

FitoFarmGest - Gestão sustentável de fitofármacos em olival, vinha e culturas arvenses, na área de influência do EFMA

P. Palma^{1,2}, A. Tomaz^{1,3}, J. Dores¹, M. A. Almeida¹, M. M. Pereira¹, M. Patanita^{1,3}, I. Guerreiro¹, P. Alvarenga⁴, M. Varela⁵, M. Fabião⁵, L. Boteta⁵, G. Rodrigues⁵

1 Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Beja, 7800-295, Beja, Portugal

2 Instituto de Ciências da Terra (ICT), Universidade de Évora, Évora, Portugal

3 GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa. Campus da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal

4 LEAF – Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017, Lisboa, Portugal

5 Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR), Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801-904 Beja, Portugal

Resumo

A utilização de fitofármacos desempenha um papel importante na qualidade das culturas agrícolas, proporcionando benefícios para o aumento da produção, tais como a redução de infestantes, pragas ou doenças, no entanto, pode induzir o desenvolvimento de efeitos nefastos na maioria dos solos agrícolas, águas superficiais e subterrâneas e, conseqüentemente, nos ecossistemas. O seu uso maciço tem promovido o aumento de resistências a pragas e a contaminação dos diversos compartimentos abióticos, resultando num risco potencial para as culturas, a saúde das populações e o ambiente. A construção do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA) possibilitou, entre outras ações, o aumento da área regada e a intensificação das culturas de regadio. Em termos gerais, o desenvolvimento do regadio nesta região tem sido visto na perspetiva dos benefícios positivos que presta, permitindo a expansão e intensificação agrícola necessárias ao incremento da economia regional. No entanto, a prática do regadio pode levar ao aumento da aplicação de fitofármacos, o que representa um risco potencial de lixiviação destes compostos para as barragens e a respetiva perda de qualidade da água de rega.

Neste âmbito, o projeto FitoFarmGest pretende: (i) Avaliar as dinâmicas dos principais grupos de fitofármacos (entre eles os enquadrados na Diretiva 2013/39/EU, como substâncias prioritárias no domínio da água) com impacto ambiental e humano em culturas de regadio na zona de influência do EFMA; (ii) Identificar/determinar um grupo de indicadores biológicos e/ou físico-químicos de avaliação de uso sustentável de fitofármacos, por forma a melhorar a monitorização da sua utilização e garantir um melhor grau de proteção da população humana e dos ecossistemas; (iii) Elaborar um Manual de Boas Práticas no âmbito da gestão sustentável de fitofármacos, contribuindo para a melhoria da qualidade da produção, proteção e conservação do solo e dos recursos hídricos.

O presente projeto está a ser implementado no aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé (subsistema Ardila), nos campos dos agricultores parceiros (Herdeiros de Serafim Afonso Cabral; Sociedade Agrícola Saramago de Brito; Sociedade Agro-Pecuária Coelho Palma; Sociedade Agrícola Monte Santo Estevão; Sarilhos Poéticos-Sociedade Agrícola). No âmbito da campanha de rega, serão monitorizadas, por parceiro/agricultor, duas culturas (olival, vinha ou cultura arvense), recorrendo a: auditorias aos sistemas de rega; aconselhamento e ajustamento de dotações de rega aplicadas; parâmetros físico-químicos na água, solo e plantas; e análise da dinâmica de fitofármacos: (i) na água de barragem, (ii) na água de rega, (iii) no solo, (iv) nas plantas, e (v) nas escorrências.

O projeto FitoFarmGest irá ser operacionalizado por uma equipa multidisciplinar de investigadores do Instituto Politécnico de Beja (IPBeja) e do Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio (COTR), que desenvolvem trabalho científico nas áreas da gestão de avaliação de qualidade de água, solo e plantas, avaliação de risco ambiental de fitofármacos em várias matrizes abióticas, e produção e proteção vegetal (fitotecnia e mecanização agrícola). Este projeto tem como potenciais beneficiários: agricultores e associação de agricultores/produtores do setor da vinha, olival e culturas arvenses de regadio, *stakeholders* do setor da proteção integrada, indústrias transformadoras de produtos

alimentares, Agência Portuguesa do Ambiente (APA), instituições ligadas à Saúde Pública, bem como toda a comunidade científica das áreas de especialidade em estudo.

Palavras Chave: Água, Fitofármacos, Alqueva, Rega, Sustentabilidade das práticas agrícolas

Abstract

The use of pesticides plays an important role in the quality of agricultural crops, providing benefits for the increase of productivity, reducing weeds, pests or diseases. Notwithstanding, their massive use may decrease the quality of agriculture soils, and surface and groundwaters, resulting in a potential risk to the ecosystems and public health.

The construction of the Alqueva Multiple Purpose Enterprise (EFMA), allowed the increase of irrigated area and the intensification of irrigation crops, providing agricultural expansion and development of the Alentejo regional economy. However, the practice of irrigation can lead to increased application of pesticides, with the consequent leaching of these compounds to reservoirs and the loss of quality of the irrigation water.

In this context, the FitoFarmGest project aims to: (i) assess the dynamics of the main pesticides groups (including those covered by Directive 2013/39/EU as priority substances in the field of water); (ii) identify/determine a group of indicators (physicochemical and/or biological) that better assesses the sustainable use of pesticides, to improve the monitoring of their use and to ensure a better protection of the human population and ecosystems; (iii) elaborate a Guide of Good Practices about the sustainable management of pesticides, contributing to the improvement of the quality of production, protection and conservation of soil and water resources.

This project is being implemented in the Brinches-Enxoé hydro-agricultural area (Pedrogão reservoir; Ardila subsystem), in the fields of the partner farmers (Herdeiros de Serafim Afonso Cabral; Sociedade Agrícola Saramago de Brito; Sociedade Agro-Pecuária Coelho Palma; Sociedade Agrícola Monte Santo Estevão; Sarilhos Poéticos-Sociedade Agrícola). During the annual irrigation campaign, each farmer will be assessing two crops (olive grove, vineyard or arable crop) by: (i) irrigation system audits; (ii) advice and adjustment of the applied irrigation; (iii) physicochemical parameters in the water, soil and plants; (iv) dynamics of pesticides at the reservoir, irrigation water, soils, plants and runoff.

The FitoFarmGest integrates a multidisciplinary team of researchers from the Polytechnic Institute of Beja (IPBeja) and the Operational and Technology Centre for Irrigation (COTR), with expertise and experience on the areas of water management; soil, water, and plants quality assessment; environmental risk assessment of pesticides; and crops protection and production. This project has several potential stakeholder's: farmers from the vineyard sector, olive grove and arable crops; institutions of integrated protection sector, food processing industries, institution linked to Public Health, the Portuguese Environment Agency (APA), and the scientific community, in general, which work in the areas covered by this study.

Keywords: Water: pesticides, Alqueva, irrigation, sustainability of agriculture practices

1. INTRODUÇÃO (Introdução e objetivos)

Os instrumentos legislativos existentes na União Europeia relacionados com a agricultura e o ambiente preveem a criação de indicadores de avaliação de uso sustentável de fitofármacos, por forma a conseguir monitorizar a sua utilização e garantir um maior nível de proteção da saúde humana, animal e dos ecossistemas ambientais. Exemplo disso é o Decreto-Lei nº 26/2013 de 11 de abril, que evidencia, entre outras, a necessidade de “Reduzir os riscos dos efeitos de utilização dos fitofármacos”. Em Portugal, vários autores têm relatado a presença de pesticidas em solos, águas superficiais, subterrâneas e sedimentos, em associação com práticas agrícolas intensas (Palma et al., 2009a; Silva et al., 2012). A construção do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EFMA) possibilitou, entre outras ações, o aumento da área regada e a intensificação das culturas de regadio. Em termos gerais, o desenvolvimento do regadio nesta região tem sido visto na perspetiva dos benefícios positivos que presta, permitindo a expansão e intensificação agrícola, com o incremento da economia regional. No entanto, a prática do regadio pode levar ao aumento da aplicação de fitofármacos com a consequente lixiviação destes compostos para as barragens e a respetiva perda de qualidade da água de rega. Estudos realizados na albufeira do Alqueva pelo IPBeja, desde 2006, identificaram potenciais problemas de qualidade da água associados a fitofármacos, tais como: (i) Diurão e a atrazina, que atingiram valores na massa de água superiores aos seus padrões de qualidade ambiental (PQA), de acordo com a Diretiva 2008/105/CE (Palma et al., 2009a); (ii) Clorpirifos, endossulfão sulfato e atrazina, que apresentaram risco ambiental elevado para o ecossistema (Palma et al., 2009b); (iii) aumento das concentrações de herbicidas (fenilureias, cloroacetanilidas e ácidos); e (iv) clorfinvifos, diazinão e terbutilazina, que apresentaram risco ambiental elevado para as concentrações máximas detetadas na albufeira (Palma et al., 2014; 2015). De acordo com os resultados, e para que a gestão e exploração das novas áreas de regadio seja efetuada de forma sustentável e contribua para a proteção dos recursos hídricos e do solo, é necessário implementar programas de avaliação de fitofármacos na massa de água, nos solos e nas culturas, que permitam delinear dinâmicas de variabilidade temporal mais efetivas, na zona de influência do EFMA. Por outro lado, o aumento de conhecimento inerente à presença de fitofármacos na água de rega que chega às parcelas agrícolas, aos quantitativos de fitofármacos que ficam retidos solo e aos veiculados através das escorrências para a massa de água, são relevantes para a sustentabilidade do EFMA, pelo que a avaliação destas substâncias a jusante dos sistemas de rega, no solo, nas culturas e nas escorrências é essencial para incrementar a sua gestão sustentável, o que é evidenciado/ requerido pelos documentos legais em vigor (Diretiva 2005/396/CE; Diretiva 2013/39/CE; Decreto-Lei nº 26/2013 de 11 de abril).

Assim, os principais objetivos do projeto são: i) Avaliar as dinâmicas dos principais grupos de fitofármacos (entre eles os enquadrados na Diretiva 2013/39/CE, como substâncias prioritárias no domínio da água) com impacto ambiental e humano em culturas de regadio na zona de influência do EFMA; ii) Identificar/ determinar um grupo de indicadores biológicos e/ou físico-químicos de avaliação de uso sustentável de fitofármacos, por forma, a melhorar a monitorização da sua utilização e garantir um melhor grau de proteção da população humana e dos ecossistemas; e iii) Elaborar um Manual de Boas Práticas, no âmbito da gestão sustentável de fitofármacos, contribuindo para a melhoria da qualidade da produção, proteção e conservação do solo e dos recursos hídricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O estudo enquadra-se no subsistema Ardila, aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé, nos campos dos agricultores parceiros: Herdeiros de Serafim Afonso Cabral (HSAC); Sociedade Agrícola

Saramago Brito (SASB); Sociedade Agro-Pecuária Coelho Palma (SAPCP); Sociedade Agrícola Monte Santo Estevão (SAMSE); Sarilhos Poéticos-Sociedade Agrícola (SPSA) (Figura 1).

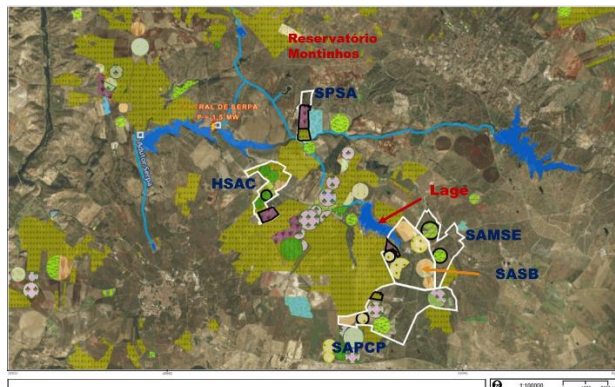


Figure 1. Barragem da Lage, reservatório dos Montinhos (subsistema Ardila, aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé) e parcelas agrícolas ((Herdeiros de Serafim Afonso Cabral (HSAC); Sociedade Agrícola Saramago Brito (SASB); Sociedade Agro-Pecuária Coelho Palma (SAPCP); Sociedade Agrícola Monte Santo Estevão (SAMSE); Sarilhos Poéticos-Sociedade Agrícola (SPSA))

Foram selecionadas 2 culturas/ agricultor para serem acompanhadas/ avaliadas durante a campanha de rega do ano 2018. A escolha das culturas teve como base a sua representatividade e relevância económica na região do Baixo Alentejo, nomeadamente olival, vinha e culturas arvenses (dados de ocupação cultural do perímetro de Alqueva: 54% olival; 8% vinha; e 16% milho e outros cereais). Na Tabela 1 são descritas as culturas selecionadas por agricultor, bem como os respetivos hidrantes avaliados e a barragem/ reservatório afetos às parcelas em estudo.

Tabela 1. Tabela com a informação das culturas em estudo (campanha de rega 2018, no âmbito do FitoFarmGest: agricultores, culturas e coordenadas do hidrante de cada uma das parcelas inerentes ao estudo.

Agricultor	Cultura	Hidrante	Latitude	Longitude	Barragem
Saramago Brito	Girassol	H23-A	37°57'22.32"N	7°30'36.72"W	Lage
	Vinha				
Manuel Cabral	Olival	H5-A	37°58'12.74"N	7°33'18.17"W	Lage
	Milho	H6-A	37°58'22.99"N	7°33'26.61"W	
Monte Santo Estevão – Nuno Barrocas	Pastagem	H22-A	37°57'12.65"N	7°29'21.08"W	Lage
	Luzerna	H33-A	37°57'36.03"N	7°29'18.35"W	
Sociedade Agrop. Coelho Palma – João Maria Cano	Girassol	H7-B	37°56'1.01"N	7°31'25.40"W	Lage
	Olival	H21-A	37°56'48.39"N	7°30'17.74"W	
Sarilhos Poéticos-Sociedade Agrícola	Vinha	H16-A	37°59'53.28"N	7°32'21.02"W	Reservatório do Montinhos
	Olival				

2.2. Amostragem

As amostras de água da barragem serão recolhidas quatro vezes/ ano (abril, junho, setembro, outubro de 2018) para avaliar a dinâmica de nutrientes, matéria orgânica e fitofármacos, no período húmido e seco. Em relação à avaliação da qualidade da água dos sistemas de rega, esta será realizada duas vez

durante a campanha de rega. As amostras de solo serão analisadas duas vezes/ ano (para ambos os tipos de culturas) antes da sementeira das culturas anuais (abril/ maio 2018) e no final do crescimento da cultura (setembro/ outubro 2018). A análise das plantas será realizada à data da colheita.

2.3. Caracterização físico-química das amostras de água, solos e plantas

A caracterização físico-química das águas será realizada, de acordo com os protocolos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998), e recorrendo aos seguintes parâmetros: pH (potenciometria); Condutividade elétrica (Conduímetria; $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$); Oxigénio Dissolvido (Potenciometria; % de saturação O_2); Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅; Método manométrico; $\text{mgO}_2 \text{ L}^{-1}$); Carência química de Oxigénio (CQO; Método do dicromato de potássio; $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$); Azoto Total (NT; Método do Kjeldahl; mg L^{-1}); Fósforo total (PT; Espectrometria de absorção molecular no visível; $\mu\text{g L}^{-1}$); Aniões (fluoretos (F^-); cloretos (Cl^-); nitritos (NO_2^-); nitratos (NO_3^-); sulfatos (SO_4^{2-}); cromatografia iónica; mg L^{-1}); Catiões (sódio (Na^+); amónio (NH_4^+); potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}); magnésio (Mg^{2+}); cromatografia iónica; mg L^{-1}).

O desempenho dos sistemas de rega das explorações agrícolas, no que respeita à uniformidade de distribuição da água nas parcelas, será avaliado de acordo com as metodologias adotadas pelo Centro Operativo Tecnológico do Regadio (COTR). A gestão da rega ao longo dos ciclos das culturas será realizada recorrendo a informação meteorológica e a sondas capacitivas, instaladas antes da primeira campanha de rega, permitindo monitorizar o teor de humidade do solo e determinar as necessidades hídricas das culturas, para efeitos de aconselhamento de dotações e intervalos de rega a adotar.

Os parâmetros físico químicos a determinar nos solos agrícolas em estudo são: a textura (protocolo E196; LNEC, 1966); pH e condutividade elétrica da fase intersticial (sonda de pH e condutividade); teor de humidade e massa de solo seco (método gravimétrico; % (g amostra/ 100 g amostra)); matéria orgânica (método da calcinação; % (peso seco)); Azoto Total (Método do Kjeldahl; % NTs (g N/ 100g amostra)); Fósforo total (Espectrometria de absorção molecular; % P (g PTs/ 100g amostra)); Metais Totais (digestão com água régia, seguida da análise por espectrofotometria de absorção atómica com atomização por chama ou electrotérmica; mg kg^{-1} , peso seco).

Às plantas serão realizadas análises a parâmetros ecofisiológicos e químicos, nomeadamente, teor em clorofila (SPAD meter), índice de vegetação (NDVI), área foliar, biomassa, teor em N (Método de Kjeldahl) e teor em metais totais (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn).

2.4. Análise e caracterização da dinâmica de fitofármacos, na água de barragem, de rega, no solo, nas plantas e nas escorrências

A análise dos fitofármacos será realizada nas amostras de água, solos, plantas e escorrências. A seleção do grupo de substâncias a analisar terá em consideração: (i) os referenciados como detetados na albufeira de Alqueva em estudos anteriores, desenvolvidos pelos parceiros (IPBeja, EDIA); (ii) os que são aplicados pelos agricultores nas culturas em estudo; e (iii) os enquadrados na Diretiva 2013/39/CE, como substâncias prioritárias no domínio da água. As análises nos compartimentos solo e água serão realizadas recorrendo a SPE-LC/MS/MS (Palma et al., 2014; 2015); enquanto as análises dos resíduos de fitofármacos nas plantas serão realizadas por PLE-SPE-LC/MS/MS. Esta avaliação irá coincidir com a caracterização química dos sistemas água, solo e plantas.

2.5. Determinação do risco ambiental dos fitofármacos identificados como prioritários.

Com o objetivo de determinar o grupo de fitofármacos, utilizados/transferidos nas principais culturas avaliadas, que maior impacto negativo induzem nos compartimentos água e solo e nos ecossistemas, serão desenvolvidos estudos com base em: (i) metodologias de avaliação de risco ambiental (RQ), que

têm por base o cálculo da razão entre a máxima concentração ambiental (MCA) e a concentração de efeitos não tóxicos observados (CENO) do poluente, ajustada com um fator de incerteza (FI) (Decreto Decreto-Lei nº 77/2006; ECC, 2003), e (ii) em índices de biodiversidade inerentes à fauna auxiliar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo pretende contribuir para o aumento do conhecimento sobre um dos principais grupos de substâncias prioritárias com impacto ambiental e humano, podendo ser um instrumento de gestão ambiental no âmbito da política Europeia de qualidade de água, e da sustentabilidade de utilização e monitorização de fitofármacos. No âmbito das culturas agrícolas pretende-se que o estudo possa contribuir para um maior conhecimento da dinâmica/transferência e ciclo de vida dos fitofármacos aplicados, correlacionando a sua presença na cultura e no solo, com as principais características do químico (persistência ambiental, bioacumulação), bem como com a sua origem, quer por transferência a partir da água de rega (fitofármacos que se encontram na massa de água), quer por aplicação na cultura. No âmbito da segurança da cadeia alimentar, pretende-se que o estudo possa contribuir para uma política de segurança alimentar mais efetiva a nível Europeu, tendo em consideração os intervalos de risco deste grupo de químicos e o seu efeito toxicológico. Por fim, no âmbito das estratégias de gestão de recursos hídricos, este estudo pode contribuir, para auxiliar as entidades gestoras (como por ex.: APA; EDIA), a direcionar as estratégias de gestão de massas de água com o objetivo último de melhorar a qualidade da água no que respeita aos fitofármacos, incrementando o seu estado químico.

A integração dos resultados obtidos irá permitir determinar os indicadores biológicos, e/ou físico-químicos que: (i) melhor avaliam os riscos dos fitofármacos, identificando dos aplicados/quantificados, os que apresentam maior risco para os ecossistemas aquáticos, terrestres e para o Homem; (ii) economicamente mais viáveis de implementar e; (iii) de mais rápida resposta. Com o objetivo de poderem ser implementados, como forma, de monitorização do uso sustentável de fitofármacos na zona de influência do EFMA. A obtenção deste grupo de indicadores que de uma forma acessível e rápida consigam aferir a sustentabilidade do sistema agrícola de regadio, no âmbito dos fitofármacos é de extrema importância para a monitorização da sua utilização incrementando o grau de proteção da população humana e dos ecossistemas.

Para além disso, o conhecimento obtido, com o plano de execução do estudo, irá permitir redigir um Manual de Boas Práticas de Gestão Sustentável de fitofármacos, que integrará: (i) identificação das principais fontes de poluição; (ii) períodos temporais nos quais são transferidos maiores quantitativos de fitofármacos, para a cultura pela água de rega e/ou transferidos para as massas de água através das escorrências agrícolas; (iii) fitofármacos com maior risco para a biodiversidade, o equilíbrio dos ecossistemas e a saúde das populações; (iv) medidas de gestão económica e ambientalmente sustentáveis de fitofármacos, que contribuam para uma melhoria na qualidade da produção, na proteção dos recursos hídricos e na proteção e conservação dos solos agrícolas; e (v) delineamento de um plano de monitorização de fitofármacos, adaptado a sistemas de produção agrícola de regadio e estratégias de uso sustentável de fitofármacos, direcionadas para a zona de influência do EFMA.

4. CONCLUSÕES

Assim, os resultados obtidos servirão de base para a criação de um conjunto de indicadores (biológicos e/ou químicos) de avaliação do uso sustentável de fitofármacos e a elaboração de um Manual de Boas Práticas de gestão sustentável de fitofármacos. Estas duas ferramentas de avaliação que estão a ser propostas, irão contribuir para a posterior definição de um plano de monitorização de fitofármacos nos diferentes compartimentos abióticos (nas massas de água e a montante destas, até à parcela agrícola) e nas culturas de regadio preponderantes e, assim, promover o delineamento de estratégias de uso

sustentável de fitofármacos direcionadas para a zona de influência do EFMA. A proposta do desenvolvimento de uma plataforma de transferência de conhecimento possibilitará a replicação deste desenho experimental, e dos resultados do presente estudo, a áreas de estudo similares.

Por fim, a junção do conhecimento agrícola e ambiental que será possível obter, no âmbito de uma política sustentável de utilização de fitofármacos, irá possibilitar a obtenção de resultados que permitam: (i) a proteção e conservação dos recursos hídricos, e em particular da água de rega; (ii) a melhoria da qualidade e conservação dos solos agrícolas; (iii) a melhoria dos parâmetros de segurança alimentar; e (iv) o incremento dos parâmetros de biodiversidade nos respetivos ecossistemas; tornando o setor agrícola, ambiental, económica e socialmente, mais sustentável.

5. AGRADECIMENTOS

O presente estudo é co-financiado pela União Europeia através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, incluído no COMPETE 2020 (Competitividade e Internacionalização do Programa Operacional) através do projeto Instituto da Ciências da Terra (ICT; UID/GEO/04683/2013) com a referência POCI-01-0145-FEDER-007690 e pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural através do Grupo Operacional FitoFarmGest (PDR2020-101-030926). O estudo é uma contribuição para o projeto UID/GEO/04035/2013, financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

6. BIBLIOGRAFIA

APHA (America Public Health Association). 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th edition. New York.

CEE (Comunidade Europeia). Regulamento 39/2013 de 12 de agosto, do parlamento europeu e do conselho que altera as Diretivas 2000/60/CE e 2008/105/CE no que respeita às substâncias prioritárias no domínio da política da água. Jornal Oficial da Comunidade Europeia. L 226/1; 2013.

CEE (Comunidade Europeia). Regulamento 396/2005 de 23 de fevereiro, do parlamento europeu e do conselho relativo aos limites máximos de resíduos de pesticidas no interior e à superfície dos géneros alimentícios e dos alimentos para animais, de origem vegetal ou animal, e que altera a diretiva 91/414/CEE do conselho. Jornal Oficial da Comunidade Europeia. L 70/1; 2005.

Decreto-Lei nº 77/2006 de 30 março. Diário da República nº 64/2003 – I Série A. Ministério do Ambiente. Lisboa; 2003.

Decreto-Lei nº 26/2013 de 11 abril. Diário da República nº 71/2013 – I Série A. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa; 2013.

ECC (European Community Commission). Technical Guidance Document on Risk Assessment. Part II. JRC. Brussels. Belgium; 2003.

Palma P, Kuster M, Alvarenga P, Palma VL, Fernandes RM, Soares AMVM, López de Alda MJ, Barceló D, Barbosa IR. Risk assessment of representative and priority pesticides in surface water of the Alqueva reservoir (South of Portugal) using on-line solid phase extraction-liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Environ. Int. 2009a; 35: 545-551.

Palma, P., Palma, V.L., Matos, C., Fernandes, R.M., Bohn, A., Soares, A.M.V.M., Barbosa, I.R. Assessment of the pesticides atrazine, endosulfan sulphate and chlorpyrifos for juvenoid-related endocrine activity using *Daphnia magna*. *Chemosphere*. 2009b; 76: 335-340.

Palma P, Köck-Schulmeyer M, Alvarenga P, Ledo L, Barbosa IR, López de Alda M, Barceló D. Risk assessment of pesticides detected in surface water of the Alqueva reservoir (Gadiana basin, southern of Portugal). *Sci. Total Environ*. 2014; 488–489: 208–219.

Palma P, Köck-Schulmeyer M, Alvarenga P, Ledo L, López de Alda M, Barceló D. 2015. Occurrence and potential risk of currently used pesticides in sediments of the Alqueva reservoir (Gadiana Basin). *Environ Sci Pollut Res*. 2015; 22:7665-7675.

Silva E, Mendes MP, Ribeiro L, Cerejeira MJ. Exposure assessment of pesticides in a shallow groundwater of the Tagus vulnerable zone (Portugal): a multivariate statistical approach (JCA). *Environ. Sci. Pollut. R*. 2012; 19 (7): 2667-2680.