



As Infraestruturas Ecológicas e a Conservação do Solo

Cristina Carlos, Fátima Gonçalves

utad



A biodiversidade como indicador de qualidade do solo

A maior parte da biodiversidade dos agroecossistemas está no solo, que é o ecossistema mais diverso e complexo do planeta.

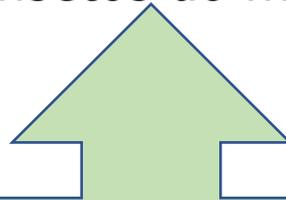
Os artrópodes são frequentemente usados como bioindicadores para definir a qualidade do solo, uma vez que estão envolvidos em muitas das funções ecológicas do solo.



Factores que ameaçam a biodiversidade

- **A biodiversidade encontra-se sob ameaça, a nível mundial**

Verifica-se um declínio bastante significativo (Sanchez-Bayo et al. 2019) que pode conduzir à extinção de 40% das espécies de insetos do mundo nas próximas décadas



- ✓ 1º Perda de habitat/ intensificação da agricultura/abandono agrícola;
- ✓ 2º Poluição (utilização abusiva de pesticidas e fertilizantes);
- ✓ 3º Ameaças biológicas (espécies invasoras);
- ✓ 4º Alterações climáticas

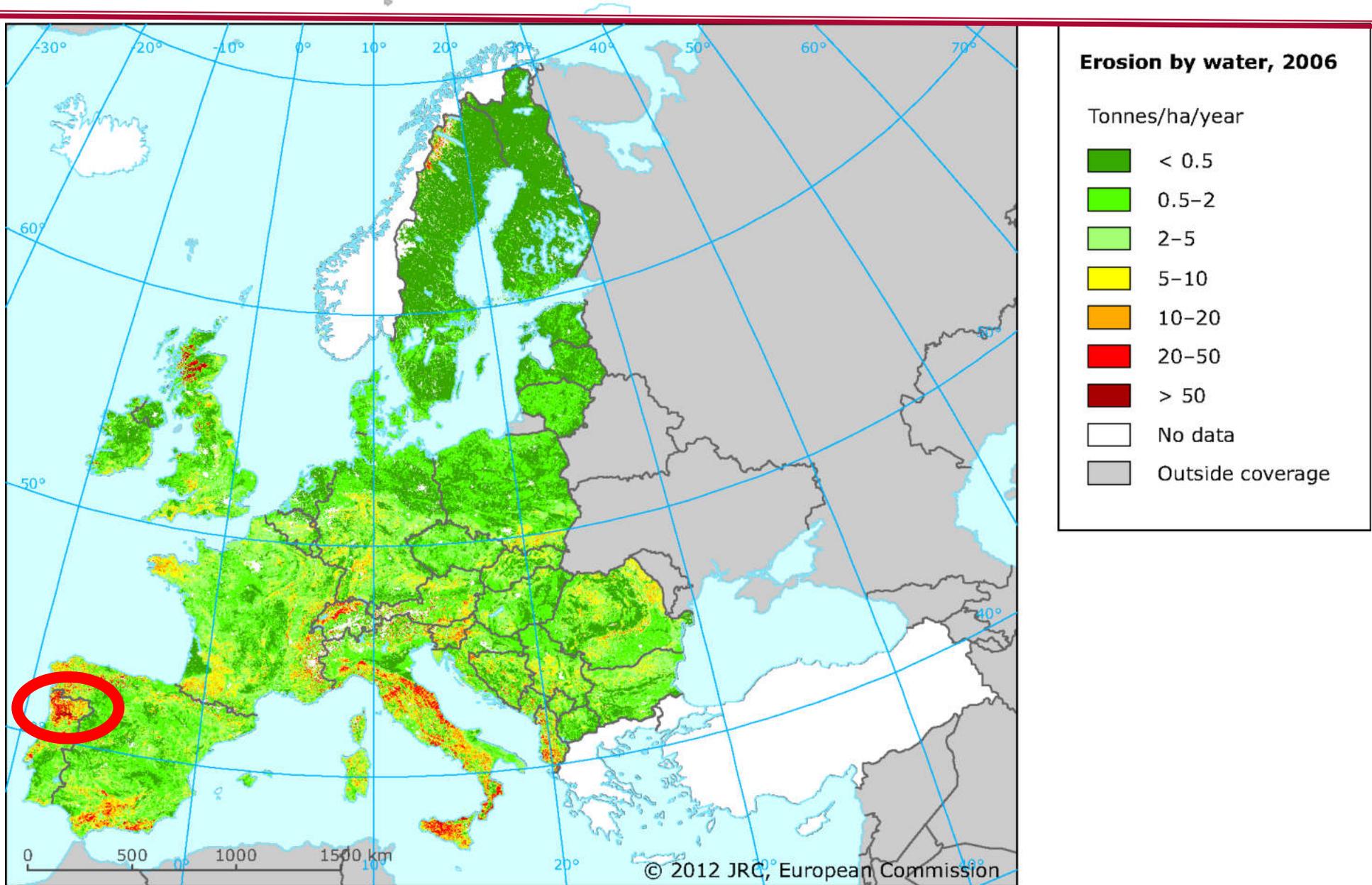
- O setor vitivinícola está sob **forte pressão social para reduzir o uso de pesticidas**

- **Os agricultores são agentes com papel muito relevante** nas ações que podem ser conduzidas para travar a perda de biodiversidade e devem ser **informados sobre como implementar práticas de conservação, evitando práticas prejudiciais**

■ Alteração da forma de condução do solo vitícola na Região do Douro



■ Norte de Portugal – Alto risco de erosão hídrica





A gestão do solo vitícola do Douro foi-se alterando...



Devido **ao elevado risco de erosão**, as vinhas da região do Douro incluem agora mais **vegetação nativa na entrelinha**, em oposição ao uso de herbicida ou do escarificador (mobilização)

Infra-estrutura ecológica

Qualquer infra-estrutura, existente na exploração ou num raio de cerca de 150 m, que tenha valor ecológico para a exploração e cuja utilização judiciosa aumente a sua biodiversidade funcional.

Recomendações OILB

As Infra-estruturas ecológicas devem ocupar, pelo menos, 5% da área da exploração (idealmente = 10%), para manter adequada biodiversidade funcional

Malavolta & Boller 2009. IOBC wprs Bulletin 46:1-11



Região Demarcada do Douro- Alto Douro Vinhateiro



Classificada pela UNESCO
em 2001 como paisagem
cultural, evolutiva e viva

Mosaico paisagístico que combina a presença de vinhedos rodeados de olivais, amendoais, pequenos pomares de fruteiras (citrinos, cerejeiras), matas (vegetação arbórea), matos (vegetação arbustiva), cursos de água rodeados por galerias ripícolas, e ainda edifícios de suporte à atividade agrícola (quintas) e aglomerados urbanos organizados (vilas e aldeias), o que lhe confere um carácter singular, comparativamente a outras regiões vitícolas europeias





Grande diversidade de
Infraestruturas ecológicas na
Região Demarcada do Douro



Muro de pedra posta (ou seca): construções de pedra justaposta efetuadas pelo homem, sem recurso a quaisquer elementos de ligação

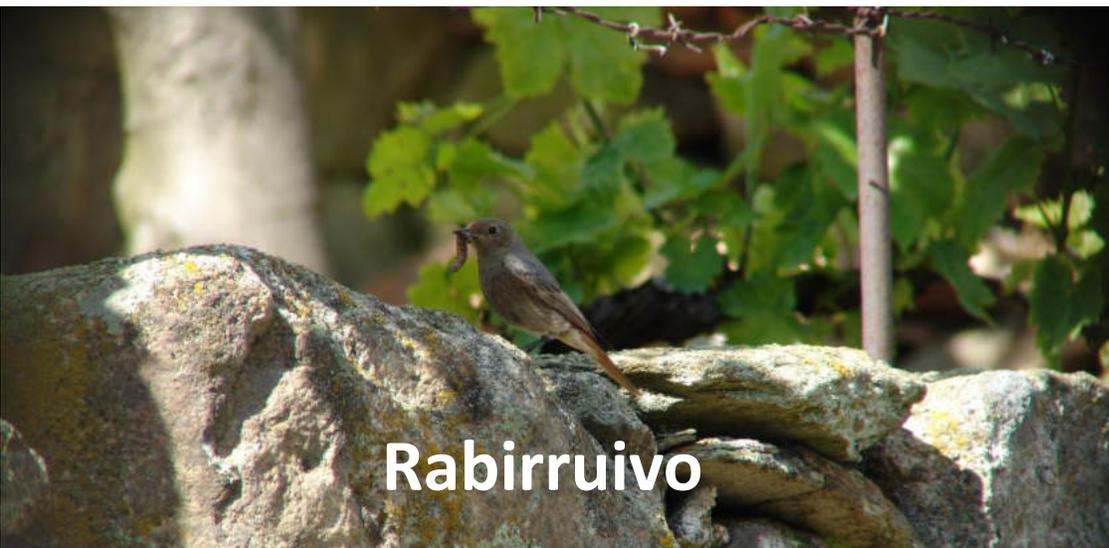
Infra estrutura ecológica com relevância na preservação do solo da região do Douro (controlo da erosão)



Infraestructuras ecológicas que promovem a biodiversidade funcional



Infraestruturas ecológicas que promovem a biodiversidade funcional



Fonte fotos: Paulo Barros

Infraestruturas ecológicas que promovem a biodiversidade funcional



Enrelvamento da entrelinha

uso de cobertura vegetal (geralmente autóctone) na entrelinha e nos taludes

Infraestructuras ecológicas que promovem a biodiversidade funcional



Galerias ripícolas

Infraestruturas ecológicas que promovem a biodiversidade funcional

Sebes arbustivas em taludes de estradas



Infraestruturas ecológicas que promovem a biodiversidade funcional

Matas e pequenos bosquetes



Infra-estruturas ecológicas (IEE) e serviços do ecossistema

IEE: fornecem gratuitamente serviços ecológicos aos viticultores e à sociedade:

- **Protecção biológica de conservação**
 - Protecção contra a erosão
 - **Melhoria das características do solo (matéria orgânica, estrutura)**
-
- **Regulação dos recursos hídricos**
 - **Sequestro de CO₂**
 - **Habitat para fauna e flora (conservação)**
 - **Valorização da paisagem vitícola do Douro (serviços de lazer)**

Destes serviços destacam-se em particular, pela sua importância em viticultura de encosta, **a protecção contra a erosão, o incremento da matéria orgânica do solo e a melhoria da sua estrutura.**



■ Estratégia de proteção biológica por conservação na vinha

Agentes de controlo biológico

Pragas-chave

Predadores



Parasitoides



Redução do uso de pesticidas

Grapevine moth



Green leafhopper



■ Inimigos naturais mais importantes da **traça-da-uva** no Douro

Elachertus affinis (Eulophidae)



Campoplex capitator (Ichneumonidae)



Brachymeria sp. (Chalcididae)



Aranhas

(predadores mais abundantes na vinha)



Crisopídeos

(papel complementar)



■ **Projetos implementados no Douro sobre práticas de conservação do Solo e biodiversidade**

- **ECOVITIS** *Maximização dos Serviços do Ecossistema Vinha na RDD* (projecto PRODER Med. 4.1. Cooperação para a Inovação). (2011-2014)
- **BIODIVINE** *Demonstrating functional biodiversity in viticulture landscapes*. Projecto LIFE+ Nature & Biodiversity. (2010-2014)
- **GREENVITIS - Efeitos da gestão do solo na produtividade e sustentabilidade do sistema vitivinícola**. Projeto PRODER 43880 (Med. 4.1- Cooperação para a Inovação (2012-2014).
- **Parceria Europeia para a proteção da biodiversidade em viticultura**. Projeto ERASMUS+ (2015-2018).
- **Boas práticas agrícolas para a biodiversidade no contexto das alterações climáticas** – Ação 20.2 da Rede Rural Nacional (RRN)
- **INTERACT** *Integrative Research in Environment, Agro-Chains and Technology (VitalityWine - Fostering viticulture sustainability for Douro Valley: multidisciplinary efforts from field to wine)* (Norte-01-0145-FEDER-000017)
- **INNOVINE&WINE** – *Vineyard and Wine Innovation Platform* (NORTE-01-0145-FEDER-000038)
- **Infra-estruturas ecológicas na proteção biológica de conservação contra pragas da vinha, na RDD** (projeto de doutoramento C. Carlos ADVID /UTAD)

Que plantas plantar / proteger para promover o controlo biológico de pragas?



Sebe plantada na quinta da Granja em 2013



• Sebes







Sebe de Esteva – Quinta de Castelo Melhor (Foz Côa)



Corredores ecológicos preservados e sebes plantadas na quinta de S. Luiz (Sogevinus)



Sebes plantadas em 2013 na quinta das Carvalhas (Real Companhia velha)



■ Ações de conservação da biodiversidade e do solo

Revestimento de taludes e enrelvamento da entrelinha
Quinta do seixo - Sogrape



- **Enrelvamento na quinta de Murças**

- Controlo da erosão
- Fomento da matéria orgânica
- Melhoria da transitabilidade
- Promoção da biodiversidade funcional



Sebes com rosmaninho instaladas na quinta de Murças em 2019



□ Quinta do Vesúvio (Grupo Symington)



- **Preservação flora local – Real Companhia Velha**



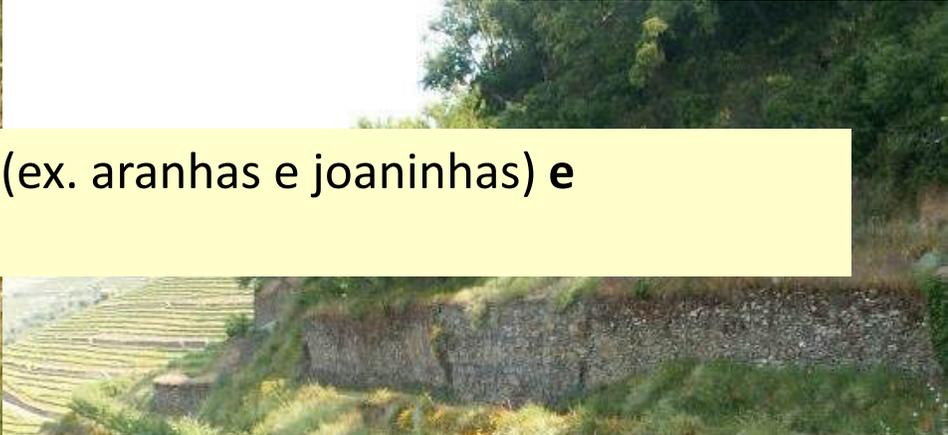
■ Principais resultados dos projetos sobre biodiversidade funcional e conservação do solo

- Identificaram-se as principais espécies de fauna e flora existentes no ecossistema vitícola da RDD, com destaque para as que têm **impacto na limitação natural de pragas da vinha**;
- Promoveram-se várias **ações de conservação da biodiversidade**, em particular o **enrelvamento da entrelinha**, as **sebes de espécies autóctones** com interesse funcional, a **preservação dos muros de pedra posta**
- Demonstrou-se o **impacto positivo** da proximidade de IEE e do enrelvamento na **biodiversidade do solo**
- Demonstrou-se **o impacto negativo** da prática da mobilização na **biodiversidade do solo**

Resultados - Impacto da proximidade de habitats seminaturais (NCH) nos predadores



Efeito positivo dos NCH na abundância e na riqueza de predadores (ex. aranhas e joaninhas) e abundância de parasitóides (exceto mymarídeos)



O impacto positivo dos NCH parece diminuir substancialmente em vinhas localizadas a 50 m da bordadura, mesmo que nas encostas tenha sido encontrada uma alta abundância e diversidade da maioria dos predadores e parasitóides



Efeito positivo da vegetação nativa encontrada nos taludes (semelhante ao dos NCH)

Fonte: Carlos (2017)



Resultados - Impacto da proximidade de habitats seminaturais (NCH) nos predadores

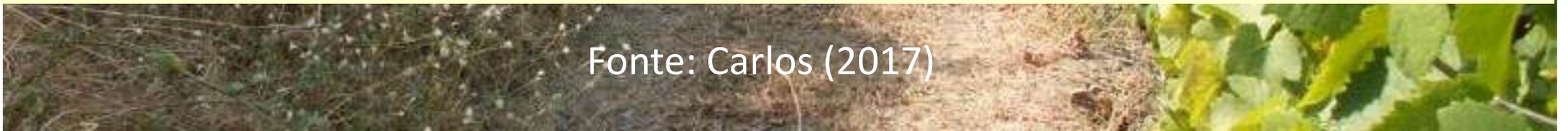
A proximidade de habitats semi-naturais (florestas, matos, margens de mato ou arbustivas), quando conjugada com a vegetação nativa desenvolvida nos taludes ou com o coberto vegetal na entrelinha, pode potenciar a presença de vários inimigos naturais no ecossistema da vinha.



A vegetação dos taludes e da entrelinha podem ser consideradas como parte de uma rede de infraestruturas ecológicas que conecta a biodiversidade do habitat não agrícola aos vinhedos



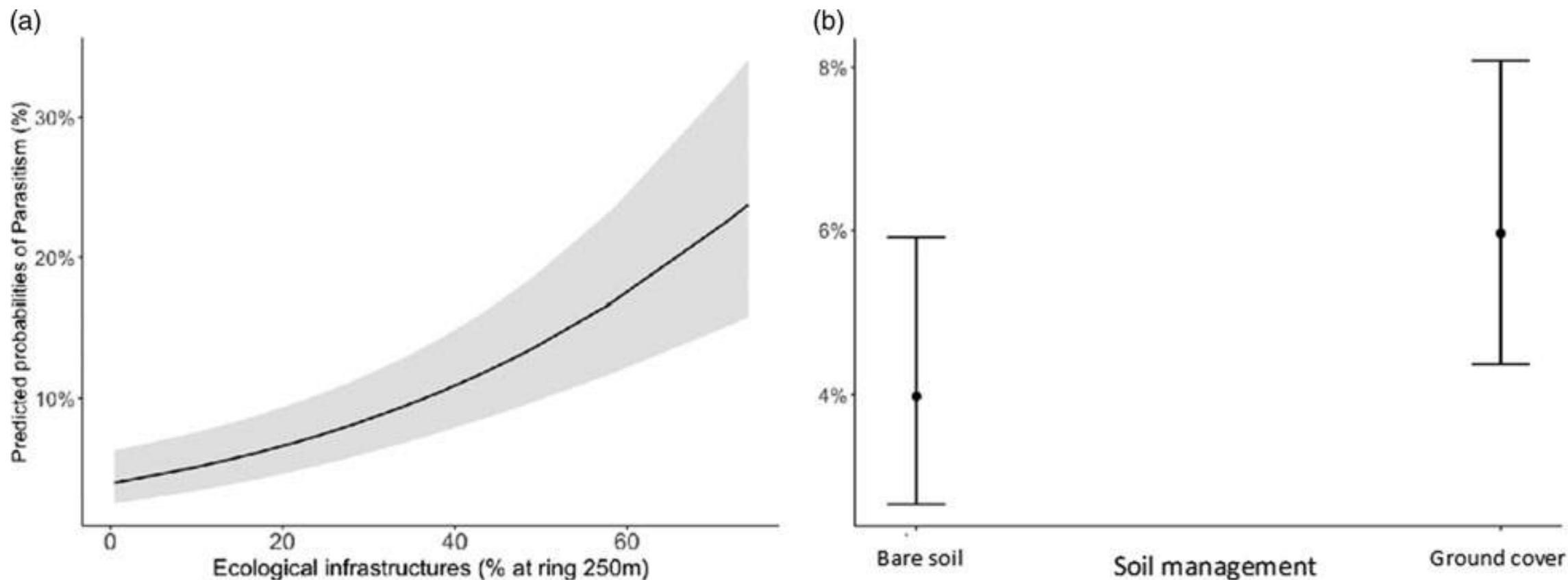
Os habitats semi-naturais e a vegetação nativa encontrados em vinhedos de encosta demonstraram benefícios no suporte à biodiversidade funcional em vinhas do Douro e auxiliam nas estratégias de controlo biológico de conservação



Fonte: Carlos (2017)

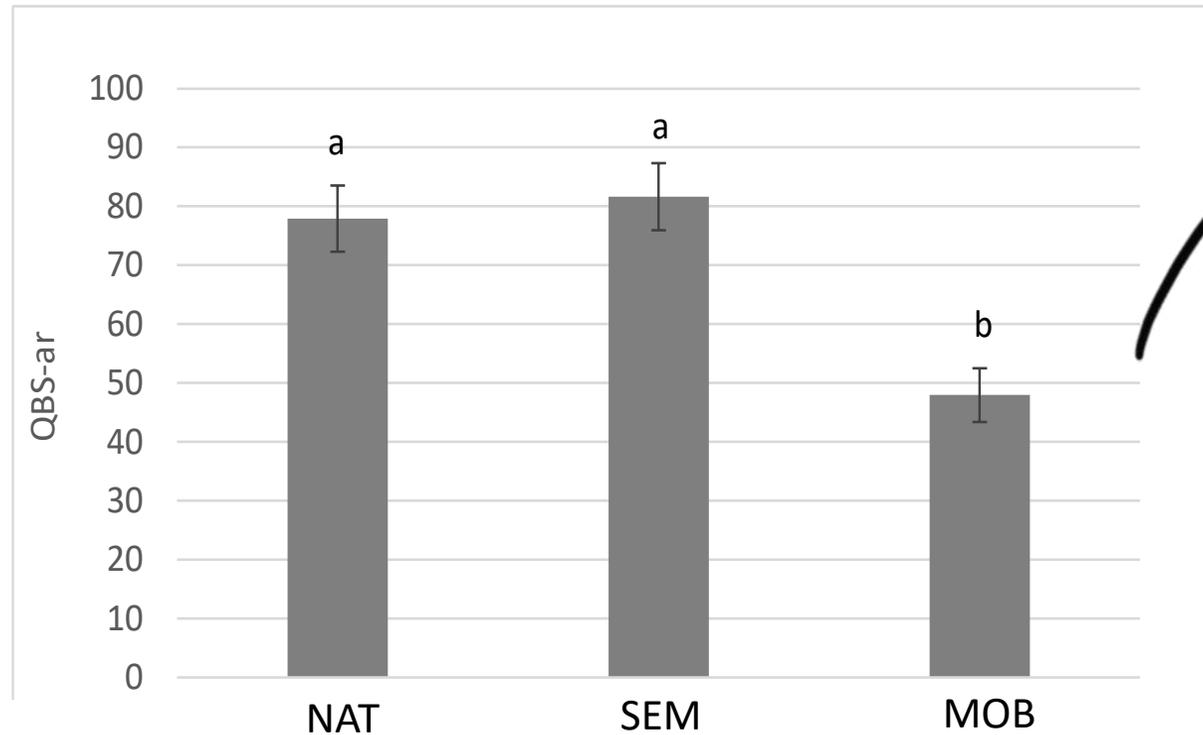
Resultados - Impacto da proximidade de IEE e do enrelvamento no parasitismo da traça

Os resultados obtidos sugerem potencial para a **proteção biológica de conservação** de *L. botrana* se **as infraestruturas ecológicas** nas proximidades das vinhas e a **cobertura do solo** com plantas autóctones forem incentivadas



Fonte: Carlos et al. (2022)

Comparação de diferentes tipos de gestão do solo na qualidade biológica do solo



Ocorrência muito reduzida ou nula de: Symphyla, Protura, Diplura, Palpigradi e Pseudoscorpiones.... Mais sensíveis à perturbação

Índice de Qualidade Biológica do Solo relativo a artrópodes (QBS-ar), nas três modalidades em estudo (NAT - enrelvamento natural; SEM – enrelvamento semeado; MOB – mobilizado). Barras com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Wald $\chi^2 = 17.00$, $p < 0.01$)

Vantagens do Enrelvamento – biodiversidade do solo

Table 3

Generalized linear model analysis (annual model - 2014) for soil-surface arthropods (total, detritivores, omnivores, herbivores, and potential natural enemies) comparing the effect of the sampling date and soil management practices (treatments) on their activity density, richness, and Simpson's diversity index. Data are presented as mean (S.E.).

Functional group	Wald χ^2 global	p-value	Individual effect		Treatment		
			Treatment	Date	SPONT	SOWN	TILL
Activity density							
Detritivores	6528.10	< 0.01	*	*	175.46 (61.96) b	182.83 (48.91) b	123.04 (43.49) a
Herbivores	138.60	< 0.01	*	*	12.42 (4.39) b	12.29 (2.09) b	8.25 (1.49) a
Natural enemies	15.60	< 0.01	*	n.s.	3.13 (0.46) b	2.96 (0.45) b	1.92 (0.37) a
Omnivores	717.10	< 0.01	*	*	12.92 (2.14) a	13.83 (2.54) a	31.54 (17.72) b
Total	6868.8	< 0.01	*	*	203.92(61.83) b	211.92 (47.93) b	164.79 (47.26) a
Richness							
Detritivores	2.50	> 0.05	n.s.	n.s.	3.67 (0.21) a	4.42 (0.23) a	3.71 (0.21) a
Herbivores	12.30	< 0.05	n.s.	*	1.88 (0.24) a	2.04 (0.19) a	1.50 (0.13) a
Natural enemies	9.10	> 0.05	n.s.	n.s.	2.38 (0.29) a	2.33 (0.30) a	1.58 (0.28) a
Omnivores	2.70	> 0.05	n.s.	n.s.	1.83 (0.12) a	2.08 (0.17) a	1.83 (0.16) a
Total	13.90	< 0.05	n.s.	*	9.75 (0.46) a	10.88 (0.55) a	8.67 (0.41) a
Simpson's diversity index							
Detritivores	68.70	< 0.01	n.s.	*	0.40 (0.06) a	0.40 (0.05) a	0.42 (0.05) a
Herbivores	47.10	< 0.01	*	*	0.24 (0.05) ab	0.32 (0.05) b	0.16 (0.04) a
Natural enemies	6.90	> 0.05	n.s.	n.s.	0.44 (0.06) a	0.38 (0.07) a	0.30 (0.06) a
Omnivores	13.30	< 0.05	n.s.	*	0.28 (0.04) a	0.37 (0.04) a	0.29 (0.05) a
Total	53.70	< 0.01	n.s.	*	0.59 (0.06) a	0.57 (0.06) a	0.61 (0.05) a

SPONT: ground cover with spontaneous vegetation; SOWN: ground cover with sown vegetation; TILL: tillage; values with different letters are significantly different from each other ($p < 0.05$); n.s. – no significant effect; * - significant effect.



- Disseminação do conhecimento obtido junto dos seus utilizadores finais, os viticultores da RDD e de outras regiões vitícolas, a nível nacional.



Conseguiu-se alterar práticas, melhorando a conservação do solo

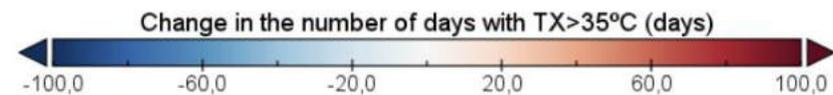
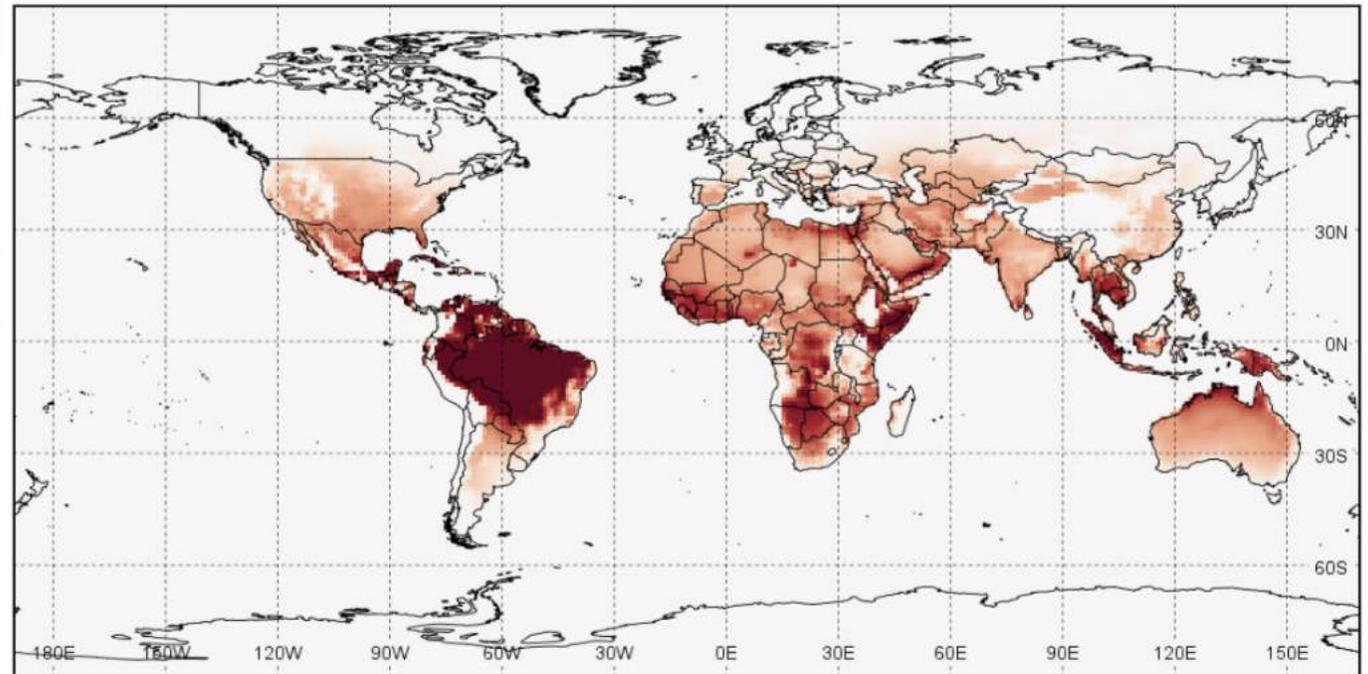
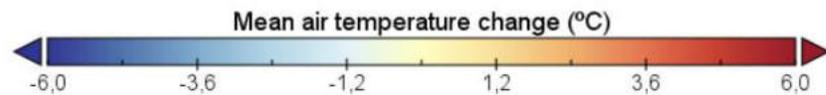
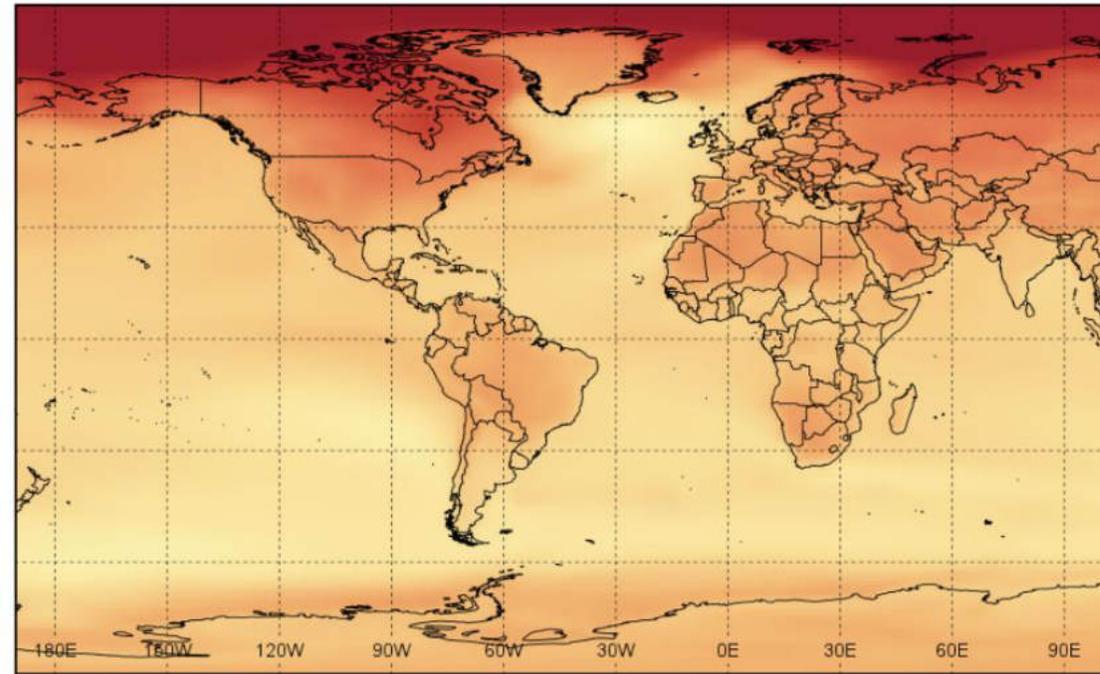
Recomendação de boas práticas de gestão do solo adaptadas a cada região



Enrelvamento – considerar avaliação de serviços ecológicos prestados (benefícios) com eventuais desvantagens associadas (ex. competição hídrica, risco de incêndios?)

■ Alterações climáticas vão agravar fenómenos de degradação do solo...

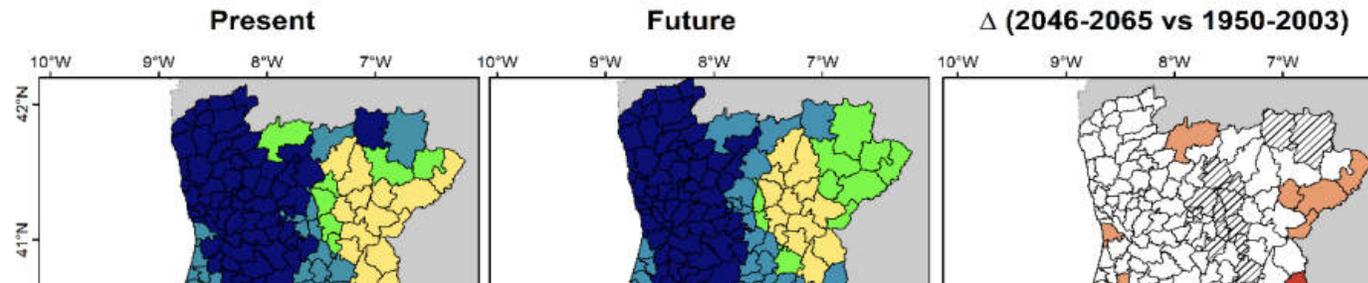
Mean temperature change - Medium Term (2041-2060) SSP5-8.5 (rel. to 1981-2010) - Bias-adj change of TX35 - Medium Term (2041-2060) SSP5-8.5 (rel. to 1981-2010) - Annual (25 models)



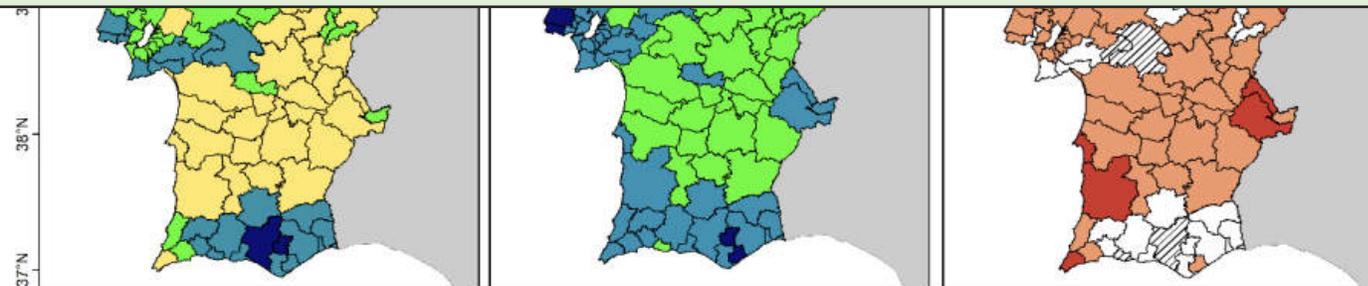
Fonte: Santos 2022

■ Alterações climáticas ...

Susceptibility to extreme precipitation



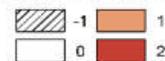
Espera-se que as alterações climáticas tenham cada vez mais impacto na viticultura, em resultado da **redução da precipitação e do aumento das temperaturas** que promovem um maior stress hídrico, térmico e luminoso na videira.



EPSI dominant per municipality



Δ (2046-2065 vs 1950-2003)



0 40 80 km



2016



FONTE: B. Teixeira

2014



FONTE: SIC Notícias

■ Como gerir de forma sustentável o solo?

- Atendendo ao impacto da variação inter-anual do clima, das diferentes espécies existentes em cada local e das diferentes condições regionais (clima, solo, cultura), como deve ser gerida a cobertura do solo?
- Coberturas vegetais permanentes ou temporárias?
- De que forma intervir na vegetação (corte, uso do rolo)?

Importa ainda avaliar eventuais efeitos negativos das práticas implementadas

Cada prática de conservação do solo deve ser previamente avaliada e validada de acordo com as **condições locais** (principalmente clima e solo, incluindo a análise de trade-offs entre **serviços positivos** (ex. limitação natural de pragas) e **negativos** (ex. competição hídrica))



Devem ser realizados estudos plurianuais para compreender estas interações mas difícil replicar as mesmas condições em regiões com padrões altamente heterogêneos de condições microclimáticas/relevo/sistemas (e.g. Douro)

Enrelvamento espontâneo ou semeado?



Os resultados sugerem que a **vegetação espontânea** é a prática mais eficiente para garantir **respostas de vegetação mais resilientes**. A resiliência da vegetação observada mostra a capacidade natural desta vegetação espontânea para **restabelecer a funcionalidade ecológica**

■ Privilegiar as espécies autóctones da RDD



(menos consumidoras
de água)



Flora endémica do Douro / ibérica



Tipo de gestão do solo – Impacto na biodiversidade (serviços de regulação)

Trabalhos em curso - Teses de mestrado Engenharia Agronómica



- “Avaliação dos efeitos de diferentes tipos de enrelvamento e respetiva gestão na biodiversidade do solo do ecossistema vitícola” (Maria Rui Ferreira)
- “Efeito de diferentes formas de gestão da vegetação do solo na diversidade de artrópodes” (Gabriela Maia)



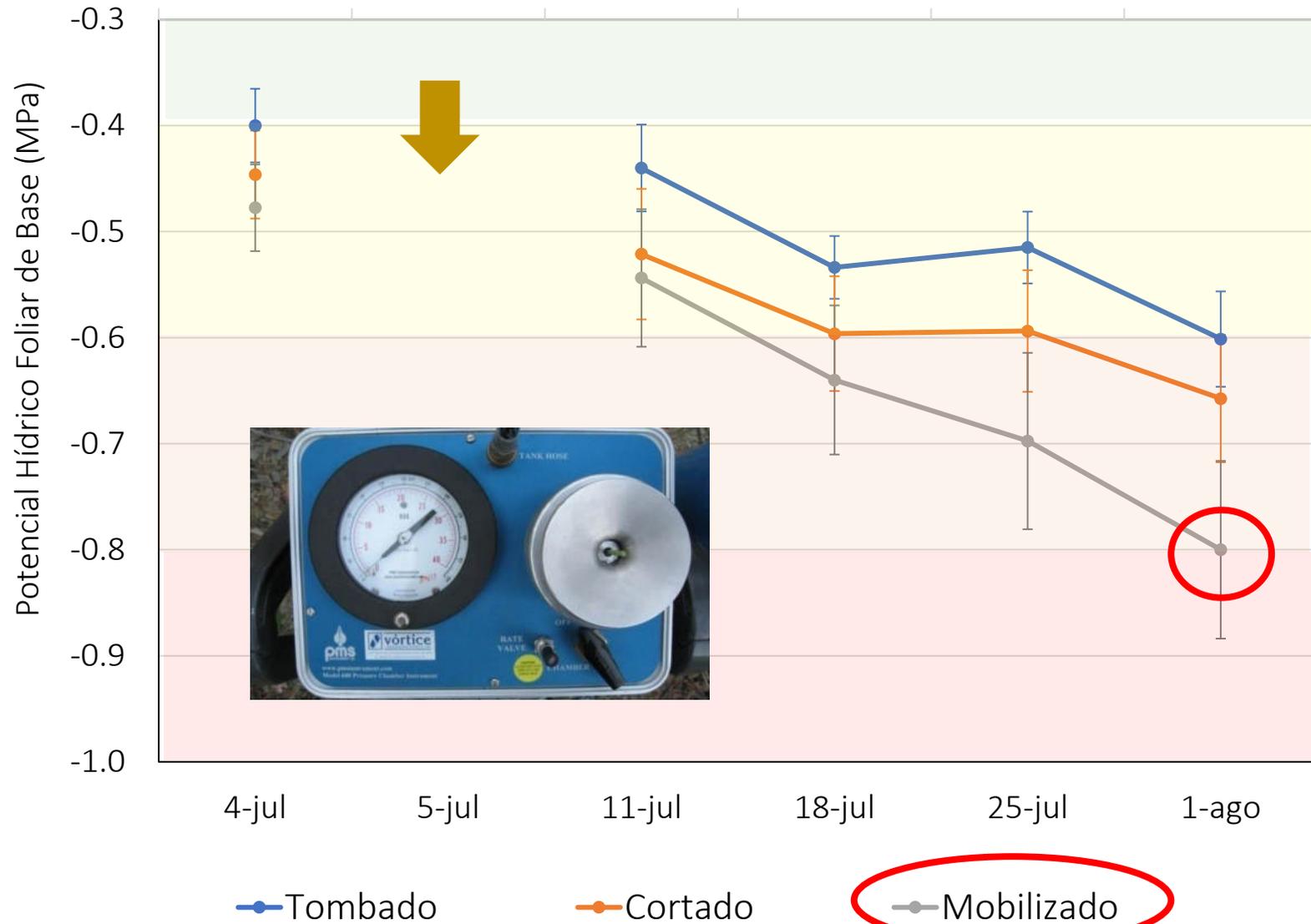
Tipo de gestão do solo – Impacto na videira (serviços de provisão)

Trabalhos em curso - Teses de Mestrado em Enologia e Viticultura

- “Avaliação do efeito de diferentes tipos de enrelvamento da entrelinha nas características físico-químicas do solo e no estado nutritivo e hídrico da videira numa vinha da Região Demarcada do Douro” (Monica Martins)
- “Avaliação do efeito da aplicação de composto elaborado a partir de resíduos vitivinícolas e de Biochar numa vinha da Região Demarcada do Douro conduzida em modo de produção Biológico”.
- “Avaliação do impacto de diferentes formas de manutenção da vegetação da entrelinha da vinha no estado hídrico da videira” (David Magalhães)
- “Avaliação do impacto da gestão da entrelinha do solo no comportamento da casta Touriga Franca –contributo para avaliar a sustentabilidade de práticas vitícolas na Região Demarcada do Douro” (António Pereira)



Efeito da gestão do solo no potencial hídrico da videira em 2022 (julho-Agosto)



Num ano caracterizado como **extremamente quente e seco**, a **modalidade “mobilizada”** foi onde se observaram **valores de potenciais hídricos foliares de base mais negativos (com diferenças significativas)**, evidenciando um maior stress hídrico para a videira, quando comparada com as restantes modalidades, em particular da modalidade **vegetação tombada**.

▪ Trabalho em curso e desenvolvimento futuro



Necessidade de aprofundar este estudo por mais anos e de alargar o âmbito de estudo para outros parâmetros de investigação:

- Análise da maturação da uva,
- Avaliação da humidade do solo,
- Avaliação da distribuição das raízes,
- Avaliação da influência da rega deficitária
- Verificar o efeito idade, casta e porta-enxerto



■ Conclusões

- Particularmente nos últimos **15-20 anos**, as práticas de gestão do solo alteraram-se significativamente, em resposta às exigências / pressões sociais, no sentido da redução do uso de pesticidas e de uma maior sustentabilidade ambiental
- Maior recurso a coberturas vegetais, valorização e preservação de flora local (taludes, sebes, bordaduras) com **impactos positivos na qualidade do solo** (biodiversidade, controlo da erosão, estrutura e sequestro de CO₂)
- **Redução significativa do uso de herbicidas (importa avaliar /quantificar estas reduções)** mas maior necessidade de mecanização e de mão de obra
- **Importa agora avaliar a forma de melhor gerir o solo, de acordo com as características específicas locais, sem comprometimento da videira**



Obrigada pela Vossa atenção!