

ESTIMAÇÃO DE PRECIPITAÇÕES INTENSAS EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PORTUGAL CONTINENTAL

Evaluation of intense rainfall in Portuguese watersheds

Maria Manuela Portela, Engenheira Civil
Professora Auxiliar do IST, Membro da APRH n.º 1192

Resumo

A caracterização de cheias é muito frequentemente confrontada com a inexistência, nas proximidades das bacias hidrográficas, de registos de precipitações máximas anuais com durações inferiores ao dia, não obstante tais precipitações serem muito vulgarmente fundamentais para a análise de cheias em pequenas e médias bacias hidrográficas de Portugal Continental. Por tal motivo, vários autores desenvolveram estudos destinados à estimação de precipitações intensas com curtas durações em bacias hidrográficas que não disponham de informação udométrica adequada.

Tendo por base os estudos de alguns desses autores, destacam-se, no presente artigo, características das precipitações intensas no Continente. Mediante a consideração de tais características e por recurso às curvas intensidade-duração-frequência propostas por BRANDÃO *et al.*, 2001, propõem-se procedimentos que fazem depender a estimação de precipitações intensas das precipitações máximas diárias anuais. Uma vez que a rede que regista estas últimas precipitações é bastante completa, torna-se assim possível introduzir nas precipitações intensas a estimar as características locais da precipitação com conseqüente aumento da fiabilidade das estimativas em vista.

Palavras-chave: precipitação intensa, curta duração, curva IDF, quociente entre precipitações intensas.

Abstract

The flood analysis often faces the non-existence, nearby the watersheds, of gauging stations with records of annual maximum rainfalls with durations shorter than 24 h, such rainfalls being often decisive for the flood analysis in small and medium Portuguese watersheds. Due to this circumstance, several authors carried out studies aiming the evaluation of short-duration intense rainfalls in watersheds without the required data.

Based on the analysis of those studies, some relevant characteristics of the intensive rainfalls in Portugal are stressed in this paper. By taking into account not only those characteristics and the intensity-duration-curves presented by BRANDÃO *et al.*, 2001, but also the annual maximum daily rainfalls, procedures enabling the evaluation of intense rainfall were developed and are presented. As the annual maximum daily rainfall is measured in a quite large number of gauging stations, it is thus possible to consider the local features of the rainfall in the intense rainfall estimates and, consequently, to improve the reliability of those estimates.

Keywords: intense rainfall, short duration, IDF curve, ratio between intensive rainfalls.

1. Considerações prévias. Objectivo do trabalho

A rede de medição da precipitação da responsabilidade do Instituto da Água (INAG) possibilita registos de precipitações diárias máximas anuais num número muito elevado de postos udométricos com longos períodos de medição os quais se julga permitirem caracterizar aquela variável hidrológica em qualquer bacia hidrográfica de Portugal Continental. Tais registos são de obtenção muito expedita por consulta, via Internet, do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH).

Contudo, as bases de dados directamente acessíveis ao público, em geral, e à comunidade técnica e científica, em particular, não incluem registos de precipitações com durações inferiores ao dia, precipitações estas que mais frequentemente intervêm na análise de cheias em pequenas e médias bacias hidrográficas. Acresce que o número de postos com medição de tais precipitações é significativamente inferior ao número dos que registam precipitações diárias máximas anuais. O carácter esparsa da rede de medição de precipitações com durações inferiores ao dia conduz frequentemente a que os postos dessa rede susceptíveis de serem utilizados na análise das precipitações intensas numa dada bacia hidrográfica, não obstante serem os mais próximos da bacia, estão de facto de tal modo afastados da mesma que já não traduzem o regime de precipitações aí ocorrente.

Tais circunstâncias, que dificultam ou mesmo impedem, a avaliação de precipitações máximas anuais com curtas durações, pertinentes para a análise de cheias, conduziram alguns autores a proporem

relações, de carácter local, mas também regional e mesmo nacional, que, na ausência de informação adequada, possibilitam a estimação aproximada daquelas precipitações.

Tendo por base a análise dos trabalhos de alguns desses autores, evidencia-se, no presente artigo, que, em Portugal Continental, o quociente entre precipitações intensas com dadas durações apresenta uma variação espacial muito gradual o que possibilita a sua adopção na região circundante do posto udográfico para a qual tal quociente foi estimado. Desde que se fixe uma daquelas durações, esse quociente é, por outro lado, praticamente independente do período de retorno.

A partir das anteriores constatações e mediante a utilização do que se julga ser o mais recente e completo estudo sobre precipitações intensas em Portugal Continental (BRANDÃO *et al.*, 2001), propõem-se procedimentos que se admite conduzirem a estimativas suficientemente fiáveis de precipitações intensas com duração inferior ao dia em qualquer bacia hidrográfica do País. A fiabilidade de tais estimativas é assegurada pelo estudo em que se apoiam (BRANDÃO *et al.*, 2001) e adicionalmente, em resultado da análise levada a cabo no âmbito do presente artigo, pelo facto de incorporarem registos de precipitações diárias máximas anuais os quais, tendo subjacente uma extensa rede de medição, permitem efectivamente atender às características locais da precipitação.

2. Precipitações intensas em Portugal Continental

2.1. Estudos anteriores ao ano de 2000

Resumem-se, seguidamente, alguns trabalhos relativos a Portugal Continental, anteriores ao ano de 2000, em que são apresentadas relações entre a precipitação associada à génese de cheias, P , a respectiva duração, t , e a frequência, esta última expressa pelo período de retorno, T . Consoante tais relações fazem intervir a precipitação com uma dada duração ou a intensidade média dessa precipitação, assim se designam por linhas de possibilidade udométrica ou por curvas intensidade-duração-frequência (curvas IDF).

As expressões gerais que traduzem aquelas linhas e estas curvas são:

$$P = a t^n \quad (1)$$

$$i = a' t^{n'} \quad (2)$$

em que P representa a precipitação, t , a respectiva duração e i , a intensidade média da precipitação P . Os coeficientes a e a' e os expoentes n e n' são função do período de retorno, T .

No prosseguimento do texto e salvo situações específicas, devidamente assinaladas, considerou-se que a precipitação, P , se exprime em milímetro e a respectiva intensidade, i , em milímetro por hora, unidades que, deste modo, nem sempre serão mencionadas. A duração t poderá exprimir-se em minuto ou em hora, consoante a indicação incluída caso a caso.

LNEC, 1976, apresenta mapas de Portugal Continental, exemplificados na **Figura 1**, cada um contendo a representação de isolinhas do quociente entre duas precipitações com igual período de retorno e durações diferentes.

Na **Figura 2** exemplificam-se os mapas obtidos por GODINHO, 1984, 1989 e 1991 que, embora também fornecendo isolinhas do quociente (expresso em percentagem) entre precipitações com duas durações distintas, fazem depender tais isolinhas do período de retorno a que se referem as precipitações.

Em comparação com os elementos de GODINHO, 1984, 1989 e 1991, os de LNEC, 1976, têm, portanto, a particularidade de apenas imporem que as precipitações a que se refere cada um dos mapas que então apresentaram tenham um mesmo período de retorno. Assim e como representado na **Figura 1**, admite-se que, por exemplo na região de Bragança ou de Vila Real, a precipitação máxima anual em 12 h e com o período de retorno de T anos, represente cerca de 75% da precipitação em 24 h

e com aquele mesmo período de retorno, sendo aquela percentagem independente de T, uma vez que se fixem as durações da precipitação.

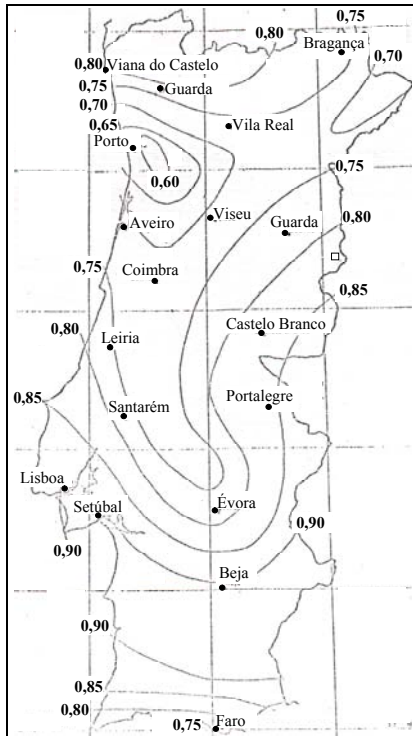
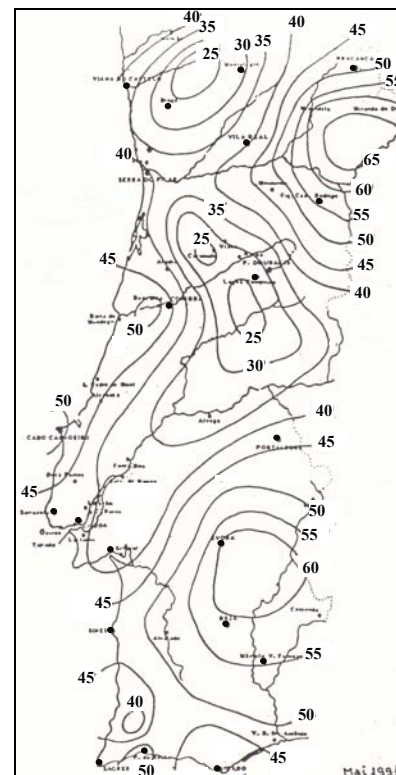


Figura 1 – Isolinhas do quociente entre precipitações com igual período de retorno e durações de 12 e 24 h (adaptada de LNEC, 1976).

Figura 2 – Mapa de isolinhas dos valores máximos da precipitação em 60 min expressos em percentagem dos valores em 24 h. Período de retorno de 100 anos (adaptada de GODINHO, INMG, 1984 e 1987, com a actualização de 1991).



Importa assinalar que as **Figuras 1 e 2** mostram que a variação dos quocientes nelas representados é, em termos espaciais, bastante gradual, ou seja, existe uma certa uniformidade espacial no que respeita ao modo como a precipitação com uma dada duração (e, eventualmente, um dado período de retorno) se reparte para durações inferiores.

A generalidade dos autores consultados sintetiza os seus estudos no domínio das precipitações intensas, não estritamente sob a forma gráfica, como no caso dos autores a que se referem as **Figuras 1 e 2**, mas mediante a apresentação de valores para os parâmetros que intervêm nas linhas de possibilidade udométrica – eq. (1) – ou nas curvas intensidade-duração-frequência – eq. (2) – ou ainda por estabelecimento de expressões aplicáveis ao cálculo daquelas precipitações.

Assim, AZEVEDO, 1953, *in* PEREIRA, 1995, p. 11, estabeleceu os valores dos parâmetros a e n que se apresentam no **Quadro 1** para a linha de possibilidade udométrica aplicável à região de Lisboa com P em milímetro e t, em minuto. A duração t não deverá exceder 120 min, uma vez que foram utilizados dados sujeitos a essa limitação.

Quadro 1 – Parâmetros a e n da linha de possibilidade udométrica proposta por AZEVEDO, 1953, para a região de Lisboa.

Período de retorno (ano)	Parâmetros		Período de retorno (ano)	Parâmetros	
	a (-)	n (-)		a (-)	n (-)
1	3,45	0,396	25	4,63	0,506
2,5	3,75	0,427	50	4,95	0,530
5	3,99	0,451	80	5,16	0,546
10	4,25	0,475	100	5,28	0,554

TAVEIRA, 1959, *in* PEREIRA, 1995, p. 12, efectuou um estudo equivalente ao de AZEVEDO, 1953, para a região do Porto, tendo proposto a seguinte expressão:

$$i = \frac{1875}{(t+10)^{0,8442}} (T-1)^{0,1590} \quad (3)$$

em que i (mm/h) é a intensidade da precipitação, t (min), a respectiva duração e T (ano), o período de retorno.

TAVEIRA, 1959, indica que a relação entre duas precipitações com diferentes durações se pode considerar constante desde que aquelas precipitações se refiram a igual período de retorno: por exemplo, a precipitação máxima anual com a duração de 30 min e com dado período de retorno representará sempre cerca de 68% da precipitação com a duração de 2 h e com o mesmo período de retorno, qualquer que seja este período.

MELLO, 1980, *in* PEREIRA, 1995, p. 17, propõe a seguinte expressão aplicável à região de Évora (Torre):

$$i = \frac{1065,68 - \frac{1054}{T^{0,01}}}{t^{0,696}} \quad (4)$$

As variáveis que intervêm nas eqs. (3) e (4) têm os mesmos significados e unidades.

LENCASTRE e FRANCO, 1984, pp. 63 e 65, apresentam as seguintes linhas de possibilidade udométrica (para P expresso em milímetro e t, em hora) definidas com base em registos de postos udográficos da então Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos (DGRAH) – linhas de possibilidade udométrica referentes a Barcelos, Penhas Douradas e Évora – ou relativos a 108 anos de medições na região de Lisboa (IGIDL) – linha de possibilidade udométrica aplicável à região de Lisboa:

$$\text{Barcelos} \quad T=5 \text{ anos:} \quad P = 29,0 t^{0,365} \quad (5)$$

$$T=10 \text{ anos: } P = 30,5 t^{0,335} \quad (6)$$

Penhas Douradas $T=5 \text{ anos: } P = 29,4 t^{0,420} \quad (7)$

$$T=10 \text{ anos: } P = 30,4 t^{0,380} \quad (8)$$

Évora $T=5 \text{ anos: } P = 23,2 t^{0,216} \quad (9)$

$$T=10 \text{ anos: } P = 37,6 t^{0,212} \quad (10)$$

Região de Lisboa $T=100 \text{ anos: } P = 52,0 t^{0,62} \quad (11)$

MATOS e SILVA, 1986, propuseram a utilização a nível nacional das curvas intensidade-duração-frequência (curvas IDF) que estabeleceram para Lisboa (região A). Para o efeito, sugerem que a intensidade média da precipitação resultante daquelas curvas seja agravada de 20% nas regiões montanhosas de altitude superior a 700 m (região B) e reduzida de 20% nas regiões do Nordeste (região C). Na **Figura 3** representam-se as regiões pluviométricas propostas por aquelas autoras e indicam-se os valores que, em função do período de retorno, devem ser adoptados nas três regiões para os parâmetros a' e n' das curvas IDF – eq. (2). A intensidade média da precipitação, i , é expressa em milímetro por hora e a duração, t , em minuto. Em conformidade com as séries de precipitação utilizadas por MATOS e SILVA, 1986, a duração t não deverá exceder 120 min.

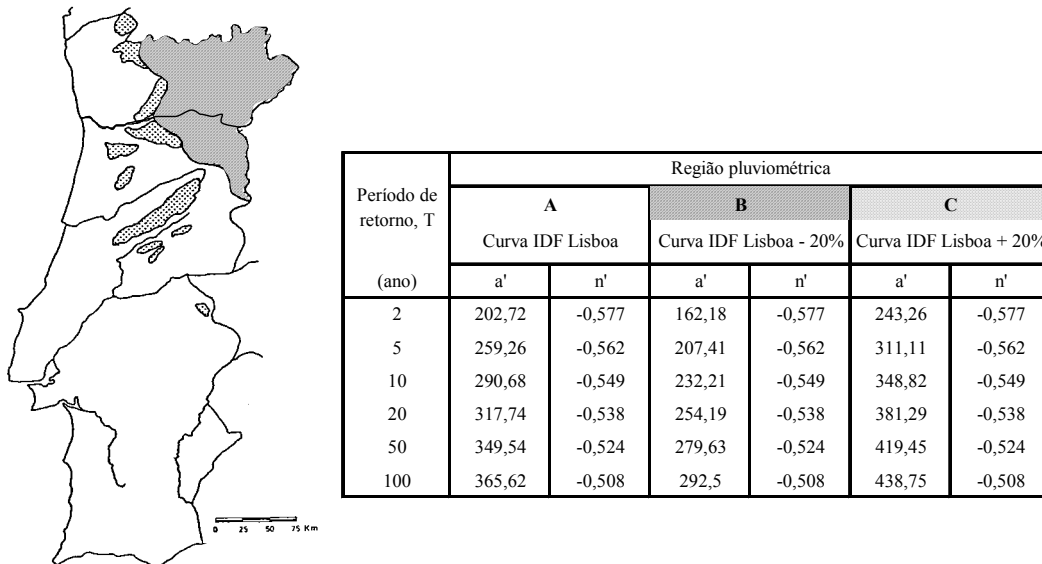


Figura 3 – Regiões pluviométricas e parâmetros das curvas intensidade-duração-frequência (adaptada de MATOS e SILVA, 1986).

Por fim, mencionam-se os resultados de BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997. Por aplicação da lei de Gumbel às precipitações diárias máximas anuais em postos udográficos do Continente com pelo menos 30 anos de registos, aqueles autores propuseram a seguinte relação média global entre as precipitações P_t e $P_{t'}$ com durações respectivamente de t e t' e com o mesmo período de retorno, T :

$$\frac{P_t}{P_{t'}} = \left(\frac{t}{t'} \right)^{0,367} \quad (12)$$

em que as duas variáveis intervenientes em cada quociente são expressas na mesma unidade. A anterior equação contém em si explicitamente o conceito de que o quociente entre duas precipitações com durações diferentes mas com o mesmo período de retorno, T, é constante e independente deste período.

Não se incluiu neste artigo a apresentação do estudo de BRANDÃO e RODRIGUES, 1998, uma vez que foi retomado e actualizado em BRANDÃO *et al.*, 2001, o qual, por sua vez, será objecto do item seguinte.

Tendo por base AZEVEDO, 1953, TAVEIRA, 1959, MELLO, 1980, MATOS e SILVA, 1986, e BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997, obtiveram-se os elementos apresentados no **Quadro 2** e na **Figura 4**. Os resultados apresentados por LENCASTRE e FRANCO, 1984, para as regiões de Barcelos, Penhas Douradas, Évora e Lisboa – eqs. (5) a (11) não foram considerados na medida em que se referem, quanto muito, a dois períodos de retorno distintos.

Quadro 2 – Quocientes P_t/P_{120} entre a precipitação intensa com duração t, P_t , e a precipitação intensa com a duração de 120 min, P_{120} , para valores de t de 10, 30 60 e 90 min (P_t e P_{120} expressas nas mesmas unidades).

AZEVEDO, 1953								
t (min)	T=2.5 anos (--)	T=5 anos (--)	T=10 anos (--)	T=25 anos (--)	T=50 anos (--)	T=80 anos (--)	T=100 anos (--)	
10	0,346	0,326	0,307	0,284	0,268	0,257	0,252	
30	0,553	0,535	0,518	0,496	0,480	0,469	0,464	
60	0,744	0,732	0,719	0,704	0,693	0,685	0,681	
90	0,884	0,878	0,872	0,865	0,859	0,855	0,853	

TAVEIRA, 1959		MELLO, 1980		MATOS e SILVA, 1986				BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997
t (min)	(*) (--)	(*) (--)	T=2 anos (--)	T=5 anos (--)	T=10 anos (--)	T=50 anos (--)	T=100 anos (--)	(*) (--)
10	0,405	0,470	0,350	0,337	0,326	0,306	0,294	0,402
30	0,676	0,656	0,556	0,545	0,535	0,517	0,506	0,601
60	0,843	0,810	0,746	0,738	0,732	0,719	0,711	0,775
90	0,936	0,916	0,885	0,882	0,878	0,872	0,868	0,900

(*) Quociente P_t/P_{120} para cada valor de t independente do período de retorno, T.

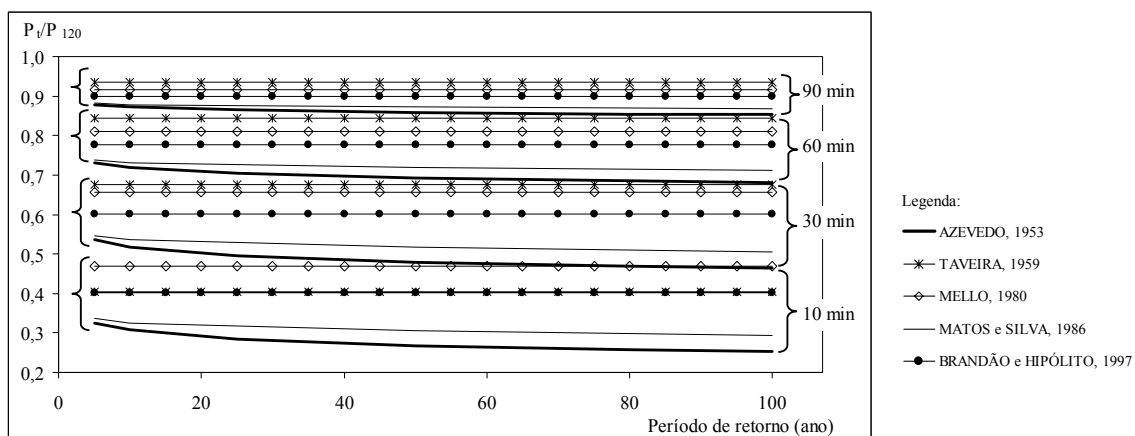


Figura 4 – Quocientes P_t/P_{120} entre a precipitação intensa com duração t, P_t , e a precipitação intensa com a duração de 120 min, P_{120} , para valores de t de 10, 30 60 e 90 min e períodos de retorno, T, entre 2 e 100 anos (P_t e P_{120} nas mesmas unidades).

O **Quadro 2** contém os valores que, de acordo com as cinco publicações que lhe estão subjacentes, resultam para os quocientes entre duas precipitações intensas, uma com duração t variável (min), figurando em numerador, P_t , e outra com a duração fixa de 120 min, figurando em denominador, P_{120} – quocientes P_t/P_{120} com as precipitações expressas numa mesma unidade. Para t consideraram-se as durações de 10, 30 60 e 90 min. A duração máxima de 120 min adoptada para a precipitação que aparece em denominador atendeu ao facto de os resultados apresentados por alguns dos autores em presença só serem válidos até tal duração. A **Figura 4** representa os valores do quociente P_t/P_{120} em função do período de retorno, T .

Relativamente ao quadro e figura precedentes observa-se que TAVEIRA, 1959, MELLO, 1980, e BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997, consideram que o quociente entre duas precipitações com durações pré-fixadas é constante, ou seja, independente do período de retorno, T . Por tal motivo, T não figura como parâmetro nos resultados incluídos no **Quadro 2** correspondentes a esses autores.

No que respeita a MATOS e SILVA, 1986, anota-se que, para cada período de retorno, o quociente P_t/P_{120} é apenas função da duração t da precipitação apresentando o mesmo valor nas três regiões pluviométricas definidas pelas autoras pois só depende do expoente n' o qual, para um mesmo período de retorno, é independente daquelas regiões – eq. (2) e **Figura 3**. Os períodos de retorno adoptados na explicitação dos quocientes P_t/P_{120} tendo por base MATOS e SILVA, 1986, e AZEVEDO, 1953, coincidem com os indicados na **Figura 3** e no **Quadro 1**, respectivamente.

O **Quadro 2** e a **Figura 4** suscitam duas observações fundamentais:

- Para uma mesma duração da precipitação, t , os valores do quociente P_t/P_{120} diferem consoante os autores, embora a diferença se atenua à medida que t aumenta, sendo bastante pequena para $t = 90$ min. A diferença entre resultados propostos por diferentes autores para uma mesma duração t julga-se justificável pois os estudos de AZEVEDO, 1953, TAVEIRA, 1959 e MELLO, 1980, tiveram carácter essencialmente local (regiões de Lisboa, Porto e Évora, respectivamente) e os dois únicos estudos que abrangem todo o território – MATOS e SILVA, 1986, e BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997 – recorreram a procedimentos e a informação distintos daqueles outros.

Assinala-se, ainda, que, destes dois últimos estudos, o de MATOS e SILVA, 1986, não só antecede consideravelmente o de BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997, pelo que, à partida, terá utilizado registos em menor número, como assenta numa generalização de resultados relativos à região de Lisboa, enquanto que o de BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997, utilizou registos num número considerável de postos udográficos.

- Importa realçar que estão em presença dois tipos de modelos conceptualmente distintos: por um lado, o tipo de modelo subjacente aos resultados baseados em TAVEIRA, 1959, em MELLO, 1980, e em BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997, que, à semelhança de LNEC, 1976 (**Figura 1**), admite de modo explícito que o quociente entre duas precipitações intensas com durações pré-fixadas é constante e independente do período de retorno, T ; por outro lado, a concepção inerente aos modelos de AZEVEDO, 1953, e de MATOS e SILVA, 1986, que faz depender o anterior quociente do período de retorno.

Não obstante esta diferença de concepção, os resultados obtidos com base nos dois últimos trabalhos mostram que, para uma dada duração t , o quociente entre a precipitação com essa duração e a precipitação com a duração de 120 min, embora dependente do período de retorno, T , é praticamente constante, pelo menos para valores de T superiores a sensivelmente 20 anos.

Conclui-se, assim, que, de facto, se espera que o quociente entre precipitações máximas anuais com durações previamente fixadas seja pouco, ou mesmo muito pouco influenciado pelo período de retorno, desde que tais precipitações se refiram a um mesmo T .

2.2. Estudo de BRANDÃO *et al.*, 2001

O estudo de BRANDÃO *et al.*, 2001, pela informação reunida e pelos procedimentos aplicados constitui, porventura, a mais completa análise no domínio das precipitações intensas em Portugal Continental.

Por tal motivo, julgou-se adequado obter, com base em BRANDÃO *et al.*, 2001, resultados equivalentes aos **Quadro 2** e da **Figura 4** de modo a confirmar (ou não) se o quociente entre duas precipitações intensas com o mesmo período de retorno, T , uma delas com duração pré-fixada, é praticamente constante e, portanto, pode ser considerado independente de T .

Anota-se que, tendo por base a eq. (2), BRANDÃO *et al.*, 2001, pp. 10 a 12, apresentam os valores dos coeficientes a' e dos expoentes n' para as curvas intensidade-duração-frequência em 27 postos udográficos, razoavelmente dispersos pelo território nacional e seleccionados por, na generalidade, apresentarem séries longas de registos, com poucas falhas. Tais parâmetros correspondem a valores da intensidade média da precipitação, i , expressos em milímetro por hora e da respectiva duração, t , em minuto. Num mesmo posto, os parâmetros a' e n' dependem do período de retorno e da duração da precipitação, tendo sido considerados períodos de retorno compreendidos entre 2 e 1000 anos e três intervalos de duração da precipitação: entre 1/12 e 0,5 h, entre 0,5 e 6 h e entre 6 e 48 h (BRANDÃO *et al.*, 2001, pp. 10 a 12). Na medida em que a anterior definição dos intervalos de duração da precipitação não esclarece com precisão em que intervalos devem ser consideradas as durações de 0,5 e de 6 h e que os parâmetros das curvas IDF para cada uma dessas durações diferem consoante o intervalo que se considere, optou-se por, na análise que agora se apresenta, adoptar a seguinte definição dos intervalos de duração da precipitação a qual assegura que qualquer duração pertença a um único desses intervalos: [1/12 h; 0,5 h],]0,5 h; 6 h] e]6 h; 48 h].

Abre-se um breve parêntesis para registar que, baseado em medições efectuadas nos Estados Unidos e usando dados da ex-União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, da Austrália e da África do Sul, BELL, 1969, *in* SHAW, 1984, pp. 235 e 236, desenvolveu relações generalizadas fazendo intervir precipitações e respectivas durações e frequências, destinadas a ser aplicadas na estimativa de precipitações intensas em países com escassez de registos udométricos. Uma dessas relações é dada pela seguinte equação, válida para períodos de retorno entre 2 e 100 anos ($2 \leq T \leq 100$ anos) e durações da precipitação entre 5 e 120 min ($5 \leq t \leq 120$ min):

$$P_t^T = (0,21 \ln T + 0,52) (0,54 t^{0,25} - 0,50) P_{60}^{10} \quad (13)$$

Na anterior equação P_t^T e P_{60}^{10} representam precipitações com durações (expressas em minuto) indicadas pelos índices inferiores (t e 60 min) e com períodos de retorno definidos pelos índices superiores (T e 10 anos).

Com base na eq. (13) e nas curvas IDF estabelecidas por BRANDÃO *et al.*, 2001, obteve-se a **Figura 5** que representa a variação, em função do período de retorno, T , do quociente P_{60}^T/P_{60}^{10} entre duas precipitações, ambas com duração de 60 min, uma com período de retorno de T anos, P_{60}^T , e outra, com período de retorno de 10 anos, P_{60}^{10} . No caso da aplicação da eq. (13), tal variação foi representada por meio da curva incluída na **Figura 5** e, no caso de BRANDÃO *et al.*, 2001, por meio de resultados discretos referentes aos períodos de retorno, para além de 10 anos, de 2, 5, 20, 50 e 100 anos escolhidos de entre os considerados por aqueles autores por obedecerem à condição $2 \leq T \leq 100$ anos, subjacente à eq. (13). Menciona-se que se excluíram os postos udográficos de Catraia (30J/02), de S. Brás de Alportel (31J/01) e de Figueirais (30M/01), por apenas permitirem o cálculo do quociente P_{60}^T/P_{60}^{10} para os períodos de retorno de 50 e 100 anos. Deste modo e para cada um dos seis períodos de retorno adoptados, foram representados os valores do quociente P_{60}^T/P_{60}^{10} obtidos com base na aplicação de 24 das 27 curvas IDF estabelecidas BRANDÃO *et al.*, 2001.

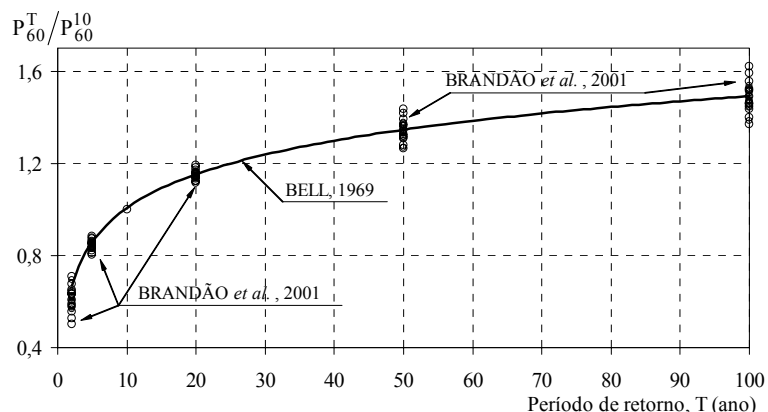


Figura 5 – Variação, em função em função do período de retorno, T, do quociente entre duas precipitações intensas, ambas com duração de 60 min, uma com período de retorno de T anos e outra, com período de retorno de 10 anos.

Julga-se interessante assinalar a proximidade entre os resultados obtidos com base em BRANDÃO *et al.*, 2001, e os sugeridos por BELL, 1969, *in* SHAW, 1984, proximidade que confirma o carácter bastante geral da eq. (13) conferindo-lhe, além do mais, um rigor que se julga aceitável, em fases preliminares de estudo e uma vez que não se disponha de registos de precipitação intensa.

Retomando a análise, baseada na utilização das curvas IDF estabelecidas por BRANDÃO *et al.*, 2001, da variação do quociente entre duas precipitações intensas com o mesmo período de retorno, T, uma delas com duração fixa, obtiveram-se os valores apresentados no **Quadro 3** e na **Figura 6**. Regista-se que, de ora em diante, para simplificar a apresentação de resultados, se considerou que a duração da precipitação se exprimiria, não em minuto, como na generalidade do texto precedente, mas em hora, unidade que também passará a estar subjacente ao índice inferior indicativo daquela duração, quando tal índice existir. O quadro e a figura em menção já foram elaborados atendendo à anterior alteração de unidades e de simbologia.

Quadro 3 – Quociente, calculado por aplicação das curvas IDF propostas por BRANDÃO *et al.*, 2001, entre a precipitação P_t com duração variável t, compreendida entre 0,5 e 48 h e a precipitação P_{24} em 24 h, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 e 1000 anos.

T (ano)	Casal Socio (02G/09)									Miranda do Douro (05T/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,182	0,243	0,336	0,405	0,464	0,515	0,560	0,752	1,330	0,313	0,371	0,457	0,517	0,563	0,603	0,637	0,813	1,230
5	0,188	0,246	0,329	0,390	0,440	0,483	0,521	0,730	1,371	0,348	0,407	0,479	0,527	0,563	0,594	0,620	0,795	1,258
10	0,194	0,249	0,327	0,385	0,432	0,472	0,507	0,720	1,388	0,366	0,425	0,491	0,533	0,566	0,593	0,616	0,788	1,269
20	0,197	0,249	0,325	0,379	0,423	0,461	0,494	0,714	1,402	0,377	0,436	0,497	0,536	0,566	0,590	0,611	0,782	1,278
50	0,200	0,249	0,321	0,373	0,415	0,450	0,481	0,707	1,415	0,389	0,448	0,504	0,540	0,567	0,589	0,607	0,777	1,287
100	0,202	0,250	0,321	0,372	0,412	0,447	0,477	0,703	1,423	0,395	0,453	0,506	0,540	0,565	0,585	0,602	0,774	1,292
500	0,205	0,250	0,318	0,365	0,403	0,435	0,464	0,696	1,437	0,407	0,465	0,513	0,543	0,566	0,584	0,599	0,768	1,301
1000	0,206	0,251	0,318	0,365	0,402	0,434	0,462	0,694	1,442	0,412	0,470	0,516	0,545	0,567	0,584	0,599	0,767	1,304
Média	0,197	0,248	0,324	0,379	0,424	0,462	0,496	0,715	1,401	0,376	0,434	0,495	0,535	0,565	0,590	0,611	0,783	1,277

T (ano)	Chaves (03M/01)									Viana do Castelo (03E/03)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,288	0,354	0,438	0,497	0,543	0,582	0,615	0,787	1,271	0,249	0,320	0,416	0,484	0,540	0,587	0,629	0,786	1,273
5	0,319	0,398	0,473	0,522	0,561	0,593	0,620	0,776	1,288	0,291	0,354	0,434	0,490	0,533	0,570	0,601	0,766	1,305
10	0,334	0,420	0,490	0,536	0,571	0,600	0,625	0,772	1,295	0,309	0,367	0,440	0,490	0,528	0,560	0,587	0,757	1,320
20	0,346	0,437	0,503	0,545	0,578	0,605	0,627	0,769	1,300	0,323	0,378	0,446	0,491	0,526	0,554	0,579	0,751	1,332
50	0,357	0,450	0,511	0,550	0,580	0,604	0,625	0,765	1,307	0,339	0,392	0,454	0,496	0,527	0,553	0,575	0,744	1,344
100	0,363	0,459	0,517	0,555	0,583	0,606	0,625	0,763	1,310	0,348	0,398	0,458	0,496	0,526	0,550	0,570	0,740	1,351
500	0,375	0,476	0,529	0,563	0,588	0,609	0,626	0,759	1,317	0,365	0,412	0,465	0,500	0,526	0,547	0,565	0,733	1,364
1000	0,380	0,483	0,535	0,568	0,593	0,612	0,629	0,758	1,319	0,370	0,416	0,467	0,500	0,525	0,545	0,561	0,731	1,369
Média	0,345	0,435	0,500	0,542	0,575	0,601	0,624	0,769	1,301	0,324	0,380	0,448	0,493	0,529	0,558	0,583	0,751	1,332

Quadro 3 (cont.) – Quociente, calculado por aplicação das curvas IDF propostas por BRANDÃO *et al.*, 2001, entre a precipitação P_t com duração variável t , compreendida entre 0,5 e 48 h e a precipitação P_{24} em 24 h, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 e 1000 anos.

T (ano)	Aveiro (Universidade) (10F/01)									Caramulo (10H/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,271	0,338	0,430	0,495	0,547	0,590	0,629	0,795	1,258	0,118	0,168	0,252	0,319	0,377	0,430	0,478	0,709	1,410
5	0,280	0,350	0,436	0,496	0,544	0,583	0,618	0,799	1,251	0,129	0,181	0,262	0,325	0,379	0,427	0,470	0,705	1,418
10	0,284	0,357	0,440	0,497	0,543	0,581	0,614	0,802	1,247	0,135	0,187	0,267	0,328	0,381	0,426	0,468	0,703	1,422
20	0,288	0,363	0,444	0,500	0,544	0,581	0,613	0,803	1,245	0,138	0,191	0,269	0,329	0,379	0,423	0,463	0,701	1,426
50	0,292	0,368	0,447	0,502	0,544	0,579	0,610	0,805	1,242	0,143	0,197	0,273	0,331	0,380	0,422	0,460	0,700	1,429
100	0,295	0,371	0,449	0,502	0,544	0,578	0,608	0,806	1,241	0,145	0,199	0,275	0,331	0,379	0,420	0,457	0,698	1,432
500	0,300	0,378	0,454	0,505	0,544	0,577	0,605	0,808	1,237	0,150	0,205	0,278	0,333	0,378	0,418	0,453	0,696	1,436
1000	0,301	0,380	0,455	0,505	0,544	0,576	0,604	0,809	1,236	0,153	0,208	0,281	0,335	0,380	0,418	0,453	0,696	1,437
Média	0,289	0,363	0,444	0,500	0,544	0,581	0,613	0,803	1,245	0,139	0,192	0,270	0,329	0,379	0,423	0,463	0,701	1,426

T (ano)	Santa Comba Dão (11I/01)									Penhas Douradas (11L/05)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,250	0,317	0,407	0,471	0,522	0,565	0,604	0,779	1,284	0,155	0,210	0,297	0,364	0,421	0,470	0,515	0,737	1,358
5	0,263	0,342	0,432	0,495	0,546	0,588	0,626	0,785	1,274	0,182	0,242	0,324	0,385	0,434	0,477	0,515	0,728	1,374
10	0,268	0,352	0,442	0,505	0,555	0,597	0,634	0,788	1,269	0,195	0,257	0,335	0,392	0,439	0,478	0,513	0,724	1,381
20	0,272	0,361	0,451	0,514	0,564	0,606	0,643	0,790	1,266	0,205	0,267	0,343	0,398	0,441	0,478	0,511	0,721	1,387
50	0,274	0,367	0,457	0,519	0,568	0,610	0,646	0,792	1,263	0,215	0,279	0,353	0,404	0,446	0,481	0,511	0,718	1,393
100	0,279	0,374	0,465	0,528	0,578	0,619	0,656	0,793	1,261	0,221	0,286	0,358	0,408	0,448	0,481	0,511	0,716	1,397
500	0,281	0,380	0,470	0,532	0,581	0,623	0,659	0,795	1,258	0,232	0,298	0,367	0,415	0,452	0,484	0,511	0,713	1,403
1000	0,283	0,384	0,475	0,538	0,587	0,628	0,664	0,796	1,256	0,235	0,300	0,367	0,413	0,449	0,479	0,506	0,711	1,406
Média	0,271	0,360	0,450	0,513	0,563	0,605	0,642	0,790	1,266	0,205	0,267	0,343	0,397	0,441	0,479	0,512	0,721	1,387

T (ano)	Covilhã (12L/03)									Coimbra (IG) (12G/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,143	0,199	0,282	0,347	0,401	0,449	0,493	0,710	1,409	0,343	0,436	0,502	0,555	0,600	0,639	0,786	1,272	
5	0,147	0,198	0,277	0,336	0,386	0,429	0,468	0,701	1,426	0,356	0,455	0,525	0,581	0,629	0,671	0,809	1,235	
10	0,150	0,199	0,275	0,332	0,379	0,421	0,458	0,697	1,434	0,361	0,463	0,534	0,592	0,641	0,684	0,819	1,221	
20	0,151	0,199	0,272	0,328	0,373	0,413	0,449	0,694	1,441	0,366	0,468	0,541	0,600	0,649	0,693	0,826	1,210	
50	0,154	0,201	0,273	0,327	0,372	0,410	0,445	0,691	1,447	0,372	0,477	0,552	0,612	0,663	0,708	0,834	1,199	
100	0,156	0,200	0,272	0,324	0,368	0,406	0,439	0,689	1,451	0,374	0,480	0,555	0,616	0,667	0,713	0,838	1,193	
500	0,157	0,201	0,270	0,321	0,362	0,399	0,431	0,685	1,459	0,379	0,486	0,563	0,624	0,677	0,723	0,846	1,183	
1000	0,158	0,201	0,269	0,319	0,361	0,396	0,428	0,684	1,461	0,380	0,489	0,566	0,628	0,681	0,728	0,848	1,179	
Média	0,152	0,200	0,274	0,329	0,375	0,415	0,451	0,694	1,441	0,366	0,469	0,542	0,601	0,651	0,695	0,826	1,212	

T (ano)	Gralhas (13L/02)									Lisboa (IGIDL) (21C/06)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,176	0,224	0,303	0,362	0,411	0,454	0,491	0,721	1,386	0,268	0,354	0,458	0,533	0,593	0,644	0,690	0,811	1,233
5	0,185	0,229	0,301	0,353	0,396	0,432	0,465	0,708	1,412	0,284	0,372	0,480	0,557	0,618	0,671	0,717	0,824	1,213
10	0,189	0,232	0,301	0,35	0,391	0,425	0,455	0,702	1,424	0,292	0,382	0,492	0,570	0,632	0,686	0,733	0,830	1,204
20	0,192	0,234	0,301	0,349	0,387	0,42	0,448	0,698	1,433	0,296	0,387	0,497	0,575	0,638	0,692	0,739	0,835	1,198
50	0,196	0,237	0,302	0,348	0,384	0,415	0,443	0,694	1,442	0,302	0,394	0,506	0,585	0,648	0,703	0,750	0,839	1,192
100	0,198	0,237	0,3	0,344	0,38	0,41	0,436	0,691	1,448	0,307	0,400	0,512	0,592	0,656	0,711	0,759	0,842	1,188
500	0,202	0,24	0,3	0,342	0,376	0,404	0,429	0,686	1,458	0,312	0,406	0,520	0,601	0,666	0,721	0,769	0,847	1,181
1000	0,202	0,239	0,299	0,34	0,373	0,401	0,425	0,684	1,462	0,313	0,406	0,519	0,600	0,664	0,719	0,767	0,848	1,179
Média	0,193	0,234	0,301	0,349	0,387	0,420	0,449	0,698	1,433	0,297	0,388	0,498	0,577	0,639	0,693	0,741	0,835	1,199

T (ano)	Lisboa (Portela) (21C/02)									S. Julião do Tojal (20C/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,348	0,419	0,512	0,575	0,625	0,667	0,703	0,844	1,184	0,238	0,331	0,438	0,515	0,579	0,634	0,682	0,815	1,227
5	0,315	0,387	0,488	0,559	0,616	0,664	0,705	0,849	1,178	0,218	0,315	0,433	0,520	0,593	0,657	0,714	0,843	1,187
10	0,302	0,377	0,481	0,555	0,614	0,665	0,709	0,851	1,175	0,212	0,310	0,431	0,523	0,599	0,666	0,726	0,853	1,173
20	0,296	0,371	0,478	0,554	0,616	0,668	0,714	0,852	1,174	0,206	0,306	0,429	0,523	0,602	0,672	0,734	0,859	1,164
50	0,288	0,363	0,472	0,550	0,613	0,667	0,714	0,853	1,172	0,204	0,305	0,431	0,527	0,609	0,681	0,746	0,866	1,155
100	0,284	0,360	0,470	0,549	0,613	0,668	0,717	0,854	1,171	0,200	0,301	0,428	0,526	0,609	0,682	0,748	0,869	1,151
500	0,276	0,352	0,463	0,543	0,609	0,665	0,715	0,854	1,170	0,196	0,299	0,429	0,529	0,614	0,689	0,757	0,875	1,143
1000	0,275	0,351	0,462	0,543	0,609	0,665	0,715	0,855	1,170	0,195	0,298	0,427	0,528	0,613	0,689	0,757	0,877	1,141
Média	0,298	0,373	0,478	0,554	0,614	0,666	0,712	0,852	1,174	0,209	0,308	0,431	0,524	0,602	0,671	0,733	0,857	1,168

Quadro 3 (cont.) – Quociente, calculado por aplicação das curvas IDF propostas por BRANDÃO et al., 2001, entre a precipitação P_t com duração variável t , compreendida entre 0,5 e 48 h e a precipitação P_{24} em 24 h, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 e 1000 anos.

T (ano)	Portalegre (18M/01)									Pavia (20I/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,246	0,309	0,402	0,468	0,522	0,568	0,608	0,779	1,284	0,284	0,356	0,451	0,517	0,571	0,616	0,655	0,801	1,248
5	0,273	0,334	0,419	0,478	0,525	0,564	0,599	0,771	1,298	0,278	0,343	0,438	0,505	0,559	0,605	0,645	0,806	1,241
10	0,285	0,344	0,425	0,480	0,524	0,560	0,592	0,767	1,304	0,275	0,337	0,431	0,499	0,553	0,599	0,639	0,808	1,238
20	0,296	0,353	0,431	0,485	0,526	0,561	0,591	0,764	1,309	0,274	0,334	0,429	0,496	0,551	0,597	0,637	0,809	1,235
50	0,304	0,360	0,435	0,485	0,525	0,558	0,586	0,761	1,314	0,272	0,331	0,426	0,494	0,548	0,595	0,636	0,811	1,234
100	0,310	0,366	0,438	0,487	0,525	0,556	0,583	0,759	1,317	0,270	0,328	0,423	0,491	0,546	0,592	0,633	0,811	1,233
500	0,319	0,373	0,442	0,488	0,524	0,553	0,578	0,756	1,322	0,268	0,324	0,419	0,486	0,541	0,587	0,628	0,812	1,231
1000	0,326	0,380	0,448	0,494	0,529	0,558	0,583	0,756	1,323	0,269	0,323	0,418	0,486	0,541	0,588	0,629	0,813	1,230
Média	0,295	0,352	0,430	0,483	0,525	0,560	0,590	0,764	1,309	0,274	0,335	0,429	0,497	0,551	0,597	0,638	0,809	1,236

T (ano)	Évora-Cemitério (22J/02)									Beja (25J/02)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,336	0,413	0,504	0,566	0,615	0,655	0,690	0,819	1,221	0,316	0,394	0,487	0,552	0,603	0,646	0,683	0,826	1,210
5	0,366	0,452	0,544	0,605	0,653	0,693	0,727	0,830	1,204	0,353	0,429	0,518	0,579	0,626	0,665	0,699	0,836	1,196
10	0,379	0,471	0,562	0,623	0,671	0,711	0,744	0,836	1,197	0,370	0,444	0,531	0,589	0,634	0,672	0,704	0,841	1,189
20	0,389	0,481	0,571	0,632	0,679	0,718	0,751	0,839	1,192	0,383	0,457	0,542	0,599	0,643	0,679	0,710	0,844	1,184
50	0,397	0,492	0,583	0,643	0,690	0,728	0,761	0,843	1,187	0,396	0,469	0,553	0,608	0,650	0,685	0,715	0,848	1,179
100	0,404	0,500	0,590	0,650	0,696	0,735	0,767	0,845	1,183	0,405	0,477	0,559	0,613	0,655	0,689	0,718	0,850	1,176
500	0,415	0,515	0,605	0,665	0,711	0,749	0,782	0,849	1,178	0,421	0,493	0,573	0,626	0,666	0,699	0,728	0,854	1,170
1000	0,418	0,519	0,609	0,669	0,714	0,752	0,785	0,850	1,176	0,428	0,500	0,580	0,632	0,672	0,705	0,733	0,856	1,168
Média	0,388	0,480	0,571	0,632	0,679	0,718	0,751	0,839	1,192	0,384	0,458	0,543	0,600	0,644	0,680	0,711	0,844	1,184

T (ano)	Sines (26D/01)									Relíquias (27G/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,338	0,411	0,499	0,559	0,606	0,645	0,679	0,817	1,223	0,314	0,384	0,486	0,559	0,616	0,665	0,708	0,841	1,189
5	0,344	0,426	0,519	0,583	0,634	0,676	0,712	0,831	1,203	0,341	0,421	0,524	0,596	0,653	0,701	0,742	0,857	1,166
10	0,349	0,433	0,529	0,595	0,646	0,689	0,727	0,837	1,194	0,355	0,440	0,546	0,618	0,676	0,724	0,766	0,865	1,157
20	0,352	0,439	0,537	0,605	0,657	0,702	0,740	0,842	1,188	0,362	0,449	0,554	0,626	0,683	0,731	0,772	0,869	1,151
50	0,352	0,442	0,542	0,610	0,664	0,709	0,748	0,846	1,182	0,371	0,462	0,568	0,641	0,699	0,747	0,788	0,874	1,145
100	0,354	0,447	0,548	0,617	0,671	0,717	0,756	0,849	1,178	0,375	0,468	0,574	0,647	0,704	0,752	0,793	0,876	1,142
500	0,357	0,450	0,553	0,623	0,678	0,724	0,764	0,854	1,171	0,382	0,477	0,584	0,657	0,714	0,761	0,803	0,880	1,136
1000	0,358	0,454	0,557	0,629	0,684	0,731	0,772	0,856	1,169	0,387	0,482	0,589	0,662	0,719	0,767	0,808	0,882	1,134
Média	0,351	0,438	0,536	0,603	0,655	0,699	0,737	0,842	1,189	0,361	0,448	0,553	0,626	0,683	0,731	0,773	0,868	1,153

T (ano)	Catraia (30J/02)									S. Brás de Alportel (31J/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2																		
5																		
10		0,265	0,354	0,419	0,472	0,518	0,559	0,749	1,335		0,268	0,360	0,427	0,483	0,531	0,574	0,776	1,289
20																		
50		0,276	0,365	0,430	0,483	0,529	0,570	0,756	1,322		0,271	0,363	0,431	0,487	0,535	0,578	0,783	1,276
100		0,280	0,370	0,435	0,488	0,534	0,574	0,758	1,320		0,273	0,367	0,435	0,491	0,540	0,583	0,789	1,268
500		0,290	0,380	0,445	0,498	0,543	0,583	0,764	1,309		0,279	0,374	0,443	0,500	0,549	0,593	0,798	1,253
1000		0,295	0,385	0,450	0,502	0,547	0,587	0,766	1,305		0,281	0,376	0,445	0,502	0,552	0,595	0,802	1,247
Média		0,281	0,371	0,436	0,489	0,534	0,575	0,759	1,318		0,274	0,368	0,436	0,493	0,541	0,585	0,790	1,267

T (ano)	Figueirais (30M/01)									Praia da Rocha (31F/01)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2										0,339	0,424	0,528	0,601	0,658	0,706	0,748	0,854	1,170
5										0,331	0,419	0,516	0,583	0,635	0,679	0,717	0,840	1,190
10		0,279	0,374	0,443	0,5	0,549	0,593	0,804	1,244	0,328	0,418	0,513	0,578	0,629	0,672	0,709	0,835	1,198
20										0,326	0,418	0,510	0,574	0,623	0,665	0,701	0,830	1,204
50		0,294	0,39	0,46	0,518	0,567	0,611	0,819	1,221	0,324	0,418	0,509	0,571	0,620	0,661	0,696	0,826	1,210
100		0,302	0,399	0,469	0,527	0,576	0,62	0,826	1,211	0,324	0,417	0,507	0,569	0,617	0,657	0,692	0,824	1,213
500		0,317	0,415	0,487	0,544	0,594	0,638	0,842	1,188	0,322	0,416	0,504	0,564	0,611	0,650	0,684	0,820	1,219
1000		0,341	0,433	0,498	0,55	0,594	0,632	0,847	1,18	0,320	0,415	0,503	0,562	0,608	0,647	0,680	0,818	1,222
Média		0,307	0,402	0,471	0,528	0,576	0,619	0,828	1,209	0,327	0,418	0,511	0,575	0,625	0,667	0,703	0,831	1,203

Quadro 3 (cont.) – Quociente, calculado por aplicação das curvas IDF propostas por BRANDÃO *et al.*, 2001, entre a precipitação P_t com duração variável t , compreendida entre 0,5 e 48 h e a precipitação P_{24} em 24 h, para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 e 1000 anos.

T (ano)	Monchique (30F/01)									Faro (31J/02)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,220	0,297	0,401	0,478	0,542	0,597	0,646	0,818	1,223	0,319	0,391	0,488	0,556	0,610	0,655	0,695	0,827	1,209
5	0,213	0,307	0,432	0,527	0,607	0,677	0,741	0,862	1,161	0,323	0,388	0,483	0,548	0,600	0,644	0,682	0,826	1,211
10	0,212	0,311	0,443	0,544	0,630	0,706	0,775	0,877	1,141	0,325	0,390	0,485	0,550	0,602	0,645	0,683	0,826	1,211
20	0,209	0,312	0,447	0,553	0,642	0,721	0,793	0,886	1,129	0,324	0,388	0,481	0,545	0,596	0,639	0,676	0,825	1,212
50	0,209	0,315	0,455	0,564	0,657	0,740	0,815	0,895	1,117	0,326	0,390	0,483	0,547	0,598	0,641	0,678	0,825	1,212
100	0,208	0,317	0,459	0,571	0,666	0,751	0,829	0,900	1,111	0,328	0,390	0,483	0,547	0,598	0,640	0,677	0,825	1,212
500	0,207	0,316	0,462	0,576	0,674	0,762	0,841	0,908	1,102	0,327	0,389	0,481	0,544	0,595	0,637	0,674	0,825	1,213
1000	0,206	0,317	0,464	0,580	0,679	0,767	0,848	0,910	1,099	0,327	0,388	0,480	0,543	0,593	0,635	0,671	0,825	1,213
Média	0,211	0,312	0,445	0,549	0,637	0,715	0,786	0,882	1,135	0,325	0,389	0,483	0,548	0,599	0,642	0,680	0,826	1,212

T (ano)	Vila Real de Santo António (30M/02)								
	0.5 h	1.0 h	2.0 h	3.0 h	4.0 h	5.0 h	6.0 h	12.0 h	48.0 h
2	0,324	0,410	0,509	0,577	0,630	0,676	0,715	0,832	1,202
5	0,318	0,407	0,503	0,569	0,622	0,666	0,704	0,822	1,216
10	0,315	0,404	0,499	0,565	0,616	0,660	0,697	0,818	1,222
20	0,313	0,403	0,497	0,562	0,613	0,656	0,694	0,816	1,226
50	0,310	0,401	0,494	0,558	0,609	0,652	0,689	0,813	1,230
100	0,311	0,402	0,495	0,559	0,610	0,652	0,689	0,812	1,232
500	0,309	0,399	0,492	0,555	0,605	0,647	0,683	0,809	1,236
1000	0,308	0,401	0,493	0,557	0,608	0,650	0,686	0,808	1,237
Média	0,314	0,403	0,498	0,563	0,614	0,657	0,695	0,816	1,225

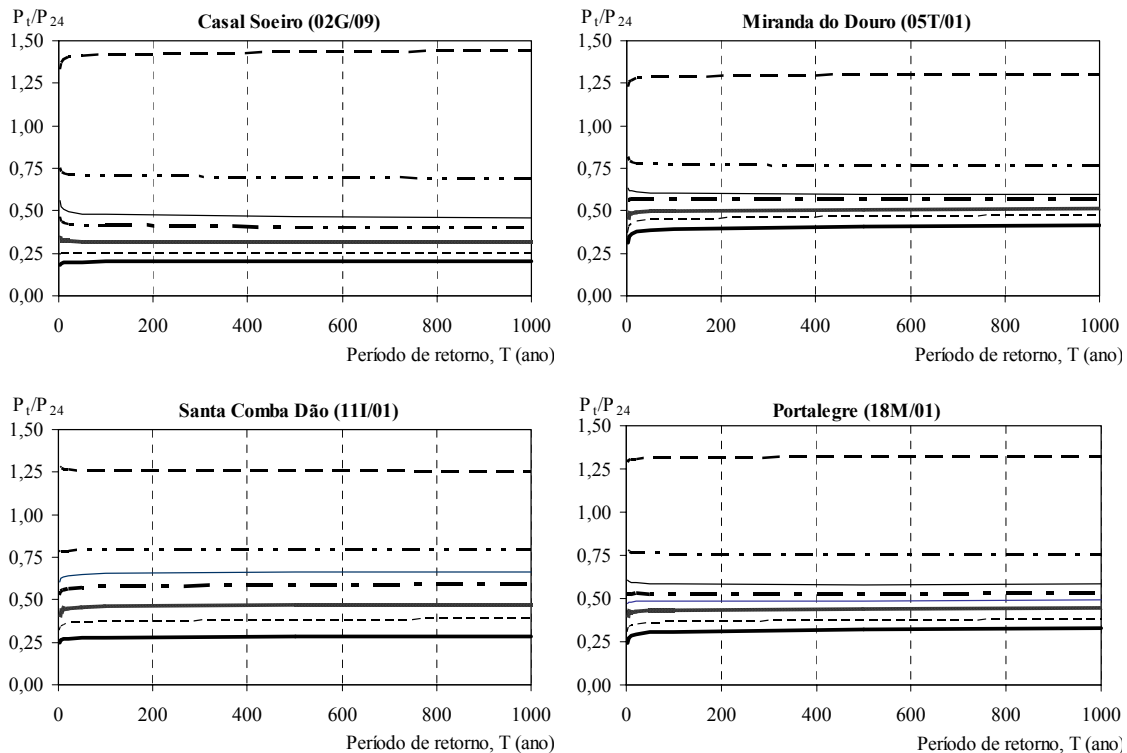


Figura 6 – Variação, em função do período de retorno, T , do quociente entre a precipitação com duração t , compreendida entre 0,5 e 48 h, e a precipitação em 24 h. Postos udográficos de Casal Soeiro (02G/09), Miranda do Douro (05T/01), Santa Comba Dão (11I/01), Portalegre (18M/01), Lisboa (Portela) (21C/02), Évora-Cemitério (22J/02), Sines (26D/01) e Vila Real de Santo António (30M/02).

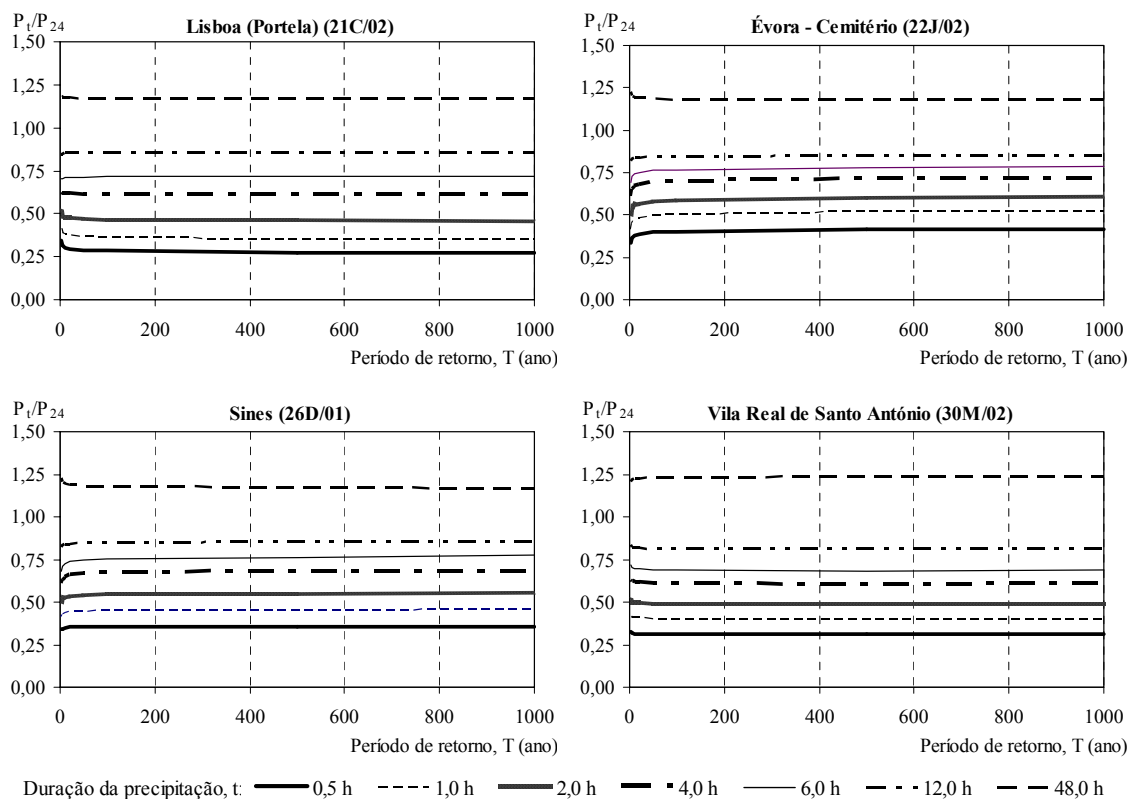


Figura 6 (cont.) – Variação, em função do período de retorno, T, do quociente entre a precipitação com duração t, compreendida entre 0,5 e 48 h, e a precipitação em 24 h. Postos udográficos de Casal Soeiro (02G/09), Miranda do Douro (05T/01), Santa Comba Dão (11I/01), Portalegre (18M/01), Lisboa (Portela) (21C/02), Évora-Cemitério (22J/02), Sines (26D/01) e Vila Real de Santo António (30M/02).

O **Quadro 3** contém os valores, resultantes da aplicação das curvas IDF propostas por BRANDÃO *et al.*, 2001, para o quociente P_t/P_{24} entre a precipitação com a duração t, P_t (com t compreendido entre 0,5 e 48 h) e a precipitação com a duração de 24 h, P_{24} , uma e outra precipitação expressas nas mesmas unidades e com um mesmo período de retorno, T, de entre os oito períodos considerados por aqueles autores (2, 5, 10, 20, 50, 100, 500 e 1000 anos). Para cada posto udográfico e duração t, o **Quadro 3** contém ainda a indicação da média dos valores daqueles quocientes. Para os postos de udográficos de Coimbra (IG) (12G/01), Catraia (30J/02), de S. Brás de Alportel (31J/01) e de Figueirais (30M/01) não foi possível calcular todos os quocientes P_t/P_{24} por nem sempre se dispôr dos valores dos parâmetros das correspondentes curvas IDF (BRANDÃO *et al.*, 2001).

A **Figura 6** contém a representação, para os postos udográficos de Casal Soeiro (02G/09), Miranda do Douro (05T/01), Portalegre (18M/01), Lisboa (Portela) (21C/02), Évora-Cemitério (22J/02), Sines (26D/01) e Vila Real de Santo António (30M/02), dos valores dos quocientes P_t/P_{24} em função do período de retorno, T (**Quadro 3**). Tais postos foram seleccionados a título de exemplo tendo em conta apenas a sua dispersão geográfica: os dois primeiros postos localizam-se no norte do País (um, mais perto da costa e, outro, no interior), os dois seguintes, sensivelmente no centro (um, no interior e, outro, na costa) os dois últimos, no sul (costas alentejana e algarvia).

Tanto o **Quadro 3**, como a **Figura 6** evidenciam claramente que, em cada posto, o quociente P_t/P_{24} se pode considerar praticamente constante, ou seja, independente do período de retorno, T, verificando-se, quanto muito, ligeiras variações para o menor período de retorno considerado, de 2 anos. Tal facto reforça os resultados apresentados na **Figura 4**, embora envolvendo durações da precipitação diferentes das então consideradas.

Conclui-se, assim, que em Portugal Continental o quociente entre duas precipitações intensas com diferentes durações mas com igual período de retorno é praticamente constante e, portanto, independente desse período, desde que se fixe uma daquelas durações. Poder-se-á, quanto muito, reconhecer alguma variação nos valores do quociente relativos a períodos de retorno muito baixos, da ordem de 2 anos, os quais, contudo, são normalmente pouco relevantes na análise de cheias.

3. Desenvolvimento proposto

3.1. Introdução

Admitindo como suficientemente precisa a conclusão apresentada no item precedente, tanto mais que diferentes trabalhos apontam nesse sentido, propõem-se procedimentos que, apoiados naquela conclusão e nas curvas IDF apresentadas por BRANDÃO *et al.*, 2001, permitem estimar precipitações intensas em qualquer bacia hidrográfica do País, considerando, cumulativamente, informação udométrica em postos localizados naquela bacia ou nas proximidades da mesma.

Em linhas gerais, julga-se poder afirmar que a rede udométrica nacional, disposta de mais de 850 pontos de medição, mais de metade com séries de registos consideravelmente longas, possibilita a estimativa suficientemente rigorosa da precipitação diária máxima anual com dado período de retorno, T , em qualquer bacia hidrográfica do País, $P_{BH}^T_{24}$.

Contudo, a precipitação que intervém na análise de cheias só ocasionalmente coincidirá com a precipitação diária máxima anual anteriormente estimada para o período de retorno T : no caso geral, aquela precipitação terá uma duração t diferente de 24 h, $P_{BH}^T_t$.

No presente artigo propõe-se que a precipitação intensa relevante em termos da análise de cheias numa dada bacia hidrográfica, $P_{BH}^T_t$, seja avaliada a partir da precipitação diária máxima anual com o período de retorno T nessa mesma bacia, $P_{BH}^T_{24}$, mediante a aplicação de adequado “coeficiente de repartição” estabelecido a partir das curvas IDF de BRANDÃO *et al.*, 2001.

Para o efeito, propõe-se a aplicação de um dos três procedimentos que seguidamente se apresentam. Tais procedimentos conduzem a resultados próximos ou muito próximos, competindo ao utilizador optar por um deles, fundamentalmente em face da informação de que disponha.

O **procedimento 1** é essencialmente gráfico carecendo da obtenção de elementos específicos consoante a duração t que, contudo, pode ser qualquer. No presente artigo esse procedimento é exemplificado para as durações da precipitação consideradas no **Quadro 3**, com exclusão da duração de 0,5 h, por nem sempre se dispor dos parâmetros das curvas IDF relativas essa duração (BRANDÃO *et al.*, 2001). O **procedimento 2** pode ser aplicado, sem qualquer restrição, a precipitações intensas com qualquer período de retorno e com qualquer duração. Por fim o **procedimento 3** permite obter precipitações intensas também com qualquer duração, mas necessariamente com um dos períodos de retorno considerados por BRANDÃO *et al.*, 2001.

Ressalva-se que, não obstante as anteriores menções a qualquer duração ou a qualquer período de retorno, de facto t e T têm que respeitar os intervalos considerados por BRANDÃO *et al.*, 2001, ou seja, quanto à duração, $1/12 \text{ h} \leq t \leq 48 \text{ h}$ e, quanto ao período de retorno, $2 \text{ anos} \leq T \leq 1000 \text{ anos}$

O aspecto fundamental dos procedimentos propostos reside no facto de associarem sempre à precipitação intensa com a duração t e com o período de retorno T , a estimar para uma dada bacia hidrográfica, $P_{BH}^T_t$, informação udométrica específica dessa bacia hidrográfica, designadamente a precipitação diária máxima anual com o período de retorno T , $P_{BH}^T_{24}$. Na apresentação subsequente, parte-se, assim, do princípio que a precipitação $P_{BH}^T_{24}$ foi previamente estimada. Para tanto, basta identificar, de entre os postos com influência na bacia hidrográfica, os que dispõem de séries longas de

registos da precipitação diária máxima anual e estimar, com base em tais séries e por recurso a uma lei estatística de extremos, as correspondentes precipitações diárias máximas anuais para o período de retorno pretendido, T . A precipitação diária máxima anual na bacia hidrográfica, $P_{BH}^T_{24}$, pode ser, então, obtida por ponderação para a área da bacia hidrográfica (de acordo com o método de Thiessen ou com qualquer outro método de ponderação espacial) das precipitações anteriormente obtidas para os postos.

3.2. Procedimento 1

Tendo por base as médias dos quocientes P_t/P_{24} apresentadas no **Quadro 3**, obtiveram-se as oito superfícies da **Figura 7**. Para tanto, recorreu-se a um sistema de informação geográfica (ARCVIEW) e ao método de interpolação designado por IDW (*Inverse Distance Weighting*), considerando os oito postos mais próximos e a potência de três. Observa-se que cada superfície contém a localização esquemática dos 27 postos udográficos utilizados na sua obtenção.

Cada uma das superfícies da **Figura 7** caracteriza a variação espacial do quociente P_t/P_{24} para uma das durações t da precipitação intensa consideradas no **Quadro 3**. Anota-se que se excluiu a duração de 0,5 h por nem sempre existem valores os P_t/P_{24} referentes a essa duração.

A concepção e a utilização das superfícies da **Figura 7** coincidem com as da **Figura 1** (LNEC, 1976), ou seja, uma vez que a duração t para a qual se pretende desenvolver a análise de cheias numa dada bacia hidrográfica coincida com uma das durações da **Figura 7**, basta localizar geograficamente a bacia hidrográfica na figura que contém a superfície relativa àquela duração, retirar de tal figura o valor do quociente P_t/P_{24} e multiplicar este quociente por $P_{BH}^T_{24}$ de modo a estimar $P_{BH}^T_t$.

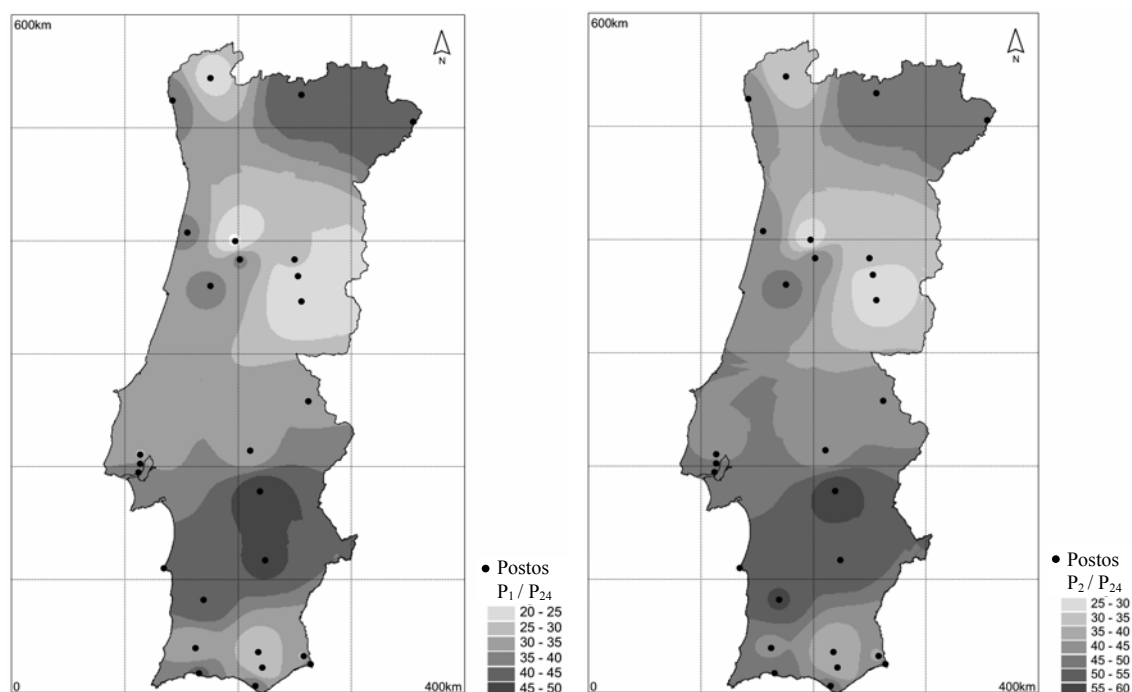


Figura 7 – Superfícies de valores do quociente P_t/P_{24} (%) entre duas precipitações com o mesmo período de retorno T , uma com a duração t , P_t , e outra com a duração de 24 h, P_{24} (valores de t de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 48 h).

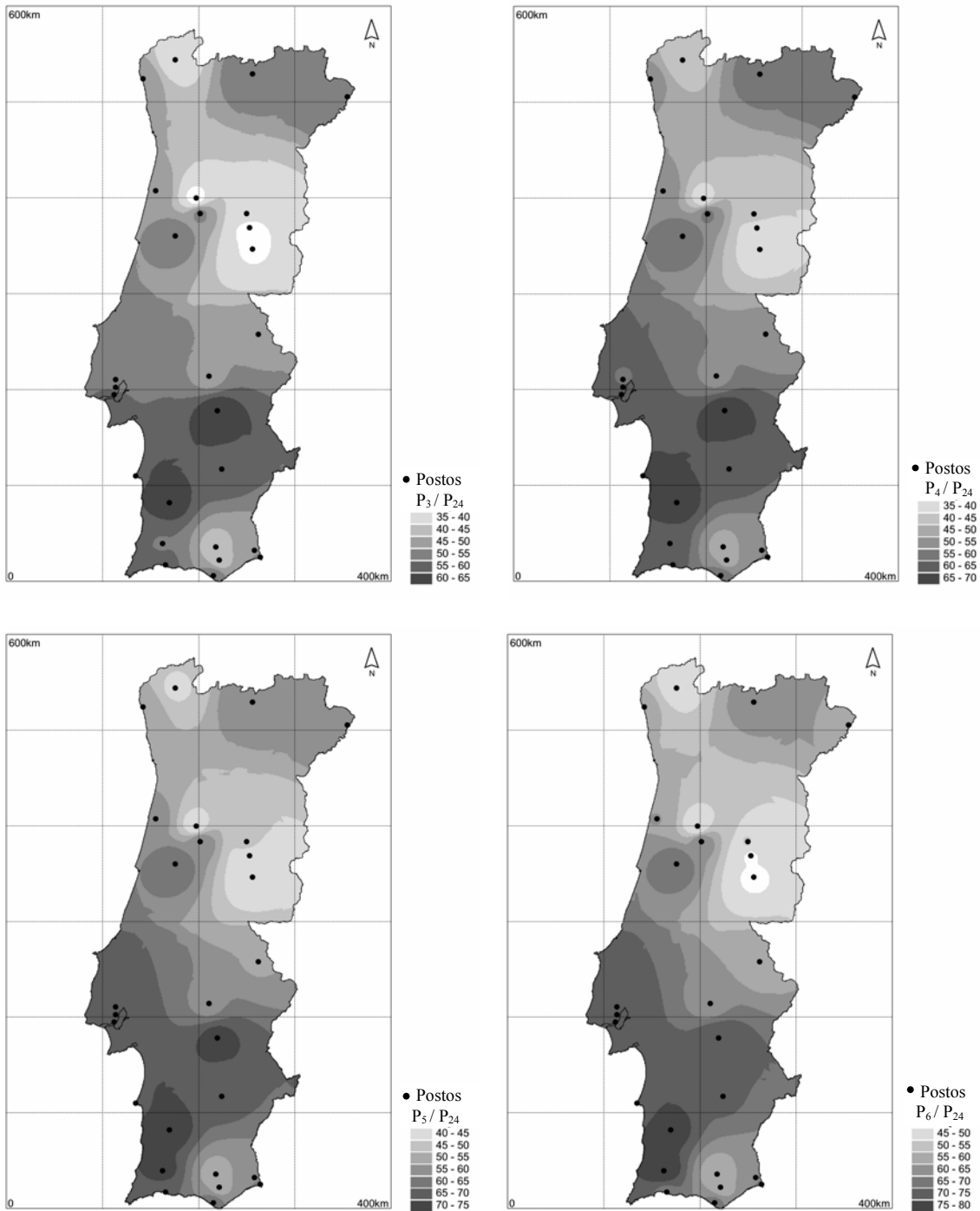


Figura 7 (cont.) – Superfícies de valores do quociente P_t/P_{24} (%) entre duas precipitações com o mesmo período de retorno T , uma com a duração t , P_t , e outra com a duração de 24 h, P_{24} (valores de t de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 e 48 h).

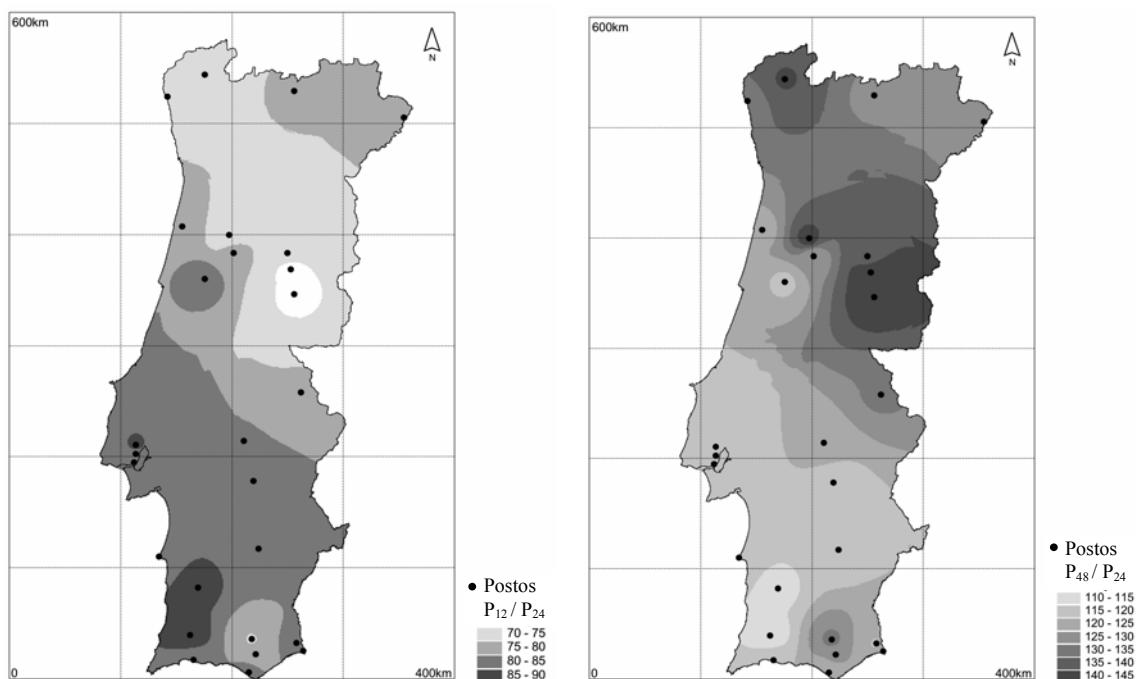


Figura 7 (cont.) – Superfícies de valores do quociente P_t/P_{24} (%) entre duas precipitações com o mesmo período de retorno T , uma com a duração t , P_t , e outra com a duração de 24 h, P_{24} (valores de t de 1, 2, 3, 4, 5, 6 12 e 48 h).

Observa-se que, tal como no caso das **Figuras 1 e 2**, também a **Figura 7** evidencia que a variação espacial do quociente P_t/P_{24} é bastante gradual, ou seja, que existe apreciável uniformidade espacial que respeita ao modo como a precipitação com a duração de 24 h se reparte para precipitações durações inferiores ao dia.

Se a duração t da precipitação intensa diferir das durações consideradas na **Figura 7**, haverá que aplicar as curvas IDF estabelecidas por BRANDÃO *et al.*, 2001, e calcular, para essa duração e em cada um dos postos do **Quadro 3**, os valores dos quocientes P_t/P_{24} referentes aos diferentes períodos de retorno, bem como a média desses valores. Com base nas médias assim obtidas para os 27 postos udográficos será necessário proceder, então, à obtenção da correspondente superfície.

3.3. Procedimento 2

Em alternativa ao recurso a elementos gráficos do tipo dos da **Figura 7**, desenvolveram-se os **procedimentos 2 e 3** que têm em comum o facto de considerarem que, na área de influência de cada um dos 27 postos udográficos utilizados no estudo, a variação, em função da duração t , do quociente entre duas precipitações intensas com um mesmo período de retorno pode ser muito razoavelmente aproximada pela variação verificada nesse posto para aquele mesmo quociente. Este pressuposto resultou da constatação, suportada pelas **Figuras 1, 2 e 7**, da fraca variação espacial do quociente entre precipitações com dadas durações a qual se sugere que, nas proximidades de cada um dos 27 postos udográficos utilizados no estudo, tal quociente possa ser razoavelmente aproximado pelo valor resultante para o mesmo da aplicação das correspondentes curvas IDF.

As áreas de influência dos postos udográficos utilizados no estudo podem ser obtidas mediante aplicação do método de Thiessen, esquematicamente representado na **Figura 8**.

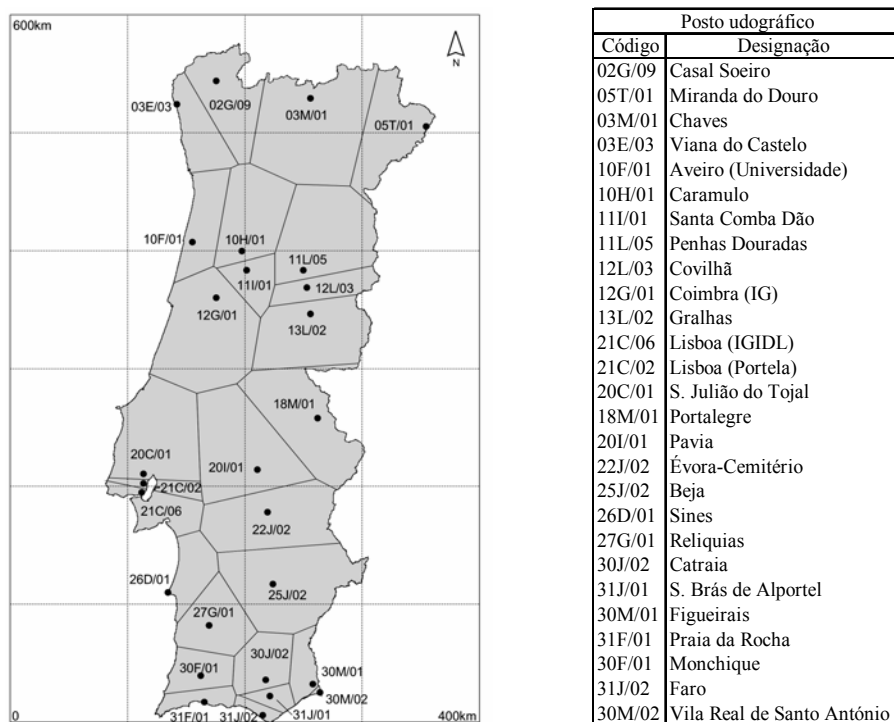


Figura 8 – Polígonos de Thiessen para os 27 postos udográficos utilizados no estudo.

Na área de influência de cada um dos postos do **Quadro 3**, o **procedimento 2** adopta uma variação média de P_t/P_{24} com t , enquanto que o **procedimento 3** utiliza directamente as IDF apresentadas para o posto.

Para estabelecer o **procedimento 2**, atendeu-se às médias dos quocientes P_t/P_{24} apresentadas no **Quadro 3** para cada posto e estimou-se o expoente β que, de acordo com a seguinte equação, relaciona aquelas médias com as durações da precipitação, t :

$$\frac{P_t}{P_{24}} = \left(\frac{t}{24} \right)^\beta \quad (14)$$

em que t se exprime em hora e as precipitações que figuram no primeiro membro, nas mesmas unidades. Observa-se que a eq. (12) é também do tipo anterior.

Os valores estimados para o expoente β são apresentados no **Quadro 4** que inclui também a indicação do valor de 0,367, proposto para esse expoente por BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997 – eq. (12). Na estimação agora efectuada recorreu-se à análise de regressão linear simples aplicada no campo das transformadas logarítmicas de P_t/P_{24} e de t/t_{24} , considerando nulas as ordenadas na origem. A **Figura 9** contém, para os oito postos udográficos adoptados a título de exemplo na **Figura 6**, os pontos representativos dos pares de valores $(t/t_{24}; P_t/P_{24})$ utilizados na análise de regressão, bem como a curva que exprime a dependência entre t/t_{24} e P_t/P_{24} e a correspondente equação.

Tanto no **Quadro 4**, como na **Figura 9** não se incluiu a indicação dos valores dos coeficientes de correlação pois, não obstante tais valores serem sempre muito elevados, poderão ter pouco significado, uma vez que os pontos subjacentes à análise de regressão resultaram, já de si, da aplicação de relações analíticas, designadamente, das curvas IDF de BRANDÃO *et al.*, 2001.

Quadro 4 – Exponente β da equação $P_t/P_{24} = (t/t_{24})^\beta$.

Posto udográfico		Exponente β	Posto udográfico		Exponente β
Código	Nome		Código	Nome	
02G/09	Casal Soeiro	0,447	18M/01	Portalegre	0,336
05T/01	Miranda do Douro	0,280	20I/01	Pavia	0,336
03M/01	Chaves	0,285	22J/02	Évora-Cemitério	0,231
03E/03	Viana do Castelo	0,320	25J/02	Beja	0,246
10F/01	Aveiro (Universidade)	0,326	26D/01	Sines	0,255
10H/01	Caramulo	0,523	27G/01	Relíquias	0,242
11I/01	Santa Comba Dão	0,327	30J/02	Catraia	0,399
11L/05	Penhas Douradas	0,428	31J/01	S. Brás de Alportel	0,399
12L/03	Covilhã	0,514	30M/01	Figueirais	0,361
12G/01	Coimbra (IG)	0,298	31F/01	Praia da Rocha	0,275
13L/02	Gralhas	0,472	30F/01	Monchique	0,336
21C/06	Lisboa (IGIDL)	0,286	31J/02	Faro	0,291
21C/02	Lisboa (Portela)	0,297	30M/02	Vila Real de Santo António	0,286
20C/01	S. Julião do Tojal	0,349	Brandão e Hipólito, 1997		0,367

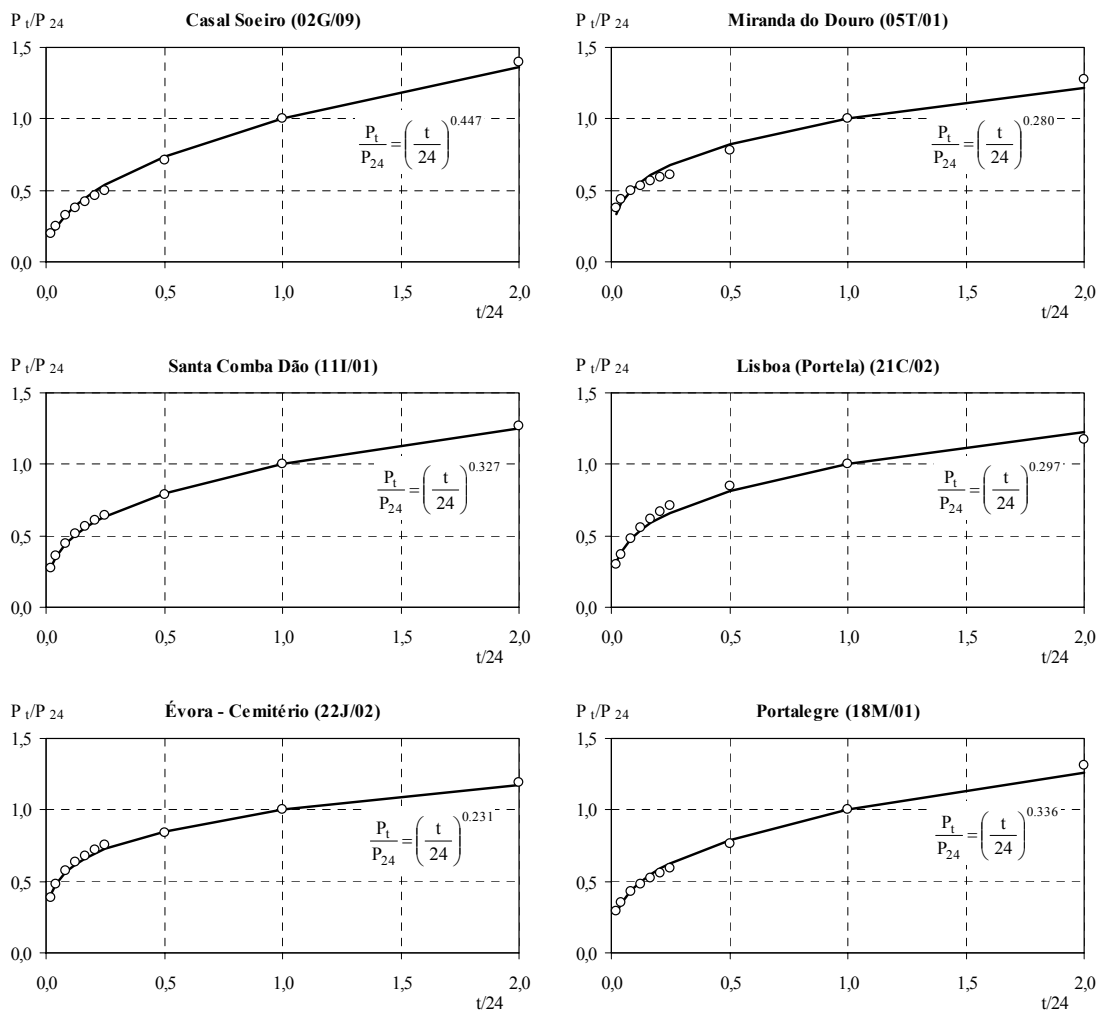


Figura 9 – Variação do quociente P_t/P_{24} em função de t/t_{24} . Curvas resultantes da análise de regressão, respectivas equações e pontos utilizados no seu estabelecimento. Postos udográficos de Casal Soeiro (02G/09), Miranda do Douro (05T/01), Santa Comba Dão (11I/01), Portalegre (18M/01), Lisboa (Portela) (21C/02), Évora-Cemitério (22J/02), Sines (26D/01) e Vila Real de Santo António (30M/02).

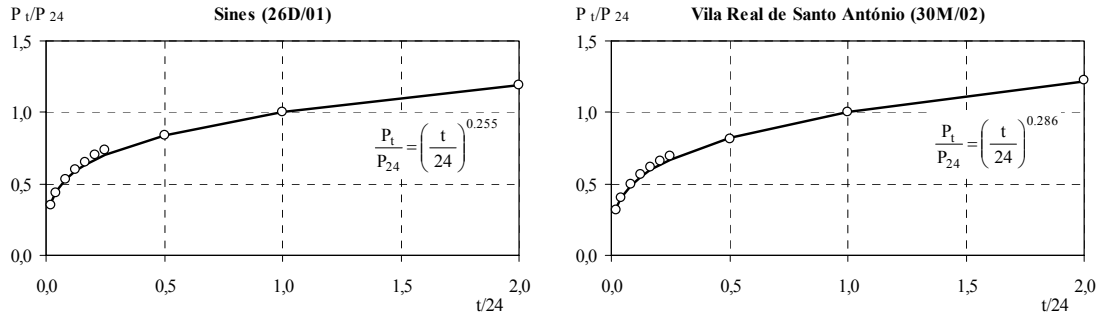


Figura 9 (cont.) – Variação do quociente P_t/P_{24} em função de t/t_{24} . Curvas resultantes da análise de regressão, respectivas equações e pontos utilizados no seu estabelecimento. Postos udográficos de Casal Soeiro (02G/09), Miranda do Douro (05T/01), Santa Comba Dão (11I/01), Portalegre (18M/01), Lisboa (Portela) (21C/02), Évora-Cemitério (22J/02), Sines (26D/01) e Vila Real de Santo António (30M/02).

A **Figura 10** contém as curvas correspondentes à aplicação da eq. (14) com os expoentes β agora estimados para os 27 postos utilizados na análise (curvas indiferenciadas na figura) e com o expoente indicado por BRANDÃO e HIPÓLITO, 1997 (curva destacada na figura).

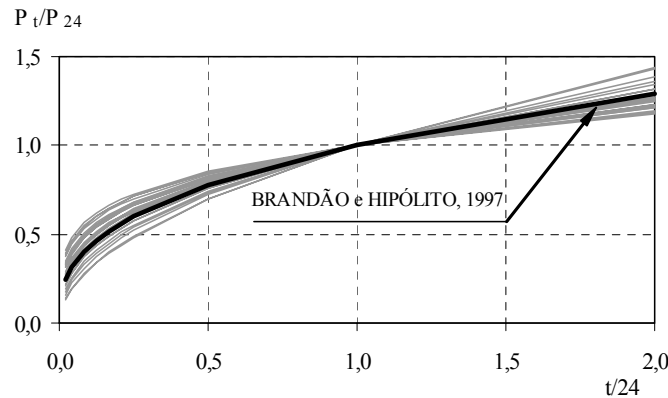


Figura 10 – Representação das eqs. (12) e (14) tendo por base os valores do expoente β indicados no **Quadro 4**.

O posicionamento relativo das curvas representadas na anterior figura evidencia que, de facto, a eq. (12) aparenta traduzir a variação média aproximada (em Portugal) entre as grandezas P/P_{24} e t/t_{24} , circunstância que se julga de interesse assinalar.

Na aplicação do **procedimento 2** para estimar a precipitação intensa com a duração t e com o período de retorno de T anos, $P_{BH_t}^T$, conhecida a precipitação diária máxima anual na bacia hidrográfica com o mesmo período de retorno, $P_{BH_{24}}^T$, basta identificar o posto udográfico, de entre os do **Quadro 3**, em cuja área de influência a bacia hidrográfica se localiza. A eq. (14) com os parâmetros correspondentes àquele posto é então resolvida em ordem a P_t , introduzindo, para o efeito, $P_{24} = P_{BH_{24}}^T$ e a duração de t (h). A precipitação intensa pretendida é dada por $P_{BH_t}^T = P_t$.

3.4. Procedimento 3

À semelhança do **procedimento 2**, o **procedimento 3** considera que, numa dada bacia hidrográfica, o quociente entre as precipitações com um mesmo período de retorno T e as duração de t e de 24 h, $P_{BH\ t}^T / P_{BH\ 24}^T$, é igual ao quociente entre as precipitações com aquelas durações no posto, de entre os postos do **Quadro 3** ou da **Figura 8**, em cuja área de influência se insere a bacia, P_t / P_{24} . Contudo, enquanto que, para o **procedimento 2**, o quociente é calculado pela eq. (14) fazendo intervir o parâmetro β correspondente ao posto em cuja área de influência a bacia se situa e a duração da precipitação t , no **procedimento 3** propõe-se que esse quociente seja avaliado por aplicação directa das curvas IDF que, nesse posto, correspondem às durações de t e de 24 h e ao período de retorno T . Deste modo, o **procedimento 3** apesar de eventualmente mais correcto do ponto de vista formal, tem aplicação automaticamente restringida aos períodos de retorno considerados por BRANDÃO *et al.*, 2001 (embora a duração t possa ser qualquer).

Uma vez que os parâmetros a_i' e n_i' das curvas IDF apresentados por IDF de BRANDÃO *et al.*, 2001, consideram a duração t definida em minuto e a intensidade em milímetro por hora, para o caso de a precipitação ser expressa em milímetro e a duração em hora, a eq. (2) conduz à seguinte definição do quociente P_t / P_{24} por que deve ser multiplicada a precipitação $P_{BH\ 24}^T$ para se obter a precipitação pretendida, $P_{BH\ t}^T$:

$$\frac{P_t}{P_{24}} = \frac{a_i' (60 t)^{n_i'} t}{a_3' (60 \times 24)^{n_3'} 24} = \frac{a_i' 60^{n_i'} t^{(1+n_i')}}{a_3' 60^{n_3'} 24^{(1+n_3')}} \quad (15)$$

em que, para o posto udográfico interveniente na análise e de acordo com os intervalos de duração da precipitação considerados por BRANDÃO *et al.*, 2001, a_3' e n_3' representam o coeficiente e o expoente da curva IDF relativa ao terceiro intervalo de duração em que se insere a duração de 24 h ($6\text{ h} \leq t \leq 48\text{ h}$) e a_i' e n_i' são os valores equivalentes para o intervalo de duração de ordem i ($i=1, 2$ ou 3) que compreende a duração t .

A precipitação intensa pretendida, $P_{BH\ t}^T$, é igual à precipitação P_t fornecida pela eq. (15) quando aplicada, com parâmetros adequados, à duração t e à precipitação $P_{24} = P_{BH\ 24}^T$.

3.5. Observação final

Admite-se que, não obstante os procedimentos expostos serem conceptualmente equivalentes e conduzirem a resultados necessariamente próximos, o **procedimento 1** possa resultar menos expedito uma vez que pode requerer a obtenção de superfícies do tipo das representadas na **Figura 7** para a duração da precipitação intensa interveniente na análise de cheias.

O anterior procedimento recorre necessariamente a uma ponderação/integração espacial que, nos **procedimentos 2 e 3**, será também necessária se a bacia hidrográfica se inserir em mais do que uma das áreas de influência esquematizadas na **Figura 8**, o que não constitui obstáculo à sua aplicação. Dos dois últimos procedimentos, recomenda-se a utilização do **procedimento 3** sempre que período de retorno a considerar na análise de cheias coincida com um dos indicados por BRANDÃO *et al.*, 2001.

Por fim, refere-se que os procedimentos propostos são facilmente adaptáveis uma vez que se disponha de curvas IDF em mais postos udográficos o que se julga constituir mais uma sua vantagem. Contudo, reconhece-se que carecem ainda de alguma investigação adicional de modo a averiguar as consequências da consideração indiferenciada em P_{24} de precipitações diárias máximas anuais,

relativas a um intervalo de 24 h com início fixo, e de precipitações máximas em 24 h, em que o início do intervalo de 24 h pode ser qualquer.

4. Resumo e conclusões

A estimação de precipitações máximas anuais com duração inferior ao dia, não obstante ser uma ferramenta fundamental da análise de cheias, depara-se, de modo geral, com escassez de registos. Tal circunstância conduziu diversos autores a proporem procedimentos ou fórmulas (fazendo ou não intervir o período de retorno) destinados à estimação das precipitações intensas a considerar na análise de cheias numa dada bacia hidrográfica.

No presente artigo, destacam-se algumas das características da precipitação intensa em Portugal Continental. Conclui-se, assim, que a variação no espaço do quociente entre duas precipitações intensas com durações pré-fixadas é bastante gradual, o que aponta no sentido da possibilidade de adoptar valores de tal quociente por regiões. Verifica-se, ainda, que, desde que se fixe uma daquelas durações, o quociente em menção é, por outro lado, praticamente independente do período de retorno.

Com base nas anteriores conclusões, propõem-se procedimentos destinados à estimação de precipitações intensas com qualquer duração e período de retorno em pequenas e médias bacias hidrográficas do Continente fazendo intervir, naquela estimação, a precipitação diária máxima anual. Visto a rede udométrica nacional fornecer registos de precipitações diárias máximas anuais em abundância – no que respeita, tanto ao número de pontos de medição, como à dimensão das séries de registos – torna-se, assim, possível incorporar as especificidades locais da precipitação nas estimativas a obter de precipitações intensas.

Esta circunstância, associada à utilização de resultados apresentados em BARNDÃO *et al.*, 2001, julga-se resultar em estimativas de precipitações intensas com rigor consideravelmente reforçado.

Agradecimentos

Agradece-se à Dr.^a Fernanda Maria Timóteo Gonçalves Néry, da Secção de Sistemas de Apoio ao Projecto do Departamento de Engenharia Civil do Instituto Superior Técnico, a colaboração prestada, designadamente o tratamento em SIG da informação subjacente às **Figuras 7 e 8**, bem como a obtenção dessas figuras.

BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, V, 1953, *Curvas de frequência de quedas pluviais de grande intensidade em Lisboa*. Anais do Instituto Superior de Agronomia, Lisboa (*).
- BELL, F. C., 1969, “Generalised rainfall-duration-frequency relationships”. *Proc. ASCE*, 95, HY1, 311-327 (*).
- BRANDÃO, C. E HIPÓLITO, J. N., 1997, “Análise da precipitação para o estudo de cheias em Portugal”. *3º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa (3º SILUSBA)*, Maputo, Moçambique.
- BRANDÃO, C. e RODRIGUES, R, 1998, *Precipitações intensas em Portugal Continental para períodos de retorno até 1000 anos*. DSRH-INAG, Instituto da Água. Lisboa, Portugal.
- BRANDÃO, C.; RODRIGUES, R.; COSTA, J. P., 2001, *Análise de fenómenos extremos. Precipitações intensas em Portugal Continental*. DSRH-INAG, Instituto da Água. Lisboa, Portugal.
- GODINHO, S. F., 1984, *Valores máximos anuais da quantidade da precipitação. Estimativa dos valores relativos a durações inferiores a 24 horas*. Nota Técnica de Meteorologia e

- Geofísica. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Divisão de Hidrometeorologia. MOPTC.
- GODINHO, S. F., 1989, *Valores máximos anuais da quantidade da precipitação. Estimativa dos valores relativos a durações inferiores a 24 horas (II)*. Nota Técnica de Meteorologia e Geofísica. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Divisão de Hidrometeorologia. MOPTC.
- GODINHO, S. F., 1991, *Valores máximos anuais da quantidade da precipitação. Estimativa dos valores relativos a durações inferiores a 24 horas Aditamento*. Nota Técnica de Meteorologia e Geofísica. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Divisão de Hidrometeorologia. MOPTC.
- LENCASTRE, A. e FRANCO, F. M. , 1984, *Lições de hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa.
- LNEC, 1976, Laboratório Nacional e Engenharia Civil, *Drenagem de estradas, caminhos de ferro e aeródromos. Estudo hidrológico, Determinação de caudais de ponta de cheia em pequenas bacias hidrográficas. Relatório. Estudo realizado para o plano de estradas, caminhos de ferro e aeródromos*. Serviço de Hidráulica. Divisão de Hidráulica Fluvial. Proc. 62/12/5309, Lisboa.
- MATOS, M. R. e SILVA, M. H., 1986, “Estudos de precipitação com aplicação no projecto de sistemas de drenagem pluvial. Curvas intensidade-duração-frequência da precipitação em Portugal”. *Encontro Nacional de Saneamento Básico/86*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- MELLO, F. M. 1980, “Intensidade máxima-duração-frequência para a precipitação no posto meteorológico de Évora”. *Revista Recursos Hídricos, APRH, Vol. 1, nº1, pp. 5-13*, Lisboa.
- PEREIRA , C. B., 1995, *Análise de precipitações intensas*. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos. Universidade Técnica de Lisboa, IST, Lisboa.
- SHAW, E. M., 1984, *Hydrology in practice*. Van Nostrand Reinhold (UK). Co. Ltd., England.
- TAVEIRA, A. S., 1959, “O regime de chuvas do Porto”. *Revista Engenharia, nº 26 (*)*.

(*) Referência não consultada directamente.