



RISCOS

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE RISCOS, PREVENÇÃO E SEGURANÇA

**MULTIDIMENSÃO
E
TERRITÓRIOS DE RISCO**

**III Congresso Internacional
I Simpósio Ibero-Americano
VIII Encontro Nacional de Riscos**

**Guimarães
2014**

CARACTERIZAÇÃO E MEDIDAS MITIGADORAS DAS INUNDAÇÕES EM VILAMOURA, ALGARVE

Rui Lança

Instituto Superior de Engenharia / Universidade do Algarve
rlanca@ualg.pt

Vera Rocheta

Instituto Superior de Engenharia / Universidade do Algarve
vrocheta@ualg.pt

Fernando Martins

Instituto Superior de Engenharia / Universidade do Algarve
fmmartin@ualg.pt

Helena Fernandez

Instituto Superior de Engenharia / Universidade do Algarve
hfernand@ualg.pt

Celestina Pedras

Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade do Algarve
cpedras@ualg.pt

RESUMO

Este artigo visa analisar as inundações da Ribeira do Vale Tesnado, zona poente de Vilamoura (Algarve), e as soluções integradas que geram a diminuição da probabilidade e da magnitude das mesmas.

Para tal, esta análise foi dividida em quatro etapas: i) estudo hidrológico da bacia hidrográfica a montante, com vista à determinação de caudais de cheia; ii) estudo hidrodinâmico, no qual se efetua a modelação numérica do escoamento na zona com risco potencial significativo, considerando o efeito das diversas estruturas hidráulicas existentes; iii) identificação dos níveis atingidos pela inundação associada a períodos de retorno de 10 e 100 anos e mapeamento das áreas inundáveis; iv) análise de resultados e identificação de soluções integradas com vista à minimização da frequência e da magnitude das inundações. A aferição do modelo foi realizada através da comparação dos níveis de cheia observados a 8 de novembro de 2012 (com base em testemunhos locais, marcas de cheia, fotografias e vídeos) com os obtidos da modelação numérica.

Palavras-chave: Cheias, modelação hidrológica, modelação hidrodinâmica.

Introdução

As inundações são um problema recorrente em muitas áreas urbanas. Desde há muito tempo, que a pressão antrópica conduz a que as populações se fixem junto a cursos de água construindo habitações nos leitos de cheia das mesmas. Nas últimas décadas, viveu-se um período de expansão/pressão urbanística em que, apesar de todo o conhecimento adquirido, se continuou a construir em leito de cheia (Debo *et al.* 1995).

A elaboração dos estudos de mapeamento e minimização das áreas inundáveis dividem-se essencialmente em quatro fases: i) estudo hidrológico ii) estudo hidrodinâmico; iii) identificação dos níveis atingidos pela inundação e mapeamento das áreas inundáveis; iv) análise de resultados e identificação de soluções integradas com vista à minimização da frequência e magnitude das inundações.

Cheias anteriores

A 8 de novembro de 2012 ocorreu um fenómeno de precipitação intensa em Vilamoura. A Figura 1 apresenta os dados registados em duas estações meteorológicas: estação VITÓRIA, localizada nos campos de golfe oceânico; e estação IFAROVILE2 da rede *weather underground*. O pico

máximo registado foi de 33 mm/hora na estação VITÓRIA. Nesta figura observa-se ainda as curvas de intensidade duração frequência (IDF) do Decreto Regulamentar 23/95, para os períodos de retorno de 100, 50 e 10 anos, considerando uma chuva com intensidade constante e duração de 4 horas (duração aproximada do período de tempo em que se observaram valores elevados de precipitação). O valor máximo instantâneo de 33 mm/hora é assim superior ao valor obtido pela curva IDF para o período de retorno de 100 anos, mas quando se observa a precipitação total em 4 horas (duração aproximada do evento), os valores registados são próximos dos obtidos pela curva IDF para o período de retorno de 50 anos.

O evento meteorológico causou inundações severas em todo o vale da Ribeira do Vale Tesnado, dando origem a danos em moradias, infraestruturas e campos de golfe. A Figura 2a mostra a inundação no parque de máquinas do Grupo Oceânico e a Figura 2b no viaduto da Avenida Vilamoura XXI.

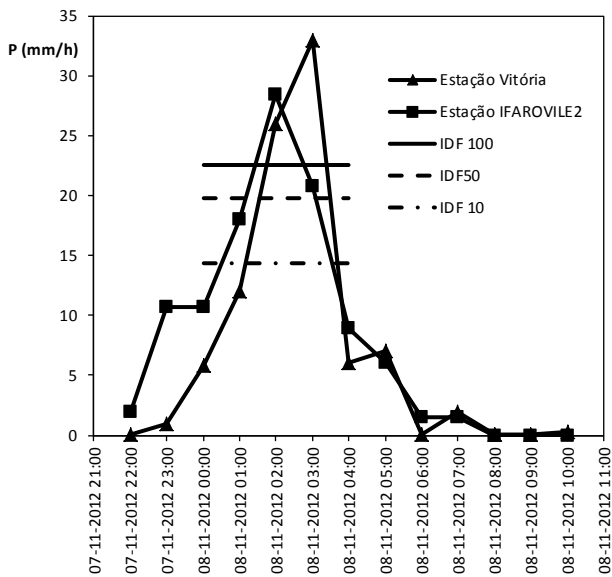


Figura 1 - Precipitação horária observada na estação VITÓRIA e estação IFAROVILE2 em Vilamoura



Limite do estudo

Área inundável, T_r10

Área inundável, T_r100

Figura 2 - Efeito da cheia ocorrida a 8 de novembro de 2012 na zona urbana de Vilamoura: a) parque de máquinas do Grupo Oceânico; b) viaduto da Avenida Vilamoura XXI

Estudo hidrológico

A Ribeira do Vale Tesnado a montante da Aldeia do Golfe apresenta uma bacia hidrográfica com 35.0 km². A linha de água principal tem 9.85 km de comprimento e apresenta uma declividade equivalente constante de 1.84%.

Os solos são predominantemente: mediterrânicos vermelhos ou amarelos de materiais calcários normais, de calcários compactos ou dolomia; afloramentos rochosos de calcário; calcários vermelhos dos climas de regime xérico normais (Kopp *et al.* 1989). Nesta área de estudo, o uso do solo compreende um misto de pomares; vegetação arbustiva alta e floresta degradada ou de transição; culturas anuais.

De acordo com as características da bacia hidrográfica obteve-se: curva número, $CN = 86$; tempo de concentração, $T_c = 1,80$ horas, com base no método de Kirpich (Lencastre 1992). Os caudais de ponta de cheia para períodos de retorno foram determinados pelo método do hidrograma unitário triangular (HUT), ver Chow *et al.* (1988). Na análise foram consideradas as curvas de intensidade duração frequência (IDF) do DR 23/95. Para $T_r = [2; 5; 10; 50; 100 \text{ anos}]$, obteve-se $Q = [22; 46; 66; 116; 142 \text{ m}^3\text{s}^{-1}]$.

Estudo hidrodinâmico

Para simular o escoamento superficial em regime permanente na linha de água e margens inundáveis utilizou-se o programa *Hydraulic Engineering Center - River Analysis System* (HEC-RAS) desenvolvido pelo *United States Army Corps of Engineers* (Brunner, G. 2002). O domínio espacial do estudo hidrodinâmico corresponde a 2250 m da linha de água principal e 940 m de um afluente secundário. Existem diversas estruturas, como passagens hidráulicas e pontes que devido às suas dimensões causam obstrução do escoamento e sobrelevação do nível da inundação a montante.

Análise de resultados

As áreas inundáveis para $T_r = [10, 100 \text{ anos}]$ são apresentadas na Figura 3.

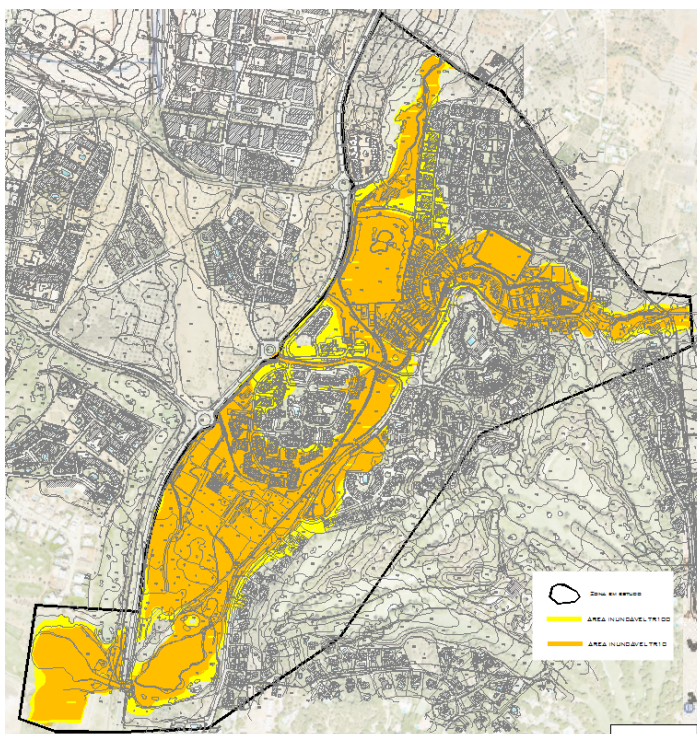


Figura 3 - Áreas inundáveis para $T_r = [10, 100 \text{ anos}]$ para a situação atual

A secção transversal do leito menor da Ribeira de Vale Tesnado é insuficiente para encaixar os caudais associados a $T_r = 100$ e de 10 anos, observando-se que as moradias e equipamentos ficam vulneráveis nas zonas z1, z2 e z3 (ver Figura 3). Esta situação é devida à insuficiente capacidade de vazão e galgamento das passagens hidráulicas (PH's) localizadas em B e C e à reduzida dimensão e falta de limpeza do troço de leito compreendido entre A e B. Como consequência do fraco declive, $i = 0.5\%$, o leito para encaixar os caudais Q_{100} e Q_{10} requer uma largura, $L_{100} = 50 \text{ m}$ e $L_{50} = 20 \text{ m}$.

Num ordenamento fluvial adequado deverá existir um leito menor para caudais frequentes ($T_r = 2$ a 5 anos) e um leito de cheia em que a subida esporádica do nível da água não coloque em risco pessoas e bens (Debo *et al.*, 1995). Devido aos constrangimentos existentes, as medidas de minimização da ocorrência das inundações passam assim, por substituir as PH's existentes entre os pontos A e D por passagens com perfil transversal que minimizem a obstrução ao escoamento (um único vão; encontros embutidos na margem; guarda corpos em tubo metálico com aberturas de grande dimensão) e promover a limpeza e retificação do troço entre os pontos A e B. As áreas inundáveis após as alterações propostas são apresentadas na Figura 4.

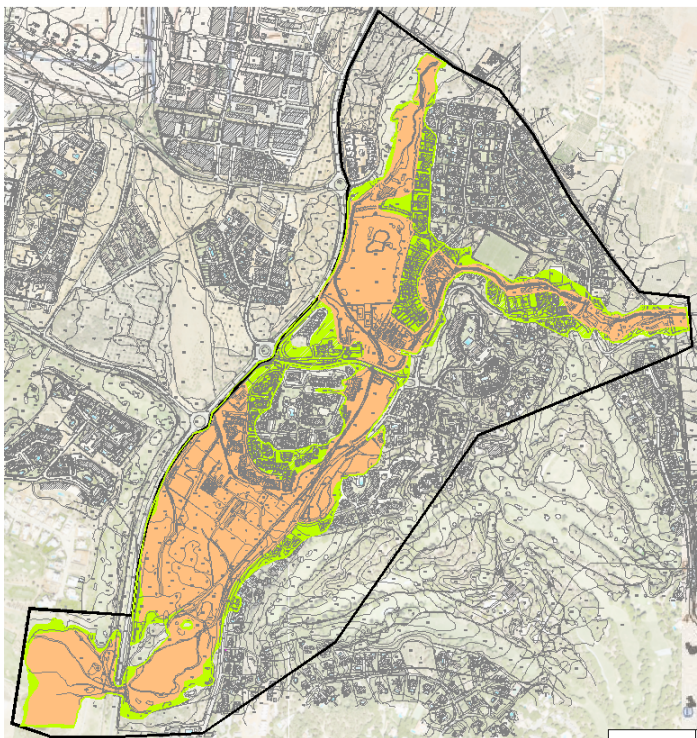


Figura 4 - Áreas inundáveis para $Tr = [10, 100 \text{ anos}]$ para a situação após intervenção

Da análise após implementação das medidas propostas, verifica-se uma redução significativa da área inundável e consequente diminuição do número de edificações vulneráveis a inundações frequentes ($Tr \leq 10 \text{ anos}$).

Conclusões

Este estudo apresenta uma metodologia para o mapeamento das áreas inundáveis e o conjunto de medidas mitigadoras que atendendo à disponibilidade de espaço, enquadramento paisagístico, biofísico e orçamento disponível, se consideram viáveis para a minimização das áreas inundáveis. Com base no caso de estudo da Ribeira do Vale Tesnado, Vilamoura (Algarve), as principais conclusões são:

- i) A dimensão do leito menor e consequente capacidade de vazão das secções transversais, passagens hidráulicas e pontes é francamente insuficiente face aos caudais produzidos pela bacia hidrográfica a montante.
- ii) Os leitos de cheia devem ter usos em que a subida do nível da água não provoque prejuízos significativos nem coloque em risco vidas humanas.
- iii) As soluções propostas permitirão melhorar o desempenho hidrodinâmico da linha de água através da substituição das passagens hidráulicas por pontes com desenho que não cause obstrução significativa ao escoamento e a limpeza e uniformização da secção transversal mínima do leito menor.

Bibliografia

- Brunner, G. (2010) - *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*. Davis, US Army Corps of Engineers, 411 p.
- Chow, V.; Mays, L. e Maidment, D. (1988) - *Applied Hydrology*. New York, McGraw-Hill, 572 p.
- Debo, T. e Reese, A. (2003) - *Municipal Storm Water Management*. Boca Raton, CRC Press, 1142 p.
- Koop, E.; Sobral, M.; Soares, T. e Woerner, M. (1989) - *Os Solos do Algarve e Suas Características*, Faro, Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação - DGHEA. Direcção Regional de Agricultura do Algarve, DRAA. Sociedade Alemã de Cooperação Técnica, 179 p.
- Lencastre, A. e Franco, F. M. (1992) - *Lições de Hidrologia*, Lisboa, Universidade Nova de Lisboa, 453 p.