



## REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS TRATADAS PARA REGA DE UM LARANJAL - IMPLICAÇÕES NAS EMISSÕES DE CARBONO

Flávia RESENDE<sup>1</sup>, Duarte MARINHO<sup>1</sup>, Jaime ANÍBAL<sup>1,2</sup>, António MARTINS<sup>3</sup>, Amílcar DUARTE<sup>4,5</sup>,  
Manuela MOREIRA DA SILVA<sup>1,2</sup>

1. Instituto Superior de Engenharia, Universidade do Algarve, Campus da Penha 8005-139 Faro – Portugal, [fcresende@ualg.pt](mailto:fcresende@ualg.pt), [janibal@ualg.pt](mailto:janibal@ualg.pt), [msanti@ualg.pt](mailto:msanti@ualg.pt),
2. Centro de Investigação Ambiental Marinha e Ambiental (CIMA)  
Universidade do Algarve, Campus de Gambelas 8005-139 Faro – Portugal
3. Águas do Algarve (AdA), Rua do Repouso, n° 10, 8000-302 Faro – Portugal
4. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas 8005-139 Faro – Portugal
5. Instituto Mediterrâneo para Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento (MED)

### RESUMO

Este trabalho realizou-se no Algarve em 2019, com o objetivo de avaliar a possibilidade da reutilização do efluente tratado da ETAR Faro Noroeste para rega de um laranjal. Monitorizou-se a quantidade e a qualidade do efluente tratado para verificação do cumprimento dos requisitos definidos nas recentes orientações legais na Europa. Procedeu-se à caracterização do solo e da água subterrânea utilizada até agora para a rega, para se analisar a evolução que poderá ocorrer. Durante o período experimental, inventariaram-se os consumos energéticos associados à movimentação da água, comparando-se o cenário da rega do laranjal com a água subterrânea com o cenário da rega com efluente tratado. Com base nos consumos energéticos destes dois cenários de rega, foram estimadas as emissões de carbono no sistema ETAR-Laranjal. Confirmou-se a aptidão do efluente tratado para a rega do laranjal, em termos qualitativos e quantitativos. Verificou-se que a utilização de água residual tratada permite reduzir a captação de água subterrânea e 21,5 % dos fertilizantes de síntese aplicados. Com a melhoria do controlo do sistema de rega, reduzem-se também os consumos energéticos e as perdas de água por evapotranspiração. Associando a redução do volume de água para rega com a redução da aplicação de fertilizantes de síntese, constatou-se que a reutilização de água residual urbana tratada será uma ferramenta para a descarbonização do sistema avaliado.

**Palavras-Chave:** reutilização de águas residuais urbanas, rega agrícola, descarbonização

### 1. INTRODUÇÃO

Numa região como o Algarve, com características Mediterrânicas e particularmente vulnerável ao efeito das alterações climáticas, a gestão sustentável dos recursos hídricos representa um desafio complexo. A maioria dos cursos de água, corresponde a ribeiras que não apresentam caudal no período estival, pelo que a água, enquanto suporte da biodiversidade, é um recurso escasso. A procura de origens alternativas de água para os diversos usos é da maior importância, nomeadamente para a rega, que representa o maior consumo de água à escala global (FAO, 2015). No ciclo urbano da água, o tratamento dos efluentes urbanos representa uma etapa crucial, em termos ambientais e da qualidade de vida das populações. Muitos são os aspetos a melhorar no funcionamento da grande maioria das Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), nomeadamente os grandes consumos energéticos e a descarga dos efluentes tratados no meio natural. A potencial reutilização destes efluentes tratados, sobretudo para a rega, pode assim representar uma importante medida para a diminuição da pressão sobre os recursos hídricos. As concentrações de nutrientes (azoto e fósforo) presentes nos efluentes tratados poderá servir para reduzir a utilização de fertilizantes agrícolas (Bdour *et al.*, 2009). Paralelamente, a reutilização de efluentes urbanos tratados poderá também representar uma diminuição dos consumos energéticos associados às bombagens necessárias para movimentação e armazenamento de água, considerando o cenário atual de rega com água subterrânea (Mo & Zhang, 2012). A reutilização de águas residuais tratadas, sendo da maior



importância, só deve ser feita quando estão garantidos requisitos de qualidade físico-química e microbiológica que não ponham em risco a sustentabilidade ambiental e a saúde pública. Este trabalho teve como objetivo avaliar a água residual tratada, como origem alternativa ao uso da água subterrânea para a rega de um laranjal, diante dos desafios à adaptação às alterações climáticas na região do Mediterrâneo.

## 2. ENQUADRAMENTO

A escassez de água afeta mais de 40 % da população global e está a aumentar. Mais de 1.7 mil milhões de pessoas vivem atualmente em bacias hidrográficas em que a procura excede a capacidade de recarga (United Nations, 2019). A gestão sustentável dos recursos hídricos, em zonas como o Mediterrâneo, exige soluções integradas e capazes de fornecer respostas ao atual aumento das necessidades de água, nomeadamente para a agricultura, enfrentado os efeitos das alterações climáticas e assegurando a sustentabilidade socioeconómica e dos ecossistemas (Saliba *et al.*, 2018). Em regiões costeiras como o Algarve, a rega agrícola representa 66 % dos consumos. Em termos de origens de água, os aquíferos asseguram 87 % da procura (Nunes *et al.*, 2019). Considerando a necessidade de desenvolvimento de ferramentas para identificação e uso de origens alternativas de água, a Organização Mundial da Saúde estabeleceu um guia para aplicação do Plano de Segurança do Saneamento (PSS) que apresenta a aplicação prática dos Guias da OMS de 2006 para o Uso Seguro de Águas Residuais, Dejetos e Águas Cinzentas. De realçar que neste guia, está incluída uma abordagem sobre a gestão dos riscos associados ao uso das águas residuais tratadas (World Health Organization, 2016). De acordo com a Proposta do Parlamento Europeu para reutilização de água para rega agrícola, onde se estabelece a qualidade mínima e os requisitos mínimos de gestão dos riscos (European Parliament, 2020), esta água residual tratada enquadra-se na classe C, tratando-se de uma cultura arbórea, de um alimento que pode ser consumido cru (laranja) e em que a parte comestível não entra em contacto direto com a água residual tratada. Em Portugal, os requisitos legais da água destinada à rega são definidos no Decreto Lei 236/98 anexo XVI, que estabelece os valores máximos recomendados (VMR) e admissíveis (VMA).

## 3. METODOLOGIA

O presente estudo realizou-se de março a setembro de 2019, envolvendo a ETAR Faro Noroeste e o laranjal adjacente. Esta ETAR foi dimensionada para tratar águas residuais de 44 500 habitantes da região assegurando tratamento secundário e desinfecção. Os três setores considerados neste laranjal correspondem a 5,1 ha cultivados com ‘Valencia Late’ (*Citrus sinensis*) enxertada em citranjeira ‘Troyer’. Atualmente a cultura é regada com água subterrânea, através de um sistema gota-a-gota e fertirrega. Foram realizadas seis amostragens do efluente tratado, de abril a julho de 2019, durante a manhã, aproximadamente à mesma hora. Para os parâmetros físico-químicos, fizeram-se amostras compostas representativas de um período laboral (24 h), no tanque anterior ao sistema de desinfecção, utilizando-se um amostrador automático. Os parâmetros microbiológicos foram quantificados à saída do sistema de desinfecção por UV. As amostras de água subterrânea recolheram-se mensalmente, entre março e julho de 2019, de manhã, aproximadamente à mesma hora. A amostragem do solo fez-se em março de 2019, recolhendo-se três amostras em cada setor, à profundidade de 5 a 10 cm, junto às raízes das laranjeiras, nas zonas abrangidas pela rega. Em laboratório fez-se uma amostra de solo composta, representativa de cada setor. Nos laboratórios da AdA e no Laboratório de Engenharia Sanitária da UAlg procedeu-se à quantificação de: nitratos, amónia, azoto total, fosfatos, sulfatos, boro, pH, condutividade, sólidos dissolvidos totais, sólidos suspensos totais, cloretos, turvação, matéria orgânica, textura e carência bioquímica de oxigénio, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e *Enterococcus faecalis*. As emissões de carbono associadas à bombagem de água para rega foram calculadas utilizando o fator de conversão de Grandunjon (2019).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Quantidade de água subterrânea captada e de água residual urbana tratada

Comparando o histórico da quantidade de efluente tratado disponível (informação fornecida pela AdA), com o histórico de consumos da água subterrânea captada para a rega da área em estudo (obtido por cálculo, considerando os consumos energéticos nas faturas da EDP e o caudal nominal da bomba), verificou-se que a quantidade de água residual tratada pela ETAR é muito superior às necessidades de rega. Mesmo em alturas de



consumos máximos de água para rega, na época de verão, a produção de água residual tratada por esta ETAR, devido ao aumento da população associado à sazonalidade do turismo no Algarve, é cerca de 20 vezes superior às necessidades deste laranjal.

#### **4.2 Caracterização da água residual tratada, da água subterrânea e do solo**

Os parâmetros avaliados no efluente tratado cumpriram os requisitos de qualidade necessários para a rega, de acordo com a legislação atual, exceto para os cloretos e sólidos dissolvidos totais, os quais apresentaram valores médios de 311 mg/L e 1132 mg/L, respetivamente. De notar que a água subterrânea utilizada há 26 anos para a rega, cumpre os requisitos definidos no Decreto Lei 236/98 anexo XVI, exceto também para cloretos e sólidos dissolvidos totais. Neste estudo, a água subterrânea apresentou concentrações médias de 395 mg/L de cloretos e 1040 mg/L de sólidos dissolvidos totais, sendo provável a existência de intrusão salina neste aquífero. Estes valores de sólidos dissolvidos totais podem ocasionar a colmatção do sistema de rega, assim como estas concentrações de cloretos podem provocar a salinização do solo. No entanto, o laranjal tem sido regado com esta água subterrânea e os solos apresentam características pouco salinas (condutividade inferior a 0.7 dS/m), sugerindo que para o local em estudo esses parâmetros não têm tido grande impacto.

A água residual urbana tratada apresentou, no período experimental, concentrações médias de azoto de 3.26 mg/L  $N-NH_4^+$ , o que representa 21.5 % do total de azoto fornecido a esta cultura de laranjeiras através de fertirrega. Este facto mostra que a reutilização deste efluente tratado pode diminuir a quantidade de fertilizantes de síntese azotados aplicados na cultura, com vantagens ambientais e económicas.

#### **4.3 Emissões de carbono**

A emissão de carbono média referente aos anos 2017 e 2018, associada ao atual sistema de rega e utilizando-se água subterrânea, foi de 3.4 t  $CO_2e$ /ano. Neste estudo, verificou-se que existem pelo menos duas oportunidades para a redução destas emissões de carbono. Passando-se a reutilizar água residual tratada, e considerando um sistema de bombagem com a mesma potência do já existente, deve ser instalado um temporizador que ative a rega, apenas em horário de vazio, reduzindo as perdas por evaporação, a quantidade de água fornecida para suprir as necessidades hídricas das plantas, o tempo de bombagem, os consumos energéticos e assim, as emissões de carbono. Por outro lado, deve ajustar-se a quantidade de fertilizantes de síntese a aplicar na cultura, nomeadamente de fertilizantes azotados, considerando o aporte de 21,5 % já assegurado na rega com efluente tratado. A redução das emissões de carbono, associada a estes dois aspetos

### **5 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos demonstraram que a ETAR Faro Noroeste produz efluente tratado em quantidade e qualidade adequadas à rega deste tipo de cultura agrícola. Comprovou-se que a reutilização de água residual tratada irá diminuir o consumo de água subterrânea na rega, aumentando a sua disponibilidade para outros usos, como a produção de água para consumo humano e permitindo preservar o papel ecológico do aquífero. A reutilização também irá permitir reduzir em 21.5 % a quantidade de fertilizantes de síntese aplicados na cultura, sem comprometer a produção nem a segurança ambiental. Com uma programação mais eficiente do horário de rega e com a redução da quantidade de fertilizantes de síntese aplicados, considerando a proximidade da ETAR ao laranjal, a reutilização da água residual tratada irá contribuir de forma relevante para a diminuição das emissões de carbono associadas ao sistema ETAR-laranjal. Desta forma, mostrou-se que a reutilização representará vantagens económicas e ambientais, numa lógica de economia circular. Atendendo aos resultados deste trabalho, parece da maior importância a realização de mais estudos sobre reutilização de águas residuais urbanas tratadas para rega de plantas ornamentais e/ou agrícolas, numa lógica de circularidade e de proteção ambiental.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores deste estudo querem agradecer à AdA pelo apoio, disponibilização dos dados e de água residual tratada para a realização dos ensaios, e ao proprietário do laranjal pela disponibilização de alguns dados e por toda a colaboração.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bdour, A. N., Hamdi, M. R., & Tarawneh, Z. (2009). Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region. *Desalination*, 237(1), 162–174.
- Mo, W., & Zhang, Q. (2012). Can municipal wastewater treatment systems be carbon neutral? *Journal of Environmental Management*, 112, 360–367.
- Saliba, R., Callieris, R., D'Agostino, D., Roma, R., & Scardigno, A. (2018). Stakeholders' attitude towards the reuse of treated wastewater for irrigation in Mediterranean agriculture. *Agricultural Water Management*, 204, 60–68.

## LEGISLAÇÃO

Decreto-Lei nº 236/98 de 01 de agosto. Diário da República nº 176/98 - I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa.

## REFERÊNCIAS INTERNET

- European Parliament. Proposta de Regulamento: Requisitos mínimos para a reutilização da água residual tratada. Disponível em: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10278-2019-INIT/en/pdf> / Acesso em 06 de janeiro 2020.
- FAO (2015). Consumo de água anual per capita 2015. Disponível em: de Maps and spatial data website: <http://www.fao.org/nr/water/aquamaps/>. Acesso em 25 de janeiro de 2019.
- Grandunion. (2019). Origem da Energia—Particulares | EDP. Disponível em: edp-Eletricidade e gás no mercado livre website: <https://www.edp.pt/origem-energia/>. Acesso em 20 de setembro de 2019.
- Nunes, J. P., Morais, I., & Dias, L. Plano Intermunicipal—Adaptação as alterações climáticas do Algarve (p. 264) [Relatório Setorial]. Obtido de AMAL – Comunidade Intermunicipal do Algarve. Disponível em: <http://amal.pt/atividades/alteracoes-climaticas/alteracoes-climaticas-algarve/> / Acesso em 12 de fevereiro de 2019.
- United Nations. Water and Sanitation [UN]. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-and-sanitation/> / Acesso em 25 de janeiro de 2019.
- World Health Organization. (2016). Planeamento de Segurança do Saneamento: Manual Para o Uso e Eliminação Segura de Águas Residuais, Águas Cinzentas e Dejetos. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/171753/9789248549243-por.pdf;jsessionid=21CEF79DB1CDE3E6AF7BA29B2673B30C?sequence=5> / Acesso em 15 de janeiro de 2019.