

O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA GESTÃO DOS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA

Marta Cabral^{1,*}, Dídía Covas¹

¹CERIS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001, Lisboa, Portugal.

*marta.f.cabral@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

Esta comunicação tem como objetivo discutir o impacto das alterações climáticas na gestão dos sistemas urbanos de água e analisar medidas de adaptação já implementadas ou planeadas para fazer face aos efeitos causados pelos eventos extremos, como sejam secas e inundações. São apresentados três casos de estudo de sistemas urbanos de água, localizados em Portugal continental, com diferentes finalidades e desafios associados às alterações climáticas, em especial a diminuição das disponibilidades hídricas e a ocorrência de períodos com elevada precipitação. Entre as principais medidas analisadas, destaca-se a redução de perdas de água, a utilização de origens de água alternativas para rega ou fins não potáveis, a construção de novas infraestruturas e a monitorização dos sistemas, incluindo a monitorização de consumos e pressões de água e de níveis de profundidade de aquíferos. Importa aprofundar o conhecimento dos efeitos das alterações climáticas nos sistemas urbanos de água através da utilização de dados com elevada fiabilidade e recorrendo a técnicas de modelação e inteligência artificial sem descorar o papel importante da governança na gestão dos recursos hídricos.

Palavras-Chave

Alterações climáticas, Sistemas urbanos de água, Medidas de adaptação

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas e, conseqüentemente, a ocorrência de eventos meteorológicos extremos, como sejam secas e inundações, colocam sob pressão a disponibilidade dos recursos hídricos em todo o mundo. É esperado que, até 2030, metade da população mundial viva em áreas com escassez de água devido à ocorrência de eventos meteorológicos extremos cada vez mais frequentes e intensos e ao crescimento populacional em áreas urbanas [1]. Na atual conjuntura das alterações climáticas torna-se imperativo garantir uma gestão integrada, sustentável e resiliente dos sistemas urbanos de água, incluindo a acessibilidade ao recurso em condições ótimas de qualidade da água e de pressão, bem como a recolha e tratamento de águas residuais, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente [2].

Portugal, sendo um país situado na zona mediterrânea, encontra-se especialmente vulnerável às alterações climáticas devido ao aumento da temperatura e à diminuição da precipitação. Os fenómenos climáticos extremos tendem a ser mais frequentes e intensos e com maiores impactos sociais, ambientais e humanos, em particular em zonas costeiras, sendo a gestão e

SMART WATER:

Transição hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

planeamento integrado dos recursos hídricos e dos sistemas urbanos de águas uma preocupação para as entidades gestoras e decisores políticos. O ano de 2022 registou fenómenos de temperaturas extremas em todo o continente, tendo sido classificado em seca severa ou extrema, situação que obrigou o Governo a tomar medidas de restrições no uso da água, nomeadamente ao nível da utilização da energia hídrica para produção de eletricidade. Esse ano foi, também, caracterizado por uma seca hidrológica em que, das 58 albufeiras monitorizadas, três apresentaram disponibilidades hídricas superiores a 80% do volume armazenado e 32 apresentaram disponibilidades inferiores a 40% do volume armazenado (Figura 1). O ano de 2022, em especial o mês de dezembro, ficou também marcado por fenómenos de elevada precipitação na região de Lisboa que provocaram inúmeras inundações na cidade com prejuízos humanos e materiais.

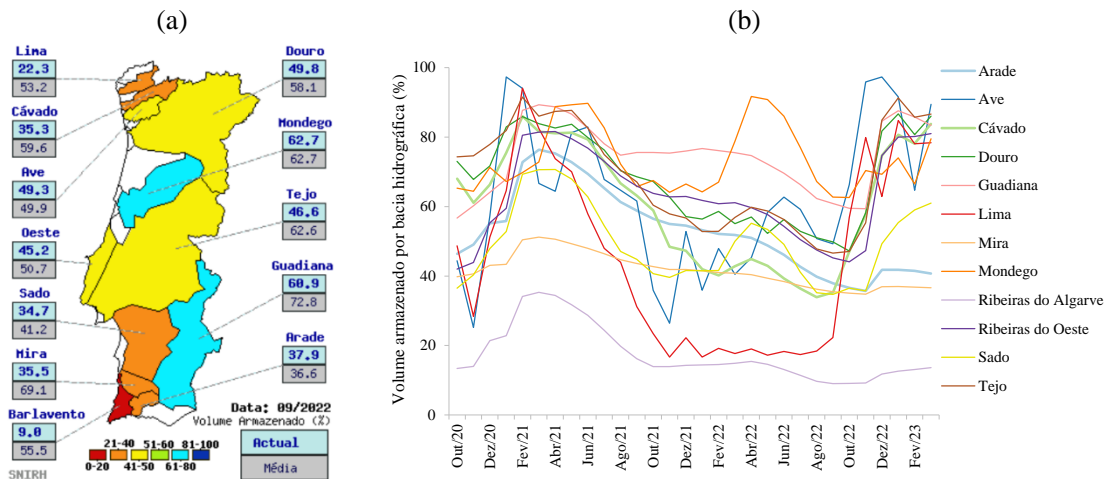


Figura 1. Albufeiras em Portugal [3]: (a) volume de água armazenado em setembro de 2022; e (b) evolução do volume de água armazenado entre dezembro de 2020 e dezembro de 2022

Esta comunicação tem como objetivo discutir o impacto das alterações climáticas na gestão dos sistemas urbanos de água e analisar as medidas de adaptação já implementadas ou previstas por diferentes entidades gestoras para fazer face aos efeitos causados pelos eventos extremos, como sejam secas e inundações. Estas medidas de adaptação podem incluir alterações na configuração dos sistemas, construção de novos ativos ou alteração dos modos de operação. Para o efeito, são analisados e discutidos três casos de estudos localizados em Portugal continental correspondendo a sistemas urbanos de água com diferentes desafios associados às alterações climáticas.

2. CASOS DE ESTUDO

São analisados três casos de estudo de sistemas urbanos de água localizados em Portugal continental com as seguintes características:

- Caso de estudo 1: sistema de distribuição de água com elevada sazonalidade e elevado consumo de água para rega gerido pela entidade gestora Inframoura.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

- Caso de estudo 2: sistema de abastecimento e distribuição gerido pela entidade gestora Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Almada (SMAS de Almada).
- Caso de estudo 3: sistema de gestão de águas residuais que inclui a recolha, o tratamento e a rejeição de efluentes domésticos e urbanos gerido pela entidade gestora Águas do Tejo Atlântico, S.A. (AdTA).

Na Figura 2 apresenta-se um conjunto de indicadores relevantes para a análise da resiliência dos sistemas urbanos de água estudados. Os valores destes indicadores constam do Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP) que é elaborado pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) [4]. O índice do conhecimento infraestrutural tem como objetivo avaliar o conhecimento que a entidade gestora detém das suas diversas infraestruturas, podendo variar entre 0 e 200. As três entidades gestoras estudadas apresentam valores elevados deste índice, demonstrando que se tratam de entidades com recursos humanos, tecnológicos e financeiros acima da média do panorama nacional para o setor.

Os restantes indicadores apresentam valores de referência para a qualidade do serviço podendo esta ser classificada como insatisfatória, mediana e boa, e estando-lhes associadas as cores vermelho, amarelo e verde, respetivamente. Os indicadores de perdas de água e reabilitação de condutas são analisados apenas para as entidades Inframoura e SMAS de Almada, apresentando o mesmo valor para o indicador de reabilitação de condutas (associado a uma qualidade de serviço insatisfatória) e diferentes valores para o indicador de perdas de água. Para ambos os indicadores, estas duas entidades gestoras apresentam valores inferiores ao valor médio nacional.

Os indicadores de reabilitação de coletores e ocorrência de inundações foram estudados para a entidade AdTA, apresentando valores inferiores à média nacional e associados a uma qualidade de serviço insatisfatória. Estes resultados mostram a vulnerabilidade do sistema de gestão de águas residuais estudado aos fenómenos associados às alterações climáticas.

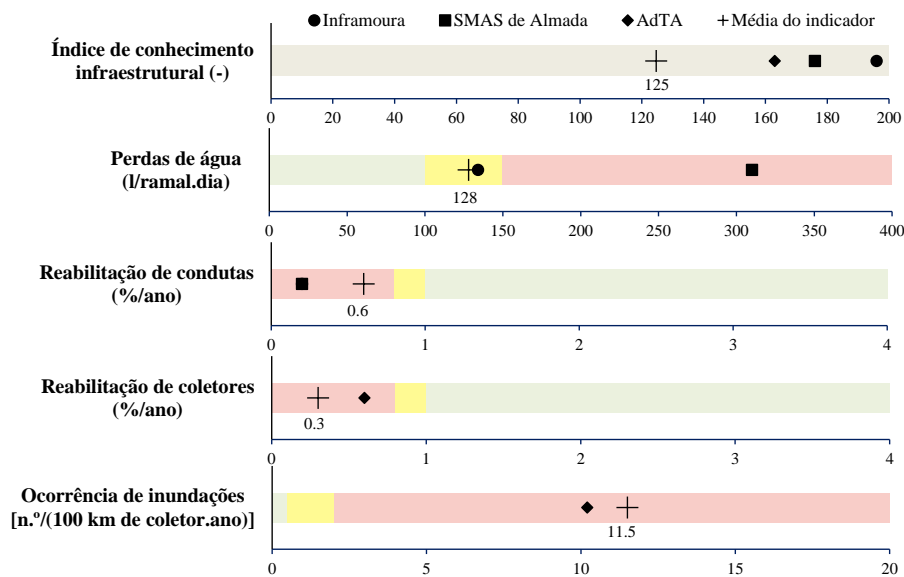


Figura 2. Indicadores mais relevantes para a análise da resiliência dos sistemas urbanos de água (adaptado de [4])

SMART WATER:

Transição hacia sistemas inteligentes, sostenibles e resilientes

3. INFRAMOURA (CASO DE ESTUDO 1)

2.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMAS DE DISBRIBUIÇÃO DE ÁGUA

O primeiro caso de estudo representa um sistema de distribuição de água localizado no sul de Portugal, composto por cinco subsistemas com um comprimento total de 110 km de condutas com uma idade média de 37 anos. O sistema abastece cerca de 4 hm³ de água anualmente através de três origens de água: pontos de entrega do sistema adutor gerido pela Águas do Algarve (AdA) e duas captações próprias usadas exclusivamente para rega de espaços públicos, limpeza urbana e desobstrução de coletores. Este sistema insere-se numa região turística e com elevada sazonalidade, cujo consumo de água no período de verão é cerca de quatro a cinco vezes superior ao consumo de inverno (Figura 3a) e o consumo de água para rega corresponde a 60% do consumo total (Figura 3b).

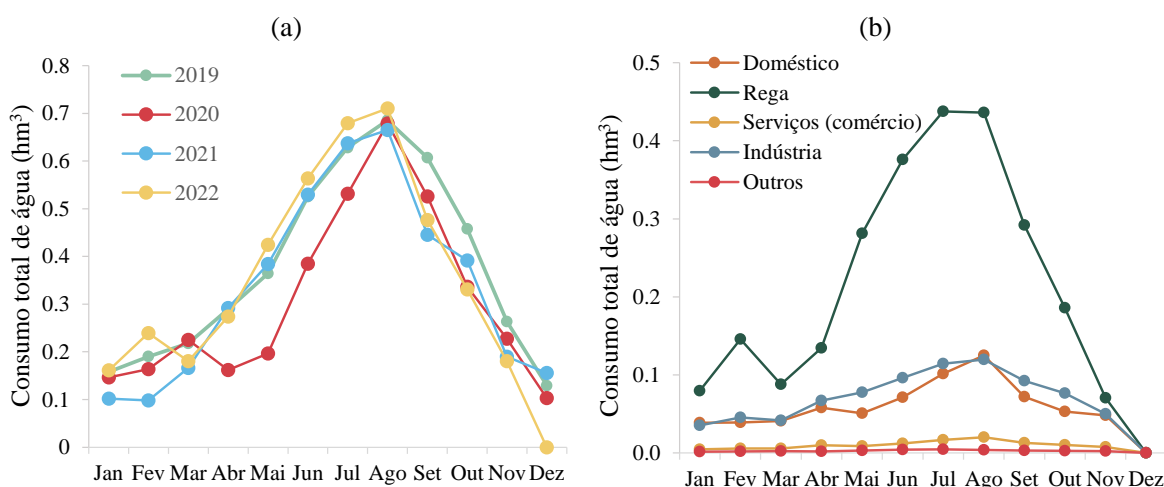


Figura 3. Consumo total de água por mês: (a) entre 2019-2022; e (b) dividido pelo tipo de consumo para o ano de 2022

2.2 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

Até à data, a Inframoura não necessitou de alterar a configuração do sistema nem o seu modo de operação para garantir a distribuição de água para consumo humano e rega, em períodos de maior seca. No entanto, e atendendo aos períodos de seca que têm assolado a região sul de Portugal e às suas previsões para os próximos anos, esta entidade gestora tem em curso medidas relacionadas com a utilização de origens de água alternativas para a rega dos espaços verdes públicos, nomeadamente a construção de um sistema de distribuição de água residual tratada, designadas por *Água para Reutilização* (ApR), e a captação direta de água de nível freático. Em conjunto, estas duas medidas irão reduzir em 55% o consumo de água para rega de espaços públicos que representam 50 ha, correspondente a um volume total anual de 187 659 m³.

A construção de um sistema de ApR encontra-se atualmente em fase de projeto e será composto por um reservatório com estação elevatória associada e uma rede de distribuição em polietileno de alta densidade (PEAD) com, aproximadamente, 9,9 km de comprimento que ligará o reservatório a 38 pontos de consumo, já existentes e atualmente servidos por água potável. Estima-se o custo de construção desta obra em 1,5 M€,

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

A captação direta de água de nível freático consiste na extração de água de uma cave de um empreendimento privado e no seu bombeamento para um coletor público pluvial; local a partir do qual a água é dirigida para um reservatório. Neste sistema, a origem de água atual é um ponto de entrega do sistema adutor da AdA. Esta ação encontra-se, atualmente, em fase de término de obra. A obra em questão incluiu a abertura de vala para a implementação de um reservatório em PEAD de 40 m³ de capacidade e uma estação hidropressora, com dois grupos de bombas (1 + 1 de reserva), instalados em paralelo. O custo total de adjudicação da obra é 54 153 €, incluindo construção civil, equipamentos e instalações elétricas.

4. SMAS DE ALMADA (CASO DE ESTUDO 2)**3.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMAS DE DISBRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

O segundo caso de estudo representa um sistema de abastecimento de água gerido pela entidade gestora SMAS de Almada. Este sistema urbano de água está localizado na região centro do país, abrange um território com 71 km² e abastece uma população de 177 268 habitantes. O sistema de abastecimento de água é garantido por 32 furos de captação no aquífero Tejo-Sado com níveis freáticos variáveis entre as cotas 92.00 e 512.00 e um volume anual médio de água captada de 17.7 hm³ (Figura 4). As condutas de distribuição de água apresentam um comprimento total de 797 km.

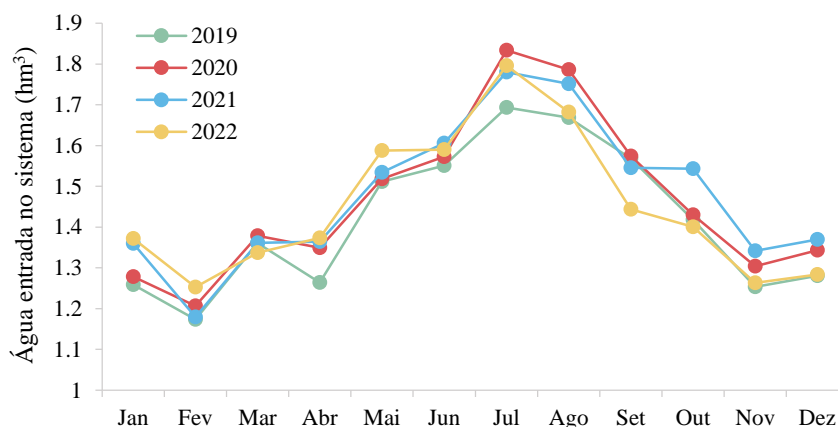


Figura 4. Água entrada no sistema

3.2 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

Diversas medidas de adaptação às alterações climáticas têm sido implementadas pela entidade gestora na última década, destacando-se as seguintes:

- Monitorização em tempo real do nível de água no Aquífero Tejo-Sado nas zonas de captação de Almada (início em 2010).
- Instalação de sistemas de telemetria nos grandes clientes e nos consumidores domésticos (início em 2015).
- Criação de uma equipa dedicada à gestão de perdas de água e participação em 2014 na 1ª edição do projeto colaborativo iPerdas promovido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Instituto Superior Técnico (IST), Addition, Lda. e Universidade Politécnica de Valência (ITA).

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

- Implementação de sistemas de rega inteligente (início em 2020).
- Aquisição de equipamento de elevada eficiência energética (e.g., bombas) e hídrica (e.g., aspersores de rega) (início em 2020).
- A utilização de origens de água alternativas (início em 2021).
- Adaptação da pressão de água às necessidades reais dos clientes através de válvulas reductoras de pressão, reduzindo as perdas de água (início em 2022);
- Aquisição e utilização de software de gestão de perdas e de pressões na rede adutora e de distribuição (início em 2022);
- Construção de novas infraestruturas através de captação de água (obra em curso, início em 2021);
- Utilização de água residual tratada na estação de tratamento de águas residuais (ETAR) de Almada para fins múltiplos não potáveis na própria ETAR.
- Estudo de soluções de dessalinização da água do mar.

5. ÁGUAS DO TEJO ATLÂNTICO (CASO DE ESTUDO 3)

4.1 DESCRIÇÃO DO SISTEMAS DE GESTÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS

O terceiro caso de estudo corresponde a um sistema multimunicipal de gestão de águas residuais localizado na região centro do país e gerido pela AdTA. Este sistema maioritariamente unitário é constituído por uma rede de transporte com um comprimento total de 25 km. A ETAR de Alcântara, também conhecida como Fábrica da Água, foi construída em 1980 e reabilitada em 2010, estando dimensionada para tratar um equivalente populacional de 756 000 habitantes, ao qual corresponde um caudal médio de 181 453 m³/dia (em tempo seco).

A capacidade atual do sistema de saneamento é insuficiente para o tratamento do caudal afluyente em períodos de elevada precipitação, colocando em risco a saúde pública e a proteção do ambiente. Esta situação é especialmente gravosa na zona baixa de Alcântara, local em que as inundações são frequentes em períodos de elevada precipitação. É apresentado na Figura 5(a) o caudal afluyente à ETAR de Alcântara para no periodo entre 2020 e 2022. Verifica-se uma variabilidade significativa do caudal afluyente ao longo do ano podendo no período de inverno ser o dobro do caudal afluyente no verão. Na Figura 5(b) apresenta-se o detalhe do caudal afluyente à ETAR durante o mês de dezembro de 2022, que ficou marcado por fenómenos de elevada precipitação, verificando-se uma relação direta entre os fenómenos de precipitação e os caudais afluyentes.

SMART WATER:

Transição hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

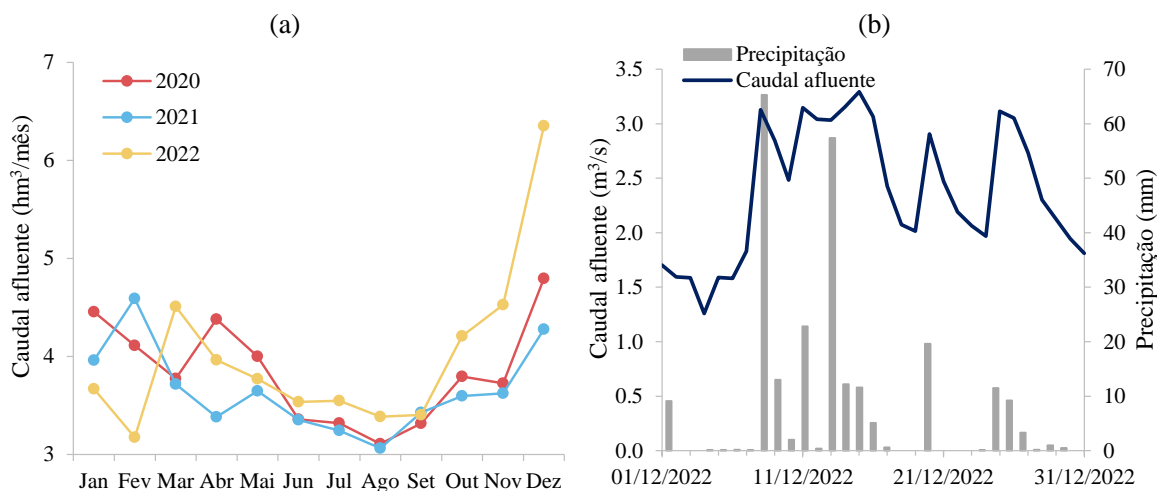


Figura 5. Caudal afluente à ETAR: (a) entre 2020-2022; e (b) detalhe para o mês de dezembro e valores de precipitação obtidos na estação meteorológica de Caneças [6]

4.2 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

O Município de Lisboa desenvolveu e aprovou o Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) em 2015, tendo nesse âmbito concebido, em conjunto com a AdTA, um sistema integrado de dois túneis de drenagem destinados ao escoamento das águas pluviais, com um comprimento total de 5.47 km e um diâmetro 5.5 m [7]. Será ainda construída uma bacia de retenção/antipoluição com um volume de 16 440 m³ e uma profundidade de 20 m, e com capacidade para pré-tratar caudais até 44 m³/s [8]. O valor total de investimento do PGDL é cerca de 250 M€, a implementar num período de 15 anos, tendo conclusão prevista para o ano de 2030. A implementação deste plano contribuirá para a redução dos impactos relacionados com a gestão das águas pluviais através da retenção dos caudais pluviais que normalmente inundam a zona baixa da cidade, do pré-tratamento do volume de água retido e do encaminhamento do mesmo para a ETAR de Alcântara, em condições normais de funcionamento e com maior eficiência.

Importa salientar que os sistemas de tratamento de águas residuais têm um papel fundamental na ApR para fins múltiplos não potáveis e, conseqüentemente, na redução do consumo de água potável. Em 2021, apenas 30 entidades gestoras em Portugal produziram ApR, correspondendo a 8.2 hm³ (cerca de 1.2 % da água residual tratada em estações de tratamento) [4]. Em 2022, na AdTA, produziu-se 2.9 hm³ de ApR (para uso interno e externo) e representa um aumento de 15% face ao valor de 2021.

6. CONCLUSÕES

As alterações climáticas são um dos grandes desafios mundiais, afetando em especial o setor da água, nomeadamente pela ocorrência de fenómenos extremos, como sejam secas e inundações. A resiliência das infraestruturas e a eficiência das operações tem de ser garantida em cenários cada vez mais exigentes e incertos. As entidades gestoras representam um papel fundamental na adaptação da gestão dos sistemas urbanos de água às alterações climáticas, mas também na mitigação e combate a estes fenómenos através de medidas de eficiência hídrica, neutralidade energética e economia circular.

SMART WATER:

Transición hacia sistemas inteligentes, sostenibles y resilientes

Esta comunicação teve como objetivo apresentar três casos de estudo localizados em Portugal continental para analisar o impacto das alterações climáticas na gestão dos sistemas urbanos de água. Entre as principais medidas analisadas, destaca-se a redução de perdas de água, a utilização de origens de água alternativas para rega ou fins não potáveis, a construção de novas infraestruturas e a monitorização do sistema, incluindo a monitorização de consumos de água, de pressões e de níveis de água de aquíferos.

Importa aprofundar o conhecimento dos efeitos das alterações climáticas nos sistemas urbanos de água através da utilização de dados com elevada fiabilidade e recorrendo a técnicas de modelação e inteligência artificial sem descorar o papel importante da governança na gestão dos recursos hídricos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às entidades gestoras que colaboraram na realização deste estudo e forneceram os casos de estudo, em particular à Eng.^a Soraia Almeida da Inframoura, ao Eng. Paulo Gonçalves e ao Eng. Jorge Barroso dos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Almada e à Eng.^a Carla Cupido, à Eng.^a Ana Sofia Santos e à Eng.^a Rita Lourinho das Águas do Tejo Atlântico, S.A. Um agradecimento também à Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) pelo financiamento UIDB/04625/2020 ao CERIS (Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability).

REFERÊNCIAS

- [1] World Bank (2018). Building the Resilience of WSS Utilities to Climate Change and Other Threats – A Road Map. World Bank, Washington, DC.
- [2] Hoekstra, A. Y., Buurman, J., & Van Ginkel, K. C. (2018). Urban water security: A review. *Environmental research letters*, 13(5), 053002
- [3] SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (2022). https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=1.3&sbaciaid=&szonas=&salbufeirasimbolo=&n_mesBOLETIM=09&n_anoH=2021. Acedido a 14/02/2023.
- [4] Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) (2023). Relatório Anual dos Serviços de Águas e Resíduos em Portugal (RASARP), Volume 1 – Caracterização do setor de águas e resíduos. ISBN: 978-989-8360-43-4.
- [5] Silva, A.M. (2012). Desenvolvimento de um Modelo Estatístico para o Controlo da Condutividade da Água dos SMAS de Almada. MSc thesis. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal.
- [6] SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (2022). <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=2&idItem=1>. Acedido a 14/02/2023.
- [7] Cupido, C., Frazão, A., Oliveira, C., Proença, S., Ferreira, J.S., Botelho, P. (2021). Bacia de retenção/anti-poluição, infraestrutural multimunicipal na gestão das águas pluviais na cidade de Lisboa. Encontro Nacional de Entidades Gestoras de Água e Saneamento (ENEG), 23-26 novembro de 2021, Vilamoura, Portugal.
- [8] Guerreiro, A., Monteiro, A., Ferreira, F., Braunschweig, F., Simões, J., Guimarães, J., Matos, J.S., Estudante, M., Pinheiro, M., Ribeiro, P., Oliveira, R.P., Leboeuf, Y., Fernandes, Z. (2015). Plano Geral de Drenagem de Lisboa 2016-2030. Câmara Municipal de Lisboa.