



volume 6 • número 2 • p 32-43

## **Madeira morta: uma revisão da importância da sua conservação**

A madeira morta presente nas manchas florestais é fundamental à sobrevivência de um elevado número de espécies, estando intimamente ligada à diversidade biológica presente neste tipo de ecossistema. Além disso, esta componente e a comunidade a ela associada são responsáveis pelo fornecimento de diversos serviços de ecossistema, como a produção de energia e o armazenamento de carbono, que contribuem para a valorização florestal. No entanto, apesar da importância da madeira morta, o facto de esta ser associada ao aumento do risco de incêndio conduz à sua contínua remoção das florestas durante processo de limpeza florestal. Assim, torna-se imperativo alterar as atuais práticas de gestão florestal de maneira a torná-las compatíveis com a preservação da madeira morta e das comunidades saproxílicas, assegurando também a manutenção dos serviços ecossistémicos prestados por estas. Neste sentido, o presente trabalho pretende aglomerar a escassa informação existente sobre este tópico, enquanto alerta para a importância desta componente florestal e para a necessidade de se adotarem práticas de gestão florestal compatíveis com a conservação da madeira morta.

### **Palavras-chave**

madeira morta  
comunidade saproxílica  
gestão florestal  
limpeza florestal  
risco de incêndio  
fitossanidade

Ana Rita Almeida\*

Ana Teresa Novais\*

Hugo Flávio\*

Sofia da Silva Oliveira\* •

Ruth Pereira

Paulo Talhadas dos Santos

Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Rua Campo Alegre, S/N, 4169-007, Porto, Portugal.

\* Estes autores contribuíram igualmente para a realização deste artigo, sendo a sua ordenação meramente alfabética.

• up201101605@fc.up.pt

**ISSN 1647-323X**

## INTRODUÇÃO

Numa floresta a madeira morta pode existir sob a forma de troncos ou ramos caídos, árvores em posição vertical mortas ou já a morrer, pequenas porções do tronco que permanecem com as raízes fixas ao solo após o corte ou tombo da restante parte da árvore ou mesmo troncos e/ou ramos que se encontram a flutuar em cursos de água (Brin et al., 2008; Merganičová et al., 2012). Na comunidade científica não existe atualmente uma definição consensual de madeira morta (Nordén et al., 2004; Atici et al., 2008; Vandekerckhove et al., 2009). Contudo, os pedaços de madeira morta com diâmetro superior a 6-7 cm são frequentemente considerados na literatura como “verdadeira” madeira morta (Atici et al., 2008).

A importância desta madeira reside no papel estrutural e funcional que a mesma desempenha em ecossistemas florestais (Harmon et al., 1986 citado por Paletto et al., 2014), assegurando assim a realização de diferentes serviços de ecossistema, entre os quais a estabilização do solo, a manutenção dos ciclos de nutrientes e o fornecimento de *habitats* para uma grande variedade de organismos (Krankina e Harmon, 1995; Holub et al., 2001; Nordén et al., 2004; Harmon et al., 1986 citado por Paletto et al., 2014; Herrero et al., 2014). Adicionalmente, ao contrário do que seria de esperar, uma maior quantidade de madeira morta na floresta está inversamente relacionada com a intensidade dos incêndios, enquanto provoca um aumento do intervalo entre reacendimentos (White et al., 2002). Portanto, a conceção de que a madeira morta tem um papel fundamental no aumento do risco de incêndio não está correta. Na verdade, o que aumenta a carga combustível e, conseqüentemente, o risco de incêndio numa floresta não é a verdadeira madeira morta, mas sim o material com um diâmetro inferior a 6-7 cm (Amaranthus et al., 1989; Stephens, 1998; Donato et al., 2006). No entanto, atualmente, a limpeza florestal em Portugal inclui a remoção de madeira morta como método de prevenção de danos pessoais e físicos, incluindo a prevenção contra incêndios. (UNAC, n.d.). Esta prática, para além de ter conseqüências nefastas para inúmeras espécies e para o ecossistema como um todo, revela-se desadequada para os objetivos pretendidos (Stephens, 1998; Donato et al., 2006). Assim, neste trabalho pretende-se agregar o escasso conhecimento atualmente existente sobre a temática da madeira morta, alertando para a sua importância e para a necessidade de se adotarem práticas de gestão florestal mais sustentáveis.

## CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA MORTA

A importância da madeira morta em ecossistemas florestais pode ser analisada considerando características quantitativas e qualitativas como as dimensões, a origem (espécie ou grupo taxonómico) e o grau de decomposição.

### **As dimensões**

As dimensões usadas para descrever a madeira morta dependem da posição desta relativamente ao solo. No caso de ramos ou troncos caídos são usados o diâmetro do tronco e o seu comprimento; no caso de árvores ainda “em pé” opta-se pelo diâmetro e pela altura (Rondeux e Sanchez, 2010). Estas dimensões, especialmente o diâmetro, vão influenciar o tipo de comunidade que a madeira morta alberga (Stokland et al., 2004), existindo espécies que demonstram uma preferência por madeira morta de menor diâmetro e outras que, pelo contrário, estão mais associadas a diâmetros superiores (Merganičová et al., 2012).

O volume é também uma característica importante da madeira morta, existindo estudos que demonstram que este está significativamente correlacionado com a riqueza específica, sendo detetadas maiores riquezas específicas em madeira morta de maior volume (Lassauce et al., 2011).

### **O grau de decomposição**

A taxa de decomposição depende essencialmente de dois tipos de fatores: das características da madeira (espécie de árvore e dimensão) e das condições ambientais do local (temperatura, humidade, declive da zona, área de contacto com o solo) (Radtke et al., 2004; Harmon et al., 1986 citado por Paletto et al., 2014). É importante salientar que o grau de decomposição constitui um dos fatores que mais influencia a componente biótica associada à madeira morta (Stokland et al., 2004). Normalmente a classificação do grau de decomposição é feita visualmente (Butler et al., 2007) sendo baseada nas características morfológicas (forma do tronco, textura da madeira, aderência da casca, presença ou ausência de ramos), na dureza da madeira e na sua posição em relação ao solo. Também outras características como a cor, descamação e fragilidade da madeira são, por vezes, utilizadas para fazer este tipo de classificações (Harmon e Sexton, 1996 citado por Merganičová et al., 2012). A distinção entre classes de decomposição é bastante importante pois, apesar de existirem estudos que verificam a ausência de uma correlação entre o estado de decomposição da madeira morta e a sua riqueza específica (Lassauce et al., 2011), existem outros que demonstram que a composição específica é dependente desta característica (Stokland et al., 2012 citado por Lachat et al., 2013).

### **A espécie vegetal**

A espécie vegetal à qual a madeira morta pertence é também uma característica merecedora de destaque, estando intimamente relacionada com a taxa de decomposição (Rondeux e Sanchez, 2010). De uma forma geral, as espécies nativas de grande porte e de decomposição lenta têm, normalmente uma maior capacidade de suporte para a biodiversidade (Ferris-kaan et al., 1993 citado por Humphrey et al., 2004). Espécies como os carvalhos (*Quercus* sp.) apresentam-se como importantes fornecedores de *habitat* dado o seu tamanho e baixa taxa de decomposição, que permitem o desenvolvimento de vários nichos e, conseqüentemente, o suporte de uma fauna diversa. Normalmente, a identificação da espécie a que pertence a madeira morta é feita tendo em conta a superfície do ritidoma e a estrutura da madeira (Stokland et al., 2004). No entanto, esta identificação é difícil, tornando-se ainda mais complicada à medida que o processo de decomposição avança. Quando a identificação é impossível, é apenas feita a distinção entre coníferas e folhosas pois, apesar de muitas espécies saproxílicas manifestarem uma elevada especificidade em relação à espécie de madeira morta que habitam, a maioria dos fungos e insetos saproxílicos são especializados ou em coníferas ou em folhosas. Além disso, o efeito da espécie vegetal vai diminuindo à medida que a decomposição da mesma avança (Lachat et al., 2013).



### **BIODIVERSIDADE À SOLTA**

A madeira morta fornece um *habitat* importante para aves, pequenos mamíferos, anfíbios, invertebrados (onde se destaca o grupo dos insetos), briófitas, líquenes e fungos (Ódor et al., 2006; Djipstro et al., 2010; Saitta et al., 2011). Existem inclusivamente estudos que evidenciam que a madeira morta é capaz de alojar um número de microhabitats – que pode ser utilizado como indicador da biodiversidade – superior ao da madeira viva (Regnery et al., 2013).

Por último, é importante salientar que os organismos que dependem da presença de madeira morta no ecossistema florestal podem ser divididos em dois grupos: (1) aqueles que estão diretamente dependentes desta, uma vez que a usam como substrato para a germinação, fonte de energia, local de nidificação, entre outras e (2) os que estão indiretamente dependentes da madeira morta, utilizando-a apenas ocasionalmente como refúgio (Wolynski, 2001 citado por Paletto et al., 2012).

### **Fungos, briófitas e líquenes**

Os fungos, briófitas e líquenes saproxílicos são organismos que estão diretamente dependentes da permanência de madeira morta nas manchas florestais. No entanto, é de salientar que estes organismos não dependem somente das características da madeira morta em que habitam, tendo também outros requisitos. Por exemplo, embora existam briófitas que utilizam a madeira morta como substrato obrigatório, o fator que mais condiciona a sua ocorrência é a quantidade de nutrientes presentes no solo. Pelo contrário, a presença de fungos é determinada maioritariamente pelas características da madeira morta (Ódor et al., 2006). No que respeita aos fungos, foram já detetadas pelo menos 1500 espécies que habitam a madeira morta presente em países sob a influência do clima mediterrâneo (Saitta *et al.*, 2011). Os números referidos dizem apenas respeito aos fungos pertencentes aos filos Basidiomycota e Ascomycota, pelo que o número exato de espécies de fungos que habitam a madeira morta em países com este tipo de clima tem potencial para ser superior ao apresentado. No entanto, este já é um valor elevado tal como evidencia o estudo de Ódor et al. (2006) que salienta a vasta riqueza específica do clima mediterrâneo quando comparado com outros climas na Europa Central. Além disso, o mesmo estudo indica que o número de espécies de fungos que ocorrem em madeira morta, nos locais amostrados, representam aproximadamente o triplo das espécies de briófitas (161 espécies). Uma outra investigação detetou 242 espécies de briófitas em madeira morta presente em florestas boreais (Djipstro et al., 2010). A composição em espécies de fungos e briófitas varia de acordo com uma sucessão ecológica que progride à medida que a decomposição dos troncos avança. No entanto, a riqueza específica em cada estado da sucessão ecológica é determinada maioritariamente pelo tamanho dos troncos. Este último padrão pode ser justificado por diversas razões: o número de micro-*habitats* é superior em troncos de maior dimensão, uma maior área superficial equivale a mais espaço que pode ser colonizado, troncos maiores apresentam uma taxa de decomposição mais lenta e por isso o tempo disponível para que se suceda a colonização é maior, entre outras (Ódor et al., 2006). Os líquenes – organismos muitas vezes utilizados como bioindicadores (Estrabou *et al.*, 2011; Bosch-Roig *et al.*, 2013) – podem também ser encontrados na madeira morta. Em termos numéricos, numa floresta situada nos alpes italianos, foram encontradas 22 espécies de líquenes que são capazes de usar a madeira morta como substrato para o seu crescimento, 8 das quais ocorrem exclusivamente na mesma (Nascimbene et al., 2013). Num outro estudo, onde os locais de amostragem faziam parte de uma floresta boreal, foram detetadas 166 espécies de líquenes a habitarem madeira morta (Djipstro et al., 2010).

### **Invertebrados**

Quanto aos insetos associados diretamente à madeira morta, a grande parte são escaravelhos (pertencentes à ordem Coleoptera) e sirfídeos (pertencentes à ordem Diptera) (Grove, 2002; Reemer, 2005). Existem, no entanto, outros insetos que também ocorrem na madeira morta, embora com menor frequência e abundância, como é o caso de organismos pertencentes à ordem Hemiptera e outros incluídos na ordem Diptera (Hovemeyer e Schauerermann, 2003; Jonsell et al., 2005). É ainda de salientar que os

insetos saproxílicos representam uma percentagem relativamente elevada da totalidade dos insetos florestais. A título de exemplo, um estudo, realizado na Alemanha, demonstrou que 56% das espécies florestais de escaravelho encontradas eram saproxílicas (Kohler, 2000 citado por Rondeux e Sanchez, 2010). Num outro trabalho, executado em França, os autores concluíram que 37% das espécies de escaravelho que encontraram estavam de alguma forma associadas à madeira morta (WWF, 2004). Para além de representarem uma parcela importante da totalidade dos insetos florestais, a riqueza específica dos insetos saproxílicos é, por si só, elevada. Por exemplo, em florestas mediterrâneas dominadas por sobreiros (*Quercus suber*) foram já detetadas aproximadamente 100 espécies diferentes (WWF, 2004) e, na Noruega, foram já registadas cerca de 700 espécies de escaravelhos saproxílicos obrigatórios e 200 espécies de escaravelhos cujo carácter saproxílico é facultativo (Okland et al., 1996 citado por Grove, 2002). Apesar de os insetos representarem a grande maioria dos invertebrados saproxílicos, é também possível encontrar na madeira morta alguns exemplares do filo Annelida, como demonstra um estudo realizado em 2009, no Reino Unido, que detetou 3 espécies pertencentes à família Enchytraeidae associadas à madeira morta (Standen et al., 2009).

### **Anfíbios e répteis**

Os anfíbios e os répteis estão entre os grupos taxonómicos que dependem indiretamente da madeira morta, usando-a ocasionalmente como local de reprodução e/ou alimentação. Esta situação é descrita num estudo levado a cabo numa floresta do Noroeste do Pacífico que identificou 7 espécies de anfíbios e 7 espécies de répteis associadas à madeira morta (Bunnell et al., 2002).

### **Aves**

Várias espécies de aves dependem também da madeira morta, utilizando-a como zona de alimentação, abrigo ou local de nidificação (Muller et al., 2007; Nappi et al., 2015). Assim, verifica-se que, dependendo da espécie em questão, as aves podem ser consideradas organismos direta ou indiretamente dependentes da madeira morta. As aves diretamente dependentes da madeira morta utilizam comumente árvores mortas que se encontram na posição vertical, principalmente as de grande diâmetro (> 20-30 cm), para a nidificação (Paletto et al., 2012). Esta afirmação é comprovada por um estudo realizado numa floresta do Noroeste do Pacífico, onde se detetou a nidificação em madeira morta por parte de 7 espécies da ordem Anseriformes, 9 espécies pertencentes à ordem Falconiformes, 1 espécie da ordem Apodiformes e 31 espécies pertencentes à ordem Piciformes (Bunnell et al., 2002). De entre as aves indiretamente dependentes da madeira morta encontram-se os pica-paus, que utilizam ocasionalmente este *habitat* para refúgio e também como local de alimentação. Nas florestas boreais do Canadá, foi possível observar a existência deste tipo de uso para 6 espécies de pica-paus. No mesmo estudo foi ainda possível comprovar que estas espécies procuram madeira viva já em elevado estado de degradação ou árvores que morreram recentemente (Saint-Germain et al., 2004).

### **Mamíferos**

Existem diversas espécies de mamíferos que usam a madeira morta de forma direta ou indireta. No caso europeu, destacam-se os ursos, vários mesomamíferos (ex. raposas e lincos), morcegos e ainda diversos pequenos roedores (como o esquilo) (Bobiec et al., 2005 citado por Merganičová et al., 2012). Nota-se contudo uma escassez de informação sobre a relação deste grupo de vertebrados com a madeira morta. Apesar disto, sabe-se já que muitos mustelídeos – como a fuinha (*Martes foina*), a marta (*Martes martes*) e

o glutão (*Gulo gulo*) – usam a madeira morta como abrigo e que espécies como *Muscardinus avellanarius* e *Myoxus glis* utilizam este *habitat* como local de reprodução (Paolucci, 2003 citado por Paletto et al., 2012).



## SERVIÇOS DE ECOSSISTEMA

A madeira morta é uma componente bastante importante do ecossistema florestal a nível estrutural e funcional (Harmon et al., 1986 citado por Paletto et al., 2014), assegurando assim a realização de diferentes serviços de ecossistema, entre os quais se destacam aqueles presentes na Tabela I.

TABELA I: Diferentes serviços de ecossistemas fornecidos pela madeira morta e respetivas referências bibliográficas.

Serviços de ecossistema	Referências bibliográficas
Reservatório de carbono, sendo um potencial moderador do aquecimento global	Krankina e Harmon, 1995; Keller et al., 2004; Ravindranath e Ostwald, 2008.
Manutenção dos ciclos de nutrientes	Krankina e Harmon, 1995; Holub et al., 2001.
Produção de energia	Paletto et al., 2014.
Estabilização do solo	Harmon et al. (1986) citado por Paletto et al. (2014).
Retenção do solo e da água em zonas de elevado declive	Kraigher et al., 2002
Fornecimento de habitat para vários organismos	Nordén et al., 2004; Herrero et al., 2014

Para além dos serviços de ecossistema prestados pela própria madeira morta, também todos os organismos referidos nas secções anteriores – que integram as designadas comunidades saproxílicas – desempenham importantes funções a nível florestal, como será demonstrado de seguida. As comunidades de fungos que residem na madeira morta são as principais responsáveis pela decomposição da mesma, influenciando por isso as comunidades que nela vão residir e tendo também um importante papel a nível dos ciclos de nutrientes (Boddy, 2001 citado por Nordén et al., 2004). Além disso, as comunidades de fungos saproxílicos incluem várias espécies de cogumelos com interesse comercial, quer pelo seu valor nutricional quer pelo seu valor medicinal (Boa, 2004). Os invertebrados saproxílicos contribuem também para a degradação da madeira morta e da camada orgânica de folhas, sendo ainda responsáveis pela polinização e pelo controlo de predadores naturais (Lavelle et al., 2006). Adicionalmente, como contribuem de forma direta e indireta para a decomposição da madeira morta, vão também eles desempenhar um papel importante no que respeita aos ciclos de nutrientes (Müller et al., 2002; Persiani et al., 2010 citado por Merganičová et al., 2012). Os líquenes são fundamentais ao funcionamento florestal pela sua elevada importância a nível das cadeias alimentares. Além disto, são ainda úteis para a monitorização ambiental, podendo ser utilizados como bioindicadores da qualidade do ar (Hawksworth et al., 2005). As aves que utilizam a madeira morta como habitat desempenham também papéis imprescindíveis em diferentes processos ecológicos, como é o caso da dispersão de sementes (Herrera, 1998). Também os pequenos mamíferos são importantes servindo, por um lado, de alimento a mamíferos de maior porte e aves predadoras e, por outro, alimentando-se de invertebrados florestais, de sementes e plântulas (Broncano et al., 2008; O’Farrell et al., 2008). Além disso, funcionam ainda como dispersores de sementes e de esporos de fungos (Fuller et al., 2004).



## A MADEIRA MORTA E O RISCO DE INCÊNDIO

Um dos principais fatores que influencia a ocorrência de incêndios florestais é a presença de combustíveis. Normalmente, estes são divididos em combustíveis mortos e combustíveis vivos e podem ainda ser classificados por estrato (Fernandes e Rego, 2010), distinguindo-se neste caso quatro tipos de combustíveis: a manta morta, o sub-bosque (inclui a madeira morta, plantas herbáceas e plantas de porte arbustivo), os combustíveis de transição (árvores de pequena dimensão ou arbustos de grande porte) e as copas das árvores (Stephens et al., 2012). No entanto, apesar de a madeira morta constituir um combustível para fogos florestais, a conceção de que esta tem um papel essencial no aumento do risco de incêndio numa floresta não está correta. Na verdade, o que aumenta este risco não é a “verdadeira” madeira morta, mas sim o material com um diâmetro não superior a 6-7 cm (Amaranthus et al., 1989; Stephens, 1998; Donato et al., 2006) e não verde (Knapp, 2015). Aliás, na realidade, a presença de uma maior quantidade de madeira morta está inversamente relacionada com a intensidade dos fogos florestais e conduz também a um aumento do intervalo entre reacendimentos (White et al., 2002).



## A GESTÃO FLORESTAL EM PORTUGAL

Atualmente o território continental português é coberto por 21 Planos Regionais de Ordenamento Florestal (ICNF, n.d.). Estes planos têm como objetivo gerir as áreas florestais, tentando minimizar os conflitos entre os diferentes usos das florestas, que se encontram atualmente divididos em cinco categorias: (1) a função de produção, que passa pela produção de madeira, cortiça, energia e outros; (2) a função de proteção, que envolve a manutenção das geocenoses e das infraestruturas antrópicas, atenuando assim, por exemplo, a erosão; (3) a função de conservação, que pretende manter a diversidade biológica e genética, bem como a de geomonumentos; (4) a função de silvopastorícia, onde se pretende que haja a disponibilização de espaços florestais para o desenvolvimento de atividades de caça e pesca interior e, por último, (5) a função de recreio e estética paisagista, onde se almeja que as florestas contribuam para o bem-estar psíquico, espiritual e social dos cidadãos (Tereso et al., 2011). Destas cinco funções dos espaços florestais, são de destacar duas que facilmente entram em conflito: a função de produção e a função de conservação. Atualmente, a função de produção é, sem dúvida, o motivo do grande interesse económico que leva à manutenção e criação de plantações florestais. No entanto, comparativamente a florestas naturais, as plantações florestais apresentam uma menor biodiversidade, devido à simplificação da diversidade estrutural da mancha florestal (Lindenmayer e Franklin, 2002 citado por Matos, 2012; Norris et al., 2010). Esta situação tem especial significado no caso de monoculturas (especialmente as de eucaliptos) já que existe um reduzido número de espécies que encontram numa única espécie arbórea o seu habitat (Avery e Leslie, 1990 citado por Matos, 2012). A função de conservação, para além de prever outros aspetos de conservação da variedade de elementos do ecossistema, indica também que se deve “manter algumas árvores mortas e troncos de madeira em decomposição no solo, para favorecer o desenvolvimento de microhabitats que servem de suporte a espécies de insetos, fungos, mamíferos e aves, sempre que estes não apresentem riscos fitossanitários” (Tereso et al., 2011).

### Limpeza florestal

A limpeza florestal tem ganho grande relevância como método de prevenção de danos pessoais e físicos. Isto deve-se em grande parte ao efeito devastador dos incêndios em Portugal. Uma clara evidência disso é

o número de instrumentos legais em funcionamento neste momento, como é o caso do Plano Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (PCM, 2006), dos Planos Regionais de Ordenamento Florestal já mencionados (ICNF, n.d.), bem como da definição anual de períodos críticos e da divulgação diária do risco de incêndio florestal (IPMA, n.d.). Atualmente, a limpeza florestal corresponde, em termos práticos, à remoção de biomassa (e, conseqüentemente, de combustível) dos vários patamares da floresta (herbáceo, arbustivo e arbóreo). Esta limpeza pode ser feita a dois níveis distintos: limpeza florestal em torno de habitações e limpeza florestal em manchas florestais (Autoridade Florestal Nacional, 2011).

#### LIMPEZA FLORESTAL EM TORNO DE HABITAÇÕES

Atualmente, em Portugal, o artigo nº 15, do Decreto-lei nº 17/2009, de 14 de Janeiro prevê, entre outras obrigações, que os proprietários de manchas florestais criem uma faixa de gestão de combustível, com 50 metros, em torno das edificações humanas.

Algumas das obrigações específicas previstas por este artigo são:

- Assegurar que, na faixa de gestão de combustíveis, os combustíveis arbustivos não excedam os 2000 m<sup>3</sup>/ha quando se verificar simultaneamente a existência de um estrato arbóreo;
- Garantir a descontinuidade horizontal dos combustíveis ao longo da faixa de gestão de combustíveis;
- Controlar a altura máxima da vegetação consoante a percentagem de cobertura do solo:
  - Se o coberto de solo for inferior a 20%, é permitida uma altura de um metro;
  - Se a cobertura do solo se localizar entre os 20 e os 50%, é permitida uma altura máxima de 40 cm;
  - Se a percentagem de cobertura do solo for superior a 50%, a altura máxima permitida é de 20 cm.

#### LIMPEZA FLORESTAL EM MANCHAS FLORESTAIS

Em zonas de floresta ou de produções florestais, a limpeza de floresta resume-se a operações de desbaste e poda de árvores e também à remoção da madeira morta existente, com o objetivo de controlar a ocorrência de incêndios, bem como para controlo fitossanitário (UNAC, n.d.). Para tal, é habitual recorrer-se a técnicas manuais, a técnicas mecânicas, ao fogo controlado ou até a atividades silvopastoris. Contudo, em Portugal, este tipo de limpeza não é legalmente obrigatório (MADRP, 2009).

#### **Fitossanidade**

Como referido anteriormente, a madeira morta constitui um elemento fomentador da biodiversidade. Esta diversidade tem, por sua vez, um papel fulcral na manutenção da saúde dos ecossistemas florestais (Thompson et al., 2009). Um dos grandes problemas das produções florestais atuais é a ausência desta biodiversidade devido à extração de madeira (viva e morta) e à conseqüente redução da complexidade estrutural e da diversidade de espécies de árvores (Bockerhoff et al., 2008), tornando as explorações especialmente suscetíveis à contaminação por diversas pragas e à invasão por espécies exóticas. Conjugando estes fatores será de esperar que a manutenção de porções de madeira morta mais próximas às quantidades naturais seja benéfica para a regeneração dos sistemas de defesa natural das zonas florestais.

#### **A evolução da área florestal em Portugal**

A área florestal, em Portugal, tem vindo a aumentar devido ao crescente abandono agrícola – que permite o restabelecimento natural de matos e florestas – e ao incremento do número de plantações florestais. Estas alterações modificaram a estrutura da paisagem, reduzindo, muitas vezes, a diversidade presente. Esta alteração nos usos do solo deixam ainda em aberto a possibilidade de ocorrência de propagações incontroláveis de fogos e pragas (Tereso et al., 2011). Por outro lado, também as alterações climáticas são

um fator que suscita preocupação no seio da gestão florestal. Isto porque, com a subida da temperatura, as produções florestais típicas podem vir a sofrer grandes quebras de produtividade, estimando-se que estas podem ser cerca de 50% no caso dos eucaliptos e pinheiros bravos. Além disto, o facto de a subida de temperatura incitar a ocorrência de incêndios (que naturalmente já são mais propensos a ocorrer exatamente em zonas com grandes densidades de eucaliptos ou pinheiros) constitui uma preocupação acrescida (Pinol et al., 1998). A conjugação dos aspetos supradescritos cria a necessidade de adotar uma gestão florestal eficiente, que permita simultaneamente a manutenção da qualidade dos ecossistemas e da paisagem.

## DISCUSSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS

Tendo em conta toda a informação anteriormente mencionada, torna-se óbvio que a adoção de uma gestão florestal que considere a conservação da madeira morta tem como principais pontos fortes a proteção da biodiversidade e a manutenção dos serviços de ecossistema fornecidos pela madeira morta e pela diversidade biológica que esta alberga (Tabela II). Quanto a esta biodiversidade é ainda importante salientar que, para além dos números supracitados na secção 3 – cuja apresentação visa alertar para a enorme diversidade biológica presente na madeira morta e o quanto se poderá estar a perder por se optar por uma gestão onde a remoção da madeira morta é quase total –, é também imprescindível mencionar que foram já detetadas na madeira morta espécies raras e ameaçadas tanto a nível regional como a um nível mais abrangente (Bunnell et al., 2002; Ódor et al., 2006; Djipstro et al., 2010; Saitta et al., 2011), o que torna ainda mais importante a preservação deste elemento do ecossistema florestal. Para além disto, como se pode constatar na Tabela II, a proteção da madeira morta pode ainda gerar oportunidades como a promoção de iniciativas de educação ambiental, o turismo de natureza e a apanha de cogumelos - entre as espécies de fungos que são capazes de utilizar madeira morta como substrato encontram-se cogumelos com interesse comercial, que são de um modo geral mais raros e de frutificação menos frequente (Pilz e Molina, 2002; Gry e Andersson, 2014). No entanto, a alteração das práticas de gestão florestal no sentido de as tornar compatíveis com a conservação da madeira morta tem pontos fracos e enfrenta ameaças que podem dificultar a sua implementação, nomeadamente a falta de conhecimento (Tabela II). Por um lado, a informação relativa à riqueza e composição específicas dos organismos que habitam a madeira morta, assim como quais as características deste elemento

preferidas por estes, é particularmente escassa, especialmente em clima mediterrâneo e no caso português. Consequentemente torna-se difícil estabelecer quais as quantidades mínimas de madeira morta que devem permanecer nos diferentes tipos florestais e quais as características preferenciais da madeira a manter. Por outro lado, existe também uma lacuna de conhecimento sobre esta matéria não

TABELA II: Análise SWOT da conservação da madeira morta.

<b>Pontos Fortes (S)</b>	<b>Pontos Fracos (W)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteção da biodiversidade</li> <li>• Manutenção dos diversos serviços de ecossistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conhecimento</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças (T)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Educação ambiental</li> <li>• Turismo de natureza</li> <li>• Apanha de cogumelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de conhecimento</li> </ul>

só no seio da população em geral mas também dos gestores florestais, o que poderá resultar numa inércia em relação a esta problemática. Assim, torna-se essencial para o sucesso de uma futura alteração de práticas de gestão florestal adotar uma estratégia que assente em dois pilares: (1) uma maior investigação sobre a composição específica das comunidades saproxílicas e as características da madeira morta

preferidas por estas e (2) um investimento na promoção de ações de formação específicas sobre esta temática para gestores florestais e para a população em geral, de forma a sensibilizar simultaneamente o público que usufrui dos espaços florestais e aquele que é responsável pela sua gestão. Só assim será possível, a nível nacional, alterar os hábitos de gestão ativa em termos da limpeza de manchas florestais, tornando-a compatível com a conservação da madeira morta e toda a biota que dela depende e permitindo a edificação de um sistema de gestão mais sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaranthus MP, Parrish DS, Perry DA (1989). Decaying logs as moisture reservoirs after drought and wildfire. In: EB Alexander (eds.), *Proceedings of Watershed 89 - Conference on the Stewardship of Soil, Air and Water Resources*, USDA-FS, Alaska, USA, pp. 191-194.
- Atici E, Colak AH, Rotherham, ID (2008). Coarse dead wood volume of managed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands in Turkey. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17(3): 216-227.
- Boa E (2004). Wild edible fungi: A global overview of their use and importance to people. FAO, Rome, Italy, 149 pp.
- Bosch-Roig P, Barca D, Crisci GM, Lalli C (2013). Lichens as bioindicators of atmospheric heavy metal deposition in Valencia, Spain. *Journal of Atmospheric Chemistry* 70: 373-388.
- Brin A, Meredieu C, Piou D, Brustel H, Jactel H (2008). Changes in quantitative patterns of dead wood in maritime pine plantations over time. *Forest Ecology and Management* 256: 913-921.
- Brockerhoff EG, Jactel H, Parrotta JA, Quine CP, Sayer J (2008). Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity Conservation* 17: 925-951.
- Broncano MJ, Rodrigo A, Retana J (2008). Post-dispersal seed predation in *Pinus halepensis* and consequences on seedling establishment after fire. *International Journal of Wildland Fire* 17: 407-414.
- Bunnell FL, Houde I, Johnston B, Wind E (2002). How dead trees sustain live organisms in western forests. *USDA Forest Service General Technical Report* 181: 291-318.
- Butler R, Patty L, Le Bayon R, Guenat C, Schlaepfer R (2007). Log decay of *Picea abies* in the Swiss Jura Mountains of central Europe. *Forest Ecology and Management* 242: 791-799.
- Dijpstro LB, Perhans K, Weslien J, Schroeder LM, Gustafsson L (2010). Co-variation of lichens, bryophytes, saproxylic beetles and dead wood in Swedish boreal forests. *Systematics and Biodiversity* 8(2): 247-256.
- Donato DC, Fontaine JB, Campbell JL, Robinson WD, Kauffman JB, Law BE (2006). Post-wildfire logging hinders regeneration and increases fire risk. *Science* 311: 352.
- Estrabou C, Filippini E, Soria JP, Schelotto G, Rodriguez JM (2011). Air quality monitoring system using lichens as bioindicators in central Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 182: 375-383.
- Fuller AK, Harrison DJ, Lachowski HJ (2004). Stand scale effects of partial harvesting and clearcutting on small mammals and forest structure. *Forest Ecology and Management* 191: 373-386.
- Grove SJ (2002). Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 33: 1-23.
- Gry J, Andersson C (2014). Mushrooms traded as food. Vol II sec. 2. Nordisk Ministerråd, Copenhagen, Denmark, 471 pp.
- Hawksworth DL, Iturriaga T, Crespo A (2005). Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología* 22: 71-82.
- Herrera CM (1998). Long-term dynamics of Mediterranean frugivorous birds and fleshy fruits: a 12-year study. *Ecological Monographs* 68(4): 511-538.
- Herrero C, Krankina O, Monleon VJ, Bravo F (2014). Amount and distribution of coarse woody debris in pine ecosystem of north-western Spain, Russia and the United States. *IForest* 7: 53-60.
- Holub SM, Spears JDH, Lajtha K (2001). A reanalysis of nutrient dynamics in coniferous coarse woody debris. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 894-1902.
- Hovemeyer K, Schauermann J (2003). Succession of Diptera on dead beech wood: A 10-year study. *Pedobiologia* 47: 61-75.

- Humphrey JW, Sippola AL, Lempérière G, Dodelin B, Alexander KNA, Butler JE (2004). Deadwood as an indicator of biodiversity in European forests: from theory to operational guidance. *EFI Proceedings* 51: 193-206.
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas – ICNF (no date – n.d.). Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF). Accessed May 31, 2015, from <http://www.icnf.pt/portal/florestas/profs>.
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera – IPMA (no date – n.d.). Risco Incêndio - Risco de Incêndio Florestal. Accessed May 31, 2015, from <https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/otempo/risco.incendio/index.jsp?page=ri.florestal.xml>.
- Jonsell M, Schroeder M, Weslien J (2005). Saproxylic beetles in high stumps of spruce: Fungal flora important for determining the species composition. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 54-62.
- Keller M, Palace M, Asner GP, Pereira R, Silva JNM (2004). Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 10(5): 784-795.
- Knapp EE (2015). Long-term dead wood changes in a Sierra Nevada mixed conifer forest: Habitat and fire hazard implications. *Forest Ecology and Management* 339: 87-95.
- Kraigher H, Jurc D, Kalan P, Kutnar L, Levanič T, Rupel M, Smolej I (2002). Beech coarse woody debris characteristics in two virgin forest reserves in southern Slovenia. *Forestry Wood Science Technology* 69: 91-134.
- Krankina ON, Harmon ME (1995). Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. *Water, Air and Soil Pollution* 82: 227-238.
- Lachat T, Bouget C, Büttler R, Müller J. (2013). Deadwood: quantitative and qualitative requirements for the conservation of saproxylic biodiversity. In: Kraus D e Krumm F (eds.), Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity, European Forest Institute, Freiburg, Germany, pp. 92-102.
- Lassauce A, Paillet Y, Jactel H, Bouget C (2011). Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: Meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecological Indicators* 11: 1027-1039.
- Lavelle P, Decans T, Aubert M, Barot S, Blouin M, Bureau F, Margerie P, Mora P, Rossi JP (2006). Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology* 42: S3-S15.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas - MADRP (2009). Decreto-Lei nº 17/2009 de 14 de Janeiro. Sistema de defesa da floresta contra incêndios. Diário da República, 1ª série, nº 52, Lisbon, Portugal.
- Muller J, Hothorn T, Pretzsch H (2007). Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxylic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology and Management* 242: 297-305.
- Nappi A, Drapeau P, Leduc A (2015). How important is dead wood for woodpeckers foraging in eastern North American boreal forests? *Forest Ecology and Management* 346: 10-21.
- Nascimbene J, Dainese M, Sitzia T (2013). Contrasting responses of epiphytic and dead wood-dwelling lichen diversity to forest management abandonment in silver fir mature woodlands. *Forest Ecology and Management* 289: 325-332.
- Nordén B, Ryberg M, Götmark F, Olausson B (2004). Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. *Biological Conservation* 117: 1-10.
- O'Farrell PJ, Donaldson JS, Hoffman MT, Mader AD (2008). Small mammal diversity and density on the Bokkeveld escarpment, South Africa – implications for conservation and livestock predation. *African Zoology* 43: 117-124.
- Ódor P, Heilmann-Clausen J, Christensen M, Aude E, van Dort KW, Piltaver A, Siller I, Veerkamp MT, Walley R, Standová T, van Hees AFM, Kosec J, Matošec N, Kraigher H, Grebenc T (2006). Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation* 131: 58-71.
- Paletto A, De Meo I, Cantiani P, Ferretti F (2014). Effects of forest management on the amount of deadwood in Mediterranean oak ecosystems. *Annals of Forest Science* 71(7): 791-800.
- Paletto A, Ferretti, De Meo I, Cantini P, Focacci M (2012). Ecological and environmental role of deadwood in managed and unmanaged forests. In: JJ Diez (ed.), Sustainable Forest Management - current Research, InTech, Rijeka, Croatia, pp. 219-238.
- Presidência do Conselho de Ministros – PCM (2006). Resolução do Conselho de Ministros n.º 65/2006 de 26 de Maio. Plano nacional de defesa da floresta contra incêndios. Diário da República, 1ª série – B, nº 102, Lisbon, Portugal.
- Radtke PJ, Pringle SP, Amateis RL, Copenheaver CA, Burkhart HE (2004). A proposed model for deadwood C production and decay in loblolly pine plantations. *Environmental Management* 33(1): S56-S64.
- Ravindranath NH, Ostwald M (2008). Carbon inventory methods – Handbook for greenhouse gas inventory, carbon mitigation and roundwood production projects, Springer, Heidelberg, Germany, 306 pp.
- Reemer M (2005). Saproxylic hoverflies benefit by modern forest management (Diptera: Syrphidae). *Journal of Insect Conservation* 9: 49-59.
- Regnery B, Paillet Y, Couvet D, Kerbirou C (2013). Which factors influence the occurrence and density of tree microhabitats in Mediterranean oak forests? *Forest Ecology and Management* 295: 118-125.

- Rondeux J, Sanchez C (2010). Review of indicators and field methods for monitoring biodiversity within national forest inventories. Core variable: Deadwood. *Environmental Monitoring and Assessment* 164(1-4): 617-630.
- Saint-Germain M, Drapeau P, Hébert C (2004). Xylophagous insects species composition and substratum use patterns on fire-killed black spruce in central Quebec. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 677-685.
- Saitta A, Bernicchia A, Gorjón SP, Altobelli E, Granito VM, Losi C, Lunghini D, Maggi O, Medardi G, Padovan F, Pecoraro I, Vizzini A, Persiani AM (2011). The current status of fungal biodiversity in Italy: biodiversity of wood-decay fungi in Italy. *Plant Biosystems* 145: 958–968.
- Standen V, Graefe U, Rüdiger M, Schlaghamerský J (2009). Diversity of Enchytraeidae (Annelida: Clitellata) in habitats within the magnesian limestone plateau of County Durham, U.K. *Soil Organisms* 81(2): 137-143.
- Stephens SL (1998). Evaluation of the effects of sicultural and fuels treatments on potential fire behavior in Sierra Nevada mixed-conifer forests. *Forest Ecology and Management* 105: 21-35.
- Stokland JN, Tomter SM, Söderberg U (2004). Development of dead wood indicators for biodiversity monitoring: experiences from Scandinavia. *EFI-Proceedings* 51: 207-228.
- Thompson I, Mackey B, McNulty S, Mosseler A (2009). Forest resilience, biodiversity, and climate change – A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Canada, 67 pp.
- União da Floresta Mediterrânea – UNAC (no date – n.d.). Normas de segurança, higiene e saúde aplicáveis ao setor florestal – Manual técnico de informação e divulgação. Accessed April 21, 2015, from [http://www.unac.pt/attachments/141\\_Normas\\_SHS%20Florestal\\_UNAC.pdf](http://www.unac.pt/attachments/141_Normas_SHS%20Florestal_UNAC.pdf).
- Vandekerkhove K, Keersmaeker L, Menke N, Meyer P, Verschelde P (2009). When nature takes over from man: Dead wood accumulation in previously managed oak and beech woodlands in North-western and Central Europe. *Forest Ecology and Management* 258: 425-435.
- White DE, Atzet T, Martinez PA, McCrimmon LA (2002). Deadwood and fire relationships in southwestern Oregon western hemlock forests. *General technical report PSW-GTR* 181, 479-487.
- World Wild Fund – WWF (2004). Deadwood - living forests. WWF, Gland, Switzerland, 19 pp.