

III COLOQUIO IBÉRICO DE GEOGRAFÍA

BARCELONA, 27 SEPTIEMBRE – 2 OCTUBRE, 1983

ACTA, PONENCIAS Y COMUNICACIONES

SECCIÓ DE GEOGRAFIA
FACULTAT DE GEOGRAFIA I HISTÒRIA
UNIVERSITAT DE BARCELONA

BARCELONA, 1984

Impreso en España.

ISBN 84-600-3668-5

Depósito Legal B-29160-1984

Editado por Secció de Geografia. Facultat de Geografia i Història.
Universitat de Barcelona. Zona Universitaria. Barcelona-28.

Responsable de la edició: Carles Carreras i Verdaguer

Nota: La mala calidad de algunas figuras se debe a los defectuosos originales recibidos.

© Secció de Geografia de la Facultat de Geografia i Història de la
Universitat de Barcelona. Zona Universitaria. Barcelona-28.

Impreso por Imprenta Juvenil, S.A., Maracaibo, 11. Barcelona-30-1984

BACIA DO RIO LEÇA: MORFOMETRIA E MODELOS GEOMORFOHIDROLOGICOS

ANTÓNIO DE SOUZA SOBRINHO, CARMEN DO CÉU FERREIRA,
EDITE MARINA VELHAS
Universidade do Porto

1. Um dos problemas mais interessantes que podem ocorrer numa planície aluvial é o que diz respeito à estimação das áreas afectadas por inundações com um determinado período de retorno, duração do tempo de submersão e contabilização dos danos causados pela ocorrência do fenómeno acima mencionado.

O caso da bacia do rio Leça apresenta-se distinto do que é desejável que ocorra em virtude daquela não possuir sequer uma estação hidrométrica em qualquer um dos seus cursos de água. Trata-se portanto de um caso específico de uma pequena bacia hidrográfica ($A = 178,5 \text{ Km}^2$) sem informação.

Contudo, colocados perante um problema que afecta ou pode vir a afectar uma comunidade, haverá que recorrer a todas as alternativas técnicas a fim de o poder caracterizar tão seguramente quanto possível.

Assim, quando confrontados com a questão: qual será a área da planície aluvial do rio Leça e afluentes afectada por uma inundação com um período de retorno T , que metodologia deveremos utilizar, sabendo que não possuímos qualquer informação hidrométrica a não ser uma marca de cheia em determinada secção daquele rio?

O objectivo desta comunicação é o de apresentar as várias etapas seguidas no estudo do impacto das inundações ao longo do vale do rio Leça e afluentes.

2. A metodologia compreende no essencial os seguintes passos:

- a) Hierarquização da rede hidrográfica e selecção de sub-bacias.
- b) Morfometria das sub-bacias.
- c) Estabelecimento de linhas de possibilidade udométrica.
- d) Cálculo do caudal de cheia pelo método de Giandotti. Comparação com relações regionais consagradas.
- e) Estudo dos parâmetros hidráulicos da secção de referência.
- f) Comparação dos caudais de cheia calculados e observados.
- g) Aplicação do modelo às sub-bacias não seleccionadas.
- h) Definição da geometria do curso de água principal e afluentes.
- i) Cálculo do regoldo.
- j) Cartografia e inventariação de danos.

a) Hierarquização da rede hidrográfica e selecção de sub-bacias.

O objectivo da hierarquização da rede hidrográfica é justamente o de poder sectionar o curso de água principal por troços aonde irão confluir afluentes mais ou menos importantes, de acordo com o seu número de ordem. A análise das dimensões de cada sub-bacia de um dado curso de água, identificado por um número de ordem mais ou menos elevado,

bem com a topografia do seu vale influirá na sua selecção para o presente estudo. Cabe referir que o critério de selecção abrange independente ou simultaneamente a capacidade do afluente do curso de água principal debitar neste último, volume apreciável do caudal gerado na sua bacia e de possuir uma planície de inundação com dimensões apreciáveis.

b) Morfometria das Sub-bacias

Seleccionaram-se 16 sub-bacias, posteriormente mediram-se e calcularam-se diversos parâmetros definidores da sua geometria. Foram medidas no presente estudo, a Área (A em Km²), o Perímetro (P em Km), o comprimento do maior curso de água (L em Km) e calculou-se a altitude média da bacia (Zm em m), o Coeficiente de compacidade (Kc) e o Factor de forma (Kf), estes últimos adimensionais.

Estes parâmetros foram utilizados posteriormente no cálculo do caudal de ponta de cheia das sub-bacias não seleccionadas através da aferição do modelo de correlação entre variáveis hidrológicas da bacia principal e das sub-bacias seleccionadas.

c) Estabelecimento de linhas de possibilidade udométrica

Pela leitura dos udogramas da estação meteorológica da Serra do Pilar, a única munida de udógrafo nas proximidades da bacia do rio Leça, estabeleceram-se linhas de possibilidade udométrica para os meses de Outubro a Abril, além do valor anual, para períodos de retorno T de 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Com esta informação poder-se-á simular a ocorrência das mais diversas situações dentro do intervalo temporal acima indicado.

d) Cálculo do caudal de cheia pelo método de Giandotti. Comparação com relações regionais consagradas.

O cálculo do caudal de cheia é efectuado no estudo da bacia do rio Leça, utilizando a expressão empírica de Giandotti cuja utilização em Portugal é aconselhada pelo "Regulamento das pequenas barragens."

$$Q_p = \frac{277 \cdot \psi \cdot \gamma \cdot p \cdot A}{\lambda \cdot T_c}$$

$$T_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{Z_m}}$$

em que: Q_p, caudal de ponta de cheia (m³/s); p, precipitação uniforme ponderada em metros, sobre a bacia hidrográfica em determinada secção com dada probabilidade e duração igual ou pouco superior ao tempo de concentração; A, área da bacia, na mesma secção em Km²; T_c, tempo de concentração em horas; ψ, coeficiente de escoamento; λ, coeficiente de duração da cheia; L, comprimento do curso de água desde a origem até à secção em causa, em Km; Z_m, altura média da bacia referida ao local ou secção, em metros.

Diversas grandezas com A, L e Z_m são calculadas para cada bacia e consideradas na avaliação do respectivo caudal de cheia. Outros parâmetros são obtidos por meio de tabelas, geralmente em função do valor da área da bacia. A precipitação (p) possui o mesmo período de retorno do Q_p que se pretende calcular.

A comparação com relações regionais consagradas, como é o caso das relações regionais de Quintela ou da D.G.R.A.H. do tipo Q_p = c Aⁿ, serve para "verificação" dos cálculos efectuados.

e) Estudo dos parâmetros hidráulicos da secção de referência

Como ficou dito, acontece normalmente existirem marcas dos níveis excepcionais de cheia, atingidos em várias secções do curso de água. Quando de facto isso acontece, levam-

ta-se o perfil dessa secção para posteriormente se calcularem diversos parâmetros hidráulicos, os quais, entre outras informações, nos poderão fornecer uma ideia da grandeza do volume máximo de água escoado, sob a influência de determinado tipo de regime.

O regime de escoamento considerado neste estudo é o uniforme, o qual se pode materializar através da expressão de Manning-Strickler

$$Q_{unif} = i^{1/2} K_s S R^{2/3}$$

em que: Q_{unif} , caudal uniforme; i , inclinação da superfície livre da água; K_s , coeficiente de rugosidade (dado por meio de tabela); S , superfície molhada; R , raio hidráulico.

Conhecidos os parâmetros hidráulicos (S e R) da secção, fácil se torna estabelecer uma relação $H = f(SR)$ a partir da qual conhecidos os H se possa calcular o Q , através da fórmula de Manning-Strickler, arbitrando valores de i e de K_s que o nosso bom senso e experiência nos ditar.

f) Comparação dos caudais de cheia calculados e observados

A determinação do valor do caudal de cheia observado através da expressão de Manning-Strickler não permite, contudo, conhecer o correspondente período de retorno.

Assim, através da comparação dos caudais de cheia observados com os caudais de cheia calculados através da expressão de Giandotti torna-se possível através duma relação $Q_p = f(T)$, determinar os períodos de retorno dos primeiros daqueles caudais.

g) Aplicação do modelo às sub-bacias não seleccionadas

Através do melhor ajustamento obtido entre as variáveis Q_p e um dos índices de forma (K_c ou K_f), estabelece-se uma nova relação $Q_p = f(K_c \text{ ou } K_f)$. Assim, conhecendo o valor de um índice de forma pode obter-se o valor aproximado de Q_p .

h) Definição da geometria do curso de água principal e afluentes

Executaram-se vários perfis transversais, os quais devem manter um certo afastamento entre si de acordo com a precisão de cálculo a obter. A cartografia indicada para um estudo deste tipo deverá ser a 1:2000 com equidistância de 0,5 ou 1 metro.

Um dos problemas na definição dos perfis reside na determinação da cota de fundo. Normalmente os mapas, mesmo à escala 1:2000 não trazem essa informação. Assim, procura-se tanto quanto possível, recorrer a perfis existentes, extraídos de projectos que envolvam o atravessamento do curso de água ou de áreas portuárias (estuários), de forma a poder estabelecer-se uma relação entre a largura superficial e a profundidade do curso de água $H = f(l)$, em que H é a profundidade e l a largura superficial.

Através do perfil longitudinal, mesmo que tenha sido obtido a partir de um mapa 1:25000, por exemplo, é possível calcular-se a inclinação do fundo do leito e assim, determinar as demais cotas de fundo dos vários perfis transversais.

i) Cálculo do regolfo

O cálculo do regolfo é efectuado em computador utilizando um programa originalmente desenvolvido no LNEC, Divisão de Hidráulica Fluvial e baseia-se no método das diferenças finitas.

Para o utilizar, basta introduzir os elementos definidores da geometria de cada perfil, bem com dos respectivos K_s dos leitos menor, maior esquerdo e maior direito, e ainda, das cotas de fundo e de pontos-chave de cada perfil (com sejam os pontos de transição do leito maior para o leito menor, por exemplo), sob a forma de matriz.

Vários cálculos de regolfo podem ser obtidos, fazendo variar os valores da cota e do caudal a jusante, os quais constituem as variáveis dependentes para cada troço considerado.

O cálculo do regolfo apresenta-se dividido por troços, a fim de facilitar a sua execu-

ção de forma a evitar a influência que um grande afluente poderia provocar nessa secção do curso de água.

j) Cartografia e inventariação de danos

Obtidos os resultados do cálculo, fácil se torna materializar num mapa as áreas afectadas por uma inundaçãõ com um dado período de retorno T. Basta localizar a cota atingida pela água nas linhas de referência dos vários perfis transversais e unir por meio de uma linha os vários pontos quer duma quer doutra margem.

A contabilização dos danos exige que se conheça a ocupação do solo afectado pela inundaçãõ, bem como do tempo de submersão. Relativamente a este último aspecto o inquérito local poderá resolver em certa medida esta incógnita.

3. A apresentação desta metodologia por nós utilizada permite-nos, em certa medida, medir as consequências de possíveis ocorrências de catástrofes naturais com sejam as inundações. Uma cartografia das áreas vulneráveis a inundações para um determinado período de retorno permitirá uma melhoria do grau de percepção dos riscos que correm as populações ribeirinhas. O objectivo global deste estudo é o de fornecer elementos de base para a implementação de uma política mais coerente e acertada do ordenamento do território em Portugal.