 to 06UTC January, 31, 2015. The hottest colors represent high values of accrued rain (Source: Pinto *et al.*, 2015).

referência, o valor da precipitação poderá ter alcançado valores acumulados da ordem dos “120 mm, em alguns locais da bacia do rio Ceira”. O IPMA refere que esta diferença significativa entre os valores de precipitação acumulada, observada nas estações de superfície e os valores estimados pelo radar meteorológico, pode ser sensível ao efeito da topografia, sugerindo uma “incidência de um regime de precipitação estratificado, ou fracamente convectivo, sobre a região (sem nebulosidade convectiva presente, como foi o caso), prolongado no tempo e com sugestão de mecanismos de reforço orográfico (intensificação da precipitação induzida pela topografia) (P. Pinto *et al.*, 2015). Esta diferença, segundo as conclusões dos autores do relatório do IPMA, carece de aplicação de técnicas adequadas de ajustamento para a sua determinação rigorosa.

Em suma e pelo exposto, a bacia hidrográfica do rio Ceira terá sido sujeita a intensa e prolongada precipitação nas suas cabeceiras, da qual terão resultado escoamentos significativos, com maior manifestação no seu curso final, em particular nas áreas ribeirinhas da Foz de Arouce (Lousã), Segade (Miranda do Corvo) e Cabouco (Coimbra). Para além do evento meteorológico, houve, concomitantemente, uma rutura de túnel de derivação entre as barragens do Alto Ceira e de Santa Luzia, a qual se traduziu num aumento de caudal, mas que parece não ter sido suficiente para se estabelecer uma relação de causa-efeito significativa com as inundações verificadas, conforme advogamos a seguir.

Análise dos escoamentos

O rio Ceira apresenta um regime fluvial irregular, pois responde rapidamente às precipitações caídas na bacia, devido à ausência de infraestruturas hidráulicas de controlo de caudais de ponta de cheia, situadas a jusante da barragem do Alto Ceira, pelo que esta irregularidade se caracteriza por caudais elevados no inverno e reduzidos no verão, redução chega a comprometer algumas atividades de lazer estival, nomeadamente nas praias fluviais.

Em anos hidrológicos de precipitação mais intensa e após a destruição de vegetação pelos incêndios florestais, o rio Ceira está sujeito a um escoamento superficial livre de vegetação, em vastas áreas das suas vertentes, pelo que o seu regime se apresenta com um carácter torrencial, respondendo com rapidez à pluviosidade que se abate nas áreas serranas da sua bacia hidrográfica. Deste efeito, resulta uma importante atividade erosiva nas cabeceiras, com o conseqüente assoreamento das áreas situadas mais a jusante e com menor declive, onde diminui a velocidade do escoamento.

Com efeito, o efeito erosivo das precipitações intensas nas serras da Cordilheira Central é bem conhecido (Lourenço, 1998 e 2007, Lourenço *et al.*, 1994 e 2014) e o concelho da Pampilhosa da Serra também não lhe tem ficado

imune, como sucedeu por exemplo a 25 de outubro de 2006, bem perto do local onde ocorreu a recente rotura do túnel, quando foi destruída grande parte da rede rodoviária do concelho, designadamente a ponte de D. Pedro (Coladinha), situada a montante de Porto da Balsa. De referir que o ano de 2005, foi pródigo na destruição de vastas áreas do coberto vegetal da Serra do Açor em resultado dos incêndios florestais que assolaram o distrito de Coimbra e cujo impacto foi bem patente em 2006 (Lourenço, 2007), tendo também afetado o rio Ceira como aponta o excerto do texto extraído do sítio da internet da Comissão Associativa de Melhoramentos de Camba (CAMC):

"[...] Para as gentes da região do Alto Ceira e todo o norte do concelho da Pampilhosa da Serra, a desgraça bateu mais uma vez à porta. Já não bastava a calamidade dos incêndios, veio agora também o infortúnio das chuvas torrenciais e cheias que deixaram rasto de destruição na sua passagem por estas bandas. Na noite de dia 24 para 25 de Outubro de 2006, deu-se o dilúvio. A chuva foi de tanta quantidade na bacia hidrográfica do Rio Ceira que fez rapidamente transbordar aquele rio, arrastando tudo o que se encontrava no seu curso. A Barragem do Alto Ceira transbordou, e para além de levar à frente os velhos moinhos, derrubou a Ponte sobre o rio junto ao Vale (mais conhecida como Ponte de D. Pedro), na estrada que liga o Alto Ceira a Porto da Balsa e a Fajão e Coja, deixando desde logo anulada esta importante ligação rodoviária. Pelo caminho, o cascalho e lenha foram arrastados, ficando a nossa Piscina Fluvial totalmente assoreada e anulada a possibilidade de ser utilizada [...]" (CAMC, 2006).

Embora, a nível local, a barragem do Alto Ceira assuma uma função de amortecimento de caudais de ponta de cheia, ela só introduz alguma correção torrencial na sua proximidade, dado que tem uma pequena albufeira de armazenamento de água e, por outro lado, está localizada muito próximo das cabeceiras do rio Ceira, deixando livre o escoamento na bacia hidrográfica situada a jusante desta infraestrutura hidráulica, logo sem efeito significativo de controlo de cheias na generalidade deste curso de água.

Para tentar perceber o que aconteceu no final de janeiro, recorremos ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), da APA, que disponibiliza, *online*, entre outros dados, os níveis hidrométricos na Ponte da Conraria e na Ponte do Cabouco, estações localizadas no final do curso do rio Ceira. Existem outras estações na bacia hidrográfica, mas não disponibilizam dados para o período em análise, ou estão vandalizadas e inoperacionais, como é o caso da estação de Gevim (Lousã), que está inserida, também, no Sistema de Vigilância e Alerta dos Recursos Hídricos (SVARH), da APA.

Nas estações com dados disponíveis, Cabouco e Conraria, verificamos que o escoamento registado, inferido pelos níveis hidrométricos patente nos gráficos (fig. 7), aumentou a partir das 22UTC, do dia 30 de janeiro, na ponte de Cabouco e, a partir das 23UTC, na Ponte de Conraria, mais a jusante desta. A velocidade média de subida do nível de água na estação hidrométrica de Cabouco, foi de cerca de 31 cm/h, entre as 22UTC do dia 30 e, as 11UTC, do dia 31 de janeiro, com a velocidade máxima de subida a registar-se entre as 0 e as 4 horas

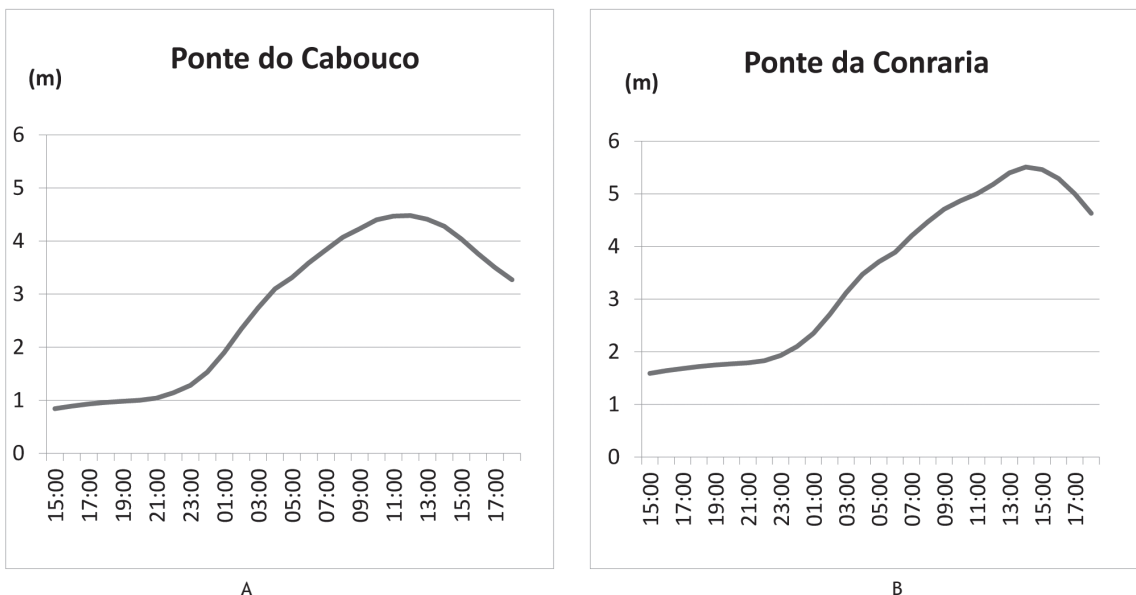


Fig. 7 - Representação gráfica das alturas hidrométricas verificadas entre as 15 UTC, do dia de 30 de janeiro, e as 18 UTC, de 31 de janeiro, na ponte do Cabouco (A) e na ponte da Conraria (B).

Fig. 7 - Graphic representation of the hydrometric levels seen between 15 UTC on January, 30 to 18 UTC on January, 31 in Conraria Bridge (B) and Cabouco Bridge (A).

do dia 31 de janeiro, com cerca de 39 cm/h. Por sua vez, na estação da ponte de Conraria, a velocidade do escoamento esteve em consonância com a verificada na estação do Cabouco, ou seja, com uma velocidade média de cerca de 24 cm/h, durante o período decorrido entre as 23UTC, do dia 30, e as 14UTC, de 31 de janeiro. Depois, entre as 23UTC, de 30 de janeiro, e as 05UTC, de 31 de janeiro, ou seja, durante 6 horas, verificou-se uma velocidade média de subida um pouco maior, de 33 cm/h, ainda assim menor do que a verificada na ponte do Cabouco, embora tenha atingido valores mais elevados, em resultado da contribuição do Dueça. Face ao exposto, somos de opinião que o facto da subida mais significativa se ter verificado durante o período noturno, quando a população dormia, terá reforçado a falsa percepção de que foi tudo muito rápido, pois, com o alvorecer, a população deparou-se com os terrenos já submersos.

Segundo a APA, o caudal máximo na estação hidrométrica de ponte do Cabouco, registado entre as 11UTC e as 12UTC de 31 de janeiro, foi de 202 m³/s, o que corresponde a um período de retorno de 3 anos, valor situado muito “*aquém do máximo da série histórica, que foi observado em 1979*”, quando se registaram, a 15 de outubro, 715,01 m³/s (APA, 2015). Sendo assim, a inundação em análise não terá sido das mais importantes registadas, apesar da polémica que suscitou, pois não terá sido a precipitação a principal causa dos danos, uma vez que eles se terão ficado a dever a vulnerabilidades diversas, decorrentes sobretudo da hora a que se verificou a inundação. Todavia, atendendo à ausência de dados, não é possível justificar esta diferença de efeitos em função do histórico de valores de alturas de água na ponte do Cabouco, nomeadamente em outubro de 1979, dezembro de 2000, janeiro de 2001, outubro de 2006 e, mais recentemente, fevereiro de 2016, períodos que se caracterizaram, também, por elevados caudais.

Relativamente aos efeitos do fenómeno meteorológico constituído pela precipitação elevada e do seu posterior escoamento pela bacia, com consequências em termos de descarregamento de superfície, na barragem, e do aumento de caudal, bem como da rutura do túnel, apontamos como principais danos e constrangimentos, a destruição parcial tanto da EM 1401 como da parede do túnel, que condicionaram o tráfego rodoviário em Porto da Balsa, Pampilhosa da Serra. Por sua vez, nos municípios da Lousã, Miranda do Corvo e Coimbra houve referência a danos em terrenos agrícolas, faixas ripícolas, viveiros de árvores e a uma viatura que foi arrastada em Segade.

Comparativamente a outubro de 2006, quando das intempéries e inundações verificadas em Porto da Balsa, em que houve destruição da ponte da Coladilha e danos avultados na truticultura da Quinta da Safra, a jusante de Ponte de Fajão, a mais de 20 km da barragem, este episódio de 31 de janeiro, segundo a proprietária da

aquacultura, não provocou danos significativos nesta unidade de produção, a não ser os resultantes da coloração barrenta da água, com sedimentos em suspensão, o que originou alguma preocupação por eventual falta de oxigenação, infeção do sistema respiratório dos peixes e conseqüente aumento de mortalidade. Por outro lado, verificou-se o assoreamento do açude de abastecimento de água à piscicultura, o que condiciona a qualidade e quantidade de água para a atividade piscícola.

Quanto à rutura do túnel, desconhecemos em bom rigor o dia e a hora em que se verificou, sendo apenas possível referir que se tratou de uma rutura parcial na base da metade superior do túnel e que ocorreu antes das 04:35 do dia 31 de janeiro, hora do registo da ocorrência. Os dados revelam uma janela temporal que se deverá situar entre as 22UTC do dia 30 e as 04UTC, de 31 de janeiro, como hipótese mais provável para o período durante o qual terá ocorrido a rutura do túnel.

Pela análise dos caudais registados pela EDP na barragem do Alto Ceira II, é possível inferir que, no máximo, pela secção da rutura se tenham escoado 5,78 m³/s, às 05UTC, quando se observou o valor máximo do caudal transvasado (TABELA I), o qual correspondeu a cerca de 3% do caudal máximo registado na ponte de Cabouco, logo insuficiente, por si só, para explicar a inundação, embora tendo contribuído para ampliar ligeiramente os seus efeitos.

Os dados do caudal no túnel apontam ainda para valores que tenderam a aumentar a partir das 15UTC até às 22UTC, tendo-se mantido acima de 11m³/s, entre as 22UTC, do dia 30 de janeiro, e as 10UTC do dia seguinte. Com efeito, o túnel esteve em carga, com caudais superiores a 11 m³/s, a partir das 22UTC, hora em que o descarregador de superfície da barragem, iniciou o processo de descarga, conhecido por laminação. Este descarregamento é um processo previsto e normal no funcionamento da barragem, mas gerou alguma preocupação junto dos operacionais, pois a informação que lhes chegou foi a de que “a água estava a galgar a barragem”. Esta comunicação sustentou, por momentos, a dúvida de que a barragem estaria em perigo de rutura, devido ao “galgamento” do seu coroamento, o que não se verificou.

Quanto às causas da rutura, devemos considerar um conjunto de fatores que a podem ter precipitado e, por isso, estarão na sua origem, embora este assunto seja matéria de outro tipo de análise, de natureza técnica especializada. No entanto, podemos adiantar que estamos perante uma infraestrutura com 60 anos de existência e com funcionamento anual irregular, ou seja, com o túnel afogado de inverno e ressecado de verão. Por outro lado, trata-se de uma estrutura de betão simples, não homogénea, assente em paredão de xisto com argamassa e muito fendido (fot. 9). Acresce ainda que, durante os quatro anos da fase de construção da

barragem e nas proximidades do local da rutura, o túnel esteve sem qualquer hidratação e sujeito a vibrações locais, em resultado da movimentação de máquinas no estaleiro implantado na sua proximidade. Por outro lado, verificamos uma ligeira inflexão da orientação do túnel, no local da rutura, de NNE-SSW para NNW-SSE, num ângulo de cerca de 140°, originando aí um ponto de pressão e aumento de carga lateral. A adicionar a estes fatores, devemos ainda considerar o aumento da cota do coroamento do açude do Ceiroco, em cerca de 1m, obra que ocorreu em finais dos anos cinquenta e que não estava incluída no projeto inicial. Julgamos que esta subida de cota do coroamento do açude, tendo em consideração o reduzido declive do túnel, pode ter contribuído para um aumento da carga a montante, por resistência ao escoamento, originada pelo afogamento da saída do túnel no açude que deriva para a Malhada do Rei. Estes fatores, e eventualmente outros, podem ter catalisado a fragilidade estrutural e provocado o rebentamento da parede do túnel, com as consequências locais já referidas.

TABELA I - Barragem do Alto Ceira: nível da albufeira, caudal afluente e caudal do túnel, entre as 15UTC do dia 30 e as 10UTC do dia 31 de janeiro de 2015 (Fonte dos dados: EDP, 2015).

TABLE I - Alto Ceira Dam: level of the reservoir, flow tributary and flow tunnel, between 15UTC January, 30 to 10UTC January 31, 2015 (Data source: EDP, 2015).

	Nível Albufeira (m)	Caudal Afluente (m ³ /s)	Caudal no Túnel (m ³ /s)
15UTC - 30Jan15	662,42	7,99	2,73
16UTC	662,67	10,14	3,61
17UTC	662,93	1,66	4,63
18UTC	663,26	15,05	5,98
19UTC	663,74	20,59	7,71
20UTC	664,22	21,83	8,90
21UTC	664,83	26,19	9,93
22UTC * (*)	665,72	53,83	11,06
23UTC	666,06	43,25	11,46
00UTC - 31Jan15	666,08	57,78	11,48
01UTC	666,08	57,73	11,48
02UTC	666,12	63,12	11,52
03UTC	666,07	54,7	11,47
04UTC	666,08	57,37	11,48
05UTC	666,16	69,47	11,56
06UTC	666,05	49,87	11,45
07UTC	665,92	34,39	11,30
08UTC	665,8	26,18	11,16
09UTC	665,7	20,35	11,04
10UTC(**)	665,62	23,68	10,95
* Inicia o funcionamento do descarregador de superfície (*) NPA= 665,4 m (**) Início da descarga de fundo.			

A perceção do risco

A perceção e a aceitação do risco assentam no conjunto de experiências vividas, assimiladas e transmitidas pelas populações e que ao longo de gerações vão fazendo parte da sua cultura. Estas vivências criam memórias que consolidam as informações das realidades do presente e do passado, aumentam a perceção do risco e reduzem a vulnerabilidade (F. Rebelo, 2003), criando resiliência. Perceber e aceitar o risco é incorporar as informações necessárias e suficientes para, antecipadamente, fazer face a um evento adverso e perante as adversidades minimizar o dano. A aceitação do risco tem em conta a capacidade de enfrentar o perigo com a proteção adequada, designadamente reduzindo previamente a vulnerabilidade, de acordo com a informação disponível e a capacidade de resposta própria ou externa.

As inundações ocorridas a 31 de janeiro de 2015 na bacia inferior do rio Ceira, associadas ao evento coincidente com a rutura do túnel de derivação da barragem do Alto Ceira, são factos carregados de elementos informativos, ou da falta destes, que nos fazem refletir e considerar que a qualidade do processo de comunicação, e a fiabilidade e rigor das informações recolhidas, processadas e transmitidas, são fundamentais para a proficiência do sistema de proteção civil e a gestão da emergência (G. Oliveira, 2007).

Na realidade, decorreram 3h20m entre o primeiro alerta, para um deslizamento de terras, e a identificação do problema inicial, a rutura do túnel. Com efeito, essa rutura teve impacto local, nomeadamente na estrada municipal 1401 em Porto da Balsa, Pampilhosa da Serra. Por sua vez, cerca das 08UTC, em Foz de Arouce, Segade e Cabouco (8h07) eram patentes os efeitos da inundação dos terrenos marginais e habitações, devido ao transbordo do rio Ceira para o seu leito de inundação. Entretanto, os operacionais tinham partido de madrugada, em condições adversas, à busca de um deslizamento de terras. Por sua vez, enquanto as populações dormiam o rio extravasava do seu leito ordinário. O sistema de proteção civil, sempre alerta, geria a informação que ia chegando. Mas a natureza seguia o seu curso, paulatinamente, manifestando-se à revelia da vontade de quem necessita de socorro e de quem socorre.

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. De facto, a população apenas percecionou que não houve precipitação local que justificasse esta inundação mas não se apercebeu do que se passara a montante, nem o podia ter sentido, pois apenas vivenciara os efeitos locais do seu rio, que bem conhece.

Assim, sem outras justificações válidas, referiu que os danos foram provocados pela rotura de um túnel, pois foi essa a informação inicialmente veiculada.

Por sua vez, importa também reportar que essa informação, logo que emitida pelas 7h55m, gerou uma dúvida que se relacionava com a possibilidade de um problema estrutural na barragem, informação esta que foi reforçada com a mensagem de que a água estaria a galgar a infraestrutura hidráulica. O facto de ter sido utilizado o termo “galgar”, para mencionar que o descarregador de superfície da barragem estava a “laminar”, gerou uma preocupação acrescida para o sistema de proteção civil. Com efeito, receber informações atempadas, rigorosas e validadas, é fundamental para a gestão da emergência.

Neste caso não foi possível recolher e transmitir tais informações com a celeridade e o rigor necessários, dado que os operacionais intervieram de noite, com condições meteorológicas adversas, sem visibilidade e sem condições de progressão no terreno que lhes permitissem validar rapidamente a origem do problema. Por sua vez, alguns autarcas, na posse das informações possíveis, adotaram os procedimentos julgados convenientes na defesa e salvaguarda das populações. Rapidamente pretenderam perceber de onde provinha o problema e a quem atribuir responsabilidades pelos danos provocados. Logo exigiram celeridade na assunção de responsabilidades e na reposição da normalidade com reparação de danos, que embora ainda não contabilizados, deveriam rapidamente ser ressarcidos, segundo o adágio popular de que a “culpa não pode morrer solteira”.

Também o sistema de proteção civil teve dificuldade em perceber o que realmente estava a ocorrer. A informação da rutura do transvase foi disseminada e embora carecendo de validação e de rigor, não terá comprometido a difusão e o cumprimento de determinações operacionais. As informações sobre a “rotura no túnel da barragem”, logo propiciaram uma correlação de efeitos que foram associados a uma perceção de problemas estruturais, afinal inexistentes na barragem, mas que exigiram maior esforço operacional para agilizar procedimentos para um previsível pior cenário.

Considerações finais

A explicação da inundação da madrugada do dia 31 de janeiro não se terá ficado a dever apenas a uma única causa, mas sim a uma série de causas, tais como condições meteorológicas que determinaram elevados quantitativos de precipitação nas terras altas, inadequado ordenamento do território, porventura alguma de falta de rigor na recolha e validação de alguma informação, ausência de uma correta perceção do risco e um deficiente sistema de monitorização e vigilância do rio Ceira, causas que no seu conjunto contribuíram para uma difícil gestão desta situação de emergência.

Neste contexto, entendemos que é fundamental agilizar um sistema de informação, monitorização, aviso e alerta fiável de modo a contribuir para a redução dos efeitos dos fenómenos meteorológicos excecionais, traduzidos em eventos hidrológicos repentinos.

Com efeito, após análise dos dados e das conclusões das várias entidades com responsabilidades em matéria de infraestruturas, gestão de emergência e monitorização hidrológica e meteorológica, foi possível perceber que a informação, ou falta dela, ampliou os efeitos do evento, gerando inicialmente um conjunto de dúvidas. Ficámos a saber que a rotura do transvase teve um contributo residual não significativo para a inundação verificada e que por ter ocorrido durante a noite e com fraca precipitação no troço final do rio Ceira, desvirtuou a perceção da exigência de monitorização e vigilância das “áreas historicamente mais vulneráveis”.

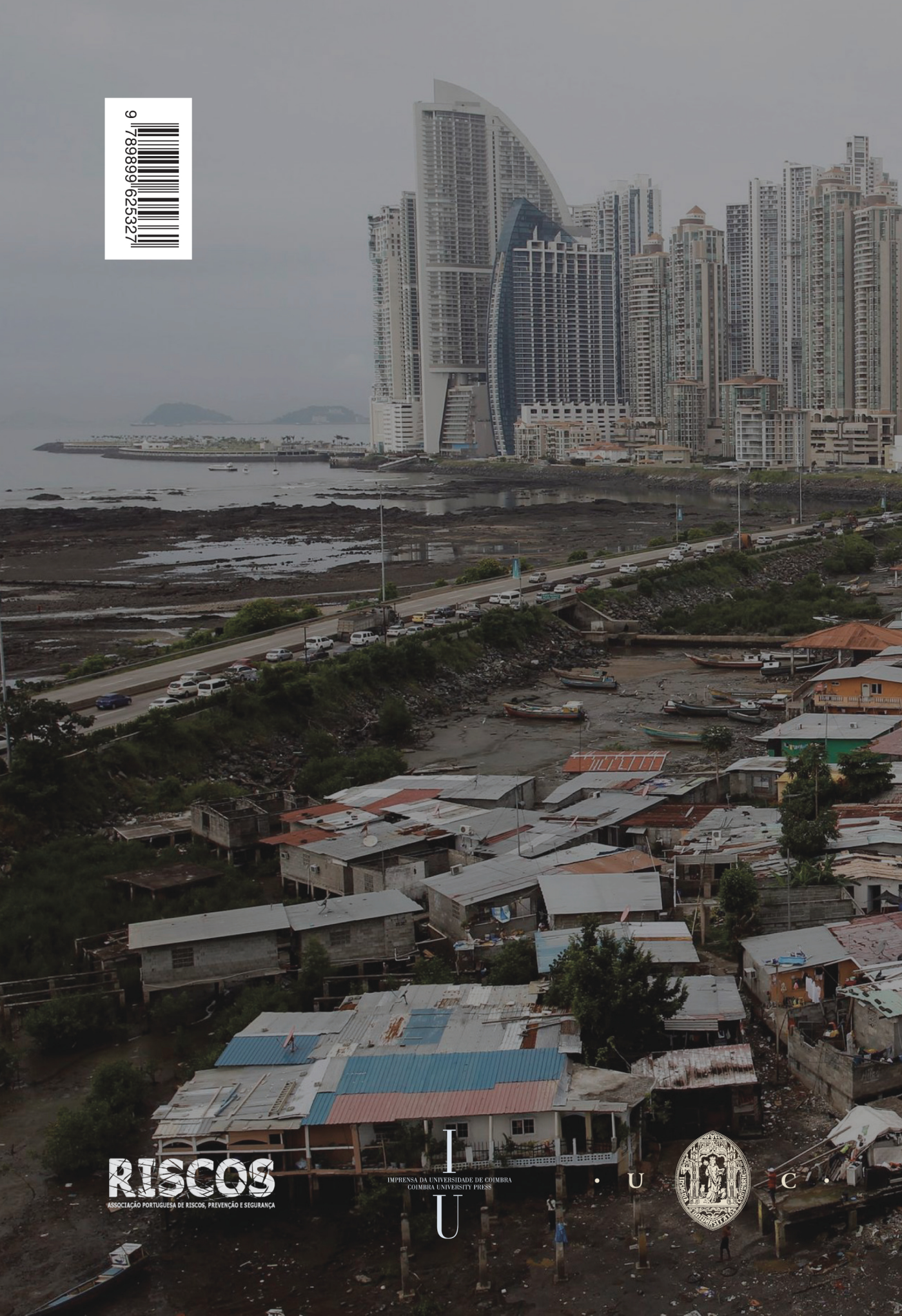
A monitorização de dados hidrológicos e meteorológicos são primordiais para a análise da magnitude das inundações nas áreas mais baixas das bacias hidrográficas. A modelação permite criar cenários e simular o funcionamento dos leitos (E. Alves *et al.*, 2014), contribuindo assim para uma previsão de efeitos. Assim, adquire-se celeridade e proficiência na prevenção e na reação à emergência, no aviso atempado às populações e no alerta aos agentes de proteção civil. Contudo, se existir informação e monitorização de dados, mas não soubermos daí extrapolar efeitos dos impactes para o território e para as populações, por falta de modelação, de nada servirá para a gestão da emergência e de pouco valerá para o sistema de proteção civil.

Referências bibliográficas

- Alves, Elsa e Mendes, Lourenço (2014). Modelação da Inundação fluvial do Baixo Mondego. *Recursos Hídricos*, Vol. 35, n.º 02, Lisboa, p. 41-54.
- ANPC - AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO CIVIL (2015). Análise das cheias registadas na bacia hidrográfica do rio Ceira em 31jan2015, Carnaxide, p. 1-35 (Relatório inédito).
- APA - AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (2015). Nota sobre as ocorrências no rio Ceira em 31 de janeiro de 2015, Amadora, p. 1-10 (Relatório inédito).
- ARH - ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA, Centro (2011). *Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas dos Rios Vouga, Mondego e Lis integradas na Região Hidrográfica 4*. Relatório Técnico para efeitos de participação pública, Administração da Região Hidrográfica do Centro, l. P., 213 p. Disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/CONSULTA_PUBLICA/CP_ARHCentro/Consulta_Publica/AnexoIV_FichasCaracterizacao.pdf, (Julho-Setembro de 2015).
- Bravo, N. L. e Antunes do Carmo J. S. (2005). A modelação em recursos hídricos como instrumento de apoio aos processos de decisão. *Proc. VII SILUSBA*, Évora. Publicado em CD (Julho de 2015), p 1-13.

- CAMC - COMISSÃO ASSOCIATIVA DE MELHORAMENTOS DE CAMBA (2006). Mau tempo no Alto Ceira. Disponível em: <http://camba2.com.sapo.pt/noticias.htm> (11/2006) e <http://camba2.com.sapo.pt/recursos/relatorio2007.pdf>.
- CAMC - COMISSÃO ASSOCIATIVA DE MELHORAMENTOS DE CAMBA (2011). Nova Barragem do Alto Ceira. Disponível em: <http://www.cambaonline.com/index.php/info-online/noticias-da-aldeia/108-nova-barragem-do-alto-ceira>.
- DIÁRIO DA REPÚBLICA - Decreto Regulamentar n.º 9/2002, de 1 de março, Diário da República, I série-B, n.º 51, p. 1695-1745). Disponível em: <https://dre.pt/application/file/254104>.
- EDP - ELETRICIDADE DE PORTUGAL. GESTÃO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA S.A. (1984). *Centros produtores de energia elétrica*, Lisboa, 40 p.
- EDP - ELETRICIDADE DE PORTUGAL. ÓRGÃO CENTRAL DE INFORMAÇÕES E RELAÇÕES PÚBLICAS. (2008). *Aproveitamento hidroelétrico de Santa Luzia - Nova Barragem do Alto Ceira, Estudo de Impacte Ambiental (EIA)*, Resumo Não Técnico, Lisboa, Volume I, 22 p.;
- EDP - ELETRICIDADE DE PORTUGAL. GESTÃO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA S.A. (2012). *Nova Barragem do Alto Ceira - Plano de Emergência Interno* (CD), 206 p.
- Gonçalves, Anselmo (s/d). *A Construção da Barragem e Central Hidroelétrica de Santa Luzia também faz parte dessa História*. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/17095314/A-Construcao-da-Barragem-e-Central-Hidroelectrica-de-Santa-Luzia>.
- IGEOE - INSTITUTO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO (1991 a 1993). Carta Militar de Portugal; Escala 1/25 000; Série M888; Folhas n.º. 233 Vide (Seia) (edição 2 de 1993), 244 S. Jorge da Beira (Covilhã) (edição 2 de 1992) e 254 Vidual (Pampilhosa da Serra) (edição 2 de 1991).
- IPMA - INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E ATMOSFERA (2015). Boletim Climatológico Mensal de janeiro de 2015. Disponível em: https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im_publicacoes/edicoes.online/20150206/kWnHhBubYwWTPmfNuwdP/cli_20150101_20150131_pcl_mm_co_pt.pdf (junho de 2015).
- Lourenço, Luciano (1988). Efeitos do temporal de 23 de Junho de 1988 na intensificação da erosão das vertentes afetadas pelo incêndio florestal de Arganil/Oliveira do Hospital. *Comunicações e Conclusões, Seminário Técnico sobre Parques e Conservação da Natureza nos Países do Sul da Europa*, Faro, p. 43-77.;
- Lourenço, Luciano (1989). *O Rio Alva. Hidrogeologia, Geomorfologia, Climatologia e Hidrologia*. Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra, 162 p.
- Lourenço, Luciano (2007). Riscos Ambientais e Formação de Professores (*Atas das VI Jornadas Nacionais do Prosepe*). *Colectâneas Cindinicas VII*, Projeto de Sensibilização e Educação Florestal e Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais e Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, 223 p. Disponível em: http://www.uc.pt/fluc/nicif/Publicacoes/Colectaneas_Cindinicas/Coletanea_Cindinica_VII.
- Lourenço, Luciano e Direito, A. Cunha (1994). Arborização das vertentes serranas, uma medida de proteção contra as enxurradas. Fogos florestais um atentado contra as arborizações e um incentivo ao desenvolvimento de enxurradas. Os exemplos do alto vale do rio Zêzere, a montante de Manteigas. *Os Recursos Florestais no Desenvolvimento Rural, Atas 2, III Congresso Florestal Nacional*, Figueira da Foz, p. 1-9.
- Lourenço, Luciano e Nunes, Adélia (2014). O flagelo das chamas e a recorrência de eventos hidrogeomorfológicos intensos. O exemplo da bacia do rio Alva (Portugal). *WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers. Thematic Area Series SATAD - TA8 - "Water-related disasters: from trans-scale challenges to interpretative multivocality"*, vol. 1, n.º 1, p. 43-90 (Print: ISSN 2056-4856; Online: ISSN 2056-4864).
- Oliveira, Gisela (2007). Comunicar numa situação de emergência ou de crise. *Territorium* n.º 14 Coimbra, p. 113-119. Disponível em: http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T14_artg/T14NNR02.pdf.
- Pereira, N. e Lourenço, L. (2008). Riscos de Cheias e inundações após incêndios florestais. O exemplo das bacias hidrográficas das ribeiras do Piódão e de Pomares, *Riscos Ambientais e Formação de Professores, Actas da VI jornadas Nacionais do Prosepe*, Coimbra, p. 123-149. Disponível em: http://www.uc.pt/fluc/nicif/Publicacoes/Colectaneas_Cindinicas/Download/Colecao_VII/Artigo_II.pdf.
- Pinto, P., Narciso, P. e Diogo, D. (2015). *Relatório DivMV 02/2015 Episódio de precipitação nos maciços da Lousã e Açor, 30/31 janeiro 2015*, Instituto Português do Mar e Atmosfera, Lisboa, p. 1-10.
- Ramos, Catarina (2013). Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: o caso das cheias e inundações. *e-LP Engineering and Technology Journal*. Disponível em: <http://revistas.ulusofona.pt/index.php/revistae-lp/article/view/3320/2443>, p. 11-16.
- Rebelo, Fernando (2003). *Riscos naturais e ação antrópica*, Coimbra, Imprensa da Universidade (2.ª edição), p.274.
- Ribeiro, Orlando (1968). Excursão à Estremadura e Portugal Central, *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, Vol. III, n.º 6, Lisboa, p. 274-299.

9 789899 625327



RISCOS
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA

I
U
IMPRESA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
COIMBRA UNIVERSITY PRESS

• U



e •