



RISCOS



AVALIAÇÃO DE RESERVAS DE ÁGUA SUPERFICIAL E DE RISCO DE INUNDAÇÃO NA GUARDA, PORTUGAL*

SURFACE WATER RESERVES AND FLOOD RISK IN GUARDA, PORTUGAL

103

Helena Maria Simão

Instituto Politécnico da Guarda (Portugal)
Escola Superior de Tecnologia e Gestão, UTC de Engenharia e Tecnologia
ORCID 0000-0001-7817-472X hsimao@ipg.pt

Alfeu Sá Marques

Universidade de Coimbra, INESC Coimbra (Portugal)
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil
ORCID 0000-0001-6859-6662 jasm@dec.uc.pt

Nuno Eduardo Simões

Universidade de Coimbra, INESC Coimbra (Portugal)
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil
ORCID 0000-0002-4500-7981 nunocs@dec.uc.pt

José Paulo de Almeida

Universidade de Coimbra, INESC Coimbra (Portugal)
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Matemática
ORCID 0000-0002-2532-2466 uc25666@uc.pt

RESUMO

A vida sem água é impossível. Assim, a necessidade de origens de água adequadas, sistemas de abastecimento de água, controlo de cheias e reservas de água sempre levou à necessidade de desenvolver o planeamento dos recursos hídricos. As alterações climáticas, hoje um facto cientificamente demonstrado, implicarão agravamento de situações extremas e de eventos de seca e precipitação intensa, evidenciam a urgência de fortalecer a relação entre o planeamento urbano e a gestão de recursos hídricos, apostando em cidades mais sustentáveis e mais resilientes com mudanças na política de ocupação do solo, privilegiando soluções técnicas diferenciadas, preservando áreas de inundação ainda existentes, complementadas com intervenções para retenção na origem. No âmbito do planeamento urbano e dos recursos hídricos, neste artigo, identificam-se e avaliam-se possíveis reservas de água de superfície do concelho da Guarda e são avaliadas as áreas inundadas pelo Rio Diz, dentro da cidade da Guarda.

Palavras-chave: Planeamento de recursos hídricos, planeamento urbano, gestão do uso.

ABSTRACT

Life without water is impossible. Thus, the need for adequate water sources, water supply systems, flood control, and water reserves has always meant that water resources planning is essential. Climate change, which is now scientifically proven to worsen extreme situations and events of drought and heavy precipitation, serves to highlight the urgency of strengthening the relationship between urban planning and water resource management. Investment in more sustainable and more resilient cities is crucial, with changes in land use policy that favour innovative technical solutions to preserve areas of flooding that still exist, complemented by interventions for retention at source. In the context of urban planning and water resources, this article identifies and evaluates possible surface water reserves in the municipality of Guarda and the areas flooded by the River Diz, within the city of Guarda.

Keywords: Water resources planning, master plan, water security.

* O texto desta nota corresponde a uma comunicação apresentada no IV Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, tendo sido submetido em 05-02-2023 sujeito, a revisão por pares a 18-02-2023 e aceite para publicação em 10-05-2023.

Esta nota é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 31 (I), 2024, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

A água é uma condição para a vida e um bem essencial para a humanidade. A sua posse, gestão e acesso condicionaram todo o desenvolvimento da humanidade e a história das civilizações em todos os continentes. O seu controlo, em condições de cheias e de secas, remonta às primeiras civilizações e a evolução destas dependeu, pelo menos em parte, da sua capacidade e da sua habilidade na gestão das disponibilidades de água, tendo condicionado o aparecimento e o desaparecimento de impérios, de conflitos políticos e militares, originando crises que, por vezes, ainda perduram até aos dias de hoje (Boccaletti 2022).

Hoje, as alterações climáticas, são identificadas como responsáveis pelo aumento dos períodos de seca, originando diminuição no escoamento médio dos cursos de água, o que pode levar a graves situações/condições de escassez (Garcia-Ruiz *et al.*, 2011, Rocha *et al.*, 2020, IPCC, 2022). Estas condições evidenciam a urgência de fortalecer a relação entre o planeamento urbano e a gestão de recursos hídricos apostando em cidades mais sustentáveis e mais resilientes.

As alterações climáticas estão a atingir uma proporção que tem implicações no crescimento económico à escala global e também à escala de cada um dos países. Em Portugal, a partir dos finais da década de 1960, regista-se um decréscimo bastante acentuado da precipitação nos meses de janeiro, fevereiro e março, e isto tem consequências sobre vários setores socioeconómicos, em particular na agricultura e nos setores em que a água é um bem essencial (Santos, F.D., 2021).

Torna-se assim evidente a necessidade de mudar de política e estratégia de ocupação do solo, procurando soluções técnicas diferenciadas, privilegiando um novo paradigma de gestão da água em meio urbano que deverá basear-se, o mais possível, na conjugação de medidas estruturais e não-estruturais, na renaturalização dos cursos de água ainda passíveis de tais intervenções e na implementação de medidas que visem restabelecer o mais possível a retenção natural, conservando as áreas de inundação ainda existentes e complementar com intervenções de retenção na origem, nomeadamente com obras de retenção e detenção.

A ocupação urbana do solo, associada a um inadequado ordenamento do território e planeamento de sistemas de drenagem, induz, em geral, e à luz dos critérios tradicionais de projeto, um aumento de caudal devido a uma maior impermeabilização com o conseqüentemente aumento da frequência e da magnitude das inundações e das cheias (Berndtsson *et al.*, 2019, Yazdanfar e Sharma, 2015).

A taxa de impermeabilização verificada nas últimas décadas no município da Guarda, à semelhança do que aconteceu no País e no Mundo, tem sido excessiva,

ocasionando eventos de inundações com frequências e amplitudes cada vez mais elevadas, o que obrigará os poderes públicos a investimentos cada vez mais elevados em obras de drenagem que não resolverão definitivamente os problemas, mas apenas os irão mitigando e deslocando para outros locais situados a jusante.

O estudo que aqui se apresenta resultou da necessidade de, no âmbito da revisão do PDM, ter em conta a influencia das linhas de água na definição dos perímetros urbanos. Esta delimitação resulta em: i) avaliação das áreas inundáveis dentro da cidade da Guarda e ii) identificação de possíveis locais destinados à construção de estruturas hidráulica com vista à retenção e ao armazenamento de água.

Neste artigo, resumem-se os procedimentos e as técnicas utilizadas na identificação e avaliação de áreas inundadas e novas reservas de água de superfície, no âmbito do planeamento urbano e dos recursos hídricos, num exemplo prático no concelho da Guarda, em Portugal.

Caracterização das Bacias

Dado que numa primeira fase se pretendeu avaliar as disponibilidades hídricas associadas ao concelho da Guarda, foram delimitadas todas as bacias drenantes influentes para o perímetro urbano: Rio Diz, Ribeira das Cabras, Rio Noéme, Ribeira de Adão, Ribeira de Santo Amaro e Rio Massueime e foi efetuada a sua caracterização em termos geométricos, fisiográficos, de relevo, de drenagem e de ocupação do solo.

Para as mesmas linhas de água, foram analisados os registos dos caudais e das precipitações, quando disponíveis, em cada uma das bacias e foram quantificados os caudais máximos de cada uma delas e os correspondentes períodos de recorrência.

Com base em informação cartográfica, topo batimétrica e urbanística, foram construídos modelos hidrológico-hidráulicos que permitiram avaliar a influência dos valores extremos na definição dos perímetros urbanos.

Com base em modelos hidrológicos foram estimadas as disponibilidades hídricas de cada linha de água.

Elaborou-se um mapa com a localização do concelho da Guarda, no país (fig. 1) e um mapa com a localização das bacias em estudo no concelho da Guarda (fig. 2) onde se pode constatar que as linhas de água em análise, têm a sua origem bastante próxima umas das outras o que conduz a que, do ponto de vista geomorfológico, sejam muito semelhantes.

Exemplificando o que foi feito para as restantes bacias analisadas, apresenta-se um conjunto de imagens que permitem efetuar a caracterização física da bacia do Rio Diz, nomeadamente a delimitação da bacia hidrográfica e a respetiva ocupação (fig. 3) e a carta de declives

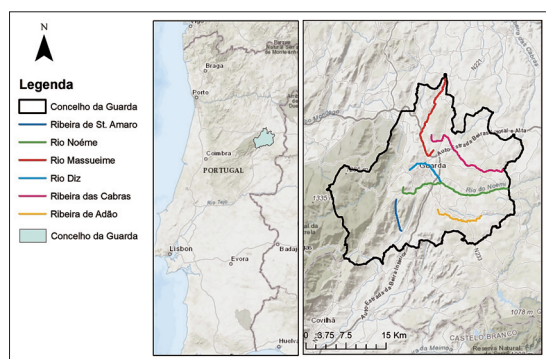


Fig. 1 - Localização do concelho da Guarda e das linhas de água em estudo.

Fig. 1 - Location of Guarda municipality and streams under study.

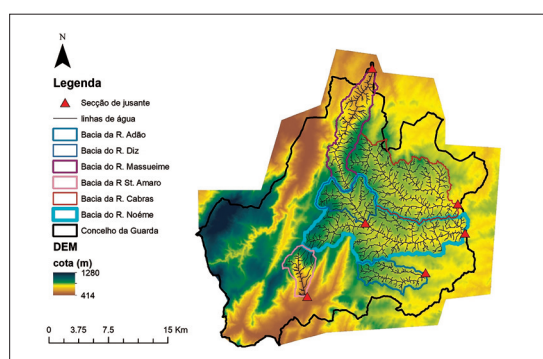


Fig. 2 - Altimetria do concelho da Guarda e localização das bacias em estudo.

Fig. 2 - Elevation map of Guarda municipality and location of the basins under study.

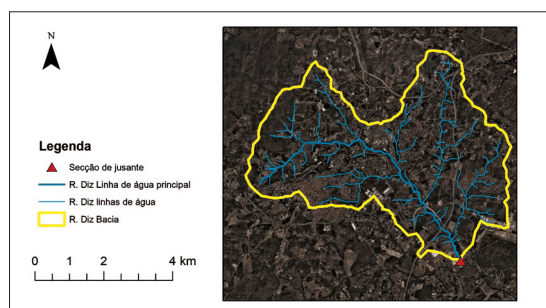


Fig. 3 - Mapa de ocupação e linhas de água da bacia do Rio Diz.

Fig. 3 - Land occupation map and basin streams.

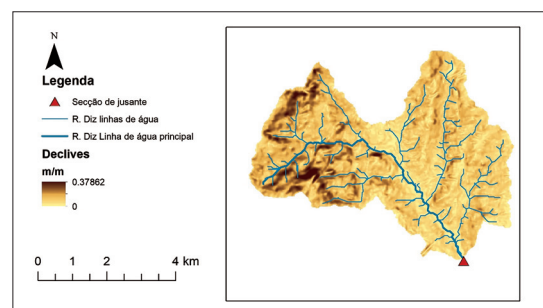


Fig. 4 - Carta de declives da bacia do Rio Diz.

Fig. 4 - Slopes Map of Diz basin.

(fig. 4). Apresentam-se as curvas hipsométricas (fig. 5) e a curva hidrodinâmicas (fig. 6) (com base nas áreas

drenadas). As características das diversas bacias estão resumidas na TABELA I.

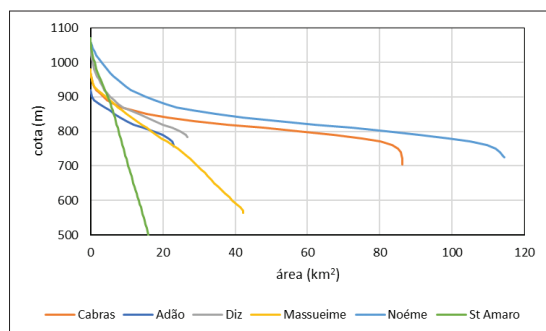


Fig. 5 - Curvas hipsométricas das bacias em estudo.

Fig. 5 - Hypsometric curves.

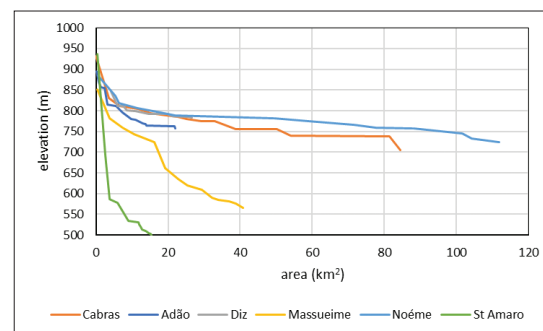


Fig. 6 - Curva hidrodinâmica das bacias em estudo.

Fig. 6 - Hydrodynamic curves.

TABELA I - Características das bacias hidrográficas em estudo.

TABLE I - Features of the hydrographic basins.

	Diz	Cabras	Noeme	Adão	Sto. Amaro	Massueime
Área (km ²)	26,7	86,2	114,3	22,9	15,9	42,2
Perímetro (km)	27,7	52,1	71,0	26,7	18,7	41,1
Altitude média da bacia (m)	860,9	819,4	836,5	828,6	783,6	763,3
Altitude (cota) máxima da bacia (m)	1055,4	972,5	1071,3	927,1	1070,3	985,8
Altitude (cota) máxima da linha de água principal (m)	930,0	935,4	1039,5	897,4	946,2	906,4
Altitude (cota) mínima da bacia (m)	783,7	703,8	725,0	756,9	500,0	563,5
Comprimento da linha de água principal (m)	8879,5	20620,1	25355,9	10853,9	6398,1	19408,9
Declive médio da linha de água principal (m)	1,70%	1,10%	1,20%	1,30%	7,00%	1,80%
Índice de compacidade	1,51	1,58	1,87	1,57	1,32	1,78
Fator de forma	0,34	0,20	0,18	0,19	0,39	0,11

A TABELA I evidencia que as bacias têm dimensões bastante diferentes, sendo as bacias menos alongadas as de Santo Amaro e do Rio Diz.

Avaliação do Escoamento

106

O estudo da precipitação numa dada bacia hidrográfica baseia-se no recurso a registos de precipitações nos diferentes postos udométricos que existam na bacia que será tanto mais rigoroso quanto mais postos existirem e quanto maior for o número de anos registados.

No presente estudo foi recolhida informação nas bases de dados de plataformas públicas nacionais, sendo que para as bacias consideradas apenas se obtiveram dados, em continuidade e comuns a todas as bacias, os disponibilizados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) através da plataforma do Serviço Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH), correspondentes a um período de 12 anos. Os valores referidos correspondem ao período situado entre 1984 e 1996.

Para o cálculo da precipitação média numa bacia hidrográfica, podem ser utilizados três métodos distintos: o método da média aritmética, o método de Thiessen e o método das isoietas, sendo que de entre estes, o método mais comumente utilizado é o de Thiessen (Hipólito e Vaz, 2011).

Face à inexistência de postos udométricos nas bacias hidrográficas em estudo, foi necessário recorrer a postos situados nas respectivas proximidades, localizados em bacias hidrográficas distintas. Para a obtenção da precipitação mensal ponderada na bacia em estudo utilizou-se o método de Thiessen, e calculado através da seguinte expressão geral:

$$P_{\text{mensal}}^{\text{bacia A}} = \sum_{i=1}^n \left(P_{\text{mensal}}^{\text{posto } i} \times \frac{A_{\text{posto } i}}{A_{\text{bacia A}}} \right)$$

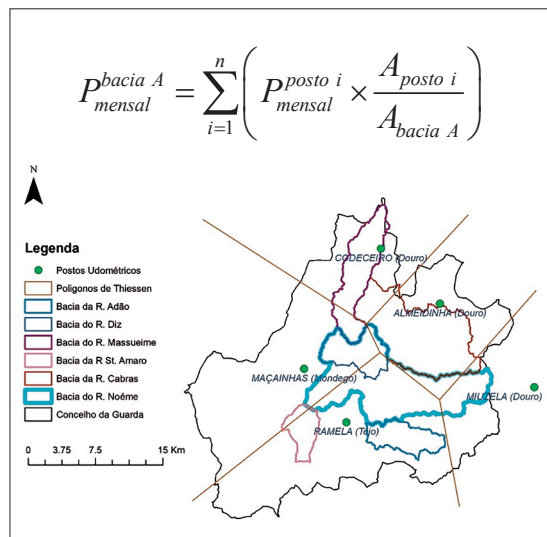


Fig. 7 - Aplicação do método de Thiessen.

Fig. 7 - Application of Thiessen's method.

A obtenção de caudais máximos instantâneos pode ser conseguida pelo estudo dos registos dos valores dos postos hidrométricos existentes na bacia ou recorrendo a fórmulas ou métodos de transformação da precipitação em escoamento.

O caudal máximo instantâneo para um determinado período de recorrência (T_r), sempre que se dispõem de dados hidrométricos, poderá ser obtido por aplicação de métodos estatísticos, leis de extremos, como por exemplo a lei de Gumbel (Chow *et al.*, 1988).

Quando esses valores não se encontram disponíveis, o recurso à utilização do método Racional é um procedimento corrente para a obtenção do caudal máximo instantâneo, ainda que com um grau de incerteza elevado.

A utilização de métodos de transformação da precipitação em escoamento requer o conhecimento de valores de precipitação com diferentes períodos de recorrência, sendo usual o recurso às curvas Intensidade-Duração-Frequência (curvas IDF). Para a determinação do tempo de concentração considerou-se a utilização da fórmula de Temez e para o coeficiente de escoamento usaram-se valores de 0,4 e de 0,3 para as bacias em análise (Hipólito e Vaz, 2011).

Constatando-se a inexistência de curvas IDF para períodos de recorrência elevados e de postos localizadas nas bacias em estudo, utilizaram-se curvas IDF com alguma proximidade geográfica, tendo-se desenvolvido uma interpolação com vista a “quantificar” a influência do efeito da altitude nos valores da precipitação.

As bacias estudadas não têm registos de caudais e por isso usaram-se os registos de bacias vizinhas. As bacias têm características semelhantes de ocupação e geológicas, pelo que a ponderação com as áreas e precipitação dão uma boa estimativa para efeitos de planeamento (Hipólito e Vaz, 2011). Assim, recorreu-se à metodologia a seguir descrita, em que o escoamento estimado é função do escoamento registado numa linha de água com características idênticas às da bacia em estudo, afetado de um coeficiente traduzido pela relação das áreas e das precipitações das bacias consideradas para o estudo, de acordo com a expressão geral que a seguir se apresenta:

$$E_{\text{mensal}}^{\text{bacia A}} = E_{\text{mensal}}^{\text{bacia B}} \times \frac{A_{\text{bacia A}}}{A_{\text{bacia B}}} \times \frac{P_{\text{mensal}}^{\text{bacia A}}}{P_{\text{mensal}}^{\text{bacia B}}}$$

Com base nas metodologias anteriormente descritas obtiveram-se precipitações mensais, escoamentos mensais e caudais máximos instantâneos para as linhas de água estudadas que permitiram a avaliação das respectivas disponibilidades hídricas (TABELA II).

TABELA II - Caudais médios e escoamentos médios anuais nas secções das linhas de água em estudo.

TABLE II - Average flows and annual runoff in the sections of the streams under study.

Linha de Água													
Diz													
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
Caudal Médio (Q (m ³ /s))	0,476	0,293	0,317	0,572	0,236	0,730	0,519	0,089	0,107	0,563	0,015	0,367	0,357
Escoamento anual (hm ³)	15,021	9,242	9,995	18,052	7,450	23,008	16,354	2,796	3,360	17,743	0,477	11,583	11,257
Adão													
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
Caudal Médio (Q (m ³ /s))	0,277	0,165	0,258	0,358	0,047	0,308	0,320	0,010	0,053	0,238	0,020	0,420	0,206
Escoamento anual (hm ³)	8,736	5,207	8,129	11,274	1,477	9,716	10,095	0,329	1,665	7,493	0,639	13,234	6,500
Cabras													
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
Caudal Médio (Q (m ³ /s))	0,938	0,716	0,691	1,298	0,235	0,983	0,955	0,037	0,102	1,074	0,148	1,323	0,708
Escoamento anual (hm ³)	29,586	22,592	21,796	40,931	7,416	31,010	30,112	1,155	3,215	33,857	4,654	41,706	22,336
Noéme													
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
Caudal Médio (Q (m ³ /s))	1,459	0,942	1,312	1,816	0,366	1,492	2,164	0,057	0,216	1,299	0,166	1,942	1,103
Escoamento anual (hm ³)	46,000	29,705	41,368	57,273	11,555	47,057	68,232	1,809	6,803	40,966	5,239	61,232	34,770
Santo Amaro													
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
Caudal Médio (Q (m ³ /s))	0,134	0,094	0,097	0,171	0,034	0,150	0,149	0,005	0,014	0,159	0,029	0,196	0,103
Escoamento anual (hm ³)	4,228	2,971	3,056	5,388	1,073	4,742	4,688	0,170	0,432	5,025	0,918	6,182	3,239
Massueime													
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96	Média
Caudal Médio (Q (m ³ /s))	0,380	0,265	0,287	0,540	0,087	0,482	0,451	0,016	0,040	0,489	0,066	0,608	0,309
Escoamento anual (hm ³)	11,976	8,361	9,041	17,021	2,737	15,194	14,218	0,502	1,257	15,414	2,094	19,173	9,749

Áreas inundáveis na cidade da Guarda

Um dos objetivos do estudo é a elaboração dos mapas de inundação do rio Diz, dentro na cidade da Guarda. Os troços estudados contêm a zona urbana do Rio, com especial destaque para o troço Rio Diz no parque urbano. A bacia do Rio Diz é uma sub-bacia que se encontra a montante da Bacia do Rio Noéme. Para a simulação hidráulica de delimitação das áreas inundáveis associadas à localização de diferentes açudes utilizou-se o modelo hidráulico HEC-RAS, modelo de uso livre ("Open-Access") desenvolvido pela US Army Corps of Engineers, que é um modelo unidimensional e que resolve as equações de Saint-Venant completas, por aplicação do método de diferenças finitas, permitindo simular o escoamento em superfície livre em regime permanente e em regime variável. A lei de resistência aplicada é a Equação de Manning-Strickler, sendo a secção transversal de escoamento considerada uma secção composta.

Na simulação dos modelos de HEC-RAS, a topografia do canal é caracterizada pelo modelo digital do terreno desenvolvido com base na informação à escala 1:10000

disponibilizada pela Camara Municipal da Guarda, que permite definir uma série de secções transversais ao longo do troço do curso de água em estudo (EXCIMAP, 2007). Após a simulação do modelo são calculadas as alturas de água nas secções transversais referidas, permitindo assim que seja delimitada a zona inundada. Uma vez que, no modelo, a cota da superfície livre é constante ao longo de toda a secção, a zona inundada é limitada pela interceção da topografia do terreno com a superfície livre em cada secção e o resultado da interpolação entre os perfis das secções transversais.

A calibração do modelo construído foi feita através do ajuste dos parâmetros característicos do modelo. Após visitas ao local, e da análise da cartografia existente, foi possível aplicar diversos valores tabelados na bibliografia da especialidade. Os resultados obtidos foram comparados com diferentes métodos de cálculo.

Foram efetuadas diferentes simulações com caudais com tempo de recorrência (TR) de 10, 50 e 100 anos e durações (tp) superiores ao tempo de concentração da bacia (tc), para que toda a bacia contribua, com vista à elaboração dos mapas das planícies de inundação associados a essas probabilidades de ocorrência (fig.'s 8 a 12.

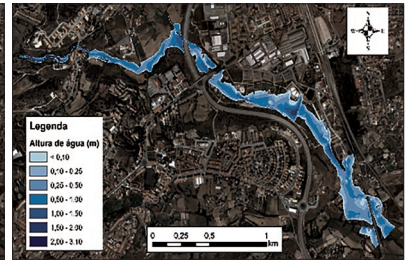
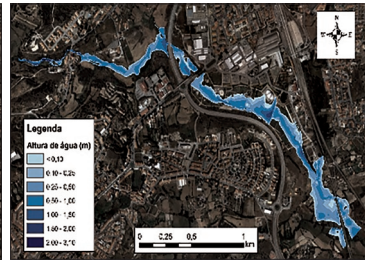
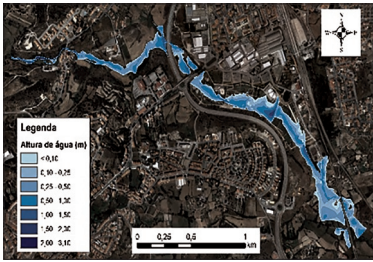


Fig. 8 - Mapa de planície de inundação para um período de retorno (TR) de 10 anos.

Fig. 9 - Mapa de planície de inundação para um período de retorno (TR) de 50 anos.

Fig. 10 - Mapa de planície de inundação para um período de retorno (TR) de 100 anos.

Fig. 8 - Flood plain map for peak discharge with a 10-year return period (TR).

Fig. 9 - Flood plain map for peak discharge with a 50-year return period (TR).

Fig. 10 - Flood plain map for peak discharge with a 100-year return period (TR).

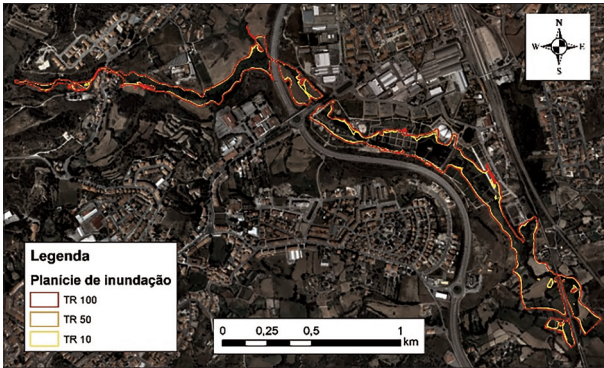


Fig. 11 - Limites da planície de inundação para os diferentes períodos de retorno.

Fig. 11 - Flood plain limits for peak discharge with different return periods.

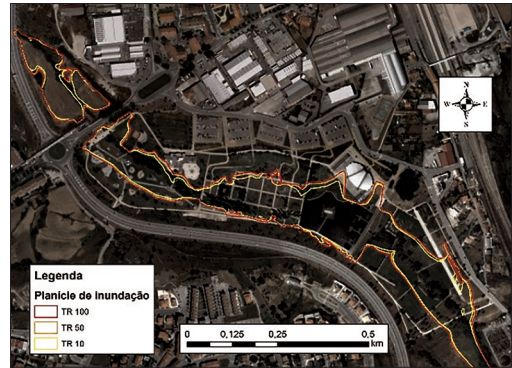


Fig. 12 - Limites da planície de inundação para diferentes períodos de retorno na zona da GuardaPolis.

Fig. 12 - Flood plain limits for peak discharge with different return periods in the Guarda Polis zone.

Reservas de água

Na fase seguinte procedeu-se à quantificação do escoamento nas linhas de água: rio Diz, ribeira de Adão, ribeira das Cabras, rio Noéme, ribeira de Santo Amaro e rio Massueime, podendo assim serem analisadas possíveis localizações para a criação de reservas de água pela construção de açudes/barragens.

Para a avaliação dos locais das possíveis localizações foram consideradas estruturas hidráulicas com alturas

relativamente pequenas, que poderão ter menores restrições legais para a sua implementação.

Desta avaliação resultou como de possível interesse, as que se situam na ribeira das Cabras, na ribeira de Adão, no rio Massueime e na ribeira de Santo Amaro, em que se analisou a relação entre a altura do açude e o volume armazenado (fig. 13). Pela análise efetuada, observa-se que os açudes com maior potencial para armazenar água encontram-se na ribeira das Cabras e na ribeira de Adão.

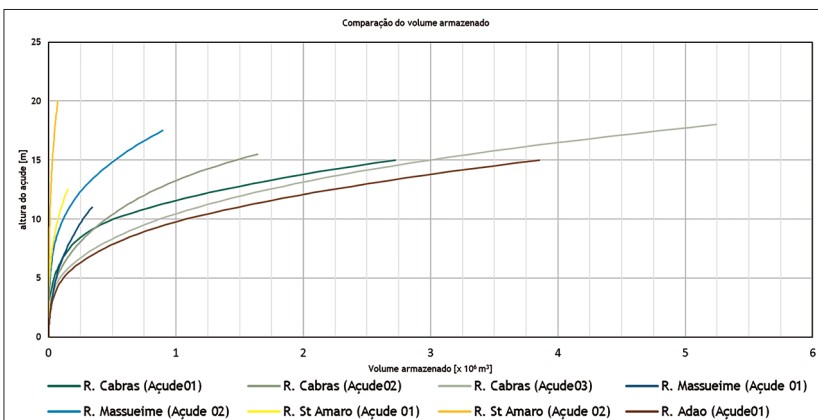


Fig. 13 - Comparação das curvas de volume armazenado em função da altura do açude.

Fig. 13 - Storage capacity analysis.

De seguida, mostra-se a localização de sete dos oito diferentes açudes identificados como passíveis de ser implantados (fig.s 14 a 16).

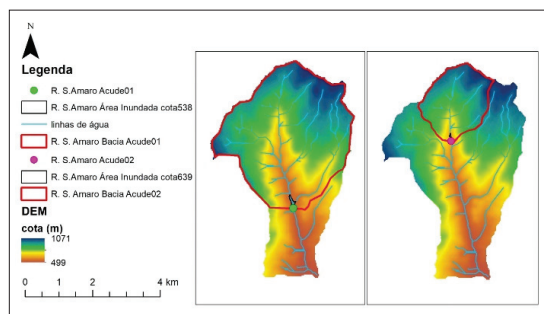


Fig. 14 - Possível localização de açudes na ribeira de Santo Amaro.

Fig. 14 - Possible location of dams in the Santo Amaro stream.

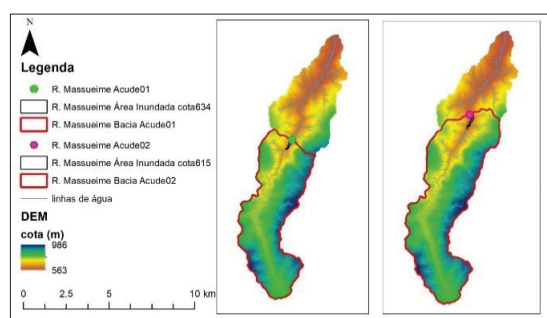


Fig. 15 - Possível localização de açudes no rio Massueime.

Fig. 15 - Possible location of dams in the Massueime stream.

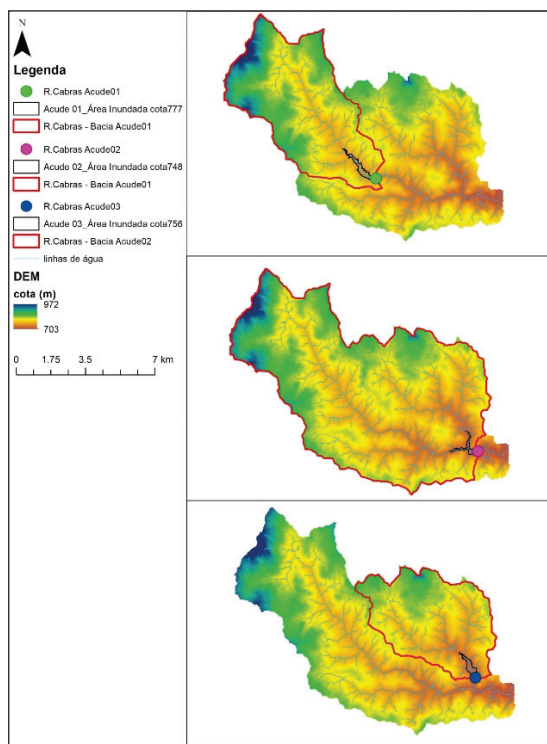


Fig. 16 - Possível localização de açudes na ribeira das Cabras

Fig. 16 - Possible location of dams in the Cabras stream.

Conclusões

A população urbana tem vindo a aumentar, sendo de esperar que em 2030, cerca de 60% da população mundial viva nas cidades. Como consequências deste movimento, importantes e significativos impactos são de esperar nos sistemas de saneamento básico, e em particular nos sistemas de drenagem.

Consequentemente, uma mudança das práticas de projeto e gestão de infraestruturas de drenagem urbana deve ser implementada no sentido de desenvolver soluções adequadas e viáveis, dentro da realidade socioeconómica das cidades, e em consequência do aumento do conhecimento, das ferramentas de modelação e da consciencialização das consequências que procedimentos incorretos terão, quer em termos de segurança de pessoas e bens, quer em termos de sustentabilidade técnica e económica.

As entidades responsáveis pelo planeamento e desenvolvimento das cidades devem ter consciência que preservar o ambiente dentro da cidade é possível, que as soluções baseadas exclusivamente na canalização são de evitar, quando podem existir outras soluções técnica e economicamente viáveis para retenção natural, preservando as áreas de inundação ainda existentes.

O estudo iniciou-se com uma caracterização física de algumas bacias hidrográficas do concelho da Guarda, dos seus caudais e precipitações.

Numa segunda fase, foi efetuada a delimitação das áreas de inundação da do Rio Diz, dentro do perímetro urbano da guarda, através uma modelação hidrológico/hidráulica. Na realidade quer pela ocupação urbana das margens, quer por razões físico-orográficas as restantes linhas de água não requerem uma análise detalhada ao nível de detalhe que se impõe no rio Diz. As simulações numéricas efetuadas permitiram constatar que para eventos com períodos de recorrência elevados, mesmo da ordem dos 100 anos, os equipamentos físicos, não são afetados pelas correspondentes cheias.

Foram identificadas e avaliadas, possíveis localizações para a construção de estruturas de armazenamento de água. Da análise efetuada, no que se refere a possíveis locais de construção de estruturas hidráulica com vista à retenção e armazenamento de água, foram identificados 8 locais com potencialidade. Os locais identificados deverão ser objeto de avaliação técnico-económica para construção de aproveitamentos de fins múltiplos, sendo que a eventual construção das estruturas hidráulicas anteriormente referidas implicará a elaboração dos correspondentes Planos de Ordenamento das Albufeiras (POAAP).

Referências bibliográficas

- 110
- Berndtsson, R., Becker, P., Persson, A., Aspegren, H., Haghhighatafshar, S., Jönsson, K., Larsson, R., Mobini, S., Mottaghi, M., Nilsson, J., Nordström, J., Pilesjö, P., Scholz, M., Sternudd, C., Sörensen, J., & Tussupova, K. (2019). Drivers of changing urban flood risk: A framework for action. *Journal of Environmental Management*, 240, 47-56.
DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2019.03.094>
- Boccaletti, Giulio (2022). *Água: Uma Biografia*, ISBN: 978-989-9033-63-4.
- Chow, Ven Te, David, R. Maidment, and Larry W. Mays. (1988). *Applied hydrology*. New York: McGraw-Hill.
- Climate Change (2022). *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report.
- Garcia-Ruiz, J., Lopez-Moreno, J., Vicente-Serrano, S.M., Lasanta, T., Beguería, S., (2011). Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews*, 105, 121-139.
- EXCIMAP (2007). *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*. European Commission.
- Hipólito, J.R. e Vaz, A.C. (2011). *Hidrologia e Recursos Hídricos*, IST Editora Press, Lisboa, Portugal.
- Rocha, J., Carvalho-Santos, C., Diogo, P., Beça, P., Keizer, J., Nunes, J. (2020). Impacts of climate change on reservoir water availability, quality and irrigation needs in a water scarce Mediterranean region (southern Portugal), *Science of The Total Environment*, Volume 736, 20 September 2020, 139477.
- Santos, F. D. (2021). Alterações Climáticas, in *Ensaio da Fundação* n.º 111, Fundação Francisco Manuel dos Santos, Lisboa, Portugal.
- POAAP - SISTEMA DE INFORMAÇÃO DO REGADIO. Disponível em: Planos de Ordenamento de Albufeiras de Águas Públicas (POAAP). URL: www.dgadr.gov.pt
- SNIRH - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS. Disponível em: SNIRH: Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos. URL: www.apambiente.pt
- Yazdanfar, Z., e Sharma, A. (2015). Urban drainage system planning and design - challenges with climate change and urbanization: a review. *Water Science and Technology*, 72(2), 165-179.
DOI: <https://doi.org/10.2166/WST.2015.207>