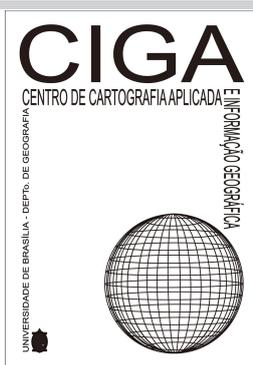


FRIDÃO E SEGURANÇA EM BARRAGENS: QUO VADIS? UMA ABORDAGEM DA GEO-CINDÍNICA A DESASTRES POTENCIAIS (RIO TÂMEGA – NORTE DE PORTUGAL)

José Gomes dos Santos
Joaquim António Saraiva Patriarca

p. 66 - 95

Revista



Revista Eletrônica:
Tempo - Técnica - Território,
V.10, N.1 (2019), 66:95
ISSN: 2177-4366

DOI: <https://doi.org/10.26512/ciga.v10i1.24043>

Data de envio:
11/04/2019
Data de aceite:
03/09/2019

Como citar este artigo:

Santos, J.G; Patriarca, J. A. S; FRIDÃO E SEGURANÇA EM BARRAGENS: QUO VADIS? UMA ABORDAGEM DA GEO-CINDÍNICA A DESASTRES POTENCIAIS (RIO TÂMEGA – NORTE DE PORTUGAL). Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território, v.10, n.1 (2019), p. 52:65 ISSN: 2177-4366. DOI: <https://doi.org/10.26512/ciga.v10i1.24043>

Disponível em:

<http://periodicos.unb.br/index.php/ciga/>

Este obra está licenciado com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.

FRIDÃO E SEGURANÇA EM BARRAGENS: *QUO VADIS?* UMA ABORDAGEM DA GEO-CINDÍNICA A DESASTRES POTENCIAIS (RIO TÂMEGA – NORTE DE PORTUGAL)

José Gomes dos Santos

Professor Auxiliar no Departamento de Geografia e Turismo da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Ph.D. em Geografia Física; formação em Geomorfologia, Natural Hazards e em GIS. Fundador do Mestrado em Tecnologias de Informação Geográfica, ambos pela Universidade de Coimbra e do ciclo de congressos internacionais Jornadas Lusófonas de Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica. CEO da empresa iNovamapping, LDA.

Joaquim António Saraiva Patriarca

Licenciado em Geografia e Mestre em Tecnologias de Informação Geográfica, ambos pela Universidade de Coimbra. Formação em GIS e WebGIS, Programação Web, Programação em GIS, desenvolvedor GIS. Investigador e Doutorando em Engenharia Informática na Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra.

RESUMO: Um pouco por todo o lado, a construção de barragens continua a ser uma das soluções encontradas pelos diferentes governos dos mais diversos países para controlar os seus recursos hídricos ou para represar materiais de mineração. Em ambos os casos os riscos associados têm vindo a revelar-se preocupantes porque são diversos os casos em que ocorreram grandes catástrofes, seja por razões tecnológicas (incluindo a própria pressão exercida por grandes volumes sobre linhas de fragilidade tectónica), seja por causas naturais (sismos, deslizamentos, etc.) ou por ambas – poligenese ou génese complexa/compósita. Em Portugal, apesar de não serem conhecidos grandes acidentes relacionados com a construção de barragens, existem algumas situações preocupantes, sobretudo quando a jusante se localizam aglomerados populacionais. O caso de Fridão na bacia do Tâmega (Norte de Portugal), ainda em fase de decisão de concessão, poderá vir a tornar-se num dos mais perigosos devido à conjugação de dois factores que dão corpo às reflexões que apresentamos neste trabalho: um contexto morfo-estrutural e morfo-tectónico propenso à ocorrência de factores desencadeantes de crises, sobretudo relacionado com a falha Penacova-Régua-Verin, e a existência de um contexto morfo-dinâmico favorável à ocorrência de instabilidade nas vertentes (que ocorreram no passado e produziram várias dezenas de mortos) e se revelam como concorrentes potenciais para um aumento assinalável dos factores de Risco. Assegurar as condições de segurança relativa a este tipo de construções impõe a implementação de um conjunto de regras e procedimentos que possam dar corpo a uma filosofia política, preventiva e proactiva, capaz de garantir a protecção das populações.

ABSTRACT: Throughout the world, dam construction continues to be one of the solutions found by different governments in different countries to control their water resources or mining materials. In

both cases, the associated risks have been worrying because there are several cases of major disasters, whether for technological reasons (including the pressure exerted by large volumes on tectonic fragility lines) or natural causes (earthquakes, landslides, etc.) or both (polygenesis or complex / composite genesis). In Portugal, although there are no major accidents related to the construction of dams, there are some dangerous situations, especially when downstream are located **villages, towns or even cities**. The case of Fridão in the Tâmega basin (Northern Portugal), still in the concession phase, may become one of the most dangerous due to the combination of two factors that give substance to the reflections we present in this work: a morpho-structural and morpho-tectonic, context prone to the occurrence of crisis-triggering factors, especially related to the Penacova-Régua-Verin fault, and the existence of a morpho-dynamic context favorable to the occurrence of instability in the slopes (which occurred in the past and produced several dozen of deaths) and are seen as potential competitors for a marked increase in risk factors. Ensuring the safety conditions related to this type of constructions requires the implementation of a set of rules and procedures that can give shape to preventive and proactive policies able to guarantee the protection of the populations.

PALAVRAS-CHAVE: Ordenamento do território, Geo-cindínica, Segurança em barragens, TIG, Cartografia, Perigosidade, Vulnerabilidade e Risco

KEYWORDS: Spatial Planning, Geo-dinynics, Dam Safety, GIT, Cartography, Hazard, Vulnerability and Risk

INTRODUÇÃO

Apoiada por ferramentas cada vez mais poderosas e por um desenvolvimento bem articulado de métodos, técnicas e procedimentos científicos estruturados, a informação geospacial e o fluxo de geoprocessamento que se lhe empresta, definem uma das mais poderosas formas de intervenção activa (e proactiva) na gestão territorial e na protecção ambiental. Acompanhamos a seguinte narrativa, que nos ensina a saber pensar o espaço geográfico e a saber lê-lo com os olhos da cartografia: a informação espacial referente à forma de ocupação que se processa no território, constituiu uma das mais importantes estratégias para responder e informar sobre as inúmeras indagações do que está acontecendo, do que pode acontecer e do que aconteceu no espaço geográfico. Nesse sentido, o mapeamento das ocupações e dos espaços como ferramenta de armazenamento e comunicação de dados geográficos têm experimentado significativos avanços nas fontes geradoras das informações, principalmente nas últimas décadas, com os produtos de sensoriamento remoto de última geração e as tecnologias computacionais para manipulação e referenciamento da informação territorial (SANZIO ANJOS, 2018, p. 57-58).

Numa dimensão específica que retrata a relação Homem-Meio e Homem-Território – a dimensão dos Riscos Naturais, que abraça o objecto de estudo das ciências cindínicas, neste caso, Geo-cindínicas – tem vindo a expor as fragilidades dos sistemas terrestres (Eco e Geossistemas – entendidos nas

perspectivas de CHORLEY, 1962; SOTCHAVA, 1963; TRICART, 1965 ou BERTRAND, 1971, entre outros autores). Debatido de forma notável em trabalho recente (CAVALCANTI e CORRÊA, 2016), também no Brasil o tema dos Geossistemas tem despertado alguma controvérsia e resistência à aceitação, à qual não será alheio o facto de se tratar de uma teoria proposta e seguida, sobretudo, por autores franceses e russos e, por essa razão, não entrou no *mainstream* anglófono.

Seja pela manifestação de desastres naturais ou de desastres com génese complexa (naturais e tecnológicos), de que destacamos os incêndios rurais, as inundações rápidas, as enormes devastações provocadas por sismos, tsunamis, grandes tempestades meteorológicas, etc, torna-se cada vez mais urgente a tomada de consciência comum de que a Gaia está cada vez mais perigosa, o que obriga à tomada de decisões atempadas, de preferência, enquadradas numa estratégia de *Early Warning* que emana do espírito da letra dos diversos documentos produzidos pelas UN (designadamente pela International Strategy for Disaster Reduction – ISDR). Mas, estará o planeta Terra verdadeiramente mais perigoso? Ou, com alguma incúria e irresponsabilidade, terá o Homem contribuído para um aumento descontrolado das vulnerabilidades territoriais fazendo, com isso, aumentar o Risco? Temos nesta tríade (Perigosidade-Vulnerabilidade-Risco) a matriz desta abordagem Geo-cindínica (FAUGÈRES, 1991; REBELO, 1999; LOURENÇO, 2007) aos problemas relacionados com a construção de barragens que, amiúde, têm vindo a provocar grandes dramas, quando lidos nos mais diversos níveis de análise, incluindo a perda de vidas humanas, em maior ou menor escala. A este propósito, importa recordar a recomendação fundamental saída da Conferência sobre Desenvolvimento Sustentável 2012 (UN), que teve lugar no Rio de Janeiro (Brasil), “The Future We Want” (<https://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html>) e cujos objectivos tinham o foco colocado na urgência de reduzir o risco de ocorrência de desastres e aumentar a resiliência das populações e dos territórios. De acordo com os dados disponibilizados pela Agência Europeia para o Ambiente (AEA) no Relatório Técnico N° 13/2010, entre 1998 e 2009 a ocorrência de 928 desastres naturais e tecnológicos na Europa provocou a perda de aproximadamente, 100000 pessoas e os danos materiais ultrapassaram os 150 biliões de Euros nos 32 países-membros da AEA (CARMO, 2018). Em Portugal, ou em qualquer outra parte do mundo, a problemática das barragens extravasa, sobremaneira, o âmbito da questão energética, dos recursos, dos benefícios para as populações, dos impactes ambientais que gera (ou acentua) mas, também, dos interesses que, de forma mais ou menos oculta, se desenvolvem em torno das decisões políticas que possam viabilizar a sua concessão. Os estudos sobre riscos associados à sua construção, funcionamento mas, sobretudo, os que devem ser tomados em linha de conta, desde logo, na escolha do sítio para a sua implantação, têm vindo a revelar-se nucleares em toda esta problemática.

São conhecidos vários exemplos paradigmáticos de grandes catástrofes (<https://www.emdat.be/> e <http://www.sigma-explorer.com/>) algumas das quais estão associadas a barragens (<http://www.wise-uranium.org/mdaf.html>), (Figura 1), que motivaram relatos históricos que nos recordam as consequências indelévels que deixaram na paisagem e nas populações afectadas. Um dos mais emblemáticos - possivelmente o primeiro grande acidente deste tipo relatado na literatura, ocorreu há mais de 100 anos, em 1 de junho de 1889, a montante da cidade de Johnstown, na Pennsylvania, EUA (CARMO, 2013). De acordo com a narrativa do autor, “naquela altura, a rotura de uma barragem de terra gerou uma onda de cheia que se propagou com uma altura de mais de 10 m e a uma velocidade de cerca de 15 m/s em direção à cidade de Johnstown”.



A-Vaiont (Fonte: WARD & DAY, 2011);

B- Sichuan (Fonte: XUAN e Van WESTEN, 2018);

C- Mariana (Fonte: Pleiades © CNES 2015 - Distribution: Airbus Defence and Space; Map produced by CENAD (Brazilian National Risk and Disaster Management Center);

D- Brumadinho (Fonte: CENAD (Brazilian National Risk and Disaster Management Center).

Figura 1. Exemplos de alguns dos mais severos e/ou recentes acidentes relacionados com barragens.

Mais recentemente, pela severidade que revelaram e que ficou materializada pelos avultados danos que produziram, são dignos de nota de destaque outros grandes eventos geralmente enquadrados num sistema complexo de processos desencadeantes que envolvem, por exemplo, grandes tempestades, movimentos em massa, ou sismos¹, das quais se destacam (Figura 1) os de Vaiont (Itália, 1963), Sichuan (Zipingpu dam - China, 2008), Mariana (Brasil, 2015) e Brumadinho (Brasil, 2019). Em todos eles a escolha do sítio físico para a sua implantação se revelou profundamente errada. Ocorre, por isso, invocar as sábias palavras de Varnes (1984) quando, à luz de uma inspiração uniformitarista, se referia à necessidade de ter em conta que as condições que estiveram na origem de acidentes passados (referindo-se a movimentos em massa) são mais susceptíveis de produzir desastres semelhantes no futuro. *Mutatis mutandis*, saibamos ler as implicações desta reflexão quando aplicada à escolha da localização de barragens.

Em Portugal, apesar de não serem conhecidos registos de acidentes graves com barragens, estão documentados vários contextos de perigo potencial em que a materialização do risco pode, a qualquer momento, dar lugar a grandes desastres. Numa altura em que os eventos climáticos extremos se têm vindo a revelar como factos preocupantes cujo ritmo, frequência e grau de severidade têm indubitavelmente aumentado, tomam-se como avisados (e bem-vindos) todos os mecanismos e iniciativas (oficiais, académicos, etc.) que permitam formular alertas que possam antecipar riscos de desastre, bem como delinear e, desejavelmente, implementar estratégias de prevenção e mitigação eficazes. A legislação portuguesa contempla um assinalável conjunto de ferramentas jurídicas, como o decreto-lei n.º 21/2018, de 28 de março, que agrega num único diploma o Regulamento de Segurança de Barragens (RSB) e o Regulamento de Pequenas Barragens (RPB), estabelecendo o quadro de atuação em vigor para controlo de segurança das barragens portuguesas (Agência Portuguesa do Ambiente - APA, <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=304>). Em

¹ São, todavia, conhecidos casos em que a própria construção das barragens funciona como indutora de sismicidade pelo excesso de carga que afecta acidentes tectónicos locais e lineamentos – descontinuidades geológicas com actividade iminente que é desencadeada pelo novo contexto morfo-estrutural que envolve a barragem. Este processo é referido na literatura da especialidade como Sismicidade Induzida por Reservatórios (RIS – acrónimo anglógrafo) e está muito bem descrito no documento da International Rivers, BerkeleyWay, USA (https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ris_final_lorez2.pdf), em que o Brasil está presente pela contabilização de três casos: Porto Colombia/Volta Grande, Capivara e Carmo do Cajura. No que diz respeito à catástrofe de Sishuan, o organismo japonês “Japan Society of Civil Engineers, Earthquake Engineering Committee, Earthquake Disaster Investigation Sub-Committee” (AYDAN, 2009, Editor), cumpriu com notável rigor a responsabilidade de produzir um relatório técnico-científico, no qual o evento em causa se encontra devidamente documentado (http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol3/08/20080512report_1.pdf).

matéria de controlo de segurança compete à APA, enquanto Autoridade Nacional de Segurança de Barragens (ANSB), promover e fiscalizar o cumprimento dos normativos legais de segurança de barragens (<https://www.apambiente.pt/index.php?pref=16&subref=7&sub2ref=31&sub3ref=1288>).

1- OBJECTIVOS

O presente trabalho tem como meta principal promover uma reflexão relacional sobre dados relativos à construção do complexo de barragens em Fridão (Rio Tâmega – Norte de Portugal), dados que podem anunciar desastres potenciais dos quais poderiam resultar consequências devastadoras. Trata-se de um projecto de construção de um complexo de barragens binucleado que ameaça poder tornar-se num perigo potencial assinalável, se atendermos à localização e ao contexto geomorfológico e geotectónico que as iria caracterizar, tudo isto sublinhado pela existência de aglomerados populacionais a jusante que, em caso de acidente, por ruptura ou devido a outras causas com ignição potencial já sinalizada, se traduziria num aumento significativo do grau de vulnerabilidade territorial. Faz-se notar que estas duas barragens de Fridão, estão ainda em fase de projecto, e a decisão que, ao momento da redacção deste documento, estava prestes a ser anunciada pelo governo de Portugal pode, até, indicar o caminho da reprovação da sua construção.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Contextualização do problema, cartografia de variáveis do suporte físico e dinâmicas territoriais

A redacção deste documento conta com o apoio cartográfico de informação desenvolvida pelos autores no âmbito da rede CYTED “JUST-Side” (http://www.cyted.org/?q=es/detalle_proyecto&un=955) e do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin” (<http://mava-foundation.org/grants/reviving-douro-basin/>) atinente ao conjunto das cinco barragens previstas no Plano Nacional de Barragens de Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH - Portugal) para a Bacia do Rio Douro (Figura 2). Como temos vindo a referir desde o início do trabalho, o enfoque é colocado no caso de Fridão, porventura, e pelas razões antes apresentadas, o que envolve o coeficiente de vulnerabilidade territorial mais elevado e, por consequência, riscos também mais elevados. Mas não passa pelos objectivos definidos pelos autores deste documento apresentar uma caracterização técnica exaustiva dos dois módulos que configuram a estrutura de Fridão. Para esse efeito, existem vários endereços, oficiais e não oficiais, por exemplo, <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=7&albufcode=177>, e <https://www.google>.

com/maps/d/viewer?mid=1Jne3dmgwIXsqhdkmSid02WwKAO0&ll=41.30604631043737%2C7.608612117611415&z=9, a partir dos quais essa informação pode ser consultada, recolhida e processada, por exemplo, em ambiente SIG. Não obstante, a caracterização da perigosidade, da vulnerabilidade e do risco associados à potencial concessão de direito de construção e de exploração deste empreendimento à concessionária – EDP, requer a apresentação e cruzamento de alguns dados técnicos com dados geoespaciais para que se perceba a magnitude do problema e dos perigos potenciais associados. Por essa razão iremos apresentar e analisar alguma da informação cartográfica relativa a variáveis do suporte físico e informação cartográfica relativa a variáveis sócio-económico-demográficas.

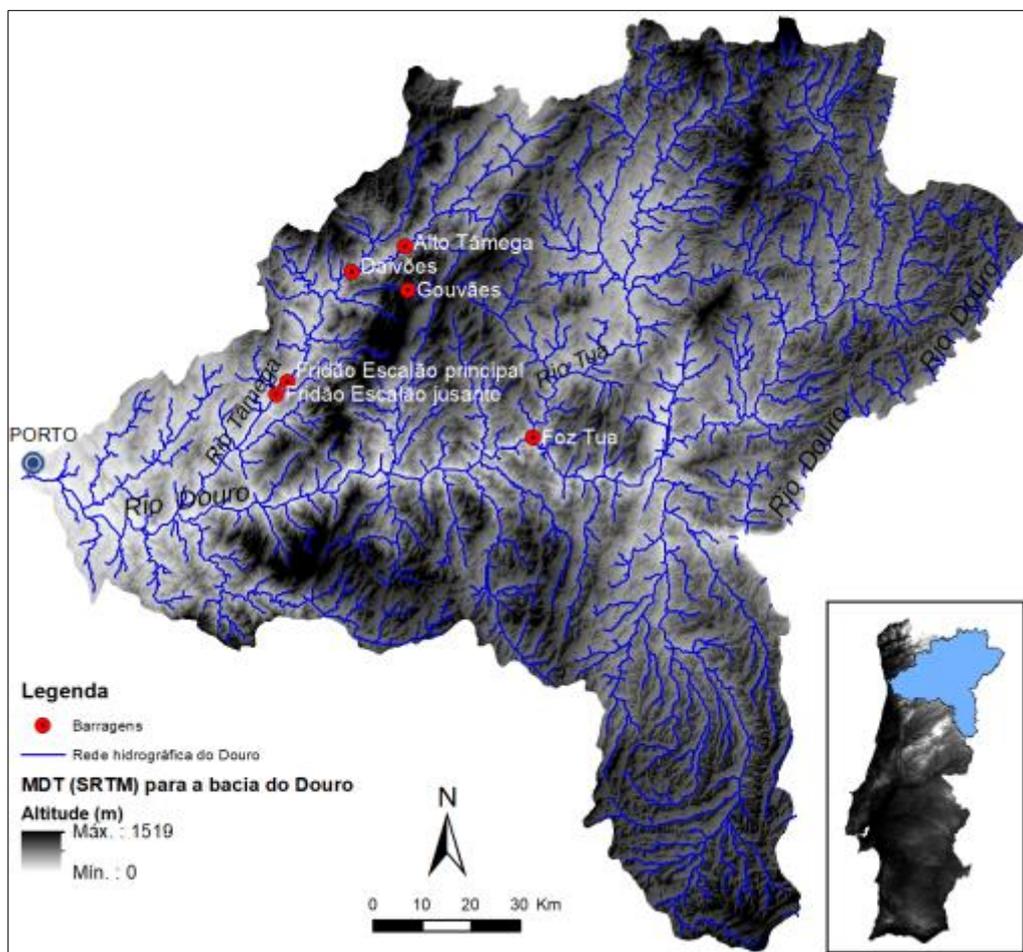


Figura 2. Localização das barragens do PNBEPH de Portugal – Bacia do Douro. (Documento elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

A geologia e a geomorfologia da bacia do Douro são temas abordados em diversos documentos de cariz puramente científico, técnico ou ambos. Em regra, todos referem a complexidade morfo-estrutural (litologia, tectónica e neotectónica) que caracteriza o noroeste da região trasmontana-terras

de barroso, na qual está talhada a sub-bacia do Tâmega. Em estudos anteriores e em trabalhos de coordenação técnica e científica desenvolvidos para a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (CCDR-N), tivemos também oportunidade de nos referir a esta complexidade (SANTOS, 2002, 2003, 2005 e 2017) que, entre outros aspectos, condiciona a relação entre formas e estrutura de relevo, ou seja, a dinâmica geomorfológica. Comandada pela existência de dois grandes acidentes tectónicos (Figura 3 e Figura 4) com orientações NE-SW e NNE-SSW (orientações hercínicas) – os acidentes Penacova-Régua-Chaves (PRC) e Manteigas-Vilariça-Bragança (MVB) – a paisagem do norte de Portugal encontra-se profundamente marcada pela importância da conjugação entre factores estruturais relacionados com a composição litológica, num contexto de confronto preferencial entre granitóides e rochas metassedimentares (Figura 3) e a tectónica, principalmente, a fracturante (Figura 4 e Figura 5).

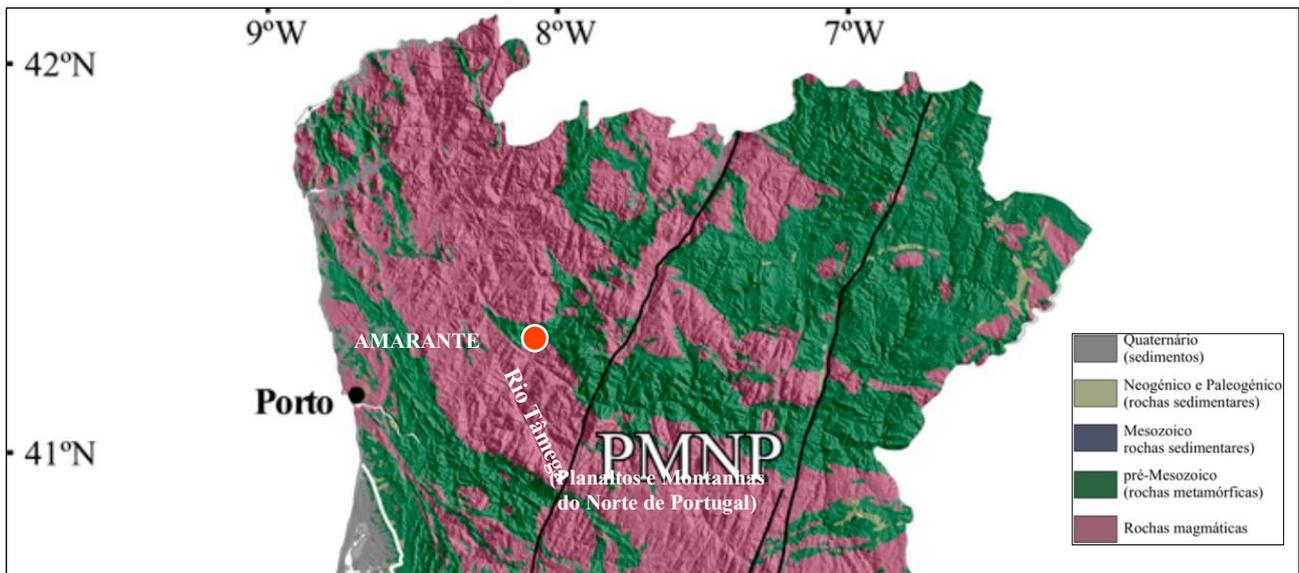


Figura 3. Principais unidades morfo-estruturais de Portugal (Fonte: CUNHA et al., 2018, adaptado).

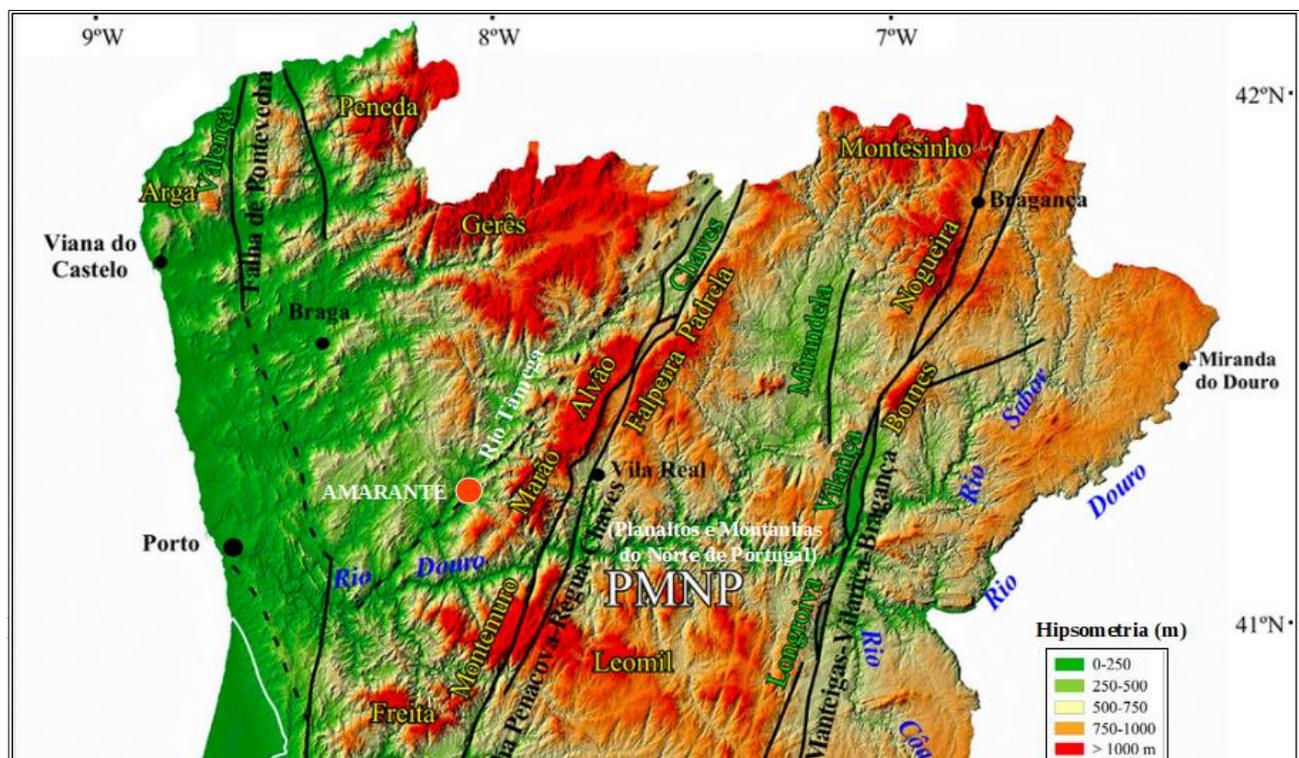


Figura 4. Hipsometria e principais unidades morfo-estruturais de Portugal (Fonte: CUNHA et al., 2018, adaptado).

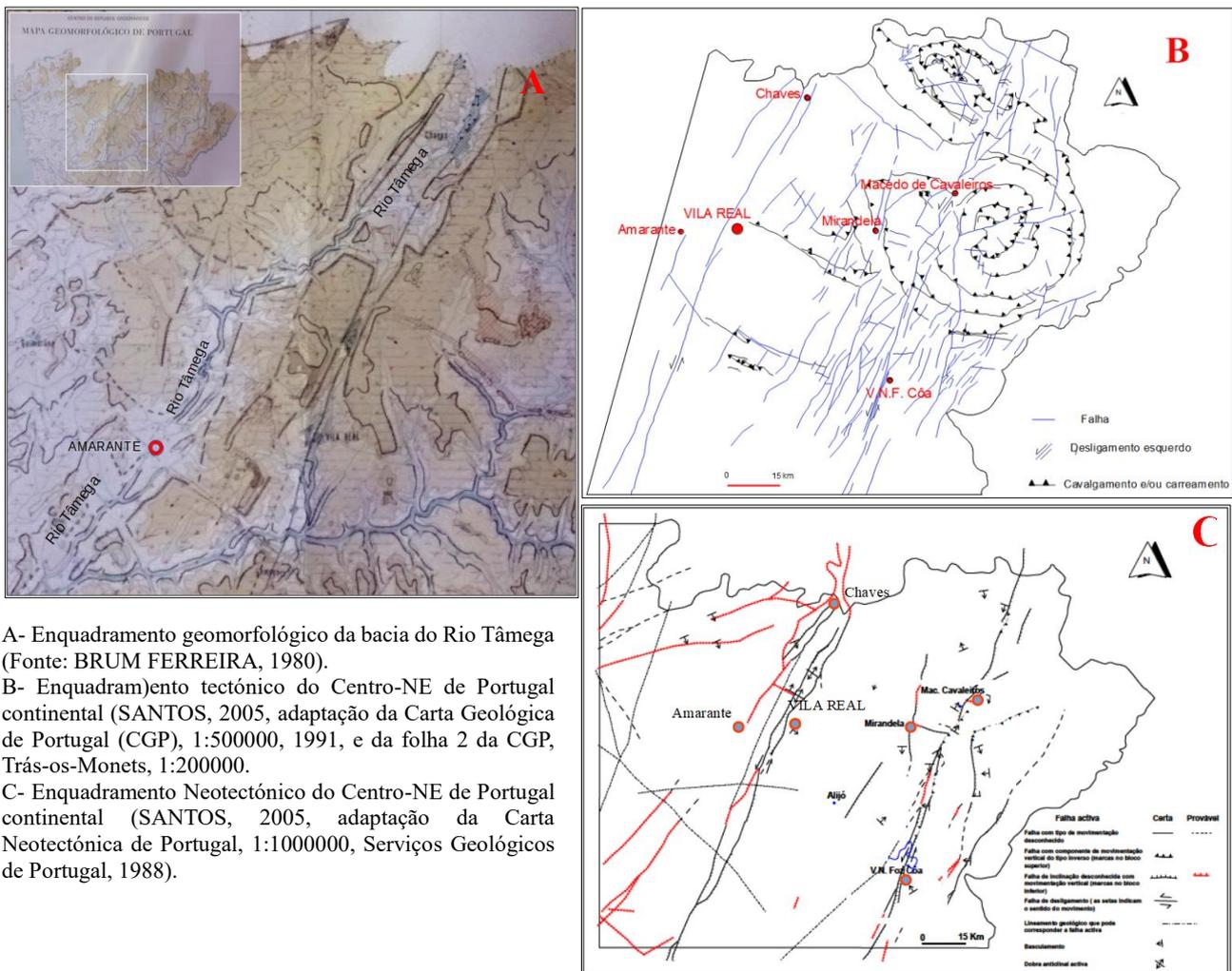


Figura 5. A- Enquadramento geomorfo-estrutural da bacia do Rio Tâmega (Fonte: BRUM FERREIRA, 1980).

O contexto morfo-tectónico traduz, e ao mesmo comprova, a ocorrência de diversos processos de adaptação de ambas as redes fluviais, do Douro e do Tâmega, à rede de falhas e fracturas, um traço geomorfológico comum a muitos rios do noroeste português (REBELO, 1984). O mesmo estará relacionado com o efeito de retropropagação da “onda de incisão fluvial quaternária” (SANTOS, 2005) de um “pré-Douro oceânico” que, a partir do final do Cenozóico foi capturando para montante, provavelmente em favor de uma rede de fracturação ortogonal, pequenas bacias endorreicas interiores (entre as quais a do pré-Tâmega) até promover a captura mais importante de um “Douro interior

Ibérico” - Douro Castelhana (endorreico). A consequente ligação distal do interior da bacia duriense ao oceano, que se traduziu por um aumento do declive máximo da bacia, logo, da energia potencial da sua rede - processo que deverá ter sido consolidado já durante o Quaternário -, ajuda a compreender a razão do encaixe da rede fluvial duriense que se encontra testemunhado, entre outros factores, pelo escalonamento de depósitos de terraço que se exibem na paisagem, pela existência de diversas rupturas de declive a altitudes que permitem identificar níveis e fases de estabilidade vs fases rextásicas ou, ainda, pela presença de vales suspensos que caracterizam as regiões vestibulares de muitos tributários dos rios principais que estruturam a rede fluvial do Douro. Por outro lado, a existência de vertentes escarpadas, por vezes abruptas, com declives que chegam a ser sub-verticais, atesta a recência do encaixe fluvial e da actividade neotectónica. A observação atenta das figuras 4 e 5, permite verificar que o próprio rio Tâmega corre encaixado num vale escarpado que se define entre as serras do Alvão e do Marão, a oriente, e as serras da Cabreira e do Barroso, a ocidente, e cuja direcção geral de escoamento é, em grande parte, sub-paralela à do acidente PRC.

São vários os exemplos de orientações tardi-hercínicas que definem a direcção (geral e local) de drenagem da sua rede de tributários (cfr. Figura 2) uma característica que é, aliás, também destacada no documento desenvolvido pela Comissão de Avaliação de Impacte Ambiental (2010), no capítulo da Geomorfologia. Ou seja, para além dos condicionamentos estruturais – litológicos também os lineamentos fracturantes que resultaram da acção da tectónica e, em particular, da neotectónica, ajudam a compreender a evolução quaternária da paisagem duriense, em geral, e da bacia do Tâmega, em particular. Porque esta não é a sede adequada para promover, com detalhe, a caracterização geológica da área em estudo remetemos o leitor para a consulta de algumas obras - antes referidas - e para outros trabalhos como os de Conde (1983), Ribeiro et al., (1990); Cabral (1995), Pereira (1997), Sequeira et al., (1997), Pais et al. (2012), Pereira et al., (2014), Moniz et al. (2014), Cunha et al., (2018), entre outros, nas quais se encontra o útil detalhe da informação geológica (litologia e tectónica) da bacia do Douro em contexto lusitano.

Depois de apresentarmos alguns dos principais tópicos de geomorfologia estrutural que caracterizam a bacia do Rio Tâmega, as reflexões de natureza geo-cindínica sobre os riscos associados às construções da barragem de Fridão convidam a dar particular destaque à dinâmica fluvial – as cheias do Tâmega (aspectos de geomorfologia fluvial), que têm uma dimensão histórica que convém recordar – a par com a dinâmica de vertentes (geomorfologia dinâmica) que, de um modo geral caracteriza a região duriense, com particular destaque para o Douro Vinhateiro, cujo limite jusante se localiza imediatamente a leste da bacia do Tâmega.

A geomorfologia fluvial é um campo do conhecimento físico-geográfico que nos permite observar, analisar e compreender a dinâmica de uma bacia hidrográfica. Neste domínio, entendemos como nuclear a capacidade de identificar e relacionar os elementos do geossistema articulando a caracterização climática com a caracterização biogeográfica (solos e vegetação), com a caracterização hidrográfica, e todas no seu concerto de interacção constante com o substrato rochoso (litologia e tectónica - condicionantes estruturais da paisagem). A ocupação antrópica e o crescimento, muitas vezes, desordenado dos espaços antropizados têm vindo a interferir de forma preocupante com a dinâmica natural dos agentes e dos processos actuantes nas bacias hidrográficas, produzindo alterações hidro-morfo-dinâmicas muito sensíveis que acabam por se traduzir por contextos de Risco para as próprias populações. Cheias e inundações rápidas, bem como o desencadeamento de movimentos em massa nas vertentes, constituem alguns dos exemplos dos riscos a que nos referimos. No que diz respeito a cheias, acompanhamos a reflexão de Pedrosa e Costa (1999) quando referem que o rio Tâmega, elemento integrante e preponderante da morfologia natural e urbana de Amarante, foi a componente essencial na implantação do sítio do burgo original, influenciando a expansão urbana do seu centro histórico. Constitui, por excelência, o factor de continuidade física e urbana da paisagem envolvente. O Plano Hidrológico da Bacia do Rio Douro (INAG, 2001) bem como o Plano Nacional da Água (INAG, 2001, 2002) identificam Amarante como sendo uma área de risco de inundação (TEDIM et al., 2010). Na prática, atestam este registo, as muitas notícias com relatos históricos de eventos relacionados com cheias em Amarante publicados em jornais e disponibilizados também nos relatórios lavrados por Bombeiros e/ou Protecção Civil. De acordo com os últimos autores, os quatro episódios de maior magnitude, desde o início do século XX (2001, 1939, 1909, 1962), estão registados nalguns edifícios afectados, mas sobre os restantes não existe ainda um completo conhecimento quer do número de ocorrências, quer da magnitude e duração de cada um dos eventos.

Mais recentemente, Martins (2017), na Dissertação de Mestrado que dedicou ao estudo do “Risco de cheias na cidade de Amarante”, veio tornar muito claro que o risco existe, de facto, há relatos históricos que testemunham ocorrências iterativas e que o problema pode assumir dimensões preocupantes. Neste estudo a autora apresenta cartografia de grande valor. Mas, para além disso, dois dos mais valiosos contributos do seu trabalho são, por um lado, a síntese que nos apresenta versando trabalhos académicos desenvolvidos sobre o tema na área de Amarante (Figura 6) e, por outro, a síntese cronológica dos principais eventos críticos relacionados com as cheias em Amarante desde o início do séc. XX até 2018 (Figura 7), o qual acrescenta ao estudo de Tedim et al., (2010) dados relativos a crises mais recentes.

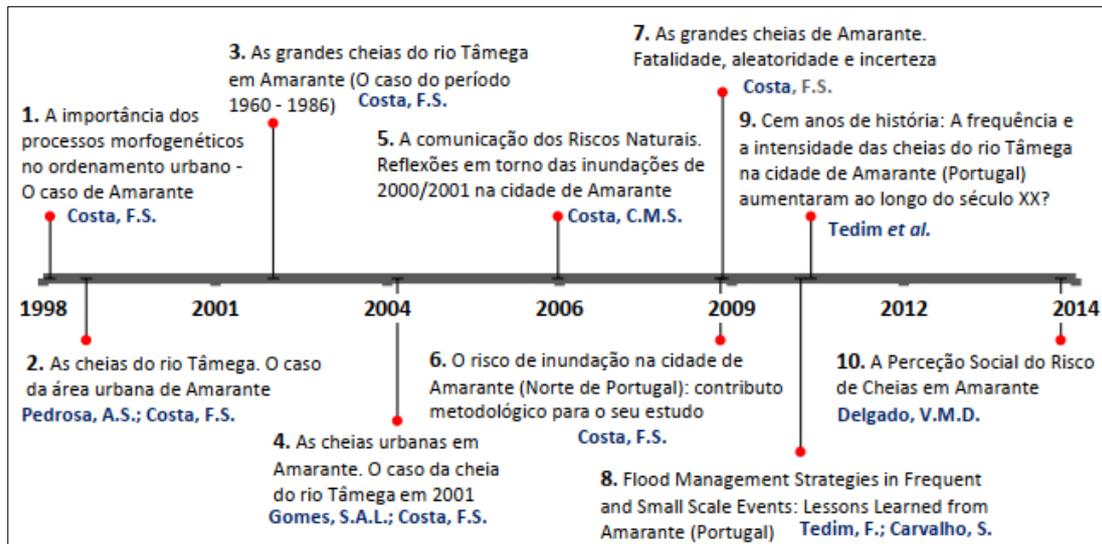


Figura 6. Síntese cronológica de alguns dos principais trabalhos sobre as cheias em Amarante (MARTINS, 2017).

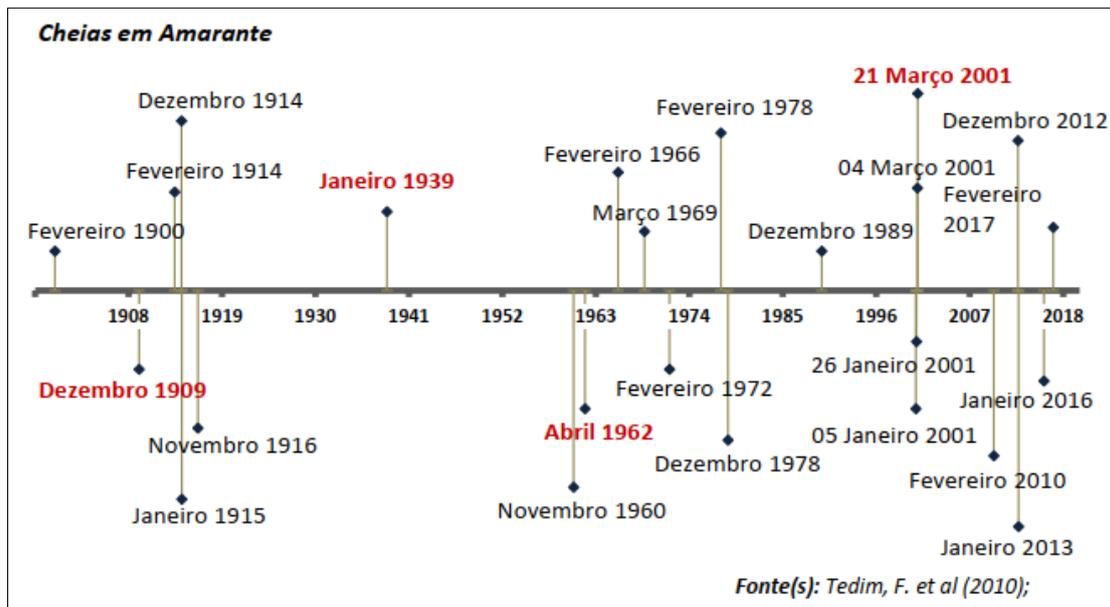


Figura 7. Síntese cronológica de alguns dos principais eventos críticos relacionados com cheias em Amarante (MARTINS, 2017).

Em ambas as figuras, a autora disponibiliza informação muito importante que pode servir de ponto de partida para consultas mais detalhadas sobre a problemática das cheias e inundações do rio Tâmega na cidade de Amarante, podendo ser associadas à própria eventualidade de ruptura da barragem de Fridão, no caso de o projecto avançar. Facilmente se percebe que o histórico de eventos que motivou os vários estudos desenvolvidos sobre as cheias em Amarante confirma e atesta a existência de um problema real que não pode deixar de ser tomado em linha de conta na tomada de decisão de avançar com a construção do complexo de barragens de Fridão. Mas se, por um lado, a construção de uma barragem a montante de uma localidade densamente povoada pode constituir uma estratégia de

controlo e gestão das próprias cheias, a sua localização relativa pode permitir outras leituras, sempre que o risco de ruptura se coloque e que a jusante existam aglomerados populacionais que fazem aumentar os índices de vulnerabilidade territorial. A posição geográfica de Amarante, uma cidade com mais de 55 mil pessoas, com uma dinâmica de mobilidade espacial acentuada que a boa acessibilidade e condições de acessibilidade permitam, sobretudo se atendermos ao facto de estar muito próximo da cidade do Porto, constitui um factor que pesa em sentido oposto ao da protecção contra cheias, um ideia que é geralmente aceite pela comunidade científica quando se fala nos efeitos das barragens. Fortemente condicionada pelas características morfo-tectónicas, a que antes nos referimos antes, podendo ocorrer, em caso de ruptura, um desastre com elevada severidade, que pode ser ainda sublinhada pelo facto de não permitir activar os sistemas de prevenção, alerta e aviso para que, em contexto de crise, se consiga mitigar de modo eficiente as consequências desta eventualidade, a cidade de Amarante – para a qual existem registo cartográficos recentes de zonas inundáveis, constitui um factor de amplificação da vulnerabilidade territorial e do Risco associado à ocorrência grandes catástrofes. Apoiados em estudos recentes alguns investigadores e membros de Associações não governamentais – como o Geota – argumentam que “...a albufeira da barragem de Fridão estaria sobre uma zona com atividade sísmica ativa, apenas a 6km do centro da cidade de Amarante e que, em caso de colapso da barragem, o tsunami chegaria ao centro da cidade em cerca de 13 minutos, pelo que não haveria tempo suficiente para um plano de evacuação da Protecção Civil”.

Os dados apresentados parecem ser já suficientes para recomendar uma reflexão séria acerca da razoabilidade da decisão de se avançar (ou não) com a construção do complexo de barragens em Fridão. Mas importa, por outro lado, fazer cumprir a recomendação da própria Directiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2007, que tem por objectivo, “reduzir o risco e as consequências negativas das inundações na União Europeia”. E como muito bem observa Costa (2009), a propósito do princípio fundamental que emana desta Directiva aplicado ao contexto da cidade de Amarante, trata-se, sem dúvida, duma directiva que revela um grande avanço no campo da avaliação preliminar das cheias, através de várias metodologias: a cartografia de risco; a descrição das cheias que ocorreram no passado; a descrição dos planos de desenvolvimento e de ocupação do solo futuros com implicação no risco de cheias; a caracterização da probabilidade de ocorrência de cheias tendo em conta as mudanças climáticas e de uso do solo; a previsão das consequências estimadas das cheias futuras na seguranças (saúde) de pessoas, do ambiente e das actividades económicas”(sic).

A grande questão permanece, porém, em perceber se a construção de uma barragem traz mais vantagens ou inconvenientes para a protecção contra cheias invocando, efeitos como a diminuição da força hidráulica dos cursos de água por acção directa da diminuição dos declives no perfil longitudinal do rio, diminuição do transporte de carga sólida devido à retenção e sedimentação, etc, mas, sobretudo, quando pensamos em potenciais acidentes que afectem a estrutura das barragens e possam daí decorrer galgamentos ou rupturas que venham a dar origem a grandes catástrofes. Este é um assunto que será adiante retomado aquando da apresentação de alguns dos elementos em risco na cidade de Amarante.

Como referimos em fase anterior do trabalho, a questão dos riscos naturais e tecnológicos é o assunto matricial deste documento. Uma barragem é, por definição, uma construção humana que interfere de modo evidente com a dinâmica natural - geossistémica, em particular, com a dinâmica fluvial. Por essa razão, e porque existe uma miríade de variáveis envolvidas na dinâmica geossistémica que interagem entre si mas, também, com a dinâmica antrópica, falar em riscos relacionados com barragens obriga a que se considere uma concepção complexa, mista, que permita enquadrar a componente natural e a componente tecnológica. Para além dos impactes que a construção da barragem de Fridão poderia ter na paisagem e na dinâmica morfo-fluvial, no contexto local mas, também, num contexto mais amplo, à escala da própria bacia do rio Tâmega, se focarmos a nossa atenção no sector que fica a jusante do complexo de barragens de Fridão, de imediato percebemos que a análise do risco assume, porventura, maior importância à escala local. Se, por razões anteriormente invocadas se poderia até perceber que nem tudo é negativo no que à solução “Barragens” diz respeito, aspectos há em que a incerteza e o desconhecimento de uma variável pode fazer a diferença quando se coloca a questão da “gestão do risco”, no caso em estudo, a eventualidade de ruptura que, seguramente, colocaria em perigo a vida de milhares de pessoas, em concreto, na cidade de Amarante, onde, como antes pudemos comprovar, existem registos históricos de ocorrência de cheias, para as quais foi já amplamente divulgada a cartografia de pormenor desenvolvida por diversos autores. Por essa razão, são hoje conhecidas as áreas de maior perigosidade, as áreas mais vulneráveis em função do tipo de elementos em risco e, por consequência, são também conhecidas as áreas de risco (COSTA, 2009; MARTINS, 2017). Importa perceber, porém, qual a probabilidade de ocorrência de uma ruptura grave nas barragens de Fridão. A resposta terá sempre um grau de incerteza assinalável, pelas razões a que já nos referimos, mas o conhecimento que temos do terreno, das características geo-morfodinâmicas da Bacia do Douro, em geral, e da sub-bacia do Tâmega, em particular, legitimam a formulação de uma teoria que advoga a forte possibilidade de ocorrência de rupturas em qualquer das duas barragens previstas.

Se, por um lado, pensamos nas características estruturais relacionadas com actividade tectónica e neotectónica potencialmente desencadeadoras de crises sísmicas ligadas ao grande acidente tardi-hercínico Penacova-Régua-Chaves-Verín - **a própria Comissão de Avaliação de Impacte Ambiental (2010) é muito clara ao referir que “a falha Régua-Verin, de direcção NNE-SSW, dista do Aproveitamento Hidroeléctrico de Fridão cerca de 25 km (estrutura passível de gerar um sismo máximo expectável de magnitude 7,5) - ocorre-nos pensar também na dinâmica de vertentes que, de forma tão violenta tem caracterizado a relação Homem-Meio na bacia do Douro, em contexto lusitano. O conhecimento de que ao longo do tempo a área em estudo foi afectada por movimentos em massa que chegaram a produzir a perda de dezenas de vidas humanas (Figura 8), é um facto que cedo nos recorda a génese de grandes catástrofes como a de Vaiont-Longarone (1963) ou Sishuan (2010) - ambas referidas no início deste trabalho -, que não gostaríamos de ver repetidas em Fridão-Amarante. Sustentamos estas preocupações com recurso a dois tipos de argumentos:**

- ⑩ O vale do Tâmega revela registos históricos de movimentos em massa que produziram algumas dezenas de mortos para além de avultados danos materiais (Figura 8 e Figura 9), dados disponíveis na plataforma **DISASTER** (http://riskam.ul.pt/disaster/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=13);
- ⑩ Em zonas próximas, localizadas também no vale do Douro, os contextos morfo-estruturais e morfo-dinâmicos apresentam fortes semelhanças com vários sectores da bacia do Tâmega, pelo que não é de excluir a ocorrência de processos geo-morfodinâmicos também semelhantes.

Em ambos os casos se torna legítimo falar em “Risco”.

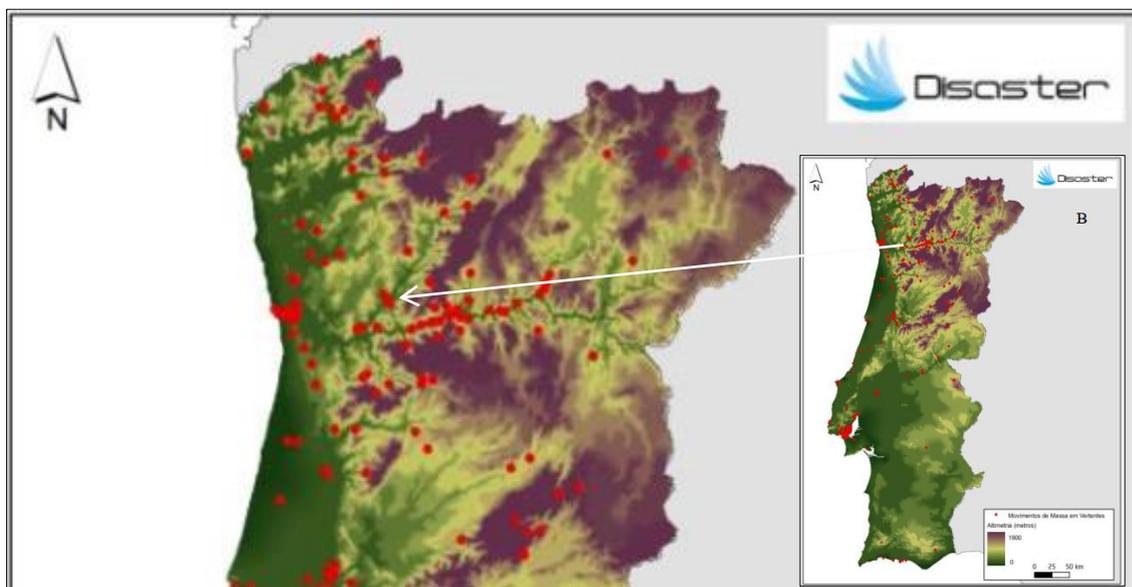


Figura 8. Nº de ocorrências DISASTER em Portugal, por concelho, Movimentos em massa, para o período 1865-2010. (Fonte: RISKAM - DISASTER, http://riskam.ul.pt/disaster/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=13).

3- RESULTADOS

No capítulo anterior referimos alguns dos materiais, métodos, técnicas e tarefas utilizadas para este exercício de reflexão geo-cindínica atinente aos dados do suporte físico e da dinâmica antrópica que suportam uma abordagem aos riscos relacionados com a construção da barragem de Fridão. De imediato se percebe que a construção de cartografia dedicada foi a matriz metodológica de suporte às reflexões que apresentamos neste documento, aliada ao conhecimento de terreno que decorre de uma experiência de 18 anos a trabalhar na bacia do Douro, na qual desenvolvemos a maior parte dos estudos dedicados a assuntos em que a Geográfica Física tem um papel nuclear. Devemos referir que, para alguns dos mais recentes desses estudos, desenvolvemos cerca de meia centena de documentos cartográficos relacionados com esta problemática das barragens na Bacia do Douro e estão em desenvolvimento outros documentos que serão disponibilizados no Geoportal “JUST-Side Atlas - <https://justsideatlas.uc.pt/pt/atlas/fridao/> ” - em fase final de desenvolvimento.

Este documento, que se apresenta já demasiado extenso, não suportaria a inclusão de mais informação. Não obstante, após a apresentação de alguns dados relativos a cheias/inundações e, também, a movimentos em massa nos cinco concelhos afectados posicionalmente pela construção da barragem (Amarante, Cabeceiras de Basto, Celorico de Basto, Mondim de Basto e Ribeira de Pena), procurámos desenvolver alguns exercícios de análise entre um “antes” e um “depois”, de modo a podermos avaliar outras consequências que a construção da barragem de Fridão poderia produzir. Falamos, em concreto, em termos de perda de solo (numa perspectiva edáfica), afectação do uso e ocupação do solo, perda de biodiversidade, entre outros factores, que foram cartografados. Numa segunda etapa, tentámos parametrizar alguns dados relativos à dinâmica sócio-económico-demográfica tentando identificar alguns dos principais elementos em risco relacionados com Educação, Saúde e Desporto/Lazer, de modo a perceber qual o grau de vulnerabilidade territorial com que estamos a lidar e que tipo de cenários eventuais de crise poderiam ser desenhados em caso de ruptura da barragem.

3.1. Tópicos do suporte físico do território

Os problemas relacionados com cheias e inundações nos cinco concelhos geograficamente relacionados com o processo de construção da barragem de Fridão (Figura 9A) não provocaram a perda de vidas humanas; não obstante, estiveram na origem de mais de uma centena de desalojados e evacuados. Já os registos de movimentos em massa nas vertentes (Figura 9B), de acordo com as fontes citadas (RISKAM-DISASTER, 2010 e ZÊZERE et al., 2014), revelam a severidade bem mais acentuada destes processos geomorfológicos, que estiveram na origem de mais de duas dezenas de mortos, em Cabeceiras de Basto (15), Celorico de Basto (5) e Ribeira de Pena (2).

A figura 10 revela os dados obtidos através de uma breve síntese cartográfica que nos informa sobre potenciais alterações que a construção do complexo de Fridão (Escalão principal e Escalão jusante) poderia provocar ao nível da perda de solo por NPA, numa perspectiva edáfica. Já a figura 11 informa sobre a ocupação e uso do solo na bacia do Tâmega e a perda por NPA relacionada com os dois sectores da Barragem de Fridão. Na figura 12 apresenta-se o zonamento das áreas e sítios protegidos/classificados, no qual se pode constatar que não existiriam perdas directas por NPA das albufeiras de Fridão.

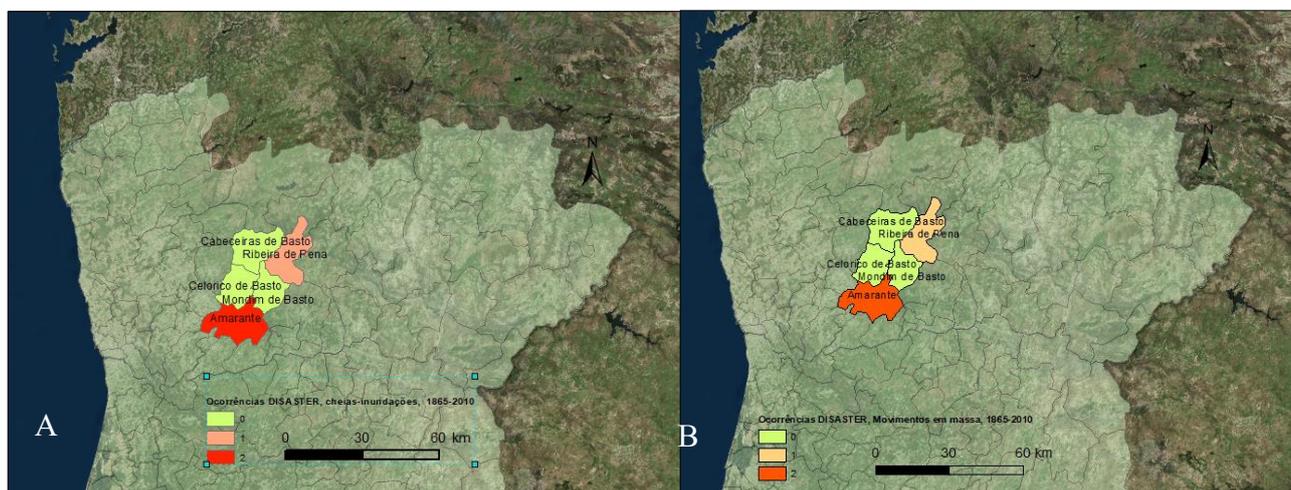


Figura 9. A- Nº de ocorrências DISASTER, Cheias-Inundações, nos cinco concelhos posicionalmente relacionados com a barragem de Fridão, para o período 1865-2010. B- Nº de ocorrências DISASTER, Movimentos em massa, nos cinco concelhos posicionalmente relacionados com a barragem de Fridão, para o período 1865-2010. (Fonte dos dados: RISKAM – DISASTER, http://riskam.ul.pt/disaster/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=13).

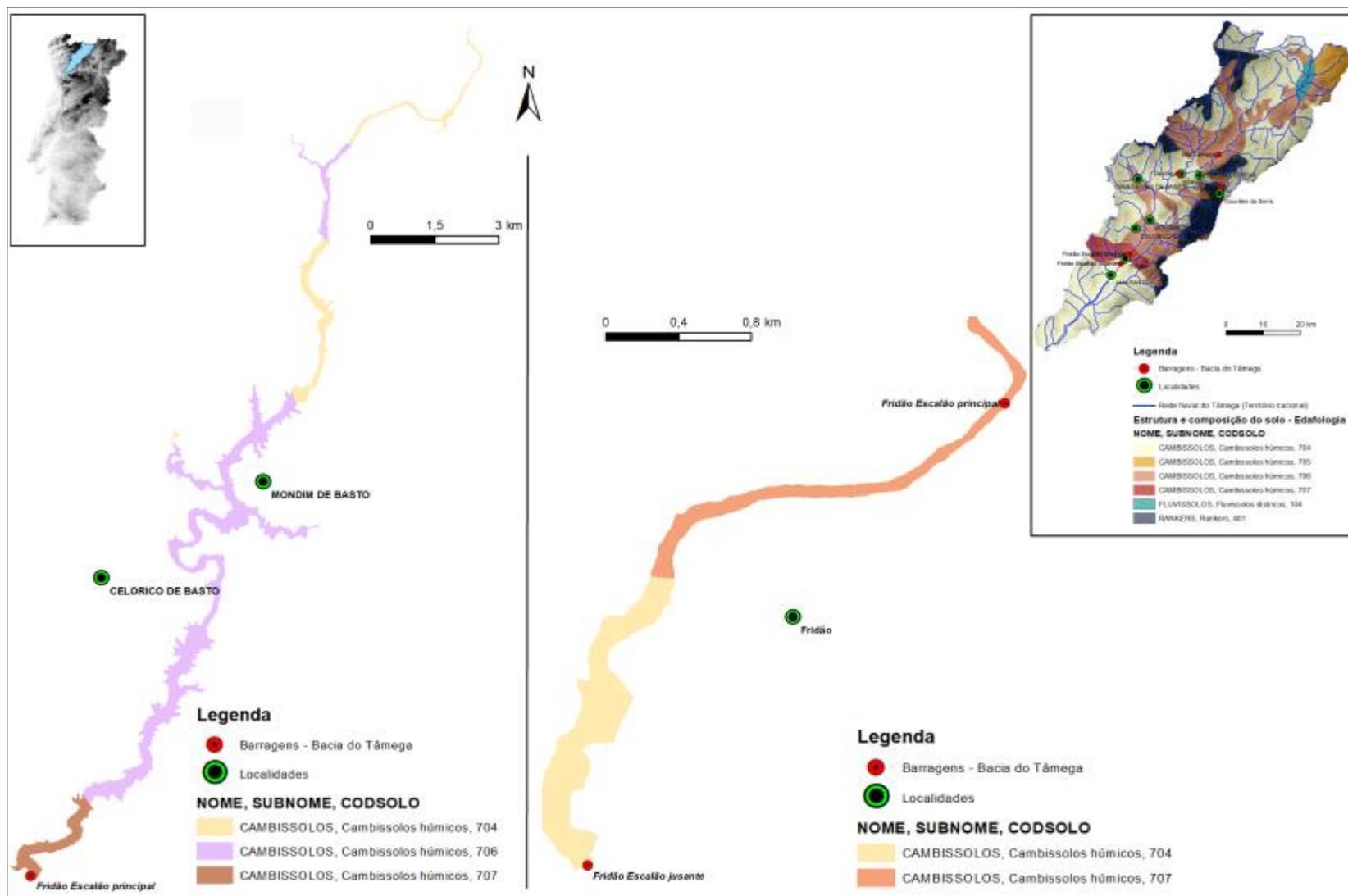


Figura 10. Área de solo perdida nos dois sectores da barragem de Fridão; em cima e à direita, enquadramento da bacia do Rio Tâmega; à esquerda, Escalão principal; à direita, Escalão jusante. (Documento derivado do original, elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

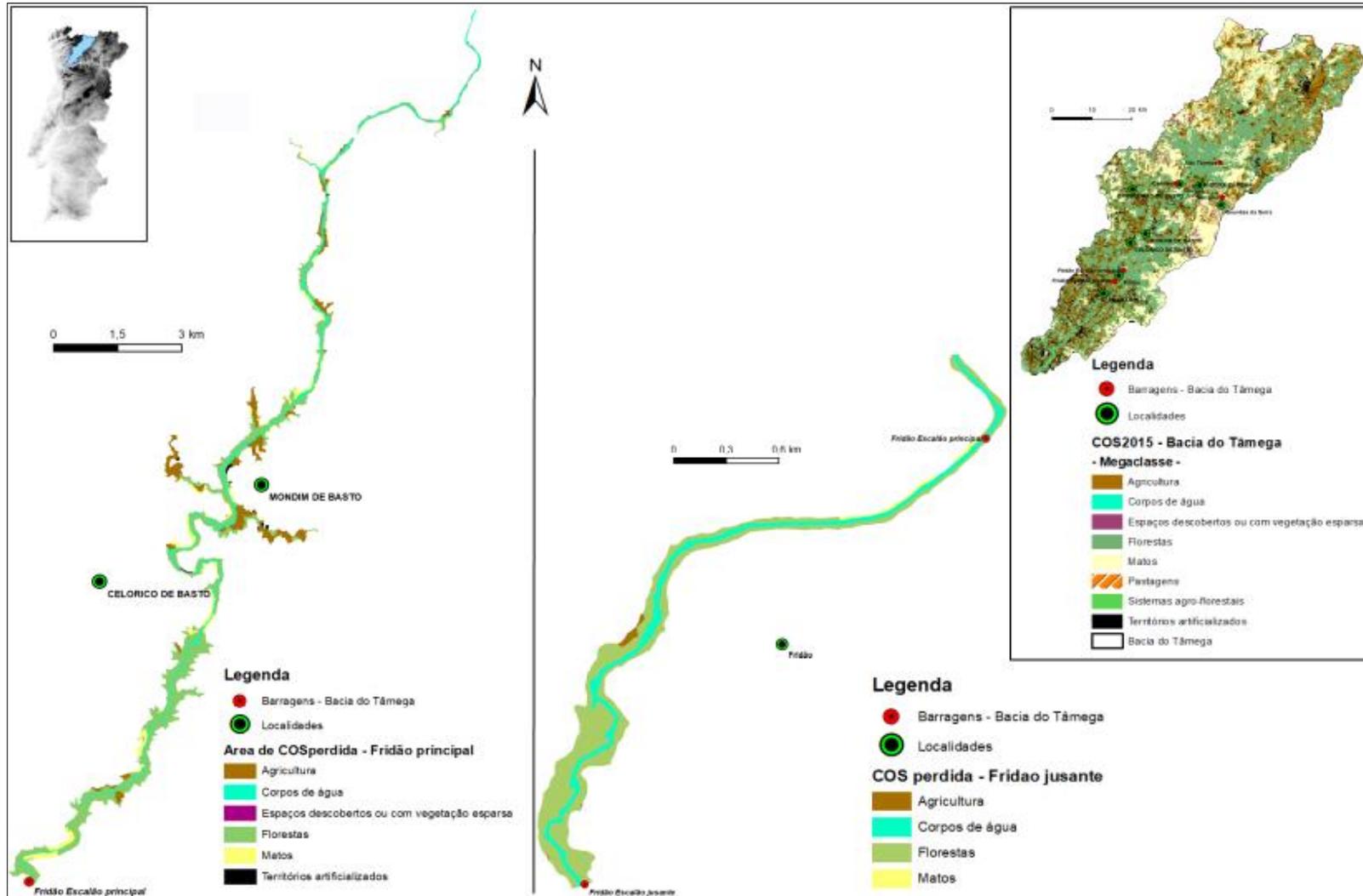


Figura 11. Área de COS perdida nos dois sectores da barragem de Fridão; em cima e à direita, enquadramento da bacia do Rio Tâmega; à esquerda, Escalão principal; à direita, Escalão jusante. (Documento derivado do original, elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

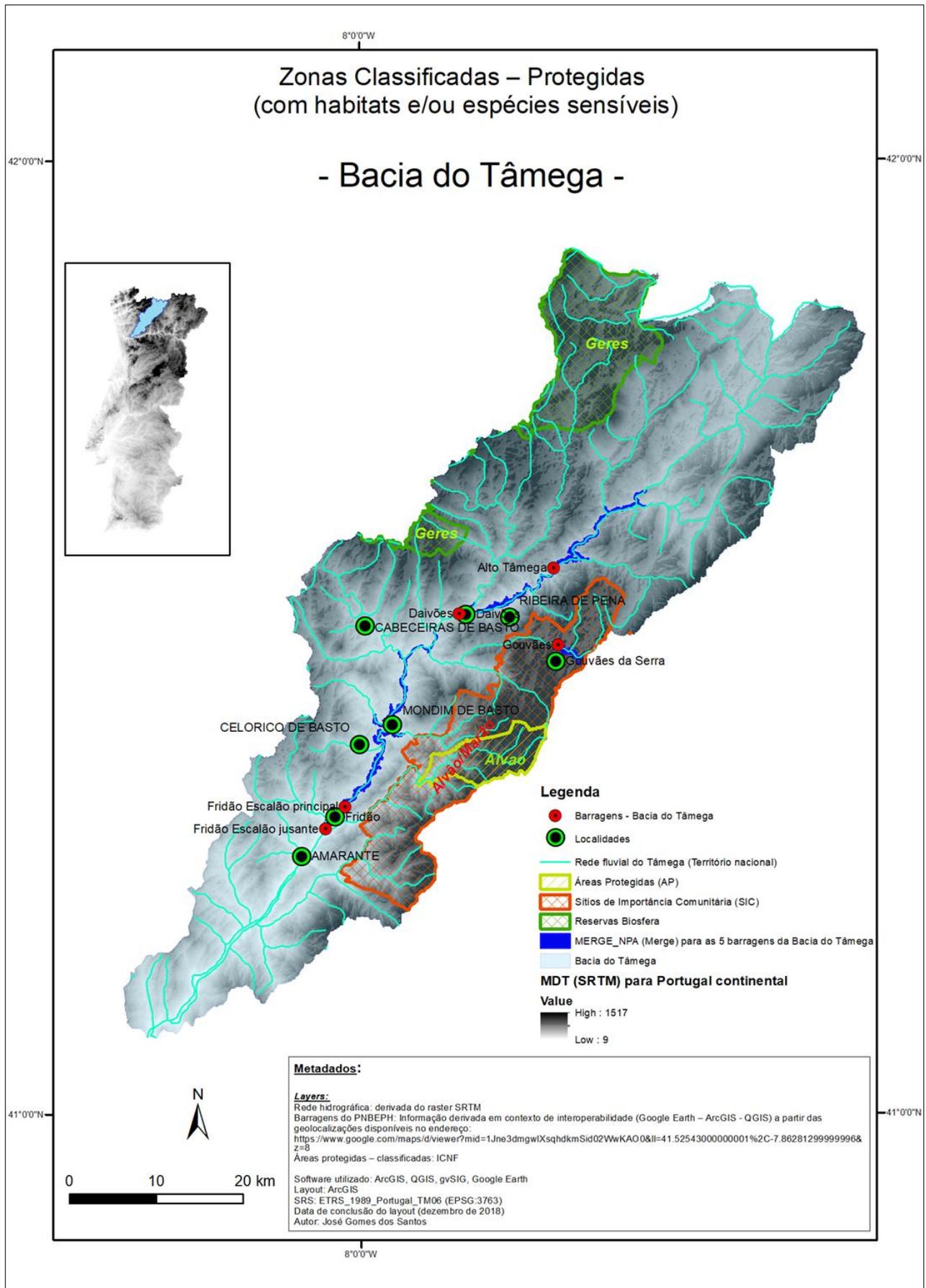


Figura 12. Zonamento das áreas e sítios protegidos/classificados na barragem de Fridão. (Documento elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

3.2. Tópicos da dinâmica sócio-económico-demográfica

A dinâmica territorial em regiões marcadas pela construção de grandes barragens tem sempre um “antes” e um “depois”. Alguns estudos referem **que os efeitos da construção de barragens se traduzem por uma** diminuição nas actividades agrícolas e no baixo aumento no sector secundário, resultados que indicam que uma maior electrificação das áreas de intervenção e uma maior disponibilidade de água para irrigação não se materializaram nestes dois sectores (VELOSA, 2009). A perda de terreno agrícola leva, inclusivamente, a fenómenos migratórios que se traduzem por um aumento do índice de envelhecimento das populações directamente afectadas. Por outro lado, entre outros factores, como a perda de terrenos produtivos, a perda de biodiversidade e a afectação clara dos ecossistemas e dos seus serviços, a submersão de infraestruturas como estradas e vias ferroviárias, a deslocalização e a desterritorialização de povoações inteiras, como aconteceu em Alqueva – Aldeia da Luz (Alentejo) - com todas as consequências que daí decorrem em termos de acessibilidades a serviços, etc, - revelam um dos lados menos positivos desta opção política enquanto solução para a gestão dos recursos hídricos e prevenção face a eventuais consequências resutantes das “Alterações Climáticas”.

No caso de Amarante, em estudos anteriores, ensaiámos a cartografia de alguns elementos potencialmente em risco, em caso de ruptura da barragem, atendendo ao contexto morfo-tectónico anteriormente descrito e à morfologia do vale do Tâmega. Em futuros trabalhos, o cruzamento de informação relativa à cartografia de risco das áreas inundáveis em Amarante, disponibilizada em alguns dos trabalhos - já referidos - com a cartografia que temos vindo a desenvolver no âmbito do projecto “JUST-Side (CYTED)” e do projecto “Reviving Douro Basin (MAVA)”, poderão servir de suporte a novas análises sobre dinâmicas sócio-económicas no território em causa e avaliação de riscos e potenciais injustiças territoriais daí decorrentes.

Uma reflexão geo-cindínica sobre os elementos em risco na cidade de Amarante, os que estão mais expostos ao perigo potencial que representa uma eventual ruptura da barragem de Fridão, leva-nos a pensar numa categorização de variáveis em domínios como a Educação, Saúde e Desporto, para falar em apenas algumas das mais importantes, mas que convém documentar. A localização de serviços e infra-estruturas de Segurança Pública e Protecção Civil, nomeadamente, as que actuam em contextos de crise, como Polícia, Bombeiros e INEM, deverá estar na base de um outro tema cuja cartografia - para a qual não estão facilmente acessíveis os dados necessários - assim que possa ser desenvolvida,

será de enorme utilidade. Não obstante, alguns dados gentilmente disponibilizados pela Câmara Municipal de Amarante permitiram ensaiar a cartografia de alguns desses elementos em risco, designadamente, escolas, hospitais e complexos desportivos, todos eles passíveis de reunirem grandes densidades de ocupação e fruição dos espaços que fazem elevar o coeficiente de risco em caso de acidente associado, por exemplo, à ruptura da barragem.

Na figura 13 são disponibilizados alguns dados sobre a população para cada um dos cinco concelhos da região posicionalmente abrangida pela construção da barragem de Fridão. Colocando o foco da observação no concelho de Amarante, facilmente se percebe que o universo de pessoas potencialmente em risco indicava, em 2011, um valor superior a cinquenta e seis mil.

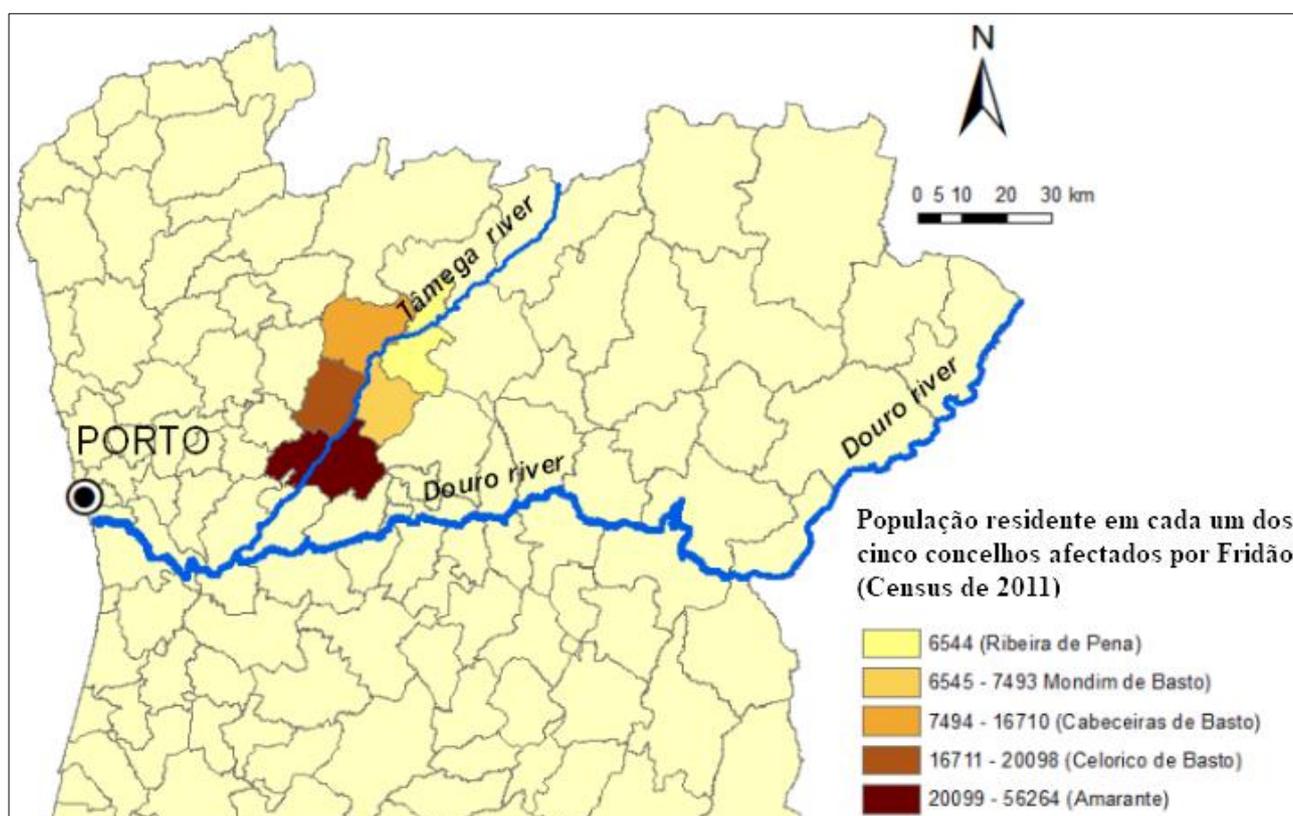


Figura 13. Distribuição da população para os cinco concelhos da região posicionalmente abrangida pela construção da barragem de Fridão. (Documento derivado do original, elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

As figuras seguintes (Figuras 14, 15 e 16) permitem obter um primeiro retrato de algumas das principais infra-estruturas em risco, em caso de uma eventual ruptura da barragem. A elevada densidade de ocupação dos espaços públicos em causa faz elevar os coeficientes de risco, principalmente, se tal se verificar num horário em que a taxa de ocupação daqueles espaços seja mais elevada. Adivinha-se a possibilidade de ocorrer um desastre bastante severo em função do perigo potencial que representa a acumulação de uma massa de água que, atingindo ou estando próximo, do

Nível Pleno de Alagamento (NPA) – 160m (Escalão Principal) e 86m (Escalão Jusante) – tenderia a adquirir um enorme potencial de destruição. Devido à existência de espaços públicos – elementos infra-estruturais em risco que estão, geralmente, associados a elevados índices de presença e/ou frequência de pessoas (os principais elementos em risco) a vulnerabilidade deste território assume valores igualmente elevados na medida em que, por regra, estes espaços-equipamentos têm grandes taxas de ocupação. Esta realidade produz um efeito amplificador do perigo que, por sua vez, se traduz na produção de valores de risco demasiado elevados para não serem levados em linha de conta na tomada de decisão de se avançar com a construção das barragens.

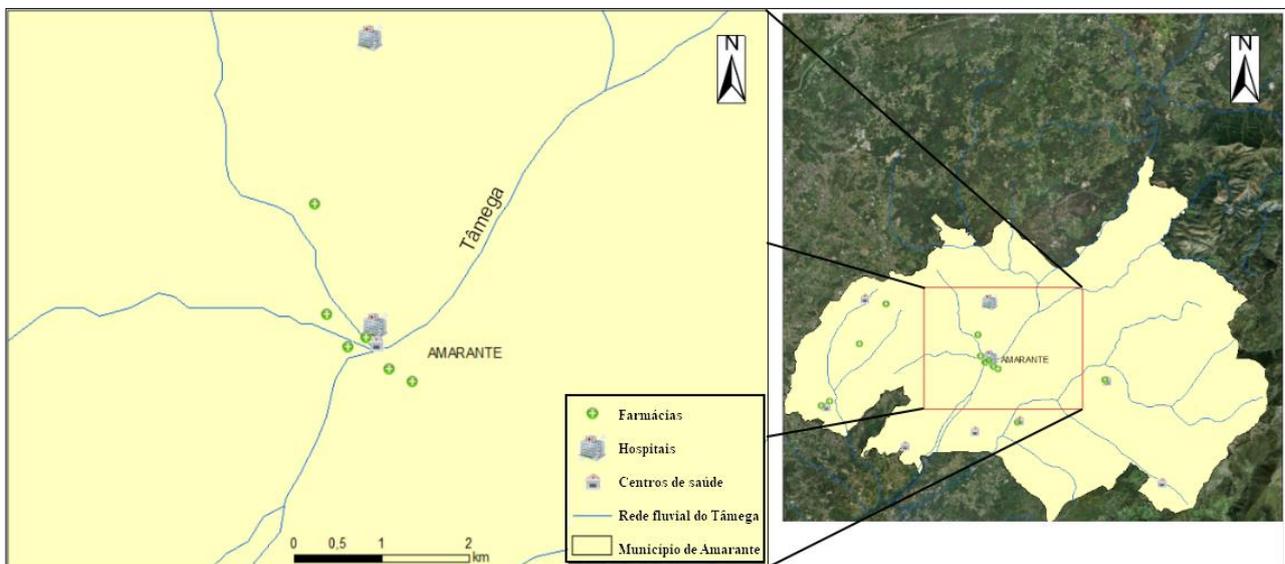


Figura 14. Elementos da carta de equipamentos de saúde de Amarante. (Documento derivado do original, elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

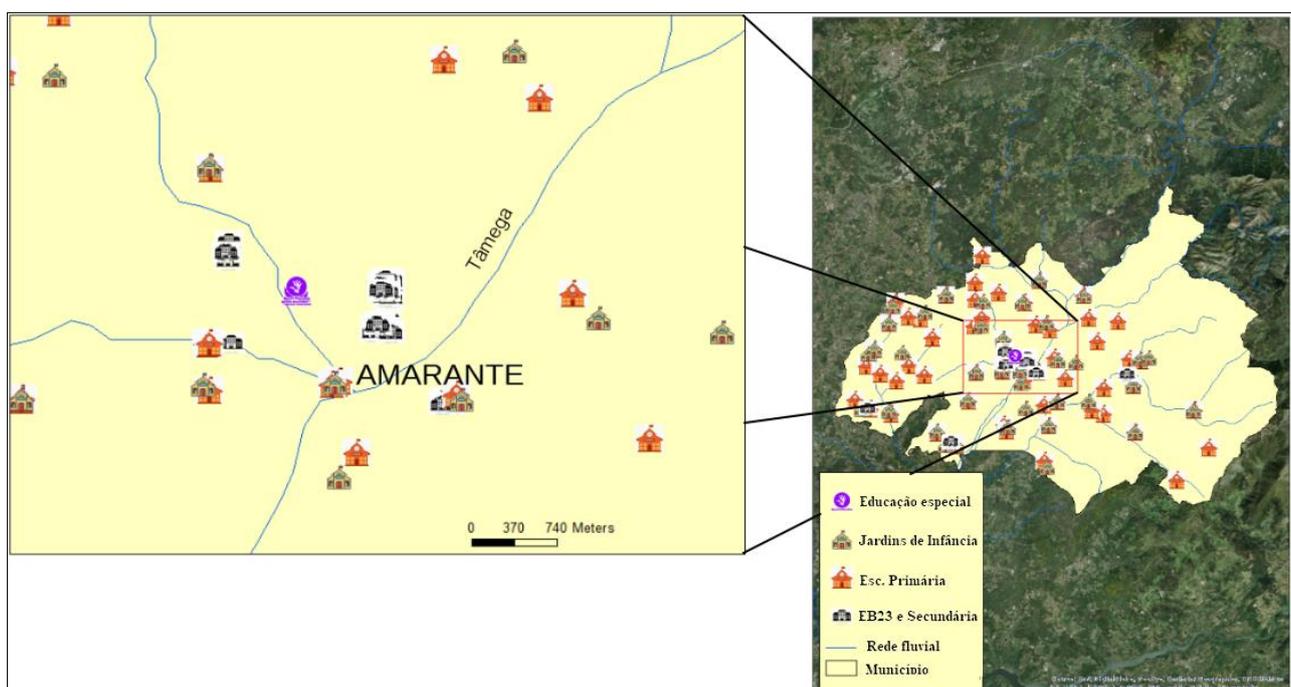


Figura 15. Elementos da carta de equipamentos educativos de Amarante. (Documento derivado do original, elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

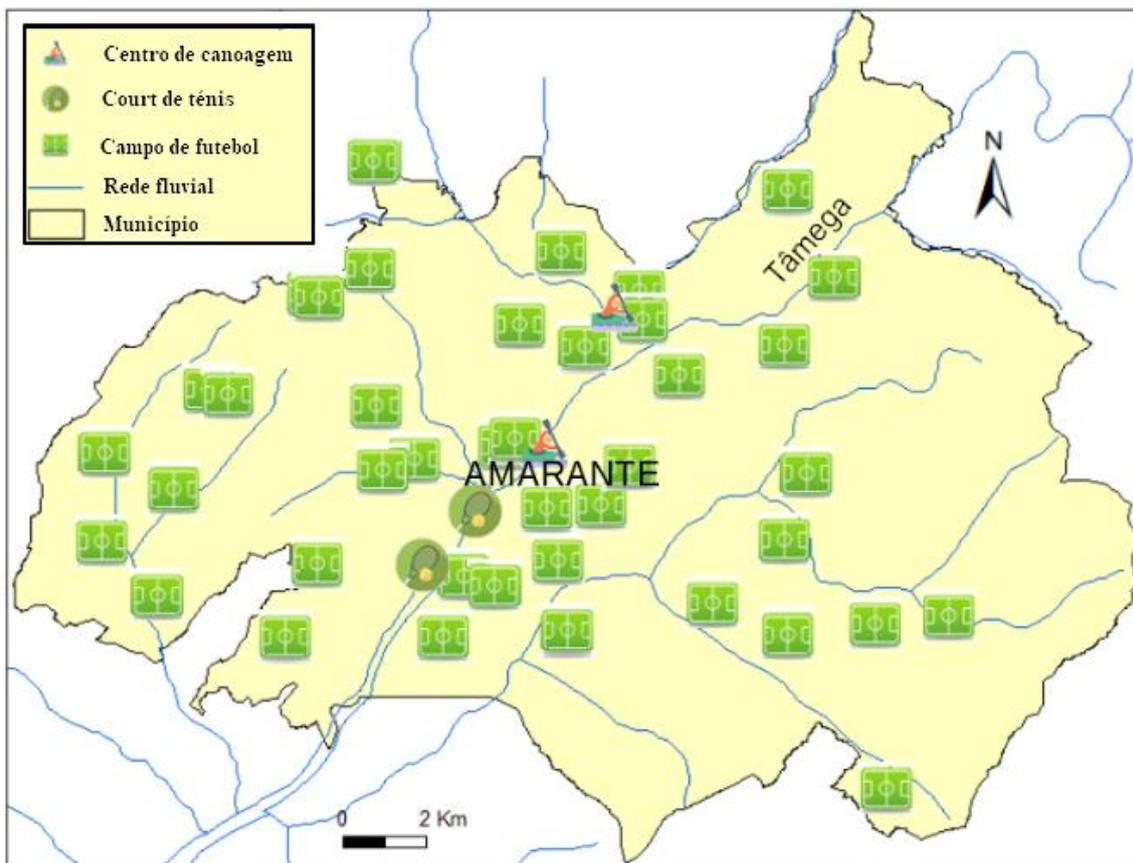


Figura 16. Elementos da carta de equipamentos desportivos de Amarante. (Documento derivado do original, elaborado no âmbito do Projecto MAVA “Reviving Douro Basin”).

4- DISCUSSÃO

O debate acerca da questão dos riscos encontra neste exercício um paladino da dimensão reactiva, e de rejeição, esclarecidas e inequívocas, face à proposta de construção da barragem – pelas razões já expostas - e que fundamentamos, sobretudo, com a sua localização numa área de elevada perigosidade sísmica elevada, em que a possibilidade de produção de uma eventual ruptura não pode ser excluída e de uma dinâmica de vertentes que tem um registo de actividade também de elevada perigosidade se atendermos que alguns dos desastres ocorridos provocaram dezenas de mortos. Por outro lado, ficou claro que a vulnerabilidade dos espaços potencialmente afectados em caso de ruptura da barragem apresenta valores muito elevados, em função da presença humana em espaços públicos - os elementos infra-estruturais em Risco -, os quais concorrem para uma equação geral do Risco que aponta para valores demasiado elevados para que a opção pela construção seja uma decisão avisada.

Como antes referimos, a procura de dados relativos à geolocalização dos postos de polícia, bombeiros e INEM (por exemplo) constitui um desafio que permitira retirar algumas conclusões sobre ao grau de eficiência dos mecanismos de socorro em contexto de crise. Podendo ficar condicionados, directa ou indirectamente, pela onda de cheia, os serviços competentes ficariam impedidos de actuar o que iria certamente traduzir-se num cenário de caos, amplificado pelos comportamentos de desorientação e pânico que se geram em situações desta natureza. Também por aqui, ainda que de modo subjectivo, é certo, se poderia estimar um valor de risco que, por si só, deveria dissuadir os decisores, da opção de viabilizar a construção da barragem.

Uma leitura atenta dos dados e das reflexões que procurámos manter num registo opinativo moderado, leva o leitor a pensar, agora talvez numa outra perspectiva, sobre a necessidade de estabelecer um balanço entre as vantagens e os inconvenientes – (e Riscos !) - quando se elaboram políticas e se tomam decisões que interferem com a dinâmica territorial e com o Ambiente. A construção de uma barragem é, sem dúvida, um assunto fracturante, que tem de ser moderado pela razoabilidade alocada ao serviço do real interesse das populações locais, as primeiras a serem afectadas, de modo a evitar a produção de situações de injustiça ambiental que a construção de uma barragem sempre representa, pelo menos, em termos potenciais.

CONCLUSÃO

Devido aos interesses envolvidos e aos impactes resultantes, a construção de uma barragens gera sempre grande controvérsia convertendo-se, deste modo, num assunto fracturante. Advogamos a necessidade de encontrar plataformas de bom-senso e razoabilidade, no sentido de se encontrarem pontes para o desenvolvimento de procedimentos, práticas e ferramentas colaborativas que permitam:

- ⑩ Fomentar uma “cultura de prevenção” (na perspectiva definida pela ISDR) que torne possível desenvolver um sistema eficiente de alerta, prevenção e aviso (Early warning):
- ⑩ Criar um sistema operacional capaz de actuar em contexto de crise e emergência de modo a permitir a mitigação das consequências de acidentes, neste caso, associados a barragens. Este desiderato só se conseguirá alcançar se se apostar num planeamento de emergência (como referido na situação anterior) que inclua informação útil às populações em risco de modo a que, por um lado, conheçam os riscos e, por outro, disponham de conhecimento prático sobre procedimentos a implementar em contexto de emergência. Deste sistema tem de fazer parte, ainda, a definição de corredores de segurança, canais de evacuação de grande quantidade de

pessoas (geralmente desorientadas e em pânico) comportamento típicos em contexto de emergência.

No caso de Fridão, estão reunidos vários factores que concorrem para a identificação de um grau de risco muito elevado, no caso de a construção da barragem ser autorizada. Apesar de as cheias e inundações em Amarante não terem a dimensão catastrófica que estes fenómenos projectam noutras regiões do país, elas ocorrem e permitiram já identificar áreas de maior susceptibilidade. Sugerimos que esta informação seja devimamente aproveitada de modo a poder tornar-se verdadeiramente útil. Por outro lado, a dinâmica de vertentes, que se revelou activa e de assinalável grau de perigosidade, vêm sublinhar uma matriz morfo-estrutural (litológica-diferencial e técnica-neotectónica) que anunciam a probabilidade de ocorrência de um sismo de magnitude 7,5, capaz de produzir danos estruturais em diversas infra-estruturas (a localização da barragem ficaria a aproximadamente deste importante acidente tectónico), sendo este um alerta de grande peso ao qual deve ser conferida a máxima atenção. À guisa de remate, sublinhamos o facto de a equação do Risco, em Fridão, estar mais relacionada com a eventualidade de uma ruptura devida a causas externas (designadamente sísmicas ou geomorfológicas) não tendo sido equacionados outros factores. Por esta razão, e porque não é possível avaliar cenários de “antes” e “depois” (análise follow-up) relacionados com as alterações produzidas pela construção da barragem nas populações, somos conduzidos a buscar inspirações em estudos desenvolvidos por outros autores, relacionados com outras barragens portuguesas. Com excepção da protecção contra as cheias, as (geralmente) apregoadas “vantagens e benefícios” para as populações, em regra, não se verificaram noutros casos, como refere Velosa (2009), para os casos do Alto Lindoso, Castelo de Bode e Alto Rapagão. Melhoria das condições de vida e benefícios socio-económicos para os municípios directamente afectados não aconteceram. Por outro lado, o emprego temporário que apenas durou o mesmo tempo da necessidade de mão-de-obra para a construção da barragem cedo deu lugar a emigração e, se juntarmos a perda de terrenos agrícolas, cedo se percebem as causas do envelhecimento das populações dos concelhos afectados por aquelas três barragens, factos denunciados pelos dados dos censos de 1940 a 2001. Factos!

REFERÊNCIAS

ANJOS, Rafael S. (2018) - Cartografia dos Pontos de Cinema no Plano Piloto de Brasília e Imediações. Revista Eletrônica: **Tempo - Técnica - Território**, V.9, N.3 (2018), 57:64. ISSN: 2177-4366.

Agência Portuguesa do Ambiente - APA, <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=304>, (acedido em 30 de março de 2019).

Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território, V.10, N.1 (2019), 66:95 ISSN: 2177-4366

Autoridade Nacional de Segurança de Barragens - ANSB, <https://www.apambiente.pt/index.php?pref=16&subref=7&sub2ref=31&sub3ref=1288>, (acedido em 30 de março de 2019).

AYDAN, Ö., (Ed.), 2009. A Reconnaissance Report on 2008 Wenchuan Earthquake. Japan Society of Civil Engineers, Earthquake Engineering Committee, Earthquake Disaster Investigation Sub-Committee. (http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol3/08/20080512report_1.pdf, acedido em 29 de março de 2019).

BERTRAND, G. 1971. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, n. 13, p. 1-27.

CABRAL, J. 1995. Neotectónica em Portugal continental, *Mem./Inst. Geológico e Mineiro*, Lisboa, 31, 265 p.

CARMO, J. A. (Ed), 2013. *Grandes barragens: vulnerabilidades e riscos*. In *Book Riscos naturais, antrópicos e mistos*, 1ª Ed., Publisher: Departamento de Geografia. Faculdade de Letras. Universidade de Coimbra, (Ed.) Luciano Fernandes Lourenço, Manuel Alberto Mateus, pp.441-461. (Disponível em pdf no endereço https://www.researchgate.net/publication/257333655_Grandes_barragens_vulnerabilidades_e_riscos).

CARMO, J. A. (Ed), 2018. *Natural Hazards - Risk Assessment and Vulnerability Reduction*. Publisher: IntechOpen, London, UK. ISBN: 978-1-78984-821-2 ; 978-1-78984-820-5 (print). DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.73232>.

CAVALCANTI, L. C. e CORRÊA, A. C., 2016. Geossistemas e Geografia no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, 61(2):3. (Disponível em pdf no endereço https://www.researchgate.net/publication/317256776_Geossistemas_e_Geografia_no_Brasil, DOI: 10.21579/issn.2526-0375_2016_n2_p3-33).

CHORLEY, R. J. 1962. *Geomorphology and General Systems Theory*. US. Geological Survey Professional Paper, vol. 500-B, pp. 1-10.

Comissão de Avaliação de Impacte Ambiental (2010). *Estudo de Impacte Ambiental Aproveitamento Hidroeléctrico de Fridão, Anteprojecto, Parecer da Comissão de Avaliação*, 184 p.

COSTA, F. S., 2009. O Risco de Inundação na cidade de Amarante (Norte de Portugal): Contributo Metodológico para o seu estudo. *Territorium*, n. 16, p. 99-111. ISSN: 1647-7723.

EM-DAT | The international disasters database. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED, School of Public Health, Université catholique de Louvain, (<https://www.emdat.be/>).

CUNHA, P. P., PEREIRA, D.I. e PEREIRA, P., 2018. Evolução do relevo de Portugal continental durante o Cenozóico e processos geodinâmicos associados. *Anais do XII Sinageo, Paisagem e Geodiversidade: a valorização do património geomorfológico brasileiro*. Crato, Brasil. 9 p. **id=13&Itemid=13**, acedido em 2 de abril de 2019).

International Rivers – Berkeley Way, USA

(https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/ris_final_lorez2.pdf,
acedido em 29 de março de 2019).

JUST-Side (CYTED). http://www.cyted.org/?q=es/detalle_proyecto&un=955. (acedido em 2 de abril de 2019).

JUST-Side Atlas. <https://justsideatlas.uc.pt/pt/atlas/fridao/> (em desenvolvimento pelos autores).

MAVA, Reviving Douro Basin. <http://mava-foundation.org/grants/reviving-douro-basin/>,
(acedido em 2 de abril de 2019).

MONIZ, C., CABRAL, J. e DIAS, R. P., 2014. Repositório de falhas activas de Portugal continental, na base de dados da Ibéria (QAFI) – vantagens e dificuldades. *Resúmenes de la 2ª Reunión Ibérica sobre Fallas Activas y Paleosismología*, Lorca, España (2014).

ONDE SE ESCONDEM AS NOVAS BARRAGENS.

<https://www.google.com/maps/d/viewermid=1Jne3dmgw1XsqhdkmSid02WwKAO0&ll=41.30604631043737%2C7.608612117611415&z=9>, (acedido em 2 de abril de 2019).

PAIS, J., CUNHA, P. P., PEREIRA, D., LEGOINHA, P., DIAS, R., MOURA, D., BRUM DA SILVEIRA, A., KULLBERG, J. C. e GONZÁLEZ-DELGADO J.A., 2012. The Paleogene and Neogene of western Iberia (Portugal): a Cenozoic record in the European Atlantic domain. **The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal)**, 1-138, Springer, Berlin, Heidelberg. 1st edition, VI, 156 p., 37 figs., DOI: 10.1007/978-3-642-22401-0.

PEDROSA, A. e COSTA, F., 1999. As cheias do rio Tâmega. O caso da área urbana de Amarante. *Territorium*, n. 6, p. 49-60, set. 1999. ISSN: 1647-7723.

PEREIRA, D. I., 1997. Sedimentologia e Estratigrafia do Cenozóico de Trás-os-Montes oriental (NE Portugal). *Dissertação de Doutoramento*. Universidade do Minho. Braga. 341 p.

PEREIRA, D., PEREIRA, P., SANTOS L., e SILVA, J., 2014. Geomorphological Units of Mainland Portugal. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 15(4), p. 567-584.

RIBEIRO, PEREIRA, E. e DIAS, R., 1990. Structure in the Northwest of the Iberian Peninsula. *In*: R. D. Dallmeyer e E. Martínez García (Eds), Pre-Mesozoic Geology of Iberia. **Springer-Verlag**, Berlin: 220-236.

RISKAM - DISASTER, http://riskam.ul.pt/disaster/index.php?option=com_content&view=article&

SANTOS, J. G., 2002. Cartografia automática do risco de movimentos de vertente; estudo aplicado à área de Peso da Régua. Bacia do Douro-norte de Portugal. **Xeográfica: revista de xeografia, territorio e medio ambiente**, p. 33-58.

SANTOS, J. G., 2003. Movimentos de vertente na área de Peso da Régua. Análise e avaliação multicritério para o zonamento de hazards em ambiente SIG, **Territorium**, p. 53-73.

SANTOS, J. G., 2005. As bacias de Mirandela, Macedo de Cavaleiros e de Vilarica-Longroiva estudo de geomorfologia. *Tese de Doutoramento em Geografia*, FLUC, 539 p.

Revista Eletrônica: Tempo - Técnica - Território, V.10, N.1 (2019), 66:95 ISSN: 2177-4366

SANTOS, J. G., 2017. O desligamento esquerdo tardi-varisco "Orense -Bacia da Lousã"; condicionantes ao desenvolvimento territorial, recursos naturais e riscos geomorfológicos. XXXI Encontro Nacional de Professores de Geografia, Chaves, Portugal (pdf acessível em https://www.researchgate.net/publication/332345412_Resumo_da_conferenciaodt).

SEQUEIRA, A., CUNHA, P. P. e SOUSA, B., 1997. A reactivação de falhas, no intenso contexto compressivo desde meados do Tortoniano, na região de Espinhal-Coja-Caramulo (Portugal Central). **Comun. Inst. Geol. Mineiro**, t. 83, p. 95-126.

SIGMA-EXPLORER, Swiss RE Institute. <http://www.sigma-explorer.com/>

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos - SNIRH <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=7&albufcode=177>, (acedido em 2 de abril de 2019).

SOTCHAVA, V. B. 1963. Introducción a la teoria de los geossistemas. Novo Sibersk: Nauka, 318p.

TRICART, J. 1965. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris, Masson, in-8°, 496 p.

UN, 2012. <https://sustainabledevelopment.un.org/futurewewant.html>, (acedido em 30 de março de 2019).

VARNES, D. J., 1984. International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes. Landslide Hazard Zonation: A Review of Principles and Practice, UNESCO, Paris. ISBN: 978-92-3-101895-4, 92-3-101895-7.

VELOSA, J. M., 2009. Os efeitos das grandes barragens no desenvolvimento sócio-económico local. *Dissertação de Mestrado* em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 93 p.

WARD, S. e DAY, S., 2011. The 1963 Landslide and Flood at Vaiont Reservoir Italy. A tsunami ball simulation. (Ital.J.Geosci. (**Boll. Soc. Geol. It.**), Vol. 130, No. 1, p. 16-26, 9 figs. DOI: 10.3301/IJG.2010.21.

WARD, S., e DAY, S., 2011. The 1963 landslide and flood at Vajont reservoir Italy. A tsunami ball simulation. Italian Journal of Geosciences, 130, p. 16–26.

XUAN, T. e WESTEN, C. Van. 2018. Atlas of Wenchuan Earthquakes Geohazards: Analysis of coseismic and post-seismic geohazards in the area affected by the 2008 Wenchuan Earthquake. Science Press. ISBN:978-7-03-057192-2. (pdf disponível em: https://www.researchgate.net/publication/325256518_Atlas_of_WenchuanEarthquake_Geohazards_Analysis_of_coseismic_and_postseismic_Geohazards_in_the_area_affected_by_the_2008_Wenchuan_Earthquake).

ZÊZERE, J.L., PEREIRA, S., TAVARES, A.O., BATEIRA, C., TRIGO, R.M., QUARESMA, I., SANTOS, P.P., SANTOS, M. e VERDE, J., 2014. DISASTER: a GIS database on hydrogeomorphologic disasters in Portugal. **Natural Hazards**, 72, p. 503-532. DOI 10.1007/s11069-013-1018-y.

AGRADECIMENTOS e APOIOS

Este trabalho foi apoiado pelos Fundos Europeus de Desenvolvimento Regional, através do programa COMPETE 2020 - Programa Operacional “Competitividade e Internacionalização”, no âmbito do Fundo POCI-01-0145 – FEDER-006891, e por Fundos Nacionais através da Fundação Portuguesa para a Ciência e Tecnologia (FCT) ao abrigo do Fundo UID/GEO/04084/2013.

Co-financiado por:

