



# SYMBIOSIS

Caracterização físico-química de solos e de água de rega em explorações agropecuárias do Baixo-Mondego, Portugal.

Projeto SYMBIOSIS

2021

---

<b>Data</b>	30/01/2021
<b>Título:</b>	Caracterização físico-química de solos e de água de rega em explorações agropecuárias do Baixo-Mondego, Portugal. Projeto SYMBIOSIS.
<b>Autor(es):</b>	Joana Lapão Rocha, Verónica Oliveira, Celia Dias-Ferreira
<b>Parceiro:</b>	IPC – Instituto Politécnico de Coimbra CERNAS – Centro de Estudos Naturais, Ambiente e Sociedade
<b>Ação:</b>	A1.2. Estudo diagnóstico e auditorias personalizadas
<b>Tarefa</b>	2- Caracterização dos recursos hídricos e dos solos

---

<b>Projeto POCTEP</b>	0340-SYMBYOSIS-3-E
<b>Website Projeto:</b>	<a href="https://symbiosis-poctep.inovcluster.pt/es/">https://symbiosis-poctep.inovcluster.pt/es/</a>

---

© J Rocha, V Oliveira, C Dias-Ferreira (2021) (Todos os direitos reservados)



## CONTEÚDOS

1. Sumário Executivo .....	5
2. Introdução .....	6
3. Metodologia.....	7
3.1. Recolha e análise das amostras de solos .....	7
3.2. Recolha e análise das amostras de água de rega.....	9
4. Resultados e discussão .....	10
4.1. Descrição das explorações agropecuárias.....	10
4.2 Caracterização físico-química de solos .....	14
4.3 Caracterização físico-química de águas de rega.....	18
5. Conclusão .....	20

## 1. Sumário Executivo

Este relatório teve como objetivo caracterizar os solos e as águas de rega das explorações agropecuárias mais representativas da região Centro de Portugal. Os resultados apresentados neste relatório estão incluídos na **tarefa 2** da **Atividade 1.2 Estudo diagnóstico e auditorias personalizadas** do projeto Symbiosis.

Sete explorações agropecuárias, que cooperaram no desenvolvimento desta tarefa, foram caracterizadas de uma forma breve para apresentar o contexto do sector na zona do Baixo-Mondego (Região Centro Litoral - Portugal). Durante segundo semestre de 2018 e o ano de 2019 foram recolhidas uma amostra composta de solo e uma amostra de água de rega em cada exploração agropecuária participante.

As amostras de solos foram analisadas no laboratório de solos da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) quanto aos parâmetros físico-químicos tais como a classe de textura, concentração de macronutrientes, concentração de metais pesados, entre outros. Quanto às amostras de água de rega, os parâmetros físico-químicos analisados foram o pH, condutividade elétrica, concentração de azoto, fósforo, metais pesados, entre outros.

De um modo geral, podemos concluir que as explorações agropecuárias apresentam solos com uma classe de fertilidade baixa e teores muito variáveis de matéria orgânica que refletem o impacte das práticas de gestão de solos. As águas de rega recolhidas em todas as explorações apresentam uma boa qualidade, estando todos os parâmetros analisados estão abaixo dos limites impostos pelo DL n.º236/98, de 1 agosto no anexo XVI.

## 2. Introdução

O projeto Symbiosis tem como objetivo promover a gestão eficiente das explorações agropecuárias da área de cooperação, com o fim de lhes proporcionar maior rentabilidade e competitividade. A integração da atividade agrícola e pecuária através do aumento do desenvolvimento tecnológico e da inovação a partir da transferência dos resultados da pesquisa do “Centro Transfronteiriço de Investigação e Transferência do setor agrícola (CTIT)” pelo sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação de Castilha e León e da Região Centro, contribuirá assim para o desenvolvimento económico e social do território transfronteiriço.

No âmbito da primeira atividade do projeto, procedeu-se a uma análise da situação atual do sector agropecuário do espaço de cooperação, estudando a sua situação tecnológica atual, os seus problemas e as suas necessidades com o objetivo de desenvolver uma estratégia transfronteiriça para promover a gestão eficiente das explorações agropecuárias. Os resultados desta tarefa permitem complementar os resultados da tarefa anterior de caracterização da situação atual das explorações agropecuárias na Região Centro (NUTS16) e posteriormente formular planos de gestão dos recursos naturais a nível de exploração de forma a melhorar a sustentabilidade e competitividade do sector.

**No âmbito da Atividade 1.2 Estudo diagnóstico e auditorias personalizadas** do projeto Symbiosis, prevê-se na **tarefa 2** efetuar medições reais sobre o uso de energia, produção e valorização de resíduos agropecuários, uso de fertilizantes, gestão de recursos hídricos e manejo do solo de forma a caracterizar os modelos de gestão do sector agropecuário na área de cooperação. Numa reunião de gestão de projeto foi acordado que a equipa do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC) faria a caracterização das explorações de gado bovino e a equipa da Universidade de Coimbra (UC) faria a caracterização das explorações de suínos, na região Centro Litoral (NUTS 16), e a equipa do Instituto Politécnico de Castelo branco (IPCB) faria a caracterização do sector agropecuário da região Centro Interior.

O presente relatório mostra assim os resultados da caracterização dos solos e da água de rega das explorações agropecuárias de gado bovino na região alvo.

### 3. METODOLOGIA

Os membros de equipa do IPC reuniram-se para compilar uma base de dados de explorações de gado bovino na região de estudo. Esta base de dados foi desenvolvida em MS Excel™ com base nos contactos de produtores que os membros da equipa do IPC foram criando/angariando ao longo das suas carreiras profissionais. De forma a atingir os objetivos da tarefa 2 da atividade 1.2 'Estudo diagnóstico e auditorias personalizadas' várias explorações foram contactadas de forma a estabelecer um protocolo de cooperação.

Posteriormente, o bolsheiro de investigação e um membro da equipa do IPC deslocaram-se a cada exploração que acordou cooperar no projeto para recolher amostras de solos e de água de rega. Adicionalmente, através de observação visual e de uma conversa com o proprietário recolheu-se informação escrita e fotográfica de forma a compilar uma breve descrição contextual da exploração.

De forma a cumprir com o regulamento geral sobre a proteção de dados as explorações agropecuárias são identificadas através de códigos.

#### 3.1. Recolha e análise das amostras de solos

Em cada uma das explorações agropecuárias foi recolhida uma amostra composta de solo durante o segundo semestre de 2018 e o ano de 2019.

Previamente à recolha das amostras de solo foi efetuada uma limpeza da superfície do solo de forma a remover o material vegetal e pedras de maior dimensão. As amostras de solo foram recolhidas segundo o método de recolha de amostras compostas a uma profundidade de 0-30 cm através do uso de uma sonda (Figura 1).



Figura 1: Sonda e balde utilizados para a recolha de amostras compostas de solo

Amostras compostas são o resultado da mistura de 10-15 amostras simples. De forma a ter uma boa representação da área em que se pretende avaliar a fertilidade, procedeu-se a uma amostragem de solo em vários locais da parcela. Em cada ponto amostrado a amostra de solo recolhida (através do uso da sonda) foi colocada no balde utilizado para a recolha (Figura 1). Depois de recolher um total de 1-2 kg de solo procedeu-se à sua mistura para formar as amostras compostas.

Depois de recolhidas, as amostras foram levadas para o laboratório de solos da ESAC/IPC (no mesmo dia, ou no dia seguinte) e foram secas a uma temperatura controlada de 38°C em estufa, e crivadas (< 2mm). Estas amostras foram analisadas de forma a determinar os seguintes parâmetros:

i) humidade foi determinada usando o método gravimétrico, em que a amostra é seca em estufa com ventilação forçada a 105°C até peso constante;

ii) a classe de textura foi determinada por análise mecânica pelo método da pipeta de Robinson (que quantifica ponderalmente as partículas minerais elementares do solo, agrupadas em classes de dimensões, de modo a definir a textura e a composição granulométrica das respetivas amostras);

iii) a textura manual foi avaliada utilizando o método de avaliação manual que se baseia na diferença ao tato entre a areia, o limo e a argila;

iv) o pH foi determinado com base na norma internacional ISO 10390:2005(E); a condutividade elétrica (CE) foi determinada num extrato aquoso de solos por condutivimetria, em que a amostra é extraída com água desmineralizada, e a CE do extrato é determinada;

v) o conteúdo de matéria orgânica foi determinado por combustão da amostra a 590°C e deteção por infravermelhos próximos (de forma a determinar o carbono orgânico) e utilização do fator 1,724 ( $\text{matéria orgânica}(\%) = \text{Carbono}(\%) \times 1,724$ );

vi) o fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) assimiláveis foram determinados com base no método de Egner-Riehm, em que o fósforo e o potássio são extraídos simultaneamente e posteriormente o fósforo foi quantificado utilizando o método colorimétrico do molibdato de amónio em meio ácido e ácido ascórbico e o potássio foi quantificado diretamente por espectrofotometria de absorção atómica;

vii) o azoto total foi determinado segundo o método de Kjeldahl (digestão, destilação e titulação);

viii) o azoto nítrico e azoto amoniacal foram determinados por espectrofotometria de absorção molecular num autoanalisador de fluxo segmentado após extração com  $\text{CaCl}_2$  0,01M na proporção de 1:5 (ISO 14255:1998; Skalar, 2004);

ix) o conteúdo de cloretos foi determinado através do método titrimétrico de Mohr, em que os cloretos são extraídos com água desmineralizada e titulados com uma solução de nitrato de prata;

x) os metais pesados, nomeadamente o zinco (Zn), cobre (Cu), crómio (Cr), níquel (Ni), chumbo (Pb), e cádmio (Cd) totais e fósforo total foram determinados por extração por água régia e posteriormente os metais pesados foram quantificados por espectrofotometria de absorção atómica enquanto que o fósforo foi quantificado por um método colorimétrico de vanadomolibdato de amónio a 470nm;

xi) as bases de troca potássio ( $K^+$ ), sódio ( $Na^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ), e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) foram determinadas primeiro procedendo a uma extração simultânea dos catiões de troca (através da agitação da amostra com uma solução de acetato de amónio) seguido de uma quantificação por espectrofotometria de absorção atómica com chama.

### 3.2. Recolha e análise das amostras de água de rega

As amostras de água de rega foram recolhidas durante segundo semestre de 2018 e o ano de 2019 (uma amostra em cada exploração agropecuária). Para recolher as amostras de água primeiro abriu-se a torneira e deixou-se correr a água durante 2 a 3 minutos. Posteriormente procedeu-se à recolha da amostra para uma garrafa de plástico limpa com 1 L de volume. Após a recolha, as garrafas foram mantidas em malas térmicas com acumuladores de frio e transportadas para o laboratório da ESAC/IPC onde foram mantidas a uma temperatura de 4°C até serem analisadas.

As amostras de água foram analisadas de forma a determinar vários parâmetros:

i) o pH foi determinado segundo o método eletrométrico utilizando um potenciómetro com eléctrodo de vidro;

ii) a condutividade eléctrica foi determinada utilizando um condutímetro equipado com uma célula de condutividade,

iii) o azoto total foi determinado segundo o método de Kjeldahl (digestão, destilação e titulação) e o azoto nítrico e amoniacal foram determinados por espectrofotometria de absorção molecular num auto analisador de fluxo segmentado (Skalar);

iv) os catiões potássio ( $K^+$ ), sódio ( $Na^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) foram determinados por espectrofotometria de absorção atómica com chama;

v) o fósforo solúvel foi quantificado por espectrofotometria de UV-VIS a 470nm e vi) o chumbo (Pb), ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn) foram quantificados por espectrofotometria de absorção atómica.

## 4. Resultados e discussão

Nesta secção apresenta-se primeiramente uma breve descrição das explorações agropecuárias e em seguida os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados nas amostras de solos e água de rega recolhidas em cada exploração.

### 4.1. Descrição das explorações agropecuárias

As explorações agropecuárias têm uma componente de produção agrícola em que é produzida grande parte do alimento consumido pelas vacas ao longo do ano. Ou seja, estas explorações possuem vastas áreas de terrenos agrícolas que dedicam à produção de silagem (milho) e de forragem (luzerna, azevém, trevo, etc.) onde grande parte do estrume e chorume da produção pecuária é utilizado, de forma a valorizar este resíduo e diminuir o uso de fertilizantes de síntese. Neste estudo apenas foi incluída uma exploração dedicada à produção de hortícolas.

Principais características das explorações:

- **Exploração 1** (A.H. - apenas hortícolas): Esta exploração dedica-se apenas ao cultivo de hortícolas em várias parcelas: parcela 1-abóboras, parcela 2-favas e parcela 3-couve-coração, numa área total de 4,5 ha (Figura 2). Nesta exploração os resíduos das culturas são incorporados diretamente no solo. A água utilizada para rega tem origem num furo subterrâneo. Usam fertilizantes minerais para aumentar a produção final.



Figura 2: Exploração 1, Maiorca-Figueira da Foz.

- **Exploração 2** (S.G. - produção de leite): O encabeçamento é de 160 vacas. Os bovinos estão estabulados (Figura 3) e as camas são feitas de material lavável. Os excrementos dos animais são recolhidos diariamente durante as lavagens (os excrementos sólidos e líquidos são diluídos com as águas de lavagem) e recolhidos para um reservatório com crosta superficial natural). Quando a capacidade máxima do reservatório é atingida os resíduos são recolhidos para uma cisterna e posteriormente são aplicados por

espalhamento direto sobre a superfície do solo, operação que é seguida de uma ligeira incorporação. Esta exploração conta com uma área de 100 ha (dividida em várias parcelas) para a produção de forragem e silagem (Figura 3). A água utilizada para rega tem origem em furos subterrâneos localizados nas várias parcelas.



**Figura 3: Exploração 2, Maiorca-Figueira da Foz.**

- **Exploração 3** (F.M.- produção de leite): O encabeçamento é de 100 vacas. Os animais estão estabulados (Figura 4) e as camas são feitas de casca de arroz e serradura de madeira não tratada (é adicionado mais material à medida que é necessário, de forma a garantir que as vacas são mantidas num ambiente seco para aumentar o seu bem-estar). O material das camas é removido quando o estábulo não tem mais capacidade. O estrume da zona de alimentação é recolhido para uma zona coberta com piso impermeável e posteriormente valorizado em agricultura; as águas de lavagem e algum chorume são tratados em lagoas. Esta exploração produz silagem (milho), luzerna e azevém para forragem, além disso os bovinos também são alimentados com rações e bagaços. A água de rega tem origem num furo subterrâneo localizado na exploração.



**Figura 4: Exploração 3, Maiorca-Figueira da Foz.**

- **Exploração 4** (N.L. - produção de leite): O encabeçamento é de 92 vacas. Os animais estão estabulados (Figura 5) e as camas são feitas de palha de vários cereais, estes

resíduos são recolhidos para uma zona coberta sem piso impermeável. Os resíduos da zona de alimentação são retirados através do uso de escovas elétricas e separados em sólidos e líquidos. Os sólidos são adicionados ao estrume e os líquidos (chorume juntamente com as águas de lavagem) são armazenados num reservatório com crosta natural. Posteriormente estes resíduos são valorizados em agricultura (espalhamento na superfície do solo seguido de uma leve incorporação) de forma a substituir parcialmente a necessidade de fertilizantes de síntese aquando da produção de silagem e forragem para os animais. A água de rega tem origem num furo subterrâneo localizado na exploração.



**Figura 5: Exploração 4, Tocha-Cantanhede.**

- **Exploração 5** (A.A. - produção de leite): O encabeçamento é de 150 vacas. Os animais estão estabulados (Figura 6) e as camas são feitas de palha de vários cereais. Os excrementos líquidos juntamente com as águas de lavagem são recolhidos para um reservatório com crosta superficial natural. Os excrementos sólidos (estrume) são recolhidos para uma zona coberta sem piso impermeabilizado. Posteriormente estes resíduos são valorizados em agricultura (através do seu espalhamento na superfície do solo seguido de uma leve incorporação) de modo a parcialmente substituir a necessidade de fertilizantes de síntese aquando do cultivo de silagem e forragem para os animais (Figura 6). A água de rega tem origem num furo subterrâneo localizado na exploração.



Figura 6: Exploração 5, Arazede-Coimbra.

- **Exploração 6** (Q.M. - produção de leite): O encabeçamento é de 860 vacas. Os animais encontram-se estabulados (Figura 7) e as camas são feitas de palhas de cereais diversos. Os resíduos das camas e excrementos são armazenados numa zona com cobertura e piso impermeável. Os excrementos da zona de comer são conduzidos juntamente com as águas de lavagem para um separador de sólidos-líquidos. Os sólidos são armazenados numa zona coberta com piso impermeável. Os líquidos são conduzidos para um reservatório com crosta natural. Posteriormente, estes resíduos são valorizados em agricultura de forma a parcialmente substituir o uso de fertilizantes de síntese aquando da produção de silagem e forragem para os animais. A água de rega tem origem num furo subterrâneo localizado na exploração.



Figura 7: Exploração 6, Arazede-Coimbra.

- **Exploração 7** (Z.A. - produção de bovinos de carne): O encabeçamento é de 16 vacas. É uma exploração tradicional (mais rudimentar). Os animais estão estabulados (Figura 8) e as suas camas são feitas de material orgânico (palha de vários cereais como o arroz, aveia, trigo e centeio). A recolha dos resíduos orgânicos é feita manualmente para uma

zona coberta, mas sem piso impermeável. Posteriormente os resíduos orgânicos (camas, estrume e chorume) são valorizados na agricultura para a produção de milho de silagem, luzerna e azevém de modo a ter uma produção autossuficiente de alimento para os animais para o ano inteiro (este produtor não compra rações). A água de rega tem origem num furo subterrâneo localizado na exploração.



**Figura 8: Exploração 7, Maiorca-Figueira da Foz**

## 4.2 Caracterização físico-química de solos

Os resultados das análises realizadas aos solos são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização físico-química de solos (LD: Limite de detecção do equipamento) .

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Exploração 1			Exploração 2	Exploração 3	Exploração 4	Exploração 5	Exploração 6	Exploração 7
			Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3						
Humidade		%	9,549	8,30	10,47	3,18	7,92	10,82	12,71	10,14	14,07
Terra Fina		%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Areia Grossa		%	53,06	53,09	51,42	85,87	42,17	70,76	65,26	78,63	44,97
Areia Fina		%	33,94	35,75	37,11	10,31	35,95	21,6	26,88	15,95	30,28
Limo		%	6,48	6,37	5,55	0,82	8,44	4,1	3,95	2,52	11,92
Argila		%	6,52	4,79	5,92	3,00	13,45	3,54	3,9	2,9	12,83
Classe da textura			Areno-franco	Areno-franco	Areno-franco	Arenoso	Franco-arenoso	arenoso	arenoso	arenoso	Franco-arenoso
Textura Manual			Franco-arenosa (ligeira a mediana)	Franco-arenosa mediana	Franca Mediana	Arenosa ligeira	Argilo-arenosa Pesada	Areno-franca ligeira	Areno-franca Ligeira	Areno-franca (ligeira)	Argilo-arenosa pesada
pH (H <sub>2</sub> O)			6,34	5,94	6,54	5,02	6,93	4,98	5,47	6,63	7,25
Condutividade Elétrica	CE	mS.cm <sup>-1</sup>	0,132	0,060	0,716	0,116	0,242	0,126	0,072	0,102	0,287
Matéria Orgânica		%	0,782	0,597	1,156	0,923	1,299	1,501	1,894	2,15	1,959
Fósforo Assimilável	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg.kg <sup>-1</sup>	3576,30	2136,70	3338,35	889,98	1206,16	3368,63	3835,14	3898,68	969,74
Potássio Assimilável	K <sub>2</sub> O	mg.kg <sup>-1</sup>	119,88	91,34	94,88	12,3	90,11	38,16	44,61	68,7	126,31
Azoto Total	N-Total	%	0,057	0,044	0,075	0,084	0,09	0,095	0,116	0,096	0,121
Azoto Nítrico	NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub>	mg.kg <sup>-1</sup>	24,97	6,04	7,97	14,41	7,93	12,69	9,84	14,2	42,69
Azoto Amoniacal	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg.kg <sup>-1</sup>	106,91	44,74	59,16	164,28	28,71	65,32	75,07	23,89	19,74
Cloretos	Cl <sup>-</sup>	%	<LD	<LD	<LD	<LD	0,145	<LD	<LD	<LD	0,11

Tabela 2: Caracterização físico-química de solos (LD: Limite de detecção do equipamento) [continuação].

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Exploração 1			Exploração 2	Exploração 3	Exploração 4	Exploração 5	Exploração 6	Exploração 7
			Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3						
Zinco Total	Zn	mg.kg <sup>-1</sup>	15	12,15	22	7,13	27,15	14,78	15,63	14,77	21,2
Cobre Total	Cu	mg.kg <sup>-1</sup>	11,86	5,93	13,84	2,61	14,47	11,43	10,33	15,17	11,03
Crômio Total	Cr	mg.kg <sup>-1</sup>	<LD	<LD	<LD	<LD	10,79	<LD	<LD	<LD	7,63
Níquel Total	Ni	mg.kg <sup>-1</sup>	3,59	4,89	<LD	<LD	12,57	3,92	<LD	4,4	7,8
Chumbo Total	Pb	mg.kg <sup>-1</sup>	9,63	7,16	14,54	4	12,16	5,97	4,12	3,3	22,78
Cádmio Total	Cd	mg.kg <sup>-1</sup>	0,04	0,03	0,06	0,03	0,1	0,06	0,06	0,03	0,08
Fósforo Total	P	mg.g <sup>-1</sup>	0,46	0,3	0,38	0,2	0,31	0,49	0,53	0,51	0,3
<b>BASES DE TROCA</b>											
Cálcio	Ca <sup>2+</sup>	cmol.100g <sup>-1</sup>	0,295	0,177	0,359	0,099	1,005	0,201	0,271	0,481	1,163
Magnésio	Mg <sup>2+</sup>	cmol .100g <sup>-1</sup>	0,035	0,027	0,039	0,011	0,088	0,035	0,03	0,060	0,059
Potássio	K <sup>+</sup>	cmol .100g <sup>-1</sup>	0,091	0,074	0,067	0,014	0,083	0,034	0,041	0,061	0,086
Sódio	Na <sup>+</sup>	cmol .100g <sup>-1</sup>	0,008	0,006	0,007	0,009	0,041	0,014	0,014	0,012	0,041
Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>2+</sup>			8,44	6,55	9,20	8,97	11,42	5,75	9,04	8,01	19,72

Os solos das explorações apresentam **valores de pH** variados: as parcelas da exploração 1 apresentam valores de pH na gama pouco ácido ( $5,6 < \text{pH} < 6,5$ ), as explorações 2, 4 e 5 apresentam solos com valores de pH na gama ácido ( $4,6 < \text{pH} < 5,5$ ), e as restantes explorações 3, 6 e 7 apresentam solos com valores de pH na gama neutro ( $6,6 < \text{pH} < 7,5$ ).

Relativamente à **presença de metais pesados** (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr), todas as explorações apresentam solos com concentrações inferiores às estabelecidas no DL n°103/2015, 15 junho (Tabela 2).

**Tabela 3: Valores limite para metais pesados totais em solos em função do pH.**

Valores-limite ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) DL n°103/2015, 15 junho			
Em solos com:			
Metais pesados totais	$5 < \text{pH} < 6$	$6 < \text{pH} < 7$	$\text{pH} > 7$
Cádmio (Cd)	0,5	1	1,5
Cobre (Cu)	20	50	100
Níquel (Ni)	15	50	70
Chumbo (Pb)	50	70	100
Zinco (Zn)	60	150	200
Crómio (Cr)	30	60	100
Mercúrio (Hg)	0,1	0,5	1

Todas a explorações apresentam solos com condutividade elétrica com valores inferiores a  $0,4 \text{ mS cm}^{-1}$  o que nos permite classificar estes solos como solos sem efeitos salinos.

Em termos de classes de fertilidade, tendo em consideração o **conteúdo de matéria orgânica** e a **textura**, os solos apresentam uma classificação que varia ligeiramente. As parcelas 1 e 2 da exploração 1 apresentam uma classificação em termos de classe de fertilidade muito baixa (textura média e matéria orgânica  $< 1\%$ ) e a terceira parcela apresenta uma classe de fertilidade baixa (textura média e matéria orgânica  $< 1\%$ ). As explorações 2, 3 e 7 apresentam uma classe de fertilidade baixa (textura pesada e matéria orgânica  $< 2\%$ ). A exploração 4 encontra-se no limite entre classes de fertilidade baixa e média devido a facto do solo ter uma textura ligeira e o teor de matéria orgânica ser de  $1,5\%$ . As explorações 5 e 6 apresentam uma textura ligeira e teores de matéria orgânica superior a  $1,5\%$  logo encontram-se na classe de fertilidade média.

Em termos de **concentração de  $\text{P}_2\text{O}_5$**  as 7 explorações apresentam solos com concentrações superiores a  $200 \text{ mg.kg}^{-1}$ , ou seja, estes solos podem ser classificados numa classe de fertilidade muito alta. No entanto estes resultados podem ser explicados por uma aplicação de estrume ou chorume num curto período de tempo antes da recolha das amostras.

O solo da exploração 2 pode ser classificado na classe muito baixa visto que a **concentração de  $\text{K}_2\text{O}$**  se encontra abaixo de  $25 \text{ mg.kg}^{-1}$ . As explorações 4 e 5 apresentam solos que podem ser classificados numa classe de fertilidade baixa pois apresentam uma concentração de  $\text{K}_2\text{O}$  entre  $26\text{-}50 \text{ mg.kg}^{-1}$ . As explorações 3 e 6 assim como as parcelas 2 e 3 da exploração 1 apresentam

concentrações de  $K_2O$  entre 51-100  $mg.kg^{-1}$ , o que nos permite classificar estes solos com uma classe de fertilidade média. A exploração 7 e a parcela 1 da exploração 1 apresentam uma concentração maior de  $K_2O$  entre 101-200  $mg.kg^{-1}$  pelo que estes solos já apresentam uma classe de fertilidade alta.

Considerando a concentração de **bases de troca** verifica-se que os solos analisados das várias explorações são classificados numa classe de fertilidade muito baixa, pois, a concentração de  $Ca^{2+}$  é inferior a 2  $cmol.100g^{-1}$ , a concentração de  $Mg^{2+}$  é inferior a 0,5  $cmol.100g^{-1}$ , a concentração de  $K^+$  é inferior a 0,1  $cmol.100g^{-1}$  e a concentração de  $Na^+$  é inferior a 0,1  $cmol.100g^{-1}$ .

Em resumo, a classificação destes solos em termos de fertilidade, de acordo com estes diferentes parâmetros encontra-se sumariada na tabela seguinte:

**Tabela 4: Classificação dos solos das várias explorações em classes de fertilidade de acordo com diversos parâmetros.**

Parâmetro	Exploração 1			Exploração 2	Exploração 3	Exploração 4	Exploração 5	Exploração 6	Exploração 7
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3						
Matéria Orgânica e Textura	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa/Média	Média	Média	Baixa
$K_2O$	Alta	Média	Média	Muito baixa	Média	Baixa	Baixa	Média	Alta
$P_2O_5$	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta
$Ca^{2+}$	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa
$Mg^{2+}$	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa
$K^+$	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa
$Na^+$	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa

### 4.3 Caracterização físico-química de águas de rega

Os resultados das análises realizadas às águas de rega são apresentados na tabela 4. A avaliação da qualidade da água de rega recolhida nas várias explorações foi realizada tendo em conta os valores limite apresentados no DL n.º236/98, de 1 agosto no anexo XVI. Todas as explorações apresentam água com características que obedecem aos valores limite para qualidade de água de rega.

Tabela 5: Caracterização físico-química de água de rega (ND - Não detetado; LD - Limite de deteção do equipamento, VMR-valor máximo recomendado no DL nº236/98)

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Exploração 1	Exploração 3	Exploração 4	Exploração 5	Exploração 6	Exploração 7	VMR
Condutividade Elétrica		mS.cm <sup>-1</sup>	0,95	0,79	0,31	0,19	0,15	0,71	100
pH			7,04	7,02	5,82	6,43	5,09	6,84	6,5-8,4
Azoto Kjeldhal	Nk	mg.l <sup>-1</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-
Azoto nítrico	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	7,82	<LD	1,14	<LD	<LD	4,64	50
Azoto Amoniacal	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
Fósforo Solúvel	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg.l <sup>-1</sup>	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	-
Cobre	Cu	mg.l <sup>-1</sup>	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	0,20
Zinco	Zn	mg.l <sup>-1</sup>	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	2,0
Ferro	Fe	mg.l <sup>-1</sup>	3,21	1,18	3,03	3,47	1,1	3	5,0
Manganês	Mn	µg.l <sup>-1</sup>	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	<LD	200
Cálcio	Ca	µg.l <sup>-1</sup>	49,62	65,27	11,08	3,27	3,43	80,86	-
Magnésio	Mg	µg.l <sup>-1</sup>	13,73	14,03	5,81	1,88	1,76	20,95	-
Potássio	K	µg.l <sup>-1</sup>	3,41	3,4	7,69	2,52	5,3	2,56	-
Sódio	Na	µg.l <sup>-1</sup>	60	31,65	19,54	25,51	12,5	26,63	-

## 5. Conclusão

As explorações que participaram no desenvolvimento desta tarefa estão localizadas no litoral da Região Centro Portugal (NUTS16). Estas explorações apresentavam solos, que no geral, podem ser classificados em classes de fertilidade muito baixa, baixa e, em menor número, fertilidade média devido ao baixo teor de matéria orgânica embora a concentração de nutrientes assimiláveis tenha sido no geral muito variável entre explorações, muito provavelmente devido à recente incorporação de estrume e/ou chorume. Adicionalmente todas as explorações apresentam água com origem em furos subterrâneos que obedece aos padrões de qualidade para água de rega apresentados no DL n.º236/98, de 1 agosto no anexo XVI.

A caracterização dos solos e da água de rega ao nível de exploração permite que sejam desenvolvidos planos sustentáveis de gestão de recursos naturais de forma a fechar ciclos de nutrientes na própria exploração tendo em consideração as características dos solos e da água de rega.



# SYMBIOSIS

O projeto 0340-SYMBIOSIS-3-E é cofinanciado por FEDER “Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional” através do Interreg V-A España-Portugal (POCTEP) 2014-2020.