



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## PROJETO HYDROREUSE – TRATAMENTO E REUTILIZAÇÃO DE ÁGUAS RESIDUAIS AGROINDUSTRIAIS UTILIZANDO UM SISTEMA HIDROPÓNICO INOVADOR COM PLANTAS DE TOMATE

Ana R., PRAZERES<sup>1,2,\*</sup>; Silvana, LUZ<sup>1,3,5</sup>; Luís, MADEIRA<sup>1</sup>; Ricardo, SANTOS<sup>1</sup>; Sara, BRITO<sup>1,3</sup>; Mariana, REGATO<sup>3</sup>; Adelaide, ALMEIDA<sup>3</sup>; Teresa, CARVALHOS<sup>3</sup>; Maria, PEREIRA<sup>3</sup>; Arlindo, GOMES<sup>4</sup>; Rogério, SIMÕES<sup>4</sup>; Patrícia, PALMA<sup>3</sup>; Liliana, MARUM<sup>1,2</sup>; Fernando, BELTRÁN<sup>5</sup>; António, ALBUQUERQUE<sup>4</sup>; Javier, RIVAS<sup>5</sup>; Eliana, JERÓNIMO<sup>1,2</sup>; Fátima, CARVALHO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL)/Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), Beja, Portugal

<sup>2</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Universidade de Évora, Évora, Portugal

<sup>3</sup> Escola Superior Agrária de Beja, Instituto Politécnico de Beja (IPBeja), Rua Pedro Soares, Apartado 6155, 7800-295, Beja, Portugal

<sup>4</sup> Universidade da Beira Interior (UBI) & FibEnTech - Materiais Fibrosos e Tecnologias Ambientais, Rua Marquês de Ávila e Bolama, 6201-001, Covilhã, Portugal

<sup>5</sup> Departamento de Ingeniería Química y Química Física, Universidad de Extremadura, Av. Elvas s/n, 06071, Badajoz, Espanha

\*ana.prazeres@cebal.pt

### Resumo

As águas residuais agroindustriais, de uma forma geral, são caracterizadas por elevados teores de matéria orgânica, fósforo, óleos e gorduras, sólidos suspensos (SS), apresentando coloração e odores desagradáveis, o que associado ao elevado volume de efluentes gerados constituem atualmente um dos grandes problemas ambientais. Estas características tornam os efluentes agroindustriais difíceis e dispendiosos de tratar. Os sistemas de tratamento e armazenamento de efluentes geralmente utilizados pelas agroindústrias, tais como lagoas de evaporação, sistemas aeróbios e anaeróbios, não são os mais eficazes para a descarga destes efluentes.

Como forma de colmatar essa problemática, o projeto HYDROREUSE foi desenvolvido com o objetivo de tratar e reutilizar as águas residuais agroindustriais de queijarias, adegas, lagares e matadouros. Assim, pretende-se desenvolver uma linha de tratamento e reutilização composta por tecnologias inovadoras, economicamente viáveis e de baixo impacto ambiental, nomeadamente, um pré-tratamento, sistema biológico e processos de oxidação.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Após o pré-tratamento, os efluentes constituem soluções nutritivas, cuja principal função será alimentar um sistema hidropónico inovador de dupla função, permitindo a produção de frutos de tomate compatíveis com as necessidades do mercado e a purificação do efluente através da absorção e captação dos nutrientes pelas plantas de tomate. Os efluentes hidropónicos serão tratados por processos de oxidação para permitir a sua descarga no meio recetor ou reutilização na agricultura ou indústria.

O projeto HYDROREUSE pretende promover o aumento da disponibilidade de água tratada, que pode ser reutilizada para inúmeros fins (rega, lavagens de pavimentos, etc.); reduzir os impactes ambientais e de saúde pública gerados pelas descargas destes efluentes em meio hídrico; reutilizar os efluentes como soluções nutritivas para a produção de frutos de tomate e tratar o efluente para que este seja descarregado em meio hídrico, cumprindo com os parâmetros definidos no Decreto-Lei nº. 236/98 de 1 de Agosto.

**Palavras-chave:** águas residuais agroindustriais, contaminação, tratamento, reutilização, meio hídrico, agricultura.

**Tema:** Água, agricultura, alimentação e florestas



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## 1. INTRODUÇÃO

A carência de água para a agricultura, indústria e setor doméstico na maioria dos países mediterrânicos tem aumentado. Portugal, Espanha, Itália e Grécia são alguns dos países que sofrem com esta realidade. As alterações climáticas com escassez de água também tem levado ao aumento da procura por fontes alternativas de água para os diferentes usos. A reutilização de águas residuais domésticas na agricultura e aquacultura tem surgido como uma opção promissora em vários países desenvolvidos e em desenvolvimento (Chung et al., 2011; Rana et al., 2011).

A agroindústria constitui uma atividade com grande importância na região do Alentejo, gerando grandes quantidades de águas residuais com forte impacto na saúde pública e ambiente. Assim, estas águas podem ser responsáveis por contaminação de solos e águas superficiais e subterrâneas, bem como eutrofização e depleção de oxigénio. Das agroindústrias com mais expressão no Alentejo pode-se destacar as queijarias, adegas, lagares e também matadouros, cujos efluentes podem chegar a valores de 1 a 9 litros de água residual por cada litro de leite utilizado no processo de fabrico do queijo (Prazeres et al., 2012; Henares, 2015), 1 a 3,5 litros de água residual por cada litro de vinho produzido (Montalvo et al., 2010), 0,8 a 7,5 litros de água residual por cada litro de azeite produzido (Jordão, 2014) e cerca de 2 a 8 litros de água residual por quilograma de peso vivo (Brolls and Broughton 1981).

Estas águas residuais apresentam elevado teor de matéria orgânica, sólidos, óleos e gorduras e nutrientes. Além disso, libertam fortes odores e apresentam pHs extremos. No entanto, podem ser fontes de matéria orgânica, nutrientes e água para a agricultura. A utilização de águas residuais no solo pode trazer benefícios económicos e ambientais. Contudo, quando realizada a longo prazo pode levar à contaminação de solos e águas subterrâneas e superficiais e acumulação de tóxicos (Chung et al., 2011; Prazeres et al., 2013; Prazeres et al., 2014).

O crescimento e desenvolvimento de plantas utilizando sistemas hidropónicos alimentados com águas residuais tratadas pode ser uma opção ambientalmente sustentável para a reutilização de águas, minimizando as consequências negativas. Nesta alternativa, as águas residuais constituem fontes de água, matéria orgânica e nutrientes para o crescimento e desenvolvimento de plantas, ao mesmo tempo que, a água residual sofre tratamento pela utilização de nutrientes e matéria orgânica pelas plantas.

Neste sentido, pode referir-se a produção de vegetais e plantas como alface Mignonette Green e Romaine, *Datura innoxia* e espinafre de água, em sistemas hidropónicos alimentados com águas residuais domésticas ou municipais, o que permitiu a redução da carência química



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

e bioquímica de oxigénio (CQO e CBO), mas também de sólidos suspensos (SS), fósforo, azoto e potássio nas águas residuais (Boyden and Rababah, 1996; Cui et al., 2003; Vaillant et al., 2003).

## **2. APRESENTAÇÃO E OBJETIVOS DO PROJETO**

O HYDROREUSE – Tratamento e reutilização de águas residuais agroindustriais utilizando um sistema hidropónico inovador com plantas de tomate trata-se de um projeto de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico (IC&DT) que está a ser desenvolvido pelo Centro de Biotecnologia Agrícola e Agro-Alimentar do Alentejo (CEBAL) e pelo Instituto Politécnico de Beja (IPBeja). Este projeto conta também com o apoio técnico-científico da Unidade FibEnTech da Universidade da Beira Interior e do Grupo TRATAGUAS da Universidad de Extremadura e com cinco parceiros industriais: matadouro Sapju Carnes, S.A., Queijaria Guilherme, Adega Ribafreixo Sociedade Agrícola, Lda., Lagar Belloliva, Lda. e a exploração agrícola de produção de morangos por hidroponia PaxBerry, Lda. O projeto HYDROREUSE está alinhado com a estratégia de I&I para uma especialização inteligente para o Alentejo nos domínios de especialização “Alimentação e Floresta” e “Economia dos Recursos Minerais, Naturais e Ambientais” (Prazeres et al., 2016).

O projeto HYDROREUSE visa estudar novas soluções para a gestão das águas residuais de agroindústrias características da região do Alentejo, designadamente, queijarias, lagares, matadouros e adegas. Neste sentido, o projeto pretende desenvolver uma linha de tratamento composta por tecnologias atrativas do ponto de vista económico e ambiental (Figura 1). A linha de tratamento pretende produzir efluentes para descarregar no meio hídrico ou reutilizar na agricultura ou indústria. Assim, estão a ser desenvolvidos pré-tratamentos, sistema biológico e processos de oxidação para conseguir reduzir o nível de contaminação destas águas residuais.

As soluções adotadas permitem reduzir a dependência da fertilização comercial normalmente utilizada na agricultura, uma vez que visa a reciclagem de matéria orgânica, nutrientes e água provenientes das águas residuais agroindustriais para o desenvolvimento de plantas. Além disso, estas soluções permitem aumentar as fontes de água alternativas em zonas com escassez de água e reduzir o nível de contaminação provocada pelas agroindústrias através de processos físico-químicos e biológicos. O projeto HYDROREUSE aborda a sustentabilidade ambiental, dado que reutiliza águas residuais agroindustriais por sistema biológico com plantas, avaliando também a qualidade dos produtos produzidos.



**Figura 1.** Linha de tratamento para águas residuais agroindustriais no âmbito do projeto HYDROREUSE

1. Tanque de adição de precipitante químico
2. Tanque de sedimentação
3. Sistema hidropónico alimentado com águas residuais pré-tratadas para crescimento de plantas de tomate
4. Aplicação de efluente hidropónico no solo para rega de plantas de tomate
5. Filtração em areia de lamas residuais

### 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O projeto HYDROREUSE pretende desenvolver a linha de tratamento e reutilização para as águas residuais agroindustriais através da realização de vários objetivos específicos, nomeadamente:





7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

- estudo das características físico-químicas e avaliação do risco ambiental das águas residuais agroindustriais brutas,
- avaliação e desenvolvimento de processos físico-químicos para o pré-tratamento das águas residuais agroindustriais brutas com vista à redução da carga orgânica e nutricional e produção de soluções nutritivas para a agricultura,
- utilização das águas residuais agroindustriais pré-tratadas no desenvolvimento de sistema biológico de hidroponia com duas funções principais: produção de frutos com características comercializáveis e redução do nível de contaminantes nas águas residuais,
- avaliação das propriedades das águas residuais resultantes do sistema hidropónico, bem como caracterização das plantas e frutos produzidos no sistema hidropónico,
- avaliar a eficiência de processos de oxidação para reduzir o nível de contaminação dos efluentes hidropónicos.

#### **4. ETAPAS DO PROJETO**

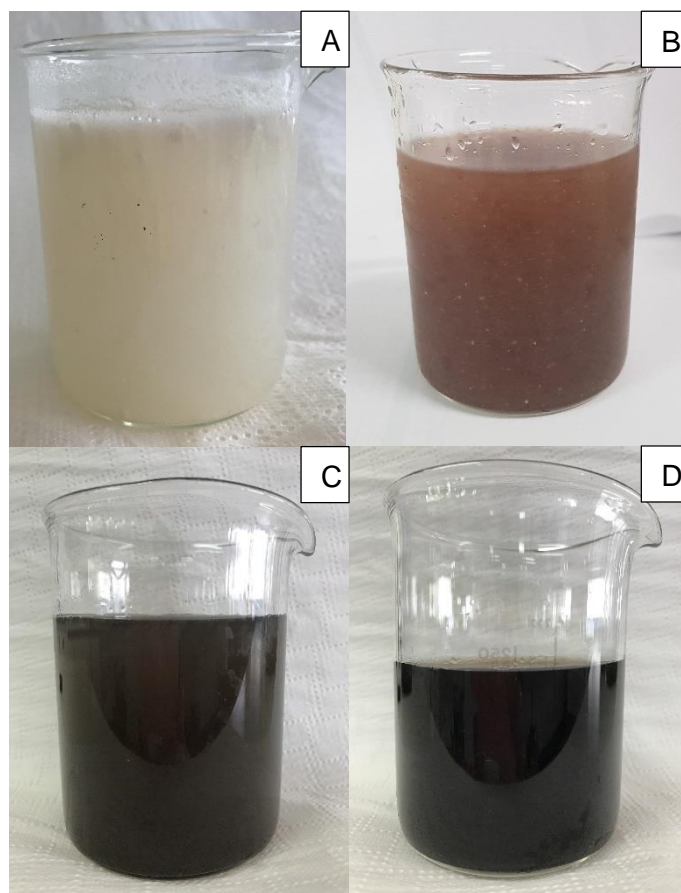
O projeto HYDROREUSE está organizado em sete fases diferentes.

Na primeira fase está a ser realizada a caracterização físico-química e a avaliação do risco ambiental dos quatro tipos de águas residuais em estudo (matadouros, adegas, lagares e queijarias, Figura 2). Nesta fase, as águas residuais foram caracterizadas em termos de pH, condutividade, turvação, CQO, fósforo total, cálcio, magnésio, alcalinidade à fenolftaleína e alaranjado de metilo, dureza total e cálcica, fenóis totais e absorvâncias características.

Na segunda fase, as águas residuais agroindustriais brutas estão a ser tratadas por processos de precipitação e oxidação não só para reduzir a carga orgânica e nutricional mas também para produzir soluções nutritivas que possam ser utilizadas na produção de plantas com valor comercial. Esta etapa permite também a produção de lamas ricas em matéria orgânica e nutrientes que podem ser utilizadas como corretivos organominerais. Após aplicação do pré-tratamento, as águas residuais pré-tratadas serão utilizadas como soluções nutritivas em sistema hidropónico para crescimento de plantas de tomate. O sistema hidropónico será utilizado não só para a produção de frutos, mas também para o tratamento das águas (Fase 3).

O efeito da reutilização das águas residuais por sistema hidropónico será avaliado nas plantas com determinação de parâmetros físico-químicos e moleculares (Fase 4). Na Fase 5 e 6, será realizada a caracterização físico-química e microbiológica dos frutos de tomate na colheita e na pós-colheita. As propriedades dos efluentes hidropónicos serão avaliadas para determinar a necessidade de aplicação de processos de oxidação para redução do seu nível de

contaminação, com vista à descarga em meio hídrico ou reutilização na agricultura ou indústria (Fase 7).



**Figura 2.** Águas residuais provenientes de queijaria (A), matadouro (B), adega (C) e lagar (D)

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Operacional Regional do Alentejo (ALENTEJO 2020, Portugal 2020) pelo co-financiamento do projeto HYDROREUSE - Tratamento e reutilização de águas residuais agroindustriais utilizando um sistema hidropónico inovador com plantas de tomate (ALT20-03-0145-FEDER-000021), através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER). Os autores agradecem a cedência de águas residuais as seguintes empresas: matadouro Sapju Carnes, S.A., Queijaria Guilherme, Adega Ribafreixo Sociedade Agrícola, Lda. e Lagar Belloliva, Lda.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Silvana Luz agradece também à FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia pela concessão de bolsa de doutoramento (SFRH/BD/129849/2017).



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boyden B.H., Rababah A.A. (1996). Recycling nutrients from municipal wastewater. Desalination 106 (1-3), 241–246.

Brolls E.K., Broughton M. (1981). The treatment of effluents arising from the animal by-products industry. In Food Industry Wastes: Disposal and Recovery. Eds. A Herzka and R.G. Booth. Applied Science Publishers. London and New Jersey, 184-203.

Chung B.Y., Song C.H., Park B.J., Cho J.Y. (2011). Heavy metals in brown rice (*Oryza sativa* L.) and soil after long-term irrigation of wastewater discharged from domestic sewage treatment plants. Pedosphere 21 (5), 621–627.

Cui L.-h., Luo S.-m., Zhu X.-z., Liu Y.-h. (2003). Treatment and utilization of septic tank effluent using vertical-flow constructed wetlands and vegetable hydroponics. Journal of Environmental Sciences 15 (1), 75–82.

Henares J.F. (2015). Caracterização do efluente de laticínio: análise e proposta de tratamento. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação (Curso Superior de Engenharia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Câmpus Campo Mourão.

Jordão P. (2014). Boas práticas no olival e no lagar. 1.<sup>a</sup> Edição. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV, I.P.).

Montalvo S., Guerrero L., Rivera E., Borja R., Chica A., Martín A. (2010). Kinetic evaluation and performance of pilot-scale fed-batch aerated lagoons treating winery wastewaters. Bioresource Technology 101 (10), 3452-3456.

Prazeres A.R., Carvalho F., Rivas J. (2012). Cheese whey management: A review. Journal of Environmental Management 110, 48-68.

Prazeres A.R., Carvalho F., Rivas J., Patanita M., Dôres J. (2013). Pretreated cheese whey wastewater management by agricultural reuse: chemical characterization and response of tomato plants *Lycopersicon esculentum* Mill. under salinity conditions. Science of the Total Environment 463-464, 943–951.

Prazeres A.R., Carvalho F., Rivas J., Patanita M., Dôres J. (2014). Reuse of pretreated cheese whey wastewater for industrial tomato production (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Agricultural Water Management 140, 87–95.





7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Prazeres A.R., Fernandes F., Afonso A., Almeida A., Regato M., Albuquerque A., Rivas J., Jerónimo E., Carvalho F. (2016). Projeto HYDROREUSE - Tratamento e reutilização de águas residuais agroindustriais utilizando um sistema hidropónico inovador com plantas de tomate. Ambiente magazine 73, 14.

Rana S., Bag S.K., Golder D., Mukherjee (Roy) S., Pradhan C., Jana B.B. (2011). Reclamation of municipal domestic wastewater by aquaponics of tomato plants. Ecological Engineering 37 (6), 981–988.

Vaillant N., Monnet F., Sallanon H., Coudret A., Hitmi A. (2003). Treatment of domestic wastewater by an hydroponic NFT system. Chemosphere 50 (1), 121–129.