

# CAPÍTULO V

## **O Eucalipto e o Fogo em Portugal nos Últimos 40 Anos**



# O Eucalipto e o Fogo em Portugal nos Últimos 40 Anos

Tânia Sofia Oliveira<sup>1\*</sup>, João Ezequiel<sup>1</sup>, Cristina Marques<sup>1</sup>, Luis Acevedo Muñoz<sup>1</sup>, Sérgio Maggiolli<sup>2</sup>, Cláudio Teixeira<sup>1</sup>, João Melo Bandeira<sup>2</sup>, José Miguel Cardoso Pereira<sup>3</sup>

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

\*tania.oliveira@thenavigatorcompany.com

<sup>2</sup>Navigator Forest Portugal, Zona Industrial da Mitrena, 2910-738 SETÚBAL

<sup>3</sup>Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, 1349-017 LISBOA

**Resumo.** O eucalipto tornou-se uma das espécies incontornáveis da floresta portuguesa. Nos últimos anos, a ocorrência de grandes incêndios tem vindo a aumentar (onde os ocorridos em junho e outubro de 2017 foram particularmente significativos), acentuando a polémica em torno do efeito das plantações de eucalipto na propagação do fogo. Do protagonismo socioeconómico, aumento de área plantada e relação com o fogo resultam discussões apaixonadas, mas nem sempre fundamentadas no conhecimento existente. A informação disponível permite esclarecer dúvidas e recentrar o problema nos fatores que têm realmente influência nos regimes de fogo: as dinâmicas demográficas e de uso do solo que ocorreram no último século e a necessidade de encarar a floresta para além da árvore, como um sistema complexo. É a estrutura dos povoamentos, mais do que as espécies, que condiciona a propagação dos incêndios.

Embora o problema dos incêndios, grandes e pequenos, seja territorial e não apenas do sector florestal, a solução passa pela gestão do uso do solo e do espaço rural, incluindo a floresta. Ao nível do ordenamento do território, a diversificação da paisagem e a redução da área florestal nalgumas zonas, quebrando a continuidade da vegetação,

são algumas das soluções possíveis. À escala da árvore e da propriedade, a gestão florestal é a única ferramenta que permite conviver com o fogo e minimizar os danos causados pelos incêndios.

É possível fazer melhor com os recursos disponíveis, adequando as opções de gestão às condições locais, numa perspectiva integrada à escala da paisagem, que considera as suas múltiplas dimensões: social, ambiental e económica.

Este artigo faz parte do Caderno Técnico da Silva Lusitana sobre Eucalipto em Portugal. Tem como ponto de partida a obra "O Eucaliptal em Portugal. Impactes Ambientais e Investigação Científica" publicada em 2007 e procura dar visibilidade a algum do conhecimento científico desenvolvido nos últimos 10-15 anos sobre plantações de eucalipto e o fogo.

**Palavras-chave:** Eucalipto, fogo, gestão florestal, paisagem, Portugal

### **Eucalyptus and fire**

**Abstract:** *Eucalyptus* became a common species in the Portuguese forest. In recent years, the occurrence of major fires has increased (particularly those of June and October 2017), fuelling the controversy surrounding the effect of eucalypt plantations on the spread of fire. Its socioeconomic role, the increase in planted areas and the relationship with fire result in passionate discussions, not always based on the available knowledge.

The information available allows clarifying doubts and refocusing the problem on the factors that really influence fire regimes: the demographic and land-use dynamics that occurred in the last century and the need to look at the forest beyond the tree, as a complex system. The stand structure, more than the species, influences the spread of fire. Although the problem of fires, large and small, is territorial and not just from the forest sector, the solution is to manage land use and rural space, including the forest. In terms of spatial planning, diversifying the landscape, reducing forest in some areas and breaking the vegetation continuity are some of the possible solutions. At the tree and property scale, forest management is the only tool that allows coping with fire and minimizing the damages caused by it.

It is possible to do better with the available resources, adapting management options to local conditions, in an integrated perspective at the landscape level, considering its multiple social, environmental and economic dimensions.

This article is part of Silva Lusitana's "Caderno Técnico" on Eucalypts in Portugal. Its starting point is the work "O Eucaliptal em Portugal. Impactes Ambientais e Investigação Científica" published in 2007 and seeks to give visibility to some of the scientific knowledge developed in the last 10-15 years on eucalyptus plantations and fire.

**Key words:** Eucalypts, fire, forest management, landscape, Portugal

### *Eucalyptus et feu*

**Résumé:** L'eucalyptus est devenu l'une des espèces incontournables de la forêt portugaise. Ces dernières années, la fréquence des incendies majeurs s'est accrue (notamment ceux survenus en juin et octobre 2017), accentuant la polémique autour de l'effet des plantations d'eucalyptus sur la propagation du feu. Le rôle socio-économique, l'augmentation de la superficie planté et la relation avec le feu, donnent lieu à des discussions passionnées, mais pas toujours basées sur les connaissances actuellement disponibles.

Les informations disponibles permettent de clarifier les doutes et de recentrer le problème sur les facteurs qui influencent réellement les régimes de feu: la dynamique démographique et d'utilisation des terres qui s'est produite au siècle dernier et la nécessité de faire face à la forêt au-delà de l'arbre, comme un système complexe. La structure des peuplements, plus que l'espèce, conditionne la propagation des incendies.

Bien que le problème des incendies, petits et grands, soit territorial et pas seulement le secteur forestier, la solution consiste à gérer l'utilisation des terres et l'espace rural, y compris la forêt. En termes d'aménagement du territoire, diversifier le paysage et réduire la superficie forestière dans certaines zones, et rompre la continuité de la végétation, sont quelques-unes des solutions possibles. A l'échelle de l'arbre et de la propriété, la gestion forestière est le seul outil qui permet de vivre avec le feu et de minimiser les dégâts causés par les incendies.

Il est possible de faire mieux avec les ressources disponibles, en adaptant les options de gestion aux conditions locales, dans une perspective intégrée à l'échelle du paysage et en considérant ses multiples dimensions: social, environnementale et économique.

Cet article fait partie du « Caderno Técnico » de Silva Lusitana sur l'eucalyptus au Portugal. Son point de départ est l'œuvre «O Eucaliptal em Portugal. Eucaliptal em Portugal. Impactes Ambientais e Investigação Científica» publié en 2007 et vise à donner

de la visibilité à certaines des connaissances scientifiques développées au cours des 10 à 15 dernières années sur les plantations d'eucalyptus et les incendies.

**Mots-clés:** *Eucalyptus*, feu, gestion forestière, paysage, Portugal

## O fogo na região mediterrânica

O fogo é um elemento-chave no processo ecológico e evolutivo nas regiões com climas do tipo mediterrânico: os invernos chuvosos e amenos proporcionam produtividade vegetal elevada e os verões quentes e secos retiram a humidade à vegetação, permitindo que esta possa arder (SILVA *et al.*, 2011). É igualmente sabido que a variabilidade inter-anual dos indicadores de regime do fogo está relacionada com a variação observada nas condições meteorológicas e de secura (LOURENÇO e BERNARDINO, 2013). Na realidade, dos três factores que controlam o comportamento do fogo, nomeadamente os combustíveis, a topografia e as condições meteorológicas, este último revela-se o fator mais dinâmico, heterogéneo e o que apresenta maior importância na ignição e propagação dos incêndios (COLAÇO *et al.*, 2009; LOURENÇO e BERNARDINO, 2013). Mais de 80% da variabilidade da área ardida mensal em Portugal é explicada através do índice de perigo meteorológico de incêndio FWI (CARVALHO *et al.*, 2008). Este índice, desenvolvido pelo *Canadian Forest Service* e adotado para ser aplicado em Portugal (classes de perigo calibradas para o nosso país) por PALHEIRO *et al.*, (2006) é calculado diariamente como função da temperatura e humidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação acumulada nas últimas 24 horas. Igualmente, mais de 80% da área ardida anualmente ocorre em apenas 10% dos dias de verão (PEREIRA *et al.*, 2005).

As características climáticas permitiram alterar a paisagem e expandir as terras agrícolas e de pastoreio desde o Neolítico através do uso do fogo e, em consequência disso, mudar o seu regime natural na Europa (REGO *et al.*, 2010). O uso do fogo para disponibilizar melhores condições para o pastoreio esteve na origem de muitas das paisagens mediterrânicas, continuando a ser uma prática relativamente comum. A vegetação desta região, onde Portugal se insere, resulta também da ação frequente do fogo, constatável pela diversidade de mecanismos de resposta ao fogo que se podem identificar nas espécies dominantes da flora

arbustiva e arbórea. Por esta razão, o fogo (dependendo do seu ciclo e intensidade) é parte integrante e necessária à manutenção de alguns destes ecossistemas (PAUSAS e VALLEJO, 1999).

A utilização do fogo foi um dos primeiros instrumentos usados pelo Homem, contribuindo significativamente para a sua evolução (ADLER, 2013), contudo a nossa capacidade de o controlar continua (e continuará) limitada (BOWMAN *et al.*, 2009). Outro dos paradoxos é a sua capacidade de ser benéfico ou prejudicial (dependendo da sua intensidade), bem expresso no ditado finlandês "o fogo é um mau patrão, mas um bom servo" (REGO *et al.*, 2010). Se controlado e de baixa intensidade, o uso do fogo pode ser benéfico quando varia entre as queimas de amontoados e sobrantes, queimadas tradicionais extensivas para renovação de pastagens e a aplicação técnica (prescrição de fogo controlado) para um objectivo de gestão específico. Este tipo de fogo, mais associado a matos, tende a ser mais frequente, menos intenso e com áreas ardidas mais pequenas. Quando a intensidade do fogo aumenta, temos incêndios de maior dimensão, normalmente associados a florestas e que atingem áreas maiores. Este é o lado prejudicial do fogo, quando a sua utilização é feita sem planeamento e recursos técnicos adequados ou quando o des controlo dá origem a incêndios com impactes negativos (FERNANDES *et al.*, 2013).

O uso do solo (que deriva das condições do clima, relevo e da vegetação e é influenciado pela estrutura da propriedade) é um factor preponderante na variação dos regimes de fogo em Portugal. No Alentejo ocorrem poucos fogos e de baixa intensidade, normalmente em terreno agrícola ou agroflorestal, em oposição aos que se desenvolvem na zona centro interior do país e na serra algarvia, onde o espaço florestal contínuo predomina e os incêndios estão entre os maiores do país. No norte interior os fogos são frequentes, mas sobretudo em zonas ocupadas por matos. Em Lisboa, Porto e outras zonas urbanas a frequência é muito maior do que nas restantes regiões, mas geralmente percorrem extensões menores (MOREIRA *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2014). A

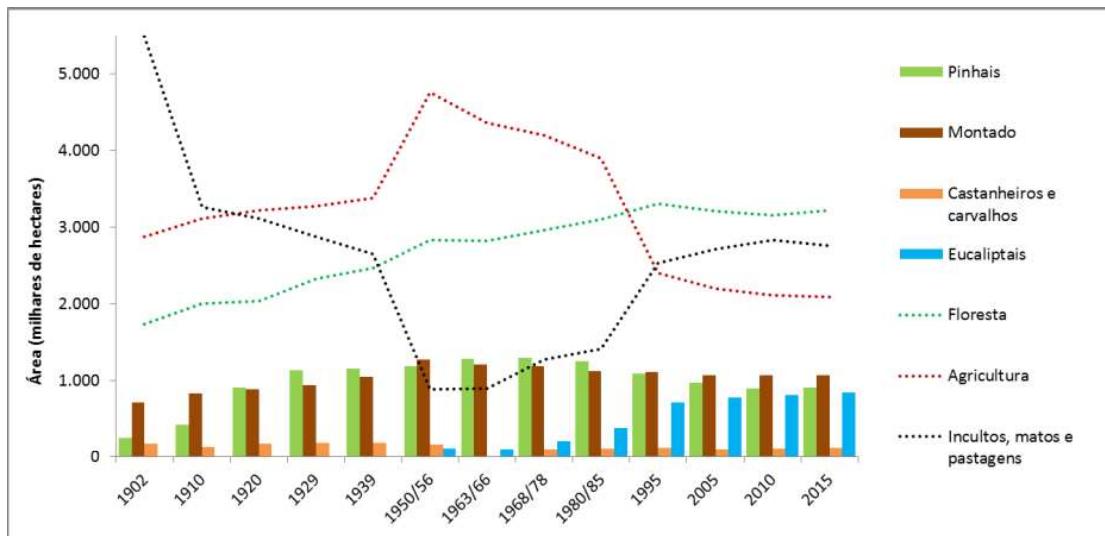
dinâmica rural e as alterações de ocupação e uso do solo, assim como as transformações sociais, constituem os fatores mais relevantes que determinam transições nos regimes do fogo (FERNANDES *et al.*, 2014). O abandono rural, o envelhecimento da população, as alterações dos modos de vida e usos do solo tradicionais e o desaparecimento de profissões com papel ativo na utilização e vigilância de espaços florestais levaram à diminuição das pessoas no meio rural e à acumulação de matos e outros combustíveis florestais (NUNES *et al.*, 2014).

### **O crescimento da floresta e o fogo**

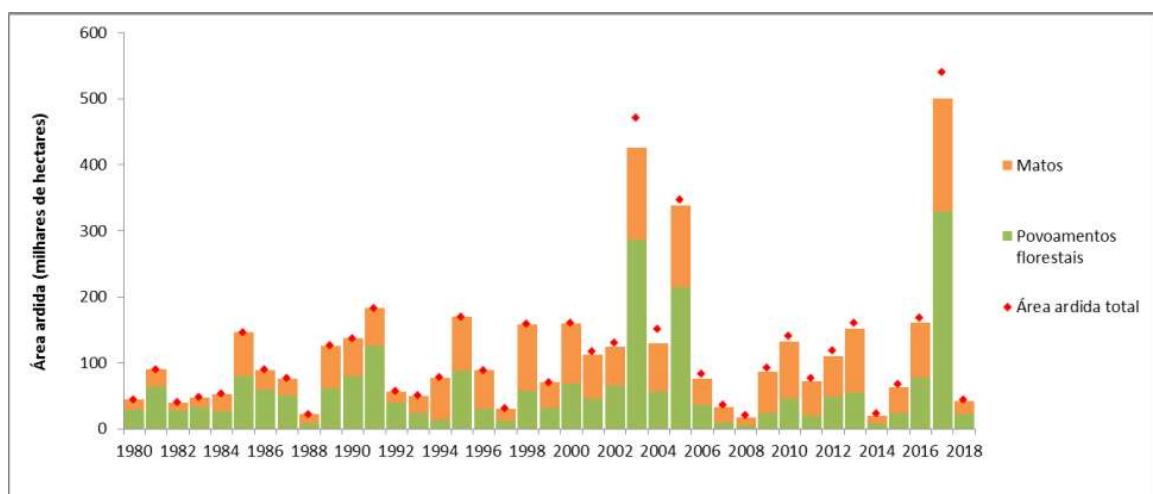
Olhando para as alterações de uso do solo em Portugal das últimas décadas (Figura 1), observa-se um crescimento da área florestal de menos de 2 milhões de hectares em 1902 para cerca de 3,2 milhões em 2015. A floresta produz, ao longo do tempo, 10 a 15 vezes mais biomassa que os outros ecossistemas terrestres, sendo a acumulação de combustíveis sem gestão considerada uma das principais causas dos incêndios florestais em Portugal (NUNES *et al.*, 2014). O aumento das áreas florestadas e agrícolas deu-se à custa da alteração de áreas de incultos, que atingiram áreas mínimas na década de 1950/60. A partir desta altura, as áreas agrícolas diminuíram, a floresta continuou o seu crescimento, assim como as áreas de matos e pastagens. Este aumento da continuidade florestal e da carga combustível produzida ajudam a explicar o aumento da severidade dos incêndios (FERNANDES *et al.*, 2016b; MORENO *et al.*, 2014; VIEDMA *et al.*, 2015).

Os dados de áreas ardidas só começaram a ser recolhidos de forma sistemática a partir de 1980, sendo que até 1975 era feito apenas um registo de áreas públicas ardidas (PEREIRA e SANTOS, 2003). A análise destes dados (Figura 2) mostra que existe um carácter cíclico na área ardida e que a área total ardida tem vindo a aumentar. A entrada no século XXI foi acompanhada com o

surgimento de anos de valores recorde de área ardida e incêndios com dimensão superior a 10 mil hectares (FERNANDES *et al.*, 2016).



**Figura 1** – Evolução da ocupação do uso do solo em Portugal Continental, entre 1902 e 2015 (eixo horizontal não à escala), por florestas, agricultura e áreas de incultos, matos e pastagens e da ocupação da área florestal por pinhais (pinheiro bravo e manso), eucaliptais, montado (de sobre e azinho), castanheiros e carvalhos (dados de 1902 a 1980/85 de MENDES (2002) e entre 1995 e 2015 de ICNF (2019))



**Figura 2** - Evolução da área ardida total, em matos e povoamentos florestais entre 1980 e 2018 (dados PORDATA, 2020)

Para tentar perceber se existe ou não uma relação entre a floresta e a área ardida, há que olhar para os dados de forma integrada (Figuras 1 e 2). A evolução da área florestal ou até mesmo as suas dinâmicas de alterações de espécies (o crescimento da área de eucalipto, o recuo do montado e o decréscimo da área de pinhal, especialmente pinheiro bravo), não são "a" explicação para as áreas ardidas. O que os dados mostram é que na década de 1980-1990 houve um decréscimo de área agrícola, acompanhado de um crescimento de matos e pastagens (Figura 1), resultante de dinâmicas sociais e demográficas. Isto levou a que houvesse um aumento na percentagem de matos ardidos (Figura 2), de uma média de 40% na década de 1980 para uma média de 50% na década de 1990.

Da área ardida entre 2006 e 2016, 38% correspondeu a povoamentos florestais e 62% a matos (ICNF, 2017) . De acordo com o Boletim estatístico da Celpa (CELPA, 2019), entre 2009 e 2018, 46,3% da área ardida correspondia a matos e pastagens, 17,5% a pinheiro-bravo, 17,4% a eucalipto, 11,8% a outros usos de solo e 6,8% a outras espécies. Os matos e pastagens parecem ser assim as áreas de maior incidência de fogos rurais, não as áreas florestais. Contudo, não podemos esquecer que os fogos em matos, dependendo da altura do ano, são tendencialmente benéficos (como renovação da vegetação), ao contrário dos incêndios florestais, que destroem a vegetação. Além disso, as áreas de matos e pastagens tendem a ser mais inacessíveis e fogos nestas zonas são mais difíceis de combater e considerados menos prioritários (MOREIRA *et al.*, 2009; PEREIRA, 2018).

### **Adaptação do eucalipto ao fogo**

À semelhança de outras espécies florestais mediterrânicas (como o pinheiro-bravo ou o sobreiro), os eucaliptos evoluíram num ambiente onde o fogo é um fenómeno natural recorrente (CRISP *et al.*, 2011; HILL e JORDAN, 2016). Em

resposta à ação ecológica modeladora do fogo desenvolveram ou mantiveram um conjunto de características que permitem sobreviver à passagem do mesmo. A maior parte destas adaptações visam assegurar, por um lado, a sobrevivência dos indivíduos ao fogo, alterando o seu comportamento e protegendo-os de danos, enquanto por outro garantem a sobrevivência da próxima geração.

A capacidade para perder os ramos mais baixos e a queda da casca velha limitam a acumulação de combustíveis em altura, protegendo a copa e as sementes, contidas em cápsulas lenhosas espessas disposta no alto da mesma (BOOTH, 2017). Além das sementes, os eucaliptos também regeneram vegetativamente, quer a partir de rebentação ao longo do tronco (epicórmica), quer através de meristemas (estruturas lenho-tuberosas) ligeiramente abaixo do solo (BOWMAN *et al.*, 2014; CRISP *et al.*, 2011; HODGSON, 1967).

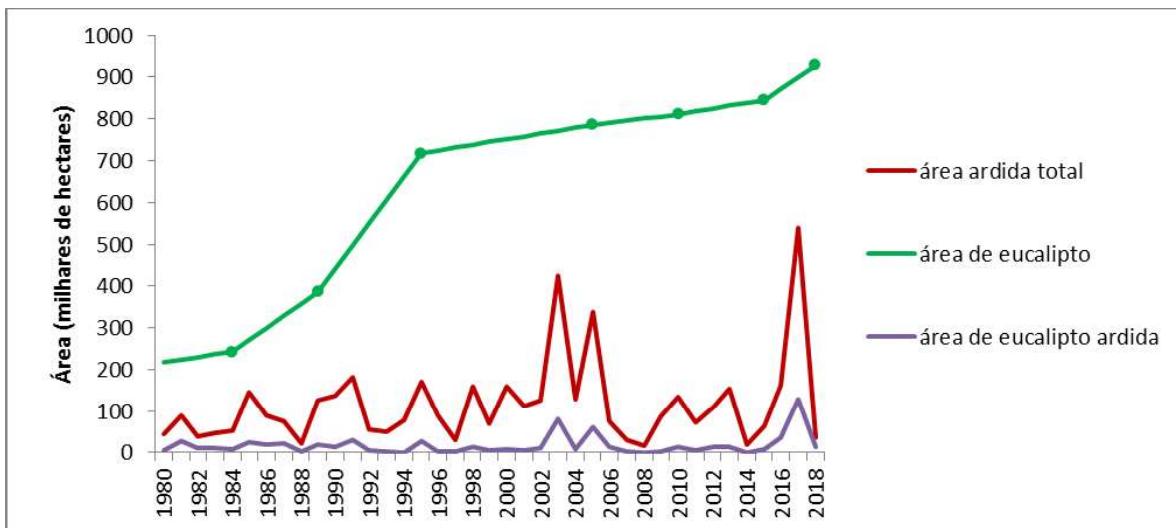
Os eucaliptos, tal como outras plantas adaptadas a ambientes pirófitos, possuem características inflamáveis que resultam da capacidade da espécie tolerar e sobreviver ao fogo e não por serem espécies que promovem o fogo ou que "gostem" de arder (BOWMAN *et al.*, 2014). Numa avaliação realizada por especialistas europeus, o eucalipto pontuou 4,5 numa escala de combustibilidade de um a cinco, imediatamente abaixo de pinhais (de pinheiro-bravo e pinheiro-manso) e matos de urze, tojo e carqueja, que pontuaram cinco (XANTHOPOULOS *et al.*, 2012).

Tal como outros arbustos da flora autóctone (como o rosmaninho, alecrim ou esteva), as folhas do eucalipto possuem compostos voláteis que são inflamáveis, sobretudo quando secas (DIMITRAKOPoulos e PAPAIOANNOU, 2001). Porém, estas substâncias têm uma presença diminuta na folhada (apenas 0,8-2% do peso seco) e que depende da secura das folhas (SUBRAMANIAN *et al.*, 2012). Acresce que as características estruturais das folhas se sobrepõem ao efeito dos óleos (HODGSON, 1967), já que a inflamabilidade está correlacionada com a razão entre a superfície foliar e a massa da mesma (BOWMAN *et al.*, 2014; GROOTEMAAT *et al.*, 2017).

A libertação da casca do eucalipto durante o período estival (à semelhança de outras mirtáceas) aumenta a susceptibilidade de fogos de superfície, onde cascas e folhas se acumulam. Contudo, as longas tiras que ficam suspensas podem ser responsáveis por focos secundários de fogo a distâncias consideráveis, por vezes a mais de 5 Km (CRUZ *et al.*, 2015; GROOTEMAAT *et al.*, 2017). Este fator é atenuado dentro de plantações regulares, onde as copas e a continuidade florestal impedem a elevação aerodinâmica das mesmas, sendo mais comum nos limites das plantações, nas faixas de gestão de combustíveis ou em zonas onde o declive/relevo crie condições favoráveis a esta elevação (CRUZ *et al.*, 2015).

### O fogo prefere o eucalipto?

Entre as espécies florestais existentes em Portugal continental, o pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) e o eucalipto (*Eucalyptus globulus*) são as espécies que mais ardem, não só por serem as que estão mais representadas, mas também por serem, a par com os carvalhos caducifólios (*Quercus pyrenaica*, *Q. robur* e *Q. faginea*) os tipos de floresta com maior índice de preferência pelo fogo (MATEUS e FERNANDES, 2014). Ainda assim, eucalipto e o pinheiro-bravo não totalizam, juntos, nem metade da área ardida. A área ocupada por eucalipto quase triplicou nos últimos 30 anos, não estando o seu crescimento correlacionado com o crescimento da área ardida total (Figura 3). A área ardida de eucalipto tem-se mantido numa média de cerca de 10% da área ardida total. FERNANDES *et al.* (2019) não encontraram evidências que suportem conclusões sobre a influência do incremento de área plantada de eucalipto no regime de fogo.

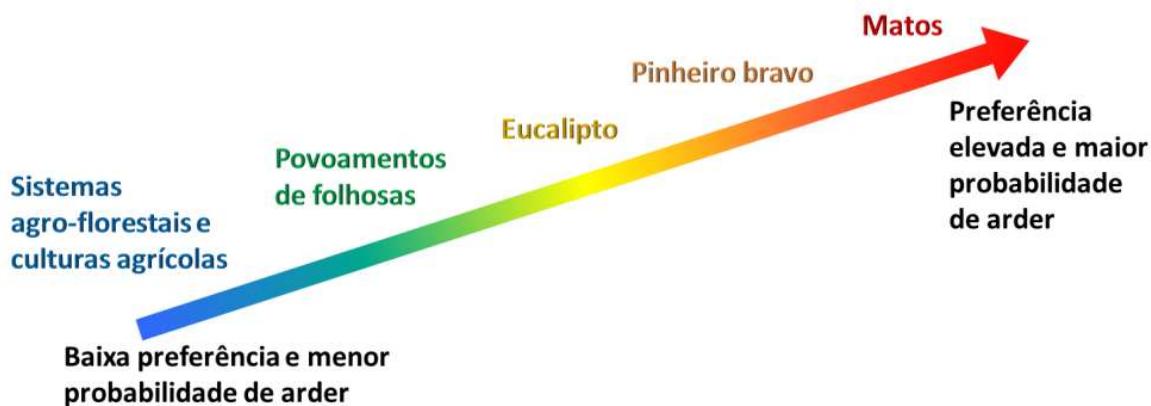


**Figura 3** – Evolução da área de eucalipto em Portugal, área ardida total e área ardida de eucalipto. (Dados de DEVY-VARETA (1993); FERNANDES *et al.* (2019); ICNF (2019); PORDATA (2020); RADICH e OLIVEIRA BAPTISTA (2005))

Os resultados de diferentes estudos de seletividade do fogo indicam que incêndios mais pequenos tendem a ser mais seletivos, preferindo zonas de matos. Esta preferência está relacionada não só com o facto de muitos destes fogos serem usados como uma ferramenta de gestão de uso do solo (renovação de pastagens), mas também com a estrutura (que facilita a mistura ar-combustível) e a acumulação de combustíveis neste tipo de vegetação (que facilitam a progressão do fogo) (MOREIRA *et al.*, 2009). Embora as áreas de matos tenham maior teor de humidade que as zonas arborizadas (o fogo propaga-se pelas copas vivas), têm também maior exposição às condições meteorológicas e à radiação solar e os combustíveis secam mais rapidamente. Assim, em igualdade de circunstâncias, o fogo em mato é impelido por ventos mais fortes e combustível morto mais seco que em áreas arborizadas.

Análises da preferência do fogo com base na área ardida (Figura 4) revelam que zonas de culturas agrícolas e sistemas agro-florestais tendem a ser evitadas pelo fogo. Os matos são a ocupação com maior tendência para arder e, nos povoamentos florestais, o pinheiro bravo é mais afectado relativamente à sua

disponibilidade na paisagem que outras espécies florestais como eucaliptos e outras folhosas (BARROS e PEREIRA, 2014; MOREIRA *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2005). À medida que os incêndios vão aumentando de tamanho e de intensidade, a preferência tende a esbater-se.



**Figura 4** – Gradiente de preferência do fogo com base em dados de área ardida (COLAÇO, 2017)

As cargas médias de combustível em pinhal bravo rondam as 28 toneladas por hectare, enquanto o valor médio para eucaliptais se situa nas 16 toneladas por hectare (ROSA *et al.*, 2011). As diferenças resultam do modo de exploração do eucalipto e também da velocidade de decomposição da sua folhada. Isto reflete-se, por exemplo, na quantidade de folhada acumulada nos povoamentos das diferentes espécies: entre 0,83 e 5,8 toneladas por hectare em eucalipto e entre 1,36 e 32,1 toneladas em pinhal bravo (ROSA *et al.*, 2011).

A gestão ativa em áreas de eucalipto, especialmente as associadas às empresas industriais, inclui medidas como desbastes/seleções de varas e limpezas de matos regulares, com o objetivo de reduzir as cargas combustíveis (FERNANDES *et al.*, 2019; MIRRA *et al.*, 2017). Estas medidas reduzem a continuidade vertical e horizontal dos combustíveis e os dados mostram que nestas áreas os incêndios são menos frequentes. Entre 2009 e 2018, na área sob

gestão das empresas associadas da CELPA, a percentagem média anual de área de eucalipto ardida foi de 1,3%. A nível nacional e no mesmo período, a média anual de área ardida de eucalipto foi de 17,4% (CELPA, 2019). Embora a gestão não seja exclusiva dos povoamentos na posse da indústria, as intervenções nestas áreas têm impacte na redução do risco. Este facto foi também comprovado nos grandes incêndios de 2017, onde os relatórios produzidos pelas Comissões Técnicas Independentes (CTI) concluíram que a gestão de combustíveis contribuiu significativamente para a supressão ou redução da severidade do fogo nos povoamentos de eucalipto (CTI, 2017, 2018). Mais, o relatório de 2017 é perentório em afirmar que a simples "...substituição do eucalipto, por espécies tidas como mais resistentes à propagação do fogo, como o sobreiro, medronheiro e carvalhos, traria resultados modestos de diminuição da área ardida em caso de existência de um estrato arbustivo relevante nos povoamentos."

Este tipo de silvicultura intensiva, em que os povoamentos de eucalipto são geridos ativamente, torna-os menos susceptíveis a incêndios, relativamente a povoamentos de pinheiro bravo. Nestas áreas, a cobertura de matos é superior à encontrada em povoamentos de eucalipto, onde a rotação é mais curta, as atividades de gestão são mais frequentes e existem mecanismos privados de combate de incêndio, a AFOCELCA (MOREIRA *et al.*, 2009). Além disso, comprova que a gestão adequada dos combustíveis no sob coberto das plantações minimiza o perigo de incêndio (HODGSON, 1967), sendo a melhor forma de controlo e prevenção dos incêndios.

## **Impactes dos incêndios**

A dimensão e impactes dos incêndios dependem do comportamento do fogo: as características de propagação e a intensidade. Neste têm influência os fatores meteorológicos e topográficos (não controláveis) e o combustível (fator passível

de ser controlado), neste caso, a vegetação. Não havendo como eliminar o fogo, pois ele faz e vai continuar a fazer parte dos nossos ecossistemas, a melhor forma de reduzir os impactes é fazer uma gestão ativa da vegetação, tendo em vista controlar incêndios de baixa intensidade e evitar os de elevada. A silvicultura preventiva e a gestão de combustíveis são então uma forma de modificar o comportamento do fogo e diminuir a sua intensidade e impacte (FERNANDES, 2006; PINHO *et al.*, 2006).

Os incêndios provocam perda de rendimento económico, danos e alterações ecológicas nos ecossistemas florestais. Os efeitos do fogo no solo, na água, na vegetação, na fauna e na atmosfera podem ser encontrados na literatura, nomeadamente em DeBANO, NEARY and FFOLLIOTT (1998). Os impactes específicos nos ecossistemas florestais são abordados em PEREIRA *et al.* (2006) e ALVES, PEREIRA e SILVA (2007). A mortalidade de eucaliptos em consequência do fogo depende da severidade do incêndio, da rotação e do grau de desenvolvimento do povoamento. À medida que a idade do povoamento e a rotação aumenta, também cresce a mortalidade como consequência do aumento de combustível no solo resultante de atividades de exploração e de seleção de varas. Contudo, a mortalidade é menor em povoamentos adultos, que têm as copas mais elevadas. (SILVA *et al.*, 2014). Embora nos anos iniciais as plantações tenham menor probabilidade de arder, é nesta altura que se encontram mais vulneráveis a possíveis danos causados pelo fogo. As copas estão mais perto do solo e mais susceptíveis a incêndios, especialmente quando a quantidade de combustível disponível para arder é elevada. Cortar a vegetação e retirar (ou incorporar no solo, com ganhos adicionais de fertilidade) a biomassa que possa servir de combustível é a melhor forma de diminuir o risco e a susceptibilidade ao incêndio nesta altura.

A capacidade de recuperação da vegetação após um incêndio depende de múltiplos fatores, mas sobretudo das medidas de gestão implementadas. Após um incêndio, quando as árvores queimadas têm dimensão suficiente para serem

vendidas, existe uma razão económica para serem exploradas. Embora a retirada da madeira queimada seja uma fonte de rendimento (que pode ser aplicado na recuperação) e retirar biomassa do local, o que reduz o risco de novo incêndio, a exploração provoca impactes no solo, deixa-o desprotegido e pode causar problemas de erosão. Ainda assim, e embora existam lacunas de conhecimento, a opção deve ser por privilegiar uma ação rápida, garantindo não só o tratamento da vegetação queimada, mas também a conservação do solo e a recuperação da vegetação/arborização (SILVA *et al.*, 2007).

Quando as árvores não têm dimensão comercial, quando a área não é gerida ou a produtividade é baixa, não existe incentivo para a retirada do material queimado. Isto cria áreas vulneráveis com elevadas cargas de biomassa: a vegetação queimada à qual se junta a regeneração natural (vegetativa e por semente) e o crescimento de vegetação sem qualquer controle. Uma análise mais completa sobre a regeneração natural do eucalipto e questões associadas pode ser encontrada no capítulo correspondente neste Caderno Técnico: A regeneração natural do eucalipto em Portugal – desafios e constrangimentos. Em plantações de zonas de produtividade baixa, o fogo tem sido o rastilho para o abandono e ausência de gestão, e vice-versa, contribuindo para a ocorrência de florestas mistas e matagais, ambos com maior susceptibilidade a incêndios (SILVA *et al.*, 2011). Temos então um círculo vicioso: os incêndios aumentam a probabilidade da ocorrência de novos fogos.

## **Os desafios da gestão**

Como referido anteriormente, a área ocupada por eucalipto triplicou desde 1980, mas a área ardida global não teve um aumento correspondente. O eucalipto representa hoje mais de um quarto da área florestal portuguesa, mas a sua área ardida corresponde a apenas 10% do total de área ardida e a dimensão

final dos fogos com início nestas áreas é semelhante aos originados noutros tipos de floresta.

A dimensão dos grandes incêndios é determinada pela continuidade vegetal e influenciada pelo padrão espacial de incêndios anteriores (FERNANDES *et al.*, 2016b). O aumento do número e da frequência dos incêndios tem feito crescer o número de áreas abandonadas. Em muitos casos, o abandono está associado aos incêndios, que desincentivam a gestão das propriedades (não há retorno financeiro, nem interesse, em investir numa área que vai arder) e dão origem a áreas de elevado risco (SILVA *et al.*, 2011). Este ciclo vicioso faz com que os incêndios sejam umas das mais significativas ameaças que as áreas florestais do sul da Europa enfrentam, podendo este problema escalar com os efeitos das alterações climáticas. Os cenários para o século XXI preveem reduções da precipitação entre 20% e 40% e uma estação chuvosa mais curta, assim como aumento das temperaturas, especialmente no interior e Sul do Tejo (MIRANDA *et al.*, 2006). Estas condições irão certamente contribuir para um maior risco de incêndio e modificar o padrão de distribuição das espécies florestais (PEREIRA *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2017). Embora seja difícil extrapolar as condições no futuro, com um clima mais quente e seco é expectável que os incêndios continuem a ser um problema. Sabe-se, contudo, que a resposta dos regimes de fogo às condições do clima é mediada pela vegetação (PAUSAS e PAULA, 2012), pelo que as alterações nos ecossistemas, nomeadamente as resultantes da sua gestão, vão afectar a frequência e severidade de futuros incêndios.

A estrutura dos povoamentos e a gestão ativa, que condiciona a acumulação de combustível, são os factores mais importantes na seletividade do fogo (BARROS e PEREIRA, 2014; FERNANDES, 2009; FERNANDES *et al.*, 2016b; MOREIRA *et al.*, 2009; NUNES *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2009). Reconhecer as adaptações e vulnerabilidades dos povoamentos de eucalipto face ao fogo possibilita a tomada de decisões planeadas que permitem uma maior resistência destas plantações. A gestão ativa, que diminui a vegetação sob coberto, faz com

que a combustibilidade dos povoamentos diminua também. Mas a gestão deve considerar outros aspectos, como a estrutura dos povoamentos a plantar e o enquadramento do planeamento e acções a desenvolver à escala da paisagem (MIRRA *et al.*, 2017). A instalação ou reinstalação de povoamentos florestais deve ser planeada de acordo com aspectos inerentes à topografia e condições meteorológicas da região, entre outros. Isto permite que apenas as zonas mais adequadas sejam consideradas, reduzindo áreas florestadas contínuas e em zonas marginais e deslocando-as para situações mais favoráveis, onde se devem adequar as técnicas silvícolas de forma a tornar estes povoamentos mais resilientes à ocorrência de incêndios florestais. A sua integração em mosaicos paisagísticos, baseados em modelos agro-silvo-pastoris e que considerem a componente da conservação da biodiversidade, permite criar uma paisagem diversificada, mais resiliente, económica e socialmente interessante, na perspectiva de uma plena monetarização dos bens florestais e serviços de ecossistema produzidos. O ordenamento do território, com descontinuidades e infraestruturas que criem zonas que abrandem a intensidade e a velocidade do fogo, e áreas em que o combate se torna possível, ajudam na gestão do fogo e na minimização dos seus impactes.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Miguel Almeida (ADAI-CEIF) pelas sugestões dadas, que contribuíram para a melhoria deste texto, e a Paulo Fernandes e Nuno Guiomar pela sua revisão.

## Bibliografia consultada

- ADLER, J., 2013. Why Fire Makes Us Human. *Smithson. Mag* June 2013. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/why-fire-makes-us-human-72989884/>
- ALVES, A.M., PEREIRA, J.S., SILVA, J.M.N. (Eds.), 2007. *O Eucalipto em Portugal. Impactos Ambientais e Investigação Científica*. ISAPress, Lisboa.
- BARROS, A.M.G., PEREIRA, J.M.C., 2014. Wildfire selectivity for land cover type: Does size matter? *PLoS One* 9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084760>
- BOOTH, T.H., 2017. Going nowhere fast: A review of seed dispersal in eucalypts. *Aust. J. Bot.* 65: 401-410. <https://doi.org/10.1071/BT17019>
- BOWMAN, D.M.J.S., BALCH, J.K., ARTAXO, P., BOND, W.J., CARLSON, J.M., COCHRANE, M.A., D'ANTONIO, C.M., DEFRIES, R.S., DOYLE, J.C., HARRISON, S.P., JOHNSTON, F.H., KEELEY, J.E., KRAWCHUK, M.A., KULL, C.A., MARSTON, J.B., MORITZ, M.A., PRENTICE, I.C., ROOS, C.I., SCOTT, A.C., SWETNAM, T.W., VAN DER WERF, G.R., PYNE, S.J., 2009. Fire in the Earth System. *Science* (80-). 324: 481-484. <https://doi.org/10.1126/science.1163886>
- BOWMAN, D.M.J.S., FRENCH, B.J., PRIOR, L.D., 2014. Have plants evolved to self-immolate? *Front. Plant Sci.* 5: 1-9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00590>
- CARVALHO, A., FLANNIGAN, M.D., LOGAN, K., MIRANDA, A.I., BORREGO, C., 2008. Fire activity in Portugal and its relationship to weather and the Canadian Fire Weather Index System. *Int. J. Wildl. Fire*. <https://doi.org/10.1071/WF07014>
- CELPA, 2019. *Boletim estatístico da Indústria Papeleira Portuguesa* | 2018.
- COLAÇO, C., 2017. *Bases para uma educação ambiental orientada para a diminuição do risco e aumento da resiliência das comunidades aos incêndios florestais em Portugal*. Tese de Doutoramento. Universidade de Santiago de Compostela.
- COLAÇO, C., CORREIA, A.V., BAPTISTA, C., GABRIEL, C., PINHO, J., CARVALHO, M., QUEIRÓS, R., 2009. *Florestas, muito mais que árvores - Manual de Educação Ambiental para a Floresta*, AFN - Autoridade Florestal Nacional
- COSTA, R., FRAGA, H., FERNANDES, P.M., SANTOS, J.A., 2017. Implications of future bioclimatic shifts on Portuguese forests. *Reg. Environ. Chang.* 17: 117-127. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-0980-9>
- CRISP, M.D., BURROWS, G.E., COOK, L.G., THORNHILL, A.H., BOWMAN, D.M.J.S., 2011. Flammable biomes dominated by eucalypts originated at the Cretaceous-Palaeogene boundary. *Nat. Commun.* 2: 193-198. <https://doi.org/10.1038/ncomms1191>
- CRUZ, M.G., GOULD, J.S., ALEXANDER, M.E., SULLIVAN, A.L., LACHLAN MCCAW, W., MATTHEWS, S., 2015. *A Guide to Rate of Fire Spread Models for Australian Vegetation*. CSIRO Land and Water, Canberra, ACT, and AFAC, Melbourne, Vic, 125 pp.

CTI - Comissão Técnica Independente, 2018. *Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental.*

CTI - Comissão Técnica Independente, 2017. *Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrogrão Grande, Castanheira de Pera, Ansião, Alvaiázere, Figueiro dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertão, entre 17 e 24 de junho de 2017.*

DeBANO, L.F., NEARY, D.G., FFOLLIOTT, P.F., 1998. *Fire Effects on Ecosystems*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

DEVY-VARETA, N., 1993. *A floresta no espaço e no tempo em Portugal : a arborização da Serra da Cabreira 1919-1975*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

DIMITRAKOPoulos, A.P., PAPAIOANNOU, K.K., 2001. Flammability assessment of Mediterranean forest fuels. *Fire Technol.* <https://doi.org/10.1023/A:1011641601076>

FERNANDES, P., 2006. Silvicultura preventiva e gestão de combustíveis: Opções e optimização, em: *Incêndios Florestais em Portugal* pp. 327-354.

FERNANDES, P.M., 2009. Combining forest structure data and fuel modelling to classify fire hazard in Portugal. *Ann. For. Sci.* **66**: 415-415. <https://doi.org/10.1051/forest/2009013>

FERNANDES, P.M., BARROS, A.M.G., PINTO, A., SANTOS, J.A., 2016a. Characteristics and controls of extremely large wildfires in the western Mediterranean Basin. *J. Geophys. Res. Biogeosciences* **121**: 2141-2157. <https://doi.org/10.1002/2016JG003389>

FERNANDES, P.M., DAVIES, G.M., ASCOLI, D., FERNÁNDEZ, C., MOREIRA, F., RIGOLOT, E., STOOF, C.R., VEGA, J.A., MOLINA, D., 2013. Prescribed burning in southern Europe: Developing fire management in a dynamic landscape. *Front. Ecol. Environ.* **11**(Online Issue 1):e4-e14. <https://doi.org/10.1890/120298>

FERNANDES, P.M., GUIOMAR, N., ROSSA, C.G., 2019. Analysing eucalypt expansion in Portugal as a fire-regime modifier. *Sci. Total Environ.* **666**: 79-88. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.237>

FERNANDES, P.M., LOUREIRO, C., GUIOMAR, N., PEZZATTI, G.B., MANSO, F.T., LOPES, L., 2014. The dynamics and drivers of fuel and fire in the Portuguese public forest. *J. Environ. Manage.* **146**: 373-382. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.049>

FERNANDES, P.M., MONTEIRO-HENRIQUES, T., GUIOMAR, N., LOUREIRO, C., BARROS, A.M.G., 2016b. Bottom-Up Variables Govern Large-Fire Size in Portugal. *Ecosystems* **19**: 1362-1375. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-0010-2>

- GONÇALVES, A.B., 2006. *Geografia dos incêndios em espaços silvestres de montanha: o caso da Serra da Cabreira*. Tese de Doutoramento em Geografia - Ramo de Geografia Física e Estudos Ambientais, Universidade do Minho
- GROOTEMAAT, S., WRIGHT, I.J., VAN BODEGOM, P.M., CORNELISSEN, J.H.C., SHAW, V., 2017. Bark traits, decomposition and flammability of Australian forest trees. *Aust. J. Bot.* **65**: 327-338. <https://doi.org/10.1071/BT16258>
- HILL, R.S., JORDAN, G.J., 2016. Deep history of wildfire in Australia. *Aust. J. Bot.* **64**: 557-563. <https://doi.org/10.1071/BT16169>
- HODGSON, A., 1967. Fire Management in Eucalypt Forest. Proceedings: *6<sup>th</sup> Tall Timbers Fire Ecology Conference* 1967, pp. 97-111.
- ICNF, 2019. IFN6 - 6<sup>o</sup> Inventário Florestal Nacional. Relatório Final. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- ICNF, 2017. Relatório anual de áreas ardidas e incêndios florestais em Portugal Continental - 2016. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.
- Lourenço, L., Bernardino, S., 2013. Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). *Cad. Geogr.* pp. 105-132. [https://doi.org/10.14195/0871-1623\\_32\\_11](https://doi.org/10.14195/0871-1623_32_11)
- MATEUS, P., FERNANDES, P.M., 2014. *Forest Fires in Portugal: Dynamics, Causes and Policies*, em: REBOREDO, F. (Ed.), Forest Context and Policies in Portugal, Present and Future Challenges. World Forests series. Springer pp. 97-115. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-08455-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-08455-8_4)
- MENDES, A., 2002. A economia do sector da cortiça em Portugal. Evolução das actividades de produção e transformação ao longo dos séculos XIX e XX. *XXII Encontro da Associação Portuguesa de História Económica e Social*, Aveiro 2002
- MIRANDA, P.M.A., VALENTE, M.A., TOMÉ, A.R., TRIGO, R., COELHO, M.F.E.S., AGUIAR, A., AZEVEDO, E.B., 2006. O clima de Portugal nos séculos XX e XXI, em: *Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*. Projecto SIAM II. pp. 1-89.
- 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. *For. Ecol. Manage.* <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.016>
- 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. *Int. J. Wildl. Fire* **18**: 563. <https://doi.org/10.1071/WF07098>

- MORENO, M.V., CONEDERA, M., CHUVIECO, E., PEZZATTI, G.B., 2014. Fire regime changes and major driving forces in Spain from 1968 to 2010. *Environ. Sci. Policy.* <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.08.005>
- NUNES, A., LOURENÇO, L., FERNANDES, S., CASTRO, A.C.M., 2014. Principais causas dos incêndios florestais em Portugal: variação espacial no período 2001/12. *Territorium* pp. 135-146. [https://doi.org/10.14195/1647-7723\\_21\\_11](https://doi.org/10.14195/1647-7723_21_11)
- NUNES, M.C.S., VASCONCELOS, M.J., PEREIRA, J.M.C., DASGUPTA, N., ALLDREDGE, R.J., REGO, F.C., 2005. Land Cover Type and Fire in Portugal: Do Fires Burn Land Cover Selectively? *Landsc. Ecol.* **20**: 661-673. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-0070-8>
- NUNES, S.A., DACAMARA, C.C., TURKMAN, K.F., CALADO, T.J., TRIGO, R.M., TURKMAN, M.A.A., 2019. Wildland fire potential outlooks for Portugal using meteorological indices of fire danger. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.* **19**: 1459-1470. <https://doi.org/10.5194/nhess-19-1459-2019>
- PALHEIRO, P.M., FERNANDES, P., CRUZ, M.G., 2006. A fire behaviour-based fire danger classification for maritime pine stands: Comparison of two approaches. *For. Ecol. Manage.* <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.075>
- PAUSAS, J.G., PAULA, S., 2012. Fuel shapes the fire-climate relationship: Evidence from Mediterranean ecosystems. *Glob. Ecol. Biogeogr.* <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2012.00769.x>
- PAUSAS, J.G., VALLEJO, V.R., 1999. The role of fire in European Mediterranean Ecosystems. *Remote Sens. large wildfires Eur. Mediterr. basin* pp. 3-16.
- PEREIRA, J.M.C., 2018. Eucaliptos, fogos e outras coisas mais, em: CULTIVAR - *Cadernos de Analise e Prospetiva e Prospetiva* **14**: 13-23.
- PEREIRA, J.M.C., SANTOS, M.T., 2003. *Áreas Queimadas e Risco de Incêndio em Portugal*, Direcção-Geral das Florestas. ed. Lisboa - Portugal.
- PEREIRA, J. S, CORREIA, A.V., CORREIA, A.C., FERREIRA, M.T., ONOFRE, N., FREITAS, H., GODINHO, F., 2006. Florestas e Biodiversidade. Alterações Climáticas em Port. Cenários, Impactos e Medidas Adapt. Proj. SIAM II pp. 301-344.
- PEREIRA, JOÃO SANTOS, PEREIRA, J.M.C., REGO, F.C., SILVA, J.M.N., SILVA, T.P. da (Eds.), 2006. *Incêndios Florestais em Portugal: Caracterização, Impactes e Prevenção*. ISAPress, Lisboa.
- PEREIRA, M.G., TRIGO, R.M., DA CAMARA, C.C., PEREIRA, J.M.C., LEITE, S.M., 2005. Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal. *Agric. For. Meteorol.* **129**: 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.12.007>

- PINHO, J., LOURO, G., PAULO, S., 2006. Recuperação das Áreas Ardidas em Portugal e a Gestão do Fogo : a Experiência da Equipa de Reflorestação ( 2004-2005), em: Incêndios Florestais em Portugal. Caracterização, Impactes e Prevenção, Chapter: 19, Publisher: ISAPress, pp. 467-494.
- PORDATA, 2020. Incêndios rurais e área ardida - Continente [WWW Document]. URL <https://www.pordata.pt/DB/Portugal/Ambiente+de+Consulta/Tabela/5813706> (acedido 6.24.20).
- RADICH, M.C., OLIVEIRA BAPTISTA, F., 2005. Floresta e Sociedade: Um Percurso (1875-2005) 1, *Silva Lusitana*.
- REGO, F., RIGOLOT, E., FERNANDES, P., JOAQUIM, C.M., SILVA, S., 2010. Para uma Gestão Integrada do Fogo EFI Policy Brief 4.
- ROSA, I.M.D., PEREIRA, J.M.C., TARANTOLA, S., 2011. Atmospheric emissions from vegetation fires in Portugal (1990-2008): estimates, uncertainty analysis, and sensitivity analysis. *Atmos. Chem. Phys.* **11**: 2625-2640. <https://doi.org/10.5194/acp-11-2625-2011>
- SILVA, J.M.N., FEITH, H., PEREIRA, M.C., 2014. Exploração e silvicultura pós-fogo em eucaliptais, em: ALVES, A.M., PEREIRA, J.S., SILVA, J.M.N., (Eds.), O Eucaliptal em Portugal: Impactes Ambientais e Investigação Científica. ISAPress.
- SILVA, J.S., FERREIRA, A.D., SEQUEIRA, E.M. de, 2007. Depois do fogo, em: Proteger a Floresta. Incêndios, pragas e doenças. Vol. VIII, Colecção Árvores e Florestas de Portugal, Jornal Público/ Fundação Luso-Americanana para o Desenvolvimento/ Liga para a Protecção da Natureza, Lisboa, **9**: 15-39.
- SILVA, J.S., MOREIRA, F., VAZ, P., CATRY, F., GODINHO-FERREIRA, P., 2009. Assessing the relative fire proneness of different forest types in Portugal. *Plant Biosyst.* <https://doi.org/10.1080/11263500903233250>
- SILVA, J.S., VAZ, P., MOREIRA, F., CATRY, F., REGO, F.C., 2011. Wildfires as a major driver of landscape dynamics in three fire-prone areas of Portugal. *Landsc. Urban Plan.* **101**: 349-358. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.001>
- SUBRAMANIAN, P.A., GEBREKIDAN, A., NIGUSSIE, K., 2012. Yield, Contents and Chemical Composition Variations in the Essential oils of Different *Eucalyptus globulus* trees from Tigray, Northern Ethiopia. *J. Pharm. Biomed. Sci.* **17**: 17.
- VIEDMA, O., MOITY, N., MORENO, J.M., 2015. Changes in landscape fire-hazard during the second half of the 20th century: Agriculture abandonment and the changing role of driving factors. *Agric. Ecosyst. Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.04.011>

XANTHOPOULOS, G., CALFAPIETRA, C., FERNANDES, P., 2012. Fire Hazard and Flammability of European Forest Types. In: MOREIRA F., ARIANOUTSOU M., CORONA P., DE LAS HERAS J. (eds) Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests. *Managing Forest Ecosystems*, vol 24. Springer, Dordrecht.  
<https://doi.org/10.1007>