



LIFE
MONTADO
-ADAPT

MONTADO & CLIMATE, A NEED TO ADAPT

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

ÁREA DEMONSTRATIVA LI - HERDADE DA COITADINHA

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 demonstrativa L1- Herdade da Coitadinha

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

Na Herdade da Coitadinha, área demonstrativa L01, a área de estudo está localizada num montado de azinheira puro e regular, correspondendo a um povoamento maduro. A área apresenta uma cobertura de copa com densidade média, com uma grande clareira no meio.

As medidas de gestão implementadas nesta parcela foram a construção de cercas, que permitiram melhorar a gestão do pastoreio e a plantação de amendoeiras em covachos, segundo as curvas de nível, com aplicação de fertilização orgânica, colocação de tubos protetores, rega gota-a-gota e vedação para exclusão de pastoreio.

Os solos são delgados a muito delgados, com uma compactação significativa nas camadas inferiores e altos níveis de toxicidade por manganês e ferro nas camadas superiores. As principais alterações ocorridas entre os dois anos de monitorização foram o aumento da manta morta, especialmente sob as copas, que apresentam níveis bastante altos de carbono orgânico e uma ligeira diminuição do SOC e do C-stock.

No âmbito da diversidade de plantas e pastagens, o valor medido está dentro do intervalo de referência para as condições climáticas do Mediterrâneo. Os trabalhos de monitorização no ano de 2021 permitiram identificar novas plantas nesta parcela, aumentando, assim, a riqueza específica para 69 táxones.

Em relação aos resultados do estudo da diversidade de aves, as diferenças encontradas entre os dois anos de amostragem mostram valores mais elevados em quase todos os parâmetros. Merece destaque a ocorrência de espécies prioritárias em termos de conservação.

As medidas de gestão implementadas tiveram impactos positivos ao nível do solo, na eliminação da *Phytophthora* e também na avifauna e na biodiversidade de plantas. Relativamente às árvores, os efeitos positivos são expectáveis num prazo um pouco mais longo, com a recuperação da regeneração e a redução da mortalidade.

SUMMARY

This study area's stand of pure and regular holm oak has a large and significant clearing in almost half of its area and a normal density *montado* (around 40% cover) in the rest of the area.

The management measures implemented on this study area were the construction of fences, which improved the management of grazing and the planting of almond trees in holes, according to the contour lines, with the application of organic fertilization, placement of protective tubes, drip irrigation and fence to exclude grazing.

Main soils in this site are very shallow and/or rocky soils. They have medium texture, with a significant amount of silt which makes them quite prone to soil erosion and soil compaction, and high levels of manganese and iron toxicity in the upper layers. The main changes that occurred between the two years of monitoring were the increase in the surface layers, especially under the canopies, which have very high levels of organic carbon and a slight decrease in SOC and C-stock.

Regarding plant and pastures diversity, the measured value is within the reference range for Mediterranean climatic conditions. Monitoring work in 2021 permitted the identification of new plants in this plot, thus increasing the specific richness for 69 taxa.

Regarding the results of the study of bird diversity, the differences found between the two sampling years show higher values in almost all parameters. It is worth mentioning the occurrence of priority species in terms of conservation.

The management measures implemented had positive impacts at the soil level, in the elimination of *Phytophthora* and also on bird and plant biodiversity. Regarding trees, the positive effects are to be expected in a slightly longer term, with the recovery of regeneration and a reduction in mortality.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	5
CONTEXTO	5
METODOLOGIA	6
SOLO	6
DETEÇÃO DA INFEÇÃO POR <i>PHYTOPHTHORA</i> SPP.	7
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO NATURAL RIZOBIANA	8
BIOMASSA E <i>EX ANTE</i> CARBONO	8
BIODIVERSIDADE	9
BIBLIOGRAFIA	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO POR ÁREA-PILOTO	12
I. DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE	12
II. ESTUDOS	15
III. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO	27
ESTUDOS COMPLEMENTARES	28
ANEXOS	29
Anexo 01. Caracterização analítica do solo	29
Anexo 02. Monitorização do solo: dados analíticos	31
Anexo 03. Resultados da 1ª amostragem. Detecção de <i>Phytophthora</i> , número de <i>Rhizobium</i> , eficiência simbiótica e número de isolados obtidos	33
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 no futuro.

CONTEXTO

O montado português ou a *dehesa* espanhola é apresentado como um ecossistema agro-silvo-pastoril 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 são indiferentes as alterações ambientais, económicas, sociais e culturais que ameçam 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-silvo-pastoril 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 sustentabilidade 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, o seu declínio tornou-se evidente. Tem como dificuldade inerente a renovação lenta, resultando numa 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 deve-se 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 sobreexploração 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 perspetiva de sustentabilidade ecológica do ecossistema e de sustentabilidade da produção. Com o aumento de temperaturas extremas e redução da pluviosidade em consequência das alterações climáticas, 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, 2013, 2014). A gestão dos povoamentos é considerada um dos fatores associados ao declínio, que combinados com a qualidade do sítio e fatores temporários como eventos climáticos extremos e/ou pragas e doenças, amplificam os 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 impactos de acontecimentos perturbadores.

METODOLOGIA

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, tendo sido os estudos realizados ao nível da parcela.

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 catiónica, 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 nas 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):

$$E_S = \frac{(X_S - X_{T0})}{(X_{TN} - X_{T0})} \times 100$$

Onde X_S representa a média do peso seco das plantas inoculadas com solo, X_{TN} 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.

Todos os isolados bacterianos obtidos dos nódulos formados em *T. subterraneum* foram testados *in vitro* quanto à sua atividade antagonista contra os isolados de *Phytophthora cinnamomi* previamente obtidos de amostras de solo. Além disso, outras funções importantes foram consideradas, como a solubilização de fosfato mineral e a atividade da celulase. As bactérias rizóbio foram inoculadas e incubadas durante 4 dias a 27-30°C. As bactérias rizóbio que mostraram atividade antagonista contra *P. cinnamomi* também foram testadas em ensaios de inoculação de plantas. As sementes pré-germinadas de trevo subterrâneo foram transferidas para frascos contendo meio nutritivo de Jensen e depois inoculadas com um fragmento de micélio de *P. cinnamomi* seguido da inoculação com 1 ml de suspensão de cada bactéria. Foram utilizadas 10 repetições para cada tratamento (plântulas de *T. subterraneum* inoculadas com cada uma das bactérias / com e sem *Phytophthora* / controlo negativo - T₀ / controlo positivo - T_N). As plantas foram mantidas durante 8 semanas em câmara de ambiente controlado. Após esse período, as plantas foram colhidas e as suas raízes examinadas quanto à existência de nódulos.

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 das quercíneas é uma atividade compatível com o sequestro de carbono florestal, uma vez que não se baseia no corte das árvores, mas na recolha de frutos (bolota), cortiça ou lenho de podas. Além disso,

o melhoramento das pastagens para a produção animal pode contribuir para o sequestro de carbono no solo, desde que não se usem sistemas de preparação de solo com recurso a mobilização, para a sua instalação.

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 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 árvores:** 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 foram contadas individualmente e registada a sua localização exata.
- **Índice de vulnerabilidade:** determinado com base nos seguintes índices:

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

- 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);
- Cobertura da copa: $CS = \frac{CC_{t+n} + CC_t}{CC_t}$, onde CC_t é a cobertura da copa no tempo t;
- 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.

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: an 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y 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*. Árvores e Florestas de Portugal, Vol. 03. Fundaao Luso Americana, Público & LPN (Liga para a Proteao da Natureza). 247pp.

RESULTADOS E DISCUSSÃO POR ÁREA-PILOTO

I. DESCRIÇÃO DA PROPRIEDADE

Nome da Herdade: Herdade da Coitadinha	Localização: Portugal, Beja, Barrancos
Área total da propriedade: 1000 ha	Área no projeto: 208,8 ha

CARACTERIZAÇÃO DO MONTADO

A Herdade da Coitadinha possui uma extensa área de montado de azinho onde ainda mantém alguns enclaves de vegetação com azinhais e bosques densos.

A área de montado de azinho possui zonas para o pastoreio de bovinos Mertolengos criados em regime extensivo e, durante a época de montanha, para a engorda de porco preto de raça alentejana.

A Herdade da Coitadinha apresenta elevada riqueza florística e faunística, que tem sido monitorizada desde 2001 e que deu origem a diversos guias de bolso (Cogumelos, Árvores e Arbustos, Flora, Aves e Mamíferos).

Tendo em consideração a manutenção da biodiversidade e da conservação do solo são realizados trabalhos de melhoria de pastagens, instalação de culturas para a fauna, manutenção de caminhos agrícolas, reparação e instalação de vedações e sementeira de áreas de culturas forrageiras.

A GESTÃO AGRO-SILVO-PASTORIL

No contexto agrícola, a gestão do Parque de Natureza de Noudar resume-se, principalmente, à realização de sementeiras de culturas para a fauna selvagem, tanto de outono como de primavera. Existe também alguma exploração hortícola, de aromáticas e fruteiras.

A Herdade da Coitadinha possui 5 zonas apícolas, arrendadas a 3 apicultores, onde se explora a produção de mel silvestre de qualidade, em cerca de 100 colmeias.

A propriedade possui duas vacadas, uma Mertolenga, com 130 fêmeas reprodutoras adultas e outra Garvonesa, com 14. Realiza-se também uma época anual de engorda de 200 porcos alentejanos de montanha, entre novembro e fevereiro.

A Herdade da Coitadinha possui uma vasta área de azinheiras (montado e azinhal), aproveitada pelo gado e pela fauna selvagem. Possui também uma pequena quantidade de sobreiros que produz cerca de 1.200 arrobos por tiragem, aproximadamente.

Realizam-se 7 esperas noturnas ao javali, por ano e uma montaria aos veados e javalis, com uma periodicidade que varia de anual a trianual.

A EDIA está envolvida em diversos projetos de manutenção/recuperação/melhoria ambiental onde privilegia os ecossistemas, a flora e a fauna autóctones, preservando a vida selvagem, em sintonia com a produção pecuária e florestal. São exemplos o Life Montado-Adapt, o Life Iberlince, o PDR2020 OakRegeneration, o POSEUR Linx2020 e o POCTEP Proiberlinx.

Tudo isto apoiado no turismo de natureza com exploração de todas as potencialidades existentes no parque.



CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

O município tem aproximadamente 168 km², mais de metade da superfície pertencente a sítios da Rede Natura 2000.

Com 1669 habitantes e uma densidade populacional de 9,9 hab/km², apresenta o maior número de jovens (14%) dos municípios portugueses no projeto. No entanto, entre 2001 e 2011 perdeu quase 5% da sua população residente e pouco menos de um quarto das mulheres em idade ativa encontram-se desempregadas, sendo a taxa de desemprego geral de 17% (13%, a média nacional).

Quase 60% das empresas do município pertencem ao sector primário, empregando 10% da população residente.

A superfície agrícola útil (SAU) média das explorações agrícolas é de aproximadamente 55 ha. As explorações com uma SAU de 50 ha, ou mais, representam 20% das explorações e as com menos de 5 ha representam 44% das explorações.

O trabalho agrícola é, predominantemente, familiar e em 87% das explorações agrícolas o rendimento do agregado é principalmente de origem exterior à exploração.

As culturas forrageiras ocupam 75% da área ocupada por culturas temporárias, o olival ocupa 99% da área ocupada por culturas permanentes e os bovinos e os suínos são as espécies pecuárias mais representativas.

PREVISÃO DO CLIMA NO FUTURO

	Clima Futuro (no ano 2070-2100 em cenário RCP 8.5)
<i>Temperatura média anual (°C)</i>	19.3
<i>Precipitação anual (mm)</i>	483
<i>Temperatura máxima de agosto</i>	37.2
<i>Número de Dias com temperaturas elevadas</i>	40
<i>Número de dias de chuva (> 1mm)</i>	57
<i>Número de dias de geada</i>	0

ESPÉCIES EM RISCO

A projeção de temperatura máxima média para 2100 é superior ao limite máximo de conforto para o **Sobreiro**; Projeção de precipitação acumulada para 2100 é inferior à precipitação de sobrevivência para o **Freixo**, sendo que é também inferior à precipitação mínima de conforto para o **Sobreiro**, **Oliveira**, **Pinheiro-manso**, **Alfarrobeira** e **Azinheira**, apesar de se situar dentro do intervalo de sobrevivência destas espécies; para o **Alecrim**, a projeção de precipitação acumulada é superior ao limite máximo de conforto, mas com a drenagem correta não deve tornar-se problemático.

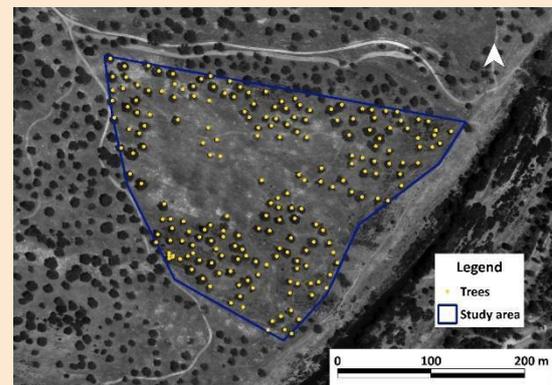
DESAFIOS DE GESTÃO FACE ÀS AC

- Menor pluviosidade e em períodos mais concentrados
- Disseminação de pragas e doenças com surgimento de novas espécies
- Aumento do risco de incêndio
- Maior propensão para a erosão dos solos
- Diminuição da disponibilidade de Matéria Orgânica no solo e, conseqüentemente, da fertilidade do solo
- Êxodo populacional

ÁREA DE ESTUDO

A parcela de amostragem na Herdade da Coitadinha (L1) corresponde a uma área de 6,55 ha. Integra-se numa ampla área de montado puro e regular de azinheira (*Quercus rotundifolia*), correspondendo a um povoamento maduro. A área apresenta uma grande clareira no seu interior.

As medidas de gestão tomadas dentro da parcela L1, pelo projeto LIFE Montado-Adapt, foram a plantação de amendoeiras em covachos, na clareira existente no centro da parcela, segundo as curvas de nível, com aplicação de fertilização orgânica, colocação de tubos protetores, rega gota-a-gota e vedação para exclusão de pastoreio.



II. ESTUDOS

Estudo: Solos

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



Área amostrada (ha): 6.55

Nº. de amostras: ver tabelas Anexos 01 e 02

Data do trabalho de campo: 24-25/05/2017, 20/02/2018 e 30/06/2021

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: Xistos.

Topografia: Encosta longa, principalmente linear-convexa, com declive ligeiro e algumas pequenas áreas moderadamente íngremes.

Características da superfície: Alguns afloramentos rochosos, especialmente na metade superior da parcela.

Solos mapeados dominantes: Leptosolo.

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

Constituintes do solo: Fração grosseira frequente a abundante, textura franco argilo limosa a franco argilosa, com relativamente alto teor de carbono orgânico, especialmente sob a copa das árvores. A densidade do solo aumenta com a profundidade, sugerindo forte compactação do solo na camada de 15 a 30 cm de profundidade.

Fertilidade química do solo: Solo moderadamente ácido, com alta capacidade de troca catiónica, diminuindo com a profundidade a par da diminuição da matéria orgânica do solo. A relação Ca/Mg diminui de níveis altos para baixos na camada de 15 a 30 cm de profundidade. Os nutrientes também mostram uma tendência decrescente com a profundidade do solo, com níveis baixos a muito baixos de fósforo extraível e níveis altos a médios de potássio. Níveis muito altos de ferro, valores muito altos a médios de manganês e médios de cobre e zinco.

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 monitorização do solo

Variáveis	Espess. (cm)	2018	2021
Manta morta	(LL)	Muito baixo	Baixo
Agregação: GMD	0-5	Alto	Baixo
Agregação: FWSA	0-5	Muito alto	Muito alto
Massa volúmica (aparente)	0-5	Muito alto	Baixo
Ks	0-5	Muito baixo	Muito baixo
SOC	0-30	Muito alto	Muito alto
C-stock	0-30	Muito alto	Alto
POM-C	0-30	Muito alto	Muito alto
POX-C	0-30	Muito baixo	Alto
pH (H2O)	0-30	Muito baixo	Muito baixo
pH (KCl)	0-30	Muito baixo	Muito 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:

- Aumento da manta morta, especialmente sob as copas, como ocorreu na maioria das parcelas estudadas.
- Ligeira diminuição do SOC e do C-stock.

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).
- As medidas de adaptação implementadas na parcela estudada (lista selecionada abaixo) envolveram a construção de algumas infraestruturas na área do amendoal (vedações, rega gota a gota) que evidenciaram sinais de perturbação (manchas de solo escavado, áreas sem vegetação, etc.) muito próximas de algumas áreas de amostragem de solo. Embora esse tipo de distúrbio se dissipe com o tempo, pode ter tido algum impacto nas variáveis do solo monitorizadas em 2021, nomeadamente, contribuindo para as pequenas reduções do SOC e do C-stock.

Seleção de medidas de adaptação implementadas com maior impacto potencial sobre o solo:

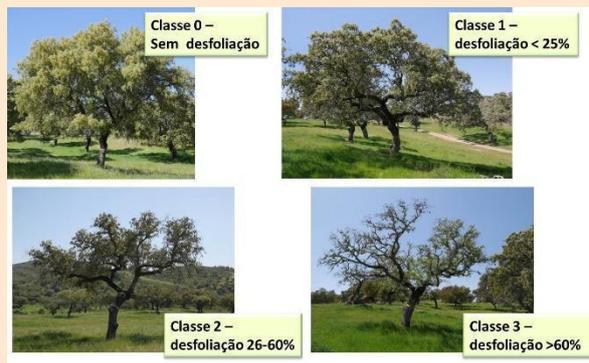
- Instalação de vedação em redor da parcela de amendoal (subparcela da parcela de estudo).
- Instalação de sistema de rega gota-a-gota.
- Abertura de covachos (broca mecânica) e plantação de *Prunus dulcis*.
- Fertilização nos covachos (pastilhas com ectomicorrizas e adubo orgânico).
- Controlo de infestantes (motorroçadora na linha e destroçador na entrelinha, pasto ficou no solo).
- Fertilização de manutenção com fosfatos naturais (trator com espalhador centrífugo).
- Gado: interrupção do acesso do gado à parcela do amendoal (subparcela da parcela de estudo).

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/jWKxvx_PkJQGeOjyFtCvN/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, Augusta Costa e Márcia de Castro Silva - INIAV



Área amostrada: A - Montado/Dehesa com azinheira; C- área de controlo em montado de azinho.

Amostras adicionais:
E - área para melhoramento da pastagem.

Nº. de amostras: 20+2

Data do trabalho de campo:
1ª monitorização (C1): 20 e 21/04/2017 e 10/11/2017
2ª monitorização (D1): 25/05/2021

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 amostragem de 2017 (C1) a presença de *Phytophthora* foi detetada em todas as amostras do local A1, independentemente da classe de desfoliação das copas das árvores. Nos locais A2, A3 e A4 e na área de controlo (C) não foi detetada a presença de *Phytophthora*. A identidade da espécie *Phytophthora cinnamomi* foi confirmada usando métodos moleculares.

Na amostragem de 2021 (D1) não foi detetada a presença de *Phytophthora* no local A1.

Amostras adicionais:

Na área para instalação de pastagens (E) não foram detetadas espécies de *Phytophthora* nas duas amostragens C1 (2017) e D1 (2021).

Conclusão:

Durante a caracterização da situação inicial (C1 - 2017: 20 amostras / 4 locais / 3 classes de desfoliação) não houve correlação entre a classe de desfoliação da copa das árvores e a presença de *Phytophthora cinnamomi*. No local A1 onde foi identificada a presença de *Phytophthora* foram aplicadas práticas de gestão adequadas por forma a garantir que a doença não contaminasse as áreas circundantes não infetadas. Estas práticas incluíam a redução de intervenções no solo durante a realização de operações florestais e de manutenção de linhas quebra-fogos, iniciando sempre essas intervenções pelas áreas não infetadas e terminando nas áreas infetadas.

Durante o período 2017 / 2021 as árvores com desfoliação superior a 60% (classe 3) foram abatidas e retiradas do local. Foram evitadas mobilizações do solo e evitado o acesso de animais ao local. A não deteção de *Phytophthora* nesta área em 2021 poderá estar relacionada com o sucesso das medidas implementadas ao nível de proteção do solo. No entanto, o ano muito seco de 2021 pode ter dificultado a deteção de *Phytophthora*, sendo recomendada a repetição de análises durante os próximos anos.

A área (E) foi utilizada para instalação de pastagens. As operações realizadas mantiveram a mobilização mínima durante a sementeira e posterior aplicação de plano de pastoreio.

Anexo 03. Resultados da 1ª amostragem. Detecção de *Phytophthora*, número de *Rhizobium*, eficiência simbiótica e número de isolados obtidos.

Estudo: Avaliação da População Natural Rizobiana

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

Área amostrada: A - Montado/*Dehesa* com azinheira; C- área de controlo em montado de azinho.

Amostras adicionais: E - área para melhoramento da pastagem.

Data do trabalho de campo:

1ª monitorização (C1): 20 e 21/04/2017 e 10/11/2017

2ª monitorização (D1): 25/05/2021

Nº. de amostras: 20+2

Parâmetros medidos:

População natural rizobiana estimada pelo número mais provável (NMP), utilizando o método de infecção de plantas (figura 1). Triagem da atividade antagonista contra *P. cinnamomi* (figura 2). Triagem para a solubilização de fosfato mineral e atividade da celulase (figura 2).



Figura 1. Testes laboratoriais para avaliação da população natural rizobiana

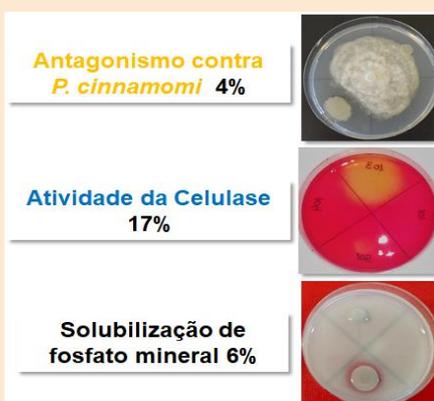


Figura 2. Avaliação da atividade antagonista contra *P.cinnamomi*, da celulase e da solubilização de fosfato mineral.

Resultados principais:

Na caracterização da situação inicial (C1 – 2017) os locais com menores classes de desfoliação (classes 0 e 1), assim como a área de controlo, apresentaram a maior população natural rizobiana, variando de 1,47 a $9,33 \times 10^4$ bactérias g^{-1} de solo. Esses valores (acima de 10^4 bactérias g^{-1} de solo) podem ser considerados suficientes para nodular efetivamente leguminosas como o *Trifolium* sp. Por outro lado, o tamanho da população rizobiana foi menor nos locais com árvores com maiores classes de desfoliação (classe 3). Esses números variaram entre 1,47 e $1,98 \times 10^2$ bactérias g^{-1} de solo (figura 3).

Uma coleção de 121 isolados bacterianos foi obtida a partir de nódulos radiculares de *Trifolium subterraneum*. Entre as bactérias que nodulam as raízes, quatro apresentaram atividade antagonista contra *P. cinnamomi* (figura 2). Estas bactérias antagonistas foram todas isoladas a partir dos locais sem *P. cinnamomi* (A2 e A3) e podem ser úteis como novos bioinoculantes em áreas com declínio. A atividade antagonista destas bactérias contra *P. cinnamomi* foi também verificada em ensaios de inoculação de plantas e mais tarde em ensaios de campo.

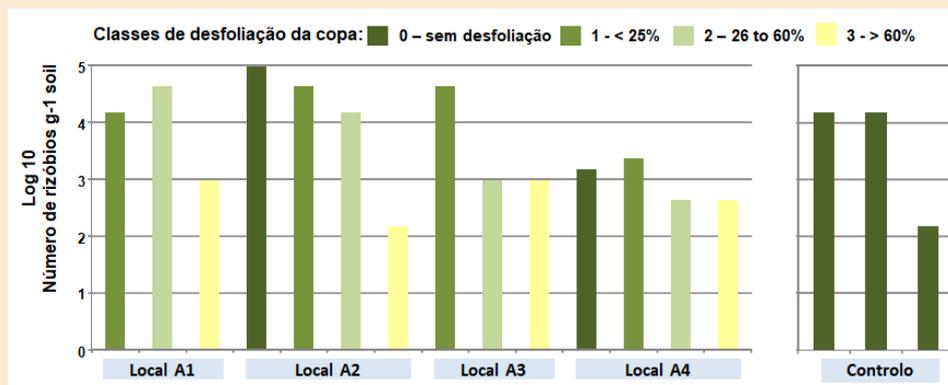


Figura 3 - Número de bactérias rizóbio de quatro locais e área de controlo. Árvores com diferentes classes de desfoliação (classes 0 a 3).

Na avaliação final do local A1 (D1 - 2021) observou-se uma redução do tamanho da população rizobiana e da percentagem de eficiência simbiótica, relativamente aos valores observados em 2017 (tabela 1). Esta redução da população poderá estar relacionada com a realização de algumas intervenções ao nível do solo (arranque de árvores afetadas por *Phytophthora*) e, principalmente, com a reduzida disponibilidade hídrica durante o período estudado.

No local E (área 15), onde durante o ano de 2018 foi instalada pastagem biodiversa (mix ácidos 2), com adubação, plano de pastoreio e mobilização mínima, o tamanho da população rizobiana baixou ligeiramente e a respetiva eficiência simbiótica manteve-se estável (tabela 1). Estes resultados podem estar relacionados com a falta de disponibilidade hídrica no solo nos anos seguintes à instalação da pastagem, o que terá dificultado a ressementeira de espécies de *Trifolium*.

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

Áreas amostradas	Classe de desfoliação da copa*	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 (%)
A1 - Montado / Dehesa com azinheira	1	1.14 x 10 ⁴	72.9	3.1 x 10 ²	57.4
	2	4.27 x 10 ⁴	80.4		
	3	9.18 x 10 ²	0		
E - área para pastagem	-	4.24 x 10 ³	54.7	1.7 x 10 ³	83.2
	-	2.30 x 10 ⁴	113.3		
	-	9.33 x 10 ⁴	88.2		

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

A figura 4 mostra um exemplo dos ensaios de inoculação usando *Trifolium subterraneum* como planta hospedeira. As plantas foram inoculadas com um isolado de rizóbio altamente eficaz na fixação de azoto e com atividade antagonista contra *P. cinnamomi* (isolado 108). Os controlos incluídos foram: T0 (sem rizóbio e sem azoto mineral), T0 + *P. cinnamomi* e TN (apenas com azoto mineral). Os resultados mostram que na presença do isolado 108 as plantas de trevo inoculadas com *P. cinnamomi* tiveram um bom desenvolvimento da parte aérea.

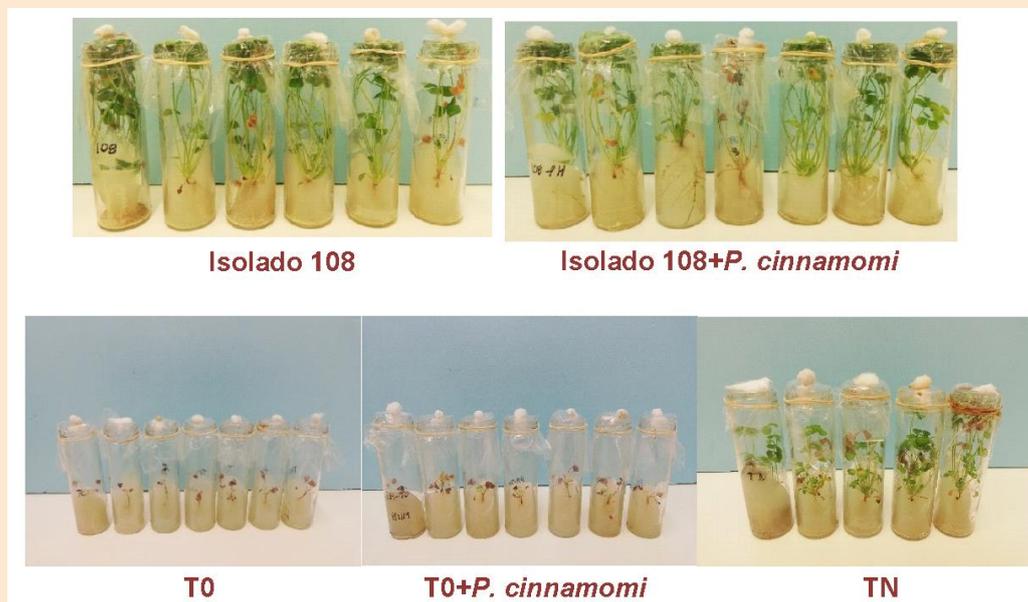


Figura 4 - Ensaio de inoculação de *Trifolium subterraneum* com isolado bacteriano 108. T0 - sem rizóbio e sem azoto mineral e TN - apenas com azoto mineral.

Conclusão:

O tamanho da população rizobiana do solo pode ser considerado um indicador biológico da fertilidade do solo e está relacionado com a classe de desfoliação das azinheiras. Não foi detetada correlação entre o tamanho da população rizobiana e a presença de *Phytophthora*.

Nas áreas afetadas por *Phytophthora* a instalação de novas pastagens inoculadas com bactérias rizóbio pode ser encarada como uma estratégia de controlo, contribuindo para a implementação de práticas de gestão sustentáveis. Os isolados de bactérias rizobianas com atividade antagonista contra *P. cinnamomi* poderão ser úteis como novos bioinoculantes (a inoculação é feita diretamente nas sementes) na instalação dessas áreas de pastagem.

Foram efetuados ensaios de campo na Herdade da Ribeira Abaixo (L12) para validar este método.

Anexo 03. Resultados da 1ª amostragem. Detecção de *Phytophthora*, número de *Rhizobium*, eficiência simbiótica e número de isolados obtidos.

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): 6.55

Data do trabalho de campo:

1ª monitorização: 24-25/05/2017; 20/02/2018; 18/04/2018; 14/08/2018
2ª monitorização: 07/06/2021; 02-03/12/2021; 09/02/2022

Parâmetros medidos (árvores e pastagens):

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

Resultados:

	2018			2021		
	Azinheira	Pastagem	Total	Azinheira	Pastagem	Total
Biomassa (ton/ha)	29.2	3.1	32.3	27.7	4.6	32.3
Carbono (ton/ha)	14.6	1.6	16.2	13.8	2.3	16.1
Sequestro de CO₂ (ton/ha)	53.5	5.7	59.2	50.8	8.4	59.2

		2018	2021
		Mínimo	33.0
Circunferência à Altura do Peito (CAP) (cm)	Máximo	256.2	269.0
	Média	134.7	138.4
	Desvio Padrão	33.9	36.0
Densidade (árvores/ hectare)		28.9	24.7

Esta parcela é um povoamento puro de azinheira, com árvores de grandes dimensões e ausência das classes mais jovens, apresentando grande clareira a ocupar quase metade da área. A redução da biomassa resultante da mortalidade ocorrida entre 2018 e 2021 não foi compensada pelo aumento resultante do crescimento das árvores vivas. Mesmo assim, os valores de biomassa nos dois momentos de estudo são superiores ao valor médio do último inventário florestal para este tipo de povoamento, que é de 25,9 ton/ha (ICNF, 2019). Considerando que é um povoamento com baixa densidade, podemos estar perante uma subavaliação do potencial deste montado. Realça-se que a maioria das

árvores se encontra em classes de idade avançada, não tendo sido detetada regeneração natural nem árvores jovens de substituição, indicando que o povoamento está em declínio. Já em relação à biomassa para as pastagens, este pode variar entre 3 e 9 ton/ha (Crespo, 2006; Freixial, 2019), sendo que no caso desta parcela está dentro do intervalo de referência, embora próxima do limite inferior.

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

Estudo: Biodiversidade

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



Área amostrada (ha): 6.55

Data do trabalho de campo:
 1ª monitorização: 02/11/2017; 14/05/2018; 16/07/2018; 14/08/2018
 2ª monitorização: 07/06/2021; 14/06/2021; 03/12/2021

Parâmetros medidos (árvores e pastagens):

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

Resultados:

Aves:

2018								
M Amostras	Riqueza média	DP	Riqueza total	Florestais especialistas	Florestais generalistas	Habitats de transição	Agrícolas	Outras
A HC1	9.8	1.3	11	0	4	1	4	2 0
A HC2			10	0	3	2	3	2 1
A HC3			10	1	2	2	3	2 3
A HC4			8	0	1	4	1	2 2
T_i Total			21	1	5	6	5	4 4
2021								
M Amostras	Riqueza média	DP	Riqueza total	Florestais especialistas	Florestais generalistas	Habitats de transição	Agrícolas	Outras
A HC1	18	4.6	17	2	6	3	3	3 0
A HC2			13	1	6	1	2	3 6
A HC3			24	4	7	4	3	6 0
A HC4			18	0	5	4	5	4 2
T_i Total			34	4	10	5	6	9 6

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 da Lusitânia e Extremadura
 Sector Marianica

Bioclimatologia: Mediterrâneo oceânico pluvistacional, termomediterrânico, sub-húmido inferior.

Potencial climático: *Asparago aphylli-Quercetum suberis sigmetum*

Regeneração de árvores:

Transecto (coberto arbóreo)	Classe (cm)	Número de plantas	
		2018	2021
Clareira	<= 10	0	0
	10-30	0	0
	> 30	0	0
Aberto	<= 10	0	0
	10-30	3	0
	> 30	2	1
Denso	<= 10	1	0
	10-30	11	1
	> 30	6	6

Índice de vulnerabilidade*:

Índices considerados	Classe	
	2018	2021
Risco de erosão	muito leve	muito leve
Estabilidade do grau de cobertura	Redução 0-30%	Aumento 0-30%
Estrutura etária	2 andares	2 andares
Índice de vulnerabilidade*	2	2

*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*, o que reflete a baixa cobertura arbórea do sistema. As diferenças encontradas entre os dois anos de amostragem mostram valores mais elevados em quase todos os parâmetros, mas estes resultados não devem merecer uma valorização elevada, porque poderão dever-se a aspetos circunstanciais da amostragem. Merece destaque a ocorrência de torcicolo *Jynx torquilla*, espécie classificada em termos de conservação como *Informação Insuficiente*, picanço-barreteiro *Lanius senator*, um migrador transahariano com uma tendência regressiva ao longo da última década no contexto europeu e classificada em Portugal como *Quase Ameaçado*, e toutinegra-real *Sylvia hortensis*, outro migrador igualmente classificado em Portugal como *Quase Ameaçado*.

No âmbito da diversidade de plantas e pastagens, no ano de 2018 foram identificados 65 táxones no inventário realizado neste local. Os trabalhos de monitorização, no ano de 2021, permitiram identificar novas plantas nesta parcela, aumentando, assim, a riqueza específica para 69 táxones. A evolução parece ter sido positiva face ao aumento do número de herbáceas vivazes, como por exemplo *Allium ampeloprasum*, *Arrhenatherum album*, *Dactylis lusitanica*, entre outras. No entanto, a proteção destas áreas favoreceu também o aparecimento de alguns matos heliófilos, o que deverá no futuro ser controlado, de modo a valorizar as funções do agrossistema montado. Portanto, a conservação do solo, nomeadamente através da não mobilização, diminuiu o número de terófitos ligados à perturbação, tais como *Papaver rhoeas* e *Coleostephus myconis*. A elevada diversidade de plantas nesta parcela reflete os diferentes tipos de gestão ocorridos no passado. Por conseguinte, é espectável que no futuro a composição florística estabilize, caso o mesmo tipo de gestão se mantenha.

Em relação à regeneração de quercíneas (neste caso, de azinheira), é necessário enfatizar que as bolotas, sendo um fruto pesado, são comumente encontradas sob as copas, onde há condições de sombra adequadas ao desenvolvimento da regeneração na fase inicial. Salienta-se assim a importância de evitar a expansão de grandes clareiras. A situação inicial apresenta apenas um total de 18 plântulas no transecto com maior cobertura de copa (denso), verificando-se 50% de mortalidade para a situação final. Este resultado, aliado à ausência de classes jovens, sugere que o potencial regenerativo desta parcela seja reduzido.

Ao longo deste estudo não ocorreram alterações nos índices de erosão e estrutura, mas verificou-se um aumento do índice de estabilidade da copa. Considerando a mortalidade entre as duas monitorizações, este aumento deve-se ao crescimento de copa das restantes árvores, que pode ocorrer livremente devido à baixa densidade no povoamento.

O índice de vulnerabilidade mantém-se estável ao longo do tempo 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 (2017-2018), enquanto o seguinte foi realizado após a implementação das ações de gestão, em 2020-2021.

As medidas de gestão implementadas nesta parcela foram a construção de cercas, que permitiram melhorar a gestão do pastoreio e a plantação de amendoeiras em covachos, segundo as curvas de nível, com aplicação de fertilização orgânica, colocação de tubos protetores, rega gota-a-gota e vedação para exclusão de pastoreio. As árvores com desfoliação superior a 60% foram abatidas e retiradas do local.

Em relação aos solos, a comparação dos resultados dos dois anos de monitorização (2018 e 2021) permite destacar que as principais alterações ocorridas foram o aumento da manta morta, especialmente sob as copas, e uma ligeira diminuição do SOC e do C-stock. Esta pequena redução do SOC e do C-stock pode ser devida à instalação de infraestruturas de apoio às medidas de gestão implementadas na proximidade das áreas de amostragem de solo. Não têm por isso relevância, pois correspondem a perturbações muito pontuais que se dissipam com o tempo.

A densidade reduzida, a mortalidade das árvores, a ausência de classes de idade inferiores e a ausência de regeneração natural indicam que a biomassa e, conseqüentemente, o carbono armazenado, tendem a diminuir ao longo do tempo. O balanço de carbono ligeiramente negativo observado entre 2018 e 2021 (-0.27 ton.ha⁻¹/ano), poderá, no entanto, ser revertido pelas medidas de gestão implementadas, em particular o controlo do pastoreio.

Em relação aos resultados do estudo da diversidade de aves as diferenças encontradas entre os dois anos de amostragem mostram valores mais elevados em quase todos os parâmetros. Merece destaque a ocorrência de espécies prioritárias em termos de conservação.

No âmbito da diversidade de plantas e pastagens, os trabalhos de monitorização no ano de 2021 permitiram identificar novas plantas nesta parcela, aumentando, assim, a riqueza específica para 69 táxones. A evolução parece ter sido positiva face ao aumento do número de herbáceas vivazes. No entanto, a proteção destas áreas favoreceu também o aparecimento de alguns matos heliófilos, o que deverá no futuro ser controlado, de modo a valorizar as funções do agrossistema montado.

A espécie *Phytophthora cinnamomi* apenas foi detetada num local durante a primeira amostragem. A sua não deteção durante a avaliação final (2021) poderá estar relacionada com o sucesso das medidas implementadas, com a presença de bactérias dos nódulos radiculares de *T. subterraneum* antagonistas de *P. cinnamomi* ou ainda com o ano muito seco de 2021. Foi encontrada uma relação entre as classes de desfoliação das árvores e o tamanho da população rizobiana, que foi utilizada como bioindicador de fertilidade do solo nos restantes estudos.

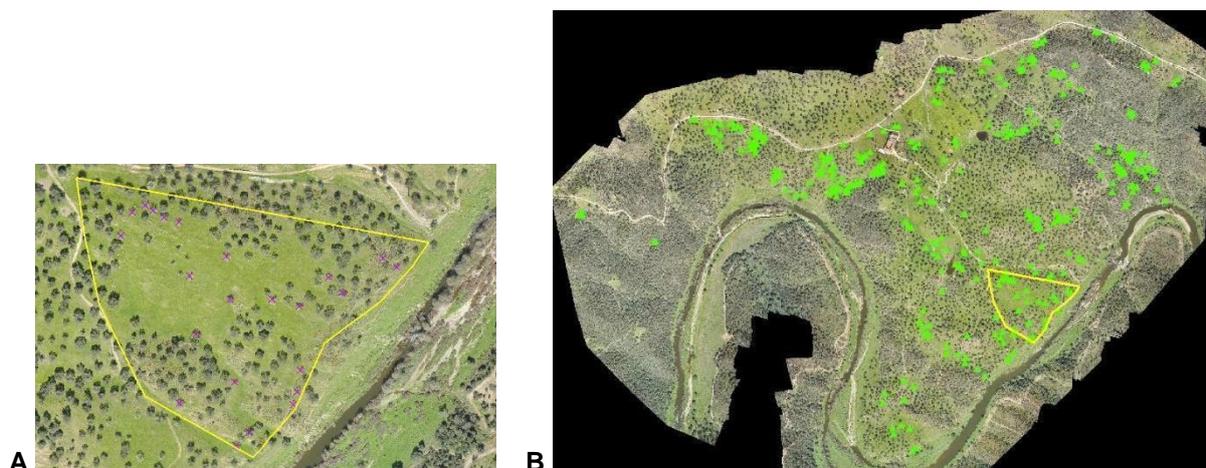
Salienta-se ainda que não é possível observar objetivamente os impactos das ações de gestão adotadas, que só poderão ter efeitos a longo prazo.

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; B - Extensão do estudo a toda a propriedade.

Mais informações em: [L1 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 Coitadinha foi atribuído um valor de 8 indicando que a gestão atual é bem conduzida, tendo em consideração a produção de cogumelos e apenas algumas melhorias podem ser recomendadas.

Devem ser tomadas medidas para melhorar a ocorrência de espécies comestíveis de valor comercial, principalmente criando áreas com *Arbutus unedo* e / ou coníferas para produção de *Lactarius deliciosus*, inoculando árvores adultas de *Quercus* com espécies de *Boletus* comestíveis e criando áreas de acumulação de matéria orgânica com materiais lenhosos do corte / desbaste para aumentar a produção de *Lepista nuda* e *Macrolepiota procera*. Devem também ser implementadas medidas gerais como a promoção da regeneração natural ou a melhoria da cobertura permanente do solo.

Mais conselhos sobre gestão micosilvícola podem ser consultados em: [L1 - Estratégias de gestão micosilvícola, versão em inglês.](#)

ANEXOS

Anexo 01. Caracterização analítica do solo

Tabela A01.S1 – Constituição do solo: textura do solo, carbono orgânico e densidade aparente.

Soil texture																			
Layer	RF		Coarse sand		Fine sand		Sand		Silt		Clay		Class	SOC			Bulk density		
	n	Class	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s		n	m	s	n	m	s
(cm)	g kg ⁻¹												-- g kg ⁻¹ --			-- g cm ⁻³ --			
0-5	2	3	186	35	224	21	410	15	294	13	296	1	SiCL-CL	2	61.4	13.4	2	1.17	0.16
5-15	2	3	224	13	230	2	455	14	254	26	290	12	CL	2	24.8	3.8	1	1.56	-
15-30	2	4	252	33	194	25	445	7	220	37	334	29	CL	2	11.2	4.2	1	1.71	-

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);

Tabela A01.S2 – Caracterização química: catiões de troca e capacidade de troca catiónica.

Exchangeable cations (non-acid)																					
Layer	Ca ²⁺		Mg ²⁺		K ⁺		Na ⁺		CEC		BS		BSP		Ca/Mg		ESP		ESMP		
	n	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s		
(cm)	cmol(+) kg ⁻¹												--- % ---		---- % --		--- % ---				
0-5	2	8.2	1.4	1.3	0.7	1.1	0.1	0.7	0.3	34.7	0.5	11.4	2.4	32.8	6.5	6.9	2.5	2.1	0.9	5.8	2.8
5-15	2	4.1	1.0	0.8	0.1	0.8	0.0	0.4	0.1	30.8	4.5	6.1	0.9	19.8	0.0	5.0	1.5	1.4	0.4	4.1	0.9
15-30	2	1.8	0.2	0.8	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	24.0	3.3	3.0	0.1	13.0	2.2	2.2	0.8	1.0	0.4	4.4	0.9

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.

Tabela A01.S3 – Caracterização química: pH, macro e micronutrientes extraíveis.

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	6.2	0.1	5.2	0.1	30.8	8.4	215	30	46	18	105	5.7	4.3	0.5	2.5	0.4
5-15	2	6.0	0.1	4.7	0.4	8.6	1.8	116	23	32	16	71	0.6	4.9	0.3	1.5	0.1
15-30	2	5.7	0.0	4.0	0.2	3.2	0.0	61	13	18	7	22	24	3.8	1.6	0.5	0.4

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

Soil pH in water (10 g soil/25 ml water) and soil pH in a 1N KCl solution (10 g soil/25 ml solution); Extractable macronutrients (Egner-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)	4	0.15	0.03	6	0.90	0.06
Agreg.: GMD	mm	0-5	6	3.86	0.36	6	3.51	0.18
Agreg.: FWSA	(0-1)	0-5	6	0.96	0.00	6	0.99	0.00
Massa vol.	g cm ⁻³	0-5	8	1.40	0.07	12	1.25	0.05
Log(ks)	mm h ⁻¹	0-5	8	2.14	0.47	12	1.16	0.21
SOC	g kg ⁻¹	0-30	6	16.02	2.33	6	15.24	1.06
C-stock	ton ha ⁻¹	0-30	6	61.8	10.9	6	55.9	4.8
POM-C	g kg ⁻¹	0-30	6	7.9	1.2	6	5.8	0.8
POX-C	mg kg ⁻¹	0-30	6	189	26	6	282	28
pH(H ₂ O)	-	0-30	6	4.9	0.8	6	4.5	0.8
pH(KCl)	-	0-30	6	3.7	0.5	6	3.8	0.7

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)	0.11	0.48	0.82	1.39
Agreg.: GMD	mm	0-5	3.97	3.00	3.61	2.82
Agreg.: FWSA	(0-1)	0-5	0.96	0.97	0.99	0.99
Massa vol.	g cm ⁻³	0-5	1.45	1.06	1.27	1.11
Log(ks)	mm h ⁻¹	0-5	2.13	2.21	1.10	1.58
SOC	g kg ⁻¹	0-30	14.40	28.20	13.80	25.00
C-stock	ton ha ⁻¹	0-30	57.9	90.1	51.9	83.9
POM-C	g kg ⁻¹	0-30	7.6	10.4	4.8	13.0
POX-C	mg kg ⁻¹	0-30	178	272	255	470
pH(H ₂ O)	-	0-30	4.8	5.8	4.4	5.4
pH(KCl)	-	0-30	3.6	4.6	3.7	4.6

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).

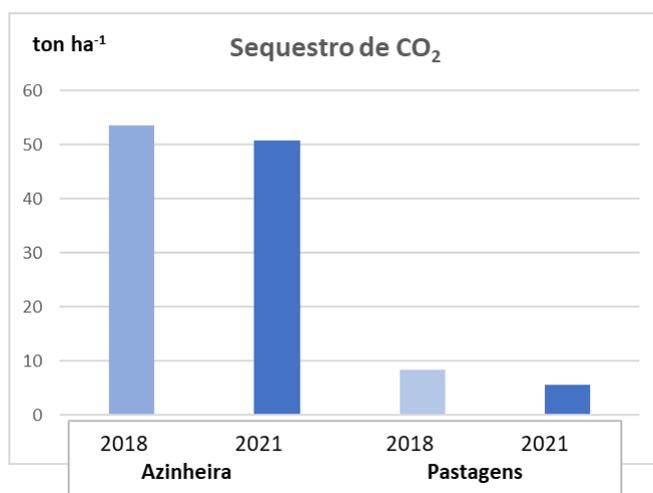
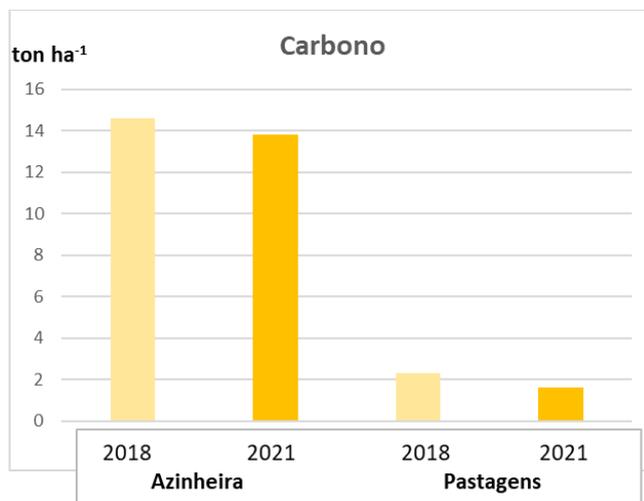
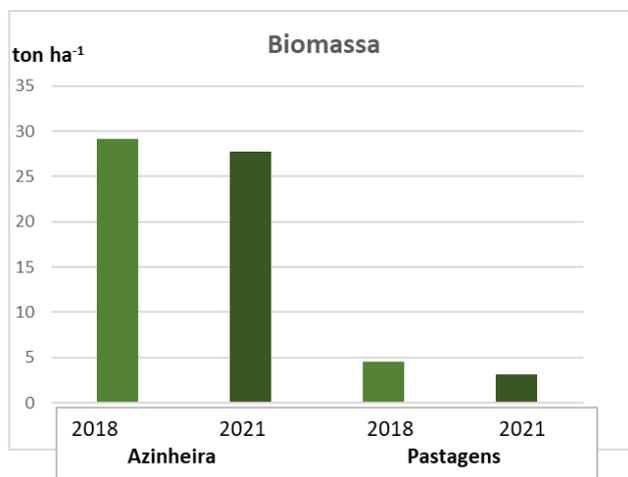
Anexo 03. Resultados da 1ª amostragem. Deteção de *Phytophthora*, número de *Rhizobium*, eficiência simbiótica e número de isolados obtidos

	Áreas amostradas	Classe de desfoliação da copa	Deteção de <i>Phytophthora</i>	No. de <i>Rhizobium</i> por g de solo	Eficiência Simbiótica (%)	No. de isolados
A – Montado / Dehesa com azinheira	A1	1	Positivo	1.47 x 10 ⁴	72,9	16
		2	Positivo	4.27 x 10 ⁴	80,4	12
		3	Positivo	9.18 x 10 ²	0	10
	A2	0	Não detetado	9.33 x 10 ⁴	98.5	11
		1	Não detetado	4.27 x 10 ⁴	89.8	5
		2	Não detetado	1.47 x 10 ⁴	94.1	11
		3	Não detetado	1.47 x 10 ²	106.6	11
	A3	1	Não detetado	4.27 x 10 ⁴	104.9	2
		2	Não detetado	9.18 x 10 ²	81.8	0
		3	Não detetado	9.18 x 10 ²	68.5	5
	A4	0	Não detetado	14.7 x 10 ²	147.4	7
		1	Não detetado	2.3 x 10 ⁴	57.5	0

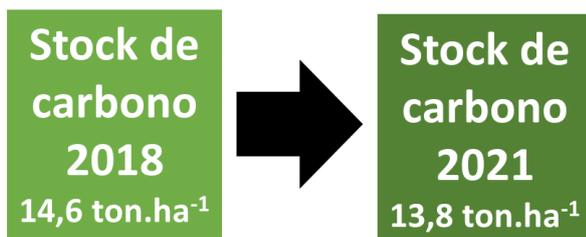
		2	Não detetado	4.24×10^2	75.8	0
		3	Não detetado	4.24×10^2	44.9	12
C- Area em bosque de azinheira	Área Controlo	0	Não detetado	1.47×10^4	40.0	7
		0	Não detetado	1.47×10^4	248.0	7
		0	Não detetado	1.47×10^2	43.8	5
E - área para pastagem	E	-	Não detetado	4.24×10^3	54,7	-
		-	Não detetado	2.30×10^4	113,3	-
		-	Não detetado	9.33×10^4	88,2	-
						Total No. 121

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).



Balço de carbono 2018/2021 para as rvores, calculado com o mto do stock-difference approach (Angelsen, 2008¹)



$$\Delta C = -0,27 \text{ ton.ha}^{-1}/\text{ano}$$

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

Inventários realizados na parcela L1.

Ano	2018	2021
Superfície (m ²)	80	80
Altitude (m)	180	180
Coberto vegetal (%)	95	95
Altura média (m)	0,2	0,3
Declive (%)	10	10
Exposição	S	S
N.º de táxones	65	69
Plantas		
<i>Agrostis pourretii</i> Willd.	.	2
<i>Allium ampeloprasum</i> L.	.	+
<i>Allium paniculatum</i> L.	.	+
<i>Andryala integrifolia</i> L.	+	+
<i>Chamaemelum mixtum</i> (L.) All.	2	1
<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	+	+
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clayton	.	+
<i>Asparagus albus</i> L.	+	+
<i>Asparagus aphyllus</i> L.	1	1
<i>Asphodelus serotinus</i> Wolley-Dod	.	+
<i>Avena bartaba</i> Pott ex Link	+	1
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	+	+
<i>Biserrula pelecinus</i> L.	+	+
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	.	+
<i>Briza maxima</i> L.	.	+
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	2	2
<i>Bromus sterilis</i> L.	.	+
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	1	1

<i>Cistus ladanifer</i> L.	+	+
<i>Cistus monspeliensis</i> L.	.	+
<i>Cistus salviifolius</i> L.	.	+
<i>Coleostephus myconis</i> (L.) Rchb.f.	+	.
<i>Corrigiola litoralis</i> L.	+	.
<i>Crassula tillaea</i> Lest.-Garl.	+	.
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	.	+
<i>Crepis taraxacifolia</i> Thuill.	.	+
<i>Cynara humilis</i> L.	.	+
<i>Dactylis glomerata</i> L. subsp. <i>Iusitanica</i> (Stebbins & Zohary) Rivas Mart. & Izco	.	+
<i>Daucus muricatus</i> Desf.	.	+
<i>Dipcadi serotinum</i> (L.) Medik.	+	.
<i>Diplotaxis catholica</i> (L.) DC.	+	.
<i>Echium plantagineum</i> L.	3	2
<i>Erodium botrys</i> (Cav.) Bertol.	+	1
<i>Eryngium campestre</i> L.	.	+
<i>Euphorbia exigua</i> L.	+	+
<i>Galactites tomentosa</i> Moench	.	+
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	+	+
<i>Gynandris sisyrinchium</i> (L.) Parl.	+	1
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Dumont-Courset	+	.
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>Ieporinum</i> (Link) Arcang.	1	1
<i>Holcus annuus</i> subsp. <i>setiglumis</i> (Boiss. & Reut.) M.Seq. & Castrov.	.	+
<i>Hypochaeris glabra</i> L.	+	.
<i>Juncus bufonius</i> L.	+	.
<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench	1	1
<i>Lavandula sampaioana</i> (Rozeira) Rivas Mart., T.E. Díaz & Fern. Gonz. subsp. <i>sampaioana</i>	+	+

<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill) Merat	1	.
<i>Linum bienne</i> Mill.	.	+
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	1	.
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	.	+
<i>Lotus parviflorus</i> Desf.	1	.
<i>Lotus hispidus</i> Desf. ex DC. in Lam. & DC.	+	+
<i>Medicago polymorpha</i> L.	+	.
<i>Misopates orontium</i> (L.) Rafin.	+	.
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>sylvestris</i> (Mill.) Rouy ex Hegi	.	+
<i>Ornithopus compressus</i> L.	1	1
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	.	+
<i>Papaver rhoeas</i> L.	+	.
<i>Paronychia argentea</i> Lam.	+	1
<i>Plantago coronopus</i> L.	+	+
<i>Plantago lagopus</i> L.	1	1
<i>Phagnalon saxatile</i> (L.) Cass.	.	+
<i>Pulicaria odora</i> (L.) Rchb.	+	+
<i>Quercus rotundifolia</i> Lam.	.	+
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	1	.
<i>Reichardia intermedia</i> (Sch. Bip.) Cout.	+	.
<i>Reseda luteola</i> L.	.	+
<i>Retama sphaerocarpa</i> (L.) Boiss.	.	+
<i>Rostraria cristata</i> (L.) Tzvelev	.	+
<i>Rumex pulcher</i> L.	+	+
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+	.
<i>Scorpiurus vermiculatus</i> L.	+	.
<i>Senecio jacobea</i> L.	+	+
<i>Silene colorata</i> Poir.	+	.

<i>Silene gallica</i> L.	+	.
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	+	.
<i>Spergularia purpurea</i> (Pers.) G. Donf.	.	+
<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	+	.
<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	+	.
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	2	1
<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertn.	.	+
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	1	.
<i>Trifolium arvense</i> L.	1	.
<i>Trifolium campestre</i> L.	1	.
<i>Trifolium cherleri</i> L.	2	2
<i>Trifolium gemellum</i> Pourr. ex Willd.	.	+
<i>Trifolium glomeratum</i> L.	+	+
<i>Trifolium michelianum</i> Savi	+	.
<i>Trifolium scabrum</i> L.	.	+
<i>Trifolium stellatum</i> L.	1	1
<i>Trifolium tomentosum</i> L.	+	+
<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	+	+
<i>Ulex eriocladus</i> C. Vicioso	+	+
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	+	+
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. ex F.W. Schmidt	.	+
<i>Vulpia bromoides</i> (L.) S.F. Gray	2	1
<i>Vulpia geniculata</i> (L.) Link	1	2

* + = espécie presente em 1-5% das parcelas; 1 = espécie presente em 6-20% das parcelas; 2 = espécie presente em 21-40% das parcelas; 3 = espécie presente em 41-60% das parcelas; 4 = espécie presente em 61-80% das parcelas; 5 = espécie presente em 81-100% das parcelas.