

A red squirrel with a white belly is climbing a tree trunk. The squirrel is looking towards the camera. The background is a soft, out-of-focus green.

ECOPIÑE

Síntese do conhecimento
sobre biodiversidade
em pinhal-bravo

Promoção:

centro  PINUS

Conteúdo

Preâmbulo	2
1. Pinheiro-bravo – uma espécie, várias florestas	3
2. A Biodiversidade do Pinhal - para além do pinheiro-bravo	5
2.1 Plantas Superiores	5
2.2 Musgos, líquenes e fungos	8
2.3 Invertebrados	11
2.4 Vertebrados	13
2.4.1 Anfíbios e répteis	13
2.4.2 Aves	14
2.4.3 Mamíferos	16
3. Opções e modelos de gestão – como proteger e promover a biodiversidade em pinhais?	17
4. O que ainda falta saber – lacunas de conhecimento	22
5. Metodologia de pesquisa bibliográfica	23
Bibliografia consultada	24
Recursos <i>Online</i>	28

Autoras: Paula Maia e Diana Rodrigues

Coordenação e revisão: Susana Carneiro (Centro PINUS)

ISBN 978-989-53530-2-6

Créditos da imagem de capa: Paulo Abrantes

A pesquisa bibliográfica e aquisição de imagens constantes neste documento foram financiados pelo Centro PINUS e parcialmente apoiadas pelo projeto SusPiRe (PTDC/ASP-SIL/30983/2017), financiado pela FCT|MCTES.

Preâmbulo

Este trabalho é uma síntese do conhecimento sobre biodiversidade em pinhais, com base em obras publicadas, relatórios técnicos, trabalhos académicos e artigos científicos disponíveis ao público. Não pretende ser um guia de biodiversidade nem um elenco de espécies, mas sim um resumo do conhecimento científico à data, nomeadamente no que se refere às características destas florestas que melhor se coadunam com a presença de determinados grupos taxonómicos ou funcionais. Assim, este trabalho destina-se sobretudo a gestores de pinhais, pretendendo ser um recurso de apoio na caracterização da biodiversidade presente em povoamentos de pinheiro-bravo, assinalando algumas das espécies mais conhecidas ou emblemáticas dos pinhais de Portugal Continental. Pretende também, contribuir para uma crescente adaptação na gestão florestal, realçando que a tomada de decisões específicas na gestão florestal é preponderante para a criação de condições que permitam a compatibilidade entre a sustentabilidade económica da exploração florestal e a manutenção e conservação da biodiversidade.

Assim, após uma breve consideração sobre a diversidade dos pinhais de pinheiro-bravo, no território continental (Cap. 1), é feita uma apresentação sobre os mais reconhecíveis grupos taxonómicos representados nas florestas de pinheiro-bravo (Cap. 2). Nesta apresentação, genérica, é assinalada a relação entre estes grupos e as condições ambientais presentes nos pinhais, sugerindo algumas medidas de gestão beneficiadoras para a sua conservação. Seguidamente, é apresentado um resumo sobre aspetos da gestão florestal para a promoção das condições favoráveis aos vários grupos biológicos abordados, dentro de uma lógica de silvicultura multifuncional (Cap. 3). Termina esta análise, com um levantamento de lacunas de conhecimento, de forma a realçar os tópicos sobre os quais se considera que os estudos futuros se devem debruçar (Cap. 4).

1. Pinheiro-bravo – uma espécie, várias florestas

Os ecossistemas florestais fornecem muitos dos serviços do ecossistema fundamentais; para além de suprir necessidades básicas da população humana, afetam a sua segurança física e económica, desempenhando um papel crucial na conservação da biodiversidade e dos serviços de ecossistemas a nível global.

Estima-se que 45% da biodiversidade portuguesa está associada aos ecossistemas florestais o que revela o papel preponderante das florestas, no cumprimento de objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS 2030). Representando um universo de mais de 700 000 ha de floresta, sendo a terceira maior formação florestal de Portugal Continental, o pinhal de pinheiro-bravo reveste-se da maior importância a nível ecológico e territorial.

O pinheiro-bravo é uma espécie nativa em Portugal, com características ecológicas que lhe permitem colonizar uma variedade de ambientes, desde o litoral ao interior do território continental. Sendo considerada uma espécie pioneira, está adaptado à colonização de áreas com solos pobres, como é o caso das dunas litorais, ou solos degradados e superficiais, em ambiente montanhoso.

Assim, na sua área de mais de 700 000 ha de ocupação em Portugal Continental, os povoamentos de pinheiro-bravo abrangem uma expressiva amplitude biogeográfica e variedade de tipologias, estando representados em 19% das áreas que integram a Rede Natura 2000 e em 27% do território incluído em áreas da Rede Nacional de Áreas Protegidas.

De acordo com o 6º Inventário Florestal Nacional (IFN6) verifica-se uma grande fragmentação da sua expressão territorial: apenas 11% da sua área se refere a manchas com mais de 50 ha de extensão, sendo que a maioria da sua ocupação (69%) está pulverizada em povoamentos com menos de 10 ha. Vários dados do IFN6 sugerem que muitos dos pinhais não se enquadram na tipologia dos povoamentos dedicados à produção de madeira, que tipicamente são equiétricos e puros. Na realidade, a maioria dos povoamentos (63%) são irregulares, ou seja, têm presença de árvores de várias classes de idade, em 52% dos pinhais ocorre mais do que uma espécie arbórea e em 31% da área da espécie ocorre regeneração natural de carvalho-alvarinho, entre outras espécies autóctones. Muitos pinhais também apresentam uma densidade de árvores muito inferior à que seria recomendada do ponto de vista da produção madeireira; 31% dos povoamentos têm menos de 50% de coberto arbóreo. Estes indicadores decorrem sobretudo do facto de, na maioria dos pinhais privados, praticamente não ocorrerem intervenções de gestão florestal, exceto pontuais cortes de árvores. Assim, muitos pinhais em Portugal aproximam-se mais do conceito de floresta semi-natural do que de plantações.

Em Portugal é comum a gestão do pinhal aproveitando a regeneração natural e a gestão florestal dos povoamentos é geralmente pouco intensiva. As práticas culturais com impactos potenciais mais

relevantes para a biodiversidade são, na fase de instalação: preparação do terreno e controlo de vegetação espontânea total; ao longo do ciclo de produção: eventuais controlos de vegetação ou fogo controlado; corte raso no final do ciclo. O facto de a maioria das propriedades privadas serem de pequena dimensão e fragmentadas tende a limitar os potenciais impactos negativos descritos. A utilização de produtos fitofarmacêuticos não é uma prática comum.

As implicações que esta expressão territorial e práticas de gestão têm para a biodiversidade não são lineares. Por um lado, a elevada percentagem de pinhais com baixa intensidade de gestão, que se traduzem em povoamentos irregulares em termos de idades e alturas (63%) pode implicar uma maior biodiversidade pela presença de outras espécies arbóreas e arbustivas autóctones. Também é verdade que a falta de gestão pode levar a problemas ecológicos, como a presença de espécies lenhosas invasoras, com impactos negativos na biodiversidade e nas funções dos ecossistemas.

Por outro lado, o contexto biogeográfico condiciona a composição das comunidades que estarão presentes ao longo dos pinhais que ocupam o território nacional, não sendo de esperar encontrar comunidades comparáveis desde o litoral ao interior do país.

Com este trabalho, pretendemos dar a conhecer alguns exemplos das espécies possíveis de ser encontradas em pinhais e, sobretudo, contribuir para o reconhecimento de características do povoamento, quer da sua estrutura ou elementos topográficos a preservar, que podem ser utilizadas para conservar e beneficiar a biodiversidade.

Na base destas recomendações está o reconhecimento de que a variabilidade associada aos pinhais, desde o contexto biogeográfico em que se inserem, às diferentes tipologias de povoamento, associadas a diferentes intensidades de gestão, proporcionam condições para muitas espécies de flora e fauna. Existe muito potencial, ainda pouco explorado, para aliar a conservação e promoção da biodiversidade à gestão com vista à produção de madeira e produtos não lenhosos de pinho.

2. A Biodiversidade do Pinhal - para além do pinheiro-bravo

Vários estudos, efetuados ao longo de décadas, concluem que a avaliação das funções das plantações florestais, como albergues e promotoras de biodiversidade, não pode ser isolada do contexto biogeográfico, climático e dos gradientes ambientais, bióticos e abióticos presentes.

Enquanto a composição das comunidades é altamente dependente do contexto biogeográfico, aqui simplificado com a dicotomia Pinhal Litoral – Pinhal Interior, a biodiversidade nas plantações florestais geridas de forma ativa não tem de ser obrigatoriamente mais baixa do que em florestas naturais. Nesta secção, fazemos referência a algumas características ambientais associadas com a presença de determinados grupos taxonómicos.

2.1 Plantas Superiores

A variedade da composição florística em pinhal é sobretudo condicionada pelas condições climáticas, edáficas e topográficas, que definem a área biogeográfica. Sendo o pinhal um sistema não frequentemente associado a uma gestão intensiva do sub coberto, sobretudo com recurso a mobilização do solo, é possível observar, em pinhal bravo, uma elevada diversidade de flora, em alguns casos com elevado interesse de conservação.

Nos pinhais do interior é frequente observar, ao nível de espécies arbustivas:

- Urzes e torga - família Ericaceae - *Erica australis*, *Erica arborea*, *Daboecia cantabrica*
- Giestas e tojos - família Fabaceae - *Cytisus grandifolius*, *Genista tridentata* (carqueja) *Genista falcata* (giestas), *Ulex europaeus*, *Ulex minor* (tojos);
- Trovisco, família Thymelaeaceae – (*Daphne gnidium*)
- Gilbardeira, família Asparagaceae- *Ruscus aculeatus*.
- Estevas e sargaços – família Cistaceae – *Cistus ladanifer*, *Cistus salvifolius*
- Rosmaninho – família Lamiaceae – *Lavandula stoechas*

Ao nível do estrato arbóreo, estão frequentemente presentes o medronheiro (*Arbutus unedo*), loureiro (*Laurus nobilis*), carvalho-alvarinho (*Quercus robur*), entre outras, dependendo das condições e da região.



Figura 1 - *Erica australis* (urze), *Arbutus unedo* (medronheiro), *Ulex europaeus* (tojo).

De entre estas espécies, é de salientar o importante papel melífero das espécies do género *Erica* e o seu uso para fins medicinais. Também o medronheiro, pelo potencial uso dos seus frutos possui um valor comercial interessante, uma vez que pode ser consumido cru, sendo rico em antioxidantes, como também pode ser convertido em diversos subprodutos como licores e geleias. Possui ainda diversos usos medicinais como anti séptico, hipotensor e antimicrobiano. Também esta é uma espécie de elevada relevância ecológica, uma vez que as suas flores são uma grande fonte de néctar e pólen para os insetos e os seus frutos servem de alimento para diversas aves. Os tojos, bem como as demais leguminosas, desempenham um papel importante como fixadores de azoto no solo.

Nos pinhais costeiros, no estrato arbustivo podemos encontrar espécies características destes ambientes, como a camarinha (*Corema album*), *Scirpoides holoschoenus* nas imediações de massas de água doce, *Stauracanthus genistoides*, sobretudo em formações de copa aberta; perpétuas-das-areias (*Helichrysum italicum* subsp. *picardii*,) e outras espécies características de zonas arenosas e sistemas dunares.



Figura 2- *Corema album* (camarinha), *Lavandula stoechas* (rosmaninho), *Cistus ladanifer* (esteva).

No estrato arbóreo, os salgueiros *Salix* sp; o samouco *Myrica faya* e os loureiros *Laurus nobilis* marcam presença ao longo de toda a costa.

É de ressaltar o papel ecológico e económico da camarinha que, para além de servir como alimento a diversas espécies de fauna, pode ser introduzida como um novo produto no mercado dos pequenos frutos, das espécies do género *Lavandula* pelo seu interesse como melíferas, uma vez que o seu néctar constitui uma importante fonte de alimento para os polinizadores, incluindo abelhas domésticas.

Para além disto, uma maior diversidade de arbustos e herbáceas fornece uma maior variedade de nutrientes disponíveis para o desenvolvimento do povoamento, como por exemplo uma maior disponibilidade de potássio, que contribui para a resistência à seca e uma melhor gestão da água e promoção de associações micorrízicas que contribuem para uma melhor utilização dos nutrientes presentes no solo.

Nem toda a diversidade vegetal do pinhal é bem-vinda; no pinhal também podem existir espécies de flora invasoras, como é aliás, a regra em todos os tipos florestais. As espécies do género *Acacia* são uma das maiores ameaças para as florestas de pinho, devido à sua elevada capacidade de dispersão, abundância e longevidade do banco de sementes e elevada capacidade de regeneração vegetativa de muitas das suas espécies. Desde os pinhais costeiros aos pinhais interiores, há neste género botânico, exótico em Portugal, representantes para todas as regiões bioclimáticas. Os elevados níveis de invasão resultantes promovem alterações no ecossistema a nível do ciclo da água, ciclo de nutrientes e luz, o que amplifica a sua capacidade de competição com a flora nativa. Outras espécies

de plantas invasoras que afetam os pinhais são, frequentemente a háquea-picante, *Hakea sericea* e o chorão-das-areias (*Carpobrotus edulis*), este último a nível do estrato herbáceo de pinhais costeiros.



Figura 3 - Pinhal costeiro, recentemente ardido, em processo de (re)invasão por *Acacia longifolia*.

2.2 Musgos, líquenes e fungos

Existe uma lacuna de conhecimento sobre a diversidade de musgos e líquenes nas florestas de pinho, em Portugal – como aliás, existe no geral. Estes organismos são de difícil identificação e, dentro da comunidade científica, são poucos os especialistas nestes grupos taxonómicos.

Os líquenes são um grupo biológico muito importante nos ecossistemas florestais e são uma parte significativa da diversidade florestal. Estes constituem uma importante fonte de recursos para outros organismos que usam os líquenes, quer como alimento, quer como habitat, favorecendo assim a abundância de outros grupos como os invertebrados ou aves. Para além disso, os líquenes são uma parte crucial do funcionamento do ecossistema florestal, uma vez que contribuem para o ciclo de nutrientes e de água. Para os pinheiros são associadas espécies de líquenes como *Hypotrachyna revoluta*, *Flavoparmelia caperata*, *Hypogymnia physodes* e *Usnea* sp.. A idade do povoamento é um

fator que favorece a presença e diversidade de líquenes, sendo que povoamentos mais antigos apresentam melhores condições para o seu estabelecimento. A “crosta biológica” do solo, frequentemente constituída por filmes biológicos compostos de algas, mas também por líquenes e musgos, tem um grande impacto nas comunidades microbianas do solo, com um importante papel a desempenhar na proteção contra a erosão do solo e mitigação contra os efeitos das alterações climáticas.



Figura 4 – Pinhal, com presença notória de líquenes nos troncos das árvores.

Quanto aos fungos, estes são motores essenciais dos processos biológicos do solo nos ecossistemas florestais e as suas funções incluem a assimilação e libertação de nutrientes, contribuindo para a dinâmica do carbono orgânico no solo, e assim para o crescimento das florestas. Uma maior diversidade de fungos aumenta a decomposição da matéria orgânica, resultando em maior fertilização do solo, apoiando uma comunidade lenhosa mais diversificada. Os ecossistemas florestais de pinho são favoráveis para o desenvolvimento de fungos de superfície como também de comunidades micorrízicas que facilmente se estabelecem em pinhal, aumentando assim a qualidade e estabilidade do solo. É de salientar a importância dos *Boletus* spp e *Lactarius* spp, que abrem oportunidade para um rendimento extra das produções de pinheiro-bravo, como a importante colheita de míscolo nos pinhais de várias regiões do país. Neste grupo taxonómico podemos encontrar algumas espécies intimamente ligadas aos pinhais, pela sua relação simbiótica com o pinheiro-bravo.

Um dos melhores exemplos são as sanchas ou pinheiras (*Lactarius deliciosus*), espécie de cogumelo comestível, muito apreciada.

A localização geográfica dos pinhais é relevante para a diversidade de líquenes e fungos aí presentes:

- Nos pinhais interiores são encontrados frequentemente os líquenes como *Cladonia sp* e os fungos *Mycena pura*; *Amanita caesarea*; *Boletus edulis*; *Boletus aereus*; *Lactarius deliciosus*; *Collybia sp* e *Tricholoma equestre*.
- Nos pinhais costeiros também são encontrados os líquenes *Cladonia sp* e os fungos *Tricholoma flavovirens*; *Amanita gennata*; *Amanita muscaria*; *Boletus edulis*; *Laccaria laccata*; *Lactarius deliciosus*; *Corpinus sp*; *Russula sp*; *Mycena sp*.



Figura 5 - a) *Aneura mirabilis* por César Garcia; b) *Cladonia sp.* por Diana Rodrigues; c) *Gymnophilos sp.* Por Diana Rodrigues; d) e e) *Amanita sp.* por Diana Rodrigues.



Figura 6 –O solo “atapetado” de caruma é colonizado por líquenes e musgos. A sua presença é favorável à germinação de jovens pinheiros.

2.3 Invertebrados

Existem poucos registos da diversidade de invertebrados em pinhal, mas sabe-se que este tipo de floresta pode fornecer uma variada gama de *habitats* e recursos para estes organismos. Havendo uma variedade de invertebrados a registar em pinhais, desde nemátodos do solo, anelídeos, moluscos e aracnídeos, o grupo dos insetos merece uma especial atenção.



Figura 7 – Os indícios de presença de invertebrados são frequentes, mesmo em pinhais recentemente ardidos.

Aos insetos, dependendo do seu grupo funcional e nicho ecológico, os pinhais podem oferecer uma gama de diferentes condições.

Dentro dos grupos mais importantes de insetos, pelo seu papel polinizador, encontram-se os pertencentes à ordem Hymenoptera – abelhas e aespas, onde nestes ecossistemas temos os abelhões *Bombus* spp.; as abelhas melíferas do género *Apis* e as vespas (*Polistes* sp. e *Vespula germanica*). Neste grupo funcional, é muitas vezes ignorada a importância dos Diptera, sobretudo, mas não exclusivamente, os da família Syrphidae. É ainda neste grupo que encontramos um dos animais mais característicos e notórios do pinhal litoral, a cigarra (*Cicada onni*). Outros grupos importantes serão os Lepidoptera – Borboletas, onde se incluem as borboletas *Vanessa atalanta* e *Pieri* sp – e Odonata, o grupo das libélulas e libelinhas, estreitamente ligadas a ambientes de água doce, onde passam as fases iniciais do seu ciclo de vida. Um outro grupo de insetos que possui uma grande diversidade neste tipo de ecossistema são os da ordem Orthoptera – gafanhotos - onde podemos encontrar por exemplo o gafanhoto-comum (*Calliptamus* sp) e o gafanhoto-migrador (*Locusta migratoria*).

Na ordem dos Hemiptera, encontram-se alguns dos insetos mais danosos para a floresta, pelo seu papel de desfoliadores, picadores sugadores e vetores de doenças. Os besouros e escaravelhos, na ordem Coleoptera, apresentam uma variedade de grupos ecológicos, desde predadores com importante papel no controlo de pragas, até o consumo de matéria morta, essencial nos ciclos de nutrientes.



Figura 8 – Insetos associados a espécies de plantas nativas, presentes em pinhais.

2.4 Vertebrados

2.4.1 Anfíbios e répteis

Existe uma grande diversidade de répteis e anfíbios que encontram habitat nos pinhais portugueses.

Uma das espécies de anfíbio mais conhecidas e frequentes em pinhal é a salamandra-de-pintas-amarelas (*Salamandra salamandra*), sendo que o pinhal alberga, também, várias espécies de anfíbios com distribuição restrita ou estatuto de conservação. Podemos destacar o tritão-de-ventre-laranja (*Triturus boscai*), endêmico de Portugal, o tritão-marmorado (*Triturus marmoratus*), que se encontra distribuído entre o interior e litoral norte, em populações com tendência a diminuir. Temos ainda a rã-de-focinho-pontiagudo (*Discoglossus galganoi*), uma espécie endêmica portuguesa que se encontra quase ameaçada, o sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*), caracterizado por ser uma espécie vulnerável e com populações em estado decrescente, e outros sapos que se encontram atualmente em decréscimo populacional, como o sapo-corredor (*Bufo calamita*) e o sapo-parteiro (*Alytes obstetricans*).

Para este grupo taxonómico, é de especial importância a presença de linhas de água ou charcos, uma vez que possuem uma fase de vida aquática e necessitam de manter humidade constante na pele para que se produzam trocas gasosas. A presença de estruturas como troncos caídos e rochas, em depressões húmidas ou perto de corpos de água, é de extrema importância para o refúgio destes animais durante os períodos de menor atividade.

Quanto aos répteis, também em pinhal, podemos encontrar espécies de interesse de conservação como o lagarto-de-água (*Lacerta scherberi*), uma espécie endémica e a lagartixa-de-Carbonell (*Podarcis carbonelli*), espécie que se encontra classificada como em perigo. Existe ainda uma grande diversidade de cobras que encontram habitat no pinhal, tais como a cobra rateira (*Malpolon monspessulanus*) e a vulnerável cobra-lisa-europeia (*Coronella austriaca*). Quanto a este grupo funcional, sabe-se que existe em maior variedade em pinhais mais recentes ou pinhais com uma maior abertura de copa, pois possuem maior exposição solar e melhores condições para explorar o território. Para além das clareiras, estes organismos beneficiam da presença de estruturas naturais, como afloramentos rochosos, e dos seus equivalentes em termos de estruturas humanas, como os antigos muros de pedra solta, que lhes fornecem abrigo.



Figura 7. a) Sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*) por Paulo Domingues em pinhal norte litoral; b) Salamandra-de-pintas-amarelas (*Salamandra salamandra*) por Hugo Areal, frequente em pinhal centro litoral.

2.4.2 Aves

As aves são um dos grupos funcionais com maior diversidade nos ecossistemas de pinhal e que possuem tanto interesse de conservação como interesse cinegéticos.

Entre as espécies com estatutos de proteção mais elevados que encontram habitat nos pinhais temos o noitibó-cinzento (*Caprimulgus europaeus*) e o pato-branco (*Tadorna tadorna*), que se encontram classificadas como espécies vulneráveis, e a águia-sapeira (*Circus aeruginosus*), cujas populações estão em decréscimo. Podemos também destacar neste tipo florestal diversas aves nidificantes em Portugal, como o cuco (*Cuculus canorus*), o pica-pau (*Dendrocopos major*) e a coruja-das-torres (*Tyto alba*). Outras espécies emblemáticas são o guarda-rios (*Alcedo atthis*), grifo (*Gyps reuppelli*), o açor (*Accipiter gentilis*), o falcão (*Falco peregrinus*) e a águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*). Nos pinhais podemos ainda encontrar aves de interesse cinegético como a codorniz (*Coturnix*

coturnix) e galinha-de-água (*Gallinula chloropus*), atendendo à proporção de áreas de clareira e interface com campos agrícolas e da presença de corpos de água, respetivamente.

Algumas espécies de aves muito associadas a pinhais, são o mocho-galego (*Athena noctua*) e o cruza-bico (*Loxia curvirostra*), que se encontram sobretudo em pinhais do interior. O gavião-da-Europa (*Accipiter nisus*), tentilhão (*Fringila coelebs*) e o açor (*Accipiter gentilis*), por sua vez, encontram descritos como aves intimamente associadas a pinhais costeiros.

Apesar de existirem elencos e caracterização das aves presentes em pinhal, os estudos publicados encontrados são antigos, podendo estar algo desajustados à realidade atual.



Figura 8. a) Cruza-bico (*Loxia curvirostra*) em pinhal norte interior por José Frade; b) Toutinegra de cabeça preta (*Curruca melanocephala*) em pinhal centro litoral por Paulo Martins; c) Toutinegra-de-barrete-preto (*Sylvia atricapilla*) em pinhal centro interior por António Martins; d) Poupa (*Upupa epops*) em pinhal centro litoral por Hugo Areal.

2.4.3 Mamíferos

No grupo dos mamíferos, podemos encontrar diversas espécies distribuídas pelos pinhais interiores e litorais do nosso país, como rato-do-campo (*Apodemus sylvaticus*), ouriço-cacheiro (*Erinaceus europaeus*) e esquilo-vermelho (*Scirius vulgaris*), este último conhecido por se alimentar de sementes, deixando como indício, as pinhas roídas de forma característica. A raposa (*Vulpes vulpes*) beneficia das condições que propiciam a presença de presas, como pequenos mamíferos e insetos, mas também de frutos carnudos providenciados pelos arbustos do subcoberto (camarinhas, medronhos, amoras...). Outros mesomamíferos que têm uma alimentação variada, são a fuinha (*Martes foina*) e a marta (*Martes martes*), presentes em pinhais no Centro e Norte do país, respetivamente. A gineta (*Genetta genetta*), uma espécie de mesomamífero trepador, pode também estar presente em pinhais, beneficiando da estrutura vertical providenciada pelos povoamentos com árvores de diferentes alturas. Por sua vez, o texugo (*Meles meles*) e o javali (*Sus scrofa*), os mamíferos de maior porte presentes nos pinhais, escavam para encontrar as suas presas (invertebrados, sobretudo), raízes e tubérculos. É frequente encontrar velhos cepos de pinheiro em decomposição, com indícios de atividade de texugo, bem como as características “fuçadas” de javali.

Neste grupo encontramos também animais de elevado interesse cinegético, como o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*), uma espécie que beneficia das clareiras, onde se estabelece em tocas comunitárias e onde aproveita a maior disponibilidade de ervas para se alimentar.



Figura 9 - a) Raposa (*Vulpes vulpes*) por João Ferreira em pinhal do norte interior b) Esquilo-vermelho (*Scirius vulgaris*) por Paulo Abrantes em pinhal do centro litoral.

3. Opções e modelos de gestão – como proteger e promover a biodiversidade em pinhais?

A produção de madeira, resina e outros produtos não lenhosos combinada com a conservação dos valores de biodiversidade tem sido vista, crescentemente, como uma questão prioritária na gestão florestal.

Os mais recentes estudos, que se debruçam sobre a biodiversidade em povoamentos florestais, enfatizam a importância das medidas de gestão na sua preservação. As conclusões destes estudos científicos apontam para que, mais importante do que estarmos perante um determinado uso florestal, são as medidas de gestão aí aplicadas o fator preponderante na manutenção de condições propícias a albergar uma comunidade diversa, dentro dos limites impostos pela biogeografia.

Assim, será possível, dentro do território continental, identificar as características e estruturas potenciadoras da presença dos vários grupos taxonómicos já aqui apresentados (Figura 10), sendo que as opções de gestão poderão, em determinada medida, conservar, beneficiar ou implementar essas características e estruturas nos povoamentos florestais (Tabela 1).

Na generalidade dos estudos, a diversidade estrutural dos povoamentos é associada a uma maior diversidade de plantas, aves, insetos e fungos. As ações de gestão florestal podem afetar diretamente vários aspetos da estrutura do povoamento, como a variabilidade espacial na área basal e/ou densidade de árvores, a diversidade de espécies e a variabilidade de idades, diâmetros e alturas do coberto arbóreo. Em particular, a diversidade e composição das comunidades vegetais é grandemente afetada pela disponibilidade de luz, providenciada pela abertura de clareiras resultantes de queda de árvores ou da realização de desbastes e cortes finais.

Esta heterogeneidade nas características do povoamento pode também estar intimamente ligada à presença de infraestruturas ecológicas concretas, como a presença de madeira morta em pé ou caída em diferentes estados de degradação, a existência de árvores velhas, com cavidades ou ramos mortos, a presença de corpos de água, permanentes ou temporários ou ainda a presença de afloramentos rochosos (ou o equivalente em termos de construções humanas, como antigos muros de pedra solta). As espécies associadas a estas estruturas ecológicas e habitats são numerosas, incluindo fungos, líquenes e musgos, insetos e outros artrópodes, aves e mamíferos arborícolas, répteis e anfíbios.

Há teorias que defendem que, em parte, uma opção para a tomada de decisões de gestão florestal que vise beneficiar a biodiversidade é a ausência de gestão. Essa ausência (ou diminuição da

intensidade) de gestão pode beneficiar algumas espécies de grupos específicos, nomeadamente espécies extremamente sensíveis à perturbação, raras e em vias de extinção, ou espécies com taxas de reprodução muito baixas. No entanto, não está comprovado que a ausência de gestão em grande escala seja benéfica para a generalidade das espécies e indicadores de biodiversidade, sendo que muitos organismos beneficiam de uma intensidade média de gestão ativa para o seu estabelecimento e desenvolvimento.

Assim, a complementaridade de áreas com baixa intervenção, áreas com gestão intermédia e áreas sob gestão mais intensa, deve ser feita de uma forma descontínua no espaço e no tempo para proteger e promover a biodiversidade. Se o intuito é beneficiar a biodiversidade dos vários grupos de organismos, desde os mais sensíveis e raros, aos mais cosmopolitas e comuns, dentro de um povoamento, existem várias metodologias que podem ser aplicadas para conciliar as diferentes opções de gestão. Vamos abordar a dualidade *land-sharing vs. land-sparing* que, traduzindo literalmente, significa “partilhar a terra” e “poupar a terra”, respetivamente.

A abordagem *land-sharing* combina a produção de madeira com a conservação da biodiversidade na mesma área, através de operações florestais pouco intensas, ao longo de toda a unidade de gestão florestal e ciclo de produção. A abordagem *land-sparing* combina os dois objetivos segregando as áreas em zonas dedicadas à conservação e zona estritas para produção onde se aplica uma silvicultura mais intensa e, alegadamente, beneficiadora de maiores ganhos em volume de madeira ou outro indicador de produtividade. Estas duas estratégias de gestão integrada não são mutuamente exclusivas e a sua distinção relaciona-se sobretudo com a escala a que são aplicadas, sendo que a sua combinação na matriz de paisagem pode trazer diversos benefícios. O *land-sharing* promove de forma concomitante vários serviços do ecossistema numa área comum; ao não ser exclusivamente dirigido para a preservação das espécies ou para a produtividade florestal, permite a coexistência de muitas espécies de organismos cosmopolitas ou comuns, assegurando a manutenção dos serviços de ecossistema a eles associados. Por seu lado, o *land-sparing* é essencial para a conservação de espécies mais delicadas, que exijam a ausência de perturbação antropogénica, pelo menos em pequenos núcleos.

A implementação destes modelos de gestão permite aumentar a conectividade entre os habitats naturais e as áreas de produção florestal, evitando a fragmentação de habitats e beneficiando o fluxo e extensão dos serviços dos ecossistemas. Em última análise, a aplicação destes princípios pode potenciar a resiliência do ecossistema florestal a perturbações como fogos, tempestades e alterações climáticas. No caso específico dos pinhais, a gestão multifuncional dos povoamentos pode otimizar os

valores recreativos, de proteção e de regulação, enquanto beneficia a biodiversidade intrínseca, sem comprometer o potencial de produção de madeira.

Num contexto de alterações climáticas, a velocidade de alteração dos processos ecológicos naturais pode suplantar a capacidade de os conhecer e proteger. Assim, torna-se urgente uma caracterização e quantificação dos serviços de ecossistemas e valores de conservação nas florestas de pinho que permita:

- suportar a remuneração relativa à conservação da biodiversidade e à promoção de serviços dos ecossistemas;

- identificar as adaptações de gestão compatíveis com a gestão multifuncional, em *land sharing* ou *land sparing* e os casos específicos em que tais estratégias poderiam ser implementadas.

Só desta forma se poderá proceder a uma eficaz implementação de sistemas de gestão alternativos, de forma a que se optimize o fornecimento de produtos lenhosos e não lenhosos, a par da proteção e promoção da biodiversidade, numa perspetiva de multifuncionalidade e flexibilidade de objetivos.

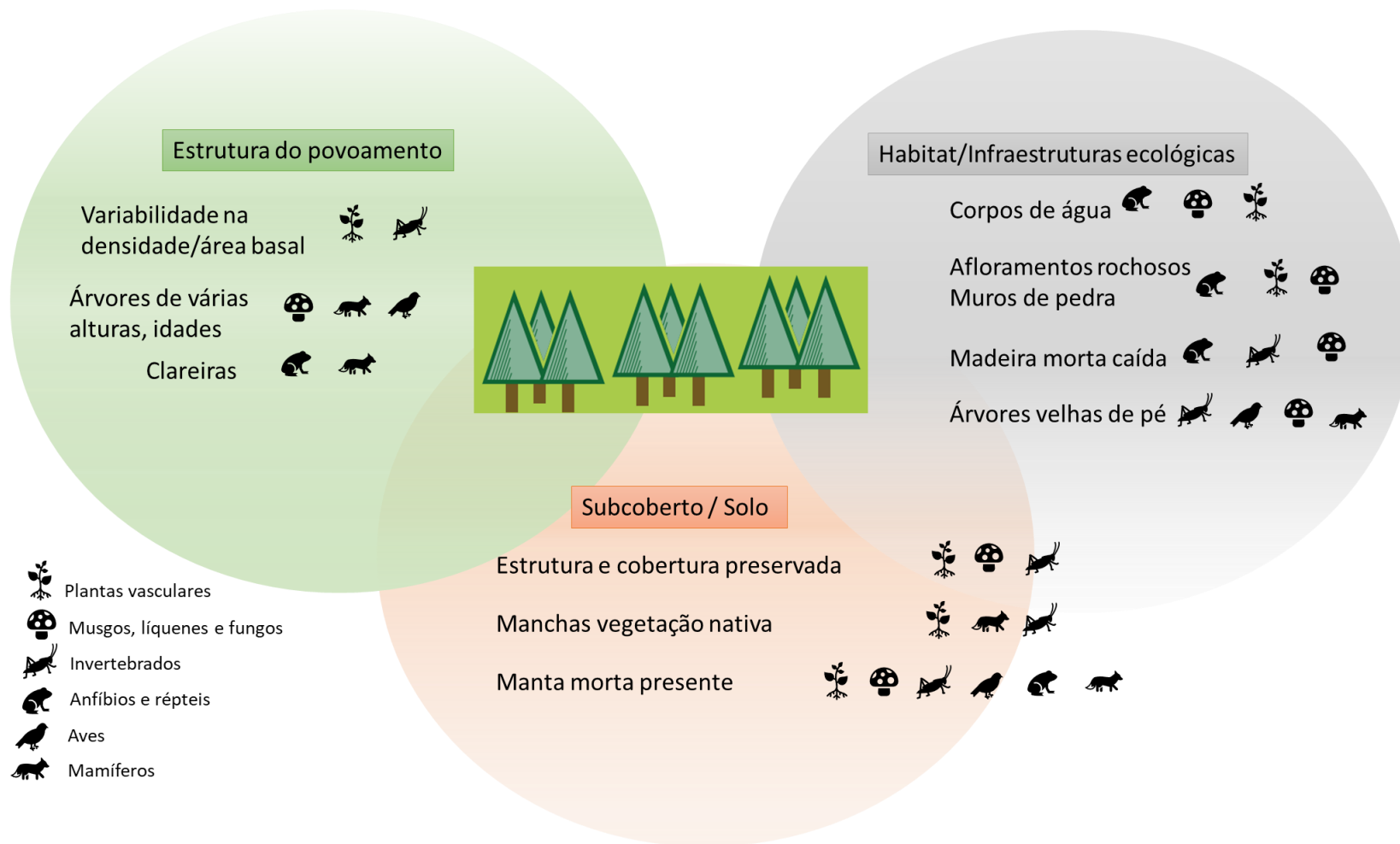


Figura 10 - Características dos povoamentos, relativamente à sua estrutura, subcoberto e solo, habitat e infraestruturas ecológicas, com efeito positivo na conservação da biodiversidade, estando indicados, esquematicamente, os grupos taxonómicos favorecidos. Adaptado de J. Oettel and K. Lapin, 2021

Tabela 1 –Exemplos de características do povoamento/habitat, processos pelos quais podem beneficiar a biodiversidade e boas práticas de gestão que podem estar na sua origem/manutenção.

Estrutura do Povoamento	Efeitos Benéficos na Biodiversidade e Serviços do Ecossistema	Boas Práticas de Gestão
Variabilidade na densidade/área basal Clareiras	nichos para diferentes espécies de animais e plantas. Clareiras providenciam importantes locais de regeneração de plantas "de luz"; importante para os répteis por serem zonas de luz	Manutenção de clareiras e zonas de baixa densidade no povoamento Manutenção e beneficiação de outras espécies de árvores regeneradas no povoamento
Povoamento irregular ou misto	Estrutura vertical heterogénea para mamíferos arborícolas e aves; árvores fornecem abrigo a diferentes animais	
Habitat/Infraestruturas ecológicas		
Corpos de água	Zonas imprescindíveis para a presença de anfíbios e insetos com fase de desenvolvimento aquática; importantes comunidades vegetais e local de visita para a generalidade da fauna	Deixar manchas específicas por arborizar, preservando características da paisagem, microtopografia do solo e habitats específicos inalterados
Afloramentos rochosos/muros de pedra	Zona de comunidades vegetais únicas; importante para répteis, local de abrigo de vários pequenos animais	
Madeira morta caída	Importantes fontes de alimento e abrigo para vários invertebrados; zonas de elevada humidade importantes para refúgio de anfíbios; locais propícios para o estabelecimento e reprodução de alguns fungos	Manter alguma madeira morta, sobretudo de outras espécies arbóreas, no povoamento e perto de corpos de água,
Árvores velhas de pé	Refúgio para varios invertebrados; alimentação e nidificação de várias aves; refúgio para mamíferos; colonização por líquenes e outras espécies epífitas	Manter algumas árvores altas e mais velhas, dentro dos limites das boas práticas fitossanitárias.
Subcoberto / Solo		
Estrutura do solo e cobertura preservada	Manutenção da microbiota do solo incluindo fungos; manutenção de propágulos vegetais (bolbos, tubérculos) e raízes; manutenção de galerias de animais (tocas e túneis)	Sempre que possível, valorizar a regeneração natural, Controlo de vegetação de forma parcial (em faixas), mantendo áreas do subcoberto com espécies nativas
Manchas Vegetação autóctone presente	Alimento e refúgio para pequenos animais; manchas de elevada biodiversidade que servem de ilhas para a recolonização de ambientes degradados	Controlar espécies invasoras de forma seletiva
Manutenção da folhada	Proteção contra as perdas de solo; proteção da regeneração; habitat de invertebrados; incorporação de matéria orgânica no solo	Na rearborização, mobilização do solo ao longo das curvas de nível e manutenção dos sobrantes de exploração, triturados, incorporados ou como cobertura do solo.

4. O que ainda falta saber – lacunas de conhecimento

No decurso da pesquisa feita para a elaboração deste trabalho, foram evidenciadas algumas lacunas de conhecimento relativamente a alguns grupos taxonómicos, ou áreas geográficas, que passamos a detalhar:

- Pouco conhecimento da diversidade de Líquenes e Briófitos em pinhal.
- Pouco conhecimento da diversidade de Invertebrados em pinhal.
- Relativo pouco conhecimento da biodiversidade em Pinhal interior, comparativamente com os pinhais costeiros das Matas Nacionais;
- Existe falta de conhecimento recente em relação às populações e ao seu estado de proteção, uma vez que maioria dos livros vermelhos estão ainda em fase de produção, bem como o atlas de aves nidificantes.
- Falta conhecimento na implementação de técnicas de gestão florestal multifuncional em ecossistemas mediterrânicos; a maioria dos estudos publicados são feitos em florestas boreais.
- Comparações de biodiversidade entre os diversos ecossistemas florestais em Portugal, são, na sua maioria, bastante antigos, pelo que podem estar desajustados à realidade e modelos de gestão atual.
- Caracterização e quantificação de *tradeoffs* entre a produção de bens lenhosos e não lenhosos e o fornecimento de serviços de ecossistema de suporte à tomada de decisão do gestor florestal.
- Identificação de grupos taxonómicos e espécies dependentes de pinhais e/ou de certas tipologias de pinhais, por contraposição a grupos e espécies que também ocorrem em pinhais a par de outros habitats.

Para ultrapassar estas lacunas de conhecimento, torna-se relevante superar, por sua vez, a dificuldade em manter a sustentabilidade no financiamento científico para trabalhos desta natureza, em contraposição com outras disciplinas das ciências biológicas. A ligação entre a academia e os produtores e gestores florestais é um potencial motor de desenvolvimento técnico e científico, no qual o financiamento público poderia ter um papel de catalisador fundamental.

5. Metodologia de pesquisa bibliográfica

Numa primeira fase de pesquisa foi utilizada a base de dados Scopus, onde através de uma pesquisa com as palavras-chave: “Pinewood+biodiversity+Portugal” e “Pinus pinaster+biodiversity+Portugal”, não se encontraram quaisquer resultados. Seguidamente, no motor de busca Google Scholar foram procuradas as palavras-chaves: Pinheiro-bravo+biodiversidade; Biodiversidade em pinhal; Pinus pinaster+biodiversidade e de seguida pesquisados os mesmos conjuntos de palavras juntamente com os termos para as classes taxonómicas pretendidas (macro fungos; flora; líquenes e brófitas; répteis; insetos; anfíbios e mamíferos). Os principais resultados técnicos encontrados passaram por relatórios governamentais e teses de mestrado. Seguidamente, para apurar um maior número de registos, as mesmas pesquisas foram repetidas nos repositórios online: Ria (Universidade de Aveiro); Repositorium (Universidade do Minho); Biblioteca digital do IPB; Biblioteca digital do ISA, da ESAC, Uporto e UTAD. Verificou-se que a maior parte dos trabalhos realizados em pinhal estudavam fitopatologia e aspetos relacionados com o fogo, apenas alguns estudos davam enfoque à diversidade existente neste tipo de floresta, existindo alguns estudos comparativos, maioritariamente com eucaliptal.

Foram ainda consultados documentos de gestão florestal disponíveis no portal do ICNF; o Relatório do 6º Inventário Florestal Nacional (INF6) e os documentos estratégicos dos Programas Regionais de Ordenamento Florestal (PROF) para cada uma das áreas do país.

Outras obras nacionais de cariz técnico e científico, relacionadas com aspetos da conservação da biodiversidade, ou relacionadas com grupos taxonómicos específicos, foram consultadas por serem de reconhecida importância e relevo para a matéria em estudo, não refletindo a metodologia de pesquisa acima mencionada.

A maioria dos artigos científicos incluída na bibliografia refletem aspetos da pesquisa bibliográfica realizada pelas autoras no decurso da sua atividade de investigação, não sendo especificamente relacionada com a floresta portuguesa. No entanto, atendendo aos princípios orientadores sobre a importância da gestão florestal e dos modelos de gestão incluídos nesta síntese, considerou-se a sua inclusão neste trabalho.

Bibliografia consultada

Aggestam F, Konczal A, Sotirov M, Wallin I, Paillet Y, Spinelli R, *et al.* Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? A review of driving factors for integrated forest management in Europe. *J Environ Manage* 2020; (April) 268.

Alonso H, Teodósio J, Andrade J, Leitão D (coord) (2019) O estado das aves em Portugal, 2019. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Lisboa.

Alves A M (Ed.). (2007). O eucaliptal em Portugal: impactes ambientais e investigação científica. Univ. Técnica, Inst. Superior de Agronomia.

Angelstam P, Naumov V, Elbakidze M, Manton M, Priednieks J, Rendenieks Z. Wood production and biodiversity conservation are rival forestry objectives in Europe's Baltic Sea Region. *Ecosphere*. 2018;9(3).

Asplund J, Wardle DA. How lichens impact on terrestrial community and ecosystem properties. 2017;1723:1720–38.

Baptista P, Rodrigues P, Sousa MJ, Fernandes M; Martins A, Rodrigues A, Dias R, Borges A. Estudo da comunidade macrofúngica associada a souto (*Castanea sativa*), pinhal (*Pinus pinaster*) e carvalhal (*Quercus pyrenaica*), no Nordeste Transmontano. 2005. In 5º Congresso Florestal Nacional. Viseu

Bras P, Oliveira D, Dale A. *Corema album* (L.) D. Don, the white crowberry – a new crop. 2012;2:123–33.

Cabral MJ (coord.), Almeida J, Almeida PR, Dellinger T, Ferrand de Almeida N, Oliveira ME, Palmeirim JM, Queiroz AI, Rogado L & Santos-Reis M (eds.) (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa.

Calviño-Cancela M, Neumann M, López ME, Silanés D. Forest Ecology and Management Contrasting patterns of lichen abundance and diversity in *Eucalyptus globulus* and *Pinus pinaster* plantations with tree age. *For Ecol Manage*. 2020;462(January):117994.

Centro PINUS. Boas Práticas Florestais para o Pinheiro Bravo. Centro PINUS - Associação para a Valorização da Floresta. 1999. p. 1–32.

Collado E. Divergent above- and below-ground responses of fungal functional groups to forest thinning. 2020;150(April)

Costanza R, Groot R De, Sutton P, Ploeg S Van Der, Anderson SJ, Kubiszewski I, *et al.* Changes in the global value of ecosystem services. *Glob Environ Chang* [Internet]. 2014;26:152–8.

Correia AV, Oliveira AC e Fabião A 2007. Biologia e ecologia do pinheiro-bravo. In “Pinhais e eucaliptais, a floresta cultivada”, coleção “Árvores e Florestas de Portugal”, ed. Joaquim Sande Silva, Público e Fundação Luso Americana, Portugal.

Farinha N. 2017. Florestas do Alto Minho – Diversidade em Tons de Verde. IC-ODISSEIA Lda.

Fernandes P and Rigolot E. 2007. "The Fire Ecology and Management of Maritime Pine (*Pinus Pinaster* Ait.)" *Forest Ecology and Management* 241:1–13.

Fernandes E, Onofre N, Faria P, Capelo M, Monzón A, Lopes D, & Rego F. (2002). Comunidades de pequenas aves de pinhal-bravo do Centro e Norte de Portugal, Relatório Final do Projeto PRAXIS XXI n (Vol. 5). nº 3/3.2/FLOR/2126/95 Modelação de parâmetros indicadores de biodiversidade em áreas de pinhal-bravo do Centro e Norte do País.

Ferrenberg S, Tucker CL, & Reed SC (2017). Biological soil crusts: diminutive communities of potential global importance. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(3), 160-167.

Ferretti M, Fischer R, Percy KE, Legge A, Bytnerowicz A, Arbaugh M, *et al.* *Climate Change, Air Pollution and Global Challenges Understanding and Perspectives from Forest Research*. Vol. 12. Elsevier; 2013. 622.

Fonseca T, Salas R, Patrício MS; Nunes L; Teixeira A; 2019. Programa de Recuperação Das Matas Nacionais - Normas e Modelos de Silvicultura

Galati A, Gianguzzi G, Tinervia S, Crescimanno M, La Mela Veca DS. Motivations, adoption and impact of voluntary environmental certification in the Italian Forest based industry: The case of the FSC standard. *For Policy Econ* 2017;83(August):169–76.

Gómez-Aparicio L, Zamora R, Gómez JM, Hódar JA, Castro J, and Baraza E. 2004. "Applying Plant Facilitation to Forest Restoration: A Meta-Analysis of the Use of Shrubs as Nurse Plants." *Ecological Applications* 14(4):1128–38.

Gómez-Creutzberg C, Lagisz M, Nakagawa S, Brockerhoff EG, Tylianakis JM. Consistent trade-offs in ecosystem services between land covers with different production intensities. *Biol Rev*. 2021;96(5):1989–2008.

Grass I, Loos J, Baensch S, Batáry P, Librán-Embid F, Ficiciyan A, *et al.* Land-sharing/-sparing connectivity landscapes for ecosystem services and biodiversity conservation. *People Nat*. 2019;(July 2018):262–72.

Guerry AD, Polasky S, Lubchenco J, Chaplin-kramer R, Daily GC. Natural capital and ecosystem services informing decisions : From promise to practice. 2015;112(24).

Guimarães R, Barros L, Calheta RC, Carvalho AM, Queiroz MJRP, Ferreira ICFR. Bioactivity of Different Enriched Phenolic Extracts of Wild Fruits from Northeastern Portugal : A Comparative Study. 2014;37–42.

ICFN. Plano de Gestão Florestal da Mata Nacional das Dunas de Quiaios. 2010.

ICNF. Programa Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral. 2019

ICNF. Inventário Florestal Nacional (IFN6) – Principais resultados – relatório sumário. 2019.

ICNF. Plano de gestão florestal da Mata do Urso e Mata Nacional de Pedrógão. 2010.

ICNF. Plano De Gestão Florestal da Mata Nacional das Dunas da Gafanha. 2014.

- ICNF. Plano de Gestão Florestal da Mata Nacional de Leiria. 2010.
- ICNF. Programa Regional de Ordenamento Florestal de Trás-os-montes e Alto Douro. 2019
- ICNF. Programa Regional de Ordenamento Florestal do Centro Interior. 2019
- ICNF. Programa Regional de Ordenamento Florestal Entre Minho e Douro. 2019
- IUCN - Red List of Threatened Species. Disponível em [<https://www.iucnredlist.org/>]. Consultado a: 13/02/2022
- Jakub Horák, Tereza Brestovanská, Strahinja Mladenović, Jiří Kout, Petr Bogusch, Josef P. Halda, Petr Zasadil, Green desert?: Biodiversity patterns in forest plantations, *Forest Ecology and Management*, Volume 433, 2019, Pages 343-348
- Jardim Botânico da UTAD. Disponível em: [<https://jb.utad.pt/>]. Consultado a: 22/01/2022.
- Lecina-Díaz J, Alvarez A, De Cáceres M, Herrando S, Vayreda J, Retana J. Are protected areas preserving ecosystem services and biodiversity? Insights from Mediterranean forests and shrublands. *Landsc Ecol.* 2019;34(10):2307–21.
- Gómez-Aparicio L, Zavala M, Bonet F, Zamora A, Are pine plantations valid tools for restoring Mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. *Ecological Applications*, 19(8), 2009, pp. 2124–2141
- Loureiro A, Ferrand de Almeida N, Carretero MA & Paulo OS (eds.) (2008): *Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Lisboa. 257 pp
- Maia P, Pausas J, Vasques A. 2012. “Fire Severity as a Key Factor in Post-Fire Regeneration of *Pinus Pinaster* (Ait.) in Central Portugal.” *Annals of Forest Science* 69:489– 98.
- Maia P. 2014. “Regeneração Da Vegetação Após Fogo Em Portugal - Implicações Para a Gestão.” Tese de Doutoramento. Universidade de Aveiro
- Marchante H, Morais M, Freitas H, and Marchante E. 2014. *Guia Prático Para a Identificação de Plantas Invasoras Em Portugal*. Imprensa d. Coimbra: Coimbra University Press.
- Marchante E, Aguiar F, Vicente J, Silva JS. *Programa de Recuperação ds Matas Litorais - Monitorização e controlo de invasões biológicas*. 2019
- Marchante E, Marchante H, Aguiar F, Vicente J, Sande Silva J, and Gaspar J. 2018. “Monitorização e Controlo de Invasões Biológicas.” *Relatório Da Comissão Científica de Recuperação Das Matas Litorais* 29
- Miguel MG, Faleiro ML, Guerreiro AC, Antunes MD. *Arbutus unedo* L.: Chemical and biological properties. *Molecules*. 2014;19(10):15799–823.
- Millennium ecosystem assessment. *Ecosystems and human well-being*. Island Press. 2005.

Naumov V, Manton M, Elbakidze M, Rendenieks Z, Priednieks J, Uhljanets S, *et al.* How to reconcile wood production and biodiversity conservation? The Pan-European boreal forest history gradient as an “experiment.” *J Environ Manage.* 2018;218:1–13.

Prats SA, MacDonald LH, Monteiro M, Ferreira AJD, Coelho COA, Keizer JJ. Effectiveness of forest residue mulching in reducing post-fire runoff and erosion in a pine and a eucalypt plantation in north-central Portugal. *Geoderma* 2012;191:115–24.

Rascher KG, Große-Stoltenberg A, Máguas C, Meira-Neto JAA, Werner C. *Acacia longifolia* invasion impacts vegetation structure and regeneration dynamics in open dunes and pine forests. *Biol Invasions.* 2011;13(5):1099–113.28. Rascher KG, Große-Stoltenberg A, Máguas C, Werner C. Understory Invasion by *Acacia longifolia* Alters the Water Balance and Carbon Gain of a Mediterranean Pine Forest. *Ecosystems.* 2011;14(6):904–19.

Rodrigues D. 2021. "From seed to sapling - effects of plant community, soil cover and fire in the recruitment and establishment of maritime pine". Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro.

Rodríguez-García E, Juez B, Guerra B, and Bravo F. 2007. “Análisis de La Regeneración Natural de *Pinus Pinaster* Ait. En Los Arenales de Almazán-Bayubas (Soria, España).” *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 16(1):25–38.

Santos JL, Martins A, Novais A, Canadas MJ. A Choice-Modelling Approach to Inform Policies Aimed at Reducing Wildfire Hazard through the Promotion of Fuel Management by Forest Owners. *Forests.* 2021; 12(4):403.

Soares P, Calado N, Carneiro S. Manual de boas práticas para o pinheiro-bravo. Centro PINUS, editor. Centro PINUS. Print portuguesa; 2020. 34 p

Sousa-Silva R, Verbist B, Lomba Â, Valent P, Suškevičs M, Picard O, *et al.* Adapting forest management to climate change in Europe: Linking perceptions to adaptive responses. *For Policy Econ.* 2018; 90:22–30.

Teixeira G, Paloma D, Santos M, Garabini T, Cezar M, Adriano R, *et al.* The effects of landscape patterns on ecosystem services : meta-analyses of landscape services. *Landsc Ecol* 2018;33(8):1247–57.

Vega J, Fernández C, Pérez-Gorostiaga P, Fonturbel T. 2010. “Response of Maritime Pine (*Pinus Pinaster* Ait.) Recruitment to Fire Severity and Post-Fire Management in a Coastal Burned Area in Galicia (NW Spain).” *Plant Ecology* 206(2):297–308.

Vinas A, Caudullo R, Oliveira S, De Rigo D. *Pinus pinaster* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: *European Atlas of Forest Tree Species.* 2016. p. 128,129

Recursos *Online*

Exemplos de páginas de carácter técnico/científico (projetos de ciência cidadã, bases de dados, grupos em redes sociais, de especialistas ou amadores em biodiversidade) úteis no apoio à identificação de biodiversidade e reconhecimento de altos valores de conservação em pinhais.

Biodiversidade em geral

Naturdata: <https://naturdata.com/>

Biodiversity4All: <https://www.biodiversity4all.org/>

IUCN – Red List: <https://www.iucnredlist.org/>

GBIF: <https://www.gbif.org/>

Grupo biodiversidade autóctone de Portugal:
<https://www.facebook.com/groups/biodiversidadeautoctone/>

Fauna

Grupo Repteis e Anfíbios de Portugal: <https://www.facebook.com/groups/anfibioserepteis>

Grupo Mamíferos de Portugal: <https://www.facebook.com/groups/mamiferosdeportugal>

Grupo Mamíferos de Portugal em estado selvagem
:<https://www.facebook.com/groups/603331583109678>

Grupo Aves de Portugal continental: <https://www.facebook.com/groups/121307984660183>

Leptidoptera (Borboletas) de Portugal: <https://www.facebook.com/groups/LepidopteraPortugal/>

Flora

Flora-On: <https://flora-on.pt/>

Grupo Flores silvestres autóctones de Portugal:
https://www.facebook.com/groups/265156440830/?hoisted_section_header_type=recently_seen&multi_permalinks=10159571554190831

Grupo Briófitos e Líquenes de Portugal: <https://www.facebook.com/groups/105738716136264>

Grupo Cogumelos silvestres de Portugal: <https://www.facebook.com/groups/496027020578834>

Lista vermelha da Flora Vasculas: <https://listavermelha-flora.pt/>

Invasoras.pt: https://invasoras.pt/pt/mapeamento?tid_i18n=All&tid_i18n_2=All&tid_i18n_3=809