

8 - 3 | 2020

Gestão sustentável da água em adegas nacionais – desafios atuais e futuros

Sustainable water management in national wineries - current and future challenges

Gestión sostenible del agua en las bodegas nacionales - desafíos actuales y futuros

Sara Lisboa | Artur Saraiva | Igor Dias | Raquel Saraiva | Henrique Mamede | Margarida Oliveira

Electronic version

URL: <https://revistas.rcaap.pt/uiips/> ISSN: 2182-9608

Publisher

Revista UI_IPSantarém

Printed version

Date of publication: **31st October 2020** Number of pages: **157-169**

ISSN: : 2182-9608

Electronic reference

Lisboa, S., Saraiva, A., Dias, I., Saraiva, R., Mamede, H. & Oliveira, M. (2020). *Gestão sustentável da água em adegas nacionais – desafios atuais e futuros*. Revista da UI_IPSantarém. *Edição Temática: Ciências Naturais e do Ambiente*. 8(3), 157-169. <https://revistas.rcaap.pt/uiips/>

GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM ADEGAS NACIONAIS – DESAFIOS ATUAIS E FUTUROS

Sustainable water management in national wineries - *current and future challenges*

Gestión sostenible del agua en las bodegas nacionales - desafíos actuales y futuros

Sara Lisboa

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

sara.lisboa@esa.ipsantarem.pt

Artur Saraiva

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomia,
Universidade de Lisboa, Portugal

artur.saraiva@esa.ipsantarem.pt | ORCID 0000-0001-5039-5686 | Ciência 4D1F-DDA4-9D16

Igor Dias

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development, Instituto de Investigação e
Formação Avançada, Universidade de Évora, Portugal

Centro de Investigação em Qualidade de Vida, Portugal

igor.dias@esa.ipsantarem.pt | ORCID 0000-0002-9075-9568 | Ciência CV 3913-EE5F-8399

Raquel Saraiva

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

raquel.saraiva@esa.ipsantarem.pt | ORCID 0000-0002-7761-9931 | Ciência ID 9C18-9681-D348

Henrique Mamede

INESCTEC - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência

Universidade Aberta, Portugal

hsmamede@gmail.com ORCID 0000-0002-5383-9884 | Ciência ID 7F17-9DAD-C007

Margarida Oliveira

Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food, Instituto Superior de Agronomia,

Centro de Investigação em Qualidade de Vida, Portugal

margarida.oliveira@esa.ipsantarem.pt | ORCID 0000-0003-2491-0669 | Ciência CV B71B-11DE-0042

RESUMO

Nos países do Mediterrâneo verifica-se uma preocupação crescente com a escassez de água e o seu custo, o que impõe a necessidade de implementar medidas que permitam o seu uso de uma forma eficiente e sustentável. O presente estudo teve como finalidade caracterizar os padrões de consumo de água, os objetivos e as práticas associados ao uso da água em adegas nacionais. Os resultados obtidos neste estudo, que contou com a participação de 18 adegas nacionais, indicam que mais de três quartos das adegas não conhece o seu consumo de água anual, nem a qualidade da sua água residual. No entanto, revelam preocupação relativamente a alguns indicadores de sustentabilidade. Para que a indústria vitivinícola possa integrar uma estratégia assente na economia verde é fundamental apostar na monitorização e inovação, resultando numa melhor gestão dos recursos.

Palavras-chave: boas práticas, Ecovinho & Agro, produção vinícola, reutilização, uso eficiente da água.

ABSTRACT

In the Mediterranean countries, there is a growing concern about water scarcity and its cost, which imposes the need to implement measures that allow its use in an efficient and sustainable way. This study aimed to characterize water consumption patterns, objectives and practices associated with the use of water in national wineries. The results obtained in this study, which involved the participation of 18 national wineries, indicate that more than three quarters of the wineries do not know their annual water consumption, nor the quality of their residual water. However, they show concern about some sustainability indicators. For the wine industry to be able to integrate a strategy based on the green economy, it is essential to invest in monitoring and innovation, resulting in a better resources management.

Keywords: good practices, Ecovinho & Agro; wine production, reuse, efficient water use.

1 INTRODUÇÃO

Em Portugal a indústria vitivinícola tem expressão significativa na economia, tanto local como a nível nacional. Nas relações com o exterior, este setor tem uma importância considerável na exportação de produtos nacionais, apresentando um reconhecimento crescente a nível internacional. A nível europeu, Portugal é o quinto maior produtor de vinho com cerca de 6400 milhões de litros/ano (Costa et al., 2020a, 2020b).

Nos últimos anos, verificou-se uma expansão da área regada no Sul da Europa (ex. Espanha, Portugal, França) de modo a mitigar os riscos climáticos e assegurar o rendimento e a qualidade das colheitas. Portugal, apresenta uma área cultivada de 190 000 ha, em que cerca de 10-15% desta área é regada (Costa et al., 2016, 2020a). Observa-se já uma crescente escassez de água em algumas regiões, decorrente das alterações climáticas, com especial impacto nas regiões do Alentejo e interior do Ribatejo (Fraga et al., 2018). Sendo esta situação uma realidade mundial e local dos recursos hídricos é premente otimizar a utilização dos recursos e promover o seu uso sustentável, tanto pela escassez dos mesmos, como pela minimização dos custos associados ao seu consumo excessivo.

Existem diversos programas internacionais para a sustentabilidade, implementados de forma a direcionar os viticultores e enólogos para uma utilização otimizada dos recursos, nomeadamente os programas da Califórnia (EUA), Nova Zelândia, Austrália, África do Sul, Chile, Itália, Argentina e Alemanha (Klohr et al., 2013; LRSW, 2017; Lopes, 2017; Moscovici e Reed, 2018). Em Portugal realça-se o Programa de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (PSVA), direcionado aos produtores da região do Alentejo, com o objetivo de proporcionar aos seus membros uma ferramenta que permita avaliar o desempenho das suas atividades e, simultaneamente, oferecer estratégias para aumento da competitividade e sustentabilidade das adegas da região (PSVA, 2020a). No entanto, não existe ainda um programa de sustentabilidade a nível nacional, que permita dar respostas ao setor na sua globalidade. O programa *California Sustainable Winegrowing Program* (EUA) é um dos programas de sustentabilidade mais antigos e que serve de base para muitos outros, sendo bastante completo e com linhas orientadoras claras para a gestão da água na vinha e na adega. A preocupação de conseguir que as adegas participantes tenham a capacidade de adquirir, usar, processar e descarregar água com a qualidade adequada, resulta do reconhecimento de que a água está envolvida nas principais etapas do processo vitivinícola (CSWA et al., 2012; LRSW, 2017). A *International Organisation of Vine and Wine* (OIV) da qual Portugal também é membro, propôs um conjunto de orientações para a sustentabilidade ambiental, onde naturalmente estão linhas diretoras relativamente ao consumo e gestão da água na produção do vinho. A gestão da água e das águas residuais passa por uma utilização mínima e eficiente da água, minimizando, simultaneamente, a produção das águas residuais. As linhas orientadoras aconselham a separação das águas residuais das águas pluviais, a caracterização química das mesmas com o intuito de escolher o tratamento mais adequado e a reutilização destas nas vinhas, pomares e campos (Castellucci, 2008). Embora todos estes programas tenham como critério para a certificação, a utilização eficiente da água, e apresentem diretrizes para essa utilização, tanto na rega da vinha como no uso nos restantes processos da adega, apenas alguns possuem diretrizes claras quanto às águas residuais e à forma de as reutilizar.

Na maioria dos casos, as águas residuais são usadas para a irrigação de pequenas zonas de pastagem, no entanto esta água pode trazer potenciais benefícios para a indústria vitivinícola, pois pode fornecer nutrientes importantes às culturas (Mosse et. al., 2011; 2013; Oliveira e Duarte, 2016; Howell e Myburgh, 2018). Esta reutilização está, naturalmente, associada a uma monitorização da sua qualidade e da avaliação da sua adequabilidade para o uso pretendido, maximizando a sua reutilização e minimizando os impactos ambientais. Não obstante, esta prática deverá ser controlada, avaliando os efeitos na cultura e no solo (AWWA, 1998; Day et al., 2011). Já vários estudos foram realizados com o foco da reutilização das águas residuais, no entanto os efeitos nocivos do uso de águas com baixa qualidade ou não controlada, no solo ou mesmo na planta, podem interferir significativamente nos atributos edáficos e na qualidade das culturas (Silva et al., 2011). Estudos feitos na área da reutilização de água residual tratada mostram que embora a

utilização da água residual não diluída não seja muito benéfica, mostram que a sua utilização diluída não afeta o crescimento da planta, podendo ser usada com segurança (Oliveira e Duarte, 2016). Por exemplo, na África do Sul, cerca de 95% dos produtores de vinho reutilizam as águas residuais nas suas vinhas (Van Schoor, 2005; Myburgh e Howell, 2014; Howell e Myburgh, 2018).

Existem algumas ferramentas para a avaliação da sustentabilidade que podem ser aplicadas no setor vitivinícola, tais como a avaliação da pegada hídrica e de análise de ciclo de vida. A avaliação da sustentabilidade e eficiência da utilização da água pode ser realizada com base na avaliação da pegada hídrica, um indicador baseado nos consumos de vários tipos de água (azul, verde e cinzenta), o qual considera tanto o uso direto como o indireto deste recurso (Mekonnen and Hoekstra, 2011; Ene et al., 2013; Saraiva et al., 2019; Saraiva et al., 2020).

A análise do ciclo de vida, é outra ferramenta que também pode ser utilizada com o intuito de avaliar o impacto ambiental da produção de vinho, através da inventariação e avaliação de todos os *inputs*, dos *outputs* e do processo produtivo do vinho (Costa et al., 2020b).

De um modo geral, a viticultura representa a etapa mais significativa na análise da pegada hídrica, mas uma gestão adequada das águas residuais nas adegas pode também contribuir para uma diminuição significativa da pegada hídrica (Saraiva et al., 2019). A realização de uma análise robusta da pegada hídrica e da análise do ciclo de vida depende de informações atualizadas e fiáveis por parte das adegas, as quais continuam a ser o fator crítico na sua avaliação (Costa et al., 2020b, Saraiva et al., 2020). O processo vitivinícola pode ser dividido em duas fases:

- Viticultura - instalação, manutenção, produção da vinha e a vindima;
- Enologia - receção de uvas, vinificação, maturação, estabilização e engarrafamento.

Durante todo o processo existe consumo de água elevado, seja na vinha seja nos processos vitícolas em que 70 a 90% do consumo total de água está associado à rega da vinha (Pirra et al., 2007; Dias, 2016; Coelho, 2018, Costa et al., 2016; 2020a; Matos e Pirra, 2020).

Relativamente aos consumos de água nas adegas, o PSVA refere o rácio ideal de 1 litro de água consumida por litro de vinho produzido. Na região alentejana, foram relatados consumos de água entre 1,2 e 14,4 $L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$, revelando uma elevada variabilidade, mas também um potencial de melhoria (PSVA, 2020b). Outro estudo nacional identificou consumos de 1,41 e 4,35 $L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$ (Saraiva et al., 2018), reforçando a disparidade nos valores dos consumos de água. O consumo de água na adega depende de vários fatores, como a dimensão da adega, a tipologia de vinho produzido (tintos, brancos ou especiais) e as tecnologias de higienização e vinificação disponíveis (Pirra et al., 2007; Conradie, et al., 2014; Oliveira e Duarte, 2016; Oliveira et al., 2019; Matos e Pirra 2020). A dimensão da adega mostrou ser um fator importante no que respeita aos consumos de água e à eficiência na sua utilização, normalmente as adegas de maior dimensão apresentam um uso mais eficiente dos recursos hídricos (Pirra et al., 2007; Kumar et al., 2009; Oliveira et al., 2019; Matos e Pirra, 2020). Kumar et al. (2009) mostraram que os consumos médios nas adegas australianas sem engarrafamentos eram menores (1,9 $L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$) que nas adegas com engarrafamento (3,1 $L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$). Saraiva et al. (2018) observaram a existência de maiores consumos fora da vindima, como resultado da existência da atividade de enchimento/venda de vinho predominantemente em garrafa e ao longo de todo o ano. A reutilização de água residual tratada poderia melhorar os indicadores de sustentabilidade, diminuindo a pegada hídrica e melhorando o rácio $L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$.

De um modo geral, as empresas deste setor apresentam consumos elevados de água, mas nem todas têm informação acerca dos consumos realizados. De um modo geral, apenas as adegas que estão ligadas à rede pública possuem essa informação, enquanto que as restantes desconsideram habitualmente esse controlo (Dias, 2016).

O projeto de investigação Ecovinho & Agro, tem como objetivo sensibilizar e reforçar a importância da utilização eficiente dos recursos nos vários processos envolvidos na produção de vinho. O presente estudo evidencia os perfis de consumo de água, as boas práticas implementadas e as que se encontram em implementação com vista à redução desses consumos, enquadrando os resultados por tipologia de adegas e respetiva dimensão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho teve como primeira abordagem a realização de um inquérito a nível nacional, com vista à obtenção de uma caracterização com relevância nacional, considerando diferentes tipologias e dimensões de adegas, com o objetivo de: (1) classificar as adegas de acordo com a sua dimensão, (2) observar a relação entre a produção da adegas e o respetivo rácio de consumo de água, (3) estudar a percentagem de adegas que definem objetivos de redução de consumo de água, que monitorizam e que destino dão às águas residuais. Assim, foi necessário conhecer os dados relativos a: produção anual e tipologia de vinhos produzidos; existência de linha de engarrafamento; conhecimento de consumos anuais de água; proveniência da água (captação própria, rede pública ou ambas); existência de métricas de redução de consumos de água estabelecidos; existência de sensibilização e formação dada aos trabalhadores, no que concerne às medidas de redução do consumo de água; caracterização do sistema de drenagem de águas residuais; existência de monitorização da qualidade das águas residuais; destino das águas residuais; existência de sistemas de reutilização de águas.

As adegas que responderam ao inquérito foram tipificadas quanto à sua dimensão em:

- A - muito pequenas (produção anual de 0 a 100 mil litros/ano),
- B - pequenas (produção anual de 100 mil a 500 mil litros/ano),
- C - médias (produção anual de 500 mil a 1 milhão litros/ano),
- D - grandes (produção anual de 1 milhão a 2,5 milhões litros/ano),
- E - muito grandes (produção anual superior a 2,5 milhão litros/ano).

Foram analisadas respostas de várias zonas do país, sendo a maioria da região de Lisboa e Vale do Tejo e Norte do país. Estiveram envolvidas neste estudo 18 adegas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às tipologias de adegas em estudo são apresentados revelam que a maioria das adegas são do tipo A e B com 22% e 33% de representação, respetivamente (Figura 1).

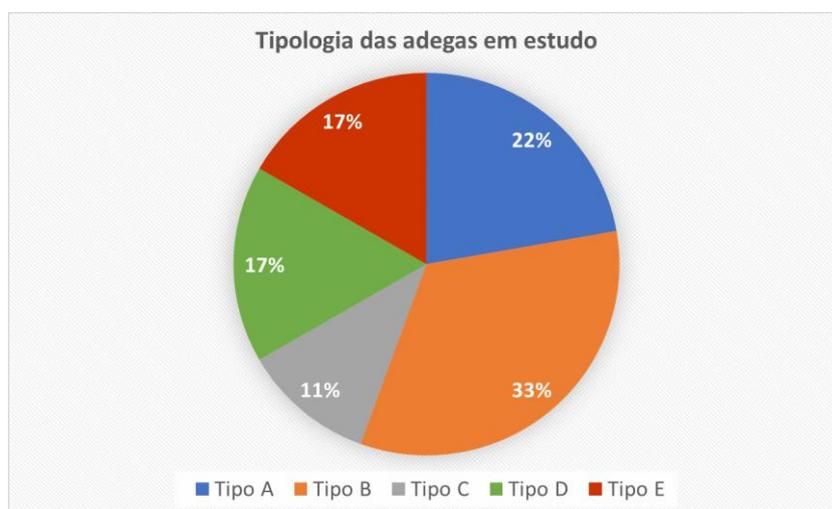


Figura 1: Tipologia de adegas em estudo.

Quanto à origem da água a maioria das adegas (67%) possui exclusivamente captação própria, 22% utilizam água da rede pública e as restantes (11%) têm abastecimento misto. Da análise dos dados, cerca de 70% das adegas de tipologia A e B, 100% das adegas de tipologia C, 30% das de tipologia D e 50% das de tipologia E apresenta captação própria.

Dada a natureza da captação, a grande maioria das adegas, não controla o consumo de água, confirmando o que vem descrito na literatura (Dias, 2016). Se olharmos para a totalidade das adegas, apenas 22% afirma conhecer os seus consumos de água, não se tendo verificado uma relação entre a dimensão e a monitorização do consumo e apenas cerca de 17% das adegas que têm captação de água própria dizem conhecer e controlar o seu consumo anual de água.

Conhecer e controlar os consumos é um dos fatores mais importantes que conduz ao uso sustentável da água. Apenas depois de se conhecer estes dados se pode determinar o rácio $L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$ que permite relacionar a produção de vinho com o consumo de água necessário à sua produção

Pelos resultados da Figura 2 pode-se verificar que os rácios apresentados estão dentro dos encontrados na literatura (Saraiva et al., 2018; PSVA, 2020b) e revelam que existe ainda margem para melhoria. Consegue-se ver uma tendência clara onde adegas com maior produção, conseguem utilizar a água de forma mais eficiente, obtendo valores para o rácio de água mais baixos.

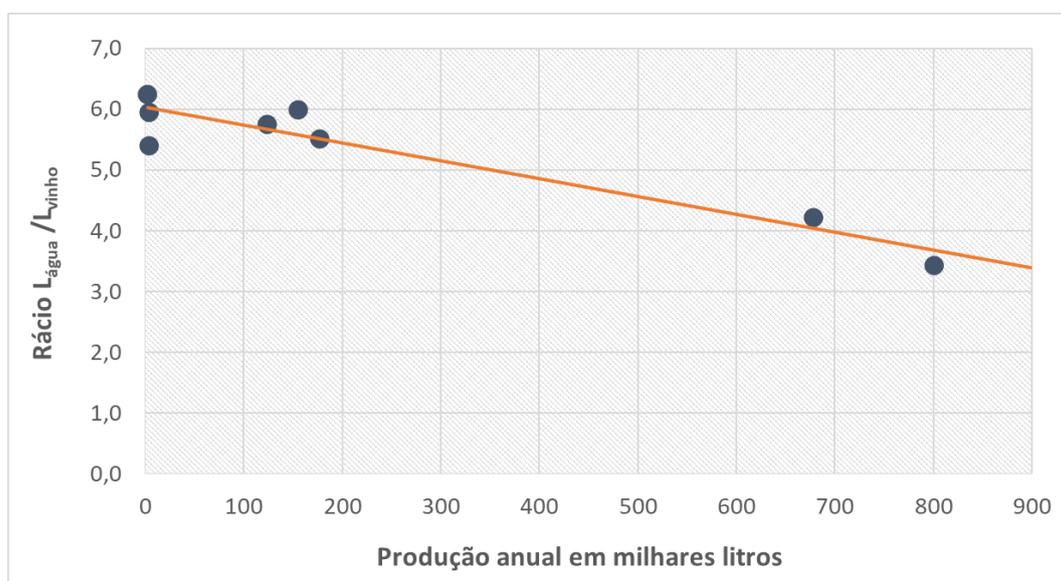


Figura 2: Relação entre a produção da adega e o respetivo rácio de consumo de água ($L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$) das adegas que conhecem os seus consumos, nos últimos 3 anos.

Embora a maioria das adegas não apresente uma comprovada preocupação em conhecer os consumos de água, cerca de 56% destas demonstra preocupação em diminuir o seu consumo, afirmando ter objetivos de redução de consumo de água e sensibilizando os seus trabalhadores para o efeito. Das 18 adegas inquiridas, 44% afirma existir formação específica nesse sentido. Relativamente à existência de objetivos de redução de consumos, apenas nas adegas de tipologia A se verifica a predominância da inexistência de objetivos de redução, em que somente 25% mostrou ter estabelecido esses objetivos. Nas restantes tipologias observa-se uma preocupação mais significativa (Figura 3). Nas adegas de maior dimensão, devido ao volume de água utilizado, os custos associados são bastante mais elevados e, conseqüentemente, uma redução de consumo tem um impacto económico mais expressivo.

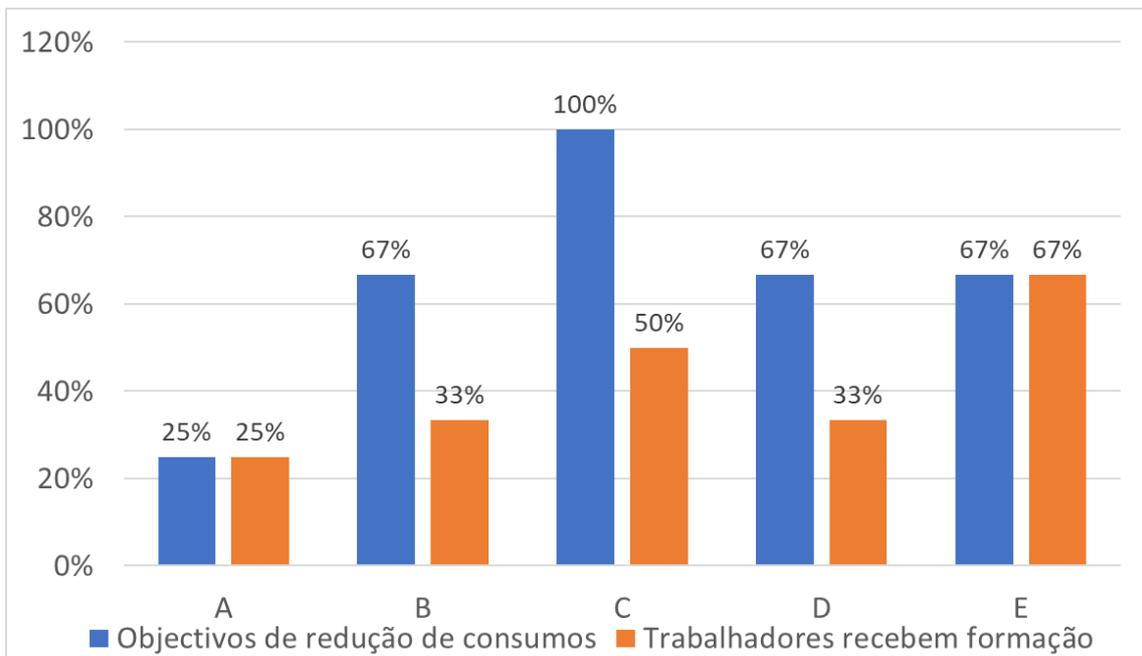


Figura 3: Percentagem de adegas que definem objetivos de redução por tipologia de adegas (A, B, C, D, E).

Existe uma tendência mais clara relativamente à tipologia de adegas que aposta na formação dos seus colaboradores como meio de promover a redução dos consumos de água (Figura 3). Pode-se observar que tendencialmente, quanto maior é a adegas, maior é a percentagem de adegas que afirmam disponibilizar formação específica para reduzir os consumos de água.

Para uma caracterização das práticas utilizadas, as adegas foram ainda questionadas acerca do sistema de drenagem de águas residuais (industrial, pluvial, doméstico), da existência de fluxos separativos, da existência de monitorização da qualidade das águas residuais e do destino das mesmas.

Relativamente ao destino que as adegas dão às suas águas residuais apenas 39% das adegas possui um sistema de tratamento próprio, sendo que a maioria envia as suas águas residuais para o coletor municipal (50%). No entanto, se analisarmos o destino da água residual por tipologia de adegas (Figura 4), pode-se observar que as adegas de maior dimensão (tipologia D+E) ainda preferem enviar as águas residuais para o coletor municipal, sem tratamento prévio (67%). Dados os consumos e as quantidades de água residual que se produz numa adegas destas dimensões, é de esperar custos associados elevados.

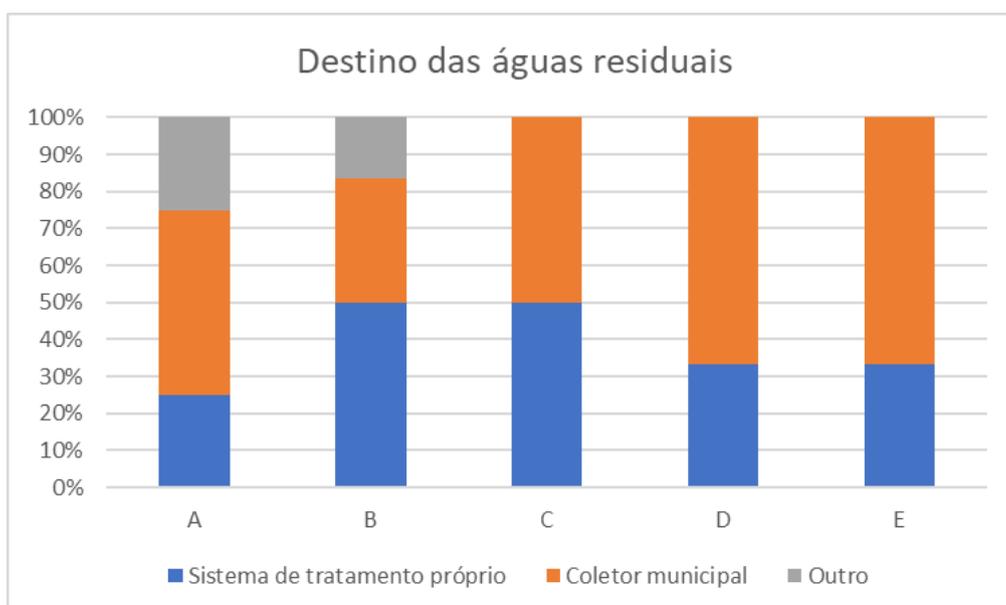


Figura 4: Destino das águas residuais por tipologia de adegas.

Relativamente aos sistemas de drenagem, o ideal é haver uma separação total dos vários fluxos de águas residuais. No entanto, apenas 35% das adegas afirma ter um sistema de drenagem de águas residuais onde essa separação se faz. A maioria (47%) tem as águas residuais industriais e as águas pluviais juntas e 18% das adegas não apresenta qualquer separação dos fluxos. A não separação do fluxo de águas pluviais sobrecarrega desnecessariamente os sistemas de tratamento, sejam municipais ou industriais, trazendo custos desnecessários.

Analisando os dados das adegas que têm tratamento de águas residuais próprio, pode-se observar mais uma vez que a maioria não faz a separação dos fluxos (57%), juntando o fluxo industrial com o pluvial. As águas da chuva são encaminhadas para o sistema de tratamento, sobrecarregando e encarecendo o processo de tratamento das águas residuais.

No que respeita à monitorização da qualidade das águas residuais geradas na adegas, apenas 53% afirma fazê-lo.

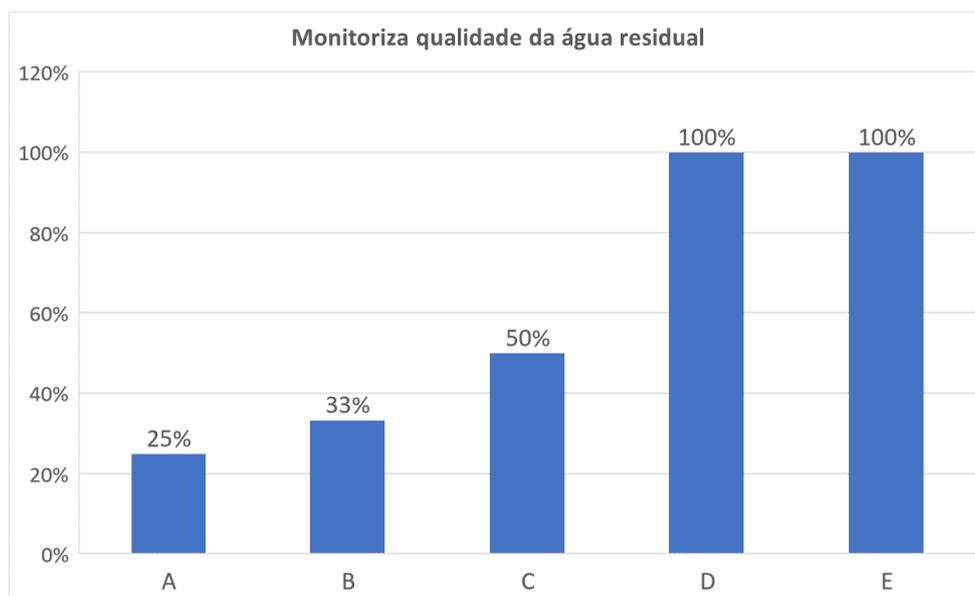


Figura 5: Monitorização da qualidade da água por tipologia de adegas.

E da análise da tipologia de adegas que faz o controlo às suas águas residuais, pode-se perceber que as adegas de maior dimensão (D+E) são as que mais controlam (Figura 5). Conseguem-se

observar uma tendência clara de que quanto maior é a adega, maior a preocupação com o controlo da qualidade da água residual. Fazendo uma comparação com os resultados do rácio de consumo de água (Figura 2), pode-se esperar melhores resultados nos indicadores da pegada hídrica para esta tipologia de adega.

Das adegas que enviam as águas residuais para coletor municipal, grande parte (50%) não faz qualquer controlo da sua qualidade (Figura 6). O envio de água não controlada e não tratada para o coletor acarreta custo às empresas, por vezes bastante avultados.

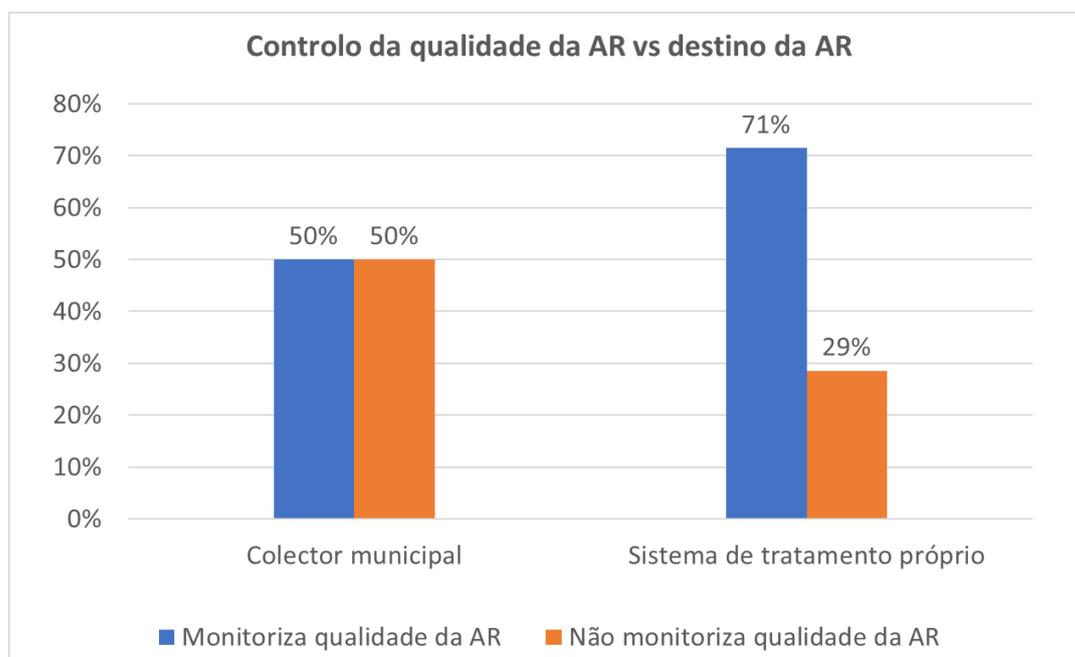


Figura 6: Controlo da qualidade das águas residuais pelas adegas cujo destino da água residual (AR) é o coletor municipal ou com sistema de tratamento próprio.

Por outro lado, pode observar-se também (Figura 6) que das adegas que têm sistema de tratamento próprio, apenas 71% faz o controlo da qualidade da água residual, mas este controlo não tem o intuito de encaminhar esta água para a reutilização. Das adegas envolvidas no estudo, nenhuma reutiliza as águas residuais tratadas para outros sistemas operacionais, nomeadamente rega. Estas águas residuais tratadas e bem controladas são uma fonte de água que poderia beneficiar a empresa e levar à poupança deste recurso.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que existe uma preocupação crescente por parte das adegas relativamente ao uso sustentável da água, apresentando a sua maioria, objetivos de redução definidos. Verificou-se que, em alguns casos, estes objetivos de redução não estão associados a métricas concretas que permitam acompanhar a evolução dos consumos e o efeito das práticas, tornando-se assim mais difícil a implementação e quantificação de melhorias. A monitorização de alguns indicadores, como é o caso do indicador de consumo de água por litro de vinho produzido, é por isso essencial para uma gestão sustentável de recursos. A maioria das adegas deste estudo indicou a existência de captação própria, como origem da água, o que favorece o desconhecimento dos consumos de água e um uso menos eficiente da mesma. A instalação de caudalímetros e o registo periódico do consumo é por isso o primeiro passo para o uso eficiente da água. A dimensão da adega é também um fator relevante no consumo de água, verificando-se a existência de uma correlação entre a dimensão da adega e o rácio de consumo ($L_{\text{água}}/L_{\text{vinho}}$), estando a maior produção associada a uma maior eficiência no uso de água. As adegas de maior dimensão

apresentaram uma maior preocupação com os seus consumos, apostando inclusive na realização de formações direcionadas à temática.

Relativamente às águas residuais, e embora seja uma fonte viável de água para a rega da vinha, nenhuma das adegas indicou a existência da sua reutilização na rega da vinha, sendo que aproximadamente metade não realiza uma monitorização periódica da sua qualidade, impossibilitando desde logo a sua reutilização. Também aqui se observou uma relação entre a tipologia e esta métrica. As adegas de maior dimensão são aquelas que mais monitorizam a água residual produzida embora, não tenham como objetivo a sua reutilização.

Com os dados recolhidos, verificou-se que existe espaço para melhoria, no entanto as adegas terão de alterar a sua estratégia, pois só após se conhecerem as métricas e os padrões de consumo de água, poderão iniciar a implementação de práticas sustentáveis, de uma forma consistente e que vá de encontro à crescente necessidade de poupança deste recurso, no contexto das alterações climáticas.

5 AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através do projeto Ecovinho & Agro POCI-01-0145-FEDER-023360, financiado pelo Compete2020 e cofinanciado pelo FEDER, no âmbito da medida Projetos Conjuntos - Qualificação das PME, FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UID/AGR/04129/2020 (LEAF) e pela Universidade de Lisboa e Instituto Superior de Agronomia, no âmbito do doutoramento de Artur Saraiva.

6 REFERÊNCIAS

- AWWA, Australian Water and Wastewater Association - National Water Quality Management Strategy. Effluent management guidelines for Australian wineries distilleries. ISSN 1038 7072 (1998)
- Castellucci F. (2008). OIV Sustainable Vitiviculture Guide: Environmental Issues (Consultado a 02/07/2020) Disponível em <http://www.oiv.int/public/medias/2089/cst-1-2008-en.pdf>
- Coelho, M. (2018). *Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Dissertação de mestrado.
- Conradie, A., Sigge, G.O., Cloete, T.E. (2014). Influence of Winemaking Practices on the Characteristics of Winery Wastewater and Water Usage of Wineries. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 35:1, 10-19. ISSN 2224-7904.
- Costa J. M, Vaz, M, Escalona J. M., Ricardo Egipto, Lopes, C. M., Medrano, H., Chaves, M. M. (2016). Modern viticulture in southern Europe: Vulnerabilities and strategies for adaptation to water scarcity. *Agricultural Water Management*, 164, 5–18. ISSN: 0378-3774.
- Costa J. M, Vaz, M, Escalona J. M., Ricardo Egipto, Lopes, C. M., Medrano, H., Chaves, M. M. (2020a). Water as a critical issue for viticulture in southern Europe: sustainability vs competitiveness. *International Viticulture and Enology Society*. ISSN: 2680-4905,
- Costa, J. M., Oliveira, M. Egipto, R. J., Cid, J. F., Fragoso, R. A., Lopes, C. M., Duarte, E. N. (2020b). Water and wastewater management for sustainable viticulture and oenology in south Portugal – a review. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 35:1 1-15. ISSN: 0254-0223.
- CSWA Sustainable Winegrowing Program (Consultado a 02/07/2020) Disponível em: https://www.sustainablewinegrowing.org/sustainable_winegrowing_program.php
- CSWA, WI, CAWG (2012). California code of sustainable winegrowing workbook, 2012 California Sustainable Winegrowing Alliance, Wine Institute, and California Association of Winegrape Growers. 3ª edição.

- Day, P. Cribb, J., Boland, A.-M., Shanahan, M., Oemcke, D., Kumar, A., Cowey, G., Forsyth, K., Burgi, A. (2011). *Winery Wastewater Management & Recycling - operational guidelines*. Grape and Wine Research and Development Corporation. Adelaide, SA
- DIAS, A. (2016). *Manual de Boas Práticas Ambientais para o Setor da Produção de Vinhos: Fase: Produção de vinho*. Escola Superior de tecnologia e gestão, Instituto Politécnico do Porto. Dissertação de mestrado.
- ENE, S.A.; Teodosiu, C.; Robu, B.; Volf, I. (2013). Water footprint assessment in the winemaking industry: A case study for a Romanian medium size production plant. *Journal of Cleaner Production*, 43, 122–135. ISSN: 0959-6526.
- Fraga, H., Atauri, I. García de Cortázar, Santos, J.A. (2018). Viticultural irrigation demands under climate scenarios. *Agricultural Water Management*, 196, 66–74.
- Howell C.L., MYBURGH, P.A. (2018). Management of Winery Wastewater by Re-using it for Crop Irrigation - A Review. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 39:1, 116-131. ISSN 2224-7904.
- Klohr, B., Fleuchaus, R., Theuvsen, L. - Sustainability, Implementation programs and communication in the leading wine producing countries. (Consultado a 02/07/2020) Disponível em <http://academyofwinebusiness.com/wp-content/uploads/2013/04/Klohr-Fleuchaus-Theuvsen.pdf>
- Kumar, A., Arienzo, M., Quayle, W., Christen, E., Grocke, S., Fattore, A., Doan, H., Gonzago, D., Zandonna, R., Bartrop, K., Smith, L., Correll, R., Kookana, R. (2009). Developing a Systematic approach to winery wastewater management. *CSIRO Land and Water Science Report*, 1-131. ISSN: 1834-6618.
- Lopes, C. W. (2017). *Promoção do uso eficiente de água e energia em unidades de produção vitivinícola: estudos de caso da Adega Cooperativa de Vidigueira, Cuba e Alvito, Herdade das Servas e Roquevale*. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Dissertação de mestrado.
- LRSW (2017). Lodi Rules for Sustainable Winegrowing - California's original sustainable viticulture certification program, Lodi Winegrape Commission, 3ª edição.
- Matos, C., Pirra, A. (2020). Water to wine in wineries in Portugal Douro Region: Comparative study between wineries with different sizes. *Science of the Total Environment*, 732, 139332.
- Mekonnen, M.M.; Hoekstra, A.Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15, 1577–1600.
- Moscovici, D., Reed, A. (2018). Comparing wine sustainability certifications around the world: history, status and opportunity. *Journal of Wine Research*, 29:1, 1-25. ISSN: 0957-1264.
- Mosse, K.P.M.; Patti A.F., Christen, E.W., Cavagnaro, T.R. (2011). Review: Winery wastewater quality and treatment options in Australia. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17, 111–122, ISSN: 1755-0238.
- Mosse, K. P. M. Leed, J., Leachmane, B. T., Parikh, S. J., Cavagnaroc, T. R., Patti, A. F., Steenwerthg, K. L. (2013). Irrigation of an established vineyard with winery cleaning agent solution (simulated winery wastewater): Vine growth, berry quality, and soil chemistry. *Agricultural Water Management*, 123, 93-102. ISSN: 0378-3774.
- Myburgh, P.A., Howell, C.L. (2014). The impact of wastewater irrigation by wineries on soils, crop growth and product quality. Water Research Commission and Winetech. WRC Report No K5/1881/14.
- Oliveira, M., Costa, J. M., Fragoso, R., Duarte, E. (2019). Challenges for modern wine production in dry areas: dedicated indicators to preview wastewater flows. *Water Supply*, 19:2 653-661.
- Oliveira, M., Duarte, E. (2016). Integrated approach to winery waste: waste generation and data consolidation. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 10:1, 168–176.

- Pirra, A. J. D; Arroja, L.; Capela, M.; Aguiar, F. B. (2007). Consumo, gestão e tratamento da água nas adegas da Região Demarcada do Douro. Hidrogeoquímica. In Actas do VI Congresso Ibérico de Geoquímica e XV Semana de Geoquímica, Vila Real. 10, 458 – 461.
- PSVAa, Programa de Sustentabilidade dos Vinhos do Alentejo (Consultado a 02/07/2020) Disponível em: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/programa-de-sustentabilidade-dos-vinhos-do-alentejo>
- PSVAb, Água (Consultado a 02/07/2020) Disponível em: <http://sustentabilidade.vinhosdoalentejo.pt/pt/melhores-praticas-na-adega/agua/reducao-de-consumos-e-gestao-de-agua-na-adega>
- Saraiva, A., Oliveira, A., Dias, I., Oliveira, M. (2018). Projeto WineWaterFootprint: Avaliação do uso eficiente da água em adegas da região sul de Portugal. *Revista da UIIPS – Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém*, VI:3, 73 - 82.
- Saraiva, A.; Rodrigues, G.; Mamede, H., Silvestre, J.; Dias, I.; Feliciano, M.; Oliveira e Silva, P.; Oliveira, M. (2019). The impact of the winery's wastewater treatment system on the winery water footprint. *Water Science and Technology*, 80:10, 1823–1831.
- Saraiva, A., Presumido, P., Silvestre, J., Feliciano, M., Rodrigues, G., Oliveira e Silva, P., Damásio, M., Ribeiro, A., Ramôa, S., Ferreira, L., Gonçalves, A., Ferreira, A., Grifo, A., Paulo, A., Ribeiro, A. C., Oliveira, A., Dias, I., Mira, H., Amaral, A., Mamede, H., Oliveira, M. (2020). Water Footprint Sustainability as a Tool to Address Climate Change in the Wine Sector: A Methodological Approach Applied to a Portuguese Case Study. *Atmosphere*, 11:934.
- Silva, I. N., Fontes L. O., Tavella, L. B., Oliveira, J. B., Oliveira, A. C. (2011). Qualidade de água na irrigação. *Agropecuária científica no semi-árido*, 7:3, 1 – 15. ISSN 1808-6845.