

Ciclo urbano da água no concelho de Bragança: como promover a eficiência hídrica?

Ana Maria Antão-Geraldes ^{a,b,e}, António Albuquerque ^{c,e,f}, Flora Silva ^{d,e,f*}

^a Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

^b Laboratório Associado para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha (SusTEC), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

^c Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade da Beira Interior, Calçada Fonte do Lameiro, 6201-001 Covilhã, Portugal

^d ESTiG - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

^e Materiais Fibrosos e Tecnologias Ambientais (FibEnTech), Universidade da Beira Interior, Rua Marquês D'Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã, Portugal

^f GeoBioCiências, GeoTecnologias e GeoEngenharias (GeoBioTec-UBI), Universidade da Beira Interior, Calçada Fonte do Lameiro, 6201-001 Covilhã, Portugal

Resumo

O presente trabalho analisa o ciclo urbano da água no concelho de Bragança. São também sugeridas ações e medidas que promovam reduções no consumo de água. Grande parte da água que abastece o concelho é proveniente da albufeira de Serra Serrada, localizada no Parque Natural de Montesinho. Verificou-se que a média de consumo de água é de 95,5 m³/(habitante.ano), resultando assim em 262 L/(habitante.dia). É assim, necessário promover medidas de eficiência hídrica. Estudos em três edifícios públicos demonstraram que medidas simples e relativamente pouco dispendiosas, como a substituição de torneiras por outras mais eficientes e ainda medidas como o aproveitamento de águas pluviais para recarga de autoclismos, reduzem o consumo de água de forma significativa sem afetar a qualidade de vida dos cidadãos que usufruem destes espaços. A reutilização das águas residuais tratadas para rega dos espaços verdes urbanos, a escolha de plantas adaptadas às disponibilidades hídricas da região e a promoção de atividades em escolas e em outros locais públicos sobre a importância do uso eficiente da água e dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas são outras medidas que deverão ser implementadas.

palavras-chave: albufeira de Serra Serrada, Bragança, ciclo urbano da água, eficiência hídrica

doi: 10.22181/aer.2023.1203

* Autor para correspondência.
Email: flora@ip

Urban water cycle in the municipality of Bragança: how to promote the water efficiency?

Ana Maria Antão-Geraldes ^{a,b,e}, António Albuquerque ^{c,e,f}, Flora Silva ^{d,e,f}

^a Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

^b Laboratório Associado para a Sustentabilidade e Tecnologia em Regiões de Montanha (SusTEC), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

^c Department of Civil Engineering and Architecture, University of Beira Interior, Calçada Fonte do Lameiro, 6201-001 Covilhã, Portugal

^d ESTiG - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

^e Fiber Materials and Environmental Technologies (FibEnTech), University of Beira Interior, Rua Marquês D'Ávila e Bolama, 6201-001 Covilhã, Portugal

^f GeoBioSciences, GeoTechnologies and GeoEngineering (GeoBioTec-UBI), University of Beira Interior, Calçada Fonte do Lameiro, 6201-001 Covilhã, Portugal

Abstract

The present research analyzes the urban water cycle in the municipality of Bragança. Actions and measures that promote the reduction in water consumption are also suggested. Much of the water supplying the municipality comes from the Serra Serrada reservoir, located in the Montesinho Natural Park. It was found that the average water consumption is 95.5 m³/(inhabitant.year), thus resulting in 262 L/(inhabitant.day). Therefore, it is necessary to promote water efficiency measures. Studies in three public buildings have shown that simple and relatively inexpensive measures, such as replacing taps with more efficient ones and furthermore measures such as rainwater harvesting to flushing cisterns recharge, significantly reduce water consumption without affecting the quality of life of the citizens using these spaces. The reuse of treated wastewater for irrigation of urban green spaces, the choice of plants adapted to the region's water availability and the promotion of activities in schools and other public places concerning the importance of the efficient use of water and freshwater ecosystems are other measures that should be implemented.

keywords: Bragança, Serra Serrada reservoir, water urban cycle, water efficiency

doi: 10.22181/aer.2023.1203

* Corresponding author.
Email: flora@ipb.pt

1 Introdução

Em consequência das alterações climáticas é previsível um aumento da ocorrência de eventos de precipitação e de seca extremos, afetando a disponibilidade hídrica (Soares et al. 2015; Carvalho-Santos et al. 2017). Muitas áreas urbanas, para além dos constrangimentos na disponibilidade de água causados por fatores climáticos, enfrentam também fenómenos demográficos e de poluição que poderão por em causa a eficiência no abastecimento de água às populações (King et al. 2019). Face ao exposto é crucial gerir de forma sustentável os recursos hídricos nos espaços urbanos e, adicionalmente, implementar medidas que conduzam à eficiência hídrica de forma a assegurar o abastecimento e a evitar a degradação dos ecossistemas aquáticos que abastecem as cidades.

Em Portugal, grande parte do abastecimento urbano é proporcionado por albufeiras. Para além da degradação das zonas húmidas adjacentes, da erosão, dos incêndios, as flutuações extremas no nível da água que ocorrem em muitos destes ecossistemas, contribuem para a redução da qualidade da água e da integridade ecológica dos mesmos (Geraldes e Boavida 2005). De facto, o nível de água tem uma profunda influência nos processos e funcionamento das albufeiras, porque afeta a sua zona litoral, que é de primordial importância para estes ecossistemas (Moss 2008; Zohary e Ostrovsky 2011; Krolová et al. 2013). As flutuações do nível de água que ocorrem naturalmente, devido aos processos de evaporação, variam entre os poucos centímetros até a um máximo de 3 m e são elas que despoletam, por exemplo, a reprodução de peixes e de outras espécies criando habitats favoráveis (Hirsch et al. 2014). As flutuações com origem antropogénica têm variações muito maiores e impedem a existência de uma zona litoral estável, promovendo a ressuspensão dos sedimentos do fundo, o aumento da quantidade de partículas em suspensão e o acréscimo das concentrações de nutrientes e, eventualmente de poluentes, na coluna de água. Como consequência o potencial ecológico destas massas de água (ver Diretiva Quadro da Água: Diretiva 2000/60/EC de 23 de outubro) degrada-se, colocando em risco o abastecimento urbano e potenciando o aumento dos custos com o tratamento das águas para consumo humano. Assim, as flutuações excessivas na cota das albufeiras só poderão ser minimizadas se a gestão da água for realizada numa perspetiva holística considerando todo o ciclo urbano de forma a prevenir e a reduzir os desperdícios existentes. Outra parte do abastecimento urbano pode ser proveniente de aquíferos subterrâneos. A demanda crescente por água tem levado à sobre-exploração destes sistemas, encontrando-se muitos em situação de vulnerabilidade extrema (Afonso et al. 2016). De salientar, que os aquíferos não são apenas fontes de água, funcionam também como reservas e, como tal, a sua gestão sustentável reveste-se de enorme importância (ver Diretiva das Águas Subterrâneas: Diretiva 2006/118/EC de 12 de dezembro).

No presente trabalho é analisado de forma preliminar o balanço hídrico para o concelho de Bragança de forma a perceber quais são os consumos e as perdas que ocorrem nos sistemas de abastecimento de água. Concomitantemente, são propostas algumas medidas promotoras da eficiência hídrica em três edifícios públicos da cidade de Bragança, sendo também sugeridas outras ações que promovam reduções nos consumos de água.

2 Metodologia

2.1 Abastecimento de água ao concelho de Bragança

O município de Bragança localiza-se na sub-região de Terras de Trás-os-Montes (NE Portugal-Figura 1). O perímetro urbano de Bragança tem 24 078 habitantes. A população total do concelho é de 34 580 habitantes (INE 2021). A principal fonte de abastecimento

de água a Bragança e às freguesias de Rabal, Baçal, Sacoias, Vale de Lamas, S. Pedro de Sarracenos e Samil é a barragem de Serra Serrada (S. Serrada - Figura 1) que se localiza no Parque Natural de Montesinho.

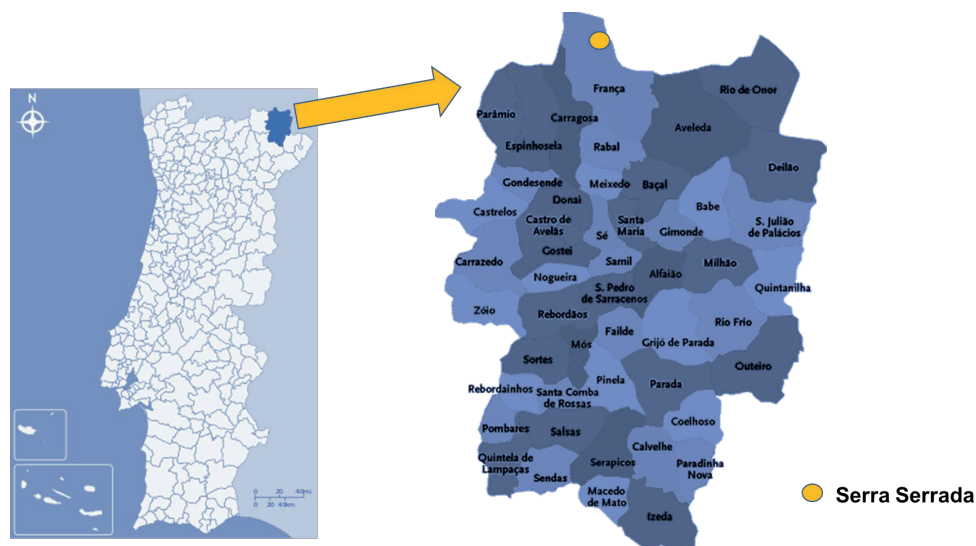


Figura 1. Localização do concelho de Bragança, mapa das freguesias e localização da albufeira de S. Serrada

A profundidade máxima de S. Serrada (junto à barragem) é de 17 m. No entanto, devido à utilização da água, essencialmente para abastecimento urbano, e às variações da precipitação próprias de um clima com influências mediterrânicas, o ciclo hidrológico de S. Serrada caracteriza-se pelo seguinte padrão: (1) fase de nível máximo (janeiro - princípios de junho); (2) fase de esvaziamento (meados de junho - princípios de setembro); (3) fase de nível mínimo (meados de setembro - primeiras chuvas). Pequenas variações inter-anuais podem ocorrer neste padrão em linha com a variação da precipitação (Figura 2). As flutuações no nível de água, em S. Serrada, oscilam entre os 6 e os 10 m (Figura 3). As restantes freguesias do município de Bragança, não abastecidas por S. Serrada, alguns edifícios localizados na zona urbana (e.g. IPB e Edifício Loreto) e vários pontos de rega de espaços verdes são essencialmente alimentados por aquíferos subterrâneos, desconhecendo-se a existência de referências sobre as vulnerabilidades destes.

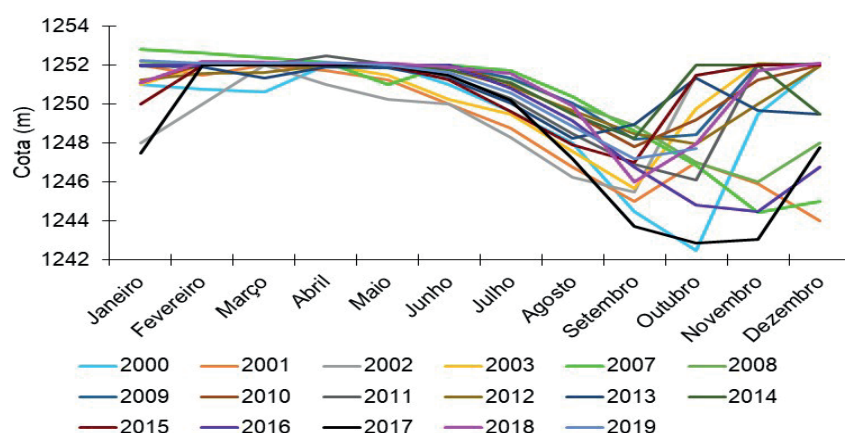


Figura 2. Variação sazonal e inter-anual do nível de água em S. Serrada (Fonte: SNIRH, 1995-2020)

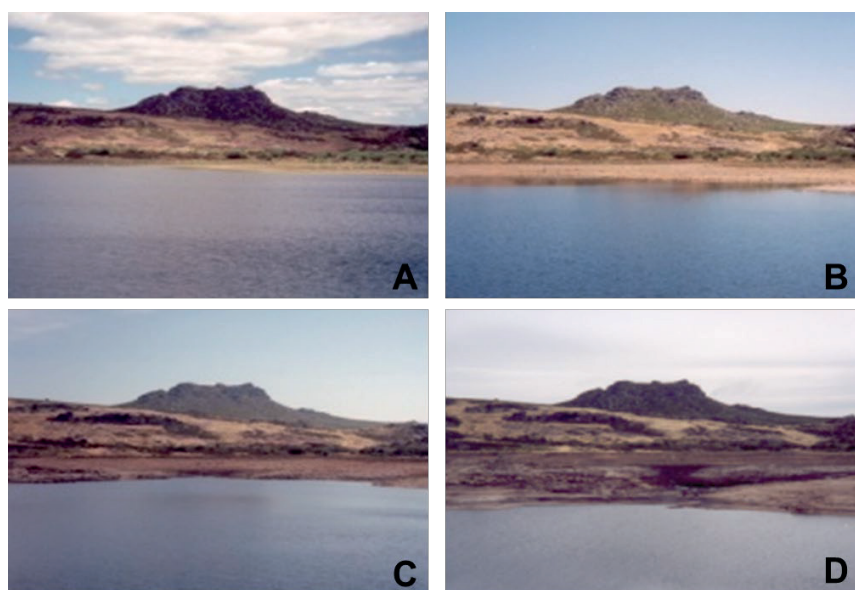


Figura 3. Padrão de variação no nível de água em S. Serrada ao longo de um ano típico: janeiro (A); início de junho (B); finais de junho-princípio de setembro (C) e finais de setembro até às primeiras chuvas (D)

2.2 Ciclo hídrico para o concelho de Bragança e proposta de medidas de promoção da eficiência hídrica em alguns edifícios públicos

A representação conceptual do ciclo hídrico para o concelho de Bragança foi realizada com recurso à informação obtida em ERSAR (2019), SNIRH (1995-2020) e cedida pela Câmara Municipal de Bragança (CMB) referente ao ano de 2020.

Numa primeira fase estimaram-se os consumos de água dos dispositivos hidráulicos (torneiras, chuveiros, autoclismos e urinóis) de dois edifícios escolares (Centro Escolar da Sé: 400 utilizadores, 152 dispositivos hidráulicos, área de cobertura de 1804 m² e área verde envolvente de 4884 m²; Centro Escolar de Santa Maria: 314 utilizadores, 144 dispositivos hidráulicos, área de cobertura de 1538 m² e área verde envolvente de 2880 m²) e de um equipamento desportivo e de lazer: as piscinas municipais de Bragança: 45 957 utilizadores/ano, 102 dispositivos hidráulicos e área de cobertura de 1495 m². Os caudais das torneiras e chuveiros foram determinados através do registo do tempo em que demorava a encher um recipiente com um volume específico. Os volumes libertados pela descarga dos autoclismos foram determinados através da seguinte metodologia: (1) a altura máxima da água no autoclismo foi registada; (2) produziu-se a descarga total do dispositivo e (3) com um copo calibrado encheu-se o dispositivo até ao seu nível máximo inicial. Para medir os gastos dos urinóis cobriram-se os orifícios de saída com fita adesiva, realizou-se uma descarga, tendo a duração desta sido medida em segundos. Finalmente, a quantidade de água foi medida com um copo calibrado. Simultaneamente, foram realizados inquéritos aos utentes destes edifícios de modo a avaliar o comportamento e os padrões relativos ao consumo e utilização da água nos edifícios estudados. Uma vez obtidos os dados referentes ao consumo de água nos edifícios, foram propostas medidas promotoras da redução do consumo de água que foram avaliadas do ponto de vista técnico-financeiro. Informações mais detalhadas referentes à metodologia e suas limitações podem ser encontradas em Morais (2019), Vale (2019) e Zavattieri (2020).

3 Resultados e discussão

3.1 Conceptualização do ciclo hídrico no concelho de Bragança

A visão holística e integrada da gestão da água nos espaços urbanos ainda não é uma realidade (King et al. 2019). O balanço e metabolismo hídrico são ferramentas importantes para os gestores e decisores avaliarem o quão eficientes são as cidades no uso global dos recursos hídricos e em que extensão vão ocorrendo progressos no que respeita aos diferentes objetivos da gestão dos recursos hídricos urbanos: segurança no abastecimento, eficiência hídrica e gestão de riscos ambientais (Renouf et al. 2017, Jeong e Park, 2020). Com os dados disponibilizados pela CMB e ERSAR (2019) apresenta-se o diagrama do ciclo hídrico para o concelho de Bragança (Figura 4). Cerca de 80% da água consumida destina-se ao consumo doméstico e 20% ao consumo industrial. Alguns espaços verdes da cidade de Bragança ainda são regados com água destinada ao consumo humano. De acordo com os dados referentes a 2020 fornecidos pela CMB, verifica-se que a média de consumo no concelho é de aproximadamente 95,5 m³/(habitante.ano), resultando, assim, em cerca de 262 L/(habitante.dia). No entanto, estes consumos podem ser mais elevados, pois, por exemplo, no perímetro urbano de Bragança há alguns edifícios que ainda são abastecidos parcial ou integralmente por aquíferos, não sendo os consumos contabilizados pela CMB. De salientar que atualmente ainda se perdem devido a fugas em vários pontos do sistema de abastecimento cerca de 338 009,83 m³ (aproximadamente 12% de toda a água tratada que entra no sistema de abastecimento). No que concerne às águas residuais parece não existir qualquer reutilização das mesmas após o tratamento. Uma percentagem significativa é exportada (ERSAR 2019). A análise da figura 4 indicia, assim, que ainda há muito a fazer para que a gestão da água no concelho de Bragança deixe de ser linear para passar a ser circular em linha com o preconizado pelo Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA 2012-2020) e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável para 2030 (ONU 2016). De salientar que as perdas devido a fugas e à ineficiência hídrica para além de se traduzirem num aumento do consumo de água, implicam um aumento nos gastos de energia. Os consumos de energia ocorrerem nos processos de potabilização, distribuição e drenagem, e, finalmente, no tratamento das águas residuais (Ahmad et al. 2020). Dado o carácter preliminar do presente trabalho no item 3.2 será apenas analisada se a aplicação de medidas de eficiência hídrica em três edifícios públicos pode reduzir de modo significativo o consumo de água.

3.2 Proposta e avaliação das medidas de promoção da eficiência hídrica em alguns edifícios públicos

No Quadro 1 são apresentadas, a título de exemplo, as estimativas anuais de consumo de água em três edifícios públicos de Bragança. Os autores dos estudos (metodologia ponto 2.2) salientam que com medidas simples e relativamente pouco dispendiosas, como a substituição de torneiras por outras mais eficientes, poder-se-ia reduzir o consumo de forma significativa sem afetar a qualidade de vida dos cidadãos que usufruem destes espaços. Outras soluções mais complexas como o aproveitamento de águas pluviais para recarga de autoclismos, também deverão ser ponderadas de forma complementar sempre que o incremento na eficiência hídrica aumentar de forma significativa. De referir, que para o cálculo da redução do valor da fatura anual de água consultou-se o tarifário em vigor no concelho de Bragança à data da realização deste estudo (CMB 2018).

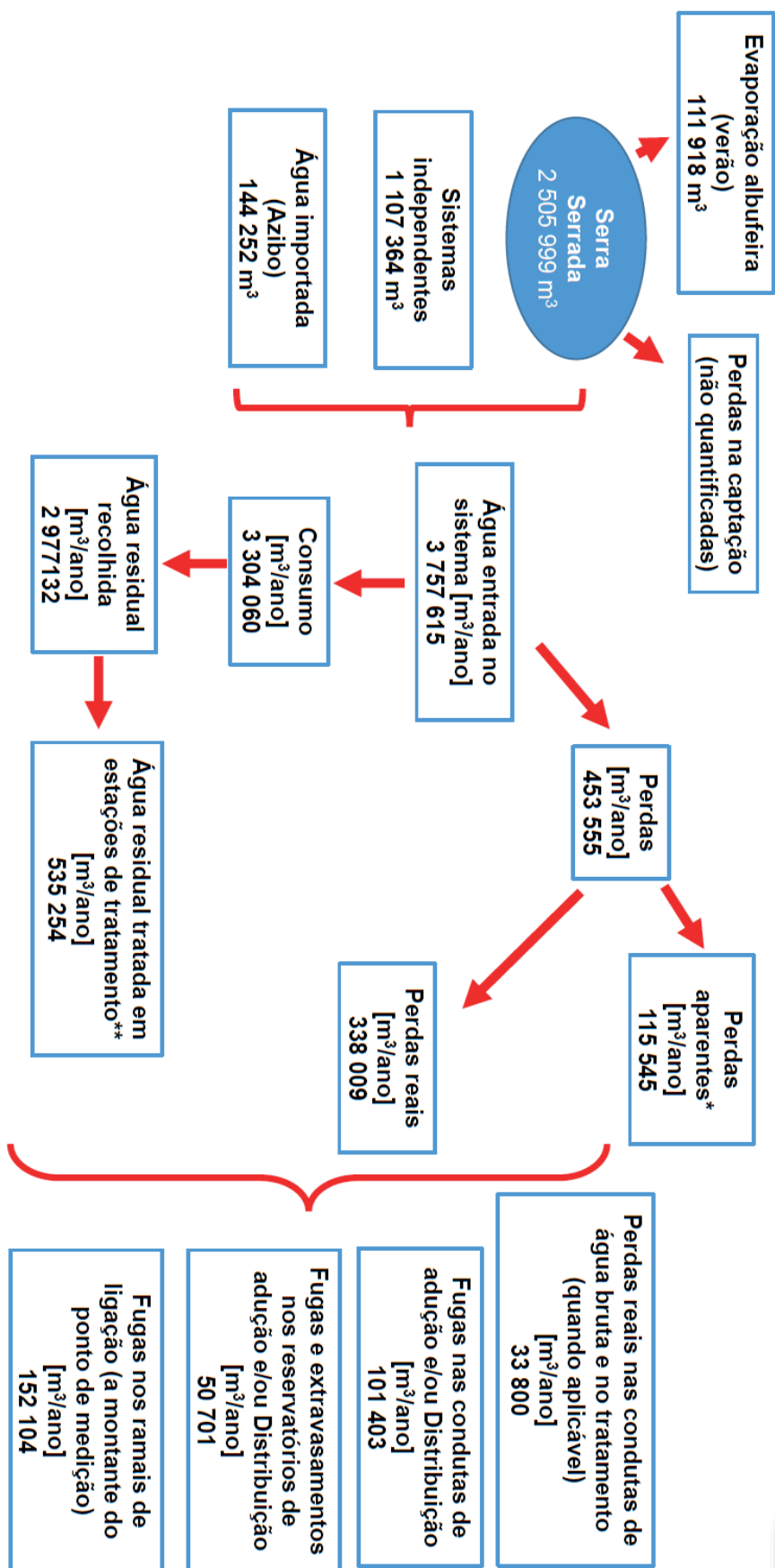


Figura 4. Ciclo urbano da água no concelho de Bragança

Os resultados apresentados no Quadro 1 indiciam que com medidas simples e relativamente pouco dispendiosas (ex. substituição de torneiras e chuveiros por outros mais eficientes), como no caso das piscinas municipais, é possível reduzir o consumo de água de forma significativa. Outras medidas, como aliar a utilização de equipamentos hidráulicos mais eficientes com o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, traduzem reduções no consumo de água muito significativas, apesar de exigirem um elevado investimento inicial. Contudo, os tempos de retorno não são elevados o que pode tornar estas soluções viáveis. Se estas medidas forem estendidas, sempre que necessário, a todos os edifícios públicos da cidade de Bragança, a eficiência hídrica poderá ser fortemente incrementada.

Quadro 1. Estimativa do consumo anual de água consumida. Poupança de água e retorno do investimento considerando a proposta de solução de eficiência hídrica mais viável

Edifícios públicos	Centro Escolar da Sé		Centro Escolar de Santa Maria		Piscinas Municipais
	Sem rega	Com rega	Sem rega	Com rega	
Consumo de água (m ³ /ano)	2 016,66	5 016,66	1 948,17	2 604,17	16 560,48
Poupança de água esperada com a implementação de medidas de eficiência hídrica (%)	71,13 ⁽¹⁾	58,63 ⁽²⁾	75,57 ⁽¹⁾	69,13 ⁽²⁾	20,39 ⁽³⁾
Poupança de água esperada com a implementação de medidas de eficiência hídrica (m ³)	1 434,45	2 941,27	1 472,23	1 800,26	3 376,68
Investimento inicial (€)	41 557,79 ⁽⁴⁾	41 557,79 ⁽⁴⁾	30 845,62 ⁽⁵⁾	30 845,62 ⁽⁵⁾	3 149,48
Poupança nas contas de água (€/ano)	8 018,66	16 244,39	8 224,91	10 015,62	18 716,95
Tempo de retorno do investimento (anos)	5,18	2,56	3,75	3,08	0,17

⁽¹⁾ Substituição de equipamentos hidráulicos por outros mais eficientes e aproveitamento de águas pluviais na recarga de autoclismos;

⁽²⁾ Substituição de equipamentos hidráulicos por outros mais eficientes, aproveitamento de águas pluviais na recarga de autoclismos e alteração de comportamentos na rega;

⁽³⁾ Substituição de equipamentos hidráulicos por outros mais eficientes;

^(4, 5) O valor do investimento inicial é o mesmo para cenários sem rega e com rega, dado ter sido proposta a mudança de comportamentos na rega por alteração de intensidade de água ou períodos de rega, não exigindo qualquer investimento financeiro.

4 Conclusões

A escassez de água não é apenas causada por variações na precipitação. A elevada procura e a falta de uma gestão adequada dos recursos hídricos são também fatores que influenciam a sua disponibilidade. De acordo com o Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA 2012-2020) em 2020 verificou-se nos setores urbano, agrícola e industrial uma ineficiência no uso da água que rondou os 20, 35 e 15%, respetivamente. Considerando o setor urbano, continua a verificar-se que nem toda a água captada é utilizada. A existência de perdas associadas à captação de água, distribuição e ao uso ineficiente impede uma redução do consumo de água, desejável num cenário de alterações climáticas, em que o risco de períodos de seca prolongada é cada vez mais

uma realidade. Uma diminuição no volume de água consumido implicaria uma redução nos encargos financeiros associados ao tratamento das águas captadas para consumo, das águas residuais e também no consumo de energia. De acordo com PNUEA (2012-2020), 6 a 18% da energia consumida nas cidades deve-se ao transporte e tratamento da água para consumo e das águas residuais. A promoção de uma maior eficiência no uso da água em Bragança e nas freguesias que são abastecidas por S. Serrada iria reduzir as pressões nesta albufeira, minimizando as flutuações no nível da água. Para além de se tornar possível prolongar o abastecimento em caso de seca extrema também o potencial ecológico de S. Serrada seria bastante melhorado, aumentando a qualidade da água e do habitat de espécies que vivem ou possam depender deste sistema aquático. Como S. Serrada se localiza numa área protegida poderá ter um papel complementar aos sistemas aquáticos naturais quando se considera a criação de corredores ecológicos e a gestão do território com o objetivo de conservação da biodiversidade (Deacon et al. 2018). Assim, é extremamente importante que S. Serrada mantenha cotas de água o mais elevadas possível para que haja forma de compatibilizar as necessidades humanas em água com a conservação.

De salientar que também é importante reduzir a pressão sobre os aquíferos subterrâneos, sendo que um grande número se poderá encontrar em situação de vulnerabilidade à semelhança do que ocorre noutras regiões do país e do mundo (Afonso et al. 2016). Medidas como a reutilização das águas residuais tratadas para rega dos espaços verdes urbanos e de outras áreas de lazer e desportivas também deverão ser promovidas sempre que possível (Silva 2015, Monteiro et al. 2021). Outro aspeto que deverá ser considerado é a escolha das plantas a utilizar nestas áreas, que deverão estar adaptadas às disponibilidades hídricas da região (Trindade do Rêgo 2016). Finalmente, a promoção de atividades em escolas e em outros locais públicos sobre a importância do uso eficiente da água e dos ecossistemas aquáticos dulçaquícolas para a humanidade poderão ajudar a consciencializar o cidadão comum para a importância do uso eficiente da água.

Agradecimentos

O presente trabalho (AMAG, AA e FS) foi financiado com recurso à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT, Portugal) e aos fundos nacionais FCT/MCTES (PIDDAC) pelo apoio financeiro ao CIMO (UIDB/00690/2020 e UIDP/00690/2020) e SusTEC (LA/P/0007/2021), ao FibEnTech (UIDB/00195/2020) e ao GeoBioTec (UIDB/04035/2020).

Referências

- Afonso M.J., Freitas L., Pereira A., Neves L., Guimarães L., Guilhermino, L., Mayer B., Rocha F., Marques J.M., Chaminé H.I. (2016). Environmental Groundwater Vulnerability Assessment in Urban Water Mines (Porto, NW Portugal). *Water* 8 499. <https://doi.org/10.3390/w8110499>
- Ahmad S., Jia H., Chen, Z., Li Q., Xu C. (2020). Water-energy nexus and energy efficiency: A systematic analysis of urban water systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 134 110381. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020>
- Carvalho-Santos C., Monteiro A.T., Azevedo J.C. et al. (2017). Climate Change Impacts on Water Resources and Reservoir Management: Uncertainty and Adaptation for a Mountain Catchment in Northeast Portugal. *Water Resour Manage* 31 3355–3370. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1672-z>
- CMB (2018). Tarifário de abastecimento de água: Município de Bragança (Edital n.º 63/2018). <https://www.apfn.com.pt/estudoagua/2018/ficha59.pdf>, acedido a 11 de janeiro de 2020
- Deacon C., Samways M. J., Pryke J. S. (2018). Artificial reservoirs complement natural ponds to improve pondscape resilience in conservation corridors in a biodiversity hotspot. *PloS ONE* 13(9) e0204148. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204148>

- Diretiva das Águas Subterrâneas: Diretiva 2006/118/EC de 12 de dezembro. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0118&from=HR>, acedido a 26 de julho de 2021
- Diretiva Quadro da Água (2000). Diretiva 2000/60/EC de 23 de outubro. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0060-20141120&from=LV>, acedido a 26 de julho de 2021
- ERSAR (2019). *Dados e indicadores do ciclo de avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores relativos a 2019- Água*. <http://www.ersar.pt/pt/setor/factos-e-numeros/dados-de-base>, acedido a 26 de julho de 2021
- Geraldes A. M., Boavida M.J. (2005). Seasonal water level fluctuation: Implications for reservoir limnology and management. *Lakes and Reservoirs: Research & Management* 10 59-69. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2005.00257.x>
- Hirsch P.E., Schillinger S., Weigt H., Burkhardt-Holm P. (2014). A Hydro-Economic Model for Water Level Fluctuations: Combining Limnology with Economics for Sustainable Development of Hydropower. *PLoS ONE* 9 (12) e114889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114889>
- INE (2021). *Censos 2021*. https://censos.ine.pt/scripts/db_censos_2021.html, acedido em 28 de julho de 2021
- Jeong S., Park, J. (2020). Evaluating urban water management using a water metabolism framework: A comparative analysis of three regions in Korea. *Resources. Conservation and Recycling* 155, 104597. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104597>
- King S., Kenway S. K., Renouf M. A. (2019). How has urban water metabolism been communicated? Perspectives from the USA, Europe and Australia. *Water Sci Technol* 79 (9) 1627–1638. doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2019.139>
- Krolová M., Cízková M., Hejzlar J., Poláková S. (2013). Response of littoral macrophytes to water level fluctuations in a storage reservoir. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 408:07 <https://doi.org/10.1051/kmae/2013042>
- Monteiro L., Pissarra P., Mendes M.P. (2021). *Rega de espaços verdes urbanos com água para Reutilização: o que esperar?* Resumos do 15º Congresso da Água. APRH. Lisboa, de 22 a 26 de março de 2021. <https://www.aprh.pt/congressoagua2021/trabalhos.html>, acedido a 26 de julho de 2021
- Morais T. J. S. (2019). *Avaliação do potencial de eficiência hídrica num edifício público da cidade de Bragança: o caso do Centro Escolar da Sé*. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção, Instituto Politécnico de Bragança
- Moss B. (2008). The kingdom of the shore: achievement of good ecological potential in reservoirs. *Freshwater Reviews* 1 29-42. <https://doi.org/10.1608/FRJ-1.1.2>
- ONU (2016). *Agenda 2030 Para o Desenvolvimento Sustentável*. https://unric.org/pt/wp-content/uploads/sites/9/2019/01/SDG_brochure_PT-web.pdf, acedido a 18 de julho 2022
- PNUEA (2012-2020) *Programa Nacional Para o Uso Eficiente Da Água (Implementação 2012-2020)*. APA. <https://apambiente.pt/agua/programa-nacional-para-o-uso-eficiente-da-agua>, acedido a 10 de julho de 2021
- Renouf M. A., Serrao-Neumann S., Kenway S. J., Morgan E. A., Low Choy, D. (2017). Urban water metabolism indicators derived from a water mass balance - Bridging the gap between visions and performance assessment of urban water resource management. *Water research* 122, 669–677. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.05.060>
- Silva F.C.M. (2015). *Avaliação da capacidade reativa de solos residuais destinados à infiltração de águas residuais tratadas*. Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade da Beira Interior
- SNIRH (1995-2020). Sistema Nacional de Recursos Hídricos: Dados Sintetizados - Características das albufeiras. <https://snirh.apambiente.pt/>, acedido a 10 de julho de 2021
- Soares P.M.M., Cardoso R.M., Ferreira J.J. et al. (2015). Climate change and the Portuguese precipitation: ENSEMBLES regional climate models results. *Clim Dyn* 45 1771–1787 <https://doi.org/10.1007/s00382-014-2432-x>

- Trindade do Rêgo M. (2016). *Uso Eficiente da Água na Rega de Espaços Verdes Urbanos de Enquadramento*. Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura paisagista. Universidade do Porto
- Vale P.L. (2019). *Estudo de viabilidade de eficiência hídrica no Centro Escolar de Santa Maria da Cidade de Bragança*. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção, Instituto Politécnico de Bragança
- Zavattieri C.S. (2020). *Uso eficiente de água nas piscinas municipais da cidade de Bragança*. Dissertação de Mestrado em Engenharia da Construção, Instituto Politécnico de Bragança
- Zohary T., Ostrovsky I. (2011). Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters* 1 47-59. <https://doi.org/10.5268/IW-1.1.406>