



LIFE
MONTADO
-ADAPT

MONTADO & CLIMATE. A NEED TO ADAPT

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

ÁREA-PILOTO LI2 – HERDADE DA RIBEIRA ABAIXO

AÇÃO DI – MONITORIZAR E MEDIR INDICADORES CHAVE



MONTADO & CLIMATE;
A NEED TO ADAPT
LIFE15 CCA/PT/000043



AÇÃO: D1 – Monitorizar e medir indicadores chave

CORRESPONDÊNCIA COM O DELIVERABLE: Final monitoring plan 2021

TÍTULO: Avaliação da Implementação, Área piloto L12 - Herdade da Ribeira Abaixo.

PRODUÇÃO: UÉvora e INIAV

REVISÃO: ADPM

DATA: 30/06/2022

O projeto LIFE Montado-Adapt é uma iniciativa cofinanciada pelo Programa LIFE da União Europeia. As opiniões expressas nesta edição refletem apenas o ponto de vista dos autores e não necessariamente a posição da Comissão Europeia, não sendo esta responsável por qualquer uso que venha a ser feito da referida informação.

SUMÁRIO

Esta área apresenta topografia variada, desde encostas íngremes até vales mais planos, orientados em várias direções. É um povoamento misto de pinheiro manso e sobreiro, com algum pinheiro bravo e medronheiro e uma pequena representação de carvalho cerquinho.

As medidas de gestão implementadas nesta parcela foram a proteção da regeneração natural, o corte seletivo de vegetação com corta-mato, plantação de diversas espécies, sementeira directa para melhoramento da pastagem e fertilizações.

Os solos, variam de superficiais a muito superficiais com um teor relativamente elevado de carbono orgânico e sem compactação até 30 cm. Quanto à sua composição química, apresentam níveis muito baixos de fósforo, níveis muito altos a médios de potássio e níveis muito altos de toxicidade de ferro e manganês. A principal alteração observada entre os dois anos de monitorização foi o ligeiro aumento do SOC e do C-stock, especialmente em áreas abertas, em parte devido a um aumento de POMC (principalmente em áreas sob as copas).

Em 2018 foram identificados muitos sobreiros mortos ou decrépitos enquanto que os pinheiros-mansos apresentavam um bom estado de conservação. A biomassa dos sobreiros quase não se alterou entre as duas medições, mas a biomassa dos pinheiros mansos aumentou significativamente.

A avifauna nesta parcela é constituída essencialmente por espécies florestais generalistas e associadas a habitats de transição.

A evolução do coberto vegetal permitiu identificar, no inventário de 2021, novas plantas, aumentando assim a riqueza específica para 44 táxones. A biomassa das pastagens não registou alterações entre as duas medições.

Nesta parcela várias medidas de adaptação foram aplicadas com o objetivo de controlar a espécie *Phytophthora cinnamomi* detetada durante a 1ª monitorização. Apesar dos resultados animadores, não tendo sido detetada em nenhuma amostra durante a 2ª monitorização, é necessário dar continuidade à monitorização para uma correta validação destes resultados. Os valores do tamanho da população natural rizobiana e da sua eficiência simbiótica foram sempre muito baixos ou quase nulos, não tendo sido possível observar resultados da recente instalação de uma cobertura permanente do solo, com base em trevos anuais inoculados com bactérias rizóbio altamente eficazes na fixação do azoto. Estas parcelas deverão ser acompanhadas no futuro.

A gestão implementada nesta parcela levou a um aumento de carbono que é o mais elevado de todas as parcelas de estudo.

SUMMARY

The area presents varied topography, from steep slopes to more flat valleys, oriented in many directions. In this area, the montado is a mixed one, with the following species: cork oak, stone pine, maritime pine, strawberry tree and portuguese oak.

The management measures implemented in this plot were the protection of natural regeneration, the selective cutting of vegetation with bushes cutter, planting of different species and direct sowing to improve the pasture and fertilization.

Soils vary from superficial to very superficial, with a relatively high content of organic carbon and without compaction up to 30 cm. As for their chemical composition, they have very low levels of phosphorus, very high to medium levels of potassium, and very high levels of iron and manganese toxicity. The main change observed between the two years of monitoring was the slight increase in SOC and C-stock, especially in open areas, partly due to an increase in POMC (mainly in areas under the canopies).

In 2018, many dead or decrepit cork oaks were identified, while stone pines were in a good state of conservation. The biomass of cork oaks remained similar between the two measurements, but the biomass of stone pines increased significantly.

Regarding bird diversity, the identified species are essentially generalist forest species, associated with transitional habitats.

The evolution of the vegetation cover allowed the identification, in the 2021 inventory, of new taxa, thus increasing the specific richness for 44 taxa. Pasture biomass did not change between the two measurements.

In this area, several adaptation measures were applied in order to control *P. cinnamomi* detected during the 1st monitoring. Despite the encouraging results, not having been detected in any sample during the 2nd monitoring, it is necessary to continue monitoring for a correct validation of these results. The values for the size of the rhizobial natural population and its symbiotic efficiency were always very low or almost null, and it was not possible to observe the results of the recent installation of a permanent soil cover, based on annual clovers inoculated with rhizobium bacteria highly effective in the nitrogen fixation. This area must be monitored in the future.

The management measures in this plot led to a carbon increase that is the highest of all the study plots.

ÍNDICE

SUMÁRIO	3
SUMMARY	3
INTRODUÇÃO	6
CONTEXTO	6
METODOLOGIA	7
SOLO	7
DETEÇÃO DA INFEÇÃO POR <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP.	8
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO NATURAL RIZOBIANA	9
BIOMASSA E <i>EX ANTE</i> CARBONO	9
BIODIVERSIDADE	10
BIBLIOGRAFIA	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO POR ÁREA-PILOTO	13
I. DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE	13
II. ESTUDOS	16
III. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO	28
ESTUDOS COMPLEMENTARES	29
ANEXOS	30
Anexo 01. Caracterização analítica do solo	30
Anexo 02. Monitorização do solo: dados analíticos	32
Anexo 03. Resultados da deteção de <i>Phytophthora</i>	34
Anexo 04. Resultados de biomassa e carbono <i>ex ante</i>	35
Anexo 05. Resultados de diversidade de plantas e pastagens	37

INTRODUÇÃO

Este projeto visa contribuir para a política climática prioritária da UE (União Europeia) de “Adaptação às Alterações Climáticas” e, em particular, para a “Mitigação das Alterações Climáticas”. Prevê tecnologias inovadoras de adaptação e serviços de ecossistema, bem como assegurar a sua replicação entre comunidades em Portugal e Espanha (dependendo das respetivas paisagens de Montado/*Dehesa*), como uma ferramenta para ajudar a conter o abandono, o declínio socioeconómico e a degradação ecológica.

Este relatório apresenta uma descrição de cada estudo realizado pelos grupos de investigação (Universidade de Évora e INIAV) para estabelecer o estado inicial e final das áreas piloto do projeto, bem como seus respetivos resultados, com o intuito de fornecer informações relevantes para uma gestão mais sustentável e equilibrada.

CONTEXTO

O montado português ou a *dehesa* espanhola é apresentado como um ecossistema florestal mediterrânico singular, extremamente valioso em biodiversidade e identificado como de grande importância para a conservação da natureza, tanto a nível nacional quanto europeu. É classificado como um "*High Nature Value Farming System*", de acordo com a classificação europeia proposta pela *European Environment Agency* (Paracchini *et al.*, 2008). Promove um elevado número de benefícios e serviços, apresentando considerável flexibilidade e resiliência. Contudo, o seu declínio nas últimas décadas tem sido evidente, ao qual não é indiferente alterações ambientais, económicas, sociais e culturais que ameaçam o equilíbrio e a sua persistência.

Os povoamentos de sobreiro e azinheira apresentam-se com diversas tipologias, incluindo o sobreiral/azinhal, os sistemas silvopastoris de quercíneas (sistemas florestais), até aos agrosilvopastoril e agropecuário com árvores dispersas (sistemas agronómicos) (Ribeiro *et al.* 2020). Os sistemas com aproveitamento agro-silvopastoril são comumente conhecidos por «montados» (DL n.169/2001), embora também se possa incluir o silvo-pastoril devido ao decréscimo de importância das culturas sobcoberto Pinto-Correia *et al.* 2013). De um modo geral, os montados são sistemas multifuncionais de origem antrópica, com presença de quercíneas em povoamentos abertos e irregulares e com subcoberto constituído por matos, cultura agrícola ou pastagem, que partilham o mesmo espaço de desenvolvimento, formando uma paisagem caracterizada pela sua variabilidade (Pinto-Correia *et al.* 2011). São normalmente compostos por sobreiros (*Quercus suber* L.) e/ou azinheiras (*Quercus rotundifolia* Lam., *Quercus ilex* L.), em povoamentos puros ou mistos. Apesar destas duas espécies constituírem a maior parte dos montados podemos encontrar outras espécies associadas ao mesmo tipo de estrutura, particularmente o carvalho-português (*Q. faginea* Lam.) ou o carvalho-pirenaica (*Q. pyrenaica* Willd.) ou, em Espanha, o carrasco (*Quercus coccifera* L.). Em geral forma um mosaico de pastagens naturais perianuais sob cobertura variável de quercíneas, associados a um sistema de pastagem extensivo e às vezes incluindo parcialmente sistemas agrícolas extensivos em longas rotações, mas podem também estar presentes plantas remanescentes do sub-bosque de outros estágios de reposição florestal ou mesmo manchas de mato alto correspondentes às antigas orlas florestais (ALFA, 2005). Constitui habitat para uma grande variedade de espécies de flora e fauna.

A sustentabilidade económica deste ecossistema assenta na sua multifuncionalidade, através da exploração de uma diversidade de produtos e de atividades de produção em sobcoberto, como as culturas de cereais cultivadas em longas rotações, combinadas com o pousio, e com a pecuária extensiva de ovinos, caprinos, bovinos ou porco-preto-ibérico. As árvores têm um valor direto como fornecedores de madeira, cortiça ou bolotas, produtos que surgem em épocas em que a produção forrageira é menor, e um valor indireto, criando características ecológicas que são fundamentais para a sustentabilidade de todas as atividades que ocorrem ao nível do povoamento (Ribeiro *et al.* 2020, 2006, 2003). As principais atividades associadas podem passar pela caça, apicultura, apanha de cogumelos ou a valorização de muitas plantas de uso humano com propriedades aromáticas, medicinais ou culinárias ou como, por exemplo, o medronheiro (*Arbutus unedo*, espécie que acompanha os montados de sobreiro), cujo fruto (medronho) é utilizado na produção de bebidas alcoólicas específicas. A bolota foi usada durante séculos para nutrição do gado e dos humanos, uma vez que possui alto valor nutricional.

Uma vez que a preservação e a continuidade dos povoamentos dependem do valor económico da sua capacidade produtiva, verificou-se nas últimas décadas um esforço de promoção de novas plantações, sobretudo de sobreiro, através de políticas financeiras incentivadoras, em povoamentos puros ou em consociação com outras espécies como o pinheiro-manso (*Pinus pinea* L.), capazes de fornecer importantes produtos florestais, como madeira, frutas e resina (Sande Silva, 2007). Embora se tenha vindo a verificar alterações ao nível da orientação para o produto, este sistema de ordenamento do território, muito bem-

adaptado às características do clima mediterrânico, e com um elevado rendimento de produtos e serviços disponíveis ao longo do ano, ainda ocupa uma área de grande relevância no Sul da Europa, no contexto da bacia do Mediterrâneo (Pinto-Correia *et al.* 2011, Sande e Silva 2007).

Apesar da flexibilidade e adaptabilidade deste ecossistema, seu declínio tornou-se evidente. Tem como dificuldades inerentes renovação lenta, baixa percentagem de árvores jovens, na maioria dos povoamentos, com regeneração natural muito fraca e incapaz de garantir a renovação dos povoamentos (Pinto Correia & Vos, 2004). A maior variação na distribuição em larga escala da recente perda de área de montado se deve à gestão, quer isoladamente quer em combinação com fatores ambientais e espaciais (Godinho *et al.*, 2016). A baixa densidade de povoamentos, a presença de grandes clareiras e a sobre exploração da cobertura arbórea, a intensificação das atividades no subcoberto, como o sobrepastoreio e a lavoura mecanizada, com mobilização excessiva do solo e consequente danificação das raízes reduzem a perspectiva de sustentabilidade ecológica do ecossistema e de sustentabilidade da produção. Associadas às alterações climáticas, com o aumento de temperaturas extremas e redução das chuvas, surgem cada vez mais situações de declínio e aumento da mortalidade das árvores, acentuando a ocorrência de pragas e doenças, como o agente patogénico *Phytophthora cinnamomi* (Camilo-Alves, 2014). A gestão dos povoamentos é considerada um dos fatores determinantes nesta sequência de declínio, sendo os fatores de gestão desencadeadores e amplificadores dos eventos de perda das árvores (Ribeiro *et al.* 2020, Camilo-Alves *et al.*, 2013).

Nos ecossistemas de Montado / *Dehesa*, a fixação biológica do azoto conseguida através da simbiose entre as bactérias (rizóbios) e as leguminosas é um processo vital para a manutenção e melhoramento da fertilidade dos solos, componente central de uma estratégia de aumento de produtividade e sustentabilidade, permitindo assim a recuperação destes ecossistemas e ajudando no controle de doenças, pragas e infestantes. As leguminosas e as bactérias existentes nos seus nódulos radiculares (rizóbios) são consideradas como uma poderosa ferramenta de gestão para a melhoria da produtividade das pastagens nos ecossistemas de Montado/*Dehesa*. Além da fixação de azoto, estas bactérias poderão exibir também outras características e contribuir diretamente para o crescimento das plantas através da solubilização de minerais, como o fósforo, ou, indiretamente, como agentes de biocontrolo, inibindo o crescimento de organismos patogénicos.

Para a preservação do montado/*dehesa*, e valoração dos aspetos que o caracterizam, é fundamental potenciar as boas práticas focadas em objetivos de longo prazo e promover a sua regeneração como um todo. Técnicas de gestão adaptativa associadas a modelos de crescimento auxiliam na tomada de decisões para alcançar ecossistemas mais sustentáveis (Ribeiro *et al.*, 2020, Pinto Correia *et al.*, 2013). O principal ponto forte do Montado/*Dehesa* é a sua diversidade, de habitats e de sistemas de gestão e utilização dos seus recursos, já que desta forma é possível reduzir os riscos e amortecer impactes de acontecimentos perturbadores.

METODOLOGIA

Os estudos foram realizados ao nível da parcela. Em cada uma das 12 áreas piloto do projeto foi definida uma parcela permanente para obter resultados comparáveis entre o início e o fim do projeto.

Existem dois elementos maioritariamente identificados com esse declínio: a mortalidade das árvores e a ausência de regeneração natural de sobreiros e azinheiras. Deste modo, as parcelas permanentes foram estabelecidas numa área para a qual tinha sido selecionada a medida de adaptação: regeneração/reflorestação. Foi definida uma área de cerca de 5 ha como parcela de estudo, de forma a garantir a máxima variabilidade realisticamente mensurável. Em alguns casos, a área pode ser maior ou menor, de acordo com a sua homogeneidade.

SOLO

O objetivo deste estudo é avaliar as alterações do solo associadas ao SIGM implementado em cada local, de modo a poder obter informação útil para uma tomada de decisão mais fundamentada sobre as melhores práticas de gestão do solo a implementar em sistemas agro-silvo-pastoris como o Montado/*Dehesa*. O controlo da vegetação sob coberto por gradagem vs. corte, instalação de pastagem melhorada vs. pastagem natural, adequação do encabeçamento de gado nas pastagens, aumentar ou reduzir a densidade das árvores, são alguns exemplos de decisões de gestão que necessitam de informação fundamentada sobre os seus efeitos no solo.

Duas abordagens principais foram implementadas para obter dados do solo em cada área de estudo:

A - Caracterização básica do solo, apoiada em informação disponível, na observação local e na análise de amostras. A caracterização do solo inclui a litologia, topografia, características de superfície, solos dominantes cartografados, estimativa da profundidade efetiva do solo, principais constituintes do solo (textura do solo e

carbono orgânico do solo) e principais propriedades físicas e químicas (densidade do solo e porosidade total, pH do solo em água e numa solução de KCl – pH(H₂O) e pH(KCl), capacidade de troca catiônica, bases de troca e grau de saturação em bases, fósforo e potássio extraíveis e micronutrientes catiões extraíveis).

B – Monitorização do solo, em particular de propriedades relacionadas com os serviços dos ecossistemas baseados no solo, nomeadamente, a produção de biomassa, o sequestro de carbono e a regulação do ciclo da água. Foram adotadas variáveis e métodos potencialmente sensíveis para expressar alterações lentas nas propriedades do solo, em especial as induzidas por modificações na gestão do solo. Foram preferidas as camadas próximas da superfície do solo assumindo que as mudanças ocorrem primeiro nessas camadas. Uma característica importante do Montado/*Dehesa* é a influência das árvores em várias propriedades do solo, pelo que a sua amostragem deve ser estratificada em: áreas abertas, fora da influência da copa das árvores (AA) e áreas debaixo da copa das árvores (SC). A mistura de amostras de ambas as áreas resultaria numa média errónea, enquanto a ausência de uma dessas áreas não refletiria o sistema. Além disso, as mudanças no solo podem ser diferentes em cada uma dessas áreas.

A monitorização do solo inclui as seguintes determinações analíticas e respetivas camadas de amostragem:

Manta morta ou folhada: Biomassa da folhada acumulada à superfície do solo, constitui a matéria-prima da matéria orgânica do solo.

Camada de 0-5 cm: Agregação do solo, caracterizada pela sua dimensão (diâmetro médio geométrico, GMD) e pela sua estabilidade em água (fração de agregados estáveis em água, FWSA). Na superfície do solo, agregados pequenos a intermédios (poucos mm) e estáveis (resistentes à água) refletem as condições mais favoráveis.

A massa volúmica e a porosidade total são complementares e influenciam muitas outras propriedades do solo. Uma massa volúmica mais baixa significa porosidade total mais alta, menor compactação e maior facilidade nas trocas de água e de gases entre o solo e a atmosfera imediatamente acima.

A condutividade hidráulica saturada (ks) próximo da superfície do solo é um indicador da taxa de infiltração.

Camadas de 0-5, 5-15 e 15-30 cm: o Carbono orgânico do solo (SOC) e a reserva de C refletem a matéria orgânica do solo. Nas condições típicas de Montado/*Dehesa*, quanto maior for a sua quantidade melhor é a qualidade e a saúde do solo.

C da matéria orgânica particulada (POM-C), ou seja, da matéria orgânica da fração fina do solo (<2 mm) que fica retida num crivo de 0,53 mm, traduz o C num estágio inicial de potencial sequestro de C no solo.

C oxidável pelo permanganato (POX-C) é considerado um reflexo de práticas que promovem a estabilização de matéria orgânica e, portanto, pode ser um indicador de sequestro de C no solo a longo prazo.

O pH do solo é uma propriedade básica que reflete as condições químicas do solo e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Foram aplicados dois métodos: pH(H₂O) e pH(KCl).

Camada de 0-30 cm: Os resultados dos parâmetros anteriores são apresentados para a camada 0-30 cm fazendo, para cada unidade de amostragem, a média ponderada dos resultados obtidos para as três camadas indicadas.

DETEÇÃO DA INFEÇÃO POR *PHYTOPHTHORA* SPP.

A deteção de *Phytophthora* é essencial durante a definição do SIGM, uma vez que a sua presença na herdade condiciona a implementação de práticas de gestão adequadas, de modo a evitar a disseminação para áreas não infetadas.

Situações fitossanitárias contrastantes no montado (em declínio/boas áreas) foram selecionadas com base nas classes de desfoliação das copas das árvores (C0 - sem desfoliação, C1 - desfoliação ligeira ≤ 25%, C2 - desfoliação moderada 26-60% e C3 - desfoliação severa > 60%).

Cada amostra de solo foi composta por 4 subamostras da camada superficial do solo, colhidas nos quatro pontos cardeais e a 1-2 m de distância de cada árvore.

A presença/ausência de *Phytophthora* em cada amostra de solo foi determinada pelo método de armadilha vegetal, seguido de isolamento em cultura pura e identificação com base em características morfológicas e métodos moleculares.

As culturas puras de *Phytophthora* foram multiplicadas e mantidas em coleção no laboratório.

Sempre que necessário foram colhidas amostras adicionais de solo e repetidas análises.

AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO NATURAL RIZOBIANA

A população natural rizobiana foi estimada pelo método do número mais provável (NMP) de infecção da planta utilizando *Trifolium subterraneum* como hospedeiro-armadilha, através de diluições seriadas em água esterilizada de dez gramas de solo de cada amostra. Frascos contendo sementes pré-germinadas de *T. subterraneum* foram inoculados com um mililitro de cada diluição seriada de solo, assim como tratamentos controlo - sem solo e com KNO₃ (fonte química de azoto). As plantas foram conservadas em câmara bioclimática durante 8 semanas. A população natural rizobiana foi caracterizada pela presença/ausência de nódulos nas raízes de *T. subterraneum*.

Os nódulos das raízes de *T. subterraneum* descritos acima foram removidos para isolamento de bactérias (rizóbio). As placas foram incubadas durante 5 dias a 27°C, e em seguida, sempre que era observada a formação de uma colónia, esta era purificada, tendo em consideração a sua morfologia.

As plantas inoculadas com as amostras de solo, bem como as plantas não inoculadas (controlo negativo - T₀) e as inoculadas com azoto sob a forma química (controlo positivo - T_N), foram secas a 80°C durante 2 dias. Os seus pesos secos foram usados para o cálculo do Índice de Eficiência Simbiótica da população de bactérias rizóbio (E_s) de acordo com Ferreira e Marques (1992):

$$E_s = \frac{(X_s - X_{T_0})}{(X_{T_N} - X_{T_0})} \times 100$$

Onde X_s representa a média do peso seco das plantas inoculadas com solo, X_{T_N} a média do peso seco das plantas utilizadas como controlo de azoto e X_{T₀} a média do peso seco das plantas utilizadas como controlo negativo.

Alguns dos isolados bacterianos que mostraram atividade antagonista contra *Phytophthora cinnamomi* foram testados num ensaio de campo. O terreno foi preparado para a sementeira com uma gradagem pouco profunda. Foram utilizadas sementes de *Trifolium subterraneum* e instalados 3 talhões com as seguintes modalidades: Não inoculado (controlo negativo); Inoculado com bactérias altamente eficientes na fixação de azoto (controlo positivo); Inoculado com consórcio bacteriano selecionado (bactérias fixadoras de azoto e com antagonismo contra *Phytophthora cinnamomi*). No final do ensaio foi determinado o peso seco da parte aérea das plantas, avaliado o tamanho da população rizobiana e a sua eficiência simbiótica.

BIOMASSA E EX ANTE CARBONO

A morte de árvores, assim como a degradação do solo e das pastagens conduzem a uma diminuição do sequestro de carbono. Tanto os incêndios como as gradagens podem aumentar a erosão e a respiração do solo, acentuando a libertação de carbono para a atmosfera. Como resultado, há uma diminuição da vitalidade das árvores, frequentemente acompanhada de pragas e doenças, reduzindo também a capacidade de sequestro de carbono. Por outro lado, os défices hídricos limitam a capacidade fotossintética dado que o fecho dos estomas e a redução da área foliar inibem a assimilação de carbono. No Montado/*Dehesa*, a exploração de cortiça é uma atividade compatível com o sequestro de carbono florestal, uma vez que a quantidade de carbono na cortiça extraída constitui uma percentagem muito pequena (inferior a 10%) em comparação com o total fixado durante um ciclo de formação de cortiça (9 anos). Além disso, a interdependência dos sistemas de produção animal com o melhoramento das pastagens contribui fortemente para o sequestro de carbono.

O estudo da biomassa é baseado em dois elementos: árvores e pastagens. Em relação às árvores, foram realizadas medições dendrométricas, a saber: circunferência à altura do peito (CAP), altura (total e na base da coroa) e raio das copas. A biomassa das árvores foi calculada usando as equações de biomassa (ver Anexo 04) para cada espécie do Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2019). Quanto às pastagens, a biomassa foi estimada pela quantificação da biomassa total produzida dentro de uma gaiola de exclusão de gado (1m X 1m).

Para estimar a contribuição das árvores, pressupõe-se que a massa de carbono (C) representa 50% da biomassa e que 1 tonelada de C corresponde a um sequestro de 3,67 toneladas de CO₂ (ICNF, 2019). No caso das pastagens considera-se que a massa de carbono corresponde a 45% da biomassa e relativamente ao sequestro de CO₂ a relação com a massa de carbono é a mesma que no caso das árvores.

BIODIVERSIDADE

Atingir valores mais altos de conservação e adaptabilidade das espécies de acordo com condições edafoclimáticas específicas assume um elevado grau de importância. Por esse motivo, a utilização do índice de vulnerabilidade como um indicador chave permitirá a avaliação do estado de conservação e produtividade do Montado/Dehesa. A promoção de métodos de gestão que combinem a exploração florestal com a conservação (principalmente ao nível do solo) é crucial, uma vez que a taxa de regeneração e a vitalidade da cobertura vegetal estão intimamente ligadas à qualidade e conservação do solo.

Além disso, uma lista de plantas bioindicadoras permitirá que os agricultores avaliem a fertilidade do solo, o excesso de pastoreio e os processos iniciais que levam à degradação do solo. Para as pastagens, o objetivo principal é alcançar um aumento de 40% nas leguminosas, expresso em termos de produção. Finalmente, usando guildas funcionais¹ de aves como indicadores, é possível avaliar o estado ecológico das diferentes áreas de Montado/Dehesa.

Assim, o **estudo da biodiversidade** foi dividido em várias partes:

- **Aves:** foram realizados quatro pontos de escuta em cada parcela durante a época de reprodução - o período do ciclo anual das aves que permite o recrutamento populacional - para estimar a riqueza e a abundância relativa. No âmbito deste relatório usaremos a informação da presença-ausência das espécies. As guildas funcionais (Pereira *et al.* 2015) em que se agruparam as espécies detetadas foram as seguintes: *florestais especialistas* (aves que ocorrem apenas em determinados tipos de floresta), *florestais generalistas* (ocorrem em todo o tipo de habitats florestais), *agrícolas* (ocorrem em áreas abertas e/ou com árvores esparsas), *habitats de transição* (ocorrem na transição entre áreas florestais e áreas abertas) e *outras*. Os resultados serão interpretados com base na informação da distribuição das espécies por guilda a riqueza total e riqueza média, o cortejo das espécies e a existência de espécies prioritárias em termos de conservação.
- **Plantas:** um conjunto de inventários florísticos foi realizado in loco, a fim de fazer uma caracterização e avaliação do estado de conservação do montado, através do reconhecimento de vários bioindicadores vegetais existentes.
- **Pastagens:** o estudo desta componente foi realizado paralelamente ao estudo de plantas, usando os mesmos métodos, resultando numa descrição florística combinada.
- **Regeneração de Quercíneas:** realizaram-se três transectos (50m comprimento x 3m largura), um numa área sem cobertura arbórea, outro numa área com pouca cobertura e outro numa área com grande densidade, onde as plantas jovens de *Quercus sp.* foram contadas individualmente e registada a sua localização exata.
- **Índice de vulnerabilidade:** determinado com base nos seguintes índices:
 - o Índice de erosão: $EI = klsC$, K é o fator de erodibilidade, l e s são os fatores topográficos e C é o fator de cobertura da copa; Foram utilizados os mapas europeus de risco de erosão (ESDAC 2011);
 - o Cobertura da copa: $CS = \frac{CC_{t+n} + CC_t}{CC_t}$, onde CC_t é a cobertura da copa no tempo t;
 - o Índice de estrutura: $SI = \frac{\sum_{i=1}^3 N_i}{\sum_{i=1}^6 N_i}$, N é a densidade arbórea medida à altura do peito.

¹ Guilda funcional - conjunto de espécies que dependem do(s) mesmo(s) recurso(s), que exploram de forma similar.

BIBLIOGRAFIA

- ALFA: Associação Lusitana de Fitossociologia (2005). Ficha do habitat 6310 – Montados de *Quercus* spp. de folha perene. Fichas de Habitats Naturais. Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade.
- Angelsen, A. (ed.) (2008) Moving ahead with REDD: Issues, options and implications. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Camilo-Alves, C. (2014). Studies on cork oak decline: na integrated approach. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias. Universidade de Évora.
- Camilo-Alves, C., Clara, M. & Ribeiro, N. (2013). Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *European Journal of Forest Research*, 132(3): 411-432.
- Crespo, D.G. (2006) - The role of pasture improvement on the rehabilitation of the montado/dehesa system and in developing its traditional products. In: Ramalho Ribeiro, J.M.C.; Horta, A.E.M.; Mosconi, C. and Rosati, A. (Eds.) - Animal Products from the Mediterranean area. EAAP publication N° 119. Wageningen, The Netherlands Academic Publishers, p. 185-197.
- ESDAC 2011: European Soil Data Centre. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/resource-type/maps>
- Ferreira, E. M., & Marques, J. F. (1992). Selection of Portuguese *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* strains for production of legume inoculants. *Plant and Soil*, 147(1), 151–158.
- Freixial, R. J. M. C. (2019). *Sementeira Directa e Agricultura de Conservação – Sílabas & Desafios*.
- Godinho, S., N. Guiomar, R. Machado, P. Santos, P. Sá-Sousa, J. P. Fernandes, N. Neves & T. Pinto-Correia (2016). Assessment of environment, land management, and spatial variables on recent changes in montado land cover in southern Portugal. *Agroforest Syst* (2016) 90:177–192.
<http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/ifn6>
- ICNF, (2019). IFN6 – Inventário Florestal Nacional, Relatório completo. 31 pp, versão 1.0 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/ifn6>
- NASA survey technique estimates Congo forest's carbon – *Climate Change: Vital Signs of the Planet*. (n.d.). (Retrieved February 24, 2022), from <https://climate.nasa.gov/news/2656/nasa-survey-technique-estimates-congo-forests-carbon/>
- Natividade J.V. (1990). Subericultura. 2ª Edição. Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda.
- Paracchini, M.L., Petersen, J.-E., Hoogeveen, Y., Bamps, C., Burfield, I. & Van Swaay, C. (2008). *High Nature Value Farmland in Europe. An Estimate of the Distribution Patterns on the Basis of Land Cover and Biodiversity Data*. European Commission Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability. Report EUR 23480 EN. 87 pp. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Pereira, P., Godinho, C., Roque, I. & Rabaça, J.E. (2015). *O montado e as aves: boas práticas para uma gestão sustentável*. LabOr-Laboratório de Ornitologia / ICAAM, Universidade de Évora, Câmara Municipal de Coruche, Coruche.
- Pinto-Correia T. & W. Vos (2004). Multifunctionality in Mediterranean landscapes—past and future. In: Jongman, R. (ed) The new dimension of the European landscapes, Wageningen FRONTIS Series. Springer, Dordrecht, pp 135–164
- Pinto-Correia, T., N. Ribeiro & P. Sá-Sousa (2011). Introducing the *montado*, the cork and holm oak agroforestry system of Southern Portugal. *Agroforest Syst* (2011) 82: 99-104.
- Pinto-Correia, T., Ribeiro N. & Potes, J. (2013). Livro verde dos Montados. Évora: Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM), Universidade de Évora. https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10116/1/Livro%20Verde%20dos%20Montados_Versao%20online%20%202013.pdf
- Plieninger T., Pulido F. J. & Konold W. (2003). Effects of land-use history on size-structure of holm-oak stands in Spanish *Dehesas*: implications for conservation and restoration. *Environmental Conservation* 30(1): 61-70.
- Ribeiro N.A., Gonçalves A.C., Dias S., Afonso T., Ferreira A.G. (2003). Multilevel monitoring system for cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. In: Corona P., Kohl M., Marchetti M. (eds.). Advances in forest inventory for sustainable forest management and biodiversity monitoring with special reference to the Mediterranean region. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, pp 395–404.

- Ribeiro N.A., Surov P., Oliveira A.C. (2006). Modelling cork oak production in Portugal. In: Hasenauer H. (ed) Sustainable forest management: growth models for Europe. *Springer-Verlag*, Berlin, pp 285–313.
- Ribeiro, J., Ribeiro, N. & Poeiras A. (Coord.) (2020). Manual técnico de práticas silvícolas para a gestão sustentável em povoamentos de sobreiro e azinheira, Portugal, 126 p.
- Sande Silva, J. (Coord.) (2007). Os Montados – Muito para além das árvores. rvores e Florestas de Portugal, Vol. 03. Fundação Luso Americana, Público & LPN (Liga para a Proteção da Natureza). 247pp.

RESULTADOS E DISCUSSÃO POR ÁREA-PILOTO

I. DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE

Nome da Herdade: Herdade da Ribeira Abaixo	Localização: Portugal, Grândola
Área total da propriedade: 221 ha	Área no projeto: 100 ha

CARACTERIZAÇÃO DO MONTADO

A Herdade da Ribeira Abaixo é uma estação de campo para a investigação e educação, em torno da gestão sustentável da paisagem e da conservação da biodiversidade. Pretende-se que ela seja um laboratório vivo, onde a investigação, a educação e também o turismo científico e ecológico possam proliferar, apoiando a viabilidade económica da propriedade.

A primeira caracterização biológica da HRA (*), revelou que as suas comunidades faunísticas e florísticas são consideravelmente ricas e diversas, com mais de 200 espécies de cogumelos, 400 de plantas, 140 de insetos e 130 de vertebrados, várias das quais com importância para a conservação. Quanto ao estatuto de conservação foram referenciadas 3 espécies ameaçadas e 2 espécies criticamente ameaçadas (peixes de água doce e mamíferos (**)).

Cerca de 40% da sua área dedicada à regeneração do montado. Cerca de 50% da sua área é dedicada à conservação do bosque de sobreiro e à conservação da biodiversidade, incluindo galerias ripícolas. Tem ainda uma área de 5% de olival tradicional, uma pequena área agrícola.

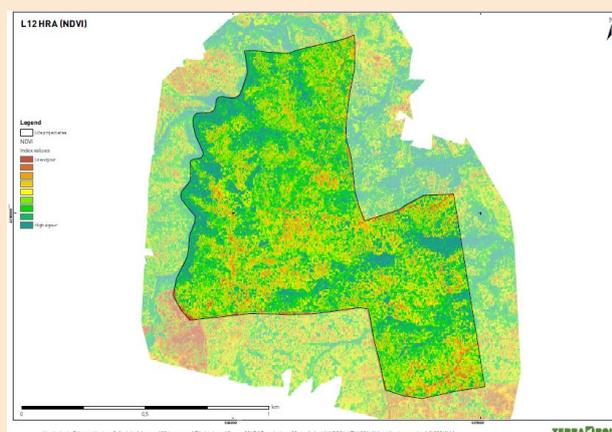
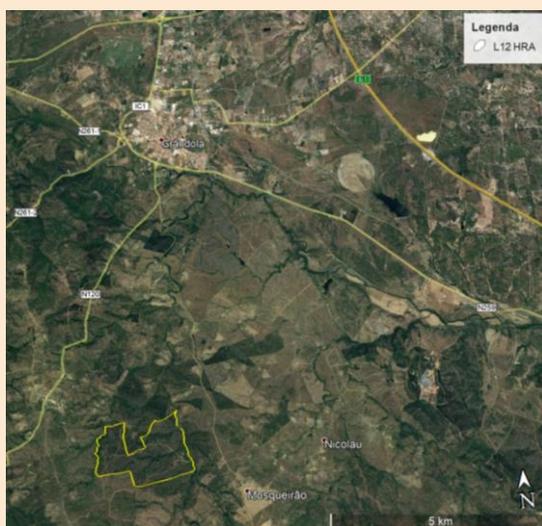
(*) M. Santos-Reis & A.I. Correia, 1999: Caracterização da Flora e Fauna do Montado da Herdade da Ribeira Abaixo, Centro de Biologia Ambiental, Lisboa, 262pp.

(**) Cabral, M. J. (coord), Almeida, J., Almeida P.R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M. E., Palmeirim, J.M., Queiroz, A.I., Rogado, L., Santos-Reis, M. (eds.) (2005): Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa.

A GESTÃO AGRO-SILVO-PASTORIL

A gestão da Herdade da Ribeira Abaixo é realizada pela FCUL desde 2018.

Montado de sobreiro com pastoreio de ovelhas, áreas de conservação de sobreiro / bosque de sobreiro e faixas com vegetação herbácea onde ocorre convergência da humidade do solo.



CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

O concelho tem aproximadamente 826 km², com 14 626 habitantes e uma densidade populacional de 17,7 hab/km². A taxa de variação da população é praticamente nula (-0,5%) entre os dois últimos períodos censitários, sendo 25% da população idosos e 12% jovens. A ZIF ocupa 50% do território e a Rede Natura 2000 10%.

O sector primário representa 31% das empresas do concelho, empregando menos de 10% da população (2016).

A SAU corresponde a 67% da superfície total das explorações agrícolas, sendo a SAU média por exploração de 48,7 ha; 75% das explorações agrícolas têm pelo menos 50 ha.

Os produtores singulares representam 76% da SAU, que é composta essencialmente por pastagens permanentes (53%) e terras aráveis (29%). Em termos de superfície utilizada em culturas temporárias, têm maior expressão as culturas forrageiras (68%) e o cereal (25%). Das culturas permanentes destacam-se os frutos de casca rija (82%) e o olival (15%). Nas atividades pecuárias, os ovinos e os suínos são as espécies mais representativas.

O trabalho agrícola é predominantemente de origem familiar e mais de um quarto da população agrícola familiar tem atividade remunerada exterior à exploração agrícola.

PREVISÃO DO CLIMA NO FUTURO

	Clima Futuro (no ano 2070-2100 em cenário RCP 8.5)
<i>Temperatura média anual (°C)</i>	18.4
<i>Precipitação anual (mm)</i>	649
<i>Temperatura máxima de Agosto</i>	33.5
<i>Número de Dias com temperaturas elevadas</i>	19
<i>Número de dias de chuva (> 1mm)</i>	63
<i>Número de dias de geada</i>	0

ESPÉCIES EM RISCO

As espécies florestais dominantes na herdade não serão especialmente afetadas pelas alterações nos valores acumulados anuais de precipitação ou de temperatura média. Estes resultados podem dever-se à orografia da herdade, nomeadamente ao facto de estar situada a uma altitude mais elevada relativamente à região envolvente, o que promove um clima mais ameno. No entanto, no que se refere à temperatura máxima, ao cruzar as projeções climáticas no cenário RCP 8.5 com o limite de temperatura máximo referido por Gonçalves Ferreira *et al.* (2001), podemos verificar que o **sobreiro** poderá passar a estar fora da sua zona de tolerância a partir dos anos 2040-2070. Torna-se, portanto, essencial, como medida de adaptação, tentar reduzir a temperatura localmente, ou aproveitar os microclimas existentes para a localização do sobreiro.

DESAFIOS DE GESTÃO FACE ÀS AC

- Promover e apoiar a regeneração natural
- Aumentar a biodiversidade
- Combater a fitófтора
- Reforçar a prevenção de incêndios, nomeadamente através do aumento das áreas de pastagens permanentes e rejeitando nas limpezas de sobcoberto o uso da grade de discos
- Conservar/aumentar a água disponível no solo e a sua fertilidade

ÁREA DE ESTUDO

A parcela de amostragem na Herdade da Ribeira Abaixo (L12) corresponde a uma área de 4,03 ha. A área apresenta topografia variada, desde encostas íngremes até vales mais planos, orientados em várias direções.

Nesta parcela encontra-se um montado misto, com as seguintes espécies com porte arbóreo: sobreiro – *Quercus suber* L., pinheiro manso – *Pinus pinea* L., pinheiro-bravo – *Pinus pinaster* Aiton, medronheiro – *Arbutus unedo* L. e carvalho português – *Quercus broteroi* (Cout.) A. Camus. O povoamento apresenta estrutura irregular, compreendendo diversas idades em cada espécie.

Os sobreiros adultos apresentam um estado geral de decrepitude, com muitos exemplares mortos e muitos sinais de declínio. No entanto, há muita regeneração. O descortiçamento neste povoamento parece estar em avançado estado de abandono.

Os pinheiros-mansos apresentam um estado de conservação muito bom, com copas saudáveis e boa vitalidade. Apesar disso, tem havido uma clara ausência de intervenções culturais importantes, como a poda, visível nos garfos/bifurcações baixas, bem como a baixa altura da base da copa, ou seja, as copas da maioria quase tocam o solo.

Os pinheiros-bravos, em menor número, estão dispersos por toda a área, apresentam boas características e vitalidade, com alguma (também dispersa) regeneração.

Quanto ao medronheiro, os seus elementos espalham-se por toda a área com vários tamanhos. Apresentam boas características.

Nas zonas mais frescas (montanhas expostas a norte) encontram-se alguns exemplares esporádicos de carvalho português.

As medidas de gestão observadas nesta parcela foram o apoio da regeneração natural, o corte seletivo de vegetação com corta-mato, a plantação em covas de diversas espécies, a sementeira a lanço para melhoria da pastagem e a aplicação de *mulch* e as fertilizações com composto orgânico e Amicote bio.

II. ESTUDOS

Estudo: Solos

Equipa e entidade: Carlos Alexandre, Cláudia Penedos e Rui Bajouco Lopes – Universidade de Évora



Área amostrada (ha): 4.03

Nº. de amostras: ver tabelas Anexos 01 e 02

Data do trabalho de campo: 31/01/2018 e 16/06/2021

A - Caracterização analítica do solo

Parâmetros medidos:

O solo das parcelas de estudo é caracterizado, principalmente, por: litologia, topografia, mapeamento dos solos, características da superfície do solo, constituintes do solo (fração grosseira, textura e carbono orgânico) e fertilidade química do solo (pH, cátions de troca e capacidade de troca catiónica, macro e micronutrientes extraíveis).

Resultados:

Litologia: Xisto.

Topografia: Parcela com uma topografia complexa na pequena escala espacial, abrangendo uma crista quase nivelada e declives linear-côncavo e linear-convexo, com um declive até moderadamente íngreme.

Características da superfície: Comuns a muitos afloramentos rochosos e/ou fragmentos de rocha na superfície do solo.

Solos mapeados dominantes: Leptossolo e Luvissolo Háplico.

Profundidade efetiva estimada do solo: Solos profundos a muito profundos.

Constituintes do solo: Poucos a muitos fragmentos de rocha, textura franco a franco-limosa na primeira camada (0-5 cm) e textura franco a franco argilo-limosa nas camadas mais profundas. Teor relativamente elevado de carbono orgânico do solo, especialmente debaixo da copa das árvores. Aumento da densidade aparente com a profundidade do solo, mas os valores medidos não sugerem compactação do solo até 30 cm de profundidade.

Fertilidade química do solo: Solo neutro a moderadamente ácido, com capacidade de troca catiónica média, que diminui com a profundidade do solo de acordo com a diminuição da matéria orgânica do solo. A relação Ca/Mg diminui de níveis baixos para níveis muito baixos na camada de 15-30 cm de profundidade. Níveis muito baixos de fósforo extraível e níveis muito altos a médios de potássio. Alto a muito alto em ferro extraível, muito alto a médio em manganês, médio em zinco, e baixo a muito baixo em cobre.

Anexo: Ver Anexo 01 – Caracterização analítica do solo.

B - Monitorização do solo

Parâmetros medidos:

- Manta morta: massa seca (65°C), fração >1 mm.
- Camada de 0-5 cm: agregação do solo (diâmetro geométrico médio, GMD e fração de agregados estáveis em água, FWSA), massa volúmica aparente e condutividade hidráulica saturada (ks).
- Camadas 0-5, 5-15 e 15-30 cm: carbono orgânico do solo (SOC), C-stock do solo, carbono da matéria orgânica particulada (POM-C), carbono oxidável pelo permanganato (POX-C) e pH do solo (pH_{H2O} e pH_{KCl}). Os resultados destes parâmetros são apresentados para a camada 0-30 cm fazendo, para cada unidade de amostragem, a média ponderada dos resultados obtidos para as três camadas indicadas.

Resultados:

A classificação apresentada no quadro seguinte é relativa e específica para cada ano (2018 e 2021). Isto significa que se a classificação de uma determinada variável do solo deste local for, por exemplo, “Baixa” em 2018 e “Alta” em 2021, isso pode dever-se a uma subida do valor dessa variável em 2021, ou à descida dessa variável em 2021 em vários dos outros locais estudados, ou devido a uma combinação destas duas ocorrências.

Os resultados de cada local são classificados em relação à mediana e quartis (Q) da distribuição do conjunto de dados de amostras para os 12 locais: Muito baixo, <1º Q; Baixo, entre o 1º Q e a mediana; Elevado, entre a mediana e o 3º Q; Muito alto, >3º Q.

É classificada a média ponderada para o total da parcela, obtida a partir de uma amostragem estratificada em: áreas abertas (OA) e áreas sob as copas (BC). A área BC adotada corresponde a 90% da percentagem de coberto arbóreo medido em cada ano (2018 e 2021).

Classificação dos resultados de monitoração do solo

Variáveis	Espess. (cm)	2018	2021
Manta morta	(LL)	Muito alto	Baixo
Agregação: GMD	0-5	Alto	Muito alto
Agregação: FWSA	0-5	Alto	Muito alto
4Massa volúmica (aparente)	0-5	Muito baixo	Muito baixo
Ks	0-5	Muito alto	Alto
SOC	0-30	Alto	Muito alto
C-stock	0-30	Alto	Alto
POM-C	0-30	Muito alto	Muito alto
POX-C	0-30	Alto	Muito alto

pH _{H2O}	0-30	Baixo	Baixo
pH _{KCl}	0-30	Baixo	Baixo

Anexo: Ver Anexo 02 - Monitorização do solo: dados analíticos.

A comparação dos resultados dos dois anos de monitorização (2018 e 2021) permite destacar as seguintes principais alterações ocorridas no solo:

- Ligeiro aumento do SOC e do C-stock, especialmente em áreas abertas, em parte devido a um aumento de POMC (principalmente em áreas sob as copas), que é uma forma mais lábil de carbono orgânico

As seguintes condições ambientais e medidas de gestão, implementadas entre 2018 e 2021, podem ser apontadas como possíveis causas das alterações observadas no solo:

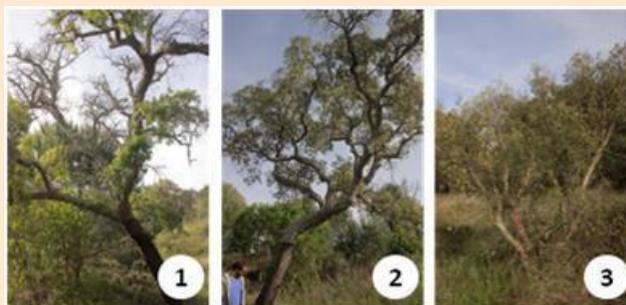
- A primavera de 2021 foi classificada como muito quente e muito seca (IPMA, 2021), o que significa que as condições de amostragem do solo em 2021 (verão) foram muito diferentes das de 2018 (inverno). Por exemplo, as condições climáticas da primavera em 2021 podem ter promovido uma queda anormal das folhas das árvores no verão. Além disso, no final da primavera e início do verão existia muito mais biomassa seca de herbácea acumulada na superfície do solo do que no inverno.
- Os efeitos da estação do ano podem ter desempenhado um papel nas variações temporais verificadas em algumas variáveis do solo, nomeadamente, no SOC (Omer *et al.*, 2018; Wuest, 2014), massa volúmica aparente e condutividade hidráulica saturada (Hu *et al.*, 2012), distribuição do tamanho dos agregados (GMD) e sua estabilidade (FWSA), carbono oxidável pelo permanganato (POXC) e pH (Omer *et al.*, 2018).
- Entre as principais medidas de adaptação na área de estudo, a limpeza da vegetação, sem outro efeito generalizado de perturbação do solo superficial, pode ter sido a medida com maior impacto no solo, contribuindo para o muito ligeiro aumento do SOC e do C-stock em áreas abertas. O SOC sob as copas já era bastante alto em 2018, o que dificulta aumentos adicionais em tão curto período de tempo (3 anos).

Referências:

- IPMA, 2021. Boletim Climatológico Sazonal - Primavera de 2020/2021. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. Disponível em (19/08/2022): https://www.ipma.pt/resources.www/docs/im.publicacoes/edicoes.online/20210715/jWKxvxPkJQGeOjyFtCvN/cli_20210501_20210531_pcl_sz_co_pt.pdf
- Hu, W., Shao, M.A. and Si, B.C. (2012), Seasonal changes in surface bulk density and saturated hydraulic conductivity of natural landscapes. *European Journal of Soil Science*, 63: 820-830. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2012.01479.x>
- Omer, M, Idowu, OJ, Ulery, AL, VanLeeuwen, D and Guldán, SJ. 2018. Seasonal Changes of Soil Quality Indicators in Selected Arid Cropping Systems. *Agriculture* 2018, 8, 124; doi:10.3390/agriculture8080124.
- Wuest, Stewart. 2014. Seasonal Variation in Soil Organic Carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 78:1442–1447; doi:10.2136/sssaj2013.10.0447

Estudo: Detecção de infeção por *Phytophthora* spp.

Equipa e entidade: Helena Machado e Márcia de Castro Silva - INIAV



1-3 – Locais de amostragem: P1.33, P1.40, P1.41



1-3. Locais de amostragem: P2.35, P2.36, P2.37-38

Área amostrada: Área de reflorestação de Montado/Dehesa e promoção de biodiversidade
Amostras P1 (33, 40, 41) e P2 (35, 36, 37-38)

Amostras adicionais:

P3 – Área de teste - amostras P3 (52, 53, 55)
P4 e P5 – Áreas de melhoramento de pastagem - amostras P4 (G1, G2, G3) e P5 (T1, T2, T3)
P6 – Área de Esteval

Nº. de amostras: 15 + 9

Data do trabalho de campo:

1ª monitorização (C1): maio a dezembro 2018;
fevereiro 2019
2ª monitorização (D1): maio e junho 2021

Parâmetros medidos:

Classes de desfoliação das copas das árvores.
Presença/ausência de *Phytophthora* spp. em amostras de solo.
Isolamento e identificação de espécies de *Phytophthora*.

Resultados principais:

Na 1ª amostragem a espécie *Phytophthora cinnamomi* foi detetada em todas as amostras da área P1 e em uma amostra da área P2 (P2.35). A identidade da espécie presente foi confirmada por métodos moleculares. Na 2ª amostragem não foram detetadas espécies de *Phytophthora* em nenhuma amostra (ver todos os resultados Anexo 03).

Amostras adicionais:

Nas amostras adicionais durante a 1ª amostragem a espécie *Phytophthora cinnamomi* foi detetada em todas as amostras da área P3 tendo sido escolhida para um teste com *Phlomis purpurea*. Também foi detetada na área P4 mas não foi detetada nas amostras da área P5. Estas duas áreas foram escolhidas para instalação de pastagens melhoradas. Na 2ª amostragem, após instalação dos testes e pastagens não foram detetadas espécies de *Phytophthora* (ver Anexo 03). A área P6 – Esteval apenas foi monitorizado em 2021. Todas as amostras deram negativo para *Phytophthora*.

Conclusão:

As áreas onde foi detetada *Phytophthora cinnamomi* foram utilizadas para validar algumas práticas de gestão que permitam controlar esta doença. Na área P1 e P2 foi feito adensamento com espécies autóctones, incluindo sobreiros. Para além do cuidado na seleção do local (exposição, cobertura do solo) a plantação foi sempre acompanhada da aplicação de composto orgânico e Amicote bio. As covas de plantação foram cobertas por *mulch*. Na área P3 foram instalados sobreiros por plantação e sementeira em quatro talhões demarcados e subdivididos nos subtalhões: 1) sobreiro e *mulch*; 2) sobreiro, *mulch* e composto; 3) sobreiro, *mulch* e *Phlomis purpurea*; 4) sobreiro, *mulch*, composto e *Phlomis purpurea*. Na área P4 e P5 foi testado o efeito da instalação de pastagens. Estes resultados serão apresentados no estudo: Avaliação da População Natural Rizobiana.

Estudo: Avaliação da População Natural Rizobiana

Equipa e entidade: Isabel Videira e Castro e Márcia de Castro Silva - INIAV

Área amostrada: Área de reflorestação de Montado/*Dehesa* e promoção de biodiversidade (amostras P1.33 e P2.37-38).

Data do trabalho de campo:
1ª monitorização (C1): maio 2018
2ª monitorização (D1): maio 2021

Nº. de amostras: 2 + 2 + 5

Parâmetros medidos:

População natural rizobiana estimada pelo número mais provável (NMP) utilizando o método de infeção de plantas
Ensaio de campo com bactérias rizóbio com atividade antagonista contra *Phytophthora cinnamomi*



Testes laboratoriais para avaliação da população natural rizobiana utilizando *Trifolium subterraneum* como planta hospedeira. (1) Frascos com sementes pré-germinadas (2) plantas com 8 semanas (3) germinação de sementes (4) *T. subterraneum* inoculado com diluições do solo (5) plantas controlo sem inoculação (esquerda) e com KNO₃ (direita).

Resultados principais:

Na tabela 1 apresentamos os resultados da população natural de rizóbios e da sua eficiência simbiótica, na 1ª e 2ª monitorização (2018-2021).

Os resultados obtidos para o tamanho da população natural rizobiana foram sempre muito baixos. Apenas a eficiência simbiótica sofreu um aumento considerável na amostra P1.33.

Devido à ausência de nódulos nas raízes das plantas não foi possível obter isolados de bactérias.

Tabela 1 – Número de *Rhizobium* e eficiência simbiótica.

Zonas de amostragem	Defoliação da copa (classes*)	1ª Monitorização (C1)		2ª Monitorização (D1)	
		Nº. de <i>Rhizobium</i> por g solo	Eficiência simbiótica (%)	Nº. de <i>Rhizobium</i> por g solo	Eficiência simbiótica (%)
P1.33	3	23	0	31	70.3
P2.37-38	2	0	0		
P5.Pastagem				17	0

*0 – sem defoliação, 1 – defoliação ligeira ≤ 25%, 2 – defoliação moderada 26–60%; 3 – defoliação severa > 60%

Na área escolhida para instalação de pastagem biodiversa, e apesar de a mistura semeada possuir 6 espécies de *Trifolium* e *Ornithopus sativus*, não foi possível observar qualquer mudança na

população rizobiana. Julgamos que este resultado seja devido à data da sua instalação muito perto da data da 2ª monitorização. Será uma área a acompanhar futuramente.

Conclusão:

Nas duas monitorizações os valores do tamanho da população natural rizobiana e da sua eficiência simbiótica foram semelhantes e sempre muito baixos, indicando a ausência de leguminosas anuais noduladas.

Foi iniciada a instalação de uma cobertura permanente do solo, com base em trevos anuais inoculados com bactérias rizóbio altamente eficazes na fixação do azoto.

Ensaio de campo com bactérias fixadoras de azoto que mostraram atividade antagonista contra *Phytophthora cinnamomi*:



**Não inoculado
(controlo negativo)**

**Inoculado com
bactérias altamente
eficientes na fixação de
azoto
(controlo positivo)**

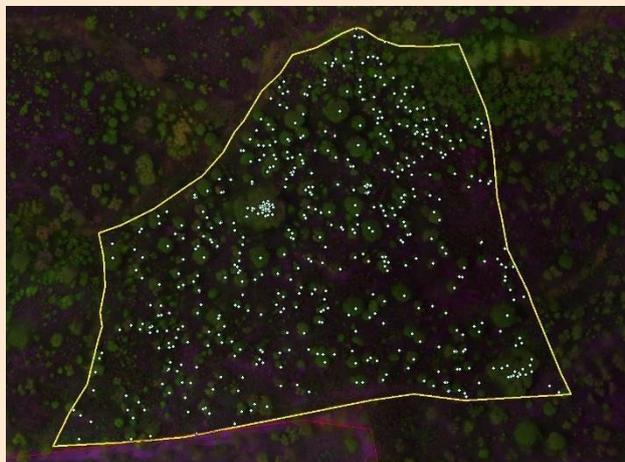
**Inoculado com bactérias
selecionadas para
antagonismo contra
*Phytophthora cinnamomi***

Na área P4, onde foi detetada a presença de *Phytophthora cinnamomi*, observou-se um efeito positivo (figura da direita) no desenvolvimento de plantas de *Trifolium subterraneum* quando inoculadas com um consórcio bacteriano que mostrou antagonismo contra *P. cinnamomi* (ver L1 - Herdade da Coitadinha - Baseline Study). Os resultados obtidos na 2ª monitorização mostraram que o consórcio de bactérias selecionadas para antagonismo contra *P. cinnamomi* (foto do lado direito) tinham maior desenvolvimento vegetativo, e uma eficiência simbiótica muito superior quando comparada com o talhão inoculado com bactérias altamente eficientes na fixação de azoto (foto do meio – controlo positivo).

Resultados apresentados sob a forma de poster em: de Castro Silva M, Machado H, Videira e Castro I. 2022. Characterization of leguminous root nodule microbiome. I Spanish-Portuguese Congress on Beneficial Plant-Microbe Interactions (BeMiPlant) and XVIII National Meeting of the Spanish Society of Nitrogen Fixation (XVIII SEFIN), October 17th to 19th, 2022, Oeiras, Portugal. Book of abstracts S3-P-07, pág. 72.

Estudo: Biomassa e Carbono *ex-ante*

Equipa e entidade: : Nuno Ribeiro, Ricardo Freixial, Cati Dinis, Constança Camilo-Alves, Manuela Correia, João Ribeiro, Marta Maymone, José Nunes, Ana Poeiras - Universidade de Évora



Área amostrada (ha): 4.03

Data do trabalho de campo:

1ª monitorização: 31/01/2018; 05/02/2018; 18/05/2018; 28,30/08/2018; 06,11/09/2018; 31/10/2018; 06,12/11/2018

2ª monitorização: 26/05/2021; 21, 26,27/10/2021; 10/11/2021; 15, 16/12/2021; 19, 20, 27/01/2022

Parâmetros medidos (árvores e pastagens):

- Biomassa
- Equivalente de Carbono
- Captura de Dióxido de Carbono (CO₂)

Resultados:

	2018					
	Sobreiro	Pinheiro manso	Pinheiro bravo	Medronheiro	Carvalho cerquinho	Total
Biomassa (ton/ha)	17,1	23,1	0,78	0,09	0,014	41,1
Carbono (ton/ha)	8,5	11,6	0,39	0,05	0,007	20,6
Sequestro de CO₂ (ton/ha)	31,3	42,4	1,44	0,17	0,025	75,4

	2021					
	Sobreiro	Pinheiro manso	Pinheiro bravo	Medronheiro	Carvalho cerquinho	Total

Biomassa (ton/ha)	17,8	34,2	6,66	0,25	0,055	59,0
Carbono (ton/ha)	8,9	17,1	3,33	0,13	0,027	29,5
Sequestro de CO₂ (ton/ha)	32,7	62,8	12,21	0,46	0,100	108,2

Pastagens		
	2018	2021
Biomassa (ton/ha)	3,1	3,0
Carbono (ton/ha)	1,4	1,4
Sequestro de CO₂ (ton/ha)	5,1	5,0

2018						
Circunferência à Altura do Peito (CAP) (cm)	Sobreiro	Pinheiro manso	Pinheiro bravo	Medronheiro	Carvalho cerquinho	Total
Mínimo	8,0	20,0	23,0	25,6	27,0	8,0
Máximo	161,0	227,0	108,0	55,0	36,0	227,0
Média	72,2	81,8	47,7	32,6	31,5	73,8
Desvio Padrão	35,1	45,2	20,5	7,5	4,5	40,0

2021						
Circunferência à Altura do Peito (CAP) (cm)	Sobreiro	Pinheiro manso	Pinheiro bravo	Medronheiro	Carvalho cerquinho	Total
Mínimo	11,5	24,0	24,5	26,5	30,0	11,5
Máximo	161,0	260,0	120,0	57,0	40,5	260,0
Média	67,8	79,2	49,8	38,5	35,3	71,5

Desvio Padrão	37,9	48,4	23,6	7,9	5,3	43,5
----------------------	------	------	------	-----	-----	-------------

A distribuição em percentagem de cada espécie nesta parcela era, em 2018, a seguinte: sobreiro, 40,1%; pinheiro manso, 49,9%; pinheiro-bravo, 7,3%; medronheiro, 2,2% e carvalho cerquinho, 0,4%. Em 2021, a distribuição de espécie passou para: sobreiro, 32,9%; pinheiro manso, 55,4%; pinheiro-bravo, 8,8%; medronheiro, 2,5% e carvalho cerquinho, 0,3%.

Enquanto os medronheiros e carvalhos cerquinhos têm pouca representação e mantiveram praticamente o número, os sobreiros diminuíram enquanto os pinheiros aumentaram muito significativamente.

Embora o número de sobreiros em 2021 seja inferior ao registado em 2018, a sua biomassa não sofreu grande alteração. Em 2018 uma grande parte dos sobreiros nesta parcela estavam mortos ou em muito mau estado. Cerca de 16% das árvores estavam mortas na primeira monitorização.

Já a biomassa dos pinheiros aumenta substancialmente entre as duas monitorizações, refletindo não só o crescimento, mas também o maior número de árvores identificadas em 2021. O aumento total registado entre as duas medições representa por isso, na sua maior parte, biomassa dos pinheiros.

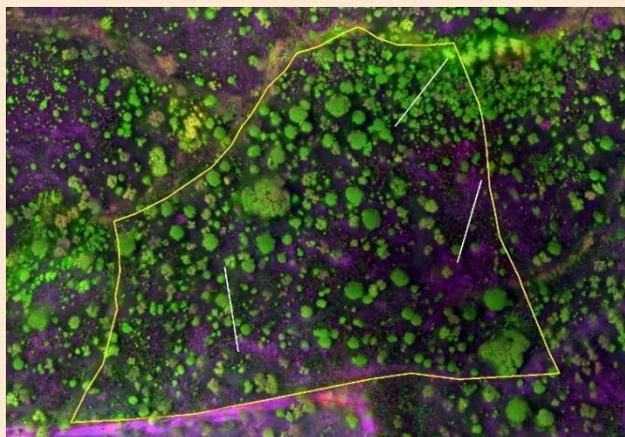
Sendo este um povoamento misto em que a espécie dominante é o pinheiro manso, o valor de referência para a biomassa é de 48,0 ton/ha para esta espécie e 17,5 ton/ha para o sobreiro, que é neste caso a espécie dominada (ICNF, 2019). Verifica-se que a biomassa dos pinheiros está abaixo da referência, enquanto no caso dos sobreiros a biomassa corresponde ao valor de referência para os dois momentos de estudo.

Relativamente às pastagens, os valores de biomassa estão próximos do limite inferior de referência considerado (3 a 9 ton/ha (Crespo, 2006; Freixial, 2019)).

Ver Anexo 04 - Resultados de biomassa e carbono *ex ante*

Estudo: Biodiversidade

Equipa e entidade: Nuno Ribeiro, Carlos Pinto-Gomes, Ricardo Freixial, João Rabaça, Manuela Correia, João Ribeiro, Marta Maymone, José Nunes, Ana Poeiras, Mauro Raposo, Carlos Godinho - Universidade de Évora



Área amostrada (ha): 4.03

Data do trabalho de campo:
1ª monitorização: 22/11/2017;
05/02/2018; 18/05/2018; 19/07/2018
2ª monitorização: 26, 31/05/2021;
26/10/2021; 27/01/2022

Parâmetros medidos (árvores e pastagens):

- Diversidade de aves
- Diversidade de plantas e pastagens
- Regeneração de quercíneas
- Índice de vulnerabilidade

Resultados:

Aves:

2018								
Amostras	Riqueza média	DP	Riqueza total	Florestais especialistas	Florestais generalistas	Habitats de transição	Agrícolas	Outras
HRA1	6.8	2.4	5	0	4	0	1	0
HRA2			10	1	6	2	1	0
HRA3			5	0	3	2	0	0
HRA4			7	2	3	1	1	0
Total			17	3	9	3	2	0
2021								
Amostras	Riqueza média	DP	Riqueza total	Florestais especialistas	Florestais generalistas	Habitats de transição	Agrícolas	Outras
HRA1	10.8	2.6	13	1	3	4	4	1
HRA2			13	2	5	3	3	0
HRA3			9	0	4	2	3	0
HRA4			8	2	1	2	3	0
Total			21	3	9	4	4	1

Plantas e pastagens: lista de plantas anuais e pastagens no Anexo 05

Biogeografia:

Região Mediterrânea
 Sub-região do Mediterrâneo Ocidental
 Província Mediterrânea Ibérica Ocidental
 Sub-província do Cádiz e Sado
 Sector Ribatejo e Sado

Bioclimatologia: Mediterrâneo oceânico pluvistacional, termomediterrânico, sub-úmido.

Potencial climático: *Lavandulo viridis-Quercu suberis sigmetum*

Regeneração de árvores:

Transecto (coberto arbóreo)	Classe (cm)	Número de plantas	
		2018	2021
Clareira	<= 10	0	0
	10-30	0	0
	> 30	3	3
Aberto	<= 10	3	15
	10-30	20	24
	> 30	63	59
Denso	<= 10	2	9
	10-30	10	19
	> 30	56	55

Índice de vulnerabilidade*:

Índices considerados	Classe	
	2018	2021
Risco de erosão	Muito baixo	Muito baixo
Estabilidade do grau de cobertura	Redução 0-30%	Aumento >= 30%
Estrutura etária	Irregular	Irregular
Índice de vulnerabilidade*	2	1

*1 menos vulnerável a 4 mais vulnerável

Conclusão

Em relação aos resultados do estudo da diversidade de aves a comunidade nidificante é dominada por espécies *florestais generalistas* e associadas a *habitats de transição*. As diferenças encontradas entre os dois anos de amostragem são provavelmente circunstanciais e devem-se sobretudo ao maior número de aves *agrícolas* e associadas a *habitats de transição*, merece destaque a ocorrência de Felosa-ibérica *Phylloscopus ibericus* e toutinegra-do-mato *Sylvia undata*.

No âmbito da diversidade de plantas e pastagens, no ano de 2018 foram identificados 27 táxones no inventário realizado nesta área. Esta parcela inicialmente apresentava um coberto arbustivo desenvolvido, resultado do abandono de qualquer prática de gestão ativa. Porém, as clareiras de mato são dominadas por herbáceas. A evolução do coberto vegetal permitiu identificar no inventário de 2021 novos táxones, perfazendo um total de 44 plantas. O coberto arbustivo, regista a presença de geófitos, herbáceas vivazes e mesmo plantas características de bosque e pré-bosque, como *Smilax aspera*, *Viburnum tinus*, *Quercus broteroi*, entre outras. A elevada humidade existente no solo, anunciada pela presença de *Phalaris coerulescens* e *Holcus lanatus*, indica que o estrato herbáceo poderá vir a ter uma boa produtividade. Perante esta situação recomenda-se o restauro dos bosques de quercíneas, onde merece especial destaque o sobreiro e o carvalho-cerquinho, uma vez que ficará mais económico do que transformar esta área num montado com pastoreio. Neste sentido, apenas se recomenda o controlo dos matos heliófilos e a promoção da regeneração natural das plantas características dos habitats boscosos.

A regeneração de quercíneas foi semelhante para os dois momentos de estudo, sendo de realçar a identificação de um número considerável de novas plantas.

Os índices de estrutura e estabilidade da copa são elevados, o que indica um povoamento irregular e de copado denso e o índice de erosão é baixo, embora existam declives íngremes. Isto resulta num índice de vulnerabilidade baixo nos dois momentos de estudo.

III. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

A monitorização foi realizada em dois momentos: no primeiro verificou-se o estado inicial da área de estudo (2018), enquanto o seguinte foi realizado após a implementação das ações de gestão, em 2021.

As medidas de gestão nesta parcela foram o corte seletivo de vegetação com corta-mato, apoio da regeneração natural, plantação de diversas espécies, sementeira directa para melhoramento da pastagem e fertilizações.

A comparação dos resultados dos dois anos de monitorização (2018 e 2021) relativamente aos solos permite observar um ligeiro aumento do SOC e do C-stock, especialmente em áreas abertas, em parte devido a um aumento de POMC (principalmente em áreas sob as copas), que é uma forma mais lábil de carbono orgânico.

O balanço de carbono é o mais elevado registado entre as parcelas de estudo o que reflete certamente o tipo de gestão implementado. Este aumento de biomassa ocorreu essencialmente à custa do crescimento dos pinheiros.

As diferenças encontradas entre os dois anos de amostragem devem-se sobretudo ao maior número de aves agrícolas e associadas a habitats de transição.

Esta parcela inicialmente apresentava um coberto arbustivo desenvolvido, resultado do abandono de qualquer prática de gestão ativa. Porém, as clareiras de mato são dominadas por herbáceas. A evolução do coberto vegetal permitiu identificar, no inventário de 2021, novos táxones. A elevada humidade existente no solo indica que o estrato herbáceo poderá vir a ter uma boa produtividade.

Apesar de ter sido detetada a presença da espécie *Phytophthora cinnamomi* em várias amostras durante a 1ª monitorização, não foi detetada em nenhuma amostra durante a 2ª monitorização. Várias medidas de adaptação foram aplicadas com o objetivo de controlar esta doença. Os valores do tamanho da população natural rizobiana e da sua eficiência simbiótica foram sempre muito baixos ou quase nulos, o que pode ser atribuído à não exploração de gado e conseqüentemente à ausência de pastagens com leguminosas. Não foi possível observar resultados da recente instalação de uma cobertura permanente do solo, com base em trevos anuais inoculados com bactérias rizóbio altamente eficazes na fixação do azoto.

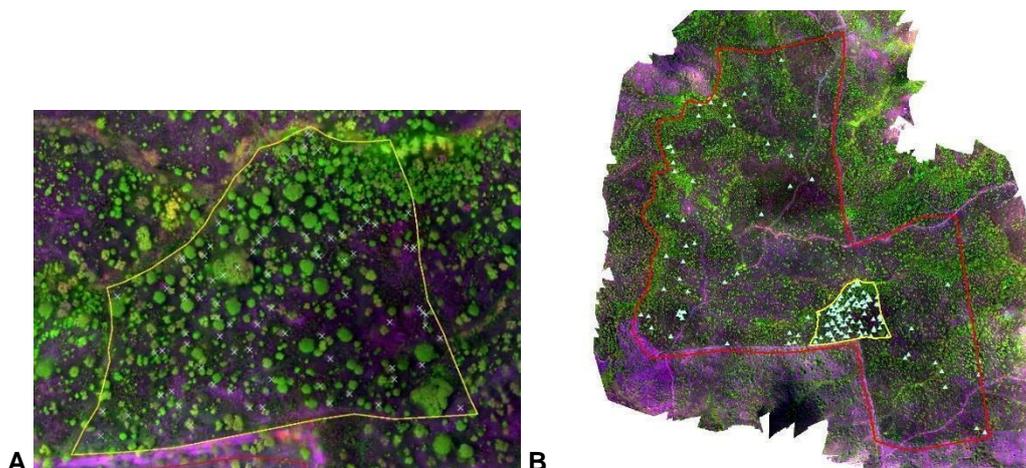
Salienta-se ainda que não é possível observar objectivamente os impactos das ações de gestão adotadas, que só poderão ter efeitos a longo prazo.

ESTUDOS COMPLEMENTARES

Avaliação da mortalidade do Montado/Dehesa

Para a avaliação da mortalidade do Montado / *Dehesa* utilizaram-se imagens espectrais de alta resolução, combinadas com fotografia aérea com base nos procedimentos e critérios aplicados no “Inventário Nacional de Mortalidade de Azinheira”. Para isso, foi realizada uma transformação da imagem RGB combinada com imagens no espectro infravermelho (IV) para obtenção de uma imagem em cores falsas permitindo uma fácil identificação de árvores com sinais de declínio.

O estudo foi aplicado a toda a propriedade tendo sido escolhida a área de aproximadamente 5 ha, utilizada em estudos anteriores, para validar os resultados de biomassa, sequestro de carbono e biodiversidade e permitir a comparação da situação inicial e final do projeto.



A – Verificação de árvores mortas dentro da área de estudo (cruzes brancas); B - Extensão do estudo a toda a propriedade.

Mais informações em: [L12 Estudo da mortalidade, versão em inglês.](#)

Recomendações Micosilvícolas

Cada propriedade foi avaliada utilizando 12 critérios micosilvícolas gerais com valores atribuídos segundo o seu impacto na produção de cogumelos silvestres: -1 (quando a prática utilizada não favoreça a produção de cogumelos); 0 (quando não se aplica essa prática); +1 (quando a prática utilizada favoreça a produção de cogumelos).

À Herdade da Ribeira Abaixo foi atribuído um valor de 3 indicando que a atual gestão florestal não está focada na produção de cogumelos. Devem ser implementadas medidas que aumentem a sua ocorrência, promovendo a regeneração natural de árvores hospedeiras, melhorando a cobertura permanente do solo e mantendo algumas árvores adultas como refúgio para os fungos micorrízicos. Devem ter em consideração que já existem na herdade algumas espécies de cogumelos comestíveis com interesse comercial, como por exemplo: *Amanita caesarea*, *Boletus aereus*, *Boletus edulis*, *Cantharellus cibarius*, *Craterellus cornucopioides*, *Lactarius deliciosus*.

Mais conselhos sobre gestão micosilvícola podem ser consultados em: [L12 - Estratégias de gestão micosilvícola, versão em inglês.](#)

ANEXOS

Anexo 01. Caracterização analítica do solo

Table A12.S1 – Soil basic constituents: soil texture, soil organic carbon and bulk density.

Layer (cm)	Soil texture										SOC			Bulk density					
	RF		Coarse sand		Fine sand		Sand		Silt		Clay		Class						
	n	Class	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s		n	m	s	n	m	s
	----- g kg ⁻¹ -----										-- g kg ⁻¹ --			-- g cm ⁻³ --					
0-5	2	3-4	186	6	345	21	530	28	278	43	192	16	L-SiL	2	46.6	8.2	2	1.08	0.2
5-15	2	2-3	172	64	354	22	526	86	232	66	242	20	L-SiCL	2	25.1	9.8	2	1.35	0.1
15-30	2	2-3	222	62	329	34	552	95	226	31	222	64	L-SiCL	2	8.9	3.4	2	1.4	0.3

n – number of samples; m – mean; s – standard deviation.

RF – Rock Fragments (class interpretation in Table A01.S4); Coarse sand: 2-0.2 mm; Fine sand: 0.2-0.02 mm; Silt: 0.02-0.002 mm; Clay: <0.002 mm; Texture class codes: S, sand; Si, silt; C, clay; L, loam; e.g.: SiCL, silty clay loam;

SOC – Soil Organic Carbon (to express as soil organic matter, multiply by 1.274);

Table A12.S2 – Chemical characterization: exchangeable cations (non-acid cations) and cations exchange capacity.

Layer (cm)	Exchangeable cations (non-acid)										Ca/Mg			ESP		ESMP					
	Ca ²⁺		Mg ²⁺		K ⁺		Na ⁺		CEC		BS		BSP								
	n	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s		
	----- cmol(+) kg ⁻¹ -----										--- % ---			---- % ---		--- % ---					
0-5	2	4.0	0.6	1.6	0.3	0.8	0.3	0.2	0.0	14.3	1.6	6.6	1.2	46.9	14	2.5	0.1	1.2	0.2	12.6	3.6
5-15	2	1.5	0.0	0.9	0.1	0.5	0.1	0.2	0.0	13.8	0.5	3.1	0.1	22.6	0	1.7	0.2	1.2	0.0	7.8	0.6
15-30	2	0.4	0.1	0.8	0.2	0.6	0.1	0.2	0.0	11.8	0.7	1.9	0.3	16.4	3	0.4	0.1	1.5	0.2	8.3	2.1

n – number of samples; m – mean; s – standard deviation.

CEC – Cations Exchange Capacity (ammonium acetate method, pH 7.0); BS – Base saturation (sum of non-acid cations); BSP – Base Saturation Percentage; ESP – Exchangeable Sodium Percentage; ESMP - Exchangeable Sodium and Magnesium Percentage.

Table A12.S3 – Chemical characterization: pH, extractable macro and micronutrients.

Layer	pH			Macronutrients				Micronutrients									
	H ₂ O		KCl	P ₂ O ₅		K ₂ O		Fe		Mn		Cu		Zn			
	n	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s		
(cm)	----- mg kg ⁻¹ -----																
0-5	2	6.1	0.1	4.6	0.2	5.2	0.4	244	107	108	22	178	14.8	<0.1	0.0	1.6	0.5
5-15	2	5.3	0.4	3.8	0.1	4.6	3.6	145	38	156	153	67.0	28.3	0.6	0.8	1.8	1.6
15-30	2	5.2	0.3	3.5	0.0	5.9	1.0	78	37	40	19	19.1	5.8	<0.1	0.0	0.8	0.2

n – number of samples; m – mean; s – standard deviation.

Soil pH in water (10 g soil/25 ml water) and soil pH in 1N KCl solution (10 g soil/25 ml solution); Extractable macronutrients (Égner-Rhiem method): phosphorous (expressed as P₂O₅) and potassium (expressed as K₂O); Extractable micronutrients (Lakanen method): iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn).

Anexo 02. Monitorização do solo: dados analíticos

Quadro A01.SM1 – Dados estatísticos de variáveis do solo monitorizadas em 2018 e 2021 (ver datas de amostragem acima) expressas para a área total da parcela de estudo, usando amostragem estratificada (áreas abertas e áreas sob as copas): n, número de amostras; m, média ponderada; s, desvio padrão ponderado.

Variables	Unid.	Capas (cm)	2018			2021		
			n	m	s	n	m	s
Manta morta	kg m ⁻²	(LL)	6	0.89	0.10	6	0.89	0.11
Agreg.: GMD	mm	0-5	6	3.55	0.45	6	5.86	0.20
Agreg.: FWSA	(0-1)	0-5	6	0.95	0.01	6	0.98	0.00
Massa vol.	g cm ⁻³	0-5	12	1.18	0.04	12	1.21	0.04
Log(ks)	mm h ⁻¹	0-5	12	2.92	0.08	12	2.25	0.19
SOC	g kg ⁻¹	0-30	6	17.51	1.19	6	19.78	1.45
C-stock	ton ha ⁻¹	0-30	6	52.4	2.2	6	61.4	9.1
POM-C	g kg ⁻¹	0-30	6	7.1	0.9	6	7.6	1.4
POX-C	mg kg ⁻¹	0-30	6	369	26	6	329	19
pH(H ₂ O)	-	0-30	6	5.3	0.1	6	5.0	0.1
pH(KCl)	-	0-30	6	3.8	0.0	6	4.0	0.0

Legenda:

Manta morta à superfície do solo (fração > 1 mm, massa seca a 65°C).

GMD – Diâmetro médio geométrico de agregados secos ao ar (5 classes: <1, 1-2, 2-5, 5-10 e >10 mm).

FWSA – Fração de agregados da classe 1-2 mm estáveis em água.

Log(ks) – Log (base 10) da condutividade hidráulica saturada (ks) à temperatura de 20°C.

SOC – Teor de carbono orgânico do solo.

C-stock – Quantidade de carbono no solo por unidade de área (fração < 2 mm).

POM-C – Carbono da matéria orgânica particulada.

POX-C – Carbono da matéria orgânica oxidável pelo permanganato.

pH(H₂O) – pH do solo medido numa suspensão em água (1:2.5).

pH(KCl) – pH do solo medido numa solução 1M KCl (1:2.5).

Quadro A01.SM2 – Valores médios (m) de variáveis do solo monitorizadas em 2018 e 2021 (ver datas de amostragem acima) expressas para cada um dos dois estratos da parcela de estudo: áreas abertas (OA) e sob as copas (BC).

Variables	Unid.	Capas (cm)	2018		2021	
			OA	BC	OA	BC
Manta morta	kg m ⁻²	(LL)	0.58	2.31	0.52	2.12
Agreg.: GMD	mm	0-5	3.75	2.63	6.40	4.09
Agreg.: FWSA	(0-1)	0-5	0.95	0.94	0.98	0.98
Massa vol.	g cm ⁻³	0-5	1.24	0.90	1.26	1.04
Log(ks)	mm h ⁻¹	0-5	3.00	2.56	2.13	2.64
SOC	g kg ⁻¹	0-30	16.30	23.10	18.60	23.60
C-stock	ton ha ⁻¹	0-30	50.9	59.1	61.0	62.4
POM-C	g kg ⁻¹	0-30	6.4	10.1	6.0	13.0
POX-C	mg kg ⁻¹	0-30	355	436	295	443
pH(H ₂ O)	-	0-30	5.4	5.2	5.0	4.9
pH(KCl)	-	0-30	3.8	3.8	4.0	4.0

Legenda:

Manta morta à superfície do solo (fração > 1 mm, massa seca a 65°C).

GMD – Diâmetro médio geométrico de agregados secos ao ar (5 classes: <1, 1-2, 2-5, 5-10 e >10 mm).

FWSA – Fração de agregados da classe 1-2 mm estáveis em água.

Log(ks) – Log (base 10) da condutividade hidráulica saturada (ks) à temperatura de 20°C.

SOC – Teor de carbono orgânico do solo.

C-stock – Quantidade de carbono no solo por unidade de área (fração < 2 mm).

POM-C – Carbono da matéria orgânica particulada.

POX-C – Carbono da matéria orgânica oxidável pelo permanganato.

pH(H₂O) – pH do solo medido numa suspensão em água (1:2.5).

pH(KCl) – pH do solo medido numa solução 1M KCl (1:2.5).

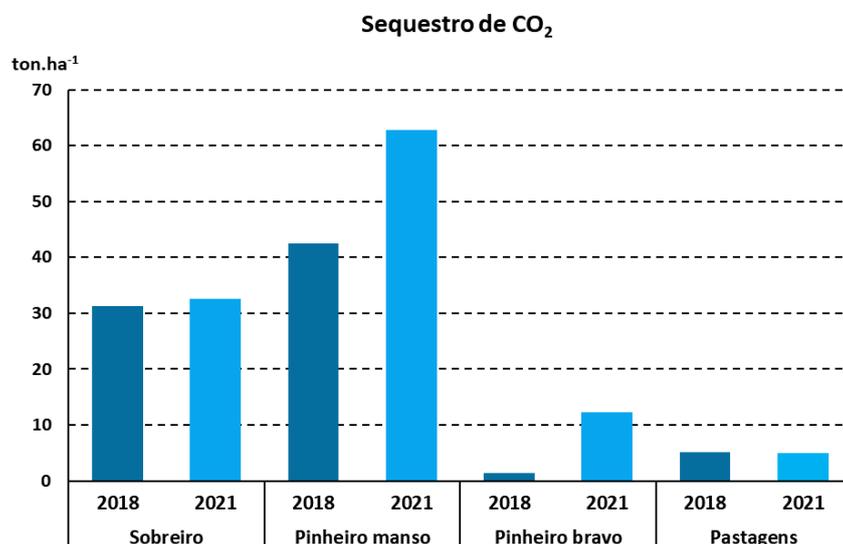
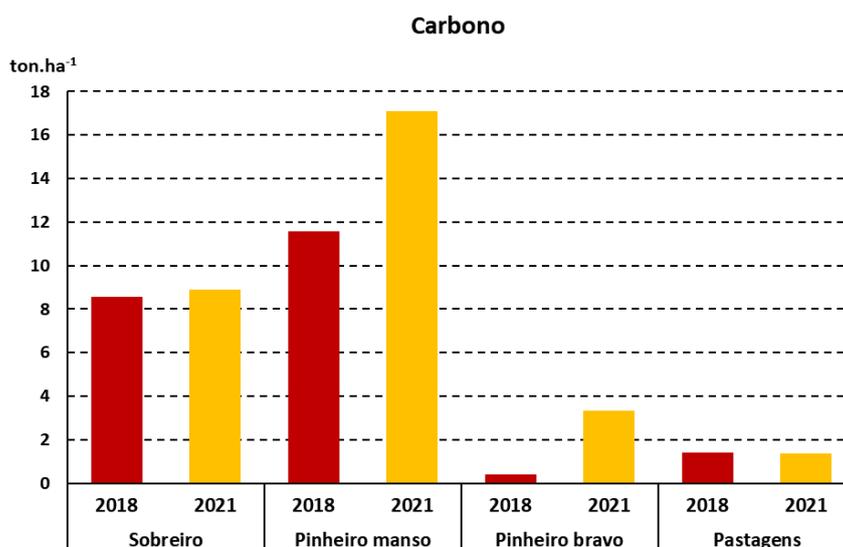
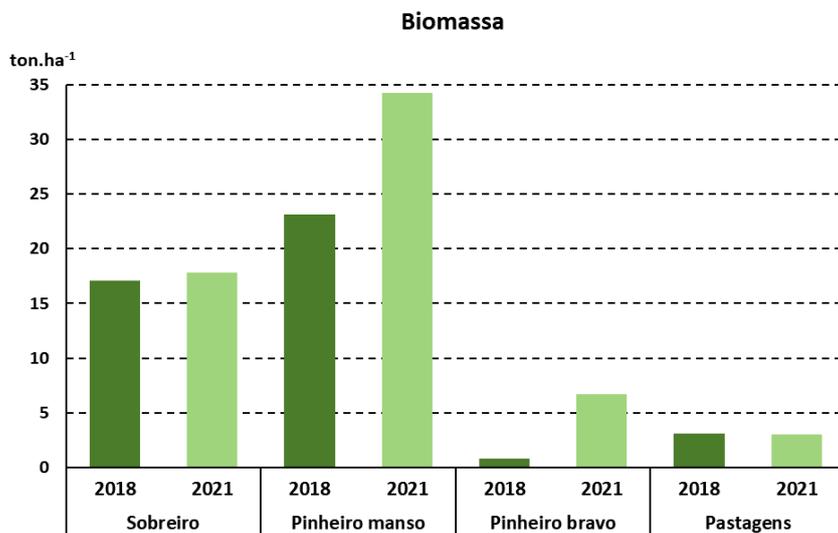
Anexo 03. Resultados da deteção de *Phytophthora*

Áreas amostradas	Identificação das amostras	Classe de desfoliação da copa (*)	Deteção de <i>Phytophthora cinnamomi</i>	
			C1 - 2018	D1 - 2021
P1 Reflorestação de Montado/ <i>Dehesa</i> e promoção de biodiversidade	P1.33	3	<i>P. cinnamomi</i>	Não detetado
	P1.40	2	<i>P. cinnamomi</i>	-
	P1.41	2	<i>P. cinnamomi</i>	-
P2 Reflorestação de Montado/ <i>Dehesa</i> e promoção de biodiversidade	P2.35	1	<i>P. cinnamomi</i>	-
	P2.36	2	Não detetado	-
	P2.37-38	2	Não detetado	Não detetado
P3 Área de teste - Plantação e sementeira de sobreiros com diferentes mulch, composto e <i>Phlomis purpurea</i>	P3.52	2	<i>P. cinnamomi</i>	Não detetado
	P3.53	3	<i>P. cinnamomi</i>	Não detetado
	P3.55	2	<i>P. cinnamomi</i>	Não detetado
P4 Área de melhoramento de pastagem	P4.G1	1	<i>P. cinnamomi</i>	-
	P4.G2	0	<i>P. cinnamomi</i>	-
	P4.G3	1	<i>P. cinnamomi</i>	-
P5 Área para melhoramento de pastagem	P5.T1	2	Não detetado	-
	P5.T2	1	Não detetado	-
	P5.T3	2	Não detetado	-
P6 Esteval	P6	-		Não detetado

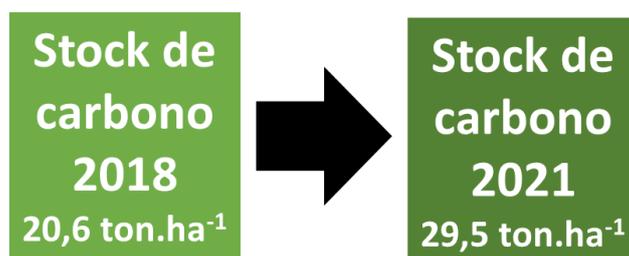
(*) 0 – sem desfoliação, 1 – desfoliação ligeira ≤ 25%, 2 – desfoliação moderada 26–60%, 3 – desfoliação severa > 60%.

Anexo 04. Resultados de biomassa e carbono *ex ante*

Biomassa, carbono e sequestro de CO₂ de árvores e pastagens nos dois momentos de amostragem (2018 e 2021).



Balanço de carbono 2018/2021 para as árvores, calculado com o método *stock-difference approach* (Angelsen, 2008¹).



$$\Delta C = 3,0 \text{ ton.ha}^{-1}/\text{ano}$$

¹ Angelsen, A. (ed.) (2008) Moving ahead with REDD: Issues, options and implications. CIFOR, Bogor, Indonesia.

Anexo 05. Resultados de diversidade de plantas e pastagens

Lista de espécies e respetivos coeficientes de abundância-dominância*

Ano	2018	2021
Superfície (m ²)	40	40
Altitude (m)	215	215
Coberto vegetal (%)	95	95
Altura média (m)	0,5	0,5
Declive (%)	5	5
Exposição	S	S
Nº de táxones	27	44
Plantas		
<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	+	+
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reut.	1	1
<i>Arbutus unedo</i> L.	+	1
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clayton	.	+
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	+	+
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	1	1
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roem. & Schult.	.	+
<i>Briza maxima</i> L.	2	2
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	2	.
<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi	.	+
<i>Calendula arvensis</i> L.	+	.
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull.	.	+
<i>Campanula lusitanica</i> L.	.	+
<i>Carlina corymbosa</i> L.	1	1
<i>Cistus ladanifer</i> L.	1	1
<i>Cistus populifolius</i> L.	.	+
<i>Cistus salviifolius</i> L.	2	2

<i>Cynara algarbiensis</i> Mariz	1	1
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>lusitanica</i> (Stebbins & Zohary) Rivas Mart. & Izco	3	3
<i>Daucus carota</i> L.	+	+
<i>Daphne gnidium</i> L.	.	+
<i>Ditrichia viscosa</i> (L.) Greuter	.	+
<i>Erophaca baetica</i> (L.) Boiss.	+	1
<i>Galactites tomentosa</i> Moench	.	+
<i>Genista triacanthos</i> Brot.	.	+
<i>Gladiolus illyricus</i> Koch	.	+
<i>Helichrysum stoechas</i> (L.) Moench	+	1
<i>Holcus lanatus</i> L.	.	+
<i>Jasione montana</i> L.	.	+
<i>Lavandula luisieri</i> (Rozeira) Rivas Mart.	4	3
<i>Lupinus luteus</i> L.	+	+
<i>Ornithopus compressus</i> L.	+	.
<i>Pinus pinea</i> L.	+	+
<i>Plantago serraria</i> L.	+	+
<i>Phalaris coerulescens</i> Desf.	.	+
<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne	+	+
<i>Quercus faginea</i> Lam. subsp. <i>broteroi</i> (Cout.) A. Camus	.	+
<i>Quercus suber</i> L.	+	+
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth	+	+
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+	+
<i>Serapias strictiflora</i> Welw. Ex Veiga	.	+
<i>Smilax aspera</i> L.	.	+
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	.	+
<i>Thapsia villosa</i> L.	1	1
<i>Tolpis umbellata</i> Bertold.	.	+

<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	+	+
<i>Viburnum tinus</i> L.	.	+

* + = espécie presente em 0-1% das parcelas; 1 = espécie presente em 1-5% das parcelas; 2 = espécie presente em 5-25% das parcelas; 3 = espécie presente em 25-50% das parcelas; 4 = espécie presente em 50-75% das parcelas; 5 = espécie presente em 75-100% das parcelas.