

O RISCO DAS INUNDAÇÕES E A SUA GESTÃO. UMA VISÃO NACIONAL E UMA VISÃO EUROPEIA

João S. ROCHA⁽¹⁾

RESUMO

As cheias são a principal causa das inundações. As características das cheias, nos seus aspectos hidrológicos e hidráulicos, e o controlo estrutural das ondas de cheia, foram estudados durante as últimas décadas nos seus pontos de vista científico e técnico. Poder-se-á atingir facilmente um acordo europeu sobre a tecnologia a utilizar nas situações de risco.

No que diz respeito à implementação de medidas não estruturais, e às escolhas para a quantificação dos riscos aceitáveis para a sociedade e para o ambiente, será mais difícil atingir uma posição única, quer em Portugal, quer no conjunto dos países da União Europeia. Isto é consequência, das diferentes intensidades das cheias em cada região, das diferentes organizações para a gestão do território, das diferentes “culturas” do risco, e das diferentes experiências nacionais

O resultado destas diferenças é a existência de uma multiplicidade de metodologias para a gestão dos riscos de inundação; há acções em três eixos principais, a saber: controlo das cheias, os avisos e a evacuação e a gestão das zonas inundáveis.

Em Portugal, o reconhecimento da importância dos riscos das cheias, e das consequentes inundações, é feito em várias legislações, alguma muito antiga. O problema maior tem sido implementá-la, devido às fortes interrelações e antagonismos que existem entre diferentes decisores. Será necessário pôr à mesma mesa estes decisores, para negociação aberta. A via seguida, de forçar uma hierarquia numa árvore de decisões parece contraproducente, por não ser consensual, como a prática tem mostrado.

A importância das cheias é reconhecida pela União Europeia no documento “Ambiente na Europa, Avaliação Dobris”, capítulo 18, na conclusão HZ14: “Os riscos naturais ganharam uma importância crescente nas zonas urbanas, provavelmente porque o seu número também cresceu e porque a vulnerabilidade aumentou pela invasão incontrolada das zonas de riscos maiores”. A resposta adequada para esta conclusão também é indicada: “Uma boa gestão do território e o planeamento das emergências são as duas acções para reduzir os impactos dos riscos naturais e as suas interações com as actividades humanas”.

Palavras-chave: risco de cheia, rio, hidrologia, hidráulica fluvial, controlo de cheia, recursos hídricos superficiais, zonas inundáveis, zona urbana, zona rural, gestão do território, vulnerabilidade, aviso de cheias, evacuação, sedimentologia.

1 - INTRODUÇÃO

⁽¹⁾ Engenheiro Civil, Investigador Coordenador, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal

O principal objectivo da gestão e da prevenção das crises provocadas pelas inundações deverá ser o desenvolvimento de acções e de regras práticas para a gestão dos riscos e das suas causas.

Paralelamente, a gestão dos recursos tem por função distribuir a água existente em todas as condições e situações para todos os consumidores e utilizadores. As instituições de gestão da água foram formadas a partir de cada história particular, e evoluíram com a competição entre as diferentes utilizações da água. As inundações entram nesta competição para a gestão.

Considerando estes aspectos da utilização da água é habitual encontrar diferentes instituições para gerir diferentes tipos de crises. Para as inundações, há as instituições da Protecção Civil. Estas podem adoptar uma estratégia do tipo militar para a defesa das actividades humanas do poder destruidor dos escoamento de água, incluindo as Forças Armadas e outros corpos militares.

Para a gestão das crises provocadas pelas inundações é necessário desenvolver uma tipologia das cheias, e dos riscos a elas associados, tendo em consideração as características que determinam a vulnerabilidade às inundações das pessoas e dos sistemas socio-económicos. É também necessário desenvolver as metodologias para a avaliação da vulnerabilidade relativa das diferentes ocupações do território aos diferentes tipos de inundações, identificando as zonas onde o risco pode ser aumentado pela intervenção humana, ou pela alteração climática, bem como as taxas de variação esperadas.

Por consequência, para elaborar as regras práticas e eficazes das diferentes intervenções estratégicas, deverão ser analisadas as combinações de tipos de inundações e de ocupação do território, de modo a determinar a intervenção estratégica mais apropriada a cada situação.

A gestão das crises de inundações precisa de um sistema de políticas de decisão. Este sistema deve ser conceptualizado de um modo muito aberto para contemplar todas as tipologias dos riscos de inundações. Hoje, os sistemas de decisão deverão incluir as avaliações dos impactos ambientais, da percepção pública e da participação do público. Para facilitar estas avaliações a utilização dos sistemas de informação geográfica (SIG) é cada vez mais justificado.

A síntese de todos os aspectos para a definição das regras de gestão das crises de inundações será mais fácil para cada região, onde as condições climáticas, geomorfológicas, económicas e sociais, são mais homogéneas. A tentativa de definição de regras para toda a União Europeia será muito difícil. Com efeito, é necessário fazer a ligação das regras às condições particulares, do ponto de vista técnico, económico, social e administrativo. A tipologia das cheias e das inundações será uma base técnica essencial para a definição bem fundamentada das regras.

2 - CARACTERÍSTICAS DAS CHEIAS E DAS INUNDAÇÕES

A definição dos dados mais importantes para a gestão dos riscos de inundação deve considerar apenas as características independentes para dar origem a um pequeno número de soluções, evitando ao mesmo tempo a redundância desnecessária e o enviesamento.

A base teórica para uma análise é a consideração das “inundações como um acontecimento natural que fez parte da história geológica”, FIFMTF (1992). Mas a caracterização das cheias e das inundações deverá ainda incluir as três componentes principais:

- características físicas do meio aquático;
- características da planície de inundação e dos habitats associados;
- características socio-económicas da ocupação da planície de inundação.

Em primeiro lugar, é necessário destacar o facto de haver dois casos dominantes de inundações: os de origem fluvial (F) e os de origem marítima (M). As causas de inundação, as ferramentas de previsão, a modelização dos escoamentos responsáveis pelas inundações, bem como assim das próprias instituições responsáveis pela gestão técnica dos problemas são diferentes nestes dois casos.

Para analisar a tipologia das cheias e das inundações pode-se partir destes dois casos dominantes e de quatro características fundamentais, ROCHA (1996):

- dimensão ou área da bacia hidrográfica (S);
- tipo de ocorrência meteorológica (M);
- tipo de vale que é inundável (V);
- factores socio-económicos (E).

O conjunto destas características dão os elementos necessários para a gestão das inundações:

- acções para gerir as crises das inundações (A).

Há um contínuo de situações entre as inundações de uma grande bacia hidrográfica e as inundações de uma pequena porção de terreno. Mas em todos os casos há dois factores dominantes: a dimensão da área inundável e a dimensão da ocorrência meteorológica.

Todos os sistemas de classificação são subjectivos. Por este motivo não será fácil adoptar os limites para fazer a divisão entre o pequeno e grande. Por uma questão de simplificação, foram adoptados nesta análise somente três grupos para a dimensão espacial: o pequeno (S1), o intermédio (S2) e o grande (S3). A divisão em três grupos é baseada na geomorfologia, RZHANITSYN (1960).

De acordo com este autor, as grandezas hidrográficas (comprimento do rio, área da bacia hidrográfica), hidrológicas (caudal médio anual, caudal de cheia média anual, relação entre estes dois caudais, duração das cheias) e morfológicas (profundidade e largura do leito principal, inclinação média do perfil longitudinal) são relacionadas com o número de ordem do rio. Por exemplo, um rio pequeno, de ordem V, poderá apresentar um comprimento de cerca de 5 km, um caudal médio anual de cerca de 0,09 m³/s, um caudal de cheia média anual de 5,6 m³/s, um leito principal com uma largura de 3,5 m, e uma inclinação longitudinal de 0,9%.

Pelo contrário, um rio de ordem XV poderá apresentar um comprimento da ordem dos 3900 km, um caudal médio anual de 8500 m³/s, um caudal de cheia média anual de 40000 m³/s, um leito principal com uma largura de 1000 m, e uma inclinação longitudinal de 0,002%.

De acordo com este critério, uma bacia média corresponde a um rio de ordem IX a X, que poderá apresentar um comprimento entre 100 e 2000 km, um caudal médio anual de 20 a 50 m³/s, um caudal de cheia média anual de 300 a 700 m³/s, um leito principal com uma largura de 70 a 120 m, e uma inclinação longitudinal de 0,03 a 0,02%. Verifica-se, por exemplo, que o rio Mondego é um rio de ordem X, ROCHA e CORREIA (1994).

A causa principal das cheias é a precipitação intensa. Esta precipitação pode se apresentar de modo diverso, tais como em frentes de grande dimensão ou como uma precipitação local. Deste modo podem dividir-se os fenómenos da precipitação em dois grupos, lentos ou frontais (M1) e locais ou rápidos (M2).

A combinação do tipo de precipitação (também função do local, da latitude e da altitude) e da bacia hidrográfica determina o tipo de onda de cheia. Podem-se formar ondas longas em grandes bacias hidrográficas, como por exemplo, no rio Tejo, e ondas curtas para pequenas bacias hidrográficas, como por exemplo, na ribeira de Odivelas.

As inundações costeiras não são relacionadas directamente com a precipitação, mas as ocorrências meteorológicas são uma das causas para a sobrelevação do nível da superfície do mar * e para a intensidade da ondulação. Há também outras causas para as inundações costeiras, como por exemplo, as vagas sísmicas **, ondas marítimas de origem sísmica. Por este motivo resulta a importância do cruzamento de riscos, os hidráulicos e os sísmicos. As variações dos níveis das massas de água estão também presentes nos lagos e nas albufeiras. Daí também deriva a consideração de zonas costeiras num sentido lato.

As características das planícies de inundação e dos vales dos rios, e dos seus habitats ecológicos associados, onde as ondas de cheia se propagam, permitem condicionar as características das inundações e dos seus efeitos.

As zonas inundáveis podem ser definidas e identificadas de dois modos: como uma característica geológica natural e de um ponto de vista regulamentar, FIFMT (1992). A cheia com um 1% de probabilidade de ocorrência (100 anos de período de retorno) é reconhecida internacionalmente como um padrão para a gestão das crises, de acordo com uma velha prática nos EUA.

A caracterização das zonas inundáveis deve ser baseada no tipo de ocupação porque os problemas das inundações são directamente relacionados com as actividades humanas. Por consequência, foram considerados três tipos de ocupação de zonas inundáveis, em geral vales fluviais: rural (V1), urbano com uma só margem (V2) e urbano com duas margens, isto é, rio que entra dentro de uma urbanização (V3). Há duas razões para distinguir V2 de V3. Esta separação facilita a consideração de zonas costeiras, V2, e considera o caso das pontes, V3.

* storm surge

** tsunamis

Finalmente, as características das zonas inundáveis, do ponto de vista socio-económico, foram divididas em três grupos: os valores (E1), os danos (E2) e as instituições (E3). Até recentemente foi julgado válida toda a intervenção sobre a natureza com o objectivo de melhorar o conforto humano. Mas o acréscimo de consciência sobre a importância do ambiente, e das suas limitações, transformaram este ponto de vista, e outros valores não relacionados directamente com os valores estritamente humanos, como por exemplo, os valores ecológicos, ou os valores biológicos, ganharam importância por si mesmo (E1). O conhecimento dos danos é muito importante para a gestão das inundações. Mas é também uma das tarefas mais difíceis de realizar. Em geral, esta avaliação é muito deficiente. Para lá da dificuldade da classificação de todos os danos, a sucessão espaçada das ocorrências de inundações e a variação do valor económico das propriedades e dos serviços conduzem a uma grande incerteza na estimativa dos danos (E2). Para além destes dois grupos ainda devem ser consideradas as estruturas sociais em si mesmo, definidas genericamente por instituições, que condicionam e são condicionadas pelas inundações e suas consequências (E3).

A recolha dos dados necessários a uma visão clara dos problemas das cheias e das inundações é um trabalho multidisciplinar, que dificilmente é realizável por uma só instituição. A utilização de boas bases de dados é actualmente essencial à tomada de boas decisões. Em todos os pontos de vista, técnico (hidrologia, hidráulica e de engenharia civil), administrativo, social, económico e legal, os dados estão interrelacionados. Esta característica deve conduzir à utilização dos Sistemas de Informação Geográfica nesta problemática, ROCHA *et al.* (1994). Em consequência, a contribuição de cada instituição envolvida no problemas das inundações deve ser inserida numa rede lógica. O que tem sido talvez contrário ao passado, em que os conflitos de interesses nas intervenções tem tornado as decisões muito difíceis de serem tomadas, ou tomadas individualmente comprometendo a sua eficácia.

3 - GESTÃO DOS RISCOS DE INUNDAÇÃO

As acções sobre as zonas inundáveis podem ser divididas em quatro grupos:

- i) modificação das cheias;
- ii) modificação do impacto das cheias;
- iii) modificação da vulnerabilidade;
- iv) gestão dos recursos naturais e culturais.

A estratégia tradicional de modificação das cheias é materializada pelas medidas estruturais como a construção das barragens e criação de albufeiras, a construção de diques e de estruturas de contenção de cheias, a modificação dos leitos fluviais, o desvio de caudais de cheia e a colocação de descarregadores de caudais. A aplicação das medidas estruturais modificam o volume da cheia, o seu nível máximo, o tempo de subida da mesma e a sua duração total, a extensão da zona inundada, e a velocidade e a profundidade da inundação. Estas modificações influenciam os volumes dos detritos, os sedimentos e os poluentes transportados pela água durante as cheias.

As barragens foram construídas em todo o mundo desde tempos muito recuados, provavelmente há já mais de 6000 anos. As medidas estruturais foram, de facto, consideradas as medidas por excelência para a resolução da maior parte dos problemas de inundação.

Mas, mesmo com os grandes esforços dispendidos ao longo de muito tempo, para controlar as cheias, estas continuam a provocar grandes danos, com consequências gravosas para as pessoas e para as comunidades. Por este motivo, a estratégia para a mitigação dos danos das cheias deve incluir acções para a assistência das pessoas e das comunidades, para a preparação, para a sobrevivência e para a recuperação após as inundações não controladas. Para estes objectivos são exemplos de instrumentos, a disseminação da informação adequada, a educação e a diluição dos danos económicos ao longo do tempo. Os seguros, os ajustamentos dos impostos e taxas, a preparação de planos de emergência, os sistemas de avisos, são tudo exemplos de acções que conduzem a uma adequada estratégia global.

A estratégia para modificar a vulnerabilidade é evitar as utilizações perigosas, não económicas, indesejáveis ou estúpidas das zonas inundáveis. As medidas não estruturais para modificar a vulnerabilidade ganharam importância durante os últimos 20 anos. Entre as medidas, a regulamentação das zonas inundáveis deve ser uma das que deve ser dada uma preferência especial. Isto reforça a necessidade de desenvolver regras robustas e eficazes para a gestão das cheias e das inundações.

Consequentemente, o último conjunto de características do problema das cheias, pode ser dividido em três grupos: controle das cheias (A1), avisos e evacuação (A2) e gestão da zona inundável (A3).

A decisão da combinação dos diferentes tipos de acções, A1 a A3, nunca é um processo simples. Há muitas interações entre diferentes actividades e diferentes sectores da sociedade, e a solução para alguns deles é inconveniente para outros. As decisões extremas são “não fazer nada” e “defender a qualquer custo”. Em geral, a solução que deve ser a escolhida é uma combinação dos diferentes tipos de acções.

Em geral, em cada local, poderão ocorrer várias cheias antes que ocorra uma cheia verdadeiramente importante. Depois da catástrofe, esse local passa a tornar-se muito importante do ponto de vista político e passa a existir um sentimento de urgência na resolução do problema que já preexistia escondido há muito tempo. O processo de formulação da política para evitar uma repetição da catástrofe e a sua implementação poderá ser concluído antes da próxima cheia importante.

4 - A GESTÃO DAS INUNDAÇÕES E A SUA PREVENÇÃO EM PORTUGAL

4.1 - Características das cheias e das inundações em Portugal

Em Portugal, sob o ponto de vista das inundações fluviais (R), devem ser analisados os problemas das inundações nas grandes bacias internacionais (S3), nas bacias intermédias (S2) e nalgumas bacias pequenas (S1).

Das três grandes bacias, a mais importante é a do rio Tejo, com uma bacia total de 80629 km², sendo a área em Portugal de 24860 km². Esta bacia origina as maiores áreas de inundação, Figura 1. Quer no Douro, quer no Guadiana, ocorrem cheias importantes, mas devido à morfologia dos vales, as inundações não são, de um modo geral, preocupantes quer quanto à dimensão das áreas inundáveis, quer quanto aos problemas económicos.

Para as bacias intermédias são de destacar as bacias dos rios Vouga, Mondego e Sado. De norte para sul estas bacias apresentam áreas respectivamente de 3635 km², 6644 km² e 7640 km². Destas três ganharam importância relativa as cheias do rio Mondego, que exigiram obras de regularização e de controlo que fizeram diminuir fortemente os riscos de inundação. Os caudais do rio Sado são controlados para a rega, apresentando a bacia uma grande capacidade de amortecer as cheias. Estas nunca tiveram uma importância económica significativa, a não ser a de restrição da agricultura tradicional na parte inferior do rio. A bacia do rio Vouga ainda é praticamente natural no que diz respeito às cheias, sendo apenas de referir a existência de alguns diques longitudinais de defesa também na zona inferior.

Sob o ponto de vista das cheias há também algumas pequenas bacias perto das áreas de maior concentração demográfica, casos das regiões de Lisboa e do Porto e de urbanizações na costa do Algarve. Mas este tipo de ocorrências pode acontecer em qualquer ponto do país, como parecem mostrar os casos das recentes cheias intensas no Alentejo, em pequenas bacias, nas quais não tinham sido identificadas até ao presente zonas de risco apreciável.

Nas zonas costeiras, onde podem ocorrer inundações por invasão marítima (M), é de realçar os dois tipos de costa, Figura 1, a arenosa e a rochosa. De um total de cerca de 900 km de costa, as zonas arenosas e baixas, onde podem ocorrer as inundações, representam cerca de 60% do total. A esta zona devem ser adicionadas as zonas estuarinas e lagunares.

Outros tipos de inundações podem ser considerados como as causadas por rotura de barragens ou diques (B). A existência de mais de 100 grandes barragens, centenas de grandes massas de água, e centenas de quilómetros de diques de defesa contra cheias implica a sua consideração numa análise dos riscos de inundação.

Todos os rios podem estar sujeitos a deposição de sedimentos nas zonas inundáveis, causando uma tendência para o aumento do risco de inundação com o passar dos anos. Esta tendência foi historicamente verificada no rio Mondego, e pode ser encontrada também, com menos impacto, no rio Tejo, mas encontra-se em todo o território português. As taxas de deposição representativas deste fenómeno natural são da ordem dos 4 cm/ano. Pelo contrário, também podem ocorrer degradações dos leitos fluviais, por exemplo, com a extracção de areias, o que pode fazer diminuir o risco de inundações. Na costa arenosa pode assistir-se à erosão, neste caso das margens, o que é fortemente gravoso se houver ocupação da mesma.

As cheias relativamente lentas ocorrem nas grandes bacias, onde é necessária a passagem de várias frentes (M1) com a precipitação de grandes quantidades de água, durante vários dias. As maiores cheias ocorreram em Fevereiro e Dezembro de 1978, Fevereiro de 1979, e em Dezembro de 1981 e 1995. Nestas bacias os picos do hidrograma são atingidos ao fim de vários dias de subida, podendo manterem-se elevados caudais por vários dias, ou semanas.

As cheias locais, associadas na maior parte dos casos, a fenómenos de intensa precipitação (M2) em pequenas bacias, podem ser particularmente perigosas, como as que ocorreram perto de Lisboa em Novembro e Dezembro de 1983. Nos invernos de 1995/1996 e este ano também foram importantes, mas a de maior impacto social foi a de 1967, devido ao elevado número de vítimas mortais, na ordem das várias centenas. Poder-se-á afirmar que foi o primeiro choque entre uma descuidada ocupação do solo e a ocorrência do fenómeno natural cheia e de um outro fenómeno a ele associado, o deslizamento de terrenos.

Esta associação ocorreu também este ano com grande impacto nos Açores.

A sazonalidade das cheias em Portugal é acentuada como se verifica pela ocorrência de 70% das inundações nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Somente 11% das inundações ocorreram no semestre seco. Em Julho é raríssimo ocorrer uma inundaçãõ, ROCHA (1993).

Em valor absoluto, a maior cheia observada em Portugal foi no rio Douro, estimada em 18000 m³/s, em Dezembro de 1739. Este rio apresenta uma das maiores cheias em toda a Europa. A cheia estimada para o período de retorno de 1000 anos é de 26000 m³/s. Cheias da ordem dos 10000 m³/s podem ocorrer com uma frequência média de 10 anos. A maior cheia no rio Tejo, em Dezembro de 1876, foi estimada em 16000 m³/s. Cheias da ordem dos 10000 m³/s podem ocorrer com uma frequência média de 20 anos. Nos mesmos dias do ano de 1876 ocorreu uma grande cheia no rio Guadiana, com um máximo estimado de 11000 m³/s.

Nas bacias intermédias dos rios Vouga, Mondego e Sado, poderão ocorrer cheias com máximos da ordem dos 5000 m³/s. Nas pequenas bacias, mas relativamente mais perigosas, poderão ocorrer cheias com algumas centenas de m³/s, podendo atingir os 1000 m³/s no rio Trancão.

As inundações costeiras são importantes em pequenas áreas restritas, durante as tempestades coincidentes com as marés altas de águas vivas. As zonas arenosas com erosão das praias estão em maioria a sul de alguns estuários, e nalguns locais já foram observados recuos da ordem dos metros por ano.

A previsão da influência das alterações climáticas (M3) nos problemas das cheias, tanto quanto se conhece, ainda não foi suficientemente tratada. Tal ainda não é crítico porque estas variações poderão não ser bruscas, e comparativamente com a cheias “normais” os problemas a resolver serão de segunda ordem, atendendo à natural variabilidade dos fenómenos hidrológicos, HESSELMANS (1993).

4.2 - Características dos vales inundáveis e dos associados habitats ecológicos

Em Portugal, as zonas inundáveis podem variar desde os vales estreitos, com canais confinados (especialmente em rios inclinados e zonas montanhosas), em geral, nas zonas geologicamente mais antigas, até aos vales muito largos, planos (especialmente nos grandes rios) onde os canais estão implantados em zonas geológicas recentes, geralmente aluviões do quaternário.

Considerando o valor da área de inundaçãõ, a sua maior parte é relativa a zonas agrícolas (V1). A distribuição espacial da distribuição das áreas de inundaçãõ acompanha muito próximo as áreas de planícies aluvionares, que foram elas próprias em grande parte formadas pelas próprias cheias, durante os último séculos.

O vale do rio Tejo, com a maior área aluvionar, sofreu 47 inundações significativas desde 1739. No mesmo período, o vale do rio Douro sofreu cerca de metade, 23 inundações significativas. Estes números não apresentam um valor científico mas são apenas registos históricos que incluem entre outros factores a frequência natural de ocorrência e o impacto

social. Mas é possível verificar que o período de retorno empírico dos problemas de inundações são respectivamente de 5 anos para o rio Tejo e de 11 anos para o rio Douro.

Na região de Lisboa, o problema geral das cheias poderia corresponder a períodos de retorno da ordem dos 40 anos, mas devido ao grande acréscimo de ocupação das zonas inundáveis, estes períodos terão diminuído para cerca de 20 anos.

Mais recentemente, os recursos naturais e culturais das zonas inundáveis passaram a ser reconhecidos como valores importantes por si mesmo. Isto implicou a criação de duas figuras legais, respectivamente a RAN (Reserva Agrícola Nacional) e a REN (Reserva Ecológica Nacional), as quais em sua grande parte são coincidentes com zonas inundáveis.

As áreas urbanas com uma só margem fluvial, ou costeira (V2), ou com duas margens (V3), se bem que de menor área global quando comparada com a área rural, devem apresentar valia económica preponderante. A sua área cresceu enormemente nas últimas décadas, implicando um gradual aumento dos valores expostos aos riscos de inundações. Na verdade, a maneira tradicional de construção em zonas de inundação, baseada no conhecimento de habitantes com longa experiência de cheias, era mais eficiente na escolha de zona de riscos de inundação, quando comparada com o planeamento moderno muitas vezes só baseado em trabalho de gabinete e de cartas topográficas. No entanto, há excepções, que estão relacionadas, como já foi referido, com o facto de a deposição dos sedimentos fazer aumentar paulatinamente o risco de inundações, expondo o que na altura da construção, há centenas de anos, não apresentava risco.

Os casos mais evidentes do mau planeamento encontram-se mais facilmente nas pequenas bacias, como é exemplo a região de Lisboa, tornando muito difícil a sua resolução, pelos altos custos de realojamento ou de defesa. O rio Trancão, assim como mais outras dez pequenas bacias sofreram fortes inundações nos anos de 1967, 1983 e ainda em 1995.

4.3 - Características socio-económicas das zonas inundáveis

Como já foi referido, os valores (E1) presentes nas bacias portuguesas, nas zonas sujeitas a inundações, se se considerar a área inundável, são fundamentalmente agrícolas. Pelo contrário, nas áreas urbanas com menor área total, os valores expostos são fundamentalmente os residenciais e as infra-estruturas económicas. Estes últimos foram crescendo de importância, tornando-se muito evidentes depois das cheias de 1983, que afectou principalmente a área de Lisboa, bem como as zonas urbanas no Algarve o foram em 1989.

A perda de zonas húmidas e de habitats ripícolas são de difícil avaliação por muitas razões, incluindo as diferentes definições e as várias técnicas de avaliação. Será necessário incrementar os estudos que permitam fazer o balanço entre os diferentes usos do solo inundável, e a existência de zonas húmidas, um meio natural de passagem das cheias.

Também não são conhecidos, em Portugal, estudos fundamentados sobre os danos (E2) originados pelas inundações. Não têm sido determinados os valores actualizados destes danos, correlacionando-os com os parâmetros hidráulicos, com a excepção de pequenos casos de estudo. Este facto não quer dizer que não haja uma ideia geral das tendências dos danos

económicos originados pelas maiores cheias, onde têm sido obtidos dados para a recuperação económica e para o pagamento de indemnizações.

Em Portugal, as principais instituições (E3) que se ocupam dos problemas das inundações são também as que são responsáveis pela gestão dos recursos hídricos. São elas o Instituto da Água (INAG) e as cinco Direcções Regionais do Ambiente (DRAs), todas elas inseridas no Ministério do Ambiente. A outra importante instituição para os problemas das inundações é o Serviço Nacional de Protecção Civil, no Ministério da Administração Interna. O objectivo desta instituição é o de preparar as acções para serem feitas durante a ocorrência das cheias. Este serviço tem um centro nacional, dividindo-se a sua intervenção em órgãos distritais e municipais.

Para o planeamento do uso do solo, uma das mais importantes actividades para a prevenção, ou para o incremento se fôr mal executado, dos danos das inundações, os principais decisores são as Câmaras Municipais. Estas devem elaborar os Planos de Desenvolvimento Municipal (PDM), que incluem o zonamento de actividades. Uma das restrições explicitadas nestes Planos são as das zonas inundáveis. Como o licenciamento da maior parte das estruturas é feita pelos municípios, fica evidente o valor de uma boa definição da acima referida restrição. Os erros cometidos nesta definição são posteriormente encontrados anos mais tarde quando da ocorrência das cheias.

Uma grande quantidade de outras entidades podem ter influência nos problemas das inundações. Podem ser referidas as entidades agrícolas, florestais, de abastecimento de água, de produção de energia, rodoviárias e, em geral, todos os projectistas de estruturas situadas nas zonas inundáveis.

4.4 - As acções nas zonas inundáveis

A tradicional estratégia de modificar as cheias baseia-se nas medidas estruturais tais como a construção de barragens e a criação de albufeiras, construção de diques, muros de defesa, alterações de leitos de rios, desvio de caudais e descarregadores (A1). Todas estas medidas foram já utilizadas em Portugal.

As estruturas mais antigas são os diques de defesa. O maior rio português, o rio Tejo, tem mais de 100 km de diques. Mas em todos os rios, desde os maiores até aos mais pequenos, podem ser encontrados diques, o modo tradicional para defender os terrenos agrícolas. Mas, se esta estrutura é uma boa solução para este tipo de uso do solo, noutros tipos de usos, tais como em zonas residenciais, já exigem um projecto muito cuidado para impedir riscos elevados que são gerados pela rotura dos diques. A rotura indiscriminada ocorreu na bacia do rio Trancão, onde houve uma transformação de um vale agrícola em vale urbano. As roturas destes diques em 1967, 1983 e 1995 provocaram situações perigosas, em curso de serem resolvidas mediante Planos entretanto elaborados.

A obra mais elaborada no que diz respeito à construção de diques foi feita recentemente no rio Mondego. Neste rio, as cheias foram importantes desde o século XIV. Entre 1781 e 1807 foi aberto um novo canal, mas nos anos sessenta do actual século foi projectada uma nova rede de diques. Foi escolhido um período de retorno de 25 anos para a defesa de mais de 15000 ha de terrenos irrigados. Nesta rede foi implementada uma medida técnica muito

importante, geralmente ausente nos velhos diques, os descarregadores fusíveis. Esta medida impede a rotura incontrolada dos diques.

Em princípio, a maior parte das barragens podem controlar as cheias, se convenientemente operadas. Mas pelo contrário, as operações inadequadas podem fazer aumentar os problemas das cheias. Um exemplo notável desta situação é o da barragem espanhola de Alcântara, situada no rio Tejo, perto da fronteira. Num ano húmido, como foi o de 1995/96, depois de três anos de seca, a albufeira laminou muito as grandes cheias. Contudo, se uma grande cheia entrar na albufeira, quando ela já está cheia, e a abertura das comportas for inadequada, pode gerar uma onda de cheia mais brusca do que aquela que viria naturalmente sem esta operação.

Nos troços nacionais dos rios Douro e Tejo, em que existem apenas aproveitamentos a fio de água, as albufeiras não têm qualquer capacidade de intervenção durante a ocorrência das cheias, a não ser de serem excelentes pontos de referência, especialmente para o sistema de avisos.

A maior albufeira para o controlo de cheias é a da Agueira, no rio Mondego, com uma capacidade útil de 405 hm³, gerida em conjunto com a de Fronhas, com 89 hm³. O rio Sado tem uma das maiores capacidades de armazenar água, quando comparada com o escoamento total da bacia, tendo 8 grandes barragens, e uma capacidade total de 619 hm³. Presentemente, está prevista uma gestão coordenada de todas as comportas de modo a controlar as cheias. O rio Vouga, pelo contrário, não tem nenhuma grande barragem, e as cheias inundam principalmente os tradicionais campos agrícolas. Até ao momento não foram preparadas nenhuma medidas, nem estruturais nem não estruturais, para as inundações.

Os avisos e a evacuação (A2) têm tido aplicação apenas nos grandes rios. Nos rios Tejo e Douro elas são mais facilmente preparadas, utilizando métodos simplificados baseados nas observações de várias cheias, permitindo prever os níveis de água para os próximos 2 ou 3 dias. No rio Mondego, com uma grande capacidade de controlo dos caudais de cheia, é possível prever o nível da cheia para o próximo dia. Nos pequenos rios há apenas a hipótese de prever as cheias mediante a utilização de radar, o que se está a tentar fazer na região de Lisboa. No entanto estas previsões, que estão numa fase experimental, são muito mais imprecisas do que as conseguidas nas bacias grandes e médias.

O último conjunto de medidas, gestão da zona inundável (A3) estão a ser implementadas de um modo integrado, com a colaboração de várias entidades. Nessa perspectiva espera-se a contribuição dos futuros Planos de Bacia que tentam integrar todas as utilizações da água.

A delimitação de mapas de inundação é uma necessidade básica para a gestão das zonas inundáveis. As actividades de mapeamento das zonas inundáveis devem ser repartidas por diferentes instituições com ligações a várias actividades técnicas ou sectoriais, tais como a hidrologia, a hidráulica, a engenharia civil, o planeamento, a geologia, a pedologia, o ordenamento do solo, os seguros. Daí surgem grandes dificuldades na sua correcta elaboração, não só em Portugal, mas em todo o mundo. Os mapas devem, por sua vez, ser preparados a vários níveis, nacional, regional e local, e por consequência, a várias escalas.

De acordo com a legislação sobre segurança de 1990, para todas as grandes barragens deve haver uma análise da sua rotura: os proprietários e as entidades governamentais devem definir mapas da inundação gerada pela rotura, o zonamento do risco e os planos de emergência. Em Portugal deverá haver um número superior ao milhar de barragens contempladas por esta exigência legal.

5 - A SITUAÇÃO EUROPEIA FACE AOS RISCOS DE INUNDAÇÃO

Não é possível fazer uma descrição pormenorizada da organização em cada país das instituições com responsabilidade na gestão dos riscos de inundação, mas uma descrição simplificada é útil para mostrar a diversidade das alternativas existentes.

Em França, o Atlas dos riscos naturais dos Departamentos, de 1990, refere que há 15043 comunas parcialmente expostas aos riscos naturais. Destas 62% estão expostas ao risco de inundação, mas a maior parte somente em pequenas áreas sem importância. Há 2000 que têm problemas graves com importância económica. No plano nacional há instituições especializadas na construção, gestão e manutenção das estruturas de controlo das cheias, e da gestão da água em geral, por acumulação de funções. É o exemplo da “Interdépartementale des Barrages Réservoirs du Bassin de la Seine (IBRBS)”, que foi fundada, depois da grande cheia de 1955, para a protecção da Região de Paris.

Em 1982 foi publicada uma lei das “catástrofes naturais” e foi criada um “super seguro”. Deste modo, as prefeituras deviam elaborar os “Planos de Exposição aos Riscos” (PER), indicando em três cores as zonas interditas à construção (vermelho), as que tinham restrições (azul) e as que apresentavam risco razoável (branco). Depois de 10 anos só estavam aprovados 12 PER, de um conjunto de 550 estudos iniciados. Em 1995 foi publicada uma nova lei, reforçando a protecção ambiental e a prevenção dos riscos de inundação, simplificando a determinação das zonas expostas ao risco e alterando o significado das cores das cartas.

Na Alemanha o Ministério Federal da Alimentação, da Agricultura e da Floresta (BML) tem a função de desenvolver um Objectivo Comum para a Estrutura Agrícola e para a Protecção Costeira, num quadro de gestão dos recursos hídricos em zonas rurais. Há algumas leis fundamentais, como a Lei Federal da Água e do Solo. Os “lander” são os responsáveis pelos regulamentos que dizem respeito à defesa contra cheias.

Em Itália foi criado em 1984 o Grupo para a Defesa das Catástrofes Hidrogeológicas no Ministério para a Coordenação da Iniciativa para a Investigação Científica e Tecnológica, com a colaboração dos Ministério das Obras Públicas e Ministério para a Coordenação da Protecção Civil. Este Grupo tem duas linhas de investigação, a saber: i) previsão e prevenção das ocorrências hidrológicas extremas e seu controlo e ii) avaliação do risco hidrológico-geológico, zonação e estratégia para a intervenção da mitigação dos efeitos das ocorrências extremas. Nos rios grandes, Po, Adige, Arno, Tevere, Volturno e Simeto é fácil instalar sistemas de previsão e de avisos de cheias, mas nas pequenas bacias é necessária a instalação de radares meteorológicos, e de sistemas de transmissão via satélite.

Nos Países Baixos, a singularidade de ter 27% do seu território abaixo do mar marcou profundamente a gestão dos recursos hídricos (prevalecendo a drenagem dos terrenos e as associações locais para desenvolver este trabalho) e a extrema sensibilidade técnica e política

para os riscos de inundação. A grande inundação costeira de 1953 (com 1800 mortos) estimulou a Lei do Delta, para efectuar o fecho de alguns estuários e a construção de diques para a protecção com períodos de retorno de 10000 anos. A gestão da água é da responsabilidade do Ministério do Transporte, das Obras Públicas e da Gestão da Água. Há um departamento operacional, o “Rijkswaterstaat”, com delegações regionais.

A importância das cheias é reconhecida na União Europeia, que no documento “Ambiente na Europa, Avaliação Dobris”, EEA (1995), Capítulo 18, apresenta a conclusão HZ4: “Os riscos naturais ganharam uma importância crescente nas urbanizações, provavelmente porque o seu número também cresceu e que a vulnerabilidade aumentou de um modo incontrolado nas zonas de riscos”. A resposta adequada para isto é também indicada: “Uma boa gestão do território e o planeamento das emergências são as duas acções para reduzir os impactos dos riscos naturais e das suas interacções com as actividades humanas”.

6 - CONCLUSÃO

Os principais factores para a caracterização das cheias e suas inundações deverão ser a dimensão do problema, S, (área da bacia hidrográfica, área da inundação), a causa meteorológica das cheias, M, os tipos de ocupação das zonas inundáveis, V, e os socio-económicos, E. Estes factores determinam a vulnerabilidade das pessoas e das comunidades.

Conhecidas as características das cheias e das consequentes inundações, o principal elemento a ser considerado é o tipo de acção a empreender, A. Devem ser estudadas linhas de acção genéricas, sobre as quais serão elaboradas as regras a aplicar em cada zona de risco.

A clássica acção de Controlo de Cheias (A1), baseada principalmente nas medidas estruturais, está bem estudada desde o último século, pode ser aplicada a todas as tipologias de cheias, mas a sua capacidade para reduzir os problemas cobre uma vasta gama de eficiência, desde a quase nula até a um completo sucesso.

Os sistemas de Aviso e Evacuação (A2) são muito dependentes da dimensão do problema. Com efeito, esta acção é relativamente fácil de aplicar em grandes rios, sendo quase impossível aplicá-la com eficácia nos rios muito pequenos.

A acção de Gestão das Zonas de Risco (A3), uma acção essencial, é relativamente moderna, envolvendo um grande número de medidas não estruturais, ajuda a minimizar o problema das cheias, mas não pode ser utilizada para resolver todas as situações.

Em Portugal, o reconhecimento da importância dos riscos das cheias, e das consequentes inundações, é feito em várias legislações, alguma muito antiga. O problema maior tem sido implementá-la, devido às fortes interrelações e antagonismos que existem entre diferentes decisores. Será necessário pôr à mesma mesa estes decisores, para negociação aberta. A via seguida, de forçar uma hierarquia numa árvore de decisões parece contraproducente, por não ser consensual, como a prática tem mostrado. No entanto, parece ser necessária ainda a criação de legislação adicional, nomeadamente na regulamentação da construção das travessias nas linhas de água, por se verificar uma forte influência das pontes no escoamento das cheias.

A importância das cheias é reconhecida pela União Europeia no documento “Ambiente na Europa, Avaliação Dobris”, capítulo 18, na conclusão HZ14: “Os riscos naturais ganharam uma importância crescente nas zonas urbanas, provavelmente porque o seu número também cresceu e porque a vulnerabilidade aumentou pela invasão incontrolada das zonas de riscos maiores”. A resposta adequada para esta conclusão também é indicada: “ Uma boa gestão do território e o planeamento das emergências são as duas acções para reduzir os impactos dos riscos naturais e as suas interacções com as actividades humanas”. Mas, não é de esperar que seja publicada legislação comunitária para impôr regras para a gestão das inundações, pelo que, em Portugal, deverá ser apenas a legislação nacional a regulamentar essa gestão. Se, do ponto vista político é tentador dizer que a resolução dos problemas das cheias vai ser totalmente conseguida, será mais sensato admitir que este problema é daqueles que necessitará de um esforço contínuo de conjugação de acções múltiplas, desenvolvidas por várias entidades, em todos os níveis, o nacional, o regional e o local.

BIBLIOGRAFIA

- EEA - *Europe's Environment. The Dobris Assessment*. Edited by David Stanners and Philippe Bourdeau, 1995.
- FIFMTF - *Floodplain Management in the United States: An Assessment Report*. Volume 2: Full report. FIA-18. Elaborado para a Federal Interagency Floodplain Management Task Force, por L.R. Johnston Associates. No âmbito da Década para a Redução dos Desastres Naturais, Junho 1992.
- HESSLMANS, G.H.F.M. - *Climate Change. Recent findings*. Report H1172. Literature study. Delft Hydraulics, Delft, The Netherlands, 1993.
- PENNING-ROWSELL, E. e FORDHAM, M. (ed) - *Flood Across Europe. Flood Hazard Assessment, Modelling and Management*. Middlesex, UK, Middlesex University Press, 1994.
- ROCHA, J.S. - “As cheias em Portugal”, in *Simpósio Catástrofes Naturais*, Ordem dos Engenheiros, Lisboa, 1993.
- ROCHA, J.S. - “*Typology of flood hazard management and their management*” in *Improving Flood Hazard Management Across Europe.*, editado por Penning-RowSELL, E., Final Report of EUROflood II Project, “The Management of the Consequences of Climate Change: Extreme Sea Surge and Runoff Events”, of Environment Programme, European Union, 1996.
- ROCHA, J.S. e CORREIA, F.N. - “Defence from Floods and Floodplain Management in Middle-size Catchments”, in *Defence from Floods and Floodplain Management*, editado por J. Gardiner, O. Starosolszky e V. Yevjevich, NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences - Vol.299, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (Holanda), 1994, pp. 395 - 417.
- ROCHA, J.S.; MARQUES, Z.; RAMOS, I. e ALMEIDA, R. - “Simulation of risk-flood areas on GIS”, in *Advances in Water Resources Techniques and Management*, editado por Tsakiris & Santos, Lisboa, Portugal June, 1994, pp. 375 - 382.
- RZHANITSYN, N.A. - *Morphological and hydrological regularities of the structure of the river net*, traduzido por Krimgold para o USDA, original Gidrometeoizdat, Leninegrado, 1960.