LIFE MONTADO -ADAPT

MONTADO & CLIMATE, A NEED TO ADAPT

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

ÁREA-PILOTO
L8 – MATA NACIONAL DO CABEÇÃO

AÇÃO D1 – 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 L8 - MN Cabeção.

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 é constituída por duas parcelas que correspondem a povoamentos mistos de sobreiro (*Quercus suber*), azinheira (*Q. rotundifolia*) e pinheiro manso (*Pinus pinea*). Os povoamentos apresentam elevada cobertura de copa e as duas áreas são relativamente semelhantes entre si.

As medidas de gestão implementadas foram a limpeza de matos, com corta-matos, podas de sobreiros e azinheiras e dispersão de esporos e micélio para promover o crescimento de cogumelos.

Os solos são muito profundos com um teor médio de carbono orgânico e sem sinais de compactação até 30 cm. Quanto à sua composição química, são moderadamente ácidos com níveis muito baixos de fósforo, níveis elevados a médios de potássio, níveis elevados de toxicidade do ferro, mas níveis baixos de outros elementos tóxicos. As principais alterações observadas no solo entre as duas monitorizações foram o aumento da manta morta, especialmente sob as copas e um ligeiro aumento do SOC e do C-stock.

A gestão implementada pode ter contribuído para o incremento anual de carbono que ocorreu nas duas parcelas. Relativamente às pastagens, em 2018 não existiu crescimento herbáceo, mas em 2021 a biomassa das pastagens já está dentro do intervalo de valores de referência.

Quanto ao estudo das aves, a elevada densidade de árvores destas áreas é realçada pela riqueza de espécies, especialmente das florestais.

A reduzida diversidade florística nesta área está associada ao abandono do agrossistema montado. Contudo, o inventário realizado no ano de 2021 apresentou maior diversidade florística relativamente a 2018. Esta é, sem dúvida, a área do projeto com mais regeneração natural de quercíneas.

Não houve deteção da presença de espécies de *Phytophthora*. Os valores do tamanho da população natural rizobiana foram sempre muito baixos ou quase nulos, o que pode ser atribuído à não exploração de gado e consequentemente à ausência de pastagens com leguminosas.

As medidas de gestão implementadas tiveram impacto na regeneração natural de quercíneas e parecem ter influenciado o aumento do sequestro de carbono, bem como a diversidade florística.

SUMMARY

This area consists of two plots of mixed stands of cork oak (*Quercus suber*), holm oak (*Q. rotundifolia*) and stone pine (*Pinus pinea*). The stands have high canopy coverage and the two areas are relatively similar to each other.

The management measures implemented were the cleaning of shrubs, pruning of cork oaks and holm oaks and dispersion of spores and mycelium to promote the growth of mushrooms.

The soils are very deep with an average content of organic carbon and no signs of compaction up to 30 cm. As for their chemical composition, they are moderately acidic with very low levels of phosphorus, high to medium levels of potassium, and high levels of iron toxicity, but low levels of other toxic elements. The main changes observed in the soil between 2018 and 2021 were an increase in the surface layers, especially under the canopies, and a slight increase in SOC and C-stock.

The management measures may have contributed to the annual increase in carbon, which occurred in both plots. Regarding pastures, in 2018 there was no herbaceous growth, but in 2021 the biomass of pastures is already within the range of reference values.

As for the study of birds, the high density of trees in these areas is highlighted by the richness of species, especially forest ones.

The inventory carried out in 2021 showed greater plant diversity compared to 2018. The selective control of shrub that was carried out protected the vegetation that occupies more advanced levels of ecological succession. This is well evidenced by natural regeneration's significant increase. This is, without a doubt, the project area with the most natural regeneration of *Quercus*.

There was no detection of the presence of *Phytophthora* species. The values for the size of the natural rhizobial population were always very low or almost null, which can be attributed to the non-exploitation of cattle and, consequently, to the absence of pastures with legumes.

The management measures implemented had an impact on the *Quercus* natural regeneration and seem to have influenced the increase in carbon sequestration. They also had a positive impact on the soil and promoted plant diversity.

ÍNDICE

SUMÁRIO 3
SUMMARY 3
INTRODUÇÃO 6
CONTEXTO 6
METODOLOGIA 7
SOLO 7
DETEÇÃO DA INFEÇÃO POR *PHYTOPHTHORA* SPP. 8
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO NATURAL RIZOBIANA 9
BIOMASSA E *EX ANTE* CARBONO 9
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 26
ESTUDOS COMPLEMENTARES 27
ANEXOS 28
Anexo 01. Caracterização analítica do solo 28
Anexo 02. Monitorização do solo: dados analíticos 30
Anexo 03. Resultados de biomassa e carbono *ex ante* 32
Anexo 04. Resultados de diversidade de plantas e pastagens 36

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-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 caraterizada 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 sobro), 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 perspetiva 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 valorização dos aspetos que o caraterizam, 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

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(H_2O) 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 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 (H_2O) 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 infeção 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 KNO_3 (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 - T_0) 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 Xs 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.

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 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 CO_2 (ICNF, 2019). No caso das pastagens considera-se que a massa de carbono corresponde a 45% da biomassa e relativamente ao sequestro de CO_2 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 funcionais[1] 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 de *Quercus* sp. foram contadas individualmente e registada a sua localização exata.
- *Índice de vulnerabilidade:* determinado com base nos seguintes índices:
    - 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: na integrated approach. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias. Universidade de Évora.

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

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 Nº 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., Surový 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. 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: Mata Nacional de Cabeção	**Localização:** NUT III - Alto Alentejo; Évora, Mora, Cabeção
Área total da propriedade: 290 ha	**Área no projeto:** 51.2 ha

CARACTERIZAÇÃO DO MONTADO

A Mata Nacional do Cabeção é composta por dois núcleos denominados Mata de Cima e Mata de Baixo, separados pela povoação de Cabeção. Ao longo da sua existência sofreu uma evolução no uso do solo e da ocupação florestal e, embora não haja registos da ocupação do solo até 1961, sabemos que o seu uso foi sempre florestal, essencialmente com pinhal manso.
A função dominante desta mata é a de produção, encontrando-se cerca de 78% da sua área florestal vocacionada para a produção de madeira e fruto (pinha) e 19,4% para a produção de cortiça. Os povoamentos de sobreiro são explorados em pau batido, com períodos de descortiçamento de 10 anos. Constitui uma Floresta Modelo, definida pelo PROF, onde se pretende implementar o Código Internacional de Práticas Suberícolas.

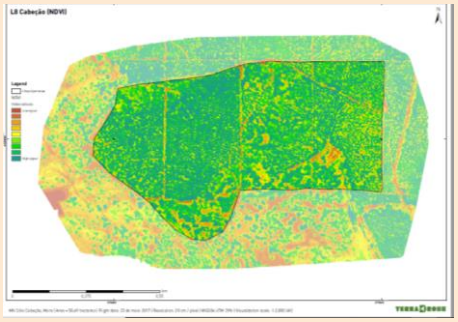
Encontra-se integralmente inserida no Sítio da Rede Natura 2000, denominado Sítio Cabeção (Código PTCON0029). De acordo com o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 (ICN, 2006) os Habitats Naturais e Semi-naturais constantes do anexo B-I do Decreto-Lei n.º 49/2005 ali presentes são: 2260 - Dunas com vegetação esclerofila da *Cisto-Lavanduletalia* - Areias dunares com matos da *Stauracantho-Halimietalia commutati*, 2233 - Dunas interiores com prados abertos de *Corynephorus* e *Agrostis* – Dunas com arrelvados atlânticos de *Corynephorus canescens var. maritimus*, 4030 - Charnecas secas europeias – Matos baixos de ericáceas e/ou tojos, mesófilos ou xerófilos, de substratos duros e 6310 - Montados de *Quercus spp*. de folha perene - Montado de sobro ou montado de azinho (consoante seja dominado por *Quercus suber* ou *Q.rotundifolia* respetivamente).

Durante o outono de 2018 foram identificadas 27 espécies de cogumelos, sendo 6 com valor comercial.

Existindo potencialidades para exploração apícola esta será encarada de uma forma sistematizada e com imposição de procedimentos de forma a não pôr em causa a sua manutenção.

A GESTÃO AGRO-SILVO-PASTORIL

Os trabalhos de gestão consistem em controlo da vegetação espontânea, podas de formação de quercíneas, desramações de pinheiro, proteção da regeneração natural de quercíneas, descortiçamento, venda de pinha, cortes culturais em pinhal e cortes finais de pinhal, manutenção da rede viária, manutenção das faixas de gestão de combustíveis e intervenções sanitárias. A eliminação da vegetação é feita com corta-matos, sendo preservados os arbustos de maiores dimensões de *Arbutus unedo*, *Rosmarinus officinalis*, *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea angustifolia*, entre outras. As intervenções sanitárias consistem na colocação de armadilhas para plátipo e na venda de árvores secas e doentes. As árvores cavernosas sem problemas sanitários são mantidas no terreno.



CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

Com uma área de aproximadamente 444 km2 e 4 283 habitantes, o município apresenta uma densidade populacional de 9,6 hab/km2. Tendo 10% de jovens, 32% de idosos e uma taxa de natalidade reduzida, é um concelho bastante envelhecido. Os sítios da Rede Natura 2000 ocupam 11,3% da superfície do território e as Zonas de Intervenção Florestal (ZIF) 24,6%.
O sector primário contém 29% das empresas e 12% dos empregos, enquanto o secundário comporta 7% das empresas e 21% dos empregos. No entanto, 66,5% dos empregos encontram-se no sector terciário. Cerca de 14% da sua população está desempregada (superior à média nacional – 13%).
Apresenta uma SAU média de 106,2 ha (95% da superfície das explorações), as explorações com uma SAU com 50 ha ou mais representam 23% e as com menos de 20 ha correspondem a 68%.
As sociedades representam 8% do número de explorações e 37% da SAU, e os produtores singulares 92% e 62%, respetivamente. A superfície das culturas temporárias é composta essencialmente por culturas forrageiras (58%) e cereais para grão (33%), sendo que nas culturas permanentes o olival ocupa grande parte da superfície (81%).
Cerca de 24% da população agrícola familiar tem atividade remunerada exterior à exploração e em 86% das explorações o rendimento do agregado tem origem principalmente fora da exploração.

PREVISÃO DO CLIMA NO FUTURO

	Clima Futuro (no ano 2070-2100 em cenário RCP 8.5)
Temperatura média anual (ºC)	18.9
Precipitação anual (mm)	544
Temperatura máxima de Agosto	36.8
Número de Dias com temperaturas elevadas	60
Número de dias de chuva (> 1mm)	67
Número de dias de geada	0

ESPÉCIES EM RISCO

A projeção de temperatura máxima de agosto para 2100 é superior ao limite máximo de conforto para o **Sobreiro**, situando-se dentro do intervalo de sobrevivência para o **Pinheiro-manso** e o **Medronheiro**. A projeção de precipitação acumulada para 2100 é inferior à precipitação mínima de conforto para o **Sobreiro** apesar de se situar dentro do intervalo de sobrevivência para esta espécie. Para o **Pinheiro-manso** e o **Medronheiro** a projeção da precipitação acumulada para 2100 encontra-se dentro do intervalo de conforto.

DESAFIOS DE GESTÃO FACE ÀS AC

- Aumento de pragas e doenças
- Aumento do risco meteorológico de incêndio e o prolongamento da época de incêndios
- Aumento do stress ambiental na vegetação
- Aumento de perdas de produtividade pela mortalidade e subsequente degradação do solo
- Aumento da aridez

ÁREA DE ESTUDO

A área de amostragem da Mata Nacional de Cabeção (L8) é constituída por duas parcelas independentes, a parcela Norte com 1,73 ha e a parcela Sul com 1,47 ha.

As áreas selecionadas correspondem a povoamentos mistos de sobreiro (*Quercus suber*), azinheira (*Q. rotundifolia*) e pinheiro manso (*Pinus pinea*). Os povoamentos apresentam elevada cobertura de copa e as duas áreas são relativamente semelhantes entre si.

Algumas das medidas de gestão adotadas no âmbito do projeto LIFE Montado-Adapt, como a plantação de sobreiros não coincidem com estas parcelas de estudo, contudo verifica-se a promoção da regeneração natural, a limpeza de matos com corta-matos, podas de sobreiros e azinheiras e dispersão de esporos e micélio para promover o crescimento de cogumelos.

II. ESTUDOS

Estudo: Solos

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

Sub-área Norte

Sub-área Sul

Área amostrada (ha): 1.73 (Norte) + 1.47 (Sul) = 3.2

Nº. de amostras: ver tabelas Anexos 01 e 02

Data do trabalho de campo: 11/01/2018, 11/07/2018 e 13/07/2021

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, catiões de troca e capacidade de troca catiónica, macro e micronutrientes extraíveis).

Resultados:
Litologia: Arenito grosseiro.
Topografia: Parcelas com uma topografia complexa na pequena escala espacial, abrangendo cristas suavemente inclinadas e pequenos vales com declives curtos com fortes inclinações até declives moderadamente íngremes.
Características da superfície: Sem afloramentos rochosos.
Solos mapeados dominantes: Cambissolo Êutrico ou Regossolo Êutrico (ou Arenossolo Êutrico).
Profundidade efetiva estimada do solo: Solos muito profundos.
Constituintes do solo: Muito poucos fragmentos de rocha (principalmente cascalho fino), textura arenosa com teor médio de carbono orgânico do solo, especialmente debaixo da copa das árvores. Aumento da densidade aparente com a profundidade do solo, mas sem sinais de compactação do solo até 30 cm de profundidade.
Fertilidade química do solo: Solo moderadamente ácido, com capacidade de troca catiónica baixa a muito baixa, diminuindo com a profundidade do solo de acordo com a diminuição da matéria orgânica do solo. Razão média a baixa Ca/Mg. Os nutrientes do solo tendem a diminuir com a profundidade do solo, mostrando níveis muito baixos de fósforo extraível, elevado a médio de potássio, ferro e manganês e baixo e muito baixo em cobre e zinco.

Anexo: Ver Anexo 01 – Caracterização analítica do solo.

B - Monitorização do solo

Parâmetros medidos:

- Manta morta: massa seca (65ºC), 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)	Alto	Muito alto
Agregação: GMD	0-5	Muito baixo	Muito baixo
Agregação: FWSA	0-5	Muito baixo	Baixo
Massa volúmica (aparente)	0-5	Muito baixo	Baixo
Ks	0-5	Muito alto	Muito alto
SOC	0-30	Muito baixo	Muito baixo
C-stock	0-30	Muito baixo	Muito baixo
POM-C	0-30	Baixo	Muito baixo
POX-C	0-30	Baixo	Muito baixo
pH_{H2O}	0-30	Alto	Alto
pH_{KCl}	0-30	Muito alto	Alto

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.
- Ligeiro aumento do SOC e do C-stock, especialmente em áreas abertas, em parte devido ao aumento de POMC, 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).
- A extração de cortiça, apenas algumas semanas antes da amostragem do solo, pode ter contribuído para um ligeiro aumento nos valores de densidade do solo, principalmente nas áreas sob as copas.
- A manutenção das condições de gestão do local, sem outros efeitos generalizados de perturbação do solo superficial, é compatível com a manutenção ou um muito ligeiro aumento do SOC e do C-stock.

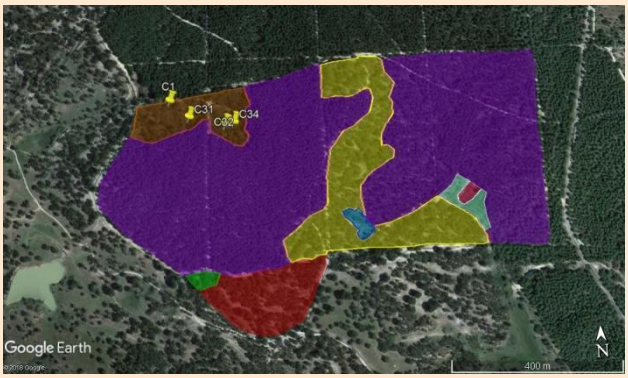
Referências:

- 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 Guldan, 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: Deteção de infecção por *Phytophthora* spp.

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

1-3 – Amostras em 3 locais: *Quercus suber* com 26% a 60% de desfoliação da copa (classe = 2).



Área amostrada: Montado/*Dehesa* com sobreiro (sub-área Norte)

Nº. de amostras: 4 + 2

Data do trabalho de campo:
1ª monitorização (C1): Abril 2018
2ª monitorização (D1): Maio 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:
Todas as amostras foram colhidas em árvores com desfoliação moderada da copa (classe 2). As duas amostragens (C1 – 2018 e D1 – 2021) foram efetuada nos mesmos locais. Não foi detetada a presença de espécies de *Phytophthora* nas amostras analisadas.

Conclusão:
Como não foi detetada a presença de *Phytophthora* não é necessário implementar medidas especiais de gestão. No entanto, devem assegurar que o risco de contaminação externa é mínimo, adquirindo plantas certificadas, realizando testes de deteção periódicos e tendo o cuidado de lavar pneus e maquinaria que tenha sido utilizada noutras propriedades ou zonas não analisadas.
A desfoliação moderada da copa observada poderá estar relacionada com outros problemas fitossanitários.

Estudo: Avaliação da População Natural Rizobiana

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

Área amostrada: Montado/*Dehesa* com sobreiro (sub-área Norte)

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

Nº. de amostras: 2 + 2

Parâmetros medidos:
População natural rizobiana estimada pelo número mais provável (NMP) utilizando o método de infeção de plantas

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 KNO_3 (direita).

Resultados principais:
Na tabela 1 apresentamos os resultados da população natural de rizóbios e a sua eficiência simbiótica. Tanto na caracterização inicial (C1) como na avaliação final (D1), o tamanho da população natural rizobiana foi muito baixo ou nulo (menor que 4 *Rhizobium* por g de solo). Devido à ausência de nódulos nas raízes das plantas não foi possível obter isolados de bactérias.

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

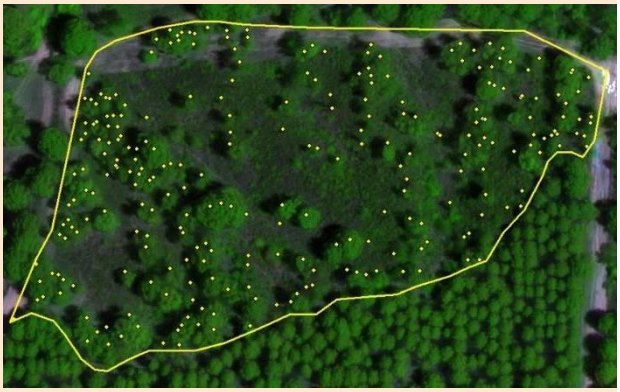
Zonas de amostrage m	Defoliação da copa (classes*)	1ª Monitorização (C1)		2ª Monitorização (D1)	
		Nº. de *Rhizobium* por g solo	Eficiência simbiótica (%)	Nº. de *Rhizobium* por g solo	Eficiência simbiótica (%)
L8-C1	2	<4	0	<4	0
L8-C34	2	<4	0	<4	0

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

Conclusão:
Os valores do tamanho da população natural rizobiana obtidos foram muito baixos ou quase nulos. Estes valores indicam a ausência de população rizobiana nos solos analisados e, portanto, a ausência de leguminosas anuais noduladas.
Com uma desfoliação moderada da copa seria de esperar um valor baixo para o tamanho da população rizobiana, mas superior ao que foi obtido. Isto pode ser atribuído à não exploração de gado e consequentemente à ausência de pastagens com leguminosas. Sugere-se melhorar o desenvolvimento de uma cobertura permanente do solo com base em trevos anuais inoculados com bactérias rizóbio altamente eficazes na fixação do azoto.

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



Sub-área Norte

Sub-área Sul

Área amostrada (ha): 1.73 (Norte) + 1.47 (Sul) = 3.2

Data do trabalho de campo:
1ª monitorização: 30-31/10/2017; 8,11/11/2017; 14/12/2017; 11/01/2018; 24/08/2018; 03/09/2018
2ª monitorização: 26/05/2021; 21, 27, 28/09/2021; 12, 13, 14/10/2021

Parâmetros medidos (árvores e pastagens):

- Biomassa
- Equivalente de Carbono
- Captura de Dióxido de Carbono (CO_2)

Resultados:

	Parcela Norte 2018			
	Sobreiro	**Azinheira**	**Pinheiro manso**	**Total**
Biomassa (ton/ha)	35,1	2,6	8,5	**46,2**
Carbono (ton/ha)	17,6	1,3	4,2	**23,1**
Sequestro de CO_2 (ton/ha)	64,4	4,8	15,5	**84,7**

	Parcela Norte 2021			
	Sobreiro	**Azinheira**	**Pinheiro manso**	**Total**
Biomassa (ton/ha)	42,2	2,8	9,2	**59,0**

Carbono (ton/ha)	21,1	1,4	4,6	**29,3**
Sequestro de CO_2 (ton/ha)	77,3	10,2	16,9	**112.3**

	Parcela Sul 2018			
	Sobreiro	**Azinheira**	**Pinheiro manso**	**Total**
Biomassa (ton/ha)	70,2	3,4	8,1	81,7
Carbono (ton/ha)	35,1	1,7	4,1	40,9
Sequestro de CO_2 (ton/ha)	128,6	6,3	14,9	149,8

	Parcela Sul 2021			
	Sobreiro	**Azinheira**	**Pinheiro manso**	**Total**
Biomassa (ton/ha)	69,3	3,6	9,7	82,6
Carbono (ton/ha)	34,7	1,8	4,8	41,3
Sequestro de CO_2 (ton/ha)	127,1	6,7	17,7	151,4

	Pastagens	
	2018	**2021**
Biomassa (ton/ha)	0,0	4,8
Carbono (ton/ha)	0,0	2,2
Sequestro de CO_2 (ton/ha)	0,0	7,9

Circunferência à Altura do Peito (CAP) (cm)	**Parcela Norte**					
	Azinheira		**Sobreiro**		**Pinheiro manso**	
	2018	**2021**	**2018**	**2021**	**2018**	**2021**
Mínimo	19,0	20,0	13,0	15,5	32,0	34,0

Máximo	112,0	104,5	150,0	155,0	160,0	172,7
Média	48,3	49,2	80,4	81,6	105,1	113,9
Desvio Padrão	22,2	21,7	31,7	30,1	37,4	39,8

Circunferência à Altura do Peito (CAP) (cm)	**Parcela Sul**					
	Azinheira		**Sobreiro**		**Pinheiro manso**	
	2018	**2021**	**2018**	**2021**	**2018**	**2021**
Mínimo	14,5	17,0	14,0	22,0	26,0	37,5
Máximo	100,0	91,0	237,0	181,0	194,0	204,0
Média	43,5	45,6	82,4	78,7	108,8	120,6
Desvio Padrão	19,1	17,1	28,5	26,2	54,2	51,2

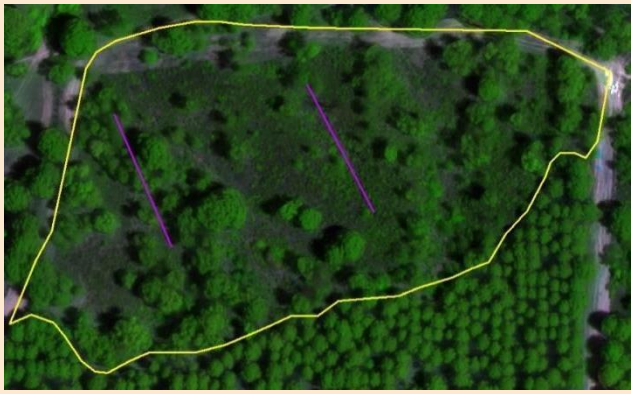
Circunferência à Altura do Peito (CAP) (cm)	**Parcela Norte**		**Parcela Sul**	
	2018	**2021**	**2018**	**2021**
Mínimo	13,0	15,5	14,0	17,0
Máximo	160,0	172,7	237,0	204,0
Média	79,3	81,2	80,0	77,6
Desvio Padrão	33,8	33,7	32,4	30,6
Nº de árvores/ha	102	123	182	203

As duas parcelas podem ser consideradas povoamentos de sobreiro puros, visto que esta espécie representa mais de 75% do coberto arbóreo. O valor de referência para a biomassa neste caso é de 43,8 ton/ha (ICNF, 2019), sendo que na parcela Norte a biomassa está ligeiramente abaixo, mas na parcela Sul está muito acima para os dois momentos de estudo. Este valor mais elevado na parcela Sul pode ser explicado em parte pelo bom estado sanitário e vitalidade das árvores, em comparação com a parcela Norte. Nesta última existem algumas clareiras e muitas árvores estão decrépitas e com sinais de doença. Ainda assim, a biomassa dos sobreiros na parcela Norte regista um acréscimo entre 2018 e 2021, que acompanha o aumento do número de árvores registadas. Na parcela Sul a biomassa dos sobreiros diminui ligeiramente entre os dois momentos de medição, o que pode ser explicado pela extração de cortiça em 2021.
Em relação às pastagens, não se instalaram nestas parcelas gaiolas de exclusão pois não existe pastoreio. A amostragem para determinação da biomassa das pastagens foi aleatória. Em 2018 não existiu crescimento herbáceo, mas em 2021 a biomassa das pastagens já está dentro do intervalo de valores de referência, entre 3 e 9 ton/ha (Crespo, 2006; Freixial, 2019).

Ver Anexo 03. 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



Transectos na sub-área Norte.

Transectos na sub-área Sul.

Área amostrada (ha): 1.73 (Norte) + 1.47 (Sul) = 3.2

Data do trabalho de campo:
1ª monitorização: 17/07/2018; 03/09/2018
2ª monitorização: 24, 26/05/2021; 28/09/2021; 14/10/2021

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 genenralistas	Habitats de transição	Agrícolas	Outras
CAB1	9.5	1.7	11	3	7	1	0	0
CAB2			8	2	5	1	0	0
CAB3			8	3	4	1	0	0
CAB4			11	2	4	3	1	1
Total			**19**	**4**	**9**	**4**	**1**	**1**

2021								
Amostras	Riqueza média	DP	Riqueza total	Florestais especialistas	Florestais genenralistas	Habitats de transição	Agrícolas	Outras
CAB1	11.8	1.5	11	4	4	2	0	1
CAB2			10	3	5	2	0	0
CAB3			13	3	7	2	1	0
CAB4			13	2	9	1	1	0
Total			**20**	**5**	**10**	**2**	**2**	**1**

Plantas e pastagens: lista de plantas anuais e pastagens no Anexo 04

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-húmido.
Potencial climático: *Aro neglecti-Querco suberis sigmetum*

Regeneração de árvores:

Transecto (coberto arbóreo)	Classe (cm)	Número de plantas (Norte)		Número de plantas (Sul)	
		2018	2021	2018	2021
Clareira / Aberto	<= 10	0	0	194	345
	10-30	0	0	0	37
	> 30	0	0	6	1
Denso	<= 10	29	96	180	302
	10-30	7	18	88	108
	> 30	8	10	32	48

Índice de vulnerabilidade*:

Índices considerados	Classe (Parcela Norte)		Classe (Parcela Sul)	
	2018	2021	2018	2021
Risco de erosão	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo	Muito baixo
Estabilidade do grau de cobertura	Redução 0-30%	Aumento 0-30%	Redução 0-30%	Aumento >= 30%

Estrutura etária	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular
Índice de vulnerabilidade*	**2**	**1**	**2**	**1**

*1 menos vulnerável a 4 mais vulnerável

Quanto ao estudo das aves, a elevada densidade de árvores destas áreas é realçada pela riqueza de espécies, especialmente das florestais, e pelo número mais baixo de espécies de agrícolas e de orla, indicando o carácter do povoamento mais próximo de uma floresta do que de um montado.

Relativamente às plantas e pastagens, em 2018 foram identificados neste local 30 táxones. A reduzida diversidade florística observada, nesta área, está associada ao abandono do agrossistema montado. Tal facto, deve-se essencialmente à elevada cobertura de arbustos, sobretudo heliófilos, a que certamente não são alheias as reduzidas intervenções realizadas nesta Mata. Contudo, o inventário realizado no ano de 2021 permitiu reconhecer 41 plantas. Efetivamente, esta charneca possui reduzido interesse para o pastoreio de herbívoros, mas elevado interesse apícola. De futuro sugere-se o controlo de matos heliófilos, bem como a conservação e valorização dos matos de caracter florestal, como são exemplo *Arbutus unedo, Pistacia lentiscus, Myrtus communis*, *Quercus coccifera,* entre outros. Este é um bom exemplo para servir de modelo à recuperação de habitats boscosos dominados por sobreiros, uma vez que já possui um cortejo de arbustos pré-florestais significativos.
Não existem mobilizações de terreno (exceto no que respeita à obrigatoriedade quanto às faixas de gestão de combustível) nem pastoreio de gado doméstico ou outras práticas culturais. As limpezas de mato são efetuadas com corta-mato ou moto-roçadoras manuais, com o intuito de proteger a vegetação que ocupa patamares mais avançados da sucessão ecológica. Isto é bem evidenciado pela regeneração natural que aumentou significativamente entre as duas monitorizações. É sem dúvida a área do projeto com mais regeneração natural de quercíneas.
Quanto ao índice de vulnerabilidade, apresenta uma redução entre os dois momentos de medição e para as duas sub-parcelas. O índice de estrutura é elevado, o que indica uma estrutura irregular, com muitos elementos jovens. O índice de estabilidade da copa é também elevado, indicando um copado denso. O motivo pelo qual a parcela Norte apresenta um valor de índice de estabilidade mais baixo que o da parcela Sul prende-se com uma taxa de mortalidade mais elevada e maior degradação.

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. Nesta área foram monitorizadas duas parcelas que se designaram parcela norte e parcela sul e ambas são povoamentos puros de sobreiro com azinheira e pinheiro manso.

As medidas de gestão implementadas foram a limpeza de matos com corta-matos, podas de sobreiros e azinheiras e dispersão de esporos e micélio para promover o crescimento de cogumelos.

Os solos são muito profundos com um teor médio de carbono orgânico e sem sinais de compactação até 30 cm. Quanto à sua composição química, são moderadamente ácidos com níveis muito baixos de fósforo, níveis elevados a médios de potássio, níveis elevados de toxicidade do ferro, mas níveis baixos de outros elementos tóxicos. As principais alterações observadas no solo entre as duas monitorizações foram o aumento da manta morta, especialmente sob as copas, e um ligeiro aumento do SOC e do C-stock, especialmente em áreas abertas, em parte devido ao aumento de POMC.

Na parcela norte a biomassa está ligeiramente abaixo do valor de referência, mas na parcela sul está muito acima para os dois momentos de estudo. Na parcela sul as árvores apresentam um bom estado sanitário enquanto que na parcela norte algumas árvores estão decrépitas e com sinais de doença. Ainda assim, a biomassa dos sobreiros na parcela norte regista um acréscimo entre 2018 e 2021, que acompanha o aumento do número de árvores. Na parcela sul a biomassa dos sobreiros diminuiu ligeiramente entre os dois momentos de medição, o que pode ser explicado pela extração de cortiça em 2021. A biomassa total regista, no entanto, um aumento entre as duas medições. A gestão implementada pode ter contribuído para o incremento anual de carbono, que ocorreu nas duas parcelas, mas foi bastante mais alto na parcela Norte embora o valor total de carbono por hectare na parcela sul seja muito superior.

Relativamente às pastagens, em 2018 não existiu crescimento herbáceo, mas em 2021 a biomassa das pastagens já está dentro do intervalo de valores de referência.

Quanto ao estudo das aves, a elevada densidade de árvores destas áreas é realçada pela riqueza de espécies, especialmente das florestais, e pelo número mais baixo de espécies agrícolas e de orla, indicando o caráter do povoamento mais próximo de uma floresta do que de um montado.

A reduzida diversidade florística nesta área está associada ao abandono do agrossistema montado. Contudo, o inventário realizado no ano de 2021 permitiu reconhecer um maior número de plantas. Este é um bom exemplo para servir de modelo à recuperação de habitats boscosos dominados por sobreiros, uma vez que já possui um cortejo de arbustos pré-florestais significativos. Não existem mobilizações de terreno (exceto no que respeita à obrigatoriedade quanto às faixas de gestão de combustível), nem pastoreio de gado doméstico ou outras práticas culturais. As medidas de gestão relacionadas com limpezas de mato, que foram efetuadas com corta-mato ou moto-roçadoras manuais, protegeram a vegetação que ocupa patamares mais avançados da sucessão ecológica, o que é bem evidenciado pela regeneração natural que aumentou significativamente entre as duas monitorizações. Esta é, sem dúvida, a área do projeto com mais regeneração natural de quercíneas.

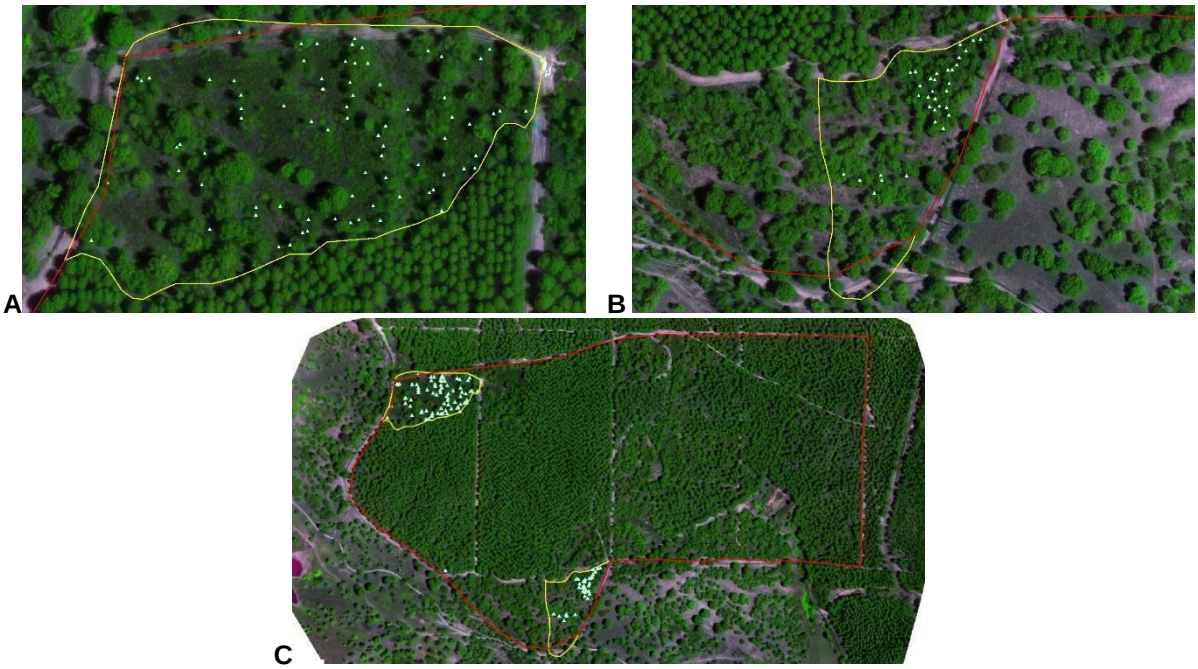
Não houve deteção da presença de espécies de *Phytophthora* nesta área de estudo. Os valores do tamanho da população natural rizobiana foram muito baixos ou quase nulos, o que pode ser atribuído à não exploração de gado e consequentemente à ausência de pastagens com leguminosas.

Salienta-se que as ações de gestão adotadas têm impactos de longo prazo que ainda não é possível observar objetivamente.

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.



Verificação de árvores mortas dentro da área de estudo (assinalado com triângulos brancos): A – Sub-área Norte e B – Sub-área Sul. Extensão do estudo a toda a propriedade - C.

Mais informações em: L8 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).

Á Mata Nacional de Cabeção foi atribuído um valor de 7 indicando que a gestão florestal atual é bem conduzida mas podem ser implementadas melhorias que visem a produção de cogumelos.

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: L8 - Estratégias de gestão micosilvícola, versão em inglês.

ANEXOS

Anexo 01. Caracterização analítica do solo

Table A08.S1 – Soil basic constituents: soil texture, soil organic carbon and bulk density.

Layer	Soil texture																		
	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	2	740	39	210	30	950	9	20	8	30	1	S	2	13.2	7.4	2	1.15	0.1
5-15	2	2	730	21	220	13	950	7	18	3	32	5	S	2	7.9	1.6	2	1.36	0.2
15-30	2	2	730	12	211	4	940	16	14	4	46	13	S	2	3.3	0.2	2	1.47	0.2

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 A08.S2 – Chemical characterization: exchangeable cations (non-acid cations) and cations exchange capacity.

Layer	Exchangeable cations (non-acid)																							
	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	m	s	m	s	m	s
(cm)	---------- cmol(+) kg^{-1} ----------															--- % ---				---- % ----		--- % ---			
0-5	2	1.9	1.6	0.5	0.2	0.5	0.1	0.1	0.0	5.8	2.2	3.0	1.9	48.5	14	3.3	1.8	1.4	0.2	10.2	0.2				
5-15	2	1.4	0.4	0.5	0.2	0.5	0.1	0.1	0.0	4.6	0.0	2.5	0.6	52.8	13	2.6	0.3	1.5	0.2	13.0	5.0				
15-30	2	1.3	0.0	0.9	0.7	0.5	0.0	0.1	0.0	4.3	1.1	2.8	0.7	64	1	2.2	1.7	1.9	0.1	20.6	11.6				

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 A08.S3 – Chemical characterization: pH, extractable macro and micronutrients.

Layer		pH				Macronutrients				Micronutrients							
		H_2O		KCl		P_2O_5		K_2O		Fe		Mn		Cu		Zn	
	n	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s	m	s
(cm)						---------- mg kg^{-1} ----------											
0-5	2	5.8	0.4	4.7	0.4	7.4	6.4	112	42	100	30	51.5	13.4	0.4	0.6	0.9	0.3
5-15	2	5.9	0.4	4.8	0.1	3.5	2.2	73	13	78	19	29.5	2.1	<0.1	0.0	0.5	0.1
15-30	2	5.8	0.4	4.3	0.6	5.4	4.5	74	17	36	10	11.2	10.8	<0.1	0.0	0.5	0.0

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 P_2O_5) and potassium (expressed as K_2O); 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**	**2018**			**2021**		
		(cm)	n	m	s	n	m	s
Manta morta	kg m^{-2}	(LL)	8	0.85	0.10	8	1.59	0.14
Agreg.: GMD	mm	0-5	8	0.35	0.09	8	1.99	0.30
Agreg.: FWSA	(0-1)	0-5	8	0.84	0.07	8	0.96	0.00
Massa vol.	g cm^{-3}	0-5	16	1.18	0.02	16	1.30	0.04
Log(ks)	mm h^{-1}	0-5	16	3.15	0.20	16	2.77	0.10
SOC	g kg^{-1}	0-30	8	7.39	1.09	8	8.69	0.99
C-stock	ton ha^{-1}	0-30	8	27.0	3.2	8	33.6	3.8
POM-C	g kg^{-1}	0-30	8	2.4	0.4	8	3.4	0.7
POX-C	mg kg^{-1}	0-30	8	288	13	8	202	38
pH(H2O)	-	0-30	8	5.5	0.2	8	5.1	0.1
pH(KCl)	-	0-30	8	4.4	0.2	8	4.4	0.1

Legenda:

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

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 20ºC.

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	2018		2021	
		(cm)	OA	BC	OA	BC
Manta morta	kg m^{-2}	(LL)	0.52	1.91	1.14	2.69
Agreg.: GMD	mm	0-5	0.26	0.63	1.72	2.64
Agreg.: FWSA	(0-1)	0-5	0.81	0.91	0.97	0.95
Massa vol.	g cm^{-3}	0-5	1.24	1.00	1.32	1.24
Log(ks)	mm h^{-1}	0-5	3.04	3.52	2.85	2.57
SOC	g kg^{-1}	0-30	6.30	10.80	7.80	10.90
C-stock	ton ha^{-1}	0-30	24.0	36.4	30.3	41.5
POM-C	g kg^{-1}	0-30	1.9	4.0	2.7	4.9
POX-C	mg kg^{-1}	0-30	270	348	175	269
pH(H2O)	-	0-30	5.6	5.2	5.2	5.0
pH(KCl)	-	0-30	4.4	4.1	4.5	4.2

Legenda:

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

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 20ºC.

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.

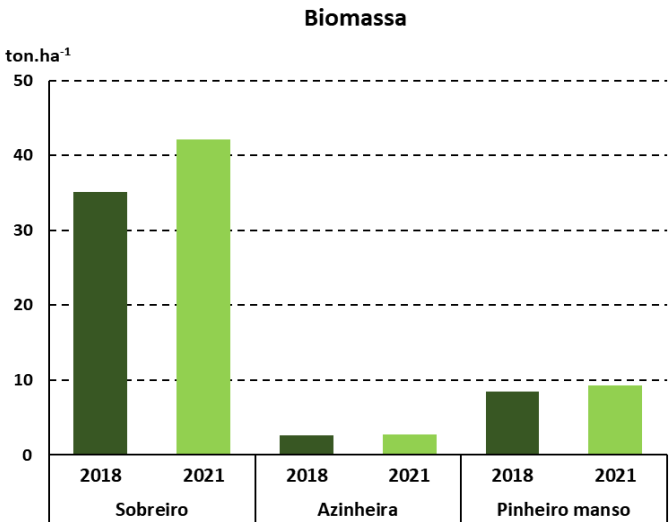
POX-C – Carbono da matéria orgânica oxidável pelo permanganato.

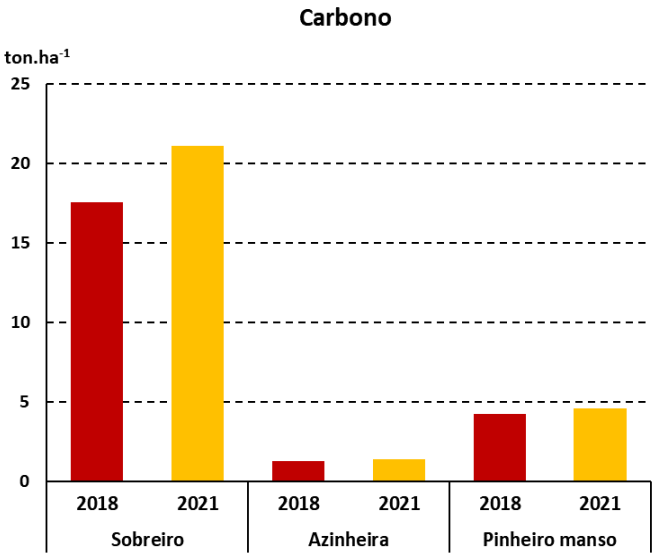
pH (H2O) – pH do solo medido numa suspensão em água (1:2.5).

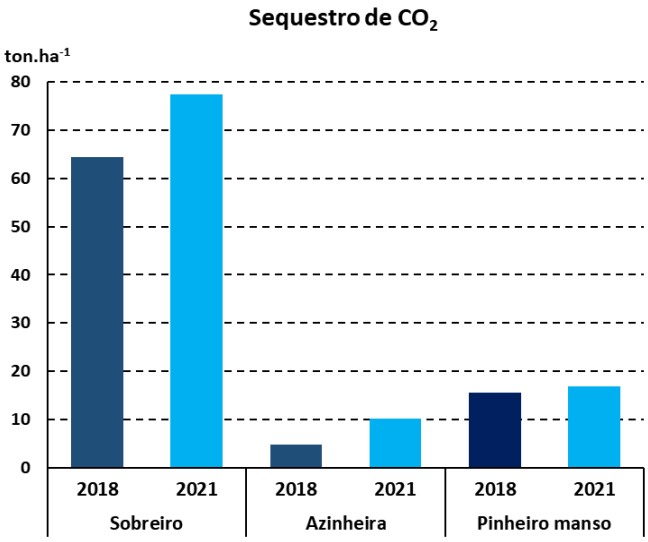
pH (KCl) – pH do solo medido numa solução 1M KCl (1:2.5).

Anexo 03. Resultados de biomassa e carbono *ex ante*

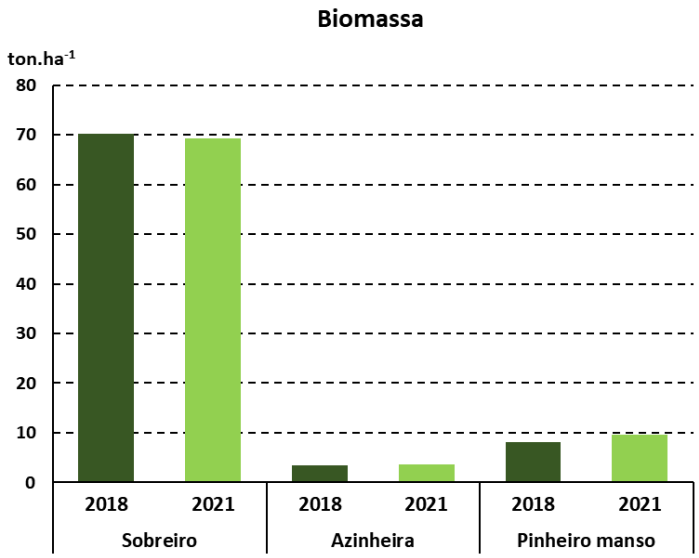
Parcela Norte
Biomassa, carbono e sequestro de CO_2 das árvores nos dois momentos de amostragem (2018 e 2021).

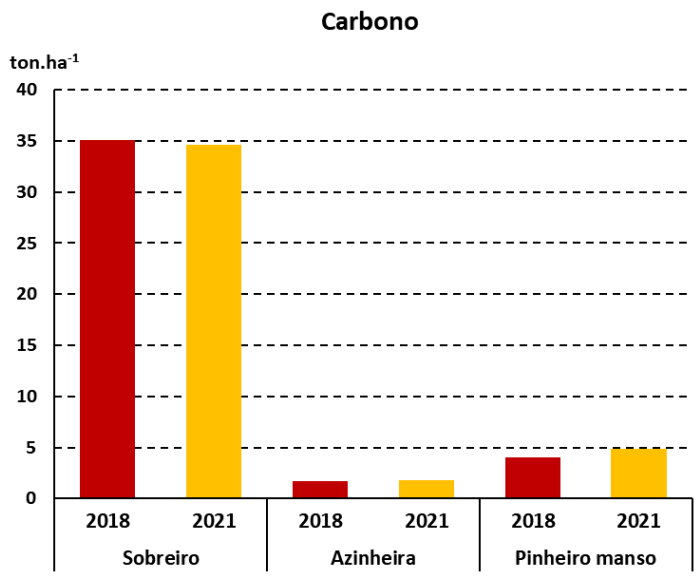


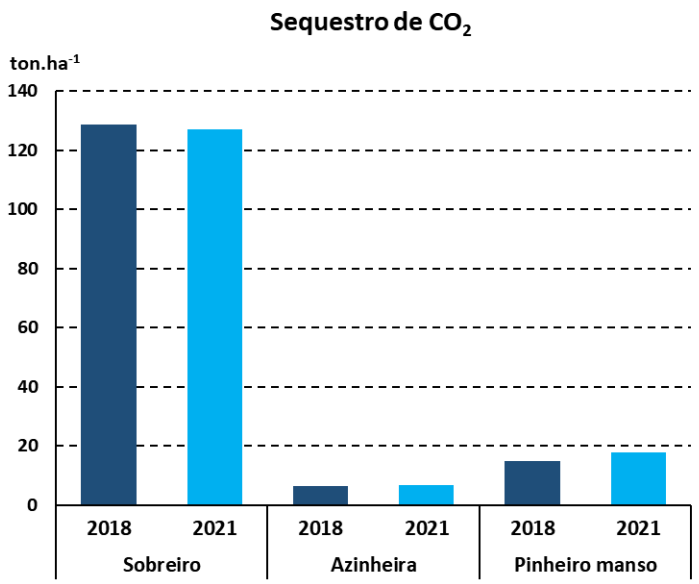




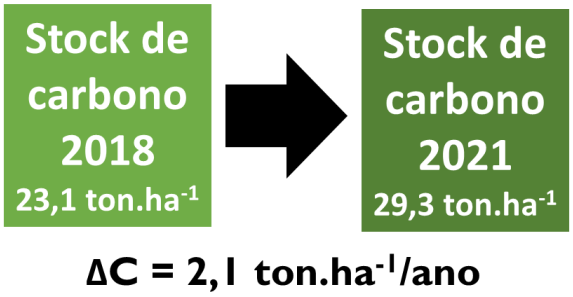
Parcela Sul
Biomassa, carbono e sequestro de CO_2 das árvores nos dois momentos de amostragem (2018 e 2021).



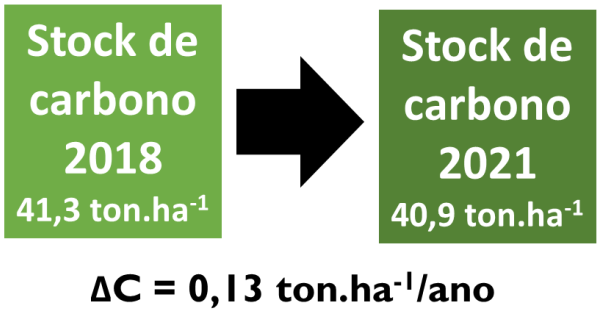



Sequestro de CO_2
ton.ha^{-1}
140
120
100
80
60
40
20
0
2018
2021
2018
2021
2018
2021
Sobreiro
Azinheira
Pinheiro manso

Parcela Norte
Balanço de carbono 2018/2021 para as árvores, calculado com o método stock-difference approach (Angelsen, 2008[1]).



Parcela Sul
Balanço de carbono 2018/2021 para as árvores, calculado com o método stock-difference approach (Angelsen, 2008[1]).



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

Anexo 04. Resultados de diversidade de plantas e pastagens

Lista de espécies e respetivos coeficientes de abundância-dominância*

Ano	**2018**	**2021**
Superfície (m²)	80	80
Altitude (m)	115	115
Coberto vegetal (%)	80	80
Altura média (m)	1,5	1
Declive (%)	7	7
Exposição	N	N
Nº de táxones	30	41
Plantas		
Arbutus unedo L.	+	1
Arrhenatherum album (Vahl) W.D. Clayton	.	+
Asparagus acutifolius L.	+	+
Asparagus aphyllus L.	1	1
Asphodelus aestivus Brot.	1	+
Briza maxima L.	.	2
Bromus hordeaceus L.	.	+
Calluna vulgaris (L.) Hull.	1	1
Carlina corymbosa L.	+	+
Cistus crispus L.	+	+
Cistus ladanifer L.	1	1
Cistus salviifolius L.	2	2
Daphne gnidium L.	+	+
Erica arborea L.	+	+
Erophaca baetica (L.) Boiss.	.	+
Gladiolus illyricus Koch	.	+
Genista triacanthos Brot.	1	+

Iberis procumbens Lange	.	+
Jasione montana L.	.	+
Halimium calycinum (L.) K. Koch	.	+
Lavandula luisieri (Rozeira) Rivas Mart.	+	2
Lavandula sampaioana (Rozeira) Rivas Mart., T.E. Díaz & Fern. Gonz. subsp. *lusitanica* (Chatyor) Rivas Mart, T.E. Díaz & Fern. Gonz.	2	2
Lithodora lusitanica (Samp.) Holub.	+	+
Mercurialis elliptica Poir. in Lam.	1	1
Muscari comosum (L.) Mill.	+	+
Myrtus communis L.	+	+
Orobanche sp.	+	+
Phillyrea angustifolia L.	+	+
Pimpinella villosa Schousb.	+	+
Pinus pinea L.	+	+
Pistacia lentiscus L.	+	+
Pyrus bourgaeana Decne	+	+
Quercus coccifera L.	.	+
Quercus rotundifolia Lam.	1	+
Quercus suber L.	1	1
Rosmarinus officinalis L.	2	2
Rubia peregrina L.	.	+
Stauracanthus genistoides (Brot.) Samp.	1	+
Tuberaria guttata (L.) Fourr.	.	+
Ulex airensis Espírito Santo, Cubas, Lousã, C. Pardo & J.C. Costa	3	2
Urginea maritima (L.) Baker	+	+

***** + = 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.