

RISCO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TORRES NOVAS (PORTUGAL)

Lúcio Cunha
Universidade de Coimbra
luciogeo@ci.uc.pt

Cátia Leal
Universidade de Coimbra
catia_sléal@hotmail.com

Alexandre Tavares
Universidade de Coimbra
atavares@dct.uc.pt

Pedro Santos
Universidade de Coimbra
pedro70santos@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: RISCOS, SOCIEDADE E FENÓMENOS DA NATUREZA

Resumo

Em Portugal Continental, as cheias e inundações consequentes são dos fenómenos naturais mais recorrentes e os que maior risco representam para o Ser Humano, na medida que podem pôr em causa a segurança de pessoas e bens e provocar impactos sócio-económicos relevantes.

Com este trabalho pretendemos avaliar a susceptibilidade ao risco de cheias e inundações no concelho de Torres Novas (Portugal) através da conjugação de modelos heurísticos e de modelos quantitativos multi-critério (modelo hidráulico HEC-RAS), validados com registos históricos publicados nos jornais e com trabalho de campo.

Os resultados demonstram que as áreas de maior susceptibilidade natural a cheias e inundações, correspondentes a áreas de inundação frequentes e/ou resultantes de grandes cheias ou de cheias rápidas, assumem maior relevância espacial ao longo de todo o vale do rio Almonda, nas áreas marginais do vale da Ribeira do Alvorão e da Ribeira da Bezelga pela torrencialidade dos seus caudais, que geralmente originam cheias rápidas e perigosas, nas áreas deprimidas de fundo de vale das ribeiras de maior ordem e nos sectores de confluência dos colectores principais, porque favorecem a concentração e retenção das águas fluviais e, finalmente, nas áreas urbanas, onde o elevado índice de impermeabilização das pequenas bacias hidrográficas, a ocupação das margens e dos leitos de cheia, a par com a insuficiência dos colectores pluviais promovem o desenvolvimento natural de cheias rápidas.

Palavras-chave: Risco de inundação; cheias rápidas; susceptibilidade; Torres Novas

Abstract

In Portugal, floods are the most recurrent and dangerous natural phenomena and represent a high risk for the Human Being, endangering the safety of people and property and cause socio-economic damages.

With this work we intend to evaluate the susceptibility to flood risk in the municipality of Torres Novas (Portugal) through the combination of heuristic and quantitative multi-criteria (HEC-RAS) models, validated with historical records published in newspapers and with field work.

The results show that the areas of greatest susceptibility to floods are the valley of Almonda river, the marginal areas of the valley of the Ribeira do Alvorão and Ribeira da Bezelga, the depressed areas of the bottom of the valleys with streams of higher hierarchical order, the sectors of the confluence of major collectors and, finally, in urban areas, where the high rate of impermeability, the occupation of

the major channels beds full, together with the inadequate dimension of storm sewers promote the natural development of flash floods.

Key words: Flood risk; flash floods; susceptibility; Torres Novas

1. Enquadramento

Em Portugal Continental, as cheias e inundações consequentes constituem uma das maiores ameaças para o Ser Humano, na medida que são um dos fenómenos naturais mais recorrentes, mais mortíferos (a seguir às ondas de calor) e os que mais prejuízos materiais e financeiros provocam (INAG, 2001).

Estes fenómenos hidrológicos extremos assumem, em regra, um carácter sazonal, uma vez que acontecem maioritariamente (70%) no período mais húmido do ano, entre os meses de Outubro e Março (ROCHA, 1993). Naturalmente, são as condições hidro-meteorológicas, nomeadamente, a frequência e intensidade das precipitações que ditam os períodos mais críticos à sua ocorrência.

Se as maiores cheias (cheias progressivas) resultam de longos períodos de precipitação moderada a elevada, associados à passagem de superfícies frontais e de depressões ligadas à frente polar, as cheias rápidas advêm, em regra, de precipitações intensas ainda que confinadas a uma dimensão espacio-temporal reduzida (RAMOS e REIS, 2001). Estas últimas, porque mais imprevisíveis, são também as mais perigosas e conduzem geralmente a pontas de cheia elevadas que afectam pequenas bacias hidrográficas e/ou áreas urbanas com regime hídrico artificializado e extensas áreas impermeabilizadas (REBELO, 1997; PORTELA *et al.*, 2000; DUARTE *et al.*, 2005). Contrariamente, as cheias progressivas afectam especialmente as grandes bacias hidrográficas (p. ex. Tejo, Douro, Mondego, no caso português) e provocam inundações de maior magnitude devido à conjugação de processos lentos de saturação dos solos, da subida da toalha freática, do aumento do escoamento e, por conseguinte, do transbordo do leito normal. Neste caso, a ponta de cheia e as inerentes inundações decorrem de forma lenta, o que permite um aviso atempado às populações, mas o seu regime hídrico normal demora também mais tempo até ser restabelecido.

No entanto, a magnitude e a dimensão catastrófica que estes fenómenos naturais podem assumir advêm, sobretudo, de um desordenamento territorial que decorre, sobretudo, da ocupação dos leitos de cheia que, para além de fazer aumentar a vulnerabilidade de pessoas e bens, ao interferir com o funcionamento dos sistemas naturais, agrava também a perigosidade da ocorrência de cheias. As alterações do uso do solo e, particularmente, a progressiva destruição do coberto vegetal, o entulhamento artificial dos leitos dos rios e ribeiras, a impermeabilização generalizada, a ocupação das margens e dos leitos de inundação e a insuficiência dos colectores pluviais (nem sempre dimensionados para situações de pluviosidade extrema), ao modificarem as condições da drenagem natural, interferem significativamente com a quantidade e velocidade do escoamento superficial, com o tempo de propagação das cheias. O desconhecimento deste tipo de dinâmica, principalmente ao nível do planeamento local e urbano, faz dos territórios ribeirinhos zonas de potencial risco, uma vez

que se tem verificado um acréscimo da densidade populacional, de edificação e de actividades antrópicas em leitos de cheia.

As inundações referentes às cheias do rio Tejo em Fevereiro de 1979 e em Novembro de 1983 são alguns dos exemplos da dimensão catastrófica que estes fenómenos hidrológicos podem atingir. A primeira “durou 9 dias e provocou 2 mortos, 115 feridos, 1187 evacuados e avultados prejuízos materiais, e na segunda morreu uma dezena de pessoas, 610 habitações foram completamente destruídas, 1800 famílias desalojadas, tendo os prejuízos ascendido a cerca de 18 milhões de contos (valor da época)” (www.prociv.pt). Ainda que as repercussões destes episódios sejam evidentes, ao longo do tempo elas tendem a “desvanecer-se na memória colectiva, contribuindo assim para a subvalorização dos fenómenos perigosos em causa” e para o acréscimo da vulnerabilidade e do risco de cheias (QUARESMA, 2008).

Assim, tendo em conta as repercussões prejudiciais que estes processos naturais podem causar, torna-se urgente a tomada de consciência da importância da avaliação, gestão e prevenção do risco de inundação, a fim de mitigar os seus efeitos.

No quadro legislativo nacional, para além de outros documentos (Decreto-Lei n.º 115/2010 de 22 de Outubro; REN - Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto), o Decreto-Lei n.º 364/98, de 21 de Novembro, estabelece a obrigatoriedade de elaboração da carta de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias. Neste contexto, a avaliação do risco de inundação que aqui se apresenta para o concelho de Torres Novas traduz a probabilidade de ocorrência, no espaço e no tempo, de situações de inundação associadas a situações de cheias para um período de retorno de 100 anos (perigosidade), com consequências prejudiciais para as sociedades humanas (vulnerabilidade).

2. Caracterização do concelho de Torres Novas

Torres Novas é um concelho com 269 km², 36 837 habitantes e uma densidade populacional de 136,9 hab/km² (2011), localizado na Região Centro de Portugal Continental, no distrito de Santarém, a norte do rio Tejo (fig.1).

Em termos orográficos, trata-se de um município pouco acidentado e de moderada altitude, em que a topografia vai decrescendo, de noroeste para sudeste, numa sequência em que podemos encontrar: a NW, o Maciço Calcário Estremenho, patenteado pela Serra de Aire (679m), que sobressai com as cotas mais expressivas e onde a carsificação intensa da região denuncia o elevado grau de permeabilidade e porosidade do substrato rochoso (calcários do Jurássico médio), que aliado à vegetação escassa e à reduzida espessura do solo favorecem a infiltração das águas pluviais e a sua circulação numa rede de galerias subterrâneas, em detrimento do escoamento superficial; as colinas calcárias e gresosas, associadas essencialmente a rochas miocénicas, pouco permeáveis, que se desenvolvem entre 100 e os 250 metros na área central do concelho e que apenas são recortadas pelos vales, moderadamente encaixados, do rio Almonda e seus afluentes, entre os quais se destaca a Ribeira do Alvorão; e, a sul, a planície aluvial do rio Almonda, preenchida por materiais de origem sedimentar

detrítica de elevada permeabilidade (aluviões e os depósitos de terraços) junto da confluência com o rio Tejo, com cotas já inferiores a 50 metros.

Do ponto de vista hidrológico, o concelho de Torres Novas faz parte integrante da bacia hidrográfica do rio Tejo, e o rio Almonda é o único curso de água perene, perfeitamente individualizada no que respeita aos níveis de escoamento e caudal, responsável por drenar mais de 50% do território concelhio. Como tal, hierarquicamente, este individualiza-se como sendo o curso de água de máxima ordem no concelho (6ª ordem, segundo o critério de *Stralher*¹), a par com a Ribeira do Alvorão, seu principal afluente. Com um comprimento do canal principal de 26 km e de 15 km respectivamente, ambas as bacias revelam uma elevada densidade de drenagem.

As restantes linhas de água têm um carácter maioritariamente intermitente ou, mesmo, efémero, registando caudais superficiais apenas durante a estação húmida e secando na de estiagem, ou existem apenas durante ou imediatamente após os períodos de intensa precipitação. Não obstante, as ribeiras de maior ordem (5ª e 4ª ordem), tais como a Ribeira da Bezelga, a Ribeira da Nogueira, a Ribeira de Ponte da Pedra, assumem também um papel preponderante na organização da drenagem de cada sub-bacia do concelho.

O clima é tipicamente mediterrâneo caracterizado por Verões quentes e secos (>20°C) e Invernos suaves (>9°C) e moderadamente chuvosos, com precipitações médias anuais na ordem dos 950 mm. No entanto, a forte variabilidade interanual traduz-se, não raras vezes, em Outonos, Invernos ou Primaveras fortemente pluviosos, responsáveis pelo desencadeamento de situações de cheias e inundações significativas.

2.1. Registos históricos de cheias e inundações

Os registos documentais a que tivemos acesso permitem datar inundações no concelho de Torres Novas em Fevereiro 1972 e 1979, Novembro de 1983, Dezembro de 1996, Novembro 1997, Dezembro 2000, Janeiro de 2001, Novembro e Dezembro de 2006, Dezembro 2009 e Fevereiro de 2010. Entre as causas, as “*chuvas torrenciais*” e as “*fortes chuvadas*” estão na origem das ocorrências registadas.

De todas, a maior cheia registada no município, tanto pela sua extensão como pelos prejuízos causados, foi a de Fevereiro de 1979 (fig. 2; foto 1). “*Até onde a memória dos mais velhos consegue recuar no tempo, não há lembrança de uma cheia com as proporções alcançadas pela que no passado fim-de-semana ocorreu na nossa vila e arredores. Para quem teve a oportunidade de observar o enorme caudal de água, quer ao longo do leito do Rio Almonda, quer no trajecto da Ribeira do Alvorão, galgando pontes, destruindo paredes de protecção ou*

¹ A ordem dos cursos de água de *Strahler* “é uma classificação que reflecte o grau de ramificação ou bifurcação existente dentro de uma bacia hidrográfica. A ordem do canal principal mostra a extensão da ramificação na bacia.” (LENCASTRE e FRANCO, 1984).

RISCO DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE TORRES NOVAS (PORTUGAL)

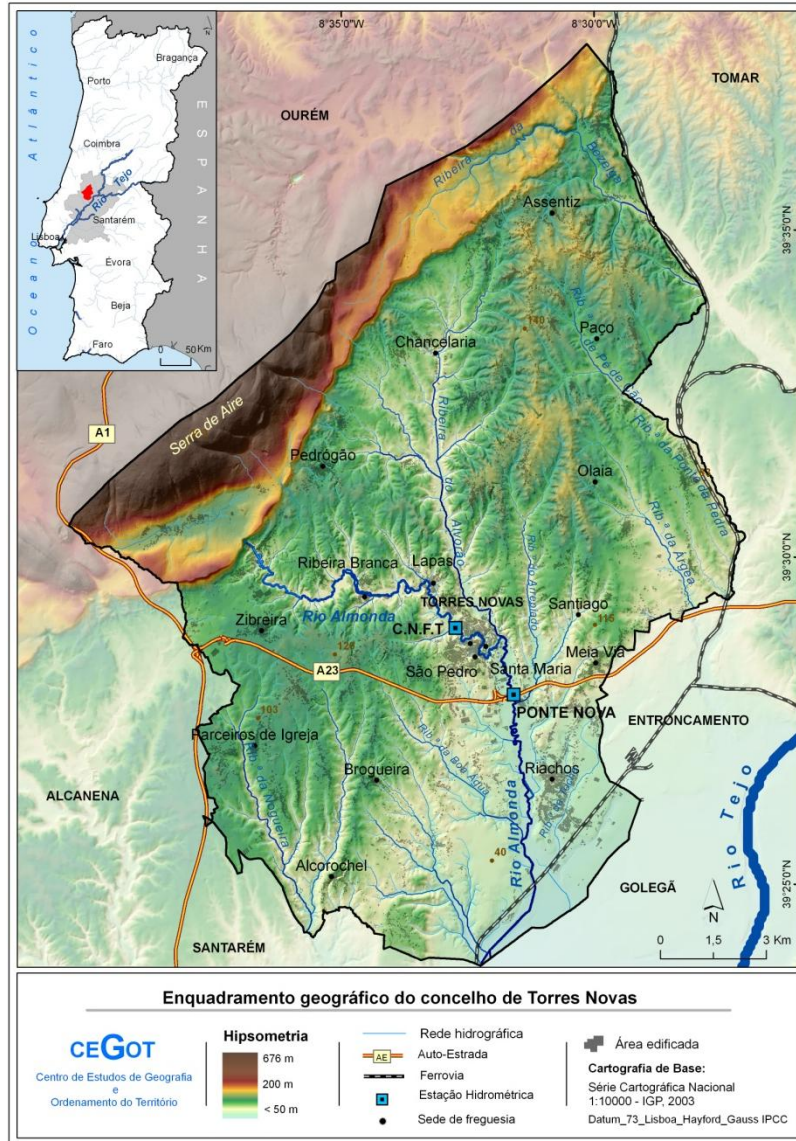


Fig. 1 – Enquadramento geográfico do concelho de Torres Novas

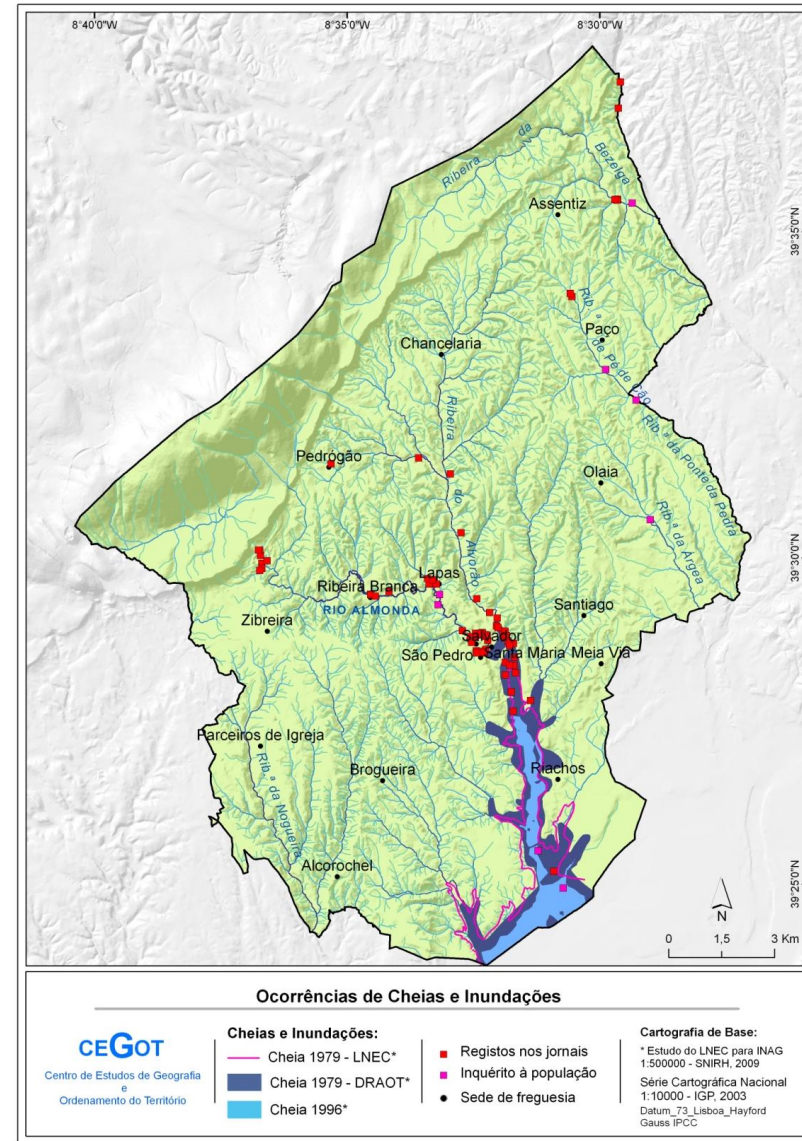


Fig. 2. Histórico de ocorrência de cheias e inundações desde 1970 a 2010

simplesmente invadindo campos e habitações, poderá ter ideia das consequências catastróficas, motivadas pela chuva abundante...” (Jornal *O Almonda*, 1979).



Foto 1 – Notícia do Jornal *O Almonda* da cheia centenária de Fevereiro de 1979

Assim se descreve a cheia centenária de 1979, em que o caudal do rio Almonda subiu cerca de 2 metros nas Lapas e atingiu uma altura hidrométrica de 5,30 metros na Estação Hidrométrica da Companhia Nacional de Fiação e Tecidos (C.N.F.T.) e 4,5 metros na Ponte Nova (SNIRH) em Torres Novas, inundando e provocando inúmeros prejuízos numa vasta área, ao longo de todo o seu percurso. Para além da área supracitada, os caudais de cheia do rio Almonda e suas inundações são frequentes ao longo de todo o seu vale, logo após a exurgência cársica que lhe dá origem, na Ribeira Branca, Lapas até Torres Novas; na zona de confluência com a Ribeira do Alvorão e em todo o vale a jusante, submergindo os campos desde a várzea dos Mesiões, Ponte Nova até ao Boquilobo (fig.2, foto 2a, b e c) e nas zonas baixas de Lapas e da cidade de Torres Novas (foto 3).

Todavia, também algumas pequenas ribeiras, após períodos de precipitação forte e concentrada, galgam os seus leitos normais e inundam campos, casas e ruas, destruindo propriedades e causando prejuízos avultados nas pequenas povoações das margens ribeirinhas (foto 4). O caso mais grave deu-se em A-do-Freire (freguesia do Pedrógão), onde uma senhora morreu depois de ser arrastada pela corrente da ribeira do Alvorão, em Dezembro de 2006 (Jornal *O Almonda*, 2006).



Foto 2 – Inundações em Lapas (a), vale do Rio Almonda (b) e zona do Boquilobo (c)

Fonte: (a) Jornal *Torrejano* do dia 14 de Dezembro de 2000; (b) Arquivo Histórico Municipal de Torres Novas, (c) Jornal *O Almonda* de 5 de Março de 2010

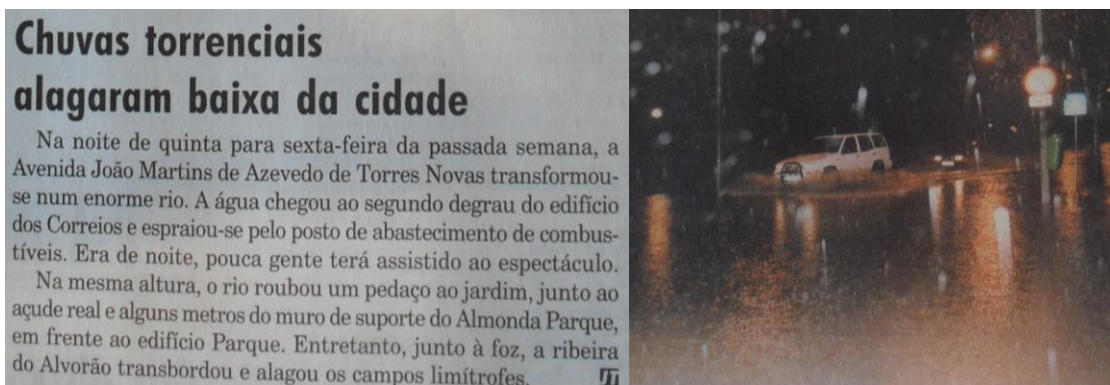


Foto 3 - Inundação de Dezembro de 2000 na cidade de Torres Novas

Fonte: Jornal *Torrejano* de 7 de Dezembro de 2000



Foto 4 - Inundação causada pela cheia da Ribeira da Bezelga na localidade de Bezelga de Cima

Fonte: Jornal *O Almonda* de 3 de Novembro de 2006

Metodologia

A avaliação da susceptibilidade a cheias e o zonamento das áreas inundáveis para o município de Torres Novas resultaram da conjugação de análises heurísticas (geomorfológicos; históricas) e de modelos quantitativos multi-critério, que permitiram avaliar de forma combinada as áreas que drenam cada ponto da bacia hidrográfica e identificar, a várias escalas, as condições da dinâmica fluvial dos troços de drenagem mais importantes. Especificamente, foram adoptados os seguintes procedimentos metodológicos:

1. Identificação das áreas onde já ocorreram cheias/inundações no passado, através da recolha de registos históricos de inundações documentados nos jornais locais *O Almonda* e *Torrejano*, desde 1970 a 2010. Este conhecimento releva-se imprescindível tanto na identificação dos sectores mais críticos, como na aferição da probabilidade da sua recorrência espacio-temporal.
2. Caracterização da dinâmica hidrológica do município com base na análise cartográfica da hipsometria e hidrografia para uma primeira identificação dos sectores das planícies aluviais mais sujeitos ao processo de transbordamento e consequente inundação (cartografia digital nas escalas 1:25000, 1:10000 e 1:2000).

3. Construção de um modelo hidro-geomorfológico de áreas inundáveis, com base nas características topográficas, hidrológicas, litológicas, pedológicas e do coberto vegetal.
4. Com recurso ao *software* HEC-RAS[®] (versão 4.1) e segundo os pressupostos metodológicos de SANTOS (2009) procedeu-se à construção de um modelo hidráulico de áreas inundáveis para um período de retorno de 100 anos, nos troços mais críticos do rio Almonda e da Ribeira do Alvorão (à escala 1:10000), e de modelos à escala 1:2000 para as áreas urbanas que dispunham de cartografia a esta escala, nomeadamente para Lapas e Torres Novas. Para o processo de modelação hidráulica foram consideradas as precipitações, os caudais e as características geométricas e hidráulicas do canal. Os dados hidrológicos foram recolhidos no SNIRH² referentes aos caudais máximo anual do rio Almonda, entre 1977/78-1989/90 e 2006/07-2007/08 para a estação da C.N.F.T. (freguesia de S. Pedro) e entre 1976/77 e 1989/90 para a estação de Ponte Nova (freguesia de Santa Maria), as únicas estações hidrométricas do concelho (fig.1). Os dados geométricos foram extraídos a partir de modelos digitais de terreno, produzidos à escala 1:10000 e 1:2000 e da cartografia de ocupação do solo e edificado, a partir da qual se extraíram os coeficientes de rugosidade da superfície e a *layers* correspondentes a *blocked obstructions*, isto é, espaços por onde não é fisicamente possível a ocorrência de escoamento. Posteriormente, o modelo das zonas inundáveis resultante do método hidrológico-hidráulico foi aperfeiçoado através de uma análise geomorfológica pormenorizada de todo o território concelhio, baseada na interpretação estereoscópica de fotografia aérea (voo 1958, escala aprox. 1:26 000) e da observação *in locu* da micro-topografia dos fundos de vale.
5. Por fim, os modelos de susceptibilidade a cheias e o zonamento das áreas inundáveis foram devidamente validados com base nos registos históricos documentados, marcas de inundação obtidas através de registos fotográficos, descrições jornalísticas e evidências *in situ* que se manifestam nas características morfológicas, pedológicas, sedimentológicas e de cobertura vegetal, referências resultantes de inquéritos simples às populações locais e por informações de estudos regionais desenvolvidos pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC, 1992) e pelo Instituto da Água (INAG – www.inag.pt), referentes à superfície de inundação da cheia de 1979 (cheia centenária) e das cheias de 1995/96, para a bacia hidrográfica do rio Tejo, cuja extensão abrange a bacia do Rio Almonda.
6. A vulnerabilidade e o risco, ou seja, o grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos em resultado da ocorrência de cheias e inundações, foram determinados através da identificação e contabilização do tipo de bens expostos, de modo a aferir a proporção de população e de actividades antrópicas ameaçadas.

² Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos (www.snirh.pt).

Resultados e Discussão

Da análise do modelo final estima-se que o concelho de Torres Novas está sujeito a um risco de inundação moderado, estimando-se que o território apresente uma perigosidade a inundação numa área de aproximadamente 32,5 km² (12% do território concelhio; fig.3).

De um modo geral, todos os cursos de água de maior hierarquia e magnitude contribuem para a ocorrência de cheias e inundações, uma vez que o transbordo, e consequente alagamento dos terrenos ribeirinhos, constituem um processo natural comum a todos os cursos de água não regularizados. Ainda assim, da análise efectuada é possível identificar áreas com diferentes graus de susceptibilidade. As áreas com maior susceptibilidade a inundações, correspondentes a áreas de inundação frequentes e/ou resultantes de grandes cheias ou de cheias rápidas, assumem maior relevância espacial ao longo de todo o vale do rio Almonda. Porém, em função das características do canal, da topografia aplanada e da quantidade de material aluvial depositado, podemos concluir que é a jusante da cidade de Torres Novas, desde a Várzea dos Mesiões (freguesia de Santa Maria) até ao Boquilobo (freguesia de Riachos), ultrapassando mesmo o limite sul do concelho, que as inundações assumem maior magnitude. A presença de uma vasta planície com os seus baixos declives, bem como a existência de um aquífero livre próximo da superfície promovem o desenvolvimento natural de cheias progressivas, aliadas à subida do nível freático por saturação dos solos, em períodos de maior pluviosidade. Aqui, a suavização do perfil longitudinal do rio faz diminuir significativamente a velocidade de escoamento das águas do curso médio e facilita o espraiamento das águas por uma área ampla e contínua de aproximadamente 935 hectares. Durante as grandes cheias a planície aluvial permanece completamente submersa, por vezes durante vários dias, atingindo a água alturas variáveis, mas em média inferiores a 1 metro.

Para além do rio Almonda também as pequenas ribeiras têm um comportamento hidrológico muito próprio, que ocasiona, por si só, episódios de cheias e inundações com consequências prejudiciais para as populações locais. É o caso da ribeira do Alvorão (principal afluente do rio Almonda) e da Ribeira da Bezelga cuja susceptibilidade elevada advém do risco potencial que manifestam, ao desenvolverem processos de escoamento de resposta rápida (cheias rápidas), em virtude do encaixe da rede hidrográfica e da impermeabilização e/ou obstrução do leito normal e de cheia, associado à ocupação urbana. Em ambos os casos, a torrencialidade das ribeiras e a presença de aglomerados urbanos no leito de cheia, fazem com que a perigosidade destas áreas seja agravada, gerando situações de risco que comprometem a segurança das populações e dos seus bens. No caso particular da Ribeira do Alvorão, a torrencialidade é agravada quer pela elevada densidade de afluentes e sub-afluentes que alimentam a ribeira, quer pela geometria rectilínea do vale e pelo declive relativamente acentuado do perfil longitudinal que não favorecem a amortização da velocidade dos caudais.

As restantes linhas de água de maior ordem (p. ex. a Ribeira de Pé de Cão, da Ribeira da Ponte da Pedra, Ribeira da Árgea, Ribeira da Nogueira e Ribeira da Brogueira), as áreas deprimidas dos fundos de vales e os sectores de confluência de linhas de água principais constituem, igualmente, áreas de

elevada susceptibilidade natural à ocorrência de inundações, porque favorecem a concentração e retenção das águas pluviais e fluviais.

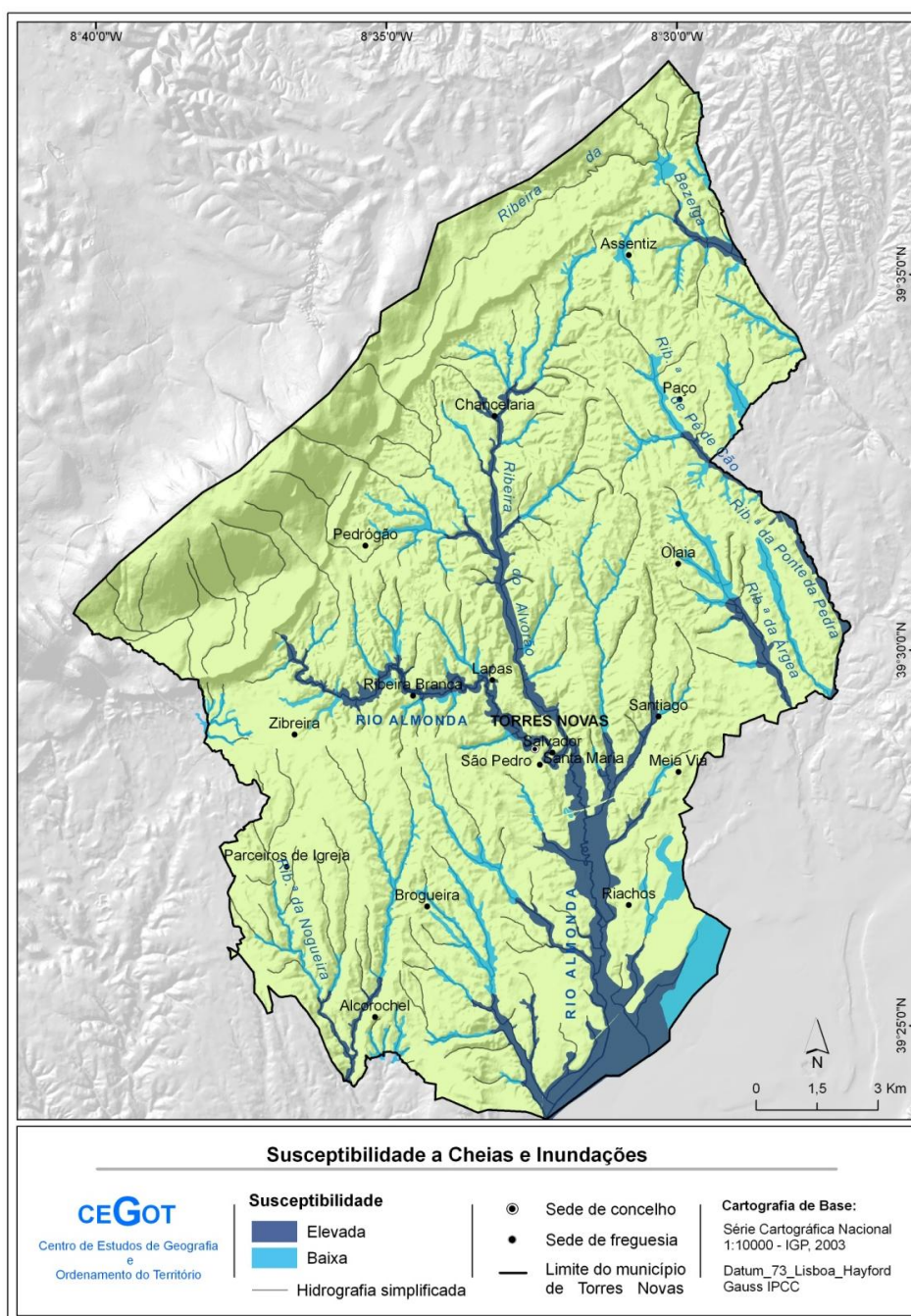


Fig. 3 – Susceptibilidade a cheias e inundações no concelho de Torres Novas

Nos centros urbanos, e em particular na cidade de Torres Novas, há também um agravamento da perigosidade potencial à ocorrência de inundações devido à sua localização sobre as margens e leito de cheio do rio Almonda, que atravessa toda a cidade desde a freguesia de São Pedro até à confluência com a Ribeira do Alvorão (freguesia de Salvador), bem como à posição topográfica deprimida, que aliada à elevada impermeabilização da baixa da cidade (correspondente ao centro histórico), favorece a ocorrência de cheias rápidas e inundações temporárias, geradas por episódios de precipitação intensa

e concentrada, num curto espaço de tempo (horas). O estrangulamento do canal fluvial pela densa ocupação urbana e a deficiência e mal dimensionamento de alguns sistemas de drenagem das águas residuais e pluviais, contribuem também para este agravamento.

Por outro lado, com uma susceptibilidade baixa a moderada, distinguem-se os leitos de cheia das restantes ribeiras de menor ordem, as áreas aplanadas e as depressões topográficas com solos impermeáveis que propiciam situações de encharcamento por má drenagem. Geralmente, estas propiciam pequenas inundações, que afectam áreas reduzidas e não causam danos de maior ordem, para além dos eventuais prejuízos na actividade agrícola.

No sector NW do concelho, “a permeabilidade em grande” que caracteriza o substrato geológico faz desta uma zona de máxima infiltração, bastante importante para a recarga do aquífero do Maciço Calcário Estremenho, não apresentando por isso qualquer perigosidade e risco à ocorrência de inundações.

O modelo final das áreas inundáveis concorda com as marcas de cheias inventariadas. No entanto, das ocorrências inventariadas, poucas são as referências documentadas a situações de inundações para a maior parte das ribeiras das áreas rurais. Convém ressaltar que os registos históricos fornecem informações mais direccionadas para o risco do que propriamente com a susceptibilidade, uma vez que ao jornalismo interessam sobretudo as áreas com prejuízos de maior gravidade. Como muitas destas pequenas cheias não provocam danos de maior importância e por vezes, apenas são observados pela população local, acabam por não ser alvo de notícia e registo. Ainda assim, a forma e a extensão da planície aluvial de fundo plano e a presença de material aluvionar recente denuncia a ocorrência de inundações e encharcamentos destes terrenos ribeirinhos.

No que respeita à vulnerabilidade e ao risco, os campos agrícolas localizados em leito de cheia são, em primeiro lugar, as zonas mais vulneráveis a cheias e a inundações, visto que correspondem a mais de 90% das áreas ameaçadas. Pelo contrário, é nos centros urbanos, com menor área total, que acresce o risco, devido a uma maior concentração e valor dos elementos expostos.

No total foram identificados em zona de elevada perigosidade, elementos vulneráveis como áreas residenciais, áreas industriais, áreas comerciais e de serviços, equipamentos (entre os quais equipamentos de saúde, de educação, de cultura, de restauração e turismo), infra-estruturas básicas e viárias e alguns sítios arqueológicos. Quanto às infra-estruturas potencialmente afectadas salientam-se alguns troços da rede viária nacional e municipal, que ficam usualmente submersos e por vezes intransitáveis, ainda que sem causar problemas de isolamento de populações, assim como algumas estações de tratamento de águas residuais (ETAR).

Conclusão

Em jeito de conclusão, verificou-se que o risco de cheia e de inundações ganha uma importância crescente nos centros urbanos, e as áreas ribeirinhas são, por si só, áreas de elevada perigosidade e consequentemente de potencial risco. Assim as áreas potencialmente inundáveis devem ser

consideradas como um factor a ter em conta no âmbito do ordenamento do território, cumulativamente com outros factores condicionantes do uso do solo.

Deste modo, pretende-se que este estudo contribua para uma boa gestão do território, no presente e no futuro, e que constitua uma base de trabalho para os agentes da Protecção Civil Municipal, ao nível prevenção, protecção, preparação e previsão destes fenómenos, através da articulação de conhecimentos e acções de todas as entidades com responsabilidade na gestão do território, no planeamento local e protecção civil.

Referências

- DUARTE, A., BORGES, B., RAMOS, C., PEDRO, P., PANCADA, R. (2005) – **“Cheias Rápidas em áreas urbanas e a sua percepção: o caso da bacia da Ribeira de Odivelas”**, *Proceedings of the X Colóquio Ibérico de Geografia*, Évora, CD-ROM, 15p.
- INSTITUTO DA ÁGUA (INAG) (2001) – **Plano Nacional da Água**. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- LNEC (1992) – **“As cheias e Portugal – Caracterização das zonas de risco: 4º relatório – Bacia hidrográfica do Rio Tejo”**, Lisboa.
- PORTELA, M. M., SILVA, A. T., MELIM, C. P. (2000) – **“O efeito da ocupação urbana nos caudais de ponta de cheias naturais em pequenas bacias hidrográficas”**. V Congresso da Água, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, disponível [Online] em <http://www.civil.ist.utl.pt>
- QUARESMA, I. (2008) - **Inventariação e análise de eventos hidro-geomorfológicos com carácter danoso em Portugal Continental**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, 100 p.
- RAMOS, C., REIS, E. (2001) – **“As cheias no sul de Portugal em diferentes tipos de bacias hidrográficas”**, *Finisterra*, XXXVI, 71, pp. 61 – 82.
- REBELO, F. (1997) – **“Risco e crise nas inundações rápidas em espaço urbano. Alguns exemplos portugueses analisados a diferentes escalas”**. *Territorium*, pp. 29-46.
- ROCHA, J. S. (1993) – **“Caracterização das zonas sujeitas a risco de cheias em Portugal”**. *Simpósio sobre catástrofes naturais. Estudo, prevenção e protecção*, Ordem dos Engenheiros, LNEC, Lisboa, s.p.
- SANTOS, P. M. P. (2009) - **Cartografia de áreas inundáveis a partir do método de reconstituição hidrogeomorfológica e do método hidrológico-hidráulico: estudo comparativo na bacia hidrográfica do rio Arunca**. Dissertação de mestrado. Disponível [online] em [www:http://hdl.handle.net/10316/14184](http://hdl.handle.net/10316/14184).