

Diversidade biológica em povoamentos de *Pinus pinaster* Aiton em Portugal – reflexão sobre decisões de gestão aliadas à conservação

Paula Maia^{1*}, Diana Rodrigues¹ e Susana Carneiro²

Sumário. Este trabalho é uma síntese do conhecimento atual sobre biodiversidade em pinhais. Não pretende ser um guia de biodiversidade, mas um resumo do conhecimento à data, assinalando a relação de vários grupos taxonómicos com as condições ambientais presentes em pinhais, algumas das quais possíveis de ser manipuladas por decisões de gestão específicas. Assim, este trabalho pretende ser um recurso de apoio na caracterização da biodiversidade presente em povoamentos de pinheiro-bravo, bem como contribuir para uma crescente adaptação na gestão florestal, realçando que a tomada de decisões específicas de gestão é preponderante para a conservação e promoção da biodiversidade.

Palavras-Chave: Biodiversidade florestal; pinhais; características do povoamento; gestão florestal; conservação.

Biological diversity in Portuguese *Pinus pinaster* Aiton stands - reflection on conservation management options

Abstract. This work is a review of the current knowledge on biodiversity in maritime pine stands. This is not intended to be a biodiversity guide, but a resume of the available knowledge, highlighting the relation of various taxonomic groups with the environmental conditions present in pine stands, in particular those that can be manipulated through specific management options. Therefore, this work aims to be a resource in characterizing the biodiversity present in maritime pine stands, as well as to contribute to an increased forest management adaptation, reinforcing the impact that decision making in forest management options can be preponderant to biodiversity promotion and conservation.

¹ Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia e CESAM, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 AVEIRO.

² Centro PINUS – Associação para a valorização da Floresta de Pinho.

*Autor para correspondência. E-mail: paula.maia@ua.pt

Key words: Forest biodiversity; pine stands; stand characteristics; forest management; conservation.

Diversité biologique dans les peuplements de *Pinus pinaster* Aiton au Portugal - réflexions sur les options de gestion associées à la conservation

Résumé. Ce travail est une synthèse des connaissances actuelles sur la biodiversité dans les pinèdes. Il n'est pas un guide de la biodiversité, mais un résumé des connaissances actuelles, mettant en évidence la relation entre les conditions environnementales présentes dans les pinèdes qui favorisent la présence de divers groupes biologiques, dont certains peuvent être manipulés par des décisions de gestion spécifiques. Ainsi, ce travail entend être une ressource d'appui dans la caractérisation de la biodiversité présente dans les peuplements de pins maritimes, ainsi que contribuer à une adaptation croissante de la gestion forestière, soulignant que la prise de décisions de gestion spécifiques est prépondérante pour la conservation et la promotion de la biodiversité.

Mots-clés: Biodiversité forestière; forêts de pins; caractéristiques de la forêt; la gestion forestière; conservation.

1. Diversidade de tipologias de pinhal-bravo

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. Como espécie pioneira, está adaptado a áreas com solos pobres, como é o caso das dunas litorais, ou solos degradados e superficiais, em ambiente montanhoso (CORREIA *et al.*, 2007).

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 (ICNF, 2019).

De acordo com o 6º Inventário Florestal Nacional (IFN6 - ICNF, 2019) verifica-se uma grande fragmentação da sua expressão territorial: apenas 11% da sua área consiste em manchas superiores a 50 hectares, sendo que a maioria da sua ocupação (69%) está pulverizada em povoamentos com menos de 10 hectares. Os dados do IFN6 sugerem que muitos dos pinhais não se enquadram na tipologia dos povoamentos dedicados à produção de madeira, tipicamente equiúnicos e puros. Na realidade, 63% dos povoamentos são irregulares, com 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 (ICNF, 2019).

Estas diferentes práticas/intensidades de gestão, podem ter diferentes impactos para a biodiversidade. 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. Por outro lado, 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 (MARCHANTE *et al.*, 2019).

Com este trabalho, pretendemos contribuir para o reconhecimento de características do povoamento; 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. Características ambientais dos pinhais favoráveis à biodiversidade

O potencial 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 (VEČEŘA *et al.*, 2019).

Enquanto que a composição das comunidades depende do contexto biogeográfico, a biodiversidade nas plantações florestais é altamente influenciada pelas condições ambientais; estrutura do povoamento, presença de vários tipos de infraestruturas ecológicas, proximidade a corpos de água, entre outras (OETTEL e LAPIN, 2021).

Algumas destas condições ambientais estão dependentes da localização geográfica, mas muitas poderão ser modeladas por decisões específicas de gestão (OETTEL e LAPIN, 2021; GÓMEZ-APARICIO *et al.*, 2009). As decisões de gestão 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. A diversidade estrutural dos povoamentos é associada a uma maior diversidade de plantas, vertebrados, invertebrados e fungos (HORÁK *et al.*, 2019). 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 cortes culturais e finais (OETTEL e LAPIN, 2021). A Figura 1 sintetiza as características dos povoamentos, que podem ser condicionadas pela gestão florestal, e que têm impactes positivos na conservação dos vários grupos taxonómicos abordados seguidamente.

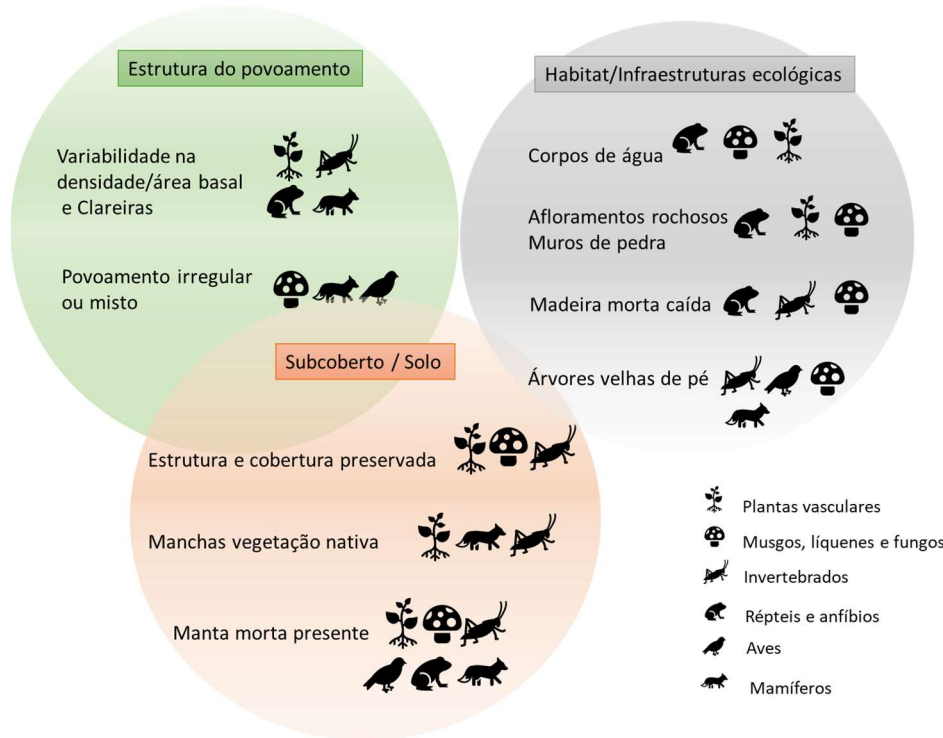


Figura 1 - Características dos povoamentos, relativamente à sua estrutura, subcoberto e solo, habitat e infraestruturas ecológicas, com efeito positivo na conservação da biodiversidade, estando indicados, esquematicamente, os grupos taxonómicos favorecidos

2.1. Plantas, Líquenes e Fungos

A biodiversidade vegetal é a base para a criação de condições favoráveis para vários grupos taxonómicos, desde invertebrados a vertebrados, pelo seu papel na promoção de habitat, refúgio e fonte de alimento.

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 durante o período de condução do povoamento, é possível observar, em pinhal bravo, uma elevada diversidade de flora, em alguns casos com elevado interesse de conservação. É inclusive, comum encontrar várias espécies de árvores nativas, como o medronheiro (*Arbutus*

unedo), loureiro (*Laurus nobilis*), carvalho-alvarinho (*Quercus robur*), entre outras, dependendo das condições e da região. A vegetação presente nas áreas vizinhas e as opções e intensidade de gestão têm um papel preponderante na diversidade florística destas florestas (VEČĚŘA *et al.*, 2019).

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 (CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2020). A “crosta biológica” do solo, frequentemente composta 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 (FERRENBURG *et al.*, 2017).

Os fungos 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. Os ecossistemas florestais de pinho são favoráveis para o desenvolvimento de fungos de superfície e de comunidades micorrízicas que facilmente se estabelecem em pinhal, aumentando assim a qualidade e estabilidade do solo (BAPTISTA *et al.*, 2005). A preservação da estrutura e cobertura do solo superficial é um fator preponderante para a manutenção destes organismos nos povoamentos florestais, havendo evidências de que alguns cortes culturais podem prejudicar as comunidades de fungos (COLLADO *et al.*, 2021).

2.2. Vertebrados

Anfíbios, répteis, mamíferos e aves – os vertebrados incluem os animais de maiores dimensões e mais conhecidos.

Os anfíbios, pelas suas características fisiológicas, estão dependentes de condições de elevada humidade. 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 (LOUREIRO *et al.*, 2008).

Já os répteis, que não dependem de ambientes húmidos, apresentam maior variedade em pinhais mais recentes ou pinhais com uma maior abertura de copa,

pela 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 (LOUREIRO *et al.*, 2008).

As aves, sendo um grupo muito variado em hábitos e nichos ecológicos, beneficiam de aspetos contrastantes nas condições ambientais. É possível, no entanto, constatar que florestas mais velhas favorecem a diversidade de espécies, enquanto que os níveis elevados de fechamento de copas podem afetar negativamente a riqueza da avifauna (GIL-TENA *et al.*, 2007).

No grupo dos mamíferos, podemos encontrar diversas espécies distribuídas pelos pinhais interiores e litorais do nosso país, como rato-do-campo e musaranhos, que beneficiam de condições de transição, de clareira e de pouca complexidade estrutural, com abundância de arbustos (TORRE *et al.*, 2022). Um mamífero conhecido, 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 (CABRAL *et al.*, 2005).

3. A gestão para conservação e a conciliação com a exploração - uma questão de escala espacial

Há teorias que defendem que, 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 (ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2020). No entanto, no contexto mediterrânico, a diversidade florestal parece beneficiar de uma intensidade moderada de gestão, aplicada a objetivos específicos (GÓMEZ-APARICIO *et al.*, 2009).

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 (GÓMEZ-APARICIO *et al.*, 2009; AGGESTAM *et al.*, 2020). 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 metodologias que podem ser aplicadas para conciliar as várias 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 mesmos objetivos, mas segregando as áreas em zonas dedicadas à conservação e zonas 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 (ARROYO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2020; BETTS *et al.*, 2021).

A implementação destes modelos de gestão permite aumentar a conectividade entre os habitats naturais e as áreas de produção, evitando a fragmentação de habitats, 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 (GRASS *et al.*, 2019; BETTS *et al.*, 2021). 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 sentido lato, as observações constantes neste trabalho poderão ser aplicadas, não só aos pinhais, mas a vários tipos de povoamento florestal.

Agradecimentos

A pesquisa incluída neste trabalho foi financiada pelo Centro PINUS e pelo projeto SusPiRe (PTDC/ASP-SIL/30983/2017) (FCT através do PT2020, cofinanciado pelo FEDER).

Bibliografia

- AGGESTAM, F., KONCZAL, A., SOTIROV, M., WALLIN, I., PAILLET, Y., SPINELLI, R. *et al.*, 2020. Can nature conservation and wood production be reconciled in managed forests? A review of driving factors for integrated forest management in Europe. *J. Environ. Manag.* **268**.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V., FAHRIG, L., TABARELLI, M., WATLING, J.I. *et al.*, 2020. Designing optimal human-modified landscapes for forest biodiversity conservation. *Ecol. Lett.* **23**: 1404-1420.
- BAPTISTA, P., RODRIGUES, P., SOUSA, M.J., FERNANDES, M. *et al.*, 2005. Estudo da comunidade macrofúngica associada a souto (*Castanea sativa*), pinhal (*Pinus pinaster*) e carvalhal (*Quercus pyrenaica*), no Nordeste Transmontano. In *5º Congresso Florestal Nacional*, Viseu.
- BETTS, M.G., PHALAN, B.T., WOLF, C., BAKER, S.C. *et al.*, 2021. Producing wood at least cost to biodiversity: integrating Triad and sharing-sparing approaches to inform forest landscape management. *Biol. Rev.* **96**: 1301-1317.
- CABRAL, M.J. (coord.), ALMEIDA, J., ALMEIDA, P.R., DELLINGER, T., FERRAND DE ALMEIDA, N. *et al.* (eds.), 2005. *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- CALVIÑO-CANCELA, M., NEUMANN, M., LÓPEZ DE SILANÉS, M.E., 2020. Forest Ecology and Management Contrasting patterns of lichen abundance and diversity in *Eucalyptus globulus* and *Pinus pinaster* plantations with tree age. *For. Ecol. Manag.* **462**: 117994.
- COLLADO, E., BONET, J., ALDAY, J.G., MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J., DEMIGUEL, S., 2021. Impact of forest thinning on aboveground macrofungal community composition and diversity in Mediterranean pine stands. *Ecol. Indic.* **133**: 108340.
- CORREIA, A.V., OLIVEIRA, A.C., FABIÃO, A., 2007. Biologia e ecologia do pinheiro-bravo. In Silva, J.S., Público e Fundação Luso Americana (eds.), *Pinhais e eucaliptais, a floresta cultivada*, coleção Árvores e Florestas de Portugal, Portugal.

- FERRENBURG, S., TUCKER, C.L., REED, S.C., 2017. Biological soil crusts: diminutive communities of potential global importance. *Frontiers in Ecology and the Environment* **15**(3): 160-167.
- GIL-TENA, A., SAURA, S., BROTONS, L., 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem management. *For. Ecol. Manag.* **242**: 470-476.
- GÓMEZ-APARICIO, L., ZAVALA, M., BONET, F.J., ZAMORA, R., 2009. Are pine plantations valid tools for restoring mediterranean forests? An assessment along abiotic and biotic gradients. *Ecological Applications* **19**(8): 2124-2141.
- GRASS, I., LOOS, J., BAENSCH, S. *et al.*, 2019. Land-sharing/-sparing connectivity landscapes for ecosystem services and biodiversity conservation. *People Nat.* **1**(2): 262- 272.
- HORAK, J., BRESTOVANSKA, T., MLADENOVIC, S. *et al.*, 2019. Green desert? Biodiversity patterns in forest plantations. *For. Ecol. Manag.* **433**: 343-348.
- ICNF, 2019. *Inventário Florestal Nacional (IFN6) Relatório Final*. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/c8cc40b3b7ec8541>. Acedido a 21 de novembro de 2022.
- LOUREIRO, A., FERRAND DE ALMEIDA, N., CARRETERO, M.A., PAULO, O.S. (eds.), 2008. *Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Lisboa. 257 pp.
- MARCHANTE, E., AGUIAR, F., VICENTE, J., SILVA, J.S., 2019. *Programa de Recuperação das Matas Litorais - Monitorização e controlo de invasões biológicas*.
- ETTEL, J., LAPIN, K., 2021. Linking forest management and biodiversity indicators to strengthen sustainable forest management in Europe. *Ecol. Indic.* **122**: 107275.
- TORRE, I., JAIME-GONZÁLEZ, C., DÍAZ, M., 2022. Habitat suitability for small mammals in mediterranean landscapes: how and why shrubs matter. *Sustainability* **14**: 1562. <https://doi.org/10.3390/su14031562>
- VECERA, M., DIVISEK, J., LENOIR, J. *et al.*, 2019. Alpha diversity of vascular plants in European forests. *J. Biogeogr.* **46**: 1919-1935.