

# SUSTENTABILIDADE NAS ESTUFAS DO OESTE — ESTRATÉGIA PARA O USO EFICIENTE DE ÁGUA E NUTRIENTES

Raquel Saraiva, Igor Dias, José Grego, Artur Saraiva, Margarida Oliveira  
Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Santarém

## RESUMO

A aplicação dos princípios da economia circular ao setor agrícola apresenta-se como uma oportunidade para a redução dos fatores de produção e dos custos associados. No caso da produção hidropónica em estufa, estes princípios permitem a reutilização e valorização da água e nutrientes provenientes da sua drenagem, os quais, de outro modo, acabariam descartados para o meio recetor natural, podendo provocar desequilíbrios nos ecossistemas. O projeto TomatInov, que está a ser desenvolvido em parceria entre a ESAS, Hortomaria, Olhorta, AIHO e Carmo & Silvério, visa avaliar a reutilização da drenagem resultante de estufas de tomate para a formulação de uma nova solução nutritiva, fechando o ciclo de água e nutrientes. Os ensaios estão a decorrer na região do Oeste, que representa cerca de 50% da produção hortícolas do País e os resultados revelam que não existem efeitos negativos, quer na produtividade quer na qualidade dos frutos.

**Palavras-chave:** Condução de culturas, Economia circular, Práticas hortofrutícolas, *Solanum lycopersicum* L., Uso eficiente de nutrientes.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os sistemas de hidropónia têm vindo a ganhar relevância, apesar do custo de instalação e do *know-how* necessário à sua condução, devido aos resultados positivos na produtividade e qualidade dos frutos, no controlo doenças e eliminação de problemas associados à produção em solo, tal como o aumento da salinidade (Maboko *et al.*, 2009).

A sustentabilidade das atividades agrícolas, através do uso eficiente de recursos, é de primordial importância nos tempos em que vivemos. O aumento da população mundial, a exigência dos consumidores pela disponibilidade ao longo de todo ano



de mais e melhores produtos, bem como a escassez de recursos decorrente das alterações climáticas, exercem na atividade agrícola uma ação de melhoria contínua (Pimenta Machado, 2020).

O Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) indica que, em agosto de 2020 apenas 22% do país não se apresentava em situação de seca, segundo o índice PDSI (Palmer Drought Severity Index) e o Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) mostrava um armazenamento na Bacia Ribeiras do Oeste a 45% da sua capacidade, situando-se abaixo do valor do mês médio, situação que se mantém desde outubro de 2016, com exceção do mês de setembro de 2018 (IPMA, 2020; SNIRH, 2020), o que torna premente a implementação de medidas de uso eficiente da água e de reutilização.

Nas culturas sem solo, é muitas vezes necessário utilizar solução nutritiva (SN) em excesso, por forma a colmatar as desigualdades que decorrem do sistema de distribuição. O aproveitamento das drenagens é, por isso, uma forma eficaz de otimização do uso de recursos nestas circunstâncias (Costa *et al.*, 2020). Considerando que este aproveitamento pode ser suficiente para suprir as necessidades de rega em cerca de 15% e alcançar reduções nos *inputs* de azoto e fósforo de cerca de 10% (Pimenta Machado, 2020), este é um recurso que

não pode ser desconsiderado. No entanto, é necessário monitorizar a preparação da nova SN, por forma a garantir o equilíbrio de nutrientes, assegurando simultaneamente a quantidade e qualidade da produção (Costa *et al.*, 2020).

A nova Legislação de Água para Reutilização (ApR) veio dar um passo importante na utilização de águas residuais na rega de culturas, no entanto a SN drenada de culturas sem solo não têm enquadramento nesta legislação, pois quando são encaminhadas para lagoas que não sejam reservatórios impermeabilizados, a SN encontra-se enquadrada como resíduo industrial pelo DL n.º 236/98, uma vez que corresponde à sua descarga em meio recetor natural. A reutilização da SN implicará, nalguns casos, o repensar dos sistemas existentes, com a adaptação dos mesmos para o correto encaminhamento deste recurso para um reservatório impermeabilizado dentro do sistema produtivo, possibilitando-se assim o seu tratamento e reutilização em conformidade com os requisitos legais. No entanto, o investimento necessário à implementação do sistema, aliado ao desconhecimento de estudos de caso que validem a sua utilização, provoca receios relativos à potencial propagação de microrganismos patogénicos, perda de produção e acumulação de compostos (Cliff *et al.*, 2012; Rosberga *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2017).

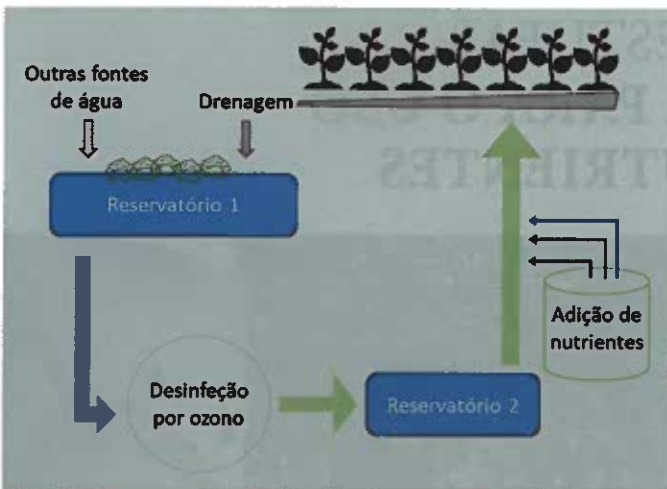


FIGURA 1. Representação esquemática do sistema de aproveitamento de drenagem.

TABELA 1. Parâmetros analisados na drenagem, após o tratamento e na solução nutritiva.

Parâmetros	Unidades	Drenagem	Após Tratamento	Solução Nutritiva
pH	Sorensen	7,2	7,1	6,6
CE	µS/m	3358	1529	2570
Bicarbonatos (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	512	512	512
Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	6,5	68,5	65,0
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	376,9	145,5	544,0
Fósforo (P)	mg/L	12,95	5,8	26,4
Sólidos Suspensos Totais (SST)	mg/L	200	5	50

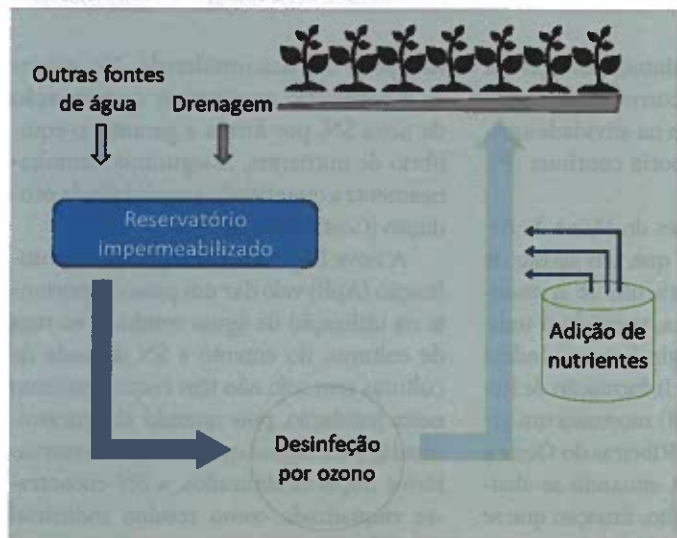


FIGURA 2. Representação esquemática do sistema fechado.

TABELA 2. Parâmetros indicadores de qualidade dos frutos.

Parâmetros	Unidades	Resultado	Valor de referência
Calibre	mm	70,1 ± 5,2	67 <sup>1</sup>
Peso	g	151 ± 27	
Sólido solúveis totais	°Brix	4,7 ± 0,3	4,8 ± 0,00 – 5,1 ± 0,06 <sup>2</sup>
Acidez titulável	% ác. cítrico	0,51 ± 0,07	0,51 – 0,78 <sup>2</sup>
pH	Sorensen	4,15 ± 0,17	4,0 – 4,5 <sup>3</sup>
Humidade	%	95,17 ± 0,44	94,5 <sup>4</sup>
Dureza	N	0,53 ± 0,12	

<sup>1</sup> Ferreira & Bernardino (2017); <sup>2</sup> Bernardo (2016); <sup>3</sup> Yara (2020); <sup>4</sup> Almeida (2006).

O projeto TomatInov desenvolve-se em estufas de produção de tomate na região do Oeste, a qual representa cerca de 50% da produção hortícolas do País, com uma produção de tomate em estufa estimada em 100 000 t/ano (Fernandes, 2018). Este estudo tem como objetivo avaliar, ao nível de um estudo de caso, a recuperação da água de drenagem resultante das estufas para a formulação de uma nova solução nutritiva (SN), fechando o ciclo de água e nutrientes numa ótica de economia circular.

## MATERIAL E MÉTODOS

O sistema em estudo (Figura 1) compreende um complexo de estufas, onde a produção de tomate cacho (Bigram) é desenvolvida em hidroponia. Os sacos de fibra de coco, perfurados na parte inferior, permitem a recolha da drenagem correspondente à água e nutrientes não utilizados pelas plantas.

A água de drenagem é recolhida e encaminhada para o primeiro reservatório (1) onde é diluída com outras fontes de água. Seguidamente, a água é filtrada e sofre desinfecção por ozono, sendo encaminhada para um novo reservatório. No momento de formulação da solução nutritiva, o pH é corrigido e os fertilizantes são adicionados automaticamente à água, entre o reservatório (2) e a estufa, com base nos valores de condutividade elétrica (CE).

Neste estudo, a fertirrigação é proporcional entre as quatro cubas existentes, que contêm as soluções de fertilizantes formuladas de acordo com as necessidades. O controlo contínuo dos parâmetros pH e CE da solução nutritiva é efetuado por forma a assegurar o valor ótimo para a cultura a cada momento do ciclo de produção.

Para a caracterização do sistema de drenagem foram realizadas recolhas de amostras, após o tratamento por ozono e na saída da fita de rega. Os parâmetros analisados foram: pH, CE, bicarbonatos, cloretos, nitratos, fósforo e sólidos suspensos totais. Os resultados foram analisados, considerando não só a reutilização de água e nutrientes, mas também a sustentabilidade do sistema. A qualidade do tomate foi determinada através de parâmetros físico-químicos e de textura (dureza), tendo para tal sido recolhidos 10 frutos x 4 plots x 4 colheitas, para avaliação de possíveis efeitos da utilização desta fonte de água e nutrientes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer da monitorização, foi detetada a presença de macrófitas aquáticas no reservatório 1, uma vez que não se encontra coberto. Após observação *in situ*, observação visual e comparação de exemplares no laboratório de micropropagação de plantas da ESAS, procedeu-se à sua identificação e à avaliação das consequências relativas à sua presença no sistema. Nesta identificação foi determinada a presença de *Lemna minor* e *Pistia stratiotes*, (lentilha-de-água e alface-de-água, respetivamente), que são amplamente utilizadas para a redução e remoção de nutrientes, compostos tóxicos, metais pesados e organismos patogénicos no tratamento de efluentes (Macário *et al.*, 2019). A sua presença pode ser um fator determinante para o bom funcionamento deste sistema, onde o produtor obtém produções elevadas e com boa qualidade dos frutos, no entanto será necessário avaliar outros estudos de caso em que não ocorra a presença de macrófitas para avaliar efetivamente o seu papel no sistema.

Os resultados obtidos (Tabela 1) permitiram determinar que a utilização da água e nutrientes provenientes da drenagem apresenta resultados positivos para a exploração uma vez que se recuperaram cerca de 50% do fósforo e 70% do azoto na forma de nitrato presente na SN o que reduz a introdução de *inputs* a jusante. No entanto, normalmente estes valores não são conhecidos, é necessário analisar a drenagem para que efetivamente estes sistemas representem uma redução dos *inputs* mantendo o equilíbrio da SN. A utilização de um reservatório fechado para o armazenamento da drenagem permitirá aumentar a taxa de reutilização efetiva dos nutrientes, mas o conhecimento da concentração de nutrientes é fundamental para a sustentabilidade do sistema. A desinfecção por ozono apresenta-se

como uma solução robusta uma vez que é um agente efetivo de desinfecção, protegendo as culturas da propagação de microrganismos patogénicos através da SN.

Como resultado da análise ao sistema implementado e da interação com o produtor, resulta uma proposta de alteração ao sistema, a qual é apresentada na Figura 2, por forma a maximizar a utilização de recursos numa perspetiva de economia circular.

### «No momento de formulação da solução nutritiva, o pH é corrigido e os fertilizantes são adicionados automaticamente à água, entre o reservatório e a estufa, com base nos valores de condutividade elétrica (CE)»

Apesar dos resultados obtidos confirmarem o conhecimento empírico adquirido pelo produtor, verificou-se que existe a possibilidade de implementação de melhorias no sistema, através da recolha da drenagem em reservatório fechado e através da reformulação do sistema, eliminan-

do-se o segundo depósito e a consequente alteração da localização do sistema de desinfecção por ozono, por forma a garantir a utilização segura desta fonte importante de nutrientes, mas também a otimização económica do sistema.

A análise de frutos resultantes da produção com este sistema, utilizando a drenagem para a formulação da nova solução nutritiva, revela que a qualidade dos frutos é adequada, encontrando-se os valores de acordo com o reportado por outros autores para a variedade de tomate em estudo (Tabela 2).

## CONCLUSÃO

Através da monitorização realizada não foi identificado nenhum inconveniente associado à reutilização da água e nutrientes provenientes da drenagem, não se tendo verificado perda de produção, aumento na incidência de doenças ou perda de qualidade dos frutos.

A caracterização e monitorização de outros casos de estudo permitirá, no futuro, o aumento do conhecimento técnico-

-científico, por forma a informar e incentivar outros produtores a adotarem este tipo de sistemas. Apesar do potencial de recuperação de fósforo e azoto na forma de nitrato alcançado neste estudo de caso ser um indicador bastante promissor, a necessidade de caracterização da drenagem é fundamental para o sucesso da reutilização de água e nutrientes sem comprometer o equilíbrio da solução nutritiva.

## AGRADECIMENTOS

O projeto TomatInov PDR2020-101-032136 é financiado pelo PDR2020 e cofinanciado pelo FEADER no âmbito da Operação — 1.0.1 Grupos Operacionais. FCT — Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/AGR/04129/2020 (LEAF).



## BIBLIOGRAFIA

Aceda à bibliografia do artigo no portal online da Agrotec.



PUB