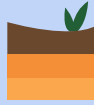




United Nations  
Convention to Combat  
Desertification



SPCS  
Sociedade Portuguesa  
da Ciência do Solo

**EACS 2019**

# **Encontro Anual das Ciências do Solo**

**“O solo – alvo prioritário do combate à desertificação”**

**17 de junho de 2019**

Dia Mundial de Combate à Seca e à Desertificação

# **Livro de Resumos**

**25 Anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD)**

## **Ficha Técnica**

### **Edição**

#### **Título**

Encontro Anual das Ciências do Solo - 2019  
O solo - alvo prioritário do combate à desertificação

#### **Editor**

Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo

#### **Capa, projecto gráfico e paginação**

Rui Tomás Monteiro

#### **Arte Final, impressão e acabamento**

Serviços Gráficos do IPCB

**Tiragem:** 50 exemplares

ISBN: 978-989-8196-79-8

©

#### **Comissão Organizadora**

Carlos Alexandre; Ana Marta Paz; Maria do Carmo Horta; Nuno Cortez; Paula Alvarenga.

#### **Comissão Científica**

Armindo Afonso Martins (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro); Ana Marta Paz (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P., SPCS); Carlos Alexandre (Universidade de Évora, SPCS); Ernesto Vasconcelos (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa); Fernando Monteiro (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa); Henrique Ribeiro (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa); João Coutinho Mendes (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro); Jorge Pinheiro (Universidade dos Açores); José Casimiro Martins (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P.); Manuel Madeira (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa); Maria da Conceição Gonçalves (Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I. P.); Maria do Carmo Horta (Instituto Politécnico de Castelo Branco, SPCS); Maria Madalena Fonseca (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa); Maria Manuela Abreu (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa); Miguel Brito (Instituto Politécnico de Viana do Castelo); Nuno Cortez (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa, SPCS); Paula Alvarenga (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa, SPCS); Tiago Ramos (MARETEC, Instituto Superior Técnico, U. Lisboa); Tomás Figueiredo (Instituto Politécnico de Bragança).

# Índice

## Programa

**Nota introdutória** 3

## Comunicações

Tema 1 5

**Determinação da salinidade e sodicidade do solo por métodos de indução eletromagnética** 7

Ana Marta Paz, Nádía Castanheira, Maria Conceição Gonçalves, Manuel Fernandes, Fernando Pires, Mohammad Farzaminan, Maria Catrina Paz e Fernando Monteiro Santos

**Relação do carbono orgânico com a textura do solo em montados do Alentejo e dehesas da Andaluzia e Extremadura** 9

Carlos Alexandre, Cláudia Penedos

**Caracterização dos solos e sedimentos exportados por erosão na bacia de drenagem da albufeira de Serra Serrada, Parque Natural de Montesinho** 11

Eduardo Moreira, Felícia Fonseca, Tomás de Figueiredo, Leonardo Morais, Kayque Pereira, Renata Silvino, Ana Geraldês

**Aplicação de Técnicas de Machine Learning para Classificação da Aptidão dos Solos para o Regadio** 13

João Geraldês, Sílvia Marques, Pedro Torres, António Canatário Duarte

Tema 2 15

**Use of digestate and cattle slurry for crop fertilisation: effects on ryegrass yield and N, P and Ca uptake at first cut** 17

Carmo Horta, João Paulo Carneiro, Marta Batista, Isabel Dias and Abel Veloso

**URSA – Unidades de Recirculação de Subprodutos de Alqueva** 19

David Catita

<b>Potencialidades da utilização de vermicomposto da mosca soldado negro (<i>Hermetia illucens</i> L.) como fertilizante orgânico</b>	21
Fernando Felizes, Regina Menino, Amélia Castelo Branco, Paula Fareleira, Olga Moreira, Rui Nunes e Daniel Murta	
<b>Enriquecimento do solo com microrganismos rizosféricos benéficos em sistemas de produção horto-industrial intensiva</b>	23
Pablo Pereira, Isabel Videira e Castro, Ana Barradas, Susete Matos, Ana Paula Nunes, e Paula Fareleira	
<b>Tema 3</b>	25
<b>Estudo do efeito das práticas agrícolas nas características de solos do aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé (subsistema Ardila, Alqueva)</b>	27
Adriana Catarino; Clarisse Mourinha; Inês Martins; Alexandra Tomaz; José Dôres; Manuel Patanita; Paula Alvarenga; Patrícia Palma	
<b>The cultivation of Portuguese endemism <i>Limonium daveau</i>, a new approach to its conservation</b>	29
Ana Cortinhas, Teresa Cardoso Ferreira, Ana D. Caperta e Maria Manuela Abreu	
<b>Mudanças na legenda da Carta de Ocupação do Solo (COS) de 2007 para 2015: consequências para a estimativa do Fator C da USLE em Portugal</b>	31
Fernanda Zanella Alves, Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca	
<b>Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPRs) isoladas de um solo ácido no Montado</b>	33
Paula Fareleira, Ricardo Soares, Pablo Pereira, Luís Alho, Mário de Carvalho e Isabel Videira e Castro	
<b>Tema 4</b>	35
<b>Produtividade e pegada hídrica na cultura do girassol: um caso de estudo no aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé do EFMA (Sul de Portugal)</b>	37
Alexandra Tomaz, José Dôres, Inês Martins, Adriana Catarino, Clarisse Mourinha, Maria Natividade Costa, Luís Boteta, Marta Fabião, João Guerreiro, Manuel Patanita, Patrícia Palma	
<b>Trends in water quality in the Alqueva irrigation area and its potential effects on soil structure and on crop yields</b>	39
Alexandra Tomaz, Patrícia Palma, Paula Alvarenga, Maria da Conceição Gonçalves	
<b>Quantificação dos Recursos Hídricos na Península Ibérica no combate à desertificação</b>	41
Ana Oliveira, Tiago B. Ramos, Lucian Simionesei, Maria. C. Gonçalves e Ramiro Neves	
<b>Utilização de dados de humidade do solo capturados via satélite para previsão do balanço hídrico em Bragança, nordeste de Portugal</b>	43
Ana Caroline Royer, Tomás de Figueiredo, Zulimar Hernández, Felícia Fonseca e Fabiana Costa Araujo Schütz	

<b>Avaliação química e bioquímica da aplicação de resíduos da indústria de pasta e papel em solos degradados por atividades mineiras (Faixa Piritosa Ibérica)</b>	45
Clarisse Mourinha, Adriana Catarino, Paula Alvarenga, Patrícia Palma, Nuno Cruz, Flávio Silva, Ana Paula Gomes, Luís A.C. Tarelho e Sónia M. Rodrigues	
<b>Comportamento da estabilidade da agregação em áreas ardidadas e não ardidadas: um indicador da qualidade do solo que reflete os impactos sobre o mesmo</b>	47
Daniela Freitas, Felícia Fonseca e Tomás de Figueiredo	
<b>Dinâmica temporal do armazenamento de carbono em áreas de matos queimadas com fogo controlado, NE Portugal</b>	49
Diego Paulino da Silva, Felícia Fonseca, Tomás de Figueiredo, Clotilde Nogueira	
<b>Avaliação das Propriedades Físico-Químicas de Solos com Diferentes Teores de Matéria Orgânica nas Regiões de Montanha no Nordeste de Portugal</b>	51
Kayque Pereira, Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca e José Fernandes de Melo Filho	
<b>Eficácia da aplicação de condicionadores do solo para a redução da sua erodibilidade no Nordeste de Portugal avaliada com simulação de chuva</b>	53
Leonardo Alves de Morais, Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca, Marcelo Ávila Chaves	
<b>Uso de ferramentas de geoestatística na modelação da distribuição do carbono nos solos da bacia hidrográfica do Alto rio Sabor, NE Portugal</b>	55
Matheus Patrício; Marcos Lado, Paulo Bueno, Tomás Figueiredo, João Azevedo, Felícia Fonseca	
<b>Modelação da dinâmica da água e de sais no solo e previsão de riscos de salinização na Lezíria em resposta a diferentes qualidades da água de rega</b>	57
Nádia L. Castanheira, Ana M. Paz, Mohammad Farzamian, Maria Catarina Paz, Fernando M. Santos, Manuel L. Fernandes, Fernando P. Pires e Maria Conceição Gonçalves	
<b>Avaliação da aplicação de fases sólidas de ferro e de manganês na diminuição do arsénio na solução do solo em ensaios de arroz em vasos</b>	59
Jorge Delgado Nunes, Carlos Alexandre, Maria Manuela Abreu	
<b>Efeito de mobilizações com tração animal em propriedades físicas do solo: um estudo experimental em Bragança, Nordeste de Portugal</b>	61
Renecléide Santos, Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca e Odair Vinhas Costa	



# Programa

## Dia 17 junho

**9.00 – 9.30h** – Recepção dos participantes nos eventos no Auditório da EDIA e entrega de documentação

**9.30 – 10.00h** – Abertura dos trabalhos pelas Direções da CNCCD (ICNF), SPCS, EDIA e IPB

**10.00 – 13.45h** – Sessão de Comemoração do Dia Mundial da Desertificação e dos 25 Anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD)

**13.45 –14.45h** – Almoço

**15.00 – 16.00h** – Apresentação das comunicações dos temas 1, 2 e 3

Tema 1 – **Aprofundar os conhecimentos dos solos (diversidade, evolução, propriedades e processo)**

Tema 2 – **Fertilidade do solo e nutrição das plantas**

Tema 3 – **Sistemas do uso da terra e gestão sustentável do solo**

**16.00 – 16.15h** – **Discussão** – Moderadores: **Carlos Alexandre** (UÉVORA) e **Marta Paz** (INIAV)

**16.15-16.45h** – Intervalo (coffee break)

**16.45h-17.45** – Apresentação das comunicações do tema 4

Tema 4 – **Solos e temas ambientais (degradação, alterações climáticas, desertificação)**

**17.45 – 18.00h** – **Discussão** – Moderadores: **Carmo Horta** (IPCB/ESA) e **Paula Alvarenga** (ISA)

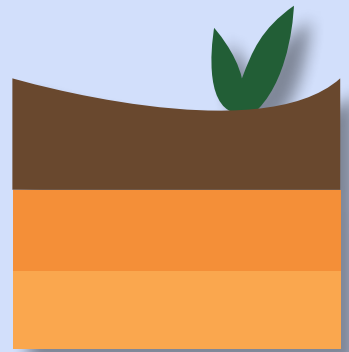
**18.00-18.30h** – Encerramento do EACS com a presença do Diretor-Geral da DGADR e Presidente da PPS, Eng.º Gonçalo Freitas Leal

**18.30h-19.30h** – Assembleia-geral da Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo

**20.30h** – Jantar do EACS 2019







# Nota introdutória





## Nota introdutória

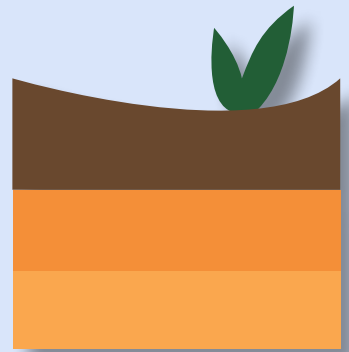
O **Encontro Anual das Ciências do Solo - 2019 (EACS 2019)** realizou-se na cidade de **Beja em 17 de junho**, “Dia Mundial de Combate à Seca e à Desertificação” e em que se comemoraram os 25 anos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação – *United Nations Convention to Combat Desertification* (UNCCD). Desta forma a Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS) associou-se à Comissão Nacional de Coordenação de Combate à Desertificação (CNCCD) para a comemoração e promoção desta importante e, cada vez mais, premente temática para o nosso país.

As profundas alterações do uso da terra a que se tem assistido na região Alentejo, em especial desde a conclusão da barragem de Alqueva, constituem um quadro regional privilegiado para a apresentação e discussão das múltiplas contribuições que as Ciências do Solo podem dar, não só para o aproveitamento e rentabilização da terra, mas, também, para o combate à desertificação e à promoção do objetivo de neutralidade da degradação da terra adotado pela UNCCD. A sustentabilidade dos novos sistemas de regadio do Alentejo, a par de outros sistemas e regiões, depende do aprofundamento do conhecimento sobre os solos que os sustentam e do desenvolvimento de soluções de gestão capazes de manter a qualidade deste recurso a longo prazo. A manutenção das funções do solo é indispensável para assegurar a sustentabilidade ambiental, económica e social dos sistemas de exploração da terra e, portanto, também para fortalecer a sua resistência e resiliência aos processos de desertificação. Este livro de resumos apresenta uma síntese das comunicações do EACS 2019 com diversos exemplos de estudos sobre os recursos do solo e sobre metodologias que visam a sua gestão sustentável.

O EACS 2019 teve ainda um atrativo adicional – o evento técnico-científico “**A Água, a Agricultura e a Conservação do Solo**”, organizado pela Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH), com colaboração da SPCS, realizado em **Beja, a 18 de junho**, dia seguinte ao EACS 2019.

A Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva, S.A. (EDIA) participou e apoiou ambos os eventos, nomeadamente, acolhendo-os nas suas instalações.





# Comunicações

## Tema 1





# Determinação da salinidade e sodicidade do solo por métodos de indução eletromagnética

*Ana Marta Paz<sup>1\*</sup>, Nádía Castanheira<sup>1</sup>, Maria Conceição Gonçalves<sup>1</sup>,  
Manuel Fernandes<sup>1</sup>, Fernando Pires<sup>1</sup>, Mohammad Farzaminan<sup>2</sup>,  
Maria Catrina Paz<sup>2</sup> e Fernando Monteiro Santos<sup>2</sup>*

## Resumo

Desequilíbrios na concentração de sais no solo podem levar à degradação das suas principais funções. A elevada concentração de sais na solução do solo (salinidade) reduz a capacidade de extração de água pelas plantas, podendo ainda causar-lhes toxicidade devido ao excesso de iões específicos na solução do solo. A elevada concentração de sódio no complexo de troca do solo (sodicidade) leva à expansão e dispersão das argilas, o que pode resultar em alterações dramáticas da permeabilidade e de capacidade de retenção de água. De forma a prevenir e remediar estes fenómenos é essencial monitorizar os solos agrícolas em zonas de risco. Tradicionalmente, esta monitorização é realizada através da recolha de amostras com uma sonda e determinação laboratorial da condutividade elétrica do extrato de saturação (ECe) e da percentagem de sódio de troca (ESP) ou razão de adsorção de sódio (SAR). Mais recentemente, métodos de indução eletromagnética (EMI) têm sido usados para analisar o solo em profundidade, de forma não invasiva, medido a condutividade elétrica aparente do solo ( $\sigma_a$ ) a partir da sua superfície, permitindo medições de grandes áreas de forma eficiente e representativa. Enquanto  $\sigma_a$  representa uma média ponderada da condutividade elétrica para uma determinada espessura de solo, técnicas de inversão podem ser usadas para obter a condutividade elétrica do solo ( $\sigma$ ) real para cada profundidade de análise.

Neste trabalho, analisaram-se quatro casos de estudo na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira, onde estão referenciados locais com problemas de salinidade. Foram colhidas amostras em 5 camadas, até uma profundidade de 135 cm, para determinação laboratorial de ECe, ESP e SAR. Simultaneamente foram feitas medições de  $\sigma_a$  com um equipamento de 1 sensor (EM38) a duas alturas da superfi-

1 Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

2 Instituto Dom Luiz

\* Autor para correspondência: ana.paz@iniav.pt

cie do solo, nos modos horizontal e vertical, obtendo-se um conjunto de quatro medições de  $\sigma_a$ . Pela inversão deste conjunto de medições, obteve-se  $\sigma$  até uma profundidade de 135 cm. A validação cruzada dos modelos para determinação das propriedades do solo a partir de  $\sigma$  resultou num erro quadrático médio da predição (RMSEP) de 2.06 dS·m<sup>-1</sup> para uma gama de ECe entre 1 e 37 dS·m<sup>-1</sup>; RMSEP= 4.74 (mEq·L<sup>-1</sup>)<sup>0.5</sup> para uma gama de SAR entre 2 e 41 (mEq·L<sup>-1</sup>)<sup>0.5</sup> e RMSEP = 3.87 % para ESP entre 1 e 49 %. Estes resultados demonstram a possibilidade de usar EMI para determinar a salinidade e sodicidade do solo de forma rápida e eficiente, possibilitando a monitorização de áreas de risco de forma a prevenir aqueles processos de degradação do solo.

**Palavras-chave:** salinidade; sodicidade; indução eletromagnética; condutividade elétrica.

**Agradecimentos:** Este estudo foi realizado no âmbito dos seguintes projetos financiados pela FCT: ARIMNET2/0004/2015 e ARIMNET2/0005/2015 SALTFREE.



# Relação do carbono orgânico com a textura do solo em montados do Alentejo e dehesas da Andaluzia e Extremadura

Carlos Alexandre<sup>1\*</sup>, Cláudia Penedos<sup>1</sup>

## Resumo

O carbono orgânico do solo (COS) é um indicador importante da qualidade do solo bem como da reserva e da capacidade de fixação de carbono no solo. O COS é influenciado pelo uso da terra, pelo clima e por diversas propriedades do solo, em que sobressai a textura.

Analisa-se a relação entre o COS e a textura, numa região de clima relativamente homogéneo, envolvendo 12 locais com montados/dehesas, sete em Portugal (Alentejo) e cinco em Espanha (Andaluzia e Extremadura). O estudo visa definir valores de referência antes da implementação de alterações nos sistemas de uso da terra para melhor adaptação às alterações climáticas. A amostragem realizou-se entre janeiro e maio de 2018 com a recolha de amostras de solo nas camadas 0-5, 5-15 e 15-30 cm de profundidade, sob a copa das árvores (*Q. suber* L., *Q. rotundifolia* Lam. e *Q. pyrenaica* Willd.) e fora da sua influência. As amostras foram compostas a partir de quatro pontos de recolha (segundo os eixos cardinais) distanciados entre si cerca de 2m, fora da influência da copa, e a cerca de 1m do tronco, sob a copa das árvores. O número de unidades de amostragem variou entre seis e dez por parcela mas, neste trabalho, apresentam-se apenas os resultados das amostras com análises comuns do COS e da textura (duas a três unidades de amostragem por parcela, num total de 31).

A amplitude de todos os valores de COS (por camada) foi de cerca de 1:10, com máximos de 90, 44 e 22 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente da camada 0-5 cm para a 15-30 cm. Verificou-se a mesma proporção para o teor de argila, atingindo máximos de 300 g kg<sup>-1</sup> nas duas primeiras camadas e de 360 g kg<sup>-1</sup> na terceira. A referida

---

<sup>1</sup> Departamento de Geociências e ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Apdo. 94, 7002-554 Évora, Portugal

\*Autor para correspondência: cal@evora.pt

proporção diminui em todas as camadas quando se consideram duas classes: argila (G) mais limo, este nas versões 20-2 $\mu$ m (L) e 50-2 $\mu$ m (L50). As correlações testadas entre o COS e a textura aumentam da camada mais profunda para a mais superficial e são maiores com a classe G+L (COS vs. G+L). Os coeficientes de correlação máximos (camada 0-5 cm) foram: 0,69 com todas as amostras, 0,85 e 0,69 respectivamente, fora e sob a copa (0,90 e 0,78 quando se usam os valores médios de cada local). Os resultados mostram que em montados/dehesas o COS deve ser estimado atendendo à influência das árvores e à textura do solo.

**Palavras-chave:** matéria orgânica do solo; argila; limo; árvore; correlação.

**Agradecimentos:** Um agradecimento especial ao Mestre José António Nunes e ao Eng.º João Ribeiro pela colaboração em algumas partes do trabalho de campo e às funcionárias Luíseta Palma e Maria das Dores Grilo do Laboratório de Física do Solo do ICAAM. Trabalho realizado no âmbito do projecto LIFE15 CCA/PT/000043 MONTADO & CLIMATE; A NEED TO ADAPT.

# Caracterização dos solos e sedimentos exportados por erosão na bacia de drenagem da albufeira de Serra Serrada, Parque Natural de Montesinho

*Eduardo Moreira<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Leonardo Morais<sup>1</sup>, Kayque Pereira<sup>1</sup>, Renata Silvino<sup>2</sup>, Ana Geraldês<sup>1</sup>*

## Resumo

A qualidade da água e o estado trófico das albufeiras, para além de fatores internos está dependente de fatores externos como as características edafoclimáticas, geologia, fisiografia do terreno, entre outros. Os processos erosivos que ocorrem nas zonas envolventes das albufeiras contribuem para a entrada de grandes quantidades de sedimentos e nutrientes na água, interferindo com a sua qualidade. Neste sentido, o presente trabalho teve como objeto de estudo a bacia de drenagem da albufeira de Serra Serrada, principal fonte de abastecimento de água à cidade de Bragança, localizada no Parque Natural de Montesinho a 1300 m de altitude. Estudaram-se os solos e a vegetação dos ecossistemas terrestres envolventes (banda árida e solos sob coberto de matos) e a potencial entrada de sedimentos e nutrientes no referido corpo hídrico, com recurso a simulação de chuva sobre a banda árida da albufeira. Os resultados mostram que o coberto vegetal é composto principalmente por espécies arbustivas com predomínio da urze (*Erica australis*; 51 %), carqueja (*Chamaespartium tridentatum*; 39 %) e sargaço (*Alyssum alyssoides*; 10 %). Os solos, desenvolvidos sob estas comunidades de matos, são delgados (cerca de 30 cm de espessura), muito ácidos, pedregosos, ricos em matéria orgânica e geralmente pobres em nutrientes, nomeadamente fósforo, potássio e bases de troca. Da simulação de chuva resultou uma potencial elevada carga de entrada de sedimentos na albufeira (cerca de 200 g/m<sup>2</sup>) e um coeficiente de escoamento acima de 77 %, significando que a taxa de infiltração é baixa, estando relacionada

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Sta Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

<sup>2</sup> Universidade FUMEC (Fundação Mineira de Educação e Cultura), Belo Horizonte, Brasil.

\* Autor para correspondência: dudummoreira18@gmail.com

com substâncias hidrofóbicas produzidas pela matéria orgânica. As concentrações de fósforo e azoto, avaliadas na água de escoamento, não mostraram uma tendência clara ao longo do período de simulação. Dada a topografia do terreno, as entradas diretas de sedimentos e nutrientes na albufeira a partir dos solos da zona envolvente são pouco expressivas, estando esta dinâmica muito dependente das linhas de águas e do ciclo hidrológico da albufeira.

**Palavras-chave:** solos; erosão hídrica; simulador de chuva; perda de solo.

# Aplicação de Técnicas de Machine Learning para Classificação da Aptidão dos Solos para o Regadio

*João Geraldes<sup>1</sup>, Sílvia Marques<sup>2</sup>, Pedro Torres<sup>1</sup>, António Canatário Duarte<sup>2,3,\*</sup>*

## Resumo

O uso do solo, enquanto recurso natural e factor de produção da actividade agrícola, deve merecer das várias entidades usuárias uma atitude promotora da sua conservação, favorecendo uma utilização consentânea com as suas características. Atendendo ao compromisso referido anteriormente, os sistemas de classificação, enquanto instrumentos interpretativos das propriedades do solo, devem ser adequados, objectivos e exigentes, como forma de salvaguarda do seu uso sustentável. No que respeita à classificação da aptidão dos solos para o regadio, a mesma pode ser estabelecida para a generalidade das culturas, resultando um exercício menos assertivo e objectivo, ou considerando grupos de culturas com características afins, dando lugar a um exercício mais realista e conforme com a abordagem actual desta questão. Actualmente estão disponíveis várias ferramentas para automatização ou semi-automatização da classificação dos solos, integradas ou não em ferramentas de referência geoespacial, como por exemplo os SIG (Sistemas de Informação Geográfica). As tecnologias que utilizam a inteligência artificial, através da operacionalização de algoritmos específicos, têm a vantagem de manterem automaticamente actualizada uma base de dados de solos, na sequência de introdução de informação adicional.

Neste estudo são implementadas técnicas de Machine Learning, seguindo uma metodologia de aprendizagem supervisionada, para fazer uma classificação automática da aptidão dos solos para o regadio. São usados dados das características dos solos na região da Cova da Beira, a sul da Serra da Gardunha, seguindo uma metodologia que não diferencia os diferentes condicionalismos das culturas de regadio. As propriedades dos solos e a sua classificação, segundo esta metodo-

---

<sup>1</sup> Escola Superior de Tecnologia/Instituto Politécnico de Castelo Branco

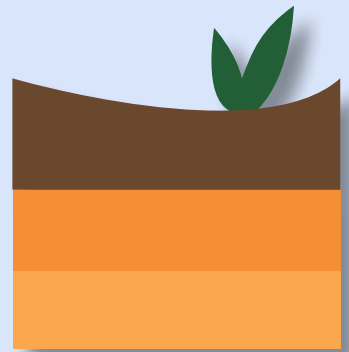
<sup>2</sup> Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Castelo Branco

<sup>3</sup> GEOBIOTEC – Pólo da Universidade da Beira Interior

\*Autor para correspondência: acuarte@ipcb.pt

logia, são a base de aprendizagem para os algoritmos de inteligência artificial. Foram implementados e testados, em ambiente Python, 5 algoritmos de classificação (Árvores de Decisão, Naive Bayes, kNN, Regressão Logística, e Support Vector Machines (SVM)), avaliando e comparando a robustez e performance de cada um dos métodos. Com base nos modelos treinados é possível classificar de uma forma automática novas entradas, isto é, condicionalismos de novas áreas de solos. A adoção das técnicas de Machine Learning implementadas neste estudo permitem uma classificação da aptidão dos solos para o regadio mais inteligente e rápida, contribuindo para uma melhor utilização do solo com aproximação ao conceito de agricultura de precisão na gestão dos recursos solo e água.

**Palavras-chave:** interpretação das características do solo; agricultura de regadio; uso sustentável do solo; técnicas de Machine Learning.



# Comunicações

## Tema 2







# Use of digestate and cattle slurry for crop fertilisation: effects on ryegrass yield and N, P and Ca uptake at first cut

*Carmo Horta<sup>1,2\*</sup>, João Paulo Carneiro<sup>1,2</sup>, Marta Batista<sup>1</sup>, Isabel Dias<sup>1</sup> and Abel Veloso<sup>1</sup>*

## Abstract

The manufacture of mineral fertilisers requires not only large amounts of energy (mainly for N) but also could lead to the depletion of non-renewable resources (mainly for P) highlighting the significance of using alternative sources of nutrients for a sustainable agriculture. This work aims to compare the impacts on yield and nutrient's uptake in the first cut of ryegrass due to the use of different fertilisers obtained from mineral or organic sources. A pot trial was conducted in a Dystric Regosol with *Lolium multiflorum* Lam. sown in December 2018. Treatments were: control (without fertilisation), mineral fertiliser (MF), digestate (DG) and cattle slurry (CS). Mineral fertiliser (MF) was applied at an inorganic N (Ni) rate of 85 kg ha<sup>-1</sup> at sowing and 42.5 kg ha<sup>-1</sup> at the first cut and the remaining 42.5 kg ha<sup>-1</sup> at the second cut. DG and CS were applied at a rate corresponding to the application of 170 N kg ha<sup>-1</sup> only at sowing (170 organic N-No) or with 85 kg No ha<sup>-1</sup> at sowing and 42.5 kg Ni ha<sup>-1</sup> at the first cut and the same amount at the second cut. Mineral fertiliser (MF), DG and CS treatments were also done with and without the application of 35 kg P ha<sup>-1</sup> at sowing as single superphosphate. At February 15th. the first cut of ryegrass was done. Fertilisation increased significantly ( $p < 0.001$ ) crop yield and N, P and Ca uptake. CS (No170P35) showed the highest DM production (9.6 g pot<sup>-1</sup>) and the highest N uptake (319 mg pot<sup>-1</sup>). The DG treatment (No170P35) had the highest P uptake (30 mg pot<sup>-1</sup>). Calcium uptake ( $>50$  mg pot<sup>-1</sup>) was similar between DG and CS treatments (No170P35). In the first cut, DG and CS showed higher ability to improve ryegrass yield and uptake of nutrients, than N and P mineral fertilisers.

---

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco, Departamento de Ciências da Vida e dos Alimentos, Escola Superior Agrária, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal; <sup>2</sup>CERNAS, Research Centre for Natural Resources, Environment and Society, Quinta da Sra. de Mércules, 6001-909 Castelo Branco, Portugal

\*Corresponding author: carmoh@ipc.pt

**Keywords:** circular economy; nutrient's cycling; sustainable fertilisation.

**Acknowledgements:** The authors gratefully acknowledge funding from INTERREG V-A ESPAÑA-PORTUGAL 2014-2020: Project 0340\_SYMBIOSIS\_3\_E.

# URSA – Unidades de Recirculação de Subprodutos de Alqueva

*David Catita\**

## Resumo

A promoção da fertilidade do solo e o uso eficiente da água de rega são princípios basilares da EDIA no contexto da gestão ambientalmente sustentável do regadio de Alqueva. A valorização da enorme quantidade de subprodutos orgânicos da agricultura e o seu regresso ao solo como matéria orgânica estabilizada apresenta-se como a mais forte e duradoura possibilidade de recuperação da fertilidade do solo, proteção indireta da água a jusante e promoção do uso eficiente dos recursos, nomeadamente dos nutrientes.

É neste enquadramento que surge o projeto URSA, uma constelação de unidades ao serviço do território de regadio, que produza um fertilizante orgânico por compostagem, devolvido aos agricultores por permuta com os subprodutos agrícolas entregues, para fertilização das suas culturas, contribuindo para o incremento da fertilidade do solo e a sua reabilitação como barreira filtrante, que promova a qualidade da água a jusante e a sustentabilidade do regadio.

A recirculação de subprodutos orgânicos promove igualmente a retenção de carbono no solo, favorecendo a redução do efeito estufa e as alterações climáticas dele decorrentes.

O projeto URSA consiste na implementação de um modelo de negócio inovador e disruptivo, empreendido de forma comunitária, baseado na permuta de subprodutos agrícolas por fertilizante orgânico para utilização agronómica pelos agricultores, materializando a economia circular de ciclos curtos no contexto agrícola.

Em termos conceptuais, e tendo em conta os desafios nacionais e europeus em matéria de combate à desertificação e economia circular, apenas se conseguirão mudanças significativas, em tempo útil, se se empreenderem estratégias mobilizadoras que envolvam diferentes parceiros, implicando a aproximação entre a agricultura e o ambiente, os quais são, na verdade, indissociáveis.

O projeto URSA apresenta-se como uma verdadeira estratégia integrada de promoção de práticas circulares que abrange todo o sector agropecuário e agroin-

---

<sup>1</sup> EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva

\* Autor para correspondência: dcatita@edia.pt

dustrial, começando nos produtores, promovendo a existência de soluções de proximidade que possibilitem a recirculação de nutrientes e a redução de novas importações, passando por processos alternativos de eliminação de subprodutos, cujas formas atuais contrariam os princípios da economia circular e que carecem de alteração urgente, e culminando no contributo significativo para a melhoria da qualidade do solo e da água com efeitos concretos no incremento da eficiência no uso destes recursos, no combate à desertificação e na adaptação de uma região em mudança aos desafios impostos pelas alterações climáticas.

A forma de valorização dos subprodutos orgânicos pela compostagem, com produção massiva de fertilizante orgânico, permite a melhoria da fertilidade do solo e, em simultâneo, a replicação de unidades de baixo valor de investimento, facilitando a implementação de uma relação de proximidade com as explorações agrícolas. (Vídeo do URSA: <https://youtu.be/uSzwHPTUt5k>).

**Palavras-chave:** URSA; Agricultura circular; nutrientes; compostagem; regadio.

**Agradecimentos:** INIAV, FPAS, ISQ, DRAPAL e Fundo Ambiental.

# Potencialidades da utilização de vermicomposto da mosca soldado negro (*Hermetia illucens* L.) como fertilizante orgânico

Fernando Felizes<sup>1\*</sup>, Regina Menino<sup>1</sup>, Amélia Castelo Branco<sup>1</sup>, Paula Fareleira<sup>1</sup>, Olga Moreira<sup>1</sup>, Rui Nunes<sup>2</sup> e Daniel Murta<sup>2,3,4</sup>

## Resumo

Os fertilizantes químicos, desde a sua invenção no século XIX, têm sido utilizados em grandes quantidades, visando a maximização das produções agrícolas, tendo, nalguns casos, substituído os estrumes, usados tradicionalmente. O incremento no uso dos produtos químicos tem causado problemas ambientais, afetando, negativamente, os ecossistemas. De forma a minimizar aqueles efeitos negativos, têm sido estudadas alternativas de origem orgânica, com bons resultados. O vermicomposto apresenta-se como uma boa opção, que tem vindo a ser desenvolvida com sucesso, apresentando potencial de utilização como fertilizante orgânico. Mais recentemente, a biodegradação de resíduos orgânicos por larvas de insetos adquiriu uma considerável atenção como estratégia alternativa de gestão de resíduos orgânicos, tendo sido efetuados vários estudos laboratoriais que indicam algumas espécies de insetos como sendo adequadas para aquele processo, entre os quais, a mosca doméstica (*Musca domestica* L.), a mosca soldado negro (*Hermetia illucens* L., vulgo BSF-black soldier fly) e o tenébrio (*Tenebrio molitor*). As larvas e pupas de mosca, quer em forma de farinha, quer vivas, são consideradas como sendo alimentos nutritivos na dieta de peixes, de galináceos e de suínos. A proteína das larvas e pupas das moscas é, comparativamente, equivalente à proteína da soja ou das farinhas de carnes, tradicionalmente usadas na formulação de rações. Por outro lado, o vermicomposto gerado pelas larvas BSF, pode ter potencial como

---

1Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de Sistemas Agrários e Florestais e Sanidade Vegetal-Laboratório de Solos, Plantas e Águas, Av. da República, Quinta do Marquês, 2780-159 Oeiras, Portugal;

2EntoGreen - Ingredient Odyssey, Santarém, PORTUGAL;

3CIISA, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, PORTUGAL;

4CBIOS, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Campo Grande, Lisboa

\* Autor para correspondência: fernando.felizes@iniav.pt

fertilizante orgânico, tendo sido já testado, em ensaios preliminares, com resultados prometedores. No INIAV decorrem, atualmente, vários ensaios, integrados em diversos projetos, nomeadamente, o ENTOVALOR (“Insetos como uma oportunidade na valorização de subprodutos” - POCI-01-0247-FEDER-017675) e o GOEfluentes (“Efluentes de pecuária: abordagem estratégica à valorização agronómica/energética dos fluxos gerados na atividade agropecuária” - PD2020-101-FEADER-031343), que incluem, como um dos principais objetivos, a avaliação da potencialidade do vermicomposto de BSF como fertilizante orgânico.

**Palavras-chave:** mosca soldado negro; fertilização orgânica; insetos; vermicomposto.

# Enriquecimento do solo com microrganismos rizosféricos benéficos em sistemas de produção horto-industrial intensiva

*Pablo Pereira\**, *Isabel Videira e Castro*<sup>1</sup>, *Ana Barradas*<sup>2</sup>, *Susete Matos*<sup>3</sup>, *Ana Paula Nunes*<sup>4</sup>, e *Paula Fureleira*<sup>1</sup>

## Resumo

Os sistemas de produção horto-industrial que predominam no Ribatejo assementam em culturas com elevada intervenção fitotécnica, muitas vezes em regime de monocultura e com elevado grau de intensificação cultural. Ao nível da microbiologia do solo, estas práticas resultam em desequilíbrios de biodiversidade e conduzem ao aparecimento de problemas fitossanitários graves, para os quais se verifica uma crescente falta de soluções de combate. No sentido de contrariar esta tendência, o projeto MaisSolo pretende demonstrar as vantagens em alterar os atuais sistemas de monocultura para práticas que incluam, por exemplo, a instalação de culturas de cobertura a anteceder a cultura principal do ano agrícola, durante o período de outono-inverno. Espera-se com esta abordagem contribuir para o aumento da biodiversidade e da atividade microbiológica do solo, aumentar as populações de microrganismos benéficos, reduzir a incidência de agentes fitopatogénicos e de infestantes, e melhorar as características do solo em geral.

O presente trabalho descreve a avaliação de indicadores microbiológicos em dois campos piloto na região do Ribatejo, no primeiro ano em que foram instaladas diferentes culturas de cobertura a anteceder a cultura da batateira ou do tomateiro: 1) mistura biodiversa de gramíneas e leguminosas inoculadas com rizóbios, no sentido de promover o enriquecimento do solo em rizóbios e outros microrganismos benéficos; 2) azevém anual, uma gramínea micotrófica que favorece o enriquecimento do solo em fungos endomicorrízicos endémicos; e 3) nabo forrageiro, uma espécie biofumigante cuja incorporação ao solo contribui para a

1 Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Oeiras

2 Fertiprado Lda., Vaiamonte

3 Agromais – Entrepósito Comercial Agrícola C.R.L., Riachos

4 Centro Operativo Hortofrutícola Nacional (COTHN), Alcobaça

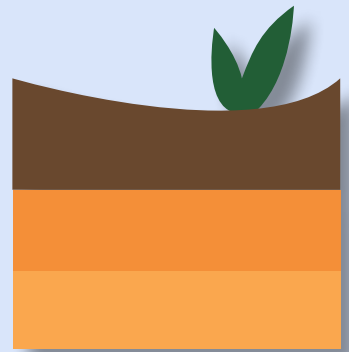
\* Autor para correspondência: pablo.pereira@iniav.pt

eliminação de agentes patogênicos. Em ambos os campos foram ainda mantidas parcelas testemunha, sem qualquer cultura de cobertura. Foi avaliada a frequência de micorrização das culturas principais. Em final de ciclo avaliaram-se outros indicadores microbiológicos rizosféricos, como a atividade enzimática do solo e grupos de microrganismos benéficos. Os resultados obtidos no primeiro ano de intervenção mostraram preliminarmente que a introdução das culturas de cobertura, em particular as misturas biodiversas e o azevém anual, aumentou a frequência de micorrização da cultura principal, a abundância de microrganismos rizosféricos benéficos e atividade microbiológica do solo em geral.

**Palavras-chave:** Culturas de cobertura; Indicadores microbiológicos do solo; Frequência de micorrização; Microrganismos benéficos; Atividade enzimática do solo.

**Agradecimentos:** Trabalho realizado no âmbito do projeto PDR 2020-101-030821 - Grupo Operacional MaisSolo.





# Comunicações

## Tema 3





# Estudo do efeito das práticas agrícolas nas características de solos do aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé (subsistema Ardila, Alqueva)

*Adriana Catarino<sup>1</sup>; Clarisse Mourinha<sup>1</sup>; Inês Martins<sup>1</sup>; Alexandra Tomaz<sup>1,2</sup>; José Dôres<sup>1</sup>; Manuel Patanita<sup>1,2</sup>; Paula Alvarenga<sup>3</sup>; Patrícia Palma<sup>1,4,\*</sup>*

## Resumo

A construção da barragem de Alqueva (Sul de Portugal) permitiu o aumento da área regada e a intensificação das culturas de regadio, alterando tipos de culturas e técnicas agrícolas, o que pode ter impacto na qualidade da água e do solo, e no equilíbrio das comunidades dos ecossistemas. O presente trabalho enquadra-se no projeto FitoFarmGest, que visa contribuir para a melhoria da sustentabilidade ambiental da utilização de fatores de produção, na agricultura de regadio, na zona de influência da barragem do Alqueva. Durante a campanha de rega de 2018, foram recolhidos solos de duas parcelas agrícolas (girassol e pastagem), regados por center-pivot, e analisados em relação a: (i) parâmetros agronómicos: pH; condutividade elétrica; N total (Kjeldahl); matéria orgânica (MO, Walkley-Black), P e K “assimiláveis” (Egner-Rhiem); e (ii) parâmetros enzimáticos: desidrogenase; fosfatase ácida;  $\beta$ -glucosidase e urease. Na pastagem, foi aplicado adubo azotado em janeiro e julho e rega quando necessário. O girassol foi adubado em maio (10% N e 11% B) e julho (2 aplicações: 27% N e 5% S), com uma dotação total de rega de 2516,7 m<sup>3</sup>/ha. O solo da pastagem apresentou teores de MO baixos (1,4 a 2,0%), pH ligeiramente alcalino (8,1-8,4), N total entre 0,084-0,117%, e concentrações de P “assimilável” elevados (99,2-240,1 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg). O solo da parcela de girassol apresentou valores de MO entre 1,4 a 2,2%, pH também ligeiramente alcalino (8,3-8,6) e quantitativos de P “assimilável” igualmente elevados (167,1-371,4 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg). No que respeita à atividade da desidrogenase, indicador global da ativi-

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Beja. R. Pedro Soares S/N, 7800-295 Beja, Portugal.

<sup>2</sup> GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa. Campus da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

<sup>3</sup> LEAF – Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa

<sup>4</sup> Instituto de Ciências da Terra (ICT). Universidade de Évora, Évora, Portugal.

\* Autor para correspondência: ppalma@ipbeja.pt

dade microbiana, esta foi superior no solo da pastagem (12,7-28,6 $\mu$ g TPF/g/16h) relativamente ao solo da parcela de girassol (2,9-6,0 $\mu$ g TPF/g/16h). Tendência também observada para a atividade da fosfatase ácida com valores na pastagem entre 1,4-1,9 $\mu$ mol PNP/g/h, e no girassol entre 0,86-1,10 $\mu$ mol PNP/g/h. As diferenças observadas nas atividades enzimáticas poderão estar correlacionadas com o tipo de adubação aplicada e com a atividade de pastoreio realizada na pastagem.

**Palavras-chave:** Empreendimento Fins Múltiplos do Alqueva; indicadores de qualidade de solo; atividades enzimáticas; usos de solo; sustentabilidade ambiental.

**Agradecimentos:** O estudo é co-financiado pela União Europeia pelo 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 do projeto UID/GEO/04035/2013 (financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia) e pelo Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural através do Grupo Operacional FitoFarmGest (PDR2020-101-030926).

# The cultivation of Portuguese endemism *Limonium daveai*, a new approach to its conservation

*Ana Cortinhas<sup>1,\*</sup>, Teresa Cardoso Ferreira<sup>1</sup>, Ana D. Caperta<sup>1</sup> e Maria Manuela Abreu<sup>1</sup>*

## Abstract

The *Limonium daveai* Erben is a halophyte (salt tolerant), endemic Portuguese species, found in saltmarshes or in sandy soils. In the past, *L. daveai* was recorded across Tagus river estuary and in São Martinho do Porto (Portuguese west coast); however nowadays this species is only found in Tagus river estuary, Samouco salterns complex. In Portugal, the estuarine ecosystems are heavily threatened by human activities such as industry, aquaculture, navigation, frequently used as a deposit of the wastes of these activities leading to soil degradation (e.g., compaction and contamination) and biodiversity decrease. These degraded soils can be valorised through Technosols production. The Technosols, which are mainly characterized by containing significant amounts of anthropogenic material, and whose properties and pedogenesis are dominated by their technical origin can improve the proprieties of degraded soils.

The main objective of this study is to optimize the *L. daveai* propagation in order to conserve this species and to reintroduce it in the Vila Franca de Xira saltmarsh area (Tagus river estuary). This area is strongly affected by the industry, and the ongoing study can contribute to landscape recovery of that saltmarsh area. To attain this goal *L. daveai* germination was tested and its growth in different hydroponic solutions was assessed. A sediment from Vila Franca de Xira was collected, air dried and sieved (< 2 mm). To produce the Technosols these sediments and a mixture of low value organic/inorganic wastes as amendments were used: sludge from treatment of brewery wastewater, waste kieselguhr from breweries, sand, limestone (2 mm < Ø < 5mm). For both substrates the pH, electrical conductivity (EC), and macro and micronutrients were analysed. The *L. daveai* seeds were collected in Samouco salterns complex and germinated in transparent boxes containing Technosol, filter paper and sediment, respectively, under 20 – 25 °C

---

<sup>1</sup> Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food (LEAF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa, Portugal

\* Corresponding author: [anacortinhas@isa.ulisboa.pt](mailto:anacortinhas@isa.ulisboa.pt)

with a photoperiod of 16 h. The *L. daveaui* growth was tested in deionised water, nutritive solution, soil solution or nutritive solution with 200 mM NaCl or nutritive solution with 400 mM NaCl. The initial sediment and Technosol presented similar values of pH and EC but the Technosol showed higher values of extractable Fe, Mn, Zn, Cu and Na, by opposition to Ca, Mg, and K concentrations. The *L. daveaui* germination in control conditions was 97% and, unexpectedly, the germination rate in Technosol (4%) was lower than in sediment (23%).

In hydroponic solutions, the soil solution showed the highest pH value while the nutritive solutions with NaCl revealed the lowest value. The latter also had the highest EC value in relation to the remaining solutions. The halophyte species showed a higher development in nutritive solution, followed by nutritive solution with 200 mM NaCl, nutritive solution with 400 mM NaCl, soil solution and deionised water, where most plants succumbed.

In conclusion, the dormancy of *L. daveaui* seeds is broken under deionised water conditions while plants growth is severely affected in such conditions.

**Keyword:** *Limonium daveau*; Germination; Technosol; Hydroponic Solutions; Salt Stress.

# Mudanças na legenda da Carta de Ocupação do Solo (COS) de 2007 para 2015: consequências para a estimativa do Fator C da USLE em Portugal

*Fernanda Zanella Alves<sup>1,\*</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup>*

## Resumo

O reconhecimento cartográfico das mudanças no uso do solo é importante para gestão do território, com vista à definição e implementação de estratégias eficazes de combate aos processos erosivos, degradação do solo e desertificação, entre outros. A USLE (Equação Universal de Perda de Solo) é um dos modelos mais comuns de estimativa de taxas de erosão, composto por 5 fatores, sendo um deles o fator C, que determina o grau de proteção do solo contra a erosão por uma vegetação específica. Foi objetivo deste trabalho realizar uma análise das mudanças na legenda da Carta de Uso e Ocupação do solo (COS) de 2007 para 2015 e de como isso afeta a estimativa do fator C da USLE em Portugal. A partir das Carta de Uso e Ocupação do Solo dos anos 2007 e 2015 de Portugal Continental (Direção Geral do Território), nível 2 e nível 5, foram identificadas as mudanças ocorridas na legenda, estimado o fator C da USLE para cada classe e gerada cartografia sintética permitindo avaliar as consequências daquelas mudanças para as estimativas do fator C. Quanto às diferenças entre as legendas da COS 2007 e 2015, há uma redução muito acentuada no número de classes do nível 5 (255 contra 48), já que na COS 2015 se agregam classes individualizadas na COS 2007. Por exemplo, na COS 2015 a classe Olivais é o conjunto das classes Olivais, Olivais com vinha e Olivais com pomar da COS 2007. Como resultado dessas diferenças, há dificuldades acrescidas em estimar o fator C de cada classe, face à diversidade de usos incluída na mesma unidade cartográfica. Por outro lado, as Especificações Técnicas da COS de Portugal Continental para 1995, 2007 e 2010 são mais detalhadas do que para 2015, apenas existindo uma tabela de comparação entre 2007

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

\* Autor para correspondência: zanella.fernanda@gmail.com

e 2010 em relação a 2015. Para realizar a estimativa do fator C com base na COS 2007, tomaram-se as características do coberto vegetal dos tipos específicos de uso descritos para as classes do nível 5, impondo as correspondentes restrições de cálculo ao aplicar as equações da USLE. No caso da COS2015, a estimativa do fator C de cada classe utilizou a tabela de correspondência entre as duas legendas (2007 e 2015) e que, no essencial, mostra a agregação de classes da COS 2007. Assim, com os fatores C e a proporção de área das classes de 2007 foram determinados os fatores C para a COS 2015. Neste exercício, estimaram-se os valores de C para todas as classes do nível 5 da COS 2007 e da COS 2015 para Portugal Continental, excluídas as áreas não vegetadas. Como consequência das mudanças na legenda da COS 2007 para 2015, foram encontrados valores do fator C mais elevados em 2015 do que em 2007, o que gera problemas de comparabilidade temporal e avaliação das tendências de evolução no grau de proteção do solo contra a erosão conferido pelo coberto vegetal.

**Palavras-chave:** Fator C; USLE; COS 2007; COS 2015; erosão; proteção do solo.

**Agradecimentos:** Ao Instituto Politécnico de Bragança pelo suporte a este projeto.



# Rizobactérias promotoras do crescimento de plantas (PGPRs) isoladas de um solo ácido no Montado

*Paula Fareleira<sup>1,\*</sup>, Ricardo Soares<sup>1</sup>, Pablo Pereira<sup>1</sup>, Luís Albo<sup>2</sup>, Mário de Carvalho<sup>2</sup> e Isabel Videira e Castro<sup>1</sup>*

## Resumo

Em Portugal, cerca de 70% dos solos do Montado têm fertilidade muito baixa e acidez acentuada, com as toxicidades associadas de Mn e Al. Estas características afetam o crescimento de gramíneas e leguminosas utilizadas como forrageiras e pratenses e, conseqüentemente, condicionam a produção de pastagens e forragens. O presente trabalho teve como objetivo contribuir para o desenvolvimento de estratégias para melhorar o desempenho de gramíneas forrageiras nestes solos. A abordagem combinou o uso de corretivos ao solo com o isolamento de bactérias promotoras do crescimento de plantas, no sentido de selecionar estirpes para biofertilização.

Foi realizado um ensaio em estufa, usando um Arenosol da zona de Alcácer para crescer azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) na presença ou na ausência de corretivos ao solo (calcário dolomítico e lama celulósica). Para além de se avaliar o peso seco da parte aérea das plantas, quantificaram-se as populações cultiváveis de bactérias totais, bactérias fixadoras de azoto e fungos na rizosfera de azevém. Procedeu-se ao isolamento de bactérias, que se caracterizaram quanto à presença de atividades relacionadas com a promoção do crescimento vegetal, tais como: produção de auxinas, solubilização de fosfato, fixação de azoto, produção de sideróforos e hidrólise de celulose. Realizaram-se ensaios de inoculação de plantas em meio sintético, usando a espécie-modelo *Arabidopsis thaliana*, para avaliação de ação fitoestimulante numa seleção de isolados.

A biomassa de azevém anual aumentou significativamente no solo com calcário dolomítico e lama celulósica. As populações de bactérias totais e bactérias fixadoras de azoto também aumentaram na presença dos corretivos. A abundância de

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P. (INIAV), Oeiras

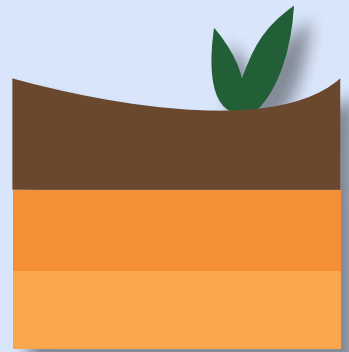
<sup>2</sup> ICAAM, Universidade de Évora, Évora

\* Autor para correspondência: paula.fareleira@iniav.pt

fungos cultiváveis foi idêntica em ambos os tratamentos, mas observaram-se diferenças nos perfis de géneros. O isolamento de bactérias rizosféricas resultou na obtenção de 120 culturas puras. Vários destes isolados desempenham atividades in vitro relacionadas com a promoção do crescimento de plantas, especialmente os isolados provenientes de solo não corrigido. Alguns isolados foram eficazes na estimulação do crescimento de *A. thaliana*, sugerindo um bom potencial para futura utilização como inoculantes de gramíneas em solos ácidos do Montado.

**Palavras-chave:** Bactérias promotoras do crescimento de plantas; Azevém anual; Solos ácidos; Montado; Inoculantes bacterianos.

**Agradecimentos:** Trabalho realizado no âmbito do projeto ALT20-03-0145-FEDER-000039 “Melhoria da produção de pastagens em solos ácidos do Montado: abordagem química e biológica”.



# Comunicações

## Tema 4





# Produtividade e pegada hídrica na cultura do girassol: um caso de estudo no aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé do EFMA (Sul de Portugal)

*Alexandra Tomaz<sup>1,2,\*</sup>, José Dôres<sup>1</sup>, Inês Martins<sup>1</sup>, Adriana Catarino<sup>1</sup>,  
Clarisse Mourinha<sup>1</sup>, Maria Natividade Costa<sup>1</sup>, Luís Boteta<sup>3</sup>,  
Marta Fabião<sup>3</sup>, João Guerreiro<sup>3</sup>, Manuel Patanita<sup>1,2</sup>, Patrícia Palma<sup>1,4</sup>*

## Resumo

O aumento do rendimento das culturas resultante da introdução pela rega é uma realidade com efeitos positivos à luz da mudança climática e da necessidade crescente de alimentos imposta pelo aumento populacional. Estes ganhos de produtividade devem ser acompanhados de um aumento na eficiência agronómica, por forma a garantir a sustentabilidade económica e ambiental da agricultura de regadio. Sendo evidente a necessidade de aumentar a eficiência do uso de fatores de produção, na perspectiva do aumento da produtividade, não é menos verdade que, nos dias que correm, a redução da pressão sobre os recursos naturais é imprescindível para aumentar a sustentabilidade do sector agrícola. A pegada hídrica, água necessária para produzir “commodities”, tal como outros indicadores de eficiência produtiva pode constituir um indicador para medir a quantidade de água consumida e contaminada como resultado do itinerário técnico adoptado numa cultura. Neste caso-estudo, avaliaram-se, em duas culturas de girassol de regadio, no aproveitamento hidroagrícola Brinches-Enxoé, Sul de Portugal: (i) produção, eficiência de uso da água do solo (WUE) e de rega (IWUE); (ii) eficiência de uso dos nutrientes (NUE) azoto, fósforo e potássio; (iii) pegadas hídricas azul (BWF), verde (GWF), cinzenta (GRWF) e total (WF). Ambas as culturas mostraram WUE maior do que IWUE. Os valores de NUE estão dentro, ou são superiores, aos intervalos indicados para as culturas em geral. A BWF foi a que mais contribuiu

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Beja. R. Pedro Soares S/N, 7800-295 Beja, Portugal.

<sup>2</sup> GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa. Campus da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

<sup>3</sup> Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio. Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801-904 Beja, Portugal.

<sup>4</sup> Instituto de Ciências da Terra (ICT). Universidade de Évora, Évora, Portugal

\* Autor para correspondência: atomaz@ipbeja.pt

para o volume de água incorporado na produção. Em qualquer das culturas, a WF foi inferior aos “benchmark” do girassol mas superior aos indicados para o Sul da Europa, no qual se englobam culturas regadas e de sequeiro. Desta forma, BWF mais elevadas, ou menores valores IWUE, serão de esperar para as culturas de primavera-verão regadas em condições Mediterrânicas, evidenciando a relação inversa entre a água virtual incorporada na produção de girassol de regadio e a eficiência produtiva da água de rega.

**Palavras-chave:** Água virtual; Eficiência no uso da água; Eficiência no uso de nutrientes; *Helianthus annuus* L.; Rega.

**Agradecimentos:** O 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). É também uma contribuição para o projeto UID/GEO/04035/2013, financiado pela FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

# Trends in water quality in the Alqueva irrigation area and its potential effects on soil structure and on crop yields

*Alexandra Tomaz<sup>1,2,\*</sup>; Patrícia Palma<sup>1,3</sup>; Paula Alvarenga<sup>4</sup>, Maria da Conceição Gonçalves<sup>5</sup>*

## Abstract

One of the major threats to the sustainability of irrigated agriculture is the risk of land salinization, due to the reduction in water quality and to the increase of soil salt concentrations leading to crop yield reductions. Therefore, monitoring salinity status of agricultural water resources is increasingly important to prevent soil salinization processes. The Alqueva reservoir constitutes the most important water supply source in Alentejo, a region where agriculture is one of the main activities. Based on the physicochemical characteristics of water collected in nine sampling sites along the Alqueva reservoir, the evolution of water quality for irrigation, and its potential effects on soil structure and on crop yields, was assessed throughout two sampling campaigns, 2006-2007 and 2011-2012. The Maas-Hoffman (MH) and the van Genuchten-Hoffman (GH) models were used to determine the relative yield (Yr) for the main crops grown in the Alqueva irrigation area. Overall, from 2006-2007 to 2011-2012, the results indicated an increment of the ionic concentrations at the water body, more significant for sodium (+55%), chloride (+44%), and magnesium (+30%). The sodium adsorption rate values (SAR) showed an average increase of 36%. The assessment of water quality for agriculture performed for both campaigns, using the FAO guidelines, showed slight to moderate risk of reduced infiltration rates in every site and date, which is particularly significant in fine textured soils, and whenever sprinkler irrigation systems are used. The water collected at some sites and dates had characteristics consistent with a slight to moderate risk of sodium

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária - Instituto Politécnico de Beja. R. Pedro Soares S/N, 7800-295 Beja, Portugal.

<sup>2</sup> GeoBioTec, Universidade Nova de Lisboa. Campus da Caparica, 2829-516 Caparica, Portugal.

<sup>3</sup> Instituto de Ciências da Terra (ICT). Universidade de Évora, Évora, Portugal

<sup>4</sup> LEAF – Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, 1349-017, Lisboa, Portugal

<sup>5</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), 2784-505 Oeiras, Portugal.

\* Autor para correspondência: atomaz@ipbeja.pt

and chloride toxicity when using sprinkler irrigation. The lower Yr estimates (85 to 89%) using both the MH and the GH models occurred for almond, table grape, pumpkin and onion, indicating that attention should be given to sensitive and moderately sensitive crops cultivated in the Alqueva irrigation area, especially in drought years.

**Palavras-chave:** Irrigation; Water quality; Salinization; Sodification.; Alqueva

**Acknowledgments:** This work was co-financed by the European Union by the European Regional Development Fund, under ALENTEJO 2020 (Alentejo Regional Operational Program) through the project “ALOP: Observation, forecasting and warning systems in the atmosphere and water reservoirs of the Alentejo “ under the reference ALT20-03-0145-FEDER-000004. Further, this work is a contribution to the Projects: UID/GEO/04035/2013, funded by FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, Portugal; UID/GEO/04683/2013, funded by European Union through FEDER (Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional) with the reference POCI-01-0145-FEDER-007690.



# Quantificação dos Recursos Hídricos na Península Ibérica no combate à desertificação

*Ana Oliveira<sup>1,\*</sup>, Tiago B. Ramos<sup>1</sup>, Lucian Simionese<sup>1</sup>, Maria. C. Gonçalves<sup>2</sup> e Ramiro Neves<sup>1</sup>*

## Resumo

A Península Ibérica é afetada por diferentes níveis de escassez de água devido a secas extensas que frequentemente ocorrem e que contribuem para a desertificação do território.

Como tal, os escassos recursos hídricos precisam de ser usados da forma mais eficiente para atender à crescente procura. Este estudo tem como objetivo quantificar as disponibilidades hídricas na Península Ibérica através do modelo MOHID-Land. Este modelo considera quatro compartimentos ou meios (atmosfera, meios poroso, superfície do solo e rede de drenagem), calculando a dinâmica da água nos e entre os diferentes meios.

O modelo foi implementado no domínio de simulação com uma resolução de 5 km. Os dados de entrada incluíram o modelo digital do terreno da NASA com uma resolução de 90 m; o mapa de solo à escala de 1:1.000.000; o mapa do uso do solo CORINE2012 com uma resolução de 100 m; as propriedades hidráulicas do solo estimadas através de funções de pedotransferência; os dados meteorológicos horários do modelo SAFRAN com uma resolução de 8 km; e os dados de descarga dos reservatórios existentes.

As simulações foram realizadas entre 1979 e 2014, com a calibração a incidir no período entre 1985 e 2004, e fase de validação a decorrer entre 2004 e 2014. Durante as fases de calibração e validação, diferentes parâmetros do modelo foram ajustados de modo a minimizar as diferenças entre os caudais simulados e os medidos em 81 estações hidrométricas sem influência dos reservatórios. Os resultados foram avaliados por análise visual e por quatro parâmetros estatísticos, nomeadamente o R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação), RMSE (desvio quadrático médio), PBIAS (percentagem de viés) e NSE (Eficiência do modelo, Nash Sutcliffe).

Os resultados divergiram substancialmente ao longo do domínio, com os melhores resultados a serem obtidos na região norte da Península Ibérica, em relação à região sul. Isso destaca a necessidade de se incluir as informações sobre as trans-

---

<sup>1</sup> MARETEC, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Av. República, 2780-157 Oeiras

\* Autor para correspondência: anamosoliveira@tecnico.ulisboa.pt

ferências de água entre bacias. Também a gestão dos reservatórios precisa de ser melhor definida de modo a melhorar o grau de confiança das previsões do modelo nas áreas a jusante. Não obstante, considerando a escala grosseira do domínio de simulação, o desempenho do modelo foi considerado geralmente bom. A previsão da disponibilidade hídrica, especialmente em anos de seca, é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, nomeadamente da rega no que respeita à agricultura. A modelação, por conseguir integrar processos físicos, químicos e biológicos do solo pode ser considerada uma ferramenta de apoio importante no caso de ocorrência de alterações climáticas e na minimização dos processos de degradação do solo, nomeadamente no combate à desertificação na Península Ibérica.

**Palavras-chave:** Modelação; MOHID-Land; Recursos Hídricos; Escassez.

**Agradecimentos:** Trabalho efectuado no âmbito do projecto INTERREG SUDOE SOE1/P5/F0026 AGUAMOD

# Utilização de dados de humidade do solo capturados via satélite para previsão do balanço hídrico em Bragança, nordeste de Portugal

*Ana Caroline Royer<sup>1,2,\*</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Zulimar Hernández<sup>3</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup> e Fabiana Costa Arango Schütz<sup>2</sup>*

## Resumo

Na gestão de recursos hídricos e previsão climática, que incluem eventos extremos, como as secas e as cheias, a humidade do solo tem uma significativa importância devido a sua aplicabilidade dentre as variáveis hidrometeorológicas. A ESA CCI disponibiliza uma base de dados de humidade do solo, obtidos via satélite por meio da combinação de produtos de sensores microondas activos e passivos. Também neste sentido, o balanço hídrológico é uma ferramenta de grande valia e que, em regiões com escassez de séries de dados de precipitação, tem aplicação comprometida. O armazenamento de água no solo (A,mm), está associado ao tipo de solo e reflete a parcela de precipitação que é convertida em capacidade utilizável para as plantas, considerando as perdas por evapotranspiração (ET<sub>o</sub>,mm), infiltração e escoamento superficial. Nesse contexto, o objetivo do estudo é avaliar a correspondência dos dados de humidade do solo (soil moisture, SM) capturados via satélite e o armazenamento do balanço hídrico, calculado com base em valores terrestres de estações meteorológicas. A área de estudo corresponde a zona de Bragança, potencialmente suscetível aos fenômenos de degradação do solo, seca e desertificação, bem como ao risco de incêndios. Foram descarregados dados de humidade de solo mensais do período 2003-2016 (14 anos), com auxílio do SIG SNAP. Para o balanço hidrológico, adotou-se a metodologia proposta por Thornthwaite-Mather, tendo como referência os valores reais da estação meteorológica Quinta de Santa Apolónia – Bragança. Ambas as séries (SM e A) foram

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Portugal

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Medianeira, Brasil

<sup>3</sup> Universidad de La Laguna, Facultad de Ciencias, La Laguna, España

\* Autor para correspondência: anaroyer@alunos.utfpr.edu.br

submetidas a análise de regressão, a considerar 3 modelos: i) linear condicionado [0-Am<sub>áx</sub>], ii) linear condicionado por limiar de SM e iii) logístico, e 5 condições de armazenamento máximo (Am<sub>áx</sub>: 25, 50, 75, 100 e 150 mm) para a série original e sem outliers. As correlações obtidas variaram entre 0,69-0,88 para a série original e entre 0,78-0,94 para a série sem outliers, sendo que o maior r<sup>2</sup> correspondeu ao modelo logístico para Am<sub>áx</sub> = 50 mm, removidos os outliers. Tendencialmente, a melhor regressão é obtida com os três modelos para a condição de armazenamento de 50 mm. Portanto, é possível concluir que os dados de humidade do solo da ESA permitem estimar o armazenamento de água no solo. O maior constrangimento encontrado foi o incremento do erro padrão da estimativa (SEE) com o aumento de Am<sub>áx</sub>, com valores extremos médios de 3,5 mm e 24,4 mm para Am<sub>áx</sub> de 25 e 150 mm, respectivamente.

**Palavras-chave:** ESA CCI; seca; desertificação; armazenamento hídrico; Thornthwaite-Mather.

**Agradecimentos:** à ESA – IPB pela disponibilização dos dados da estação meteorológica. Ao apoio da UTFPR e do IPB.

# Avaliação química e bioquímica da aplicação de resíduos da indústria de pasta e papel em solos degradados por atividades mineiras (Faixa Piritosa Ibérica)

*Clarisse Mourinha<sup>1,\*</sup>, Adriana Catarino<sup>1</sup>, Paula Alvarenga<sup>2</sup>, Patrícia Palma<sup>1,3</sup>, Nuno Cruz<sup>4</sup>, Flávio Silva<sup>5</sup>, Ana Paula Gomes<sup>5</sup>, Luís A.C. Tarelho<sup>5</sup> e Sónia M. Rodrigues<sup>4</sup>*

## Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o uso sustentável de materiais provenientes da indústria da produção de pasta e papel na melhoria da qualidade de solos degradados por atividades mineiras (Minas de Aljustrel, Lousal e São Domingos, Faixa Piritosa Ibérica). Os materiais testados num ensaio de demonstração instalado em São Domingos incluem: (i) grânulos produzidos a partir das cinzas volantes da combustão de biomassa florestal residual (GC), (ii) GC e lamas do tratamento biológico de efluentes líquidos na indústria da pasta e papel compostadas (GC+CL), e (iii) uma mistura de cinzas e lamas, sem estabilização prévia por granulação e compostagem (C+L). Os solos originais de cada uma das três minas foram utilizados como controlo.

Foi avaliada a melhoria nas características físico-químicas (pH, condutividade elétrica (CE), teor em matéria orgânica (MO), teor em macronutrientes principais (NPK), imobilização de elementos potencialmente tóxicos (EPT: Cu, Pb e Zn), e nas atividades enzimáticas da desidrogenase e de algumas exoenzimas. Os resultados foram avaliados durante os 10 meses que antecederam a sementeira. Verificaram-se melhorias significativas na fertilidade do solo: aumento do pH, teor em MO, N total, P e K extraíveis. Por outro lado, a CE não aumentou significativamente por aplicação dos materiais estabilizados, tendo-se verificado uma redução na fração móvel dos EPT (fração extraível com CaCl<sub>2</sub> 0,01 M). A atividade enzimática da desidrogenase aumentou significativamente e, embora tenha diminuído

<sup>1</sup>DTCA, Departamento de Tecnologias e Ciências Aplicadas 7801-295, Portugal

<sup>2</sup>LEAF, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017, Lisboa, Portugal

<sup>3</sup>ICT, Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho 59, Évora, Portugal

<sup>4</sup>CESAM & Departamento de Química, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

<sup>5</sup>CESAM & Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

\*Autor para correspondência: clarissemourinha\_17@hotmail.com

ao longo do tempo, manteve-se superior nos talhões corrigidos com GC+CL e C+L. O comportamento da  $\beta$ -glucosidase, protease e celulase foi semelhante, tendo a fosfatase ácida apresentado um comportamento distinto, diminuindo com alguns tratamentos, o que pode ser consequência do aumento do pH do solo. Concluindo, a melhoria das propriedades do solo permite antever a possibilidade do estabelecimento de um coberto vegetal nos solos corrigidos.

**Palavras-chave:** solos degradados por atividades mineiras; remediação de solos; resíduos da indústria do papel; qualidade do solo; atividades enzimáticas.

**Agradecimentos:** Projeto Life No\_Waste LIFE14 ENV/PT/000369 – “Management of biomass ash and organic waste in the recovery of degraded soils: a pilot project set in Portugal”, coordenado pela Universidade de Aveiro.

# Comportamento da estabilidade da agregação em áreas ardidadas e não ardidadas: um indicador da qualidade do solo que reflete os impactos sobre o mesmo

*Daniela Freitas<sup>1,\*</sup>, Felícia Fonseca<sup>2</sup> e Tomás de Figueiredo<sup>3</sup>*

## Resumo

Portugal, atualmente, vem sendo alvo de grandes incêndios e esse fato desafia o país a monitorar constantemente os solos, visando determinar e preservar sua qualidade para que suas funções sejam desempenhadas de forma contínua. Neste contexto, o estudo de indicadores da qualidade dos solos, como a estabilidade da agregação, tornou-se essencial, pois os mesmos são sensíveis às mudanças provocadas no meio e refletem o seu grau de perturbação. O presente trabalho teve como objetivo analisar áreas ardidadas e não ardidadas no Distrito de Bragança, Nordeste de Portugal, e avaliar o comportamento da estabilidade da agregação relacionando-a com atributos físicos e químicos do solo. O estudo foi realizado em três áreas de amostragem distintas, Soutelo (ST), Parâmio (PR) e Quintela de Lampaças (QL), afetadas por incêndios, respectivamente, nos anos de 2015, 2016 e 2017. A colheita de amostras de solo realizou-se em zonas vizinhas ardidadas e não ardidadas, nas profundidades de 0-5 e > 5 cm. Utilizou-se um estabilizador de agregados, um equipamento que simula as forças mecânicas e físico-químicas da dispersão. Em movimentos de subida e descida, gerados pelo equipamento, os agregados entram em contacto com a água e, em seguida, com uma solução de hexametáfosfato de sódio, possibilitando a dispersão dos agregados instáveis e estáveis, respectivamente. Foram estabelecidas duas classes de tamanho de agregados: classe 0,4 mm e classe 0,25 mm. Em ST e PR foi avaliado o comportamento da estabilidade dos agregados sob o efeito do fogo, das classes dos agregados e das profundidades. Avaliou-se também a variação temporal da estabilidade da agregação pós fogo

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

<sup>2</sup> Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

<sup>3</sup> Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

\* Autor para correspondência: daniela13\_ita@hotmail.com

nas áreas de ST, PR e QL. Constatou-se que para esses parâmetros avaliados não houve diferença significativa entre as áreas de estudo, contudo, observou-se que a estabilidade da agregação foi significativamente superior no estado não ardido, na classe 0,25 mm e na profundidade de 0-5 cm. E em relação à variação temporal pós fogo, a área PR, ardida em 2016, foi a que registou a maior estabilidade.

**Palavras-chave:** Incêndios, Agregação do Solo; Qualidade do Solo; Sustentabilidade Ambiental.



# Dinâmica temporal do armazenamento de carbono em áreas de matos queimadas com fogo controlado, NE Portugal

*Diego Paulino da Silva<sup>1,\*</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Clotilde Nogueira<sup>1</sup>*

## Resumo

O fogo controlado é uma prática de gestão da vegetação comumente utilizada na região mediterrânea e constitui uma importante ferramenta de redução da quantidade de combustível disponível, contribuindo para a redução do risco de ocorrência de incêndios florestais. Este trabalho tem como principal objectivo avaliar a dinâmica temporal do armazenamento de carbono na sequência da aplicação de um fogo controlado numa área de matos do Parque Natural de Montesinho, Nordeste de Portugal. Na área em estudo a vegetação era constituída (antes do fogo controlado), essencialmente por urze (44%), esteva (26%) e carqueja (30%). A carqueja e a urze apresentaram um fator de combustão de 80%, enquanto a esteva revelou maior resistência ao fogo, com um fator de combustão de 50%. Em 11 locais distribuídos aleatoriamente, foi avaliada a biomassa da vegetação arbustiva e do horizonte orgânico (numa área de 0,49 m<sup>2</sup> por local) e colhidas amostras de solo nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm, antes do fogo controlado, dois meses, seis meses e três anos após o fogo controlado. Os resultados mostram uma elevada redução do teor de carbono armazenado na biomassa da vegetação arbustiva e nos horizontes orgânicos do solo (0-5 cm de profundidade) mostrando uma perda de cerca de 5,7 t ha<sup>-1</sup> ao fim de três anos. O carbono armazenado no solo mineral, nas profundidades 5-10 e 10-20 cm mostrou um comportamento diferente, com tendência de aumento, revelando um acréscimo de cerca de 6,4 t ha<sup>-1</sup> no final do período considerado. Dois meses após o fogo a taxa anual de perda de carbono era de 43,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> contra 21,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> após 6 meses, apresentando um ganho de 0,24 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> após três anos em relação a situação

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Sta Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

\* Autor para correspondência: diegosilva.1997@alunos.utfp.br

existente na vegetação e no solo antes do fogo controlado. Apesar da severidade do fogo controlado ter sido classificada de baixa, três anos após a sua ocorrência ainda são visíveis os efeitos no armazenamento de carbono no sistema.

**Palavras-chave:** Parque Natural de Montesinho; montanha; vegetação arbustiva; carbono.

# Avaliação das Propriedades Físico-Químicas de Solos com Diferentes Teores de Matéria Orgânica nas Regiões de Montanha no Nordeste de Portugal

*Kayque Pereira<sup>1,2,\*</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup> e José Fernandes de Melo Filbo<sup>2</sup>*

## Resumo

O solo possui papel fundamental na prestação de diversos serviços ecossistêmicos como regulação do ciclo do carbono, do ciclo da água e de vários nutrientes. Por isso é de suma importância o estudo dos solos para avaliar suas condições, sua aptidão e técnicas de manejo para uma gestão sustentável deste recurso. O objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades físico-químicas do solo em áreas de montanha com diferentes teores de matéria orgânica (MO) e buscar relações estatísticas entre essas propriedades. As áreas de estudo localizam-se em três zonas de montanha com diferentes usos do solo: Serra de Montesinho (SM) (4 áreas de Matos – Erica spp. dominante); Serra da Nogueira (SN) (2 povoamentos florestais – *Pseudotsuga menziesii* (PM), *Quercus pyrenaica*, (QP)); Serra da Coroa (SC) (3 parcelas – Cereal, Pastagem permanente, Floresta de QP). A colheita de amostras foi efetuada com 4 repetições para a determinação de propriedades físicas (amostras não perturbadas, 0-5cm) e químicas (amostras perturbadas, 0-5, 0-10 e 10-20cm). A análise estatística dos resultados incluiu teste de normalidade K-S, ANOVA, teste LSD a 5 % de probabilidade e correlação da regressão (r). Os maiores valores médios de MO encontraram-se em SM sobre Matos (12 a 17%) e os menores em SC sobre Cereal (1 %). A MO apresenta correlação negativa com a Densidade Aparente (Dap) e positiva com a Capacidade Máxima para Água

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

<sup>2</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

\* Mestrado em Agroecologia, Dupla Diplomação IPB/UFRB

\*\* Autor para correspondência: kayqueuyak@gmail.com

(CMA), Capacidade de Campo (CC), Porosidade (P), Microporosidade (MicroP) e Macroporosidade (MacroP). Todos os valores da correlação entre as propriedades Físico-Químicas são significativos pois ( $r > 0,6664$ ). Estes atributos podem ser apontados como bom indicador de qualidade do solo. Apesar dos maiores valores médios serem encontrados na pastagem realitivamente quando comparados com os da Floresta (QP) em SC, e da Floresta (PM) em SN, ao que parece deveria tornar melhores os parâmetros físicos do solo como Dap, MacroP e CMA, no entanto não se verificou, aparentemente devido à compactação do solo pelo pisoteio animal. Para QP em SN encontraram-se valores maiores de CMA, CC, P e MacroP e menores de Dap do que na SC. Estas diferenças podem ser explicadas pelo teor de MO, mais elevado na SN. Em SM, onde o uso do solo é de Matos, registraram-se os maiores valores de MO, associados aos menores de Dap e mais altos de CMA, CC e P. Os menores valores de Dap foram encontrados em SM, o que pode justificar-se pelos maiores valores de MO aí encontrados, e pela ausência de tráfego de máquinas agrícolas, ou seja, pouca ou quase nula ação antrópica. Constatou-se que, tal como as propriedades físicas do solo, as propriedades químicas são afetadas pelo teor de MO e pelo uso do solo nas 3 áreas de estudo.

**Palavras-chave:** Conservação do solo e Manejo; Atributos dos solos; Qualidade do solo; Nordeste de Portugal.

# Eficácia da aplicação de condicionadores do solo para a redução da sua erodibilidade no Nordeste de Portugal avaliada com simulação de chuva

*Leonardo Alves de Morais<sup>1,2,\*</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup>, Marcelo Ávila Chaves<sup>2</sup>*

## Resumo

No Nordeste de Portugal o processo de erosão hídrica afeta comumente os solos da região já que a topografia, com gradientes de relevo favoráveis, e as características dos solos proporcionam tal ação do agente erosivo. Este trabalho visou avaliar experimentalmente, através de simulação de chuva, a erodibilidade dos solos mais comuns e considerados mais suscetíveis à erosão do NE de Portugal, tendo também o objetivo de avaliar a eficácia de tratamentos com condicionadores com vista à redução da sua erodibilidade. Os solos testados foram: Bdog, Cambissolos dístricos de granitos; Iebb, Leptossolos éutricos de rochas básicas, Idox, Leptossolos dístricos de xistos, Ieox, Leptossolos éutricos de xistos; Uhs, Alissolos de depósitos sedimentares antigos. Os condicionadores aplicados foram: um corretivo orgânico agrícola (CO), que tem como composição 85% de estrume de equídeos e 15% de húmus de casca de pinho, e poliácilamida (PAM). Foi realizado um total de 21 simulações de chuva de 30 minutos de duração, caindo sobre 3 tabuleiros de 322 cm<sup>2</sup> de área, com o mesmo solo e tratamento, submetidos as condições padronizadas de 15% de inclinação, intensidade de 66 mm h<sup>-1</sup> e altura de queda de chuva de 2,45m. Mediram-se os parâmetros salpico, escoamento superficial e perda de solo e, a partir destes, calcularam-se indicadores como concentração de sedimentos no escoamento, coeficiente de escoamento, destacabilidade e erodibilidade, tendo em vista a comparabilidade dos resultados obtidos. Este estudo permitiu avaliar a eficiência de ambos os condicionadores, mostrando que a PAM é mais eficaz na prevenção da perda de solo. Em média, verificou-se 62%

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

<sup>2</sup> Universidade FUMEC (Fundação Mineira de Educação e Cultura), Belo Horizonte, Brasil

\* Mestrado em Tecnologia Ambiental, Dupla Diplomação IPB/FUMEC

\*\* Autor para correspondência: lamorais95@gmail.com

de redução em erodibilidade e 68% em destacabilidade em relação ao solo não tratado, para todos os solos testados. O composto orgânico mostrou uma eficácia menor, com 14% de redução em erodibilidade e 24% em destacabilidade.

**Palavras-chave:** Erosão hídrica; simulador de chuva; condicionadores; poliacrilamida.

# Uso de ferramentas de geoestatística na modelação da distribuição do carbono nos solos da bacia hidrográfica do Alto rio Sabor, NE Portugal

*Matheus Patrício<sup>1\*</sup>; Marcos Lado<sup>2</sup>; Paulo Bueno<sup>3</sup>; Tomás Figueiredo<sup>1</sup>; João Azevedo<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup>*

## Resumo

A humanidade exerce com maior intensidade a pressão de suas atividades nos sistemas terrestres (rochas, solo e vegetação), isto interfere na quantidade de carbono armazenado causando o desequilíbrio registrado atualmente. Há uma diversidade de fatores que interferem na quantidade de carbono armazenado no solo e se faz importante a aplicação de ferramentas a nível da paisagem para assim definir estratégias para manutenção do carbono no solo e mitigação dos efeitos de alterações no fluxo do carbono. Neste sentido, o presente trabalho visou a amostragem em diferentes pontos dentro da bacia hidrográfica, a quantificação de carbono orgânico e a modelação da distribuição do carbono para toda a bacia do Alto rio Sabor, NE Portugal. Para alcançar o objetivo utilizou-se técnicas de amostragem dos solos em 120 pontos eleitos de forma aleatória e técnicas laboratoriais para determinação da concentração de carbono orgânico. Por último, utilizou-se três diferentes modelos de regressão (Linear Multivariada, PLS e Random Forest) para correlacionar a distribuição do carbono com características da paisagem (altitude, declive, tipo de solo e uso da terra), com o resultado dessas regressões e ferramentas de geoprocessamento pode-se modelar a distribuição do carbono para todo o território. Obteve-se que se pode possuir mais de 1,5 milhões de toneladas de carbono armazenadas na área, pois o valor médio armazenado é de 49,5 t ha<sup>-1</sup> na camada de 0 a 30 cm de profundidade. Dentre os três modelos de regressão obteve-se que o método Random Forest apresenta melhores resultados

<sup>1</sup> Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, Bragança, Portugal,

<sup>2</sup> Universidade da Coruña, A Coruña, Espanha

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, Brasil

\* Autor para correspondência: eng.matheusbueno@gmail.com

de correlação e validação, quando comparado com os demais modelos. A partir do mapeamento em que se utilizou os resultados de predição obtidos pelo método Random Forest observa-se que a maior parte do carbono está armazenada na região norte da bacia, dentro da área do Parque Natural de Montesinho. O presente trabalho pode ser utilizado como ponto de partida para acompanhar a evolução da paisagem no que se refere à distribuição do carbono na bacia, como também auxiliar na definição de áreas a serem exploradas com a finalidade de aumentar os estoques de carbono dentro do Parque Natural de Montesinho.

**Palavras-chave:** Random Forest; Estoque de Carbono; Paisagem.

**Agradecimentos:** Aos Centro de Investigação de Ciências Avançadas da Universidade da Coruña e ao Centro de Investigação de Montanha do Instituto Politécnico de Bragança, que cederam espaço e apoio para realização deste trabalho.



# Modelação da dinâmica da água e de sais no solo e previsão de riscos de salinização na Lezíria em resposta a diferentes qualidades da água de rega

*Nádia L. Castanheira<sup>1,\*</sup>, Ana M. Paço<sup>2</sup>, Mohammad Farzamiar<sup>2</sup>, Maria Catarina Paço<sup>2</sup>, Fernando M. Santos<sup>2</sup>, Manuel L. Fernandes<sup>1</sup>, Fernando P. Pires<sup>1</sup> e Maria Conceição Gonçalves<sup>1</sup>*

## Resumo

O controlo e a mitigação dos fenómenos de salinização e/ou sodização dos solos são considerados um dos principais desafios da agricultura de regadio. A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira é uma importante área agrícola nacional com particular vulnerabilidade a riscos de salinização e/ou sodização pela sua localização costeira com influência das marés, onde existem solos de origem aluvial e marinha, e pela presença de nível freático superficial salino (com 12-30 dS m<sup>-1</sup> a cerca de 1-2 m de profundidade). O fluxo capilar ascensional de águas freáticas e subterrâneas salinas constituem um risco de salinização primária, em particular em zonas de clima Mediterrâneo com elevadas taxas de evapotranspiração. Também a qualidade e quantidade da água disponível para a rega, em particular em anos de seca, constitui um risco de salinização secundária nesta região.

Neste estudo, pretendeu-se avaliar os efeitos da dinâmica da água e dos sais no solo em dois ciclos de rega (2017 e 2018), com uma água com uma condutividade (EC<sub>w</sub>) de 0.48 dS m<sup>-1</sup>, e prever futuros riscos de salinização de um Fluvissoilo regado na zona da Lezíria utilizando o modelo Hydrus 1D. O Fluvissoilo em estudo é cultivado em rotação de milho regado por aspersão (pivot circular) e azevém anual, possui textura argilo-limosa, é classificado de acordo com Richards (1954) como não salino e não sódico (até aos 0.7 m) e sódico em profundidade (> 0.7 m). Os valores modelados do teor de água no solo e da condutividade eléctrica da solução do solo (EC<sub>sw</sub>) ajustam-se às observações de campo, conforme indicado

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Laboratório de Solos, Oeiras, Portugal

<sup>2</sup> Instituto Dom Luiz, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

\* Nádia Castanheira: [nadia.castanheira@iniav.pt](mailto:nadia.castanheira@iniav.pt)

pelos valores de RMSE (desvio quadrático médio) para o teor de água no solo e para a  $EC_{sw}$  durante os dois ciclos de rega e considerando um perfil de solo de 1.5 m. Posteriormente, o modelo foi utilizado em análises de cenários considerando a aplicação de  $3600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (cerca de 80% da evapotranspiração da cultura) por ciclo cultural de milho e três níveis de salinidade da água de rega ( $EC_w$  de 1.5, 3 e  $5 \text{ dS m}^{-1}$ ) para o mesmo período de 2 anos. São comparados os balanços de sais no solo em consequência da rega com águas de diferentes condutividades eléctricas durante os ciclos culturais e, no final do período simulado, são avaliados os níveis finais de salinidade no solo. O modelo Hydrus 1D simulou com sucesso o teor de água no solo, a condutividade eléctrica da solução do solo e a redução na absorção de água e nutrientes pelas raízes devido ao stress osmótico, e é uma ferramenta muito útil na gestão e planeamento da rega e na previsão de riscos de salinidade do solo.

**Palavras-chave:** salinidade; modelação; dinâmica de sais; simulação de riscos .

**Agradecimentos:** Este estudo foi realizado no âmbito dos projectos ARIMNET2/0004/2015 e ARIMNET2/0005/2015 SALTFREE financiados pela FCT.

# Avaliação da aplicação de fases sólidas de ferro e de manganês na diminuição do arsénio na solução do solo em ensaios de arroz em vasos

*Jorge Delgado Nunes<sup>1,\*</sup>, Carlos Alexandre<sup>1</sup>, Maria Manuela Abreu<sup>2</sup>*

## Resumo

O controlo da acumulação de As no grão constitui um desafio para o arroz produzido em solos alagados. Neste trabalho avaliou-se o efeito de minerais de Fe e Mn, sintetizados e naturais, na concentração do As na solução do solo no decurso de ensaios de produção de arroz instalados em vasos ao ar livre.

Para os ensaios em vasos utilizou-se um solo arenoso-franco e os procedimentos culturais habitualmente adoptados no centro onde se realizaram os ensaios (COTArroz). Testaram-se três réplicas das seguintes modalidades (valores por kg de solo): C (controlo), A (adição de 10 mg As), AF (A + 1 g ferrihidrite), AN (A + 1 g nódulos de Fe e Mn moídos), AFB (A + 0,5 g ferrihidrite + 0,5 g biochar de material vegetal), ANB (A + 0,5 g nódulos + 0,5 g biochar) e AFNB (A + 0,33 g ferrihidrite + 0,33 g nódulos + 0,33 g biochar). Através de absorção atómica com câmara de grafite e absorção atómica de chama analisou-se o As, o Fe e o Mn na solução de solo recolhida por intermédio de sondas Rhizon FLEX (5 cm) enterradas à profundidade de +/-10 cm, após filtragem com filtro de seringa de nylon de 0,45 µm e estabilização com HNO<sub>3</sub>.

Ao longo do ciclo da cultura, o As total na solução do solo obtido na modalidade com adição de ferrihidrite foi inferior ao da modalidade apenas com adição de As, mesmo na última amostragem, efectuada imediatamente após a colheita. A adição de nódulos de Fe e Mn ao solo, bem como de biochar, não diminuiu o teor de As total determinado na solução do solo. Os valores de Fe e Mn na solução

---

<sup>1</sup> Departamento de Geociências e ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Apdo. 94, 7002-554 Évora, Portugal

<sup>2</sup> Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food (LEAF), 1349-017 Lisboa, Portugal

\*Autor para correspondência: jdnunes@uevora.pt

de solo não apresentaram uma relação evidente com a respectiva concentração de As. Neste estudo, a aplicação ao solo do mineral sintetizado ferrihidrite revelou potencial depressor do As na solução do solo, em situações de encharcamento e até ao final do ciclo da cultura.

**Palavras-chave:** solução do solo; arsénio; ferrihidrite; nódulos de ferro e manganês.

**Agradecimentos:** agradecemos à Eng<sup>a</sup> Paula Marques e ao restante pessoal do COTArroz por todo o apoio dado na instalação e acompanhamento dos ensaios de arroz em vasos. Trabalho realizado no âmbito do projeto ALT20-03-0145-FEDER-000024 “Produção de arroz com baixo teor de arsénio”.

# Efeito de mobilizações com tração animal em propriedades físicas do solo: um estudo experimental em Bragança, Nordeste de Portugal

*Reneldeide Santos<sup>1,2,\*\*</sup>, Tomás de Figueiredo<sup>1</sup>, Felícia Fonseca<sup>1</sup> e Odair Vinhas Costa<sup>2</sup>*

## Resumo

A degradação do solo refere-se aos processos que afetam a complexidade das suas propriedades, prejudicando as funções por ele desempenhadas e seu potencial de uso. Os desafios impostos pelas mudanças edafoclimáticas provocam impactos diretos no manejo das explorações agrícolas, e afetam principalmente os pequenos agricultores por forçarem mudanças nos sistemas de produção. Apesar da marginalização do uso da tração animal nos países industrializados, resultante da modernização na agricultura, os animais permanecem sendo um recurso extremamente importante em alguns contextos produtivos, como é o caso das zonas de montanha. O objetivo deste estudo foi observar o efeito de mobilizações com tração animal nas propriedades físicas do solo. O trabalho experimental foi conduzido na Quinta do Poulão (IPB, Bragança), em 2018. Foram estudadas duas parcelas, uma em pousio longo e a segunda com restolho do cultivo de milho. Realizou-se a amostragem do solo imediatamente antes e depois das operações culturais. Estas, efetuadas com tração mecânica e tração animal, utilizaram arado de aivecas, escarificador e ambos em sequência (6 subparcelas/tratamentos repetidos em cada parcela). Em cada uma destas, foram colhidas 4 amostras não perturbadas (0-5cm), em cilindros de 100 cm<sup>3</sup>, e 4 perturbadas (0-5, 5-10 e 10-20cm). As variáveis de estudo foram permeabilidade, densidade aparente, capacidade máxima para água, capacidade de campo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade (0-5cm) e percentagem de elementos grosseiros (3 profundidades). O tratamento estatístico dos resultados incluiu ANOVA seguida da comparação de médias entre tratamentos (Teste de Tukey a 5% de probabilidade). Foi também feita uma análise

---

<sup>1</sup> Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (IPB). Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal

<sup>2</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

\* Mestrado em Agroecologia, Dupla Diplomação IPB/UFRB

\*\* Autor para correspondência: renev.agro@gmail.com

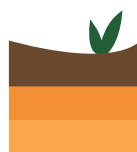
de correlação para avaliar o sinal e o grau de ajustamento linear entre as variáveis estudadas. Os resultados demonstraram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois tipos de tração empregados na área do milho, exceto no caso da macroporosidade que não mostrou correlação com as demais variáveis. Na área de pousio, a tração motorizada com arado produziu os melhores resultados nos parâmetros avaliados, sendo que a tração animal não teve potência para operar devido à resistência física do solo à operação. Por outro lado, na mesma área, o uso do escarificador com tração motorizada evidenciou os efeitos que o tráfego com maquinaria agrícola pesada impõem no solo. O impacto da passagem do trator, que se sobrepôs à ação do escarificador, teve efeitos negativos na maioria dos parâmetros analisados, principalmente aqueles relacionados com o movimento e retenção da água no solo, evidenciando os aspectos deletérios da compactação superficial, que com recorrência, podem ser irreversíveis.

**Palavras-chave:** Animais de trabalho; Maquinaria Agrícola; Degradação do solo; Maneio do solo; Conservação do Solo.





**United Nations**  
Convention to Combat  
Desertification



**SPCS**  
Sociedade Portuguesa  
da Ciência do Solo