

territorium

territorium

territorium

territorium

REVISTA DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA

MinervaCoimbra / Riscos
COIMBRA 05

O comportamento hidrológico do rio Mondego perante valores de precipitação intensa, em Coimbra¹

Sílvia Louro*
Luciano Lourenço**

Resumo:

A compreensão dos fenómenos naturais associados a riscos climático-meteorológicos e hidrológicos pretende ser um contributo para a sua prevenção. Neste âmbito, estabeleceram-se parâmetros de risco, quanto a cheia e inundação, para as estações de referência, em Coimbra e foram delimitados espaços que devem ser considerados de restrição e de precaução, quanto à sua ocupação.

Palavras-chave:

Caudal natural, caudal regularizado, cheia “significativa”, risco de cheia, perigo de inundação, vulnerabilidade.

Résumé:

La compréhension des phénomènes naturels associés aux risques climat-météorologiques et hydrologiques, prétend être un contribut pour sa prévention. Dans ce point de vue, on a établi des paramètres de risque par rapport à la crue et à l'inondation, pour les saisons de référence, à Coimbra, et ont été délimités des espaces qui doivent être considérés de restriction et de précaution, en se qui concerne à sa occupation humaine.

Mots clés:

Débit naturel, débit régularisé, crue «significative», risque de crue, danger de inondation, vulnérabilité.

Abstract:

The understanding of natural phenomenon associated to climatic-meteorological and hydrologic risks intends to be a contribution to its prevention. In reference to this, risks parameters were established with regard to flood and inundation, in terms of regulating seasons, in Coimbra, and places that must be considered restricted and precautional areas, in human terms, were delimited.

Key-words:

Natural discharge, regulated discharge, “significant flood”, risk of flood, danger of inundation, vulnerability.

Introdução

A bacia do Mondego é limitada a Norte pelas bacias dos rios Vouga e Douro, a Este pelas dos rios Douro e Tejo e a Sul pelas dos rios Lis e Tejo (Fig. 1). É a maior bacia totalmente incluída em território português, com “orientação NE-SW, [semelhante à dos] grandes rios da fachada atlântica da Península Ibérica” (O. RIBEIRO, et al., 1994, p. 522).

Desenvolve-se “em grande parte na encosta NW da Cordilheira Central e nas depressões tectónicas

de sopé” (ob. cit., p. 523), limitada a SE pela cordilheira Central e a NW pela serra do Caramulo.

Entre Coimbra e Figueira da Foz, o rio atravessa a planície aluvionar designada “campos do Mondego”, com uma área de cerca de 15000 ha. Neste troço o Mondego toma a designação de “Baixo Mondego”, “com um desenvolvimento de cerca de 45 Km” (A. QUINTELA, 1986, p. 1026).

Nos espaços ribeirinhos do Mondego, de Coimbra para jusante, sujeitos a maior pressão humana, cada vez mais se pratica uma ocupação dos leitos de inundação. Desde a construção da barragem da Aguieira – construída no período compreendido entre 1972 e 1982 (L. LOURENÇO, 1986, p. 52) –, a população ribeirinha passou a depositar toda a confiança na regularização do rio, esquecendo o risco de cheia e de inundação.

¹ Com base na tese de mestrado intitulada “Condições meteorológicas com efeitos de inundação. O exemplo da bacia do Mondego”.

* Mestre em Geografia, Especialização em Geografia Física e Estudos Ambientais.

** Instituto de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.

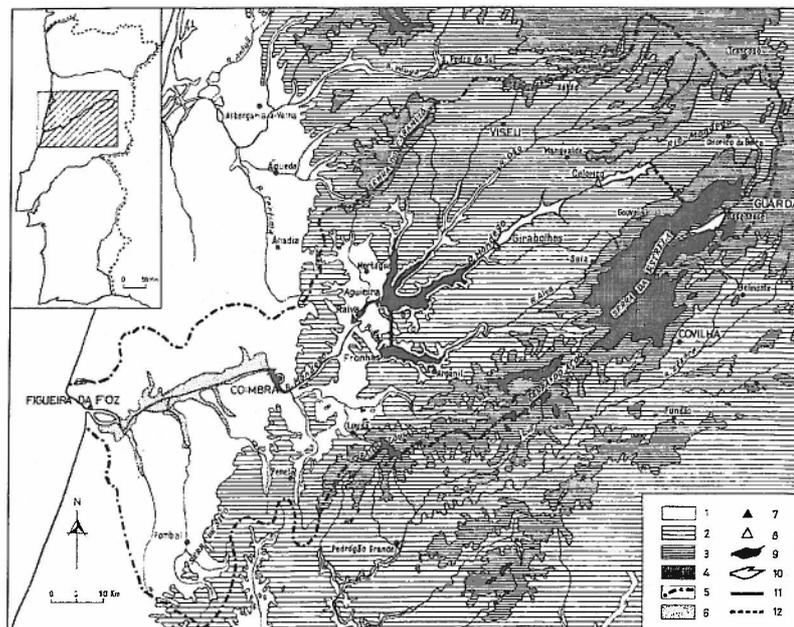


Figura 1 – Localização e hipsometria da bacia hidrográfica do rio Mondego.
 Legenda: 1 - altitudes inferiores a 200 m; 2 - altitudes de 200 a 600 m; 3 - altitudes de 600 a 1000 m; 4 - altitudes superiores a 1000 m; 5 - limite da bacia hidrográfica do rio Mondego; 6 - campos do baixo Mondego; 7 - barragens construídas; 8 - barragens projectadas; 9 - albufeiras já criadas; 10 - albufeiras planeadas; 11 - túnel executado; 12 - túnel previsto. Fonte: L. LOURENÇO, 1986, p. 46.

Em período de regularização, a situação de crise mais grave ocorreu a 27 de Janeiro de 2001, quando o caudal máximo instantâneo foi de 1910,7 m³/s no Açude-Ponte de Coimbra, com efeitos catastróficos no Baixo Mondego, principalmente ao nível da agricultura, infra-estruturas e equipamentos, incluindo habitações. No entanto, a cheia de 1948, que fora muito mais excepcional que a de 2001, uma vez que, os aproximadamente 4000 m³/s são bem superiores aos 3000 m³/s (ambos como caudal natural), teve consequências bem menos nefastas, por então existir uma “cultura de risco de cheias” que se perdeu com a regularização. Aquela situação de crise vivida em 2001 veio salientar a vulnerabilidade dos espaços aparentemente salvaguardados.

Metodologia e séries de dados

Neste contexto, foi estudado o comportamento hidrológico do rio Mondego, em secções de referência de Coimbra: a Ponte de Santa Clara, em período de caudal natural e em função dos dados existentes, de 1947/48 a 1984/85 e os caudais efluentes do Açude-Ponte, em período de caudal regularizado, de 1985/86 a 2000/01.

São apresentados os resultados da análise da evolução dos caudais do rio Mondego na Ponte de Santa Clara e no Açude-Ponte, seguindo-se o comportamento hidrológico do rio Mondego aquando de precipitações intensas, em Coimbra. Foi também estabelecida relação entre precipitação acumulada e caudais de cheia “significativa” e traçadas categorias de risco de cheia e perigo de inundação para Coimbra, de acordo com

situações de crise referentes a cheias e inundações analisadas. Neste âmbito é apresentado um cartograma de espaços inundáveis, como sugestão para a prevenção do risco de cheia e de inundação, destacando áreas de “precaução” e de “restrição”.

Os dados udométricos e registos hidrométricos (caudais médios e máximos instantâneos) utilizados, são do Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra (IGUC), das publicações da Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos (DGSH) e Eléctricos (DGSHE) e do Instituto Nacional da Água (INAG), no qual se insere também o Núcleo de Apoio Centro (NAC). A dificuldade na obtenção de séries de dados hidrométricos completas da Ponte de Santa Clara, justifica as lacunas na representação de alguns caudais médios e instantâneos.

Resultados e sua discussão

Evolução dos caudais do rio Mondego na Ponte de Santa Clara e no Açude-Ponte, em Coimbra

No período de 1947/48 a 1984/85, a tendência dos caudais médios diários (máximos anuais) foi de decréscimo. Este foi ainda mais acentuado para os caudais máximos instantâneos anuais (QMI) (Fig. 2). A causa desta evolução pode atribuir-se, em parte, ao papel regularizador do sistema de albufeiras do rio Mondego, com especial destaque para o da Aguireira-Fronhas, pela sua capacidade de armazenamento, nos últimos anos daquele período. De 1985/86 a 2000/01 evidencia-se a irregularidade dos caudais registados.

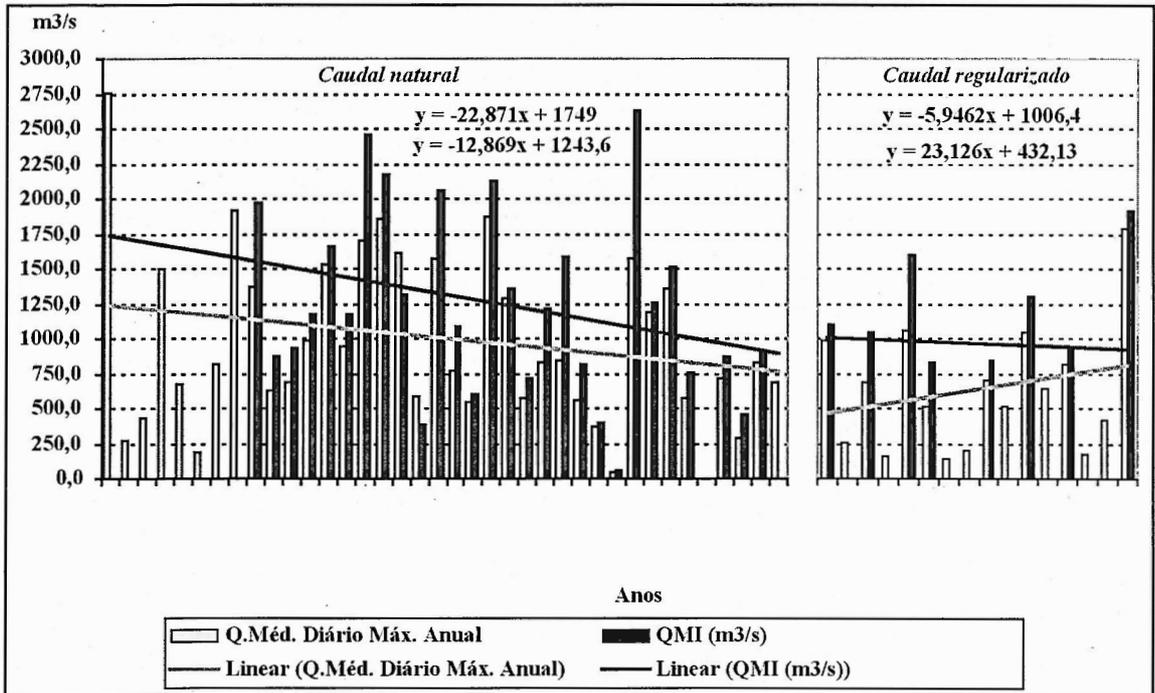


Figura 2 - Evolução dos caudais médios diários máximos e máximos instantâneos, anuais, de 1947/48 a 2000/2001. Fonte: DGSH, INAG, NAC

Mesmo em período de caudal regularizado, nos Invernos mais chuvosos, o rio seguiu mais caudaloso, atingindo elevados valores de caudais de cheia (mensais e anuais) que, em três anos, ultrapassaram 1200 m³/s, o valor considerado como caudal de cheia centenária regularizado. No total da amostra (de 1955/2001), na maioria dos anos, o valor dos caudais máximos instantâneos (QMI) anuais estiveram abaixo de 1200 m³/s (Fig. 3). No período de caudais em regime natural, salienta-se também a frequência de valores acima de 1201 m³/s e ainda um ano com valores registados entre 2501 e 3000 m³/s – concretamente 2635,21 m³/s a 14 de Janeiro de 1977. Este terá sido

o segundo maior valor de QMI anual dos últimos 100 anos, pois como foi referido anteriormente, em Janeiro de 1948 terá ocorrido um pico hidrométrico² que se estima superior a 3000 m³/s.

Em terceiro lugar está o de 27 de Janeiro de 2001, que atingiu 1910,7 m³/s. No período correspondente ao de caudal regularizado e, sabendo que com o

² $Q = (100 + 4H^2) (H - 0,40)^{0,2}$, segundo DGSH, 1936, p. 51. Q corresponde ao caudal máximo instantâneo e H à altura hidrométrica máxima. Sabendo que a altura máxima na Ponte de Sta Clara, em Coimbra, foi de 6,48 m, o pico hidrométrico poderá ter ultrapassado os 4000 m³/s, pois quando aplicada a fórmula da Curva de Vazão, o valor do caudal obtido é de 4017,24 m³/s.

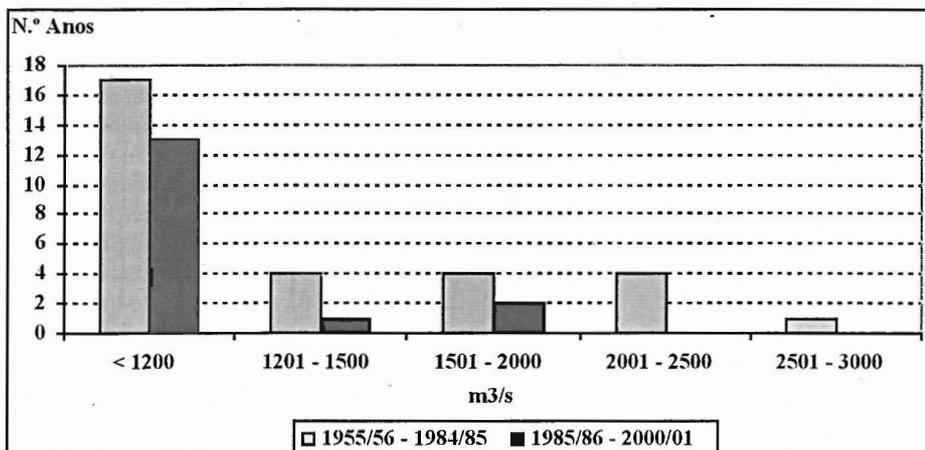


Figura 3 – Variação dos valores dos caudais máximos instantâneos anuais, de 1955/56 a 2000/2001. Fonte: DGSH, INAG, NAC

sistema de regularização do Mondego o caudal de cheia centenária em Coimbra foi reduzido para 1200 m³/s, verificamos que este valor foi ultrapassado em três anos. Foi o caso de 27 de Janeiro de 2001, 21 de Dezembro de 1989 (com 1599 m³/s) e de 26 de Dezembro de 1995 (com 1302,9 m³/s). Contudo, é notório o efeito regularizador das barragens a montante da cidade, pois, apesar da proximidade, não foram ultrapassados valores de 2000 m³/s. Este valor é referido por A. LENCASTRE e F.M. FRANCO (1984, p.395) como o de cheia milenar, que deverá ser assegurado para defesa da cidade de Coimbra contra inundações.

O comportamento hidrológico do rio Mondego perante valores de precipitação intensa, em Coimbra

Em Coimbra, o Mondego não deve ser genericamente classificado como de carácter fortemente torrencial, porque apesar da amplitude dos seus módulos mensais e anuais, a metodologia utilizada no estudo realizado demonstrou que as maiores alturas hidrométricas correspondem a aumentos progressivos do caudal – de que é exemplo a situação de 2000/2001 (fig. 4) – e que apenas algumas das precipitações máximas diárias anuais é que proporcionam picos de cheia de carácter torrencial, à semelhança do que ocorre nas grandes bacias (C. RAMOS e E. REIS, 2001, p. 60).

Nas secções de referência (Ponte de Sta Clara e Açude-Ponte, de Coimbra), as cheias que são progressivas, são menos violentas do que as cheias rápidas, mas mais prolongadas. O tempo de concentração é superior em grandes bacias, daí que estas sejam mais propícias a “cheias progressivas”, enquanto que as cheias e inundações rápidas são mais frequentes nas pequenas bacias.

Isto significa ainda que, muitas vezes, em linguagem corrente, o conceito de cheia se associa à inundações das áreas marginais dos rios e aos danos aí causados, não se considerando apenas o seu sentido estritamente hidrológico, ou seja, quando a precipitação dá origem à ocorrência de escoamento superficial directo, que se traduz na formação de um hidrograma de cheia (A. LENCASTRE e F. M. FRANCO, 1984, p. 284), fazendo-as corresponder a um aumento progressivo do caudal do rio e não a um aumento brusco.

De entre as cheias consideradas “significativas” – que caracterizámos como estando acima do 9º decil do mês de maior caudal³ –, as de maior magnitude, por ordem decrescente, foram as de 1948, 1977, 1961/62 e 2001. Estas surgiram na sequência de meses, do Outono e Inverno, chuvosos ou muito chuvosos e com caudais muito abundantes e excessivamente abundantes (segundo a classificação elaborada).

³ Desenvolvido a partir do parâmetro utilizado por C. RAMOS e E. REIS (2001, p.73).

Actualmente, em Coimbra, em período de regularização, quando existe uma sequência de meses chuvosos ou muito chuvosos e com caudais pelo menos muito abundantes, a vigilância deve aumentar, porque aumenta o risco de cheias que, no Baixo Mondego, se poderá tornar em perigo de inundações (Tab. I).

Relação entre precipitação acumulada e caudais de cheia “significativa”

Partindo da ocorrência de caudais de cheia na sequência pluviosa em que se registou o valor de precipitação máxima diária anual, foi estabelecida uma sobreposição entre dias de cheia “significativa” e precipitação acumulada, tendo como início da representação, o mês de Outubro.

Ao relacionar a precipitação acumulada com os caudais de cheia “significativa”, evidenciou-se o carácter fortemente pluvial do rio Mondego, ou seja, ao início da primeira sequência de dias de cheia corresponderam os aumentos bruscos da precipitação acumulada, o que geralmente termina quando se dá uma estabilização do ritmo da precipitação.

Em regime não regularizado, os caudais e níveis máximos com maior risco de inundações ocorreram a partir de valores de precipitação acumulada em torno dos 400 mm, logo em Novembro ou apenas em Janeiro. Exemplos de Novembro são 1963 e 1976, em que a concentração de precipitação foi acentuada e repentina, em particular para 1963, o que originou forte escoamento directo.

Em Janeiro de 1948 e 1962, a sequência de precipitação constante e intensa, foi também condição principal para a ocorrência de caudal de cheia e forte inundações, especialmente em 1948 (S. LOURO, 2004, p. 86).

Dos dias de cheia “significativa” ocorridos nos anos hidrológicos sem caudal regularizado, e contabilizada a sua frequência mensal, os meses de Dezembro e Janeiro destacam-se com maior número de dias de cheia, seguindo-se Fevereiro e em quarto lugar, Novembro.

Em período de regularização do caudal, houve maior susceptibilidade de ocorrência de caudal de cheia em Dezembro e Janeiro, bem como o aumento do risco de inundações ao longo do Inverno devido à precipitação acumulada e menor capacidade de retenção dos solos e de encaixe das albufeiras (S. LOURO, 2004, p. 90). Notámos que em situação de regularização só ocorreram caudais de cheia a partir dos 500 mm, situação que só se verifica de Dezembro em diante.

O facto dos caudais de cheia se verificarem agora a partir de 500 e não 400 mm, demonstra a acção de regularização dos caudais. No entanto, o perigo das cheias era já eminente no início de Dezembro de 2000. No dia 7 de Dezembro de 2000, às 21h,

Ano	Dia-Mês	Prec. Máx. D. A. (mm)	Máx. da Seq.* (Por ordem)	Máx. Inst.											
					Seco	Chuvoso	Mt. Chuvoso	Exces. Chuv.	Inferior	Superior	Escasso	Abundante	Mt. Abund.	Exces. Ab.	
IV	1975	29-Set	52,2	8,0		Ag	S	-	-	Ag	S	S	-	-	-
	1993	17-Set	69,0	10,0		Ag	-	S	-	-	Ag, S	S	-	-	-
	1949	24-Out	52,1	35,5		-	S, O	-	-	-	S	O	-	-	-
	1956	21-Mai	54,5	36,0		O, N, F	D, J, Mç	A, Mai	-	O, F, Mai	N, D, J, Mç, A	O, N, J, F	D, Mç, A, Mai	-	-
	1990	06-Abr	51,8	118,6		F, Mç	O, N, D, J, A	-	-	O, F, Mç, A	N, D	O, J, F, Mç, A	N	-	D
	1986	14-Dez	53,7	133,0		O, N, D	-	-	-	N, D	-	O, N, D	-	-	-
	1976	25-Set	65,7	166,0		-	-	Ag, S	-	-	Ag, S	S	-	-	-
	1953	11-Out	55,4	240,0		S	-	O	-	-	S, N	O	-	-	-
	1979	24-Dez	56,3	379,5		N	D	O	-	N	O, D	D	O, N	-	-
	1950	04-Fev	54,6	428,0		D, J	S, O, N, F	-	-	-	S, N, F	O, N, D, J, F	-	-	-
	1974	28-Jun	57,4	504,4		O, N, D, Mç, A	J, F, Mai, Jn	-	-	N, D, A	O, J, F, Mç, Mai, Jn	O, N, D, Mç, A	J, F, Jn	-	-
	1978	16-Fev	50,5	537,8		N, J	O, D, F	-	-	-	O, D, J, F	N, J	O, D, F	-	-
1951	05-Nov	55,0	601,4		S, O	-	N	-	O	S, N	O	-	N	-	
III	1960	03-Abr	63,9	766,1		O, J	N, A	D, F, Mç	-	J, A	O, N, D, F, Mç	O	N, J, A	F, Mç	D
	1959	20-Nov	49,8	798,0		O	N	-	-	-	O, N	O	N	-	-
	1954	12-Mar	61,0	813,2		S, N, D, J	-	O, Mç	-	N, D, J, F	S, O, Mç	O, N, D, J, F	Mç	-	-
	1958	19-Dez	50,5	984,0	1169,0	N	O, D	-	-	O, N	D	O, N	D	-	-
	1973	17-Jan	57,3	1007,2	1580,0	-	O, N, D, J	-	-	J	O, N	O, N, D	J	-	-
II	1989	21-Dez	69,8	1052,4	1599,0	-	O, N, D	-	-	O	N, D	O	N	-	D
	1977	14-Jan	53,7	1571,2	2635,2	-	N, D, J	Ag, S, O	-	N	Ag, S, O, D, J	-	D	O, N, J	-
	1963	15-Nov	75,8	1616,0		O	S	-	N	S, O	N	O	-	-	N
	1961/62*	30-Dez	79,3	1707,0	2457,0	O	N, D, J	-	-	J	N, D	O	N, D	J	-
I	2001	27-Jan	58,0	1778,7	1910,7	-	O, N	D, J	-	O	N, D, J	O	-	N	D, J
	1948	29-Jan	56,0	2758,0		O, N, D	-	J	-	O, N, D	J	O, N, D	-	J	-

Fonte: DGSH, INAG, NAC; IGUC

☐ "Caudal de cheia significativa"

* Continuidade da sequência de Dezembro para Janeiro.

Mês seco: precipitação inferior à média "normal"; **chuvoso:** precipitação superior à média "normal"; **muito chuvoso:** dobro da precipitação média "normal";

Tabela I – Comportamento hidrológico do rio Mondego perante quantitativos de precipitação intensa, em Coimbra.

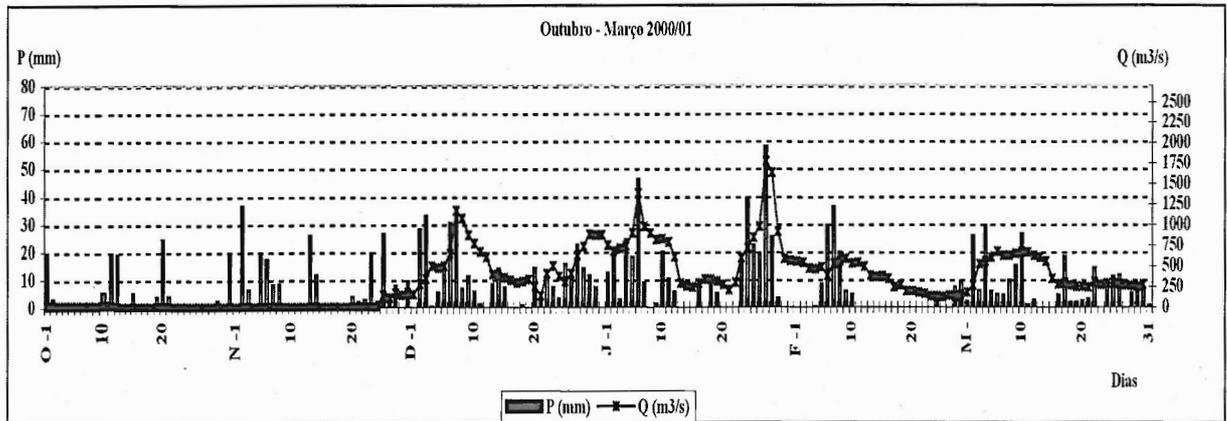


Figura 4 – Distribuição diária da precipitação e dos caudais nos meses de Outubro a Março (Coimbra – IGUC e Açude-Ponte), no período chuvoso de 2000/01. Fonte: IGUC, INAG, NAC.

registou-se uma cota de 18,40 m, com caudais afluente e efluente de 1599 m³/s, o que proporcionou quatro dias de cheia “significativa”, de 7 a 10 de Dezembro (Fig. 4).

De 28 de Dezembro a 11 de Janeiro, na sequência de outro período chuvoso e devido à incapacidade de retenção por parte do solo e das albufeiras, registou-se uma série de 15 dias de cheia “significativa”. No dia 5 de Janeiro a altura topográfica das águas do rio no Açude-Ponte de Coimbra encontrava-se abaixo da cota considerada normal (18 m). No entanto, no dia 6, às 6h, a cota era de 18,20 m, com um caudal afluente de 1624,9 m³/s.

Em situação de excesso hídrico, associado ao prolongamento dos episódios chuvosos, poderão ocorrer outras situações de risco, como as que originam movimentações em massa nas vertentes.

No período de Outono-Inverno de 2000/01, foram noticiadas diversas situações de movimentos de terreno, registadas um pouco por todo o país. Em Coimbra, no dia 27 de Dezembro de 2000, ocorreu um deslizamento, num volume de terras de cerca de 4000 m³, arrastando o coberto vegetal. Para além das causas antrópicas, a elevada quantidade de precipitação registada até então, terá sido a grande impulsionadora desta movimentação em massa (L. LOURENÇO, L. LEMOS, 2001, p. 93), uma vez que desde 1 de Outubro até 27 de Dezembro, o valor de precipitação acumulada, ultrapassou os 600 mm (fig. 5) – mais de metade do total anual médio, em Coimbra. Dezembro, que foi um mês “muito chuvoso” (com valor superior ao dobro da média), foi antecedido por dois meses “chuvosos” (com precipitação superior à “normal”). Para além de intensa, a precipitação foi também frequente, pois em Novembro e Dezembro, o número de dias de precipitação foi superior ao “normal” (Tab. I).

Em termos de caudal médio, Novembro foi um mês “muito abundante” e Dezembro e Janeiro foram “excessivamente abundantes” – com caudal superior ao triplo do valor “normal” (Tab. I).

A 27 de Janeiro de 2001, no Açude-Ponte de Coimbra o caudal máximo diário e máximo instantâneo registado foram de 1910,7 m³/s, o que correspondeu a um aumento brusco da precipitação acumulada, agravado pela queda de 58 mm de precipitação – a máxima diária do ano. Tivemos, assim, seis dias de cheia “significativa”, de 24 a 29 de Janeiro.

Tanto o maior pico de cheia como o maior risco de inundação, que passou a crise, corresponderam aos 1000 mm de precipitação acumulada, atingidos a 27 de Janeiro de 2001 (Fig. 5), valor que é semelhante ao da média “normal” da precipitação anual em Coimbra.

Para além do facto da precipitação instantânea se repercutir directamente no caudal máximo instantâneo (QMI), a precipitação acumulada tem, nas secções fluviais estudadas, maior influência sobre o caudal diário, porque aumenta continuamente o caudal do rio, contribuindo desta forma para a formação de cheias progressivas. São exemplos elucidativos, os de 1948, 2001, 1961 e 1963, como caudais de cheia “significativa” mais elevados da série (Tab. I). A 29 de Janeiro de 1948 registou-se o valor máximo de precipitação diária anual (p.m.d.a.), 56 mm e um caudal de 2758 m³/s, enquanto que a 30 de Dezembro de 1961, com 79,3 mm de p.m.d.a., o QMI foi efectivamente superior, mas o caudal médio foi de 1707 m³/s. Comparando esta situação com a de 27 de Janeiro de 2001 (ainda que com período de regularização antecedente), os 58 mm de p.m.d.a. proporcionaram um QMI mais reduzido, mas um caudal diário superior, de 1778,7 m³/s. Em várias situações se destaca a grande causa – os meses “chuvosos” ou “muito chuvosos”, que se repercutem em caudais mais ou menos abundantes (Tab. I).

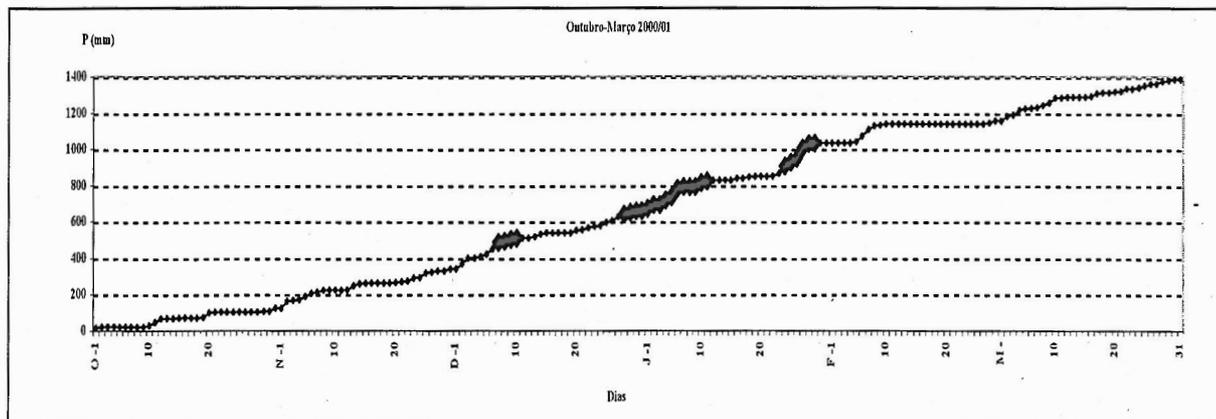


Figura 5 – Distribuição dos dias de cheia “significativa” sob precipitação acumulada, em 2000/01. Fonte: INAG, NAC e IGUC.

Definição de categorias de risco de cheia e de perigo de inundação

No século XX, as cheias foram “o desastre natural mais mortífero em Portugal” (C. RAMOS, E. REIS, 2001, p. 61) e porque constituem, na época chuvosa, o risco natural “mais frequente em Portugal, relativamente ao meio geográfico em que actuam” (L. LOURENÇO, 1996, p. 37), é necessário gerir o risco de cheia e, em particular, no Baixo Mondego, onde o risco de cheia e de inundação está presente, como se comprova com a análise efectuada nas secções de referência estudadas.

Após a análise do comportamento hidrológico do rio, enquadrado na situação pluviométrica e hidrométrica antecedente e, ainda, com base em registos

de imprensa local, foi esboçada uma tipologia de situações de risco de cheia “significativa” e de inundação – sob regularização dos caudais (Tabelas II e III) – que possa vir a ser útil na actualidade, designadamente na previsão e gestão deste risco.

Considerou-se que o risco de “cheia significativa” é reduzido perante valores inferiores ao 5º decil (mediana) do mês de maior caudal e máximo para valores iguais ao 9º decil (637 m³/s em regime natural e 682,7 m³/s, em regime regularizado) (tab. II). Isto significa que valores próximos do 9º decil se aproximam do limiar do risco de “cheia significativa” e da situação de perigo de inundação, que em função das características desta, a verificar-se, poderá ou não desencadear situação de crise.

Q cheia em Coimbra* (Decil)	Risco de "cheia significativa"
[1º, 5º [Reduzido
[5º, 7º [Moderado
[7º, 8º [Elevado
[8º, 9º [Muito Elevado
9º	Máximo

Tabela II – Classes de risco de cheia.

Fonte: DGSH, INAG, NAC; IGUC

* Pt Sta Clara / Açude Pt

Q cheia em Coimbra*	Perigo de inundação
< 683 m ³ /s	Reduzido
683 - 799 m ³ /s	Moderado
800 - 899 m ³ /s	Elevado
900 - 999 m ³ /s	Muito Elevado
> 1000 m ³ /s	Excepcional

Tabela III – Classes de perigo de inundação.

Fonte: DGSH, INAG, NAC; IGUC

* Pt Sta Clara / Açude Pt

Em termos de perigo de inundação, para valores inferiores ao 9º decil (aproximadamente 683 m³/s), ele é reduzido em Coimbra. Do 9º decil e até valores de caudal diário da ordem dos 799 m³/s, o perigo passa a moderado; de 800 a 899 m³/s é elevado; de 900 a 999 m³/s é muito elevado. Para valores iguais ou superiores a 1000 m³/s, reveste um carácter excepcional (tab. III).

A classe de perigo associada aos 1000 m³/s é indirectamente confirmada pelos valores atingidos em Janeiro de 1973, sob regime natural e Dezembro de 1989, com caudal regularizado. Acima destes valores ocorrerá inundação nas cotas mais baixas

junto à cidade, como no Choupalinho e margem direita à mesma cota. Isto corresponde a situação de crise, que será tanto mais prejudicial, quanto maior o nível atingido pelas águas do rio.

De acordo com as categorias de risco e de perigo estabelecidas mediante a amostra estudada, a situação de Janeiro de 2001 revestiu-se de um carácter de excepcionalidade, traduzida por uma crise de inundação em certas áreas da cidade (Fig. 6) e, sobretudo, em vastas áreas do Baixo Mondego (Fig. 7), com consequências que levarão vários anos a recuperar, um problema que se pensava ter debelado com a regularização do Mondego.



Figura 6 – Inundação em Coimbra (Praça da Canção), em Janeiro de 2001.
Fonte: Arquivo da Casa da Cultura.

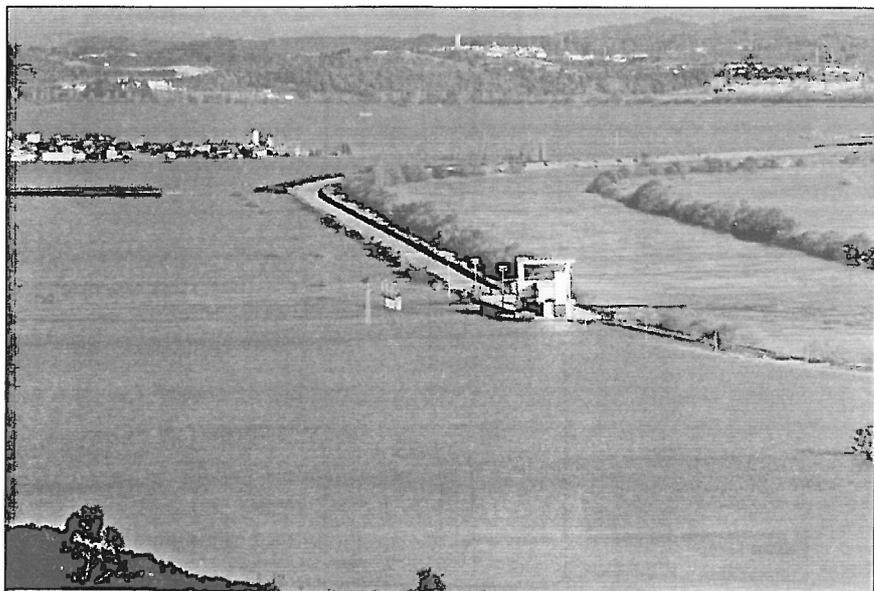


Figura 7 – Isolamento da povoação da Ereira e inundação dos campos envolventes, em 29 de Janeiro de 2001.
Fonte: Eng.º C. Batista, NAC.

Quando, em espaços ribeirinhos, pretendemos regular o uso do solo, há que ter em conta, segundo A. MIRABET e E. RIBAS (1994, p. 157), três áreas, sendo de:

- proibição, para que não haja obstáculos à corrente, pois trata-se de áreas de inundações frequentes;
- restrição, em áreas adjacentes às anteriores, vulneráveis a inundações extraordinárias;
- precaução, para áreas com inundações de rara frequência, servindo apenas como cota de referência para precaução dos proprietários.

Na sequência da análise e classificação do comportamento hidrológico do rio, em Coimbra, torna-se pertinente divulgar a cartografia das áreas inundáveis, de “precaução” e de “restrição”, quanto à sua ocupação humana. Estas correspondem, respectivamente, às que foram afectadas pelas maiores inundações, tanto em período de caudal natural, 29 de Janeiro de 1948, como de caudal regularizado, de 27 de Janeiro de 2001 (fig. 8).

Considerações finais

A jusante da ponte da Portela, em Coimbra, com estações chuvosas precoces, prolongadas e intensas, a susceptibilidade de ocorrência de cheia “significativa” poderá ter início a partir do mês de Dezembro. Em situação de meses “chuvosos” acompanhados de outros “excessivamente chuvosos”, os caudais médios mensais serão também muito elevados e/ou excepcionais. Nesta situação, no período de Inverno, o correspondente ao de maior risco de inundação, verificámos que os espaços de cotas mais baixas correspondentes ao leito de inundação ficam sujeitos à abundância fluvial, que será tanto mais gravosa, quanto maior

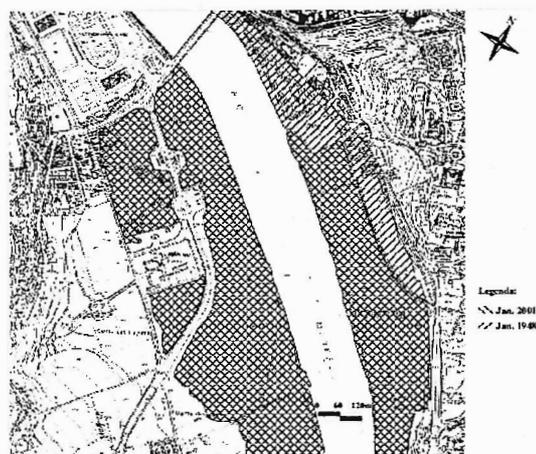


Figura 8 - Representação das áreas de “restrição” (Janeiro de 2001) e de “precaução” (Janeiro de 1948) com base nas maiores inundações em Coimbra (Secção de referência: Ponte de Sta Clara – Coimbra), com caudal natural (1948) e com caudal regularizado (2001).

for a ocupação humana e a altura de água em cada uma das secções consideradas.

Torna-se, deste modo, evidente a urgência do planeamento e do ordenamento do espaço drenado pela bacia hidrográfica do rio Mondego, propondo diferentes alternativas para o uso dos solos, do mesmo modo que se torna imperioso o cumprimento da legislação, a fiscalização, a aplicação de “normas de resultados” e ainda, concluir e manter com elevados padrões de operacionalidade a regularização do caudal do Mondego e dos seus afluentes. Desta forma, contribuir-se-á para o pretendido desenvolvimento do Baixo Mondego, o qual poderá proporcionar à respectiva população a qualidade de vida desejada.

Referências bibliográficas:

- BATEIRA, Carlos e SOARES, Laura (1997) - “Movimentos em massa no norte de Portugal. Factores da sua ocorrência”. *Territorium*, Coimbra, 4, MinervaCoimbra, p. 63-77.
- DIRECÇÃO GERAL DOS SERVIÇOS HIDRÁULICOS E ELÉCTRICOS (1936) - *Anuário dos Serviços Hidráulicos*, Imprensa Nacional, Lisboa, p. 51.
- LENCASTRE, A.; FRANCO, F. M. (1984) - *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa, p. 284.
- LOURENÇO, Luciano (1986) - “Aproveitamento hidráulico do vale do Mondego”. *Problemas do vale do Mondego, IV Colóquio Ibérico de Geografia*, Coimbra.
- LOURENÇO, Luciano (1996) - “Coimbra e os Riscos Naturais. Passado e Presente”. *Cadernos de Geografia*, n.º Especial, Coimbra, p. 37-43.
- LOURENÇO, Luciano; LEMOS, Luís (2001) - “Considerações acerca da movimentação em massa ocorrida na vertente poente da Av.º Elísio de Moura, em Coimbra”. *Territorium*, Coimbra, 8, MinervaCoimbra, p. 83-108.
- LOURO, Sílvia (2004) - *Condições meteorológicas com efeitos de inundação. O exemplo da Bacia do Mondego*. Dissertação de Mestrado em Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, 150 p. (inédito).
- MIRABET, Armand G.; RIBAS, Enric S. (1994) - “La cartografia del risc d’inundatió. Una eina per a la planificació”, *Documents d’anàlisi geogràfica*, 24, p. 149-167.
- QUINTELA, António C. (1986) - “O Mondego na hidráulica fluvial portuguesa até ao século XX”. *História e desenvolvimento da ciência em Portugal*, Vol. II, Lisboa, p. 1026.
- RAMOS, Catarina e REIS, Eusébio (2001) - “As cheias no sul de Portugal em diferentes tipos de Bacias hidrográficas”. *Finisterra*, XXXVI, 71, Lisboa, p. 60-82.
- RIBEIRO, Orlando; LAUTENSACH, Hermann; DAVEAU, Suzanne (1994) - *Geografia de Portugal. O ritmo climático e a paisagem*. Volume II, Lisboa, Edições João Sá da Costa.