

# CAPÍTULO VI

## **A Regeneração Natural do Eucalipto em Portugal - Desafios e Constrangimentos**



# A Regeneração Natural do Eucalipto em Portugal - Desafios e Constrangimentos

**João Ezequiel<sup>1,\*</sup>, Carlos Valente<sup>1</sup>, Daniela Ferreira<sup>1</sup>, Cristina Marques<sup>1</sup>, Raul Monteiro<sup>1</sup>, Luís Alarico<sup>2</sup>, Rosa Pinho<sup>3,4</sup>, Cristina Mágua<sup>5,6</sup>**

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

[\\*joao.ezequiel@thenavigatorcompany.com](mailto:joao.ezequiel@thenavigatorcompany.com)

<sup>2</sup>Navigator Forest Portugal, Departamento de Produção e Exploração Florestal, Herdade da Caniceira, 2205-000 TRAMAGAL

<sup>3</sup>DBio – Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro (UA), Campus Universitário de Santiago, 3810-193 AVEIRO

<sup>4</sup>CESAM – Centro de Estudos do Ambiente e do Mar, UA, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 AVEIRO

<sup>5</sup>Faculdade de Ciências (FCUL), Universidade de Lisboa, 1749-016 LISBOA

<sup>6</sup>Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes (cE3c), FCUL, 1749-016 LISBOA

**Resumo.** Em Portugal, os eucaliptos são espécies exóticas. *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *globulus*, a espécie mais plantada, apresenta boa capacidade reprodutiva, mas baixa capacidade dispersiva e competitiva, o que resulta em regeneração natural muito limitada, principalmente em *habitats* perturbados, dentro ou ao redor das plantações. A limitada dispersão de sementes a longa distância e a redução da viabilidade das plântulas em *habitats* naturais, levam a que a espécie não apresente um comportamento invasor, mas antes deva ser vista como naturalizada. A regeneração natural apesar de localizada, pode ser amplamente potenciada por fatores como os fogos e requer por isso medidas de controlo e gestão que minimizem a sua ocorrência. As medidas de gestão

ativa que contribuam para a redução do risco de incêndios florestais levarão também à redução da regeneração observada nesta espécie. Este artigo corresponde uma revisão sobre o conhecimento disponível da regeneração natural do eucalipto em Portugal.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus globulus*, plantas exóticas, plantas invasoras, gestão florestal, fogo

### **Natural regeneration of eucalyptus in Portugal - challenges and constraints**

**Abstract.** In Portugal, eucalypts are exotic species. *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *globulus*, the most planted species, has good reproductive capacity, but has low dispersive and competitive abilities, which result in very limited natural regeneration, mostly in disturbed *habitats*, inside or around the plantations. The limited seed dispersion over long distances and reduced viability of seedlings in natural *habitats*, suggests that the species does not present an invasive behaviour, but rather should be seen as naturalized. Although localized, natural regeneration can be greatly enhanced by factors such as fires and therefore requires control and management measures that minimize its occurrence. Active management measures that contribute to reducing the risk of forest fires will also lead to a reduction in the regeneration observed in this species. This article is a literature review about the natural regeneration of eucalyptus in Portugal.

**Key words:** *Eucalyptus globulus*, exotic plants, invasive plants, forest management, fire

### **La régénération naturelle de l'eucalyptus au Portugal - défis et contraintes**

**Résumé.** Au Portugal, les eucalyptus sont des espèces exotiques. *Eucalyptus globulus* Labill. subsp. *globulus*, l'espèce la plus plantée, a une bonne capacité de reproduction, mais a de faibles capacités de dispersion et de compétition, ce qui entraîne une régénération naturelle très limitée, principalement dans les *habitats* perturbés, à l'intérieur ou autour des plantations. La dispersion limitée des graines sur de longues distances et la viabilité réduite des semis dans les *habitats* naturels suggèrent que l'espèce ne présente pas de comportement envahissant, mais devrait plutôt être considérée comme naturalisée. Bien que localisée, la régénération naturelle peut être grandement améliorée par des facteurs tels que les incendies et nécessite donc des mesures de contrôle et de gestion qui minimisent sa survenue. Des mesures de gestion active contribuant à réduire

le risque d'incendies de forêt conduiront également à une réduction de la régénération observée chez cette espèce. Cet article est une revue de la littérature sur la régénération naturelle de l'eucalyptus au Portugal.

**Mots-clés:** *Eucalyptus globulus*, plantes exotiques, plantes envahissantes, gestion forestière, incendie

## Introdução

Em Portugal, existem centenas de espécies de árvores exóticas<sup>1</sup> cuja introdução teve, entre outros objetivos, a capacidade de suprir a falta de madeira pela maior rapidez de crescimento, a menor complexidade nas operações silvícolas ou a melhor adaptação a terrenos incultos (LEITE *et al.*, 1999) e de que são exemplos o carvalho-americano, a criptoméria, a pseudotsuga ou o eucalipto. De todas estas espécies, a que adquiriu maior relevância na história florestal portuguesa foi o eucalipto. A primeira plantação documentada de eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) em Portugal ocorreu em 1829, com a espécie *Eucalyptus obliqua* (GOES, 1977; SILVA-PANDO e PINO-PÉREZ, 2016). Esta espécie foi também a primeira a ser introduzida na Europa, em Londres, em 1774 (SILVA-PANDO e PINO-PÉREZ, 2016). No entanto, entre as mais de duas centenas de espécies e variedades de eucaliptos introduzidas no nosso país, a que se tornou mais comum foi sem dúvida *Eucalyptus globulus* Labill. A introdução desta espécie de eucalipto<sup>2</sup> ocorreu apenas na segunda metade do século XIX, mais concretamente em 1852, 1854 ou 1859 (GOES, 1977; ALVES *et al.*, 2007), com as primeiras plantações florestais a surgirem no final da década de 1860 (CABRAL, 2019). Esta espécie de clima temperado, com origem na Tasmânia e no

---

<sup>1</sup> Espécies que foram trazidas da sua área natural de distribuição e introduzidas intencional ou accidentalmente. O mesmo que não nativas (RICHARDSON *et al.*, 2000). "«Espécie exótica» – Qualquer espécime vivo de uma espécie, subespécie ou categoria taxonómica inferior de animais, plantas, fungos ou microrganismos introduzidos fora da sua área de distribuição natural, incluindo quaisquer partes, gâmetas, sementes, ovos ou propágulos dessa espécie, bem como quaisquer híbridos, variedades ou raças, que possam sobreviver e posteriormente reproduzir-se." (DECRETO-LEI n.º 92/2019, de 10 de julho).

<sup>2</sup> Eucalipto designará daqui em diante apenas o *taxon* mais representado do género *Eucalyptus* em Portugal *E. globulus* Labill. subsp. *globulus*, exceto se houver referência em contrário.

sudeste da Austrália adaptou-se bem ao clima português, apresentando um elevado potencial florestal em grande parte do território nacional, aliado às excelentes propriedades da madeira para a produção de pasta e papel (POTTS *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2017). Apesar disso, a representatividade desta espécie no seio da floresta portuguesa cresceu muito lentamente até meados do século XX (NUNES *et al.*, 2019).

A partir da década de 1950, a elevada importância económica que o eucalipto adquiriu, sobretudo pela sua utilização no fabrico de pasta de celulose, determinou o aumento da área de ocupação em Portugal (ALVES *et al.*, 2007). Este aumento deu-se através de plantações, essencialmente por iniciativa privada, e não pela regeneração natural da espécie (POTTS *et al.*, 2008; MARCHANTE *et al.*, 2014). Atualmente, segundo os dados de 2015 do 6º Inventário Florestal Nacional, o eucalipto (*Eucalyptus spp*) ocupa 845 mil hectares, o que representa 26,2% da área florestal nacional (ICNF, 2019). Cerca de 95% desta ocupação, corresponderá a área plantada com *E. globulus* (BORRALHO *et al.*, 2007).

### **Espécie exótica não é sinónimo de espécie invasora**

O termo exótico, quando aplicado a plantas, animais ou outros seres vivos, significa apenas que estamos perante uma espécie que não é nativa (autóctone) ou seja que não teve origem natural no local em análise, não tendo outro significado ecológico. No entanto, induz uma conotação negativa, a qual pode originar alguma confusão (MARCHANTE e MARCHANTE, 2018; GBEDOMON *et al.*, 2020).

As espécies exóticas podem ficar confinadas no novo território, não sendo capazes de se reproduzir pelos próprios meios e dependendo da ação humana para subsistir (são exemplo disto muitas culturas agrícolas como o milho, o arroz, a batata ou o tomate). No entanto, algumas destas espécies exóticas poderão encontrar condições para se reproduzirem ao longo de várias gerações,

com ulterior incorporação na flora nativa, sem o auxílio humano, num processo designado como naturalização (RICHARDSON *et al.*, 2000; BLACKBURN *et al.*, 2011). Uma minoria das espécies exóticas pode representar, em determinadas condições, um problema ecológico, económico ou ainda de saúde pública, quando se reproduzem em grande número e se dispersam espontaneamente, de forma rápida, ocupando áreas de distribuição progressivamente maiores. Nestes casos, estamos perante o que se pode considerar como um comportamento invasor (RICHARDSON *et al.*, 2000; MARCHANTE *et al.*, 2014).

Os conceitos de espécie (exótica) naturalizada e espécie (exótica) invasora são muitas vezes considerados como um contínuo ecológico (PYŠEK e RICHARDSON, 2010), podendo tornar-se difícil a sua distinção. Neste artigo, é seguida a definição de RICHARDSON *et al.*, (2000), que é amplamente aceite: uma espécie é considerada invasora se se propagar a mais de 100 m da planta-mãe, num período inferior a 50 anos, depois da sua introdução. Mesmo nos casos onde a dispersão se faz a mais de 100 m, uma espécie não é necessariamente invasora, dependendo nestes casos do conhecimento do vetor de dispersão. Um fator claramente diferenciador entre espécie invasora e naturalizada é a maior capacidade de dispersão da primeira, que se traduz na produção de descendência a uma distância relevante do ponto de introdução (BLACKBURN *et al.*, 2011). Deve-se ainda referir que, a classificação de uma espécie como possuindo comportamento invasor depende de características biológicas intrínsecas, como a capacidade reprodutiva (*e.g.* o número de sementes produzidas) e dispersiva (mecanismos ou estruturas de dispersão, *e.g.* asas). Depende igualmente de características extrínsecas, como os fatores abióticos (*e.g.* o clima ou o tipo de solo) ou ainda da resistência dos *habitats* colonizados (por competição com a flora existente) (PYŠEK e RICHARDSON, 2010; CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013). Adicionalmente, algumas definições de espécies invasoras incluem os impactes causados pelas mesmas, como por exemplo, impacte na biodiversidade e ecossistemas naturais, impactes

económicos ou para a saúde pública (MARCHANTE *et al.*, 2014; DECRETO-LEI n.º 92/2019, de 10 de julho).

Sobretudo nas últimas duas décadas, alguns estudos, têm atribuído ao eucalipto em Portugal, um potencial de espécie invasora, mas as opiniões dos especialistas, nacionais e internacionais, dividem-se (SILVA e TOMÉ, 2016). As razões invocadas para esta atribuição são variadas, desde o facto do género possuir espécies com comportamento invasor noutros países, ser amplamente plantado e ter capacidade de se regenerar naturalmente em locais húmidos, menos sujeitos a geada e na ausência de gestão florestal adequada, em plantações abandonadas, e/ou em áreas de eucaliptais, após a ocorrência de incêndios (MARCHANTE *et al.*, 2014). No entanto, nestas áreas de plantações abandonadas ou áreas ardidas, é comum confundirem-se áreas plantadas com áreas de regeneração natural (SILVA e DEUS, 2018). Em especial, a capacidade de regeneração das plantas por rebentação da toixa no pós-corte e/ou a rebentação de gomos epicórmicos após os incêndios (NICOLLE, 2006) podem levantar dúvidas relativamente ao potencial invasor do eucalipto (SILVA e MARCHANTE, 2012; MARCHANTE *et al.*, 2014). De facto, estas características, semelhantes às de algumas espécies nativas (como o carvalho-alvarinho, o sobreiro ou o medronheiro), não constituem uma forma de reprodução vegetativa, nem contribuem para a dispersão das plantas para novos locais. São processos de regeneração, que permitem a reconstituição da copa, particularmente em situações pós-fogo (CATRY *et al.*, 2013), e que têm contribuído para a rentabilidade da produção desta espécie, nomeadamente a possibilidade de recondução das plantações após corte e extração da madeira (DOUGHTY, 2000).

Em Portugal, é razoável admitir que o eucalipto é uma espécie naturalizada ou em processo de naturalização (FERNANDES *et al.*, 2016; ÁGUAS *et al.*, 2017; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018). Comparativamente com outras espécies florestais em Portugal, como o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Aiton), que possui

elevada capacidade de regeneração natural e grande capacidade de dispersão, os eucaliptos apresentam baixo potencial invasor (DODET e COLLET, 2012; FERNANDES *et al.*, 2016). Este facto é ainda mais evidenciado quando o eucalipto é comparado com espécies verdadeiramente invasoras como as acáias (*Acacia* spp.) que possuem elevada capacidade de regeneração, disseminação e estabelecimento. Muitas espécies foram introduzidas quase na mesma altura, ou até mais tarde que os eucaliptos e têm-se expandido muito para além das suas áreas de introdução iniciais (FERNANDES, 2012; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018; ICNF, 2019).

### **Características biológicas que afetam a capacidade reprodutiva e dispersiva dos eucaliptos**

À semelhança de muitas plantas exóticas no nosso país, os eucaliptos possuem comprovada capacidade reprodutiva. A idade de floração marca o início da reprodução sexuada, que é muito variável, consoante a variedade clonal ou seminal (POTTS *et al.*, 2008). A maior parte dos eucaliptos plantados floresce apenas a partir dos sete anos, perto da idade de corte (que para plantações industriais em Portugal ronda os dez anos), o que limita significativamente a produção de semente (CALVIÑO-CANCELA e VAN ETEN, 2018). O compasso usado nestas plantações promove o crescimento vegetativo, suprimindo a diferenciação sexual (e o aparecimento de flores) particularmente das plantas no interior da plantação. Em árvores isoladas, fora das plantações, a floração ocorre normalmente por volta dos três a quatro anos e está associada à transição para a folha adulta (POTTS *et al.*, 2008). No entanto, há registo de casos raros onde se observou a produção de flores em plantas juvenis com menos de 0,5 m de altura (DEUS *et al.*, 2019).

A flor dá origem a cápsulas lenhosas (frutos de grandes dimensão e peso), com uma produção de 6-30 sementes por fruto (Figura 1; CALVIÑO-CANCELA e

RUBIDO-BARÁ, 2013; CATRY *et al.*, 2015). A maioria das cápsulas cai ainda fechada ou apenas com deiscência (abertura) parcial, durante o outono e inverno, na imediação da árvore-mãe (CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013; SANTOS *et al.*, 2015), o que limita a capacidade de dispersão das sementes (BOOTH, 2012; BOOTH, 2017). A forma da cápsula de *E. globulus* (cónica, globular ou piramidal) pode favorecer a dispersão natural, particularmente em terrenos declivosos, onde pode potencialmente rolar a longa distância (CALVIÑO-CANCELA e VAN ETEN, 2018; DEUS *et al.*, 2019). No entanto, as sementes contidas nas cápsulas que não se libertem aquando da queda (por deiscência incompleta) possuem germinação quase nula (NEREU *et al.*, 2019), sendo incapazes de resistir à passagem do fogo (SANTOS *et al.*, 2015).



**Figura 1** – Cápsulas imaturas de eucalipto (*E. globulus* Labill. subsp. *globulus*) (esquerda). Sementes de eucalipto, após a deiscência das cápsulas (direita). Nesta última, note-se a ausência de órgãos que facilitem a dispersão eólica nas sementes de pequena dimensão (Fotos: J. Ezequiel)

Nos eucaliptos, a copa funciona como banco de sementes (BOOTH, 2017; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2018), sendo que as sementes só são libertadas após a deiscência das cápsulas, sobretudo em situações de seca, calor ou no pós-fogo

(SANTOS *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2016). Mesmo nestas condições, esta espécie possui capacidade de dispersão limitada (RICHARDSON e REJMÁNEK, 2011) por fatores biológicos: sementes de pequena dimensão, com cerca de 1-2 mm, com poucas reservas energéticas e curta longevidade, o que impede o estabelecimento de um banco de sementes no solo (BOOTH, 2012; SANTOS *et al.*, 2015; SILVA e TOMÉ, 2016). As sementes de *E. globulus* dependem essencialmente da gravidade como agente dispersor (CALVIÑO-CANCELA e VAN ETEN, 2018; NEREU *et al.*, 2019). Comparativamente com outras espécies presentes na floresta portuguesa, como o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Aiton), o choupo-negro (*Populus nigra* L.) ou ainda o cedro-do-buçaco (*Cupressus lusitanica* Miller), o eucalipto não possui sementes com capacidade de dispersão eólica (LARCOMBE *et al.*, 2013; FERNANDES *et al.*, 2016).

A grande maioria das sementes de eucalipto, quase 99%, acaba por cair num raio de 15 m da árvore-mãe, com mais de 84% num raio de apenas 5 m (CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013; FERNANDES *et al.*, 2016). Apesar de pouco comum, a dispersão de sementes pode ser exacerbada pela idade e altura das plantas-mãe (LARCOMBE *et al.*, 2013), o que normalmente está associado a uma maior produção de frutos e a uma maior velocidade do vento. O baixo peso das sementes pode permitir alguma disseminação de acordo com os ventos dominantes (CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013; DEUS *et al.*, 2019). Este facto é comprovado por algumas observações em Portugal (em locais particularmente ventosos ou com elevado declive), com dispersão de sementes até 76 m (FERNANDES *et al.*, 2016; DEUS *et al.*, 2019). No entanto, dispersões a longa distância são excepcionais e não indicam que a espécie se esteja a dispersar a uma velocidade de 76 m/ano pois não têm em conta o tempo desde a introdução e crescimento da planta-mãe (RICHARDSON *et al.*, 2000). A distância máxima de dispersão de sementes em eucalipto é normalmente duas vezes a altura da árvore-mãe (CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013). Este rácio é confirmado pelos casos onde ocorre germinação, sendo raro encontrar

plântulas além dos limites das plantações (FERNANDES *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2017). Diversos estudos realizados na Austrália corroboram uma baixa velocidade de expansão das diversas espécies de eucalipto, com valores médios de 1-2 m/ano (BOOTH, 2017).

### **Características que afetam a capacidade de germinação e sobrevivência dos eucaliptos**

Mesmo nos casos em que as sementes viáveis alcançam o solo, a taxa de germinação é muito baixa, não superando 4,8% (NEREU *et al.*, 2019). Esta situação pode resultar da predação das sementes de eucalipto pela fauna nativa, particularmente formigas e roedores (DEUS *et al.*, 2018a). Existem ainda outras limitações associadas à germinação, nomeadamente a disponibilidade de humidade no solo e de luz. É comum existir uma camada de folhas, que dificulta o contacto das sementes com o solo e consequentemente o processo germinativo (BOOTH, 2012; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2018). No entanto, se existirem condições edafoclimáticas favoráveis, a germinação das sementes de eucalipto é praticamente imediata uma vez que as mesmas não apresentam dormência (SANTOS *et al.*, 2015; BOOTH, 2017).

Na maior parte dos casos, a sobrevivência das novas plântulas é difícil, pela pobreza dos solos, baixa disponibilidade de luz e pela competição com outras plantas já estabelecidas no sobcoberto (FERNANDES *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2018). A maioria das plantas de eucalipto resultantes de regeneração natural apresenta baixo vigor vegetativo, resultante da ausência de preparação do terreno, que as torna mais suscetíveis a fatores ambientais, como a geada ou a disponibilidade hídrica (CATRY *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2016). Em condições naturais (e.g. na ausência de fogo), o número de plântulas de eucalipto por área é inferior ao de outras espécies arbóreas como, por exemplo, o pinheiro-bravo (FERNANDES *et al.*, 2016). A baixa regeneração natural, mesmo

dentro dos eucaliptais, é uma das razões porque raramente é aproveitada pelos produtores florestais como opção para substituir uma plantação velha (após várias rotações).

### **Fatores bióticos e abióticos que influenciam a regeneração natural dos eucaliptos**

Uma das características das plantas invasoras que as diferencia das espécies naturalizadas é a capacidade de invadir *habitats* naturais (MARCHANTE *et al.*, 2014; RICHARDSON *et al.*, 2000). A regeneração natural do eucalipto fora da área das plantações é limitada, sendo extremamente reduzida a sua capacidade de penetração em locais não perturbados e *habitats* naturais, particularmente florestas nativas e pastagens (CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013; FERNANDES *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2018). Note-se ainda que grande parte dos eucaliptais foram instalados em áreas moldadas previamente pela ação humana, como pinhais, pastagens ou campos agrícolas abandonados (OLIVEIRA *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2019). Embora existam alguns registos de aumento da área de eucaliptal em locais com *habitats* naturais (particularmente com *Quercus suber* L.), é importante referir que estes casos resultaram da reconversão intencional do uso do solo, não sendo consequência da regeneração natural (COSTA *et al.*, 2014). No estudo de COSTA *et al.*, (2014) a ocorrência de um grande incêndio florestal, que reduziu significativamente a área de ocupação de sobreiros, não resultou em alterações significativas na área de eucalipto.

As observações de regeneração natural de eucalipto fora das plantações têm sido registadas em *habitats* sujeitos a grandes alterações antropogénicas, frequentemente associados à ausência ou a gestão agro-florestal inadequada (CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013; FERNANDES *et al.*, 2018). Esta capacidade para ocupar *habitats* perturbados é uma característica que as espécies

pioneiras (nativas e exóticas) compartilham com as espécies invasoras, tornando-se por vezes difícil a sua distinção (DAVIS *et al.*, 2000; DODET e COLLET, 2012).

A regeneração natural de eucaliptos está associada a condições edafoclimáticas locais e regionais muito específicas (FERNANDES *et al.*, 2016). Características locais, como o tipo de *habitat*, a cobertura de vegetação ou ainda o grau de perturbação do solo, são as mais determinantes para a ocorrência de regeneração natural. *Habitats* com maior disponibilidade de luz e solo associada à menor densidade de vegetação, bem como a maior perturbação física do solo favorecem a germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas (FERNANDES *et al.*, 2018; DEUS *et al.*, 2019; NEREU *et al.*, 2019). À escala regional, variáveis climáticas, como a elevada precipitação anual e a baixa amplitude térmica sazonal, criam condições que favorecem a ocorrência de regeneração, existindo já mapas publicados que mostram áreas potenciais de regeneração (CATRY *et al.*, 2015; QUEIRÓS *et al.*, 2020).

Destes estudos é possível concluir que a área que apresenta maior potencial climático para a ocorrência de regeneração encontra-se numa estreita faixa do litoral norte e centro, onde a espécie está mais próxima do seu ótimo ecológico (CATRY *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2018; QUEIRÓS *et al.*, 2020). Esta área deverá representar atualmente cerca de 200 mil hectares. No estudo de FERNANDES *et al.* (2018), demonstrou-se que os fatores locais, como o grau de perturbação do solo e densidade da cobertura de vegetação, são mais importantes para a ocorrência de regeneração natural da espécie do que as condições climáticas. Isto pode significar que, mesmo em regiões de ótimo climático para a regeneração natural, a probabilidade de ocorrência de regeneração natural irá depender da existência de condições locais favoráveis e das medidas de gestão florestal implementadas.

## O fogo como potenciador da regeneração natural

Os incêndios florestais destacam-se pela sua relevância ecológica na regeneração natural do eucalipto (ÁGUAS *et al.*, 2014; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2018). A proteção conferida pelas cápsulas, no alto das copas, permite às sementes sobreviverem a fogos de superfície, e induz a deiscência das cápsulas após o incêndio (SILVA *et al.*, 2016). Acresce ainda que os incêndios proporcionam alterações físicas no solo, ao destruir o coberto vegetal e expor a sua superfície (CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2018; NEREU *et al.*, 2019), e químicas (ÁGUAS *et al.*, 2018), ao libertar nutrientes nas cinzas, o que favorece o sucesso da regeneração natural.

Em Portugal, a predominância da regeneração natural tem sido por isso sobretudo observada em eucaliptais sem uma gestão florestal adequada e após a ocorrência de fogos florestais especialmente os tardios (Figura 2; SILVA *et al.*, 2011; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018), no final do verão ou no outono. Em outubro de 2017, uma combinação de fatores, nomeadamente condições climatéricas extremas, inadequada gestão/abandono de vastas áreas de floresta resultou em incêndios de elevada intensidade (FERNANDES *et al.*, 2019), seguidos de chuva dias depois. Isso culminou com a regeneração da espécie numa escala nunca antes observada no nosso país (MARCHANTE e MARCHANTE, 2018). Apesar da singularidade destes acontecimentos, as características reprodutoras e a capacidade de dispersão da espécie permanecem inalteradas, tendo mudado apenas a resistência do *habitat* à colonização, que após o fogo se tornou muito menor (ÁGUAS *et al.*, 2014; NEREU *et al.*, 2019).

Mesmo depois de grandes incêndios, a área de eucaliptal não tem aumentado de forma natural (SILVA *et al.*, 2011). Na grande maioria de casos, a regeneração natural de eucalipto continua limitada ao interior das plantações e bordaduras (ÁGUAS *et al.*, 2014; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018). Deste modo, pode-se afirmar que a área de regeneração natural de eucalipto é localizada e de expressão muito reduzida (FERNANDES *et al.*, 2016).

A deficiente gestão e o abandono dos povoamentos de eucalipto, sobretudo no pós-fogo, têm sido apontados como as principais razões para o aumento da área de regeneração natural da espécie (SILVA *et al.*, 2011; SILVA e TOMÉ, 2016; FERNANDES *et al.*, 2019; QUEIRÓS *et al.*, 2020). Particularmente em áreas onde os eucaliptos adultos se desenvolvem sem acção humana que limite a produção de semente, pode haver árvores a produzir centenas de cápsulas por ano (CATRY *et al.*, 2015). Urge, nestas áreas, sobretudo no pós-fogo, controlar a regeneração natural, com ações apropriadas (ÁGUAS *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2016; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018).



**Figura 2** – Eucaliptal com gestão florestal com cerca de 6 anos, no distrito de Coimbra. Note-se a ausência de regeneração natural (esquerda). Eucaliptal sem gestão florestal, com cerca de um ano depois de um incêndio, entre Coimbra e Viseu (direita). Neste caso, para além da rebentação epicórmica abundante nas árvores mais velhas, note-se a regeneração natural por via seminal, dentro e nos limites da plantação (Fotos: E. Mendes)

## Controle da regeneração natural do eucalipto

A necessidade de melhores práticas de planeamento e gestão florestal com espécies exóticas tem sido reconhecida internacionalmente, de forma a evitar a ocorrência de regeneração natural (RICHARDSON e REJMÁNEK, 2011; SILVA e MARCHANTE, 2012; CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013; FERNANDES *et al.*, 2017).

Numa plantação florestal, pretende-se que as árvores tenham um alinhamento e espaçamento precisos, necessários para o desenvolvimento das plantas (evitando a competição entre elas) e facilidade das operações culturais, incluindo o corte (GPS, 2010; CATRY *et al.*, 2015). A regeneração natural nas plantações é indesejável pois contribui para o desordenamento da plantação em linha, para a diminuição da biodiversidade e para a acumulação de combustíveis, incrementando o risco de incêndio (CATRY *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2019; NEREU *et al.*, 2019). Na realidade, a gestão florestal que procura reduzir a regeneração natural do eucalipto contribui também, direta e indiretamente para minimizar o risco de incêndios florestais (LARCOMBE *et al.*, 2013).

Listamos no Quadro 1 um conjunto de medidas e recomendações de gestão, baseadas na literatura científica atual, que contribuirão para minimizar a ocorrência de regeneração natural (prevenção) ou para o seu controle. Não existem soluções únicas, havendo medidas alternativas em cada situação, mas que envolvem sempre uma gestão (pro)ativa das plantações florestais de eucalipto.

A observação de normas definidas legalmente e recomendadas (Princípios de boas práticas florestais e normativas de certificação; DSVPF, 2003; GPS, 2010) durante o planeamento da instalação da plantação, especialmente no que se refere à proximidade de galerias ribeirinhas e em encostas com declives acentuados, podem limitar muito a potencial dispersão das sementes (FERNANDES *et al.*, 2016; SILVA e TOME, 2016; DEUS *et al.*, 2019). Adicionalmente,

a delimitação das plantações com faixas-tampão, que podem funcionar igualmente como faixas de gestão de combustíveis, permitem controlar eficientemente a ocorrência de plântulas de eucalipto em áreas de elevado potencial climático, favorável à ocorrência de regeneração natural (LARCOMBE *et al.*, 2013; CATRY *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2016).

Metodologias relativamente simples, como o destroçamento físico ou a inativação química das toças, são muito eficazes na eliminação da regeneração natural (LÚCIO, 2015). Por outro lado, o controlo físico da regeneração natural, através de gradagens ou de corta-matos, ou ainda através da aplicação de herbicidas, impede eficazmente o estabelecimento das plantas, só nos primeiros dois anos de vida (SILVA e MARCHANTE, 2012; CALVIÑO-CANCELA e RUBIDO-BARÁ, 2013).

Nos locais onde se tem observado a incidência de regeneração natural, particularmente em áreas recentemente ardidas, situadas em regiões com clima que a propicia, requererão que sejam realizados trabalhos de monitorização, que garantam o controle atempado (CATRY *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2018; DEUS *et al.*, 2019; QUEIRÓS *et al.*, 2020).

É conhecida a facilidade de reconversão de antigos eucaliptais em outros tipos de ocupação agro-florestal, como vinhas, pomares, culturas de regadio, pastagens e pinhais, sem problemas de invasibilidade recorrente (GOES, 1989; FEIO, 1998). Neste contexto e como espécie pioneira, o eucalipto permite igualmente a criação de condições para a sucessão ecológica de outras espécies florestais nativas, como algumas espécies de carvalhos, caso as práticas de gestão florestal as favoreçam (PARDAL *et al.*, 2000; MOREIRA *et al.*, 2013; LUCIO, 2015; FERNANDES, 2016).

Um mosaico florestal diverso, com ocupações variadas, sob gestão à escala de paisagem, resiste melhor ao fogo (MOREIRA *et al.*, 2009; FERNANDES, 2013), contribuindo também para a biodiversidade (CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2012) e

para a redução da regeneração natural do eucalipto (CALVIÑO-CANCELÁ e RUBIDO-BARA, 2013; FERNANDES *et al.*, 2018).

**Quadro 1- Quadro resumo de práticas de gestão que poderão ser usadas para a prevenção e controle da regeneração natural do eucalipto em Portugal**

Natureza	Incidência	Prática de Gestão	Efeito	Referência
Preventiva	Plantações	Controlo da vegetação arbustiva no sob-coberto (periodicidade entre 2 a 6, no final da Primavera)	Redução da continuidade de biomassa acumulada; Diminuir o risco de incêndios;	SILVA e MARCHANTE, 2012; ÁGUAS <i>et al.</i> , 2014; MIRRA <i>et al.</i> , 2017; FERNANDES <i>et al.</i> , 2019;
		Conservação da manta morta no solo e coberto vegetal	Redução do sucesso da germinação de sementes de eucalipto por indisponibilidade de solo e hídrica e por competição com a flora instalada;	CALVIÑO-CANCELÁ <i>et al.</i> , 2018; FERNANDES <i>et al.</i> , 2018; NEREU <i>et al.</i> , 2019; DEUS <i>et al.</i> , 2019; QUEIRÓS <i>et al.</i> , 2020;
		Abate no final do período de rotação	Redução do número de sementes produzidas, por árvores maiores e mais velhas;	CALVIÑO-CANCELÁ e VAN ETEN, 2018;
		Evitar plantações mistas (eg. <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> )	Reducir a continuidade de combustíveis; Diminuir o risco de incêndios;	SILVA <i>et al.</i> , 2011; MOREIRA <i>et al.</i> , 2009;
	Bordadura de plantações	Evitar plantações na proximidade de linhas de água e declives acentuados	Redução da regeneração natural nos habitats limitrofes à plantação;	CATRY <i>et al.</i> , 2015; FERNANDES <i>et al.</i> , 2016; SILVA e TOMÉ, 2016; DEUS <i>et al.</i> , 2019;
		Verificação dos limites das plantações na direção oposta aos ventos dominantes	Monitorização destas áreas, mais sujeitas a uma maior dispersão de sementes;	DEUS <i>et al.</i> , 2019;
		Faixas de vegetação nativa (florestas nativas e pastagens) nas bordaduras das plantações	Redução da ocorrência de regeneração natural nas áreas limitrofes à plantação; Menores custos associados a operações de manutenção; Aumento da diversidade paisagística, com previsível aumento de biodiversidade associada às plantações	CALVIÑO-CANCELÁ e RUBIDO-BARÁ, 2013; FERNANDES <i>et al.</i> , 2018; QUEIRÓS <i>et al.</i> , 2020;
Controlo	Plantações	Gradagens sazonais (final da Primavera)	Destroi mecanicamente as plântulas; Menor densidade e menor tamanho de plântulas resultantes de regeneração; Pode criar micro-condições que favorecem a germinação, pelo que deve ser efectuada num período que não a favoreça;	ÁGUAS <i>et al.</i> , 2014; NEREU <i>et al.</i> , 2019;
		Faixas tampão (10-15 m), com controlo frequente de vegetação	Permite a visualização e através da limpeza destas faixas permite o controlo (de mais de 95% da regeneração); Estas faixas podem ser mantidas através de controlo físico (gradagens) ou químico (aplicação de herbicidas), funcionando simultaneamente como faixas de gestão de combustíveis;	LARCOMBE <i>et al.</i> , 2013; CALVIÑO-CANCELÁ e RUBIDO-BARÁ, 2013; CATRY <i>et al.</i> , 2015; FERNANDES <i>et al.</i> , 2016; FERNANDES <i>et al.</i> , 2018; CALVIÑO-CANCELÁ e VAN ETEN, 2018;
	Outras situações	Adiar o corte e recolha de madeira imediato no pós-fogo	Reducir a liberação de sementes ainda na copa; Reduz a densidade de plântulas resultantes de regeneração; Permite a recuperação da vegetação nativa; Reduz o risco de erosão; Dificulta a instalação de espécies invasoras;	ÁGUAS <i>et al.</i> , 2014; SANTOS <i>et al.</i> , 2015; SILVA e MARCHANTE, 2012; MOREIRA <i>et al.</i> , 2013;
		Reconversão e ordenamento pós-fogo	Permitir a reconversão de antigos eucaliptais, favorecendo a regeneração de espécies nativas no pós-fogo;	SILVA <i>et al.</i> , 2011; MOREIRA <i>et al.</i> , 2013;
		Corte a 10-15 cm acima do solo e controlo químico de plantas adultas	Aplicação imediata (pincelamento ou pulverização), no pós-corte de herbicidas sistêmicos (triclopir ou glifosato); Cessação da emissão de novos caules; Morte da planta;	SILVA e MARCHANTE, 2012; LÚCIO, 2015;
		Corte a 10-15 cm acima do solo e controlo físico de plantas adultas	Destroçamento no local ou remoção física da toicha, impedindo a planta de emitir novos caules;	SILVA e MARCHANTE, 2012;
		Controlo químico de plântulas ou plantas jovens	Pulverização de plantas até 3 metros de altura com herbicidas sistêmicos (triclopir ou glifosato);	SILVA e MARCHANTE, 2012;
		Controlo físico de plântulas ou plantas jovens	Gradagem ou destroçamento em plantas até 2 anos ou arranque manual de plantas de plantas durante o primeiro ano; Destroi mecanicamente as plântulas;	SILVA e MARCHANTE, 2012; CALVIÑO-CANCELÁ e RUBIDO-BARÁ, 2013; ÁGUAS <i>et al.</i> , 2014;

## Desafios e constrangimentos

A ocorrência de regeneração natural do eucalipto em Portugal é uma evidência que comprova a naturalização da espécie no nosso país (FERNANDES *et al.*, 2016; ÁGUAS *et al.*, 2017; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018). É um fenómeno circunscrito às áreas das atuais plantações, que ocorre em resposta a perturbações antropogénicas conhecidas e que pode ser prevenido ou mitigado através de práticas adequadas de gestão florestal adequadas (FERNANDES *et al.*, 2016; FERNANDES *et al.*, 2018; CALVIÑO-CANCELA *et al.*, 2018; QUEIRÓS *et al.*, 2020).

Num cenário de alterações climáticas, com previsível decréscimo da precipitação anual e subida da temperatura máxima, espera-se uma redução da área de ótimo ecológico do eucalipto (FERNANDES *et al.*, 2016; COSTA *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2017; DEUS *et al.*, 2018b). Acompanhando a mesma tendência espera-se igualmente uma redução da área onde estes fatores climáticos favorecem a ocorrência de regeneração natural desta espécie (CATRY *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2018; QUEIRÓS *et al.*, 2020). Porém, é importante referir que deste cenário de alterações climáticas resultará igualmente uma mudança do atual regime de fogo, com um previsível agravamento do risco de incêndios (FERNANDES e GUIOMAR, 2018; SILVA e DEUS, 2018), criando condições potenciais para a ocorrência de regeneração natural nas áreas de maior potencial climático.

Um dos elementos mitigadores da ocorrência de regeneração natural do eucalipto está sobretudo relacionado com a gestão florestal das plantações. É por isso fundamental pensar em soluções de gestão conjunta, através de associações de produtores florestais e incentivos a proprietários privados para implementar medidas de gestão ativa das suas plantações de eucalipto (GPP, 2018; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018) e que contrariem a atual fragmentação da área florestal em Portugal (SILVA e TOME, 2016; ICNF, 2018). O aumento de área florestal certificada, que em 2019 correspondia a cerca de 15%

(ou 486,2 mil hectares; FLORESTAS.PT, 2020) irá igualmente permitir uma melhoria da qualidade de gestão do eucaliptal, com redução dos riscos ambientais (DIAZ-BALTEIRO e DE JALON, 2017; MARQUES *et al.*, 2017), e indiretamente contribuindo para a redução da ocorrência de regeneração natural do eucalipto (SILVA e TOME, 2016; MARCHANTE e MARCHANTE, 2018).

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Eng.<sup>o</sup> João Pinho (ICNF - DGFR), pela leitura e sugestões dadas que contribuíram para a melhoria deste texto. Agradecemos igualmente a partilha de informação gerada por vários projetos de investigação/divulgação científica, especialmente dirigidos a produtores e associações florestais, que promovem práticas sustentáveis de gestão da floresta, como o projeto "Melhor Eucalipto", da CELPA, a plataforma "produtores florestais" da The Navigator Company, bem como a plataforma "e-globulus", do RAIZ.

## Bibliografia consultada

- ÁGUAS, A., FERREIRA, A., MAIA, P., FERNANDES, P.M., ROXO, L., KEIZER, J., SILVA, J.S., REGO, F. C., MOREIRA, F., 2014. Natural establishment of *Eucalyptus globulus* Labill. in burnt stands in Portugal. *Forest Ecology and Management* **323**: 47-56.
- ÁGUAS, A., LARCOMBE, M.J., MATIAS, H., DEUS, E., POTTS, B.M., REGO, F.C., SILVA, J.S., 2017. Understanding the naturalization of *Eucalyptus globulus* in Portugal: a comparison with Australian plantations. *European Journal of Forest Research* **136**(3): 433-446.
- ÁGUAS, A., INCERTI, G., SARACINO, A., LANZOTTI, V., SILVA, J.S., REGO, F.C., MAZZOLENI, S., BONANOMI, G., 2018. Fire effects on litter chemistry and early development of *Eucalyptus globulus*. *Plant and Soil* **422**(1-2): 495-514.
- ALVES, A.M., PEREIRA, J.S., SILVA, J.M.N., 2007. A introdução e a expansão do eucalipto em Portugal. In: ALVES A.M., PEREIRA J.S., SILVA J.M.N. (Eds). *O Eucaliptal em Portugal: Impactos Ambientais e Investigação Científica*. ISAPress, Lisboa, pp.13-24.

- BLACKBURN, T.M., PYŠEK, P., BACHER, S., CARLTON, J.T., DUNCAN, R.P., JAROŠÍK, V., WILSON J.R.U., RICHARDSON, D.M., 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* **26**(7): 333-339.
- BOOTH, T.H., 2012. Eucalypts and Their Potential for Invasiveness Particularly in Frost-Prone Regions. *International Journal of Forestry Research* 2012, pp. 1-7.
- BOOTH, T.H., 2017. Going nowhere fast: a review of seed dispersal in eucalypts. *Australian Journal of Botany* **65**(5): 401.
- BORRALHO, N.M.G., ALMEIDA, M.H., POTTS, B.M., 2007. O melhoramento do eucalipto em Portugal. In ALVES, A.M., PEREIRA, J.S. SILVA, J.M.N. (Eds.). *O Eucalipto em Portugal: Impactos Ambientais e Investigação Científica*. ISAPress, Lisboa, pp. 61-110.
- CABRAL, J., 2019. A entrada na Europa e a expansão inicial do eucalipto em Portugal Continental. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces* **20**: 8-27.
- CALVIÑO-CANCELA, M., LORENZO, P., GONZÁLEZ, L., 2018. Fire increases *Eucalyptus globulus* seedling recruitment in forested habitats: Effects of litter, shade and burnt soil on seedling emergence and survival. *Forest Ecology and Management* **409**: 826-834.
- CALVIÑO-CANCELA, M., RUBIDO-BARÁ, M., VAN ETEN, E., 2012. Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? *Forest Ecology and Management* **270**: 153-162.
- CALVIÑO-CANCELA, M., RUBIDO-BARÁ, M., 2013. Invasive potential of *Eucalyptus globulus*: Seed dispersal, seedling recruitment and survival in habitats surrounding plantations. *Forest Ecology and Management* **305**: 129-137.
- CALVIÑO-CANCELA, M., VAN ETEN, E.J.B., 2018. Invasive potential of *Eucalyptus globulus* and *Pinus radiata* into native eucalypt forests in Western Australia. *Forest Ecology and Management* **424**: 246-258.
- CATRY, F.X., MOREIRA, F., TUJEIRA, R., SILVA, J.S., 2013. Post-fire survival and regeneration of *Eucalyptus globulus* in forest plantations in Portugal. *Forest Ecology and Management* **310**: 194-203.
- CATRY, F.X., MOREIRA, F., DEUS, E., SILVA, J.S., ÁGUAS, A., 2015. Assessing the extent and the environmental drivers of *Eucalyptus globulus* wildling establishment in Portugal: results from a countrywide survey. *Biological Invasions* **17**: 3163-3181.
- COSTA, A., MADEIRA, M., SANTOS, J.L., 2014. Is cork oak (*Quercus suber* L.) woodland loss driven by eucalyptus plantation? A case-study in southwestern Portugal. *IForest - Biogeosciences and Forestry* **7**3: 193-203.
- COSTA, R., FRAGA, H., FERNANDES, P.M., SANTOS, J.A., 2017. Implications of future bioclimatic shifts on Portuguese forests. *Regional Environmental Change* **17**: 117-127.

- DAVIS, M.A., GRIME, J.P., THOMPSON, K., 2000. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. *Journal of Ecology* **88**(3): 528-534.
- DECRETO-LEI nº 92/2019, de 10 de julho do Ministério do Ambiente e da Transição Energética. *Diário da República* n.º 130/2019, Série I de 2019-07-10.
- DEUS, E., SILVA, J.S., MARCHANTE, H., MARCHANTE, E., FÉLIX, C., 2018a. Are post-dispersed seeds of *Eucalyptus globulus* predated in the introduced range? Evidence from an experiment in Portugal. *Web Ecology* **18**: 67-79.
- DEUS, E., SILVA, J.S., CASTRO-DÍEZ, P., LOMBA, A., ORTIZ, M.L., 2018b. Current and future conflicts between eucalypt plantations and high biodiversity areas in the Iberian Peninsula. *Journal for Nature Conservation* **45**: 107-117.
- DEUS, E., SILVA, J.S., LARCOMBE, M.J., CATRY, F.X., QUEIRÓS, L., DOS SANTOS, P., MATIAS, H., ÁGUAS, A., REGO, F.C., 2019. Investigating the invasiveness of *Eucalyptus globulus* in Portugal: site-scale drivers, reproductive capacity and dispersal potential. *Biological Invasions* **21**: 2027-2044.
- DIAZ-BALTEIRO, L., DE JALÓN, S.G., 2017. Certifying Forests to Achieve Sustainability in Industrial Plantations: Opinions of Stakeholders in Spain. *Forests* **2017**, **8**: 502.
- DODET, M., COLLET C., 2012. When should exotic forest plantation tree species be considered as an invasive threat and how should we treat them? *Biological Invasions* **14**: 1765-1778.
- DOUGHTY, R.W., 2000. The Eucalyptus: A Natural and Commercial History of the Gum Tree. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- DSVPF - Direcção de Serviços de Valorização do Património Florestal, 2003. Princípios de boas práticas florestais. DGF - Direcção-Geral das Florestas (Ed), Lisboa, VI-14 p.
- FEIO, M.A., 1998. A reconversão da agricultura e a problemática do eucalipto. Associação Central de Agricultura Portuguesa, Lisboa. 208 pp.
- FERNANDES, P.M., 2013. Fire-smart management of forest landscapes in the Mediterranean basin under global change. *Landscape and Urban Planning* **110**: 175-182.
- FERNANDES, P., 2016. Natural regeneration and expansion capacity of forestry species: *Pinus pinaster* and *Eucalyptus globulus*. Tese de Doutoramento em Biologia, Especialidade em Ecologia. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.
- FERNANDES, M.M., 2012. "Acácia e geografia histórica: rotas de um percurso global (parte1)". *Cadernos do Curso de Doutoramento em Geografia* **4**: 23-40.
- FERNANDES, P., ANTUNES, C., PINHO, P., MÁGUAS, C., CORREIA, O., 2016. Natural regeneration of *Pinus pinaster* and *Eucalyptus globulus* from plantation into adjacent natural habitats. *Forest Ecology and Management* **378**: 91-102.

- FERNANDES, P., MÁGUAS, C., CORREIA, O., 2017. Combined effects of climate, habitat, and disturbance on seedling establishment of *Pinus pinaster* and *Eucalyptus globulus*. *Plant Ecology* **218**(5): 501-515.
- FERNANDES, P., MÁGUAS, C., CORREIA, O., GONZÁLEZ-MORENO, P., 2018. What drives *Eucalyptus globulus* natural establishment outside plantations? The relative importance of climate, plantation and site characteristics. *Biological Invasions* **20**: 1129-1146
- FERNANDES, P.M., GUIOMAR, N., 2018. A expansão do eucalipto alterou o regime de incêndios em Portugal? *CULTIVAR, Cadernos de Análise e Prospetiva*. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP), Lisboa, **14**: 43-52.
- FERNANDES, P.M., GUIOMAR, N., ROSSA, C.G., 2019. Analysing eucalypt expansion in Portugal as a fire-regime modifier. *Science of The Total Environment* **666**: 79-88.
- FLORESTAS.PT, 2020. Certificação florestal: o que é e quais os benefícios? Publicado online 02 de setembro 2020. <https://florestas.pt/conhecer/certificacao-florestal-o-que-e-e-quais-os-beneficios/>
- GBEDOMON, R.C., SALAKO, V.K., SCHLAEPPER, M., 2020. Diverse views among scientists on non-native species. *NeoBiota* **54**: 49-69.
- GOES, E., 1977. Os Eucaliptos: Ecologia, Cultura, Produções e Rentabilidade. Lisboa: Portucel - Empresa de Celulose e Papel de Portugal, E. P.
- GOES, E., 1989. Novos aproveitamentos em antigos eucaliptais. Lisboa: Soc. Astória, 37 pp.
- GPP - Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral., 2018. Instrumentos de política de promoção da gestão ativa dos espaços florestais. *CULTIVAR, Cadernos de Análise e Prospetiva*. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP), Lisboa, **14**: 93-103.
- GPS - Grupo Portucel Soporcel, 2010. Código de Boas Práticas Florestais. [http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo\\_site/storage/original/application/554c06185318ba146a07ed48d111eebc.pdf](http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/554c06185318ba146a07ed48d111eebc.pdf)
- ICNF - Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, 2019. IFN6 – 6º Inventário Florestal Nacional. Relatório Final. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa. 284 pp.
- ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, 2018. Perfil florestal. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ppf/estatisticas-oficiais/resource/doc/ICNF-Perfil-Florestal-v08nov2018.pdf>
- LARCOMBE, M.J., SILVA, J.S., VAILLANCOURT, R.E., POTTS, B.M., 2013. Assessing the invasive potential of *Eucalyptus globulus* in Australia: quantification of wildling establishment from plantations. *Biological Invasions* **15**: 2763-2781.

- LEITE, A., SANTOS, C., SARAIVA, I., PINHO, J., 1999. O Planeamento Florestal e as Espécies Invasoras. 1.º Encontro sobre Invasoras Lenhosas, 16-18 de Novembro de 1999, pp 49-63, volume: complementar.
- LÚCIO, T., 2015. Regeneração do Eucalipto. O caso da Tapada Nacional de Mafra. Dissertação Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Biologia Animal.
- MARCHANTE, H., MORAIS, M., FREITAS, H., MARCHANTE, E., 2014. Guia prático para a identificação de Plantas Invasoras em Portugal. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- MARCHANTE, E., MARCHANTE, H., 2018. Uma visão sobre o eucalipto em Portugal. *CULTIVAR, Cadernos de Análise e Prospetiva*. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP), Lisboa. **14**: 33-43.
- MARQUES, C., GUIMARÃES, P., BORRALHO, N., BATISTA, R.P., 2017. *Eucalyptus globulus* - Recurso sustentável em Portugal. XXIV TECNICELPA - International Forest, Pulp and Paper Conference. 11-12 October, 2018. Aveiro, Portugal.
- MIRRA, I.M., OLIVEIRA, T.M., BARROS, A.M.G., FERNANDES, P.M., 2017. Fuel dynamics following fire hazard reduction treatments in blue gum (*Eucalyptus globulus*) plantations in Portugal. *Forest Ecology and Management* **398**: 185-195.
- MOREIRA, F., VAZ, P., CATRY, F., SILVA, J.S., 2009. Regional variations in wildfire susceptibility of land-cover types in Portugal: implications for landscape management to minimize fire hazard. *International Journal of Wildland Fire* **18**(5): 563.
- MOREIRA, F., FERREIRA, A., ABRANTES, N., CATRY, F., FERNANDES, P., ROXO, L., KEIZER, J.J., SILVA, J., 2013. Occurrence of native and exotic invasive trees in burned pine and eucalypt plantations: Implications for post-fire forest conversion. *Ecological Engineering* **58**: 296-302.
- NEREU, M., SILVA, J.S., DEUS, E., NUNES, M., POTTS, B., 2019. The effect of management operations on the demography of *Eucalyptus globulus* seedlings. *Forest Ecology and Management* **453**: 117630.
- NICOLLE, D., 2006. A classification and census of regenerative strategies in the eucalypts (*Angophora*, *Corymbia* and *Eucalyptus* - Myrtaceae), with special reference to the obligate seeders. *Australian Journal of Botany* **54**(4): 391-407.
- NUNES, L.J.R., MEIRELES, C.I.R., PINTO GOMES, C.J., ALMEIDA RIBEIRO, N.M.C., 2019. Historical Development of the Portuguese Forest: The Introduction of Invasive Species. *Forests* **10**(11): 974.
- OLIVEIRA, T.M., GUIOMAR, N., BAPTISTA, F.O., PEREIRA, J.M., CLARO, J., 2017. Is Portugal's forest transition going up in smoke? *Land Use Policy* **66**: 214-226.

- PARDAL, S., PINHO, J.R., BINGRE, P., 2000. Os Espaços Silvestre. In PARDAL, S.C., LOBO, M.C., CORREIA, P.V.D. (Eds). *Normas Urbanísticas (Volume IV) – Planeamento Integrado do Território – Elementos de Teoria Crítica*, DGOTDU/UTL, 2000.
- POTTS, B., MCGOWEN, M., WILLIAMS, D., SUITOR, S., JONES, T., GORE, P., VAILLANCOURT, R., 2008. Advances in reproductive biology and seed production systems of *Eucalyptus*: the case of *Eucalyptus globulus*. *Southern Forests: a Journal of Forest Science* **70**(2): 145-154.
- PYŠEK, P., RICHARDSON, D.M., 2010. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annual Review of Environment and Resources* **35**(1): 25-55.
- QUEIRÓS, L., DEUS, E., SILVA, J.S., VICENTE, J., ORTIZ, L., FERNANDES, P.M., CASTRO-DÍEZ, P., 2020. Assessing the drivers and the recruitment potential of *Eucalyptus globulus* in the Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management* **466**: 118147.
- RICHARDSON, D.M., PYŠEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M.G., PANETTA, F.D., WEST, C.J., 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* **6**: 93-107.
- RICHARDSON, D.M., REJMÁNEK, M., 2011. Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. *Diversity and Distributions* **17**: 788-809.
- SANTOS, P., MATIAS, H., DEUS, E., ÁGUAS, A., SILVA, J.S., 2015. Fire effects on capsules and encapsulated seeds from *Eucalyptus globulus* in Portugal. *Plant Ecology* **216**: 1611-1621.
- SILVA, J.S., VAZ, P., MOREIRA, F., CATTRY, F., REGO, F.C., 2011. Wildfires as a major driver of landscape dynamics in three fire-prone areas of Portugal. *Landscape and Urban Planning* **101**: 349-358.
- SILVA, J.S., MARCHANTE, H., 2012 Post-fire management of exotic forests. *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. Springer, New York, pp 223-255.
- SILVA, J.S., DOS SANTOS, P., SÉRIO, A., GOMES, F., 2016. Effects of heat on dehiscence and germination in *Eucalyptus globulus* Labill. *International Journal of Wildland Fire* **25**: 478-483.
- SILVA, J.S., TOMÉ, M., 2016. Tasmanian blue gum in Portugal - opportunities and risks of a widely cultivated species. In KRUMM, F., VÍTKOVÁ (Eds). *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. European Forest Institute, pp. 352-361.
- SILVA, J.S., DEUS, E., 2018. O que sabemos (e não sabemos) sobre as populações naturais de eucalipto em Portugal. *CULTIVAR, Cadernos de Análise e Prospetiva*. Gabinete de Planeamento, Políticas e Administração Geral (GPP), Lisboa. 14: 25-32.
- SILVA-PANDO, F.J., PINO-PÉREZ, R., 2016. Introduction of *Eucalyptus* into Europe. *Australian Forestry* **79**: 283-291.