

CAPÍTULO III

As Plantações de Eucalipto são uma Ameaça à Conservação da Biodiversidade em Portugal?

As Plantações de Eucalipto são uma Ameaça à Conservação da Biodiversidade em Portugal?

Catarina Gonçalves¹, Nuno Rico², Carlos Valente¹, Ana Catarina Manta², Cristina Marques¹, José Paulo Sousa³

¹RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel, Quinta de S. Francisco, 3800-783 AVEIRO

*catarina.goncalves@thenavigatorcompany.com

²Navigator Forest Portugal, Zona Industrial da Mitrena, 2910-738 SETÚBAL

³Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Calçada Martins de Freitas, 3000-456 COIMBRA

Resumo. O declínio global da biodiversidade é um dos maiores desafios da atualidade. As plantações florestais, como os eucaliptais, contribuem para o desenvolvimento socioeconómico, mas estão associadas a menores níveis de biodiversidade relativamente ao das florestas naturais. A simplificação estrutural das plantações intensivas, a sua homogeneidade e a ocorrência de perturbações regulares, devido a ciclos de exploração curtos, impactam a biodiversidade. Acresce que a presença de eucaliptos em alguns habitats sensíveis, como zonas ribeirinhas, tem um efeito negativo direto sobre a biodiversidade e o funcionamento destes ecossistemas. No entanto, não é correto apelidar os eucaliptais de "desertos verdes". Diversos estudos têm vindo a documentar níveis apreciáveis de biodiversidade nos eucaliptais, que pode ser promovida dentro das plantações e à escala da paisagem. A história da floresta portuguesa é marcada por milénios de utilização intensiva do território, o que teve um efeito profundo sobre a floresta nativa. Em meados do século XIX, a área florestal correspondia a apenas 7% do território, tendo recuperado para os atuais 36% através de diversas campanhas de

florestação durante o século XX. A expansão da área de eucaliptal em Portugal foi intensa nas décadas de 1980 e 1990, vindo ocupar sobretudo áreas abandonadas ou pouco rentáveis. Em paralelo, em 1970, foram lançadas as bases para a criação de parques e outras reservas naturais. Atualmente, a Rede Nacional de Áreas Protegidas e os *habitats* abrangidos pela Rede Natura 2000 ocupam, respetivamente, cerca de 9% e 20% da área terrestre nacional. Embora existam lacunas no grau de proteção conferido por estes espaços, estes são considerados adequados para priorizar os esforços de conservação. No restante território, é desejável conciliar os objetivos de produção e de conservação, não obstante os desafios. De entre estes, destaca-se o planeamento à escala da paisagem, devido à elevada fragmentação da área florestal, que pode ser minimizada através de associativismo. Também a certificação florestal é útil, ao promover boas práticas, contribuindo para aumentar a produtividade e o desempenho ambiental das plantações. Outros contributos relevantes são o compromisso corporativo por parte da indústria da pasta e papel e o investimento em investigação e desenvolvimento.

Palavras-chave: florestas naturais, *win-win ecology*, riqueza específica, serviços dos ecossistemas, áreas protegidas, certificação florestal

Are eucalyptus plantations a threat to biodiversity conservation, in Portugal?

Abstract. The global decline in biodiversity is one of the greatest challenges today. Forest plantations, such as eucalypts, contribute to socio-economic development, but are associated with lower levels of biodiversity relative to natural forests. Structural simplification of intensive plantations, their homogeneity, and the occurrence of regular disturbances, due to short exploration cycles, impact biodiversity. Furthermore, the presence of eucalypts in some sensitive *habitats*, such as riparian zones, has a direct negative effect on biodiversity and the functioning of these ecosystems. However, it is not accurate to call eucalypt stands "green deserts". Several studies have documented considerable levels of biodiversity in eucalypt stands, that can be increased within plantations and at the landscape scale. The history of Portuguese forest is marked by millennia of intensive land use, which had a profound effect on native forest. By mid-19th century, forest area was only 7% of the territory, having recovered to the current 36% through various afforestation campaigns during the 20th century. The expansion of the eucalypt area in Portugal was intense in the 1980s and 1990s, occupying mostly

abandoned or unprofitable areas. In parallel, in 1970, the foundations for the creation of parks and other nature reserves were laid. Currently, the National Network of Protected Areas and the *habitats* covered by the Natura 2000 Network occupy, respectively, about 9% and 20% of the national land area. Although there are gaps in the degree of protection provided by these areas, they are considered adequate to prioritize conservation efforts. In the rest of the territory, it is desirable to reconcile production and conservation objectives, despite the challenges. Among these, landscape-scale planning stands out, due to the high fragmentation of the forest area, that can be circumvented through forest owners associations. Forest certification is also useful, as it promotes good practices, contributing to increase the productivity and the environmental performance of plantations. Other relevant contributions are the corporate commitment by the pulp and paper industry and investment in research and development.

Key Words: Natural forests, win-win ecology, specific wealth, ecosystem services, protected areas, forest certification

Les plantations d'eucalyptus sont-elles une menace pour la biodiversité, au Portugal?

Résumé. Le déclin mondial de la biodiversité est un des plus grands défis actuellement. Les plantations forestières, telles que l'eucalyptus, contribuent au développement socio-économique, mais sont associées à des niveaux de biodiversité inférieurs à ceux des forêts naturelles. La simplification structurelle des plantations intensives, leur homogénéité et l'occurrence de perturbations régulières, dues à des cycles d'exploration courts, ressortent la biodiversité. De plus, la présence d'eucalyptus dans certains *habitats* sensibles, comme les zones riveraines, a un effet négatif direct sur la biodiversité et le fonctionnement de ces écosystèmes. Cependant, il n'est pas correct d'appeler les plantations de eucalyptus de "déserts verts". Plusieurs études ont documenté des niveaux appréciables de biodiversité dans les arbres d'eucalyptus et que cela peut être favorisé dans les plantations et à l'échelle du paysage. L'histoire de la forêt portugaise est marquée par des millénaires d'utilisation intensive du territoire, qui ont eu un effet profond sur la forêt indigène. Au milieu du XIX^e siècle, la superficie forestière ne correspondait qu'à 7% du territoire, s'étant rétablie aux 36% actuels grâce à diverses campagnes de boisement au cours du XX^e siècle. L'expansion de la zone d'eucalyptus au Portugal a été intense dans les années 1980 et 1990, occupant principalement des zones

abandonnées ou non rentables. Parallèlement, en 1970, les bases de la création de parcs et autres réserves naturelles sont posées. Actuellement, le réseau national des aires protégées et les *habitats* couverts par le réseau Natura 2000 occupent respectivement environ 9% et 20% du territoire national. Bien qu'il existe des lacunes dans le degré de protection offert par ces espaces, ils sont considérés comme adéquats pour prioriser les efforts de conservation. Dans le reste du territoire, il est souhaitable de concilier les objectifs de production et de conservation, malgré les défis. Parmi celles-ci, la planification à l'échelle du paysage se démarque, en raison de la forte fragmentation de l'espace forestier, qui peut être minimisée par des associations de producteurs. La certification forestière est également utile, car elle promeut les bonnes pratiques, contribuant à augmenter la productivité et la performance environnementale des plantations. D'autres contributions pertinentes sont l'engagement corporatif de l'industrie des pâtes et papiers et l'investissement dans la recherche et développement.

Mots-clés: Forêts naturelles, *win-win ecology*, richesse spécifique, services écosystémiques, aires protégées, certification forestière

Porque é importante a biodiversidade?

O conceito de biodiversidade é amplamente usado mas difícil de definir (SWINGLAND, 2013). Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em janeiro de 1992, a biodiversidade foi definida como "*a variabilidade entre organismos vivos de todas as fontes, incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos dos quais eles fazem parte: isso inclui a diversidade dentro das espécies, entre as espécies e dos ecossistemas*", englobando diferentes escalas, desde o gene à totalidade da biosfera. As métricas de avaliação podem também ser diversas, seja em número de espécies (ou riqueza específica), abundância, raridade, biomassa ou impacte no *habitat* (SWINGLAND, 2013).

Independentemente do consenso face à sua definição, sabe-se que a biodiversidade global está a decrescer como resultado da destruição de *habitats*, da proliferação de espécies invasoras, da sobre-exploração de recursos, da poluição ou das alterações climáticas (ONU, 2019; FAO e UNEP, 2020; WWF, 2020). Segundo a ONU (2019), estima-se que o risco de extinção de espécies se agravou em cerca de 10% nos últimos 25 anos. O *Living Planet Index*, que acompanha a abundância das populações de milhares de espécies de vertebrados, assinala um declínio médio de 68% no tamanho das populações entre 1970 e 2016, particularmente pronunciado na América do Sul e Central. Na região Paleártica, o declínio foi substancialmente inferior (24%), mas ainda assim relevante (WWF, 2020).

É inegável que o desenvolvimento das civilizações, ao longo de milhares de anos, causou redução da biodiversidade. Por seu lado, esta é a base de muitas funções dos ecossistemas de que a humanidade depende (NAEEM *et al.*, 2016). Mas serão o progresso das sociedades humanas e a conservação da natureza mutuamente exclusivos? Para encontrar uma resposta mais abrangente para esta questão, foi criado o conceito de ecologia de reconciliação (ou *win-win*

ecology), cujo objetivo é encontrar formas mutuamente benéficas de coexistência dos humanos com as outras espécies (NIESENBAUM, 2019). Nesta lógica, os esforços de conservação têm de ser equilibrados com aspectos económicos e outras medidas de sucesso social (NIESENBAUM, 2019; FAO e UNEP, 2020). Para tal, é necessário trazer para as agendas políticas objetivos sensatos, quantificando os impactes positivos e negativos dos processos naturais e antropogénicos e priorizando-os de acordo com o seu grau de multifuncionalidade para os vários objetivos (potencialmente conflituantes) que se pretende atingir (VAN DER BIEST *et al.*, 2020).

As plantações de eucalipto e a biodiversidade

As florestas naturais, entendidas como florestas compostas por espécies nativas, com ou sem algum nível de intervenção humana, são cruciais para a biodiversidade, suportando, a nível global, cerca de dois terços das espécies terrestres (GARDNER, 2010). É também amplamente reconhecido que as plantações florestais têm menos biodiversidade do que as florestas naturais (e.g. VALDUGA *et al.*, 2016; BROCKERHOFF *et al.*, 2017). No entanto, é importante distinguir a escala do povoamento da escala da paisagem, já que uma paisagem heterogénea tende a favorecer a biodiversidade (BROCKERHOFF *et al.*, 2017).

No Quadro 1 apresenta-se um conjunto de estudos nos quais foram comparadas as riquezas específicas (número total de espécies) de alguns grupos de organismos, em florestas naturais e em plantações de eucalipto, na Península Ibérica. Nestes estudos, as plantações de eucalipto têm riqueza específica inferior à das florestas naturais na ordem dos 30%, em média, variando entre -91% (líquenes em plantações jovens) e +21% (formigas). Ou seja, as plantações de eucalipto estão longe de ser desprovidas de vida selvagem, não sendo correto apelidá-las de "desertos verdes" (GARDNER, 2010).

Os padrões de ocorrência de diferentes grupos de organismos são também afetados pela idade das plantações de eucalipto. Por exemplo, os morcegos apresentaram maior atividade em eucaliptais maduros do que em eucaliptais jovens (CRUZ *et al.*, 2015b). No caso das aves e dos líquenes, o padrão de ocorrência em eucaliptais jovens foi mais próximo do que ocorre em zonas de matos, enquanto em eucaliptais maduros se assemelharam mais aos das florestas naturais (CALVIÑO-CANCELA, 2013; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2013). Já a diversidade de plantas foi menor em plantações de idades intermédias. Acresce que nas plantações jovens predominavam plantas comuns enquanto nas plantações maduras a composição florística era mais complexa (CALVIÑO-CANCELA, 2012).

A redução da biodiversidade dentro das plantações resulta não só da simplificação estrutural decorrente da silvicultura, mas também da homogeneidade na idade das árvores e da ausência de árvores mortas ou antigas (VALDUGA *et al.*, 2016; GODED *et al.*, 2019; MILHEIRAS *et al.*, 2020). Por exemplo, as plantações comerciais de eucalipto são pouco usadas por aves de rapina para nidificação, devido ao crescimento aprumado dos eucaliptos, sem suporte adequado para a construção dos ninhos. No entanto, eucaliptos antigos, de médio a grande porte, podem ser importantes para espécies como a Águia-de-bonelli (*Aquila fasciata*) (FERREIRA, 2011), o Açor (*Accipiter gentillis*) (GARCÍA-SALGADO *et al.*, 2018) ou o Gavião (*Accipiter nisus*) (GODED *et al.*, 2019). De facto, os eucaliptais podem funcionar como *habitats* complementares para espécies típicas de floresta, que não sobrevivem em *habitats* exclusivamente abertos. Podem ainda aumentar a conectividade entre áreas de floresta natural, à escala regional, ou funcionar como zonas tampão entre áreas agrícolas e florestas naturais (GARDNER, 2010; GRAHAM *et al.*, 2017).

A maioria dos estudos sobre o impacte das plantações de eucalipto na biodiversidade tem-se focado nas espécies mais emblemáticas ou facilmente reconhecíveis, como aves, mamíferos ou plantas. Grupos como invertebrados ou

fungos são menos estudados, não obstante a sua contribuição para a biodiversidade global e a sua importância para o funcionamento dos ecossistemas. Ainda assim, começam a surgir os primeiros levantamentos sistemáticos em Portugal (Quadro 1). Estudos com colêmbolos, pequenos invertebrados que se alimentam de detritos e são considerados bons indicadores da qualidade do solo pelo seu papel na reciclagem de nutrientes (BOENO *et al.*, 2020), identificaram menor diversidade em alguns eucaliptais, quando comparados com povoamentos de outras essências florestais, mas nem sempre com redução no número de indivíduos (BARROCAS *et al.*, 1998; SOUSA *et al.*, 2000; BOENO *et al.*, 2020). Aliás, esta tendência de decréscimo da diversidade e/ou riqueza específica nos eucaliptais nem sempre ocorre, dependendo muito das práticas de gestão silvícola adotadas. Práticas mais intrusivas, que levem à destruição do subcoberto, ou práticas de mobilização intensiva do solo têm um efeito negativo, enquanto medidas de gestão menos intrusivas, que mantenham o subcoberto, a folhada e resíduos do corte à superfície do solo, não originam estes efeitos, podendo até promover um incremento dos descritores de biodiversidade (SOUSA *et al.*, 2000).

Em síntese, os diversos estudos indicam que, mais do que as características específicas do eucalipto, os impactes sobre a biodiversidade são devidos aos modelos de silvicultura usados na gestão dos eucaliptais, focados na maximização do potencial produtivo, com ciclos de exploração curtos e perturbações regulares.

Já nos ecossistemas ribeirinhos, está bem documentado que a plantação de eucaliptos nas galerias ripícolas tem efeitos negativos, com impacte sobre o funcionamento destes ecossistemas, alterando a quantidade, qualidade, sazonalidade e taxa de decomposição dos detritos, e reduzindo a diversidade das comunidades de invertebrados (ABELHO e GRAÇA, 1996; CANHOTO e GRAÇA, 1996; LARRAÑAGA *et al.*, 2009; CORDERO-RIVERA *et al.*, 2017; FERREIRA *et al.*, 2019).

Quadro 1 - Riqueza específica de alguns grupos de fauna e flora, em floresta natural e em plantações de eucalipto, em trabalhos científicos realizados na Península Ibérica (os valores indicados referem-se ao número total de espécies encontradas em cada estudo, não tendo em consideração a sua abundância relativa)

Grupo taxonómico	Floresta natural	Plantação de eucalipto	Referências
Anfíbios	7	5	MATOS (2011)
	6	6	CRUZ <i>et al.</i> (2015a)
		224	SILVA <i>et al.</i> (2019)
Artrópodes	49	36	BARROCAS <i>et al.</i> (1998) ¹
	28	34	CAMMELL <i>et al.</i> (1996) ²
Aves	37	34	GODED <i>et al.</i> (2019)
	27	24	PROENÇA <i>et al.</i> (2010)
	32	12-14	CALVIÑO-CANCELA (2013) ³
	30	17	BAS LÓPEZ <i>et al.</i> (2018)
	27	23	MATOS (2011)
	39	17	ARAÚJO (1995)
	16 (P) / 13 (I)	7 (P) / 9 (I)	TELLERÍA E GALARZA (1990) ⁴
	31	19	SILVA <i>et al.</i> (2019)
Fungos	81	52	SILVA <i>et al.</i> (2019)
Líquenes	45	4-28	CALVIÑO-CANCELA <i>et al.</i> (2013) ³
Mamíferos	22	21	MATOS (2011)
	25	20	SILVA <i>et al.</i> (2019)
	10	7-10	CRUZ <i>et al.</i> (2015b) ^{3,5}
Plantas	31	27	GODED <i>et al.</i> (2019)
	84	49	PROENÇA <i>et al.</i> (2010)
	37	19-34	CALVIÑO-CANCELA <i>et al.</i> (2012) ³
	98	53	BAS LÓPEZ <i>et al.</i> (2018)
	143	92	SILVA <i>et al.</i> (2019)

¹ Estudo referente apenas a colêmbolos.

² Estudo referente apenas a formigas.

³ Estudos em que foram avaliadas plantações de eucalipto com diferentes idades.

⁴ O primeiro valor é relativo à riqueza específica na Primavera (P) e o segundo à riqueza específica no Inverno (I).

⁵ Estudo referente apenas a morcegos.

As plantações florestais e os serviços dos ecossistemas

Dados empíricos e teóricos suportam a relação entre a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas, apesar de haver ainda muitas falhas de conhecimento nesta interação (NAEEM *et al.*, 2016). As florestas fornecem uma vasta gama de serviços dos ecossistemas (i.e. benefícios para a humanidade), como a criação de *habitats*, a purificação do ar e da água, a prevenção da erosão ou o sequestro de carbono (GARDNER, 2010; MULDER *et al.*, 2015; DAI *et al.*, 2017; BROCKERHOFF *et al.*, 2017).

Genericamente, a contribuição das florestas naturais para os serviços dos ecossistemas é maior do que a das plantações florestais, onde se incluem os eucaliptais (BARAL *et al.*, 2016; DAI *et al.*, 2017; BROCKERHOFF *et al.*, 2017). No entanto, as plantações têm contribuições importantes, como a produção de madeira, o sequestro de carbono (com consequências positivas ao nível da mitigação dos efeitos das alterações climáticas) ou a prevenção da erosão (Quadro 2, BARAL *et al.*, 2016; GHAZOUËL *et al.*, 2019). Já por comparação com *habitats* não florestais, como pastagens, zonas agrícolas ou zonas de matos, a provisão de serviços dos ecossistemas das florestas plantadas é superior em diversas componentes de produção e regulação (Quadro 2, BARAL *et al.*, 2016).

No caso particular dos eucaliptais, outros exemplos de serviços dos ecossistemas incluem a utilização das flores dos eucaliptos, que são uma importante fonte de néctar para a produção de mel em Portugal (SILVA *et al.*, 2009; FEÁS *et al.*, 2010) e, na ausência de florestas naturais, o papel dos eucaliptais como *habitats* complementares para espécies com interesse cinegético, como os veados (ROBALO e BORRALHO, 1997; BUGALHO, 2009).

Quadro 2 - Serviços dos ecossistemas (SE) fornecidos pelas plantações geridas intensivamente e comparação relativamente a florestas naturais e outros usos do solo (+: superior; -: inferior; =: equivalente; adaptado de BARAL *et al.*, 2016)

Serviços dos Ecossistemas	Fornecimento de SE das florestas plantadas¹ em relação a:			
	Florestas naturais	Pastagens e matos naturais	Pastagens artificiais	Agricultura
Serviços de Produção				
Alimento	-	-	=	-
Madeira	+	+	+	+
Medicamentos	-	-	+	+
Água potável	-	+	-	+
Serviços de Regulação				
Filtragem do ar	-	+	+	+
Sequestro de carbono	+	+	+	+
Abastecimento de lençóis freáticos	-	-	-	+
Regulação de riscos naturais	-	+	+	+
Purificação da água	-	-	+	+
Regulação de doenças	-	?	+	+
Polinização	-	-	-	+
Fornecimento de <i>habitats</i>	-	-	+	+
Prevenção da erosão e proteção do solo	=	-	+	+
Serviços Culturais				
Valores espirituais e religiosos	-	-	?	?
Valores estéticos	-	-	?	?
Recreação e ecoturismo	-	?	+	+

¹ Inclui diversas essências florestais, não se restringindo especificamente às plantações de eucalipto.

Áreas protegidas e florestas plantadas: dois elementos chave na proteção da biodiversidade

A maioria da população humana, hoje urbana, interage esporadicamente com o espaço rural e tem um baixo sentimento de dependência em relação aos recursos naturais. Os bens vêm das prateleiras dos supermercados e armazéns, em quantidades ilimitadas, e há a percepção de que as florestas devem ser selvagens e misteriosas (PÖTZELSBERGER, 2018). De facto, os esforços de conservação no século XX focaram-se primariamente em preservar paisagens libertas de influência humana e em evitar a perda de biodiversidade (SCHLAEPPER, 2018). Para além de esta abordagem se ter revelado insuficiente, ignora frequentemente ecossistemas diversos e ricos em endemismos que foram moldados pela ação humana (BUGALHO *et al.*, 2011).

No panorama mundial, continua a assistir-se à destruição de florestas naturais, mas a tendência das últimas décadas é também de aumento da área dedicada à conservação da biodiversidade (FAO, 2016). Globalmente, 18% das florestas (mais de 700 milhões de hectares), encontram-se já em áreas de conservação legalmente protegidas, embora alguns ecossistemas não estejam ainda suficientemente abrangidos (FAO e UNEP, 2020).

As florestas plantadas têm um papel chave para a conservação da natureza ao reduzirem a extração de madeira nas florestas naturais e produzirem benefícios socioeconómicos para as populações, contribuindo assim, se devidamente planeadas, para configurações de paisagem sustentáveis (WWF, 2007; FAO, 2016; GODED *et al.*, 2019; MILHEIRAS *et al.*, 2020). A oferta de madeira a partir de florestas naturais atingiu o seu pico por volta de 1989, e desde então tem estado em declínio, em grande medida pela contribuição das florestas plantadas para a provisão de madeira (WARMAN, 2014). BUONGIORNO e ZHU (2014) estimaram que as plantações florestais reduziram a extração de madeira a partir de florestas naturais em 26%.

Em Portugal, a realidade florestal tem diferenças substanciais. A atividade agrícola, a utilização de madeira e o recurso ao fogo para criação de pastagens ao longo de milénios, associados ao clima mediterrânico com uma estação seca, relevo acidentado e solos pobres, tiveram um efeito profundo sobre a floresta nativa, originalmente dominada por carvalhos, sobreiros e azinheiras (BLONDEL, 2006; FABIÃO e OLIVEIRA, 2006; AGUIAR e PINTO, 2007; CORREIA *et al.*, 2009). De facto, em meados do século XIX, o território era dominado por incultos, pousios e charnecas (DEVY-VARETA, 2003), sendo a área florestal de apenas 630 mil hectares (7% do território), sobretudo montado de sobro e azinho e pinhal (RADICH e BAPTISTA, 2005).

Tal como noutros países da bacia do Mediterrâneo, a reflorestação foi conseguida através de plantação (MEYFROIDT e LAMBIN, 2011), concretizada em grande medida através do Regulamento para a execução do regime florestal, de 24 de dezembro de 1903, e da Lei do Povoamento Florestal, de 15 de junho de 1938 (DEVY-VARETA, 2003; RADICH e BAPTISTA, 2005). Até ao início da década de 1980, a área florestal aumentou para 3.024 mil hectares, através da expansão das áreas de montado, no Sul, e de pinheiro-bravo, no Centro e Norte (RADICH e BAPTISTA, 2005). A expansão das plantações de eucalipto acentuou-se a partir desta altura e até meados da década de 1990, impulsionada, na sua maioria, por pequenos proprietários e, em menor medida, pelas empresas de pasta e papel (DEUS *et al.*, 2018). Na sua maioria, as plantações de eucalipto vieram ocupar áreas agrícolas abandonadas ou pouco rentáveis e substituíram áreas de pinheiro-bravo (MENDES *et al.*, 2004). Ainda assim, até à publicação do Decreto-Lei n.º 175/88 de 17 de maio, não foram raros os casos de estabelecimento de eucaliptais em áreas de floresta autóctone, como montados (COSTA *et al.*, 2013). Em 2015, ano do último Inventário Florestal Nacional, a área de floresta em Portugal correspondia a 3.224 mil hectares (36% do território), dos quais cerca de 26% eram eucaliptais (9% do território) (Figura 1, ICNF, 2019).

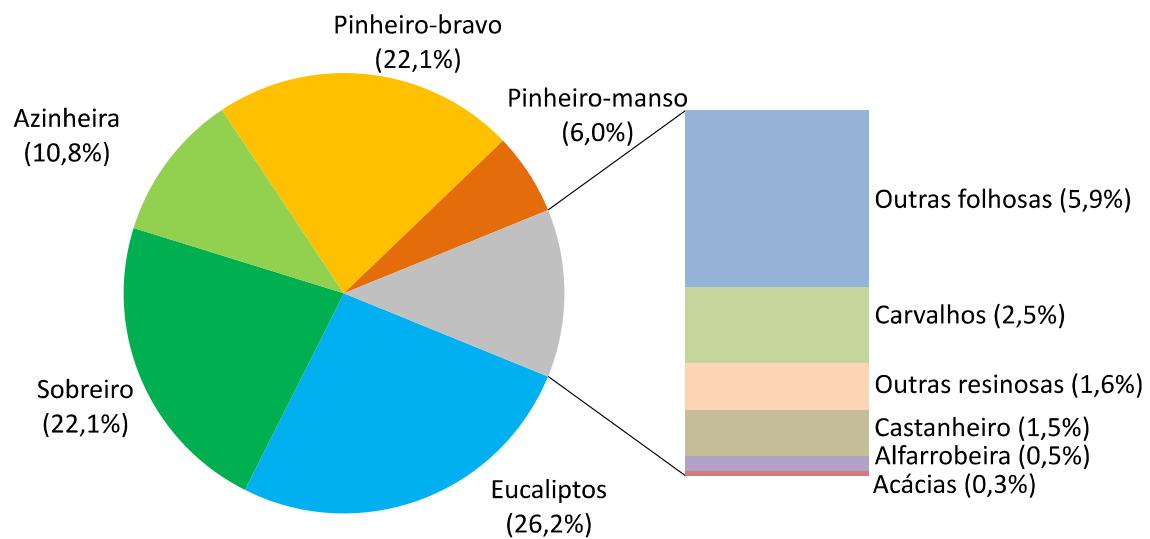


Figura 1 - Área ocupada (em percentagem) pelas principais espécies florestais, em Portugal, em 2015 (outras folhosas: faia, bétula ou bidoeiro, salgueiros, ulmeiros, choupos, amieiros, freixos e outras; outras resinosas: pinheiro-silvestre, pinheiro-de-Alepo, pseudotsuga, ciprestes, cedros e outras. Fonte: ICNF, 2019)

Foi neste contexto que, em 1970, foi formalmente reconhecida a importância da proteção da natureza em Portugal, através da Lei n.º 9/70 de 19 de junho, que estabeleceu a criação de parques nacionais e outros tipos de reservas. No ano seguinte, é criado o Parque Nacional da Peneda-Gerês (SILVA, 2000). Ao contrário do que ocorre em países com áreas selvagens extensas, em Portugal, a elevada densidade populacional levou a que se criassem áreas protegidas não só para preservar valores naturais, mas também modos de vida tradicionais, especialmente em meios rurais, onde fosse patente o equilíbrio entre a ação do Homem e a natureza (SILVA, 2000). Atualmente, a Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP) estende-se por 837 mil hectares, 23% dos quais florestas, e ocupa 9,1% do território nacional (ICNF, 2018). É ainda de destacar, entre outros mecanismos, a Rede Natura 2000 (RN2000), que visa a conservação de um elevado número de espécies e *habitats* florestais. No total, são abrangidos pela

RN2000 quase 1,9 milhões de hectares (EEA, 2019a), que correspondem a cerca de 20% da área terrestre de Portugal Continental (Figura 2, ICNF, 2018).

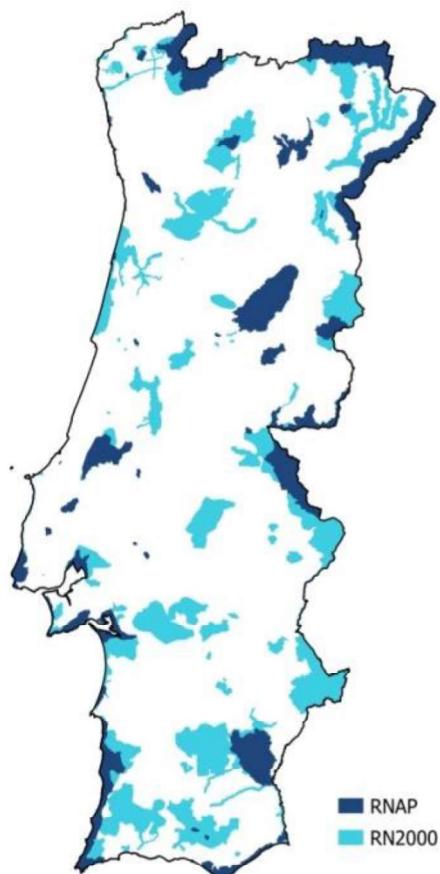


Figura 2 - Distribuição geográfica, em Portugal Continental, da área terrestre ocupada pela Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP) e pela Rede Natura (RN2000) (Fonte: <https://www.icnf.pt/>)

Importa notar que, apesar de a Península Ibérica corresponder a apenas cerca de 6% da área da Europa e de estar sob influência humana há milhares de anos, alberga cerca de 50% das espécies de plantas e vertebrados terrestres e mais de 30% das espécies endémicas deste continente (ARAÚJO *et al.*, 2007). Não é assim de menosprezar a importância da preservação integral dos ecossistemas naturais, mesmo admitindo que existem num contexto de paisagens humanizadas. Acresce que, num ambiente em constante mudança, núcleos de

floresta natural podem aumentar a resiliência dos ecossistemas e ser reservatórios saudáveis de espécies que podem recolonizar florestas em regeneração (MILHEIRAS *et al.*, 2020).

Segundo ARAÚJO *et al.* (2007), as áreas protegidas existentes albergam entre 73 e 98% da biodiversidade existente na Península Ibérica, e podem ser usadas para priorizar os esforços de conservação. Num estudo que avalia a eficácia da RN2000 para abranger os *habitats* de espécies ameaçadas, a nível Europeu, TROCHET e SCHMELLER (2013) chegaram a conclusões semelhantes, considerando que apenas 10% das espécies de mamíferos, aves e répteis não teriam ainda suficiente proteção. Ainda assim, vários fatores contribuem para a degradação, fragmentação e perda de *habitats*, em particular as espécies invasoras, a agricultura intensiva, o desenvolvimento urbanístico e as alterações climáticas, sobretudo nas regiões mais industrializadas (TROCHET e SCHMELLER, 2013; EEA, 2019b). De entre os fatores referidos, a área ocupada por espécies invasoras do género *Acacia*, embora ainda relativamente modesta (estimada em 8,4 mil hectares, ou seja, 0,3% da área florestal), causa preocupação pela rapidez da sua expansão, com um aumento médio na ordem dos 30% por ano, entre 1995 e 2015 (ICNF, 2019). Também a área destinada ao desenvolvimento urbanístico tem vindo a aumentar (Figura 3), realçando a importância de conciliar as vantagens socioeconómicas do turismo em áreas protegidas, muito procuradas pelo seu valor paisagístico, com a preservação dos valores naturais (SILVA, 2000).

Tal como noutras partes do mundo, a importância económica do eucalipto leva a que sejam feitos esforços para conciliar as plantações com os objetivos de conservação (DEUS *et al.*, 2018). O setor florestal em Portugal é responsável pela criação de valor acrescentado, pela exportação de bens transacionáveis, pela criação de emprego (com grande número de agentes envolvidos na produção, transformação e comercialização dos seus produtos) e pelo papel como agente dinamizador de zonas desfavorecidas (AIFF, 2013). O setor da pasta e papel, em

concreto, tem uma contribuição de 4,35% do total das exportações de bens, cujo saldo da balança comercial representa 0,64% do Produto Interno Bruto de Portugal (CELPA, 2020).

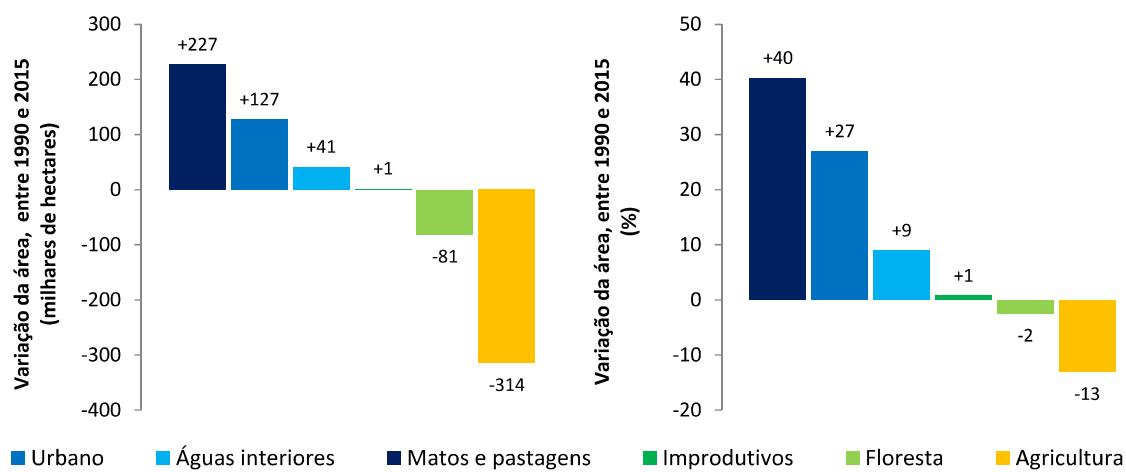


Figura 3 - Variação da área dos principais usos do solo, em Portugal, entre 1990 e 2015 (Fonte: ICNF 2019)

Para o proprietário florestal, na ausência de incentivos públicos, a plantação de eucalipto é frequentemente a única opção economicamente viável, por comparação com outras espécies florestais, como o pinheiro-bravo ou sobreiro (MENDES *et al.*, 2004). Por exemplo, no caso do sobreiro, um investimento só é viável se for garantido o financiamento da instalação do povoamento e a sua sobrevivência durante os primeiros 30 anos (PINHEIRO *et al.*, 2008). Também a área mínima para assegurar a rentabilidade de um povoamento é menor para o eucalipto (PINHEIRO *et al.*, 2008), aspecto particularmente importante em Portugal, onde a área florestal é extremamente fragmentada e dominada por minifúndios.

Na prática, são necessárias ferramentas concretas para conciliar os objetivos de produção e de conservação da natureza, entre as quais se destaca a certificação florestal, discutida de seguida. Não obstante os desafios, nas palavras de WILSON (2003), há quase duas décadas, mas ainda atuais, "chegou a

altura [...] de a indústria de extração de madeira mudar para o cultivo de árvores em áreas já convertidas. O cultivo de madeira e fibra deve ser conduzido como o agronegócio, usando espécies e variedades de elevada qualidade e crescimento rápido, para maior produtividade e lucro". Por outras palavras, a silvicultura tem de ser uma atividade rentável, de modo que uma parte dos benefícios económicos possa depois ser direcionada para a conservação da biodiversidade, para estudos nos campos da ecologia ou da biotecnologia, ou para o aproveitamento de outros serviços dos ecossistemas, como o armazenamento de carbono (WILSON, 2003; WARMAN, 2014).

Boas práticas florestais para preservar a biodiversidade: o papel da certificação florestal

No passado, a conservação da natureza foi por vezes apontada como um fator que condicionava o desenvolvimento (SILVA, 2000), mas o paradigma atual de desenvolvimento sustentável veio contrariar esta ideia. Admitindo que a maioria das operações silvícolas tem impactes negativos sobre a biodiversidade, estes podem ser minimizados ao adotar boas práticas (ARAÚJO, 1995; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2012). Num trabalho de revisão que abrangeu 152 artigos científicos, VALDUGA *et al.* (2016) referiram práticas de gestão florestal inadequadas em dois terços dos estudos onde foram identificados efeitos negativos das plantações de eucalipto sobre os ecossistemas naturais.

Os esquemas de certificação têm tido um papel basilar na promoção das boas práticas florestais, contribuindo simultaneamente para o aumento da produtividade e do desempenho ambiental das plantações de eucalipto (SILVA e TOMÉ, 2016). A nível mundial, destacam-se o FSC® (*Forest Stewardship Council* ® - FSC® N003336) e o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification*). Entre os princípios que governam a sua atuação, incluem-se a proteção dos serviços dos ecossistemas e dos valores ambientais e a mitigação de impactes

negativos, quando não possam ser completamente evitados (FSC, 2015; PEFC, 2018). As orientações adotadas incluem uma vasta gama de medidas que promovem a manutenção, conservação, restauro ecológico e valorização dos ecossistemas e das espécies, com particular destaque para espécies e genótipos nativos e/ou raros, sem negligenciar as necessidades das comunidades locais e os valores culturais (FSC, 2015; PEFC, 2018).

Um dos conceitos centrais da estratégia de proteção da biodiversidade é o de Altos Valores de Conservação (AVC), designação criada pelo FSC em 1999, e que se refere a atributos biológicos, ecológicos, culturais e sociais de extrema importância que se encontram no espaço florestal. O conceito tem vindo a ser adotado por diversas entidades com envolvimento na conservação da natureza e no desenvolvimento sustentável, desde produtores privados a decisores políticos e organizações não-governamentais (WWF, 2007). Em Portugal, os exemplos mais emblemáticos de AVC são os montados tradicionais, contínuos e em bom estado de conservação, de sobre (e.g. charnecas do Tejo e do Sado) e azinho (e.g. Vale do Guadiana). Estes são importantes para a biodiversidade, fontes de rendimento para as populações locais e fornecedores de outros serviços dos ecossistemas, como a regulação do ciclo da água e a proteção contra a erosão (WWF, 2007). O conceito de AVC é igualmente verificável na certificação PEFC através das Áreas Ecologicamente Importantes, que reúnem os mesmos atributos especiais em termos de biodiversidade e populações locais.

A proteção de *habitats* estratégicos ou elementos desses *habitats* pode ter efeitos benéficos ao nível do funcionamento dos ecossistemas em paisagens humanizadas. A preservação de árvores antigas é um exemplo, pois estas, mesmo existindo de forma isolada ou em pequenos núcleos, são importantes para a fauna selvagem (e.g. nidificação, *habitat*) (LINDENMAYER, 2017). Outro exemplo é o das galerias ripícolas, cujas comunidades se sabe serem afetadas pela presença de eucaliptos. Segundo CORDERO-RIVERA *et al.* (2017), se a vegetação ripícola for integralmente preservada e se as bacias hidrográficas

retiverem mais de um terço de florestas naturais, é expectável que as comunidades ripícolas não sejam significativamente afetadas. Um terceiro exemplo é a manutenção de vegetação nativa em subcoberto, apontada por VALDUGA *et al.* (2016) como o fator que mais contribui para a preservação da biodiversidade em plantações de espécies não-nativas, como eucaliptos e pinheiros, no Brasil. Em Portugal, estudos recentes em eucaliptais indicaram que a presença de plantas como urzes ou tojos promovem a ocorrência de pequenos mamíferos (CARRILHO *et al.*, 2017; TEIXEIRA *et al.*, 2017). No entanto, a preservação de vegetação em subcoberto entra em conflito com as estratégias de redução da perigosidade de incêndio, pelo que é necessário encontrar soluções de compromisso ao nível da gestão florestal.

Organizações não-governamentais e gestores florestais têm implementado medidas de compatibilização das funções produtivas da floresta com a conservação das aves de rapina mais sensíveis à perturbação humana, como a Águia-de-bonelli ou o Açor, com sucesso ao nível da reprodução destas espécies (N. RICO, observação pessoal). São exemplo destas medidas a preservação de manchas de vegetação com árvores de nidificação existentes e potenciais, a delimitação de áreas de proteção em redor dos ninhos e o desfasamento das atividades florestais relativamente aos períodos críticos de nidificação (PALMA e CANGARATO, 2011).

Em síntese, em áreas com forte intervenção humana, como ocorre em Portugal, os ecossistemas naturais podem ser vistos como fragmentos de *habitat* rodeados por uma matriz de áreas urbanizadas, terrenos agrícolas e plantações florestais, integrados num mosaico paisagístico (CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2012). Elementos como a vegetação ripícola ou manchas de vegetação nativa são valiosos para a conservação da biodiversidade e devem ser protegidos e restaurados. Também a criação de mosaicos de plantações com espécies florestais distintas e de várias idades contribui para a diversificar os

ecossistemas, aumentando o seu valor de conservação (CARNUS *et al.*, 2006; BROCKERHOFF *et al.*, 2017).

Desafios para o futuro: temos razões para ser otimistas?

Há impactes negativos sobre a biodiversidade associados às plantações, e os eucaliptais não são exceção. No entanto, na visão de BARAL *et al.* (2016), estes não são problemas das florestas plantadas *per se*, mas sobretudo falhas no planeamento, gestão florestal e envolvimento das comunidades no delineamento e desenvolvimento da estrutura fundiária. Os desafios à compatibilização dos objetivos de produção de eucalipto e de conservação da biodiversidade são múltiplos. O conhecimento atualmente disponível sugere que dispomos das ferramentas adequadas para identificar e atuar, de modo a garantir que as plantações não constituam, no presente e no futuro, uma ameaça à biodiversidade em Portugal.

O **planeamento à escala da paisagem** exige a negociação de um conjunto comum de objetivos bem como uma matriz de responsabilidades partilhadas entre as partes interessadas (CARVALHO-RIBEIRO *et al.*, 2010). Em Portugal, mais de 90% da área florestal é detida por proprietários privados e é extremamente fragmentada, num total de 11,7 milhões de prédios rústicos (ICNF, 2018). Estima-se ainda que 20% do território não possui dono ou que este é desconhecido (ICNF, 2018). Entende-se assim que a resolução de conflitos de interesses entre objetivos de produção e conservação seja um dos maiores desafios na implementação de medidas de promoção da biodiversidade (DEUS *et al.*, 2018). Neste contexto, o associativismo, através das organizações de produtores florestais é um elemento essencial para a prossecução de uma política florestal sustentável e economicamente viável, principalmente nas zonas de minifúndio. De um ponto de vista do conhecimento científico, sabe-se que as espécies interagem no espaço e no tempo e que há fluxos entre *habitats* (TRUCHY

et al., 2015), mas qual a escala relevante e como definir as configurações de paisagem mais benéficas (MULDER, 2015; ČOSOVIĆ *et al.*, 2020)?

O compromisso corporativo por parte da indústria da pasta e papel pode ser decisivo, através de políticas que favoreçam e valorizem a aquisição de matérias-primas certificadas junto dos seus fornecedores, de cooperação com a administração pública para recuperar áreas degradadas, do fomento de alianças com os produtores florestais e da criação de programas de formação e sensibilização sobre silvicultura sustentável (BOIRAL e HERAS-SAIZARBITORIA, 2017). A estas questões acresce o investimento na diversificação de produtos de elevado valor num cenário de alterações climáticas (NIESENBAUM, 2019), como a aposte em biorrefinarias de base florestal para extração de compostos químicos, nomeadamente a partir de matérias-primas atualmente subaproveitadas, como a casca do eucalipto (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Com o acumular de conhecimento científico, existem cada vez mais evidências de que as opções de gestão florestal podem resultar em sinergias e compromissos benéficos (DAI *et al.*, 2017). A certificação florestal é uma ferramenta poderosa para se generalizar a adoção de boas práticas. Para além dos ganhos ambientais e em produção de madeira, os produtos certificados possibilitam o acesso aos mercados internacionais, mais exigentes, com maior valor acrescentado (SILVA e TOMÉ, 2016). Em Portugal, a área de florestas certificada tem vindo a aumentar. Em abril de 2020, cerca de 480 mil hectares tinham certificação FSC, dos quais cerca de metade correspondia a áreas de eucalipto (<https://pt.fsc.org/>), enquanto a certificação PEFC abrangia cerca de 280 mil hectares, dos quais 65% eram áreas de eucalipto (<https://www.pefc.pt/>).

A adesão a esquemas de certificação permitiu também melhorar o conhecimento, ao tornar obrigatória a monitorização dos impactes ambientais das plantações. Ainda assim, muitos trabalhos acabam por não ser publicados, o que remete para a importância de aumentar as interações entre a academia e a

fileira florestal na produção e disseminação do conhecimento (VALDUGA *et al.*, 2016). Questões importantes incluem também a definição de quais os indicadores biológicos e ecológicos mais adequados. Alguns dos organismos que fornecem informação mais precisa exigem conhecimento especializado, não sendo por isso práticos para uso generalizado. Outros, como as comunidades microbianas, são pouco conhecidos, não estando estabelecida relação entre biodiversidade e o funcionamento das comunidades (MULDER, 2015; ČOSOVIĆ *et al.*, 2020).

Para além de todas as dificuldades enfrentadas pelos produtores florestais devido ao abandono rural ou aos incêndios florestais (SILVA e DEUS, 2018), uma das incertezas para o futuro prende-se com a provável **redução da área com aptidão para a cultura do eucalipto** durante as próximas décadas, como consequência das alterações climáticas (DEUS *et al.*, 2018). Se não estiverem disponíveis alternativas, como eucaliptos mais resistentes à secura ou outras espécies florestais, é provável que uma parte das atuais plantações venha a ser abandonada. Sem valor económico e com baixo valor para a conservação (DEUS *et al.*, 2018), e não obstante a sua utilização por algumas espécies nativas, será importante definir condições para assegurar a recuperação destas áreas.

As abordagens de gestão modernas devem ainda reconhecer que os sistemas naturais do passado estão em constante mudança, impulsionada por agentes como a pressão humana ou as alterações climáticas (DAVIS *et al.*, 2011). As espécies não-nativas, como o eucalipto, têm sido acusadas de causar a extinção de espécies nativas e de genericamente poluírem o ambiente. Sendo certo que há lacunas no conhecimento científico sobre o efeito das plantações florestais nos padrões e processos ecológicos das espécies nativas que urge colmatar, esta visão inicial tem influenciado negativamente a forma como a opinião pública, conservacionistas, gestores e decisores políticos têm analisado a relação entre os eucaliptais e os valores de biodiversidade (DAVIS *et al.*, 2011; SCHLAEFFER, 2018).

É ainda de referir que a biodiversidade é uma prioridade na agenda política mundial em matéria ambiental, materializada pela Organização das Nações Unidas através da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda>). Para a União Europeia, a estratégia para a biodiversidade para 2030, recentemente publicada, elenca um conjunto de objetivos ambiciosos, que abrangem o reforço e alargamento das áreas protegidas, a proteção integral das florestas naturais remanescentes, a recuperação e reflorestação de ecossistemas degradados e o incentivo à adoção de práticas agroflorestais sustentáveis (<https://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/strategy>).

Agradecimentos

Aos Professores Miguel Rosalino (Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), Carlos Fonseca (Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, Universidade de Aveiro) e Miguel Bugalho (Centro de Ecologia Aplicada, Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa) pela sua análise crítica e contribuições para o texto.

Bibliografia consultada

- ABELHO, M., GRAÇA, M.A.S., 1996. Effects of eucalyptus afforestation on leaf litter dynamics and macroinvertebrate community structure of streams in Central Portugal. *Hydrobiologia* **324**: 195-204.
- AGUIAR, C., PINTO, B., 2007. Paleo-história e história antiga das florestas de Portugal continental: até à Idade Média. In *Árvores e florestas de Portugal: floresta e sociedade, uma história comum*. Jornal Público, Fundação Luso-Americanana para o Desenvolvimento, Liga para a Protecção da Natureza, Lisboa, pp. 15-53.
- AIFF, 2013. Uma visão para o sector florestal. Associação para a Competitividade da Fileira Florestal, 86 pp.

- ARAÚJO, M.B., 1995. The effect of *Eucalyptus globulus* Labill. Plantations on biodiversity: a case study in Serra de Portel (South Portugal). Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação, University College London, 62 pp.
- ARAÚJO, M.B., LOBO, J.M., MORENO, J.C., 2007. The effectiveness of Iberian protected areas in conserving terrestrial biodiversity. *Conservation Biology* **21**(6): 1423-2432.
- BARAL, H., GUARIGUATA, M.R., KEENAN, R.J., 2016. A proposed framework for assessing ecosystem goods and services from planted forests. *Ecosystem Services* **22**(B): 260-268.
- BARROCAS, H.M., GAMA, M.M., SOUSA, J.P., FERREIRA, C.S., 1998. Impact of reafforestation with *Eucalyptus globulus* Labill. on the edaphic collembolan fauna of Serra de Monchique (Algarve, Portugal). *Miscellània Zoològica* **21**(2): 9-23.
- BAS LÓPEZ, S., GUITIÁN, J., SOBRAL, M., 2018. Biodiversidad en plantaciones de eucalipto y en bosques de carballo del sur de Galicia: plantas y aves. *Nova Acta Científica Compostelana* **25**: 71-81.
- BLONDEL, J., 2006. The 'Design' of Mediterranean landscapes: a millennial story of humans and ecological systems during the historic period. *Human Ecology* **34**: 713-729.
- BOENO, D., SILVA, R.F., ALMEIDA, H.S., RODRIGUES, A.C., VANZAN, M., ANDREAZZA, R., 2020. Influence of eucalyptus development under soil fauna. *Brazilian Journal of Biology* **80**(2): 345-353.
- BOIRAL, O., HERAS-SAIZARBITORIA, I., 2017. Best practices for corporate commitment to biodiversity: An organizing framework from GRI reports. *Environmental Science and Policy* **77**: 77-85.
- BROCKERHOFF, E.G., BARBARO, L., CASTAGNEYROP, B., FORRESTER, D.I., GARDINER, B., GONZÁLEZ-OLABARRIA, J.R., LYVER, P.O'B., MEURISSE, N., OXBROUGH, A., TAKI, H., THOMPSON, I.D., VAN DER PLAS, F., JACTEL, H., 2017. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation* **26**: 3005-3035.
- BUGALHO, M., 2009. Ficha do Veadão. http://naturlink.pt/article.aspx?menuid=55&cid=4102&bl=1&viewall=true#Go_1 (consultado em 25-02-2021).
- BUGALHO, M.N., CALDEIRA, M.C., PEREIRA, J.S., ARONSON, J., PAUSAS, J.G., 2011. Mediterranean cork oak savannas require human use to sustain biodiversity and ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment* **9**(5): 278-286.
- CALVIÑO-CANCELÀ, M., RUBIDO-BARÀ, M., VAN ETEN, E., 2012. Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? *Forest Ecology and Management* **270**: 153-162.
- CALVIÑO-CANCELÀ, M., 2013. Effectiveness of eucalypt plantations as a surrogate habitat for birds. *Forest Ecology and Management* **310**: 692-699.

- CALVIÑO-CANCELA, M., SILANES, M.E.L., RUBIDO-BARÁ, M., URRIBARRI, J., 2013. The potential role of tree plantations in providing habitat for lichen epiphytes. *Forest Ecology and Management* **291**: 386-395.
- CAMMELL, M.E., WAY, M.J., PAIVA, M.R., 1996. Diversity and structure of ant communities associated with oak, pine, eucalyptus and arable habitats in Portugal. *Insectes Sociaux* **43**: 37-46.
- CANHOTO, C., GRAÇA, M.A., 1996. Decomposition of *Eucalyptus globulus* leaves and three native leaf species (*Alnus glutinosa*, *Castanea sativa* and *Quercus faginea*) in a Portuguese low order stream. *Hydrobiologia* **333**: 79-85.
- CARNUS, J.M., PARROTTA, J., BROCKERHOFF, E.G., ARBEZ, M., JACTEL, H., KREMER, A., LAMB, D., O'HARA, K., WALTERS, B., 2006. Planted forests and biodiversity. *Journal of Forestry* **104**(2): 65-77.
- CARVALHO-RIBEIRO, S.M., LOVETT, A., O'RIORDAN, R., 2010. Multifunctional forest management in Northern Portugal: Moving from scenarios to governance for sustainable development. *Land Use Policy* **27**(4): 1111-1122.
- CARRILHO, M., TEIXEIRA, D., SANTOS-REIS, M., ROSALINO, L.M., 2017. Small mammal abundance in Mediterranean *Eucalyptus* plantations: how shrub cover can really make a difference. *Forest Ecology and Management* **391**: 256-263.
- CELPA, 2020. Boletim estatístico da Indústria Papeleira Portuguesa – 2019. Associação da Indústria Papeleira, Lisboa, 112 pp.
- CORDERO-RIVERA, A., MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, A., ÁLVAREZ, M., 2017. Eucalypt plantations reduce the diversity of macroinvertebrates in small forested streams. *Animal Biodiversity and Conservation* **40**: 87-97.
- CORREIA, A.V., GABRIEL, C., CARVALHO, M., COLAÇO, M.C., 2009. Tenho uma história para contar. In *Floresta, muito mais que árvores - Manual de Educação Ambiental para a Floresta*. Autoridade Florestal Nacional, Lisboa, pp. 21-25.
- ĆOSOVIĆ, M., BUGALHO, M.N., THOM, D., BORGES, J.G., 2020. Stand structural characteristics are the most practical biodiversity indicators for forest management planning in Europe. *Forests* **11**(3): 343.
- COSTA, A., MADEIRA, M., SANTOS, J.L., 2013. Is cork oak (*Quercus suber* L.) woodland loss driven by eucalyptus plantation? A case study in southwestern Portugal? *Forest* **7**: 193-203.
- CRUZ, J., SARMENTO, P., CARRETERO, M.A., WHITE, P.C.L., 2015a. Exotic Fish in Exotic Plantations: A Multi-Scale Approach to Understand Amphibian Occurrence in the Mediterranean Region. *PLoS ONE* **10**: e0129891.

- CRUZ, J., SARMENTO, P., RYDEVIK, G., REBELO, H., WHITE, P.C.L., 2015b. Bats like vintage: managing exotic eucalypt plantations for bat conservation in a Mediterranean landscape. *Animal Conservation* **19**(1): 53-64.
- DAI, E., WANG, X., ZHU, J., XI, W., 2017. Quantifying ecosystem service trade-offs for plantation forest management to benefit provisioning and regulating services. *Ecology and Evolution* **7**(19): 7807-7821.
- DAVIS, M.A., CHEW, M., HOBBS, R.J., *et al.*, 2011. Don't judge species on their origins. *Nature* **474**: 153-154.
- DEUS, E., SILVA, J.S., CASTRO-DÍEZ, P., LOMBA, A., ORTIZ, M.L., VICENTE, J., 2018. Current and future conflicts between eucalypt plantations and high biodiversity areas in the Iberian Peninsula. *Journal for Nature Conservation* **45**: 107-117.
- DEVY-VARETA, N., 2003. O Regime Florestal em Portugal através do século XX (1903-2003). *Revista da Faculdade de Letras - Geografia* **19**: 447-455.
- EEA, 2019a. Natura 2000 Barometer. European Environmental Agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/natura-2000-barometer> (consultado em 17-06-2020).
- EEA, 2019b. State of Nature in the EU. Article 17 national summary dashboards. Main pressures and threats. European Environmental Agency. <https://www.eea.europa.eu/themes/biodiversity/state-of-nature-in-the-eu/article-17-national-summary-dashboards/mainpressuresandthreats> (consultado em 04-05-2020).
- FABIÃO, A.M.D., OLIVEIRA, A.C., 2006. *A Floresta em Portugal*. Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 43 pp.
- FAO, 2016. *Global Forest Resources Assessment 2015*. Food and Agriculture Organization, Roma, 44 pp.
- FAO, UNEP, 2020. The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Food and Agriculture Organization, Roma, 188 pp.
- FEÁS, X., PIRES, J., ESTEVINHO, M.L., IGLESIAS, A., ARAÚJO, J.P.P., 2010. Palynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal. *International Journal of Food Science and Technology* **45**(6): 1255-1262.
- FERREIRA, A.R.A.M., 2011. *Microhabitat factors affecting nest site selection and breeding success of tree-nesting Bonelli's Eagles (Aquila fasciata)*. Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 48 pp.

- FERREIRA, V., BOYERO, L., CALVO, C., CORREA, F., FIGUEROA, R., GONÇALVES, J.F., GOYENOLA, G., GRAÇA, M.A.S., HEPP, L.U., KARIUKI, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, A., MAZZEO, N., M'ERIMBA, C., MONROY, S., PEIL, A., POZO, J., REZENDE, R., TEIXEIRA-DEMELLO, F., 2019. A global assessment of the effects of Eucalyptus plantations on stream ecosystem functioning. *Ecosystems* **22**: 629-642.
- FSC, 2015. *FSC Principles and Criteria for Forest Stewardship*. Forest Stewardship Council, Bona, 32 pp.
- GARCÍA-SALGADO, G., REBOLLO, S., PÉREZ-CAMACHO, L., MARTÍNEZ-HESTERKAMP, S., DE LA MONTAÑA, E., DOMINGO-MUÑOZ, R., MADRIGAL-GONZÁLEZ, J., FERNÁNDEZ-PEREIRA, J.M., 2018. Breeding habitat preferences and reproductive success of Northern Goshawk (*Accipiter gentilis*) in exotic Eucalyptus plantations in southwestern Europe. *Forest Ecology and Management* **409**: 817-825.
- GARDNER, T., 2010. *Monitoring forest biodiversity: Improving conservation through ecologically responsible management*. Earthscan Publications, Londres, 360 pp.
- GHAZOUL, J., BUGALHO, M., KEENAN, R., 2019. Forests: economic perks of plantations. *Nature* **570**(7761): 307.
- GODED, S., EKROOS, J., DOMÍNGUEZ, J., AZCÁRATE, J.G., GUITIÁN, J.A., SMITH, H.G., 2019. Effects of eucalyptus plantations on avian and herb species richness and composition in North-West Spain. *Global Ecology and Conservation* **19**: e00690.
- GRAHAM, C.T., WILSON, M.W., GITTINGS, T., KELLY, T.C., IRWIN, S., QUINN, J.L., O'HALLORAN, J., 2017. Implications of afforestation for bird communities: the importance of preceding land-use type. *Biodiversity and Conservation* **26**: 3051-3071.
- ICNF, 2019. *6.º Inventário Florestal Nacional – Relatório Final*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa, 58 pp.
- ICNF, 2018. Portugal - Perfil florestal. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. http://www2.icnf.pt/_portal/florestas/ppf/estatisticas-oficiais/resource/doc/ICNF-Perfil-Florestal-v08nov2018.pdf (consultado em 11-05-2020).
- LARRAÑAGA, A., BASAGUREN, A., POZO, J., 2009. Impacts of *Eucalyptus globulus* plantations on physiology and population densities of invertebrates inhabiting Iberian Atlantic streams. *Hydrobiologia* **94**(4): 497-511.
- LINDENMAYER, D.B., 2017. Conserving large old trees as small natural features. *Biological Conservation* **211**(B): 51-59.
- MATOS, M.M.A.S., 2011. *Vertebrate diversity in the Bussaco Mountain and surrounding areas*. Dissertação de Doutoramento em Biologia. Universidade de Aveiro, 163 pp.
- MENDES, A.M.S.C., FELICIANO, D., TAVARES, M., DIAS, R., 2004. The Portuguese Forests: Country level report delivered to the EFFE Project—Evaluating Financing of Forestry in Europe. Universidade Católica Portuguesa, 226 pp.

- MEYFROIDT, P., LAMBIN, E.F., 2011. Global forest transition: prospects for an end to deforestation. *Annual Review of Environment and Resources* **36**: 343-371.
- MILHEIRAS, S.G., GUEDES, M., SILVA, F.A.B., APARÍCIO, P., MACE, G.M., 2020. Patterns of biodiversity response along a gradient of forest use in Eastern Amazonia, Brazil. *PeerJ* **8**: e8486.
- MULDER, C., BENNET, E.M., BOHAN, D.A., et al., 2015. 10 years later: revisiting priorities for science and society a decade after the Millennium Ecosystem Assessment. In *Ecosystem Services: From Biodiversity to Society, Part 1*. Academic Press, Londres, pp 1-53.
- NAEEM, S., CHAZDON, R., DUFFY, J.E., PRAGER, C., WORM, B., 2016. Biodiversity and human well-being: an essential link for sustainable development. *Proceedings of the Royal Society B* **283**: 20162091.
- NIESENBAUM, R.A., 2019. The integration of Conservation, Biodiversity, and Sustainability. *Sustainability* **11**(17): 4676.
- ONU, 2019. The Sustainable Development Goals Report. Organização das Nações Unidas. Nova Iorque, 60 pp.
- PALMA, L., CANGARATO, R., 2011. *Conservação da Águia de Bonelli: manual de boas práticas florestais e cinegéticas*. Projeto LIFE "Conservação de Populações Arborícolas de Águia de Bonelli em Portugal". Centro de Estudos da Avifauna Ibérica, Évora, 31 pp.
- PEFC, 2018. Sustainable Forest Management – Requirements. Programme for the Endorsement of Forest Certification, Genebra, 34 pp.
- PÖTZELSBERGER, E., 2018. *Should we be afraid of non-native trees in our forests?* University of Natural Resources and Life Sciences, Viena, 35 pp.
- PROENÇA, V.M., PEREIRA, H.M., GUILHERME, J., VICENTE, L., 2010. Plant and bird diversity in natural forests and in native and exotic plantations in NW Portugal. *Acta Oecologica* **36**(2):219-226.
- ROBALO, P., BORRALHO, R., 1997. Variation in density of red deer (*Cervus elaphus* L.) in an area of the international part of the Tejo River: the influence of habitat, pasture and hunting. *Silva Lusitana* **5**(2): 225-240.
- RADICH, M.R., BAPTISTA, F.O., 2005. Floresta e Sociedade: Um Percurso (1875-2005). *Silva Lusitana* **13**(2): 143-157.
- RODRIGUES, A.R., PINTO, P.C.O.R., BARREIRO, M.F., COSTA, C.A.E., MOTA, M.I.F., FERNANDES, I., 2018. *An Integrated Approach for Added-Value Products from Lignocellulosic Biorefineries*. Springer International Publishing, 166 pp.
- SCHLAEPFER, M.A., 2018. Do non-native species contribute to biodiversity? *PLOS Biology* **16**(4): e2005568.

- SILVA, C.P., 2000. Áreas Protegidas em Portugal: Que papel? Conservação versus desenvolvimento. *GeoINova* **2**: 27-44.
- SILVA, J.S., DEUS, E., 2018. O que sabemos (e não sabemos) sobre as plantações naturais de eucalipto em Portugal. In *O eucalipto*. CULTIVAR - Cadernos de Análise e Prospetiva. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral, Lisboa, pp 25-32.
- SILVA, J.S., TOMÉ, M., 2016. Tasmanian blue gum in Portugal – opportunities and risks of widely cultivated species. In *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. European Forest Institute, pp. 352-361.
- SILVA, L.P., HELENO, R.H., COSTA, J.M., VALENTE, M., MATA, V.A., GONÇALVES, S.C., SILVA, A.A., ALVES, J., RAMOS, J.A., 2019. Natural woodlands hold more diverse, abundant, and unique biota than novel anthropogenic forests: a multi-group assessment. *European Journal of Forest Research* **138**: 461-472.
- SILVA, L.R., MONTEIRO, A.P., VALENTÃO, P., ANDRADE, P.B., 2009. Honey from Luso region (Portugal): Physicochemical characteristics and mineral contents. *Microchemical Journal* **93**: 73-77.
- SOUSA, J.P., GAMA, M.M., FERREIRA, C., BARROCAS, H., 2000. Effect of eucalyptus plantations on Collembola communities in Portugal: a review. *Belgian Journal of Entomology* **2**: 187-201.
- SWINGLAND, I.R., 2013. Definition of biodiversity. In *Encyclopedia of biodiversity*. Academic Press, Amsterdão, pp. 399-410.
- TEIXEIRA, D., CARRILHO, M., MEXIA, T., KÖBEL, M., SANTOS, M.J., SANTOS-REIS, M., ROSALINO, L.M., 2017. Management of Eucalyptus plantations influences small mammal density: Evidence from Southern Europe. *Forest Ecology and Management* **385**: 25-34.
- TELLERÍA, J.L., GALARZA, A., 1990. Avifauna y paisaje en el Norte de España: efecto de las repoblaciones con arboles exóticos. *Ardeola* **37**(2): 229-245.
- TROCHET, A., SCHMELLER, D.S., 2013. Effectiveness of the Natura 2000 network to cover threatened species. *Nature Conservation* **4**: 35-53.
- TRUCHY, A., ANGELER, D.G., SPONSELLER, R.A., JOHNSON, R.K., MCKIE, B.G., 2015. Linking biodiversity, ecosystem functioning and services, and ecological resilience: towards an integrative framework for improved management. In *Ecosystem Services: From Biodiversity to Society, Part 1*. Academic Press, Londres, pp. 55-96.
- VALDUGA, M.O., ZENNI, Z.D., VITULE, J.R.S., 2016. Ecological impacts of non-native tree species plantations are broad and heterogeneous: a review of Brazilian research. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **88**(3): 1675-1688.

- VAN DER BIEST, K., MEIRE, P., SCHELLEKENS, T., D'HONDT, B., BONTE, D., VANAGT, T., YSEBAERT, T., 2020. Aligning biodiversity conservation and ecosystem services in spatial planning: Focus on ecosystem processes. *Science of the Total Environment* **712**: 136350.
- WARMAN, R.D., 2014. Global wood production from natural forests has peaked. *Biodiversity and Conservation* **23**: 1063-1078.
- WILSON, E.O., 2003. *The future of life*. Vintage Books, Random House, Nova Iorque, 229 pp.
- WWF, 2007. *High Conservation Value Forests: The concept in theory and practice*. World Wildlife Fund, Gland, 25 pp.
- WWF, 2020. *Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss*. World Wildlife Fund, Gland, 159 pp.