

## **A silvicultura preventiva do pinhal bravo**

Paulo M. Fernandes

*Departamento Florestal / Centro de Estudos em Gestão de Ecossistemas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*

### **A combustibilidade do pinhal bravo**

O grau de combustibilidade de um pinhal depende da natureza, quantidade e arranjo estrutural da biomassa morta e viva. Distinguem-se num pinhal até quatro estratos de combustível potencial: a folhada, a vegetação do sub-bosque, os combustíveis de transição (regeneração arbórea, arbustos altos, agulhas suspensas e ramos mortos) e o próprio copado. O perigo de incêndio num pinhal varia com a dinâmica temporal da acumulação de combustível e estrutura do povoamento, sendo especialmente elevado nas primeiras idades, antes da desramação e desbaste, quando os povoamentos se apresentam mais densos e com um estrato de transição e(ou) abundante vegetação lenhosa sob coberto. No caso do pinhal bravo o pico da combustibilidade ocorre por volta dos 15 anos de idade. Esta vulnerabilidade advém principalmente da combinação entre a folhada relativamente pouco compacta, de ignição fácil e combustão rápida e energética, e a continuidade vertical do povoamento.

A acumulação de combustível sob coberto no pinhal bravo em situação atlântica excede frequentemente  $50 \text{ t ha}^{-1}$ , dos quais o húmus constitui um a dois terços. Tal como as figuras 1 a 3 deixam antever a variação da carga de combustível e da sua distribuição por componente é muito grande. O estrato arbustivo não ultrapassa usualmente  $15 \text{ t ha}^{-1}$  e a folhada situa-se habitualmente no intervalo  $5 - 20 \text{ t ha}^{-1}$ , com quantidades adicionais muito variáveis de material lenhoso caído. Têm sido desenvolvidos métodos de avaliação expedita do grau de combustibilidade do povoamento e da carga de combustível, para apoio à tomada de decisão no âmbito da gestão de combustíveis e silvicultura preventiva, cartografia de perigo de incêndio, e simulação do comportamento do fogo para finalidades distintas. O pinhal bravo é correntemente o único tipo de vegetação em Portugal para a qual estão disponíveis modelos de combustível calibrados com dados de fogos reais.

Há opções para prever o comportamento do fogo de superfície e de copas, que exigem a combinação entre modelos distintos. Não existe, porém, um sistema que integre nessa predição a dinâmica estrutural do povoamento e do combustível e a resposta e efeito das intervenções silvícolas. É esse o maior obstáculo ao planeamento sólido e quantitativo da silvicultura preventiva.

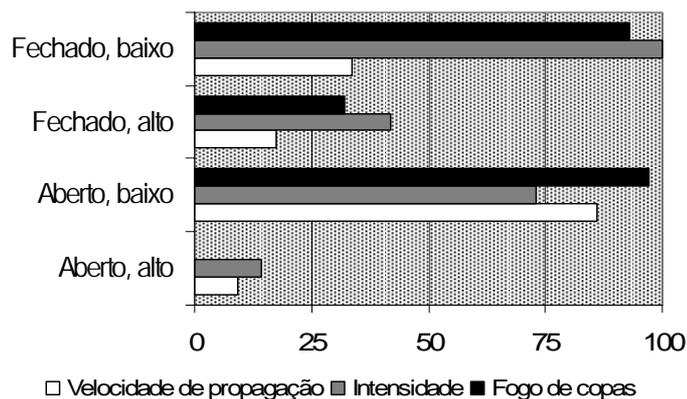


Fig. 1. Combustibilidade relativa (0-100) dos 4 tipos estruturais de pinhal bravo no Inventário Florestal Nacional [adaptado de Fernandes et al. (2006)].

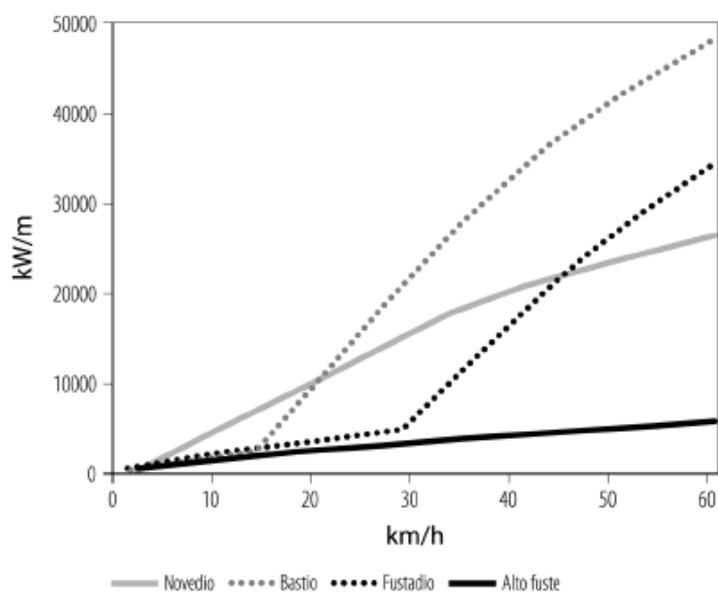


Fig. 2. Variação da intensidade do fogo com a fase de desenvolvimento do pinhal bravo e velocidade do vento (a 10m de altura em terreno aberto) [reproduzido de Fernandes (2006)].

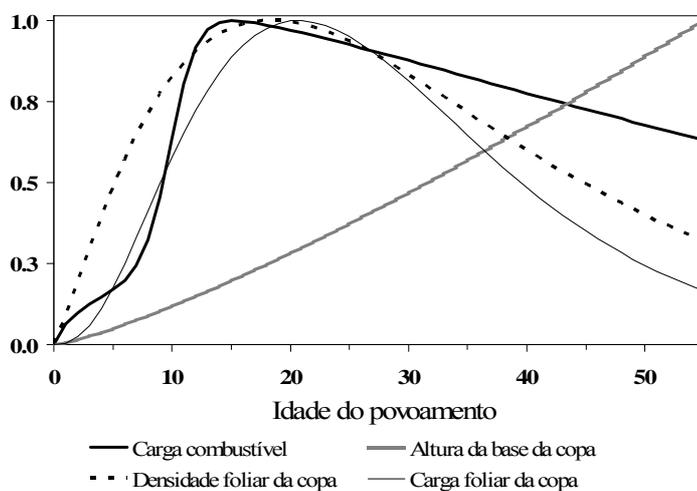


Fig. 3. Dinâmica normalizada (escala 0-1) do combustível no pinhal bravo do Entre Douro e Minho.

## Gestão da combustibilidade do pinhal bravo

Minimizar as perdas resultantes dos incêndios exige a pronta detecção do fogo e uma primeira intervenção rápida. A indexação do perigo de incêndio e a predição do comportamento do fogo são úteis para definir o nível de prontidão e os recursos necessários para que o ataque inicial seja efectivo. Existe a expectativa de que as linhas ou faixas corta-fogo auxiliem o combate, quer isolando as manchas florestais do exterior quer compartimentando-as. Na verdade, muito raramente permitem deter incêndios de grande intensidade ou sequer abrandam a sua progressão, em pinhal bravo como noutras formações florestais.

A probabilidade de insucesso de uma estratégia fundada na resposta rápida e agressiva ao fogo aumenta com a severidade das condições meteorológicas, especialmente em terreno declivoso e quando os meios de combate se distribuem por múltiplas ocorrências. Diversos casos de estudo atestam que na ausência de práticas que minimizem a sua vulnerabilidade as plantações de pinheiro bravo são propensas (mesmo em cenários meteorológicos relativamente benignos) a fogos de copa de elevada intensidade. A efectividade das actividades de pré-supressão e supressão do fogo depende portanto da redução proactiva do perigo de incêndio através da intervenção na vegetação.

A alteração da quantidade e arranjo estrutural da vegetação consegue-se através de técnicas alternativas de aplicação individual ou, especialmente quando se visam distintos estratos de combustível, combinada. A preocupação fundamental da silvicultura preventiva é evitar que um fogo de superfície transite para as árvores. Assim, a ordem de prioridades de intervenção deve corresponder às etapas de desenvolvimento do fogo: (1) tratar os estratos superficiais e de transição, (2) desramar e (3) desbastar.

### **Os quatro mandamentos da silvicultura preventiva para coníferas \***

#### **Reduzir/modificar os combustíveis de superfície e de transição**

► reduz a intensidade do fogo ► facilita o controlo de um incêndio, dificulta o fogo passivo de copas

**Distanciar a base da copa do solo** ► aumenta a intensidade do fogo necessária à ignição do copado ► dificulta o fogo passivo de copas

**Diminuir a densidade de copas** ► reduz a probabilidade de fogo activo de copas ► reduz a propagação de fogo de copas

**Aumentar a proporção de árvores resistentes ao fogo** ► árvores de casca mais espessa, mais altas, com copa mais elevada ► aumento da taxa de sobrevivência

\* Adaptado de Russell et al. (2004)

A gestão do combustível sob copado pode recorrer a intervenções moto-manuais e a várias modalidades mecânicas, bem como a tratamentos químicos e ao pastoreio dirigido. É contudo justo destacar o fogo controlado, principalmente pela superior eficiência e versatilidade, mas também por motivos económicos. O fogo controlado providencia o mais completo impacte na carga, estrutura e continuidade do combustível (exemplo na Figura 4) e é a única técnica aplicável numa escala espacial significativa. A sua principal limitação é a necessidade de obediência a um ambiente meteorológico restrito (Quadro 1) mas que se verifica num número razoável de dias do ano (usualmente 40 a 80 dias no

período de Novembro a Fevereiro). Acresce que corresponde ao pinhal bravo a tecnologia de fogo controlado mais sólida e completa na Europa.

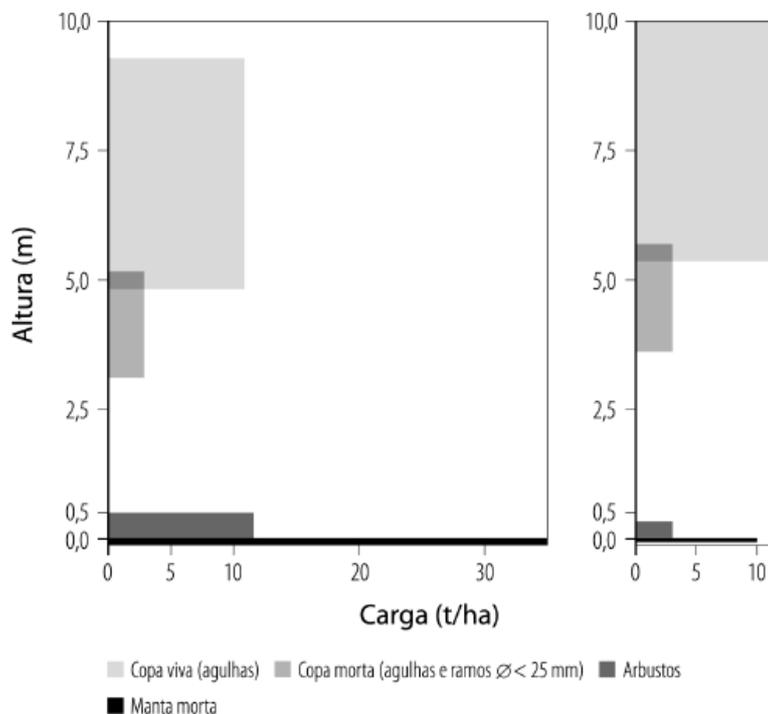


Figura 4. Carga de combustível e estratificação num pinhal bravo com 28 anos, serra da Padrela, Trás-os-Montes: comparação entre a ausência de intervenção (esq.) e o fogo controlado (dir.), efectuado aos 14 e 25 anos de idade [reproduzido de Fernandes (2006)].

Quadro 1. Condições recomendadas para a prática do fogo controlado em pinhal bravo [adaptado de Fernandes & Rigolot (2007)].

Variável	* Limites
Temperatura do ar (°C)	< 20 (6-13)
Humidade relativa (%)	> 23 (31-78)
Humidade do combustível morto e fino (%)	> 12 (15-21 <sup>a</sup> ; 22-30 <sup>b</sup> )
Humidade da folhada inferior (%)	> 100 (> 150)
<sup>c</sup> Velocidade do vento (km h <sup>-1</sup> )	< 12 (3-6)

\* Intervalo óptimo entre parênteses.

<sup>a</sup> Fogo contra o vento e o declive. <sup>b</sup> Fogo a favor do vento e declive por linhas sucessivas.

<sup>c</sup> No interior do povoamento à altura de 1-2 m.

Alguns tipos de intervenção (mais notoriamente a aplicação de herbicidas) conduzem a aumentos temporários do perigo de incêndio, dependendo da transformação que operam na estrutura e condição do combustível. Tal pode suceder com os tratamentos de corte sem remoção do material, sendo frequente que a modificação (por compactação, estilhaçamento, dispersão) a que são sujeitos não baixe a combustibilidade para o nível mais desejável.

### **Fogo controlado e escolitídeos**

O receio de mortalidade causada por escolitídeos constitui a objecção mais comum ao fogo controlado em pinhal.

Devem ser evitadas as áreas com **sinais de ataque** e os pinhais que denotem **fraco vigor**. Aos povoamentos de **idade superior a 25 anos**, especialmente quando **sobrelotados**, está também associado um maior risco de infestação. Nas restantes situações não são expectáveis problemas se a época de queima coincidir com a **dormência das árvores** (usualmente do meio de Novembro a meados de Fevereiro) e se o **volume de copa dessecada for minimizado**.

### **Fogo controlado e fungos**

Não é expectável que um fogo controlado correctamente efectuado induza dano causado por fungos (nomeadamente por armilaria). A acontecer, tal indicia que a **severidade do fogo na manta morta foi excessiva** por não ter sido respeitada a prescrição para a humidade da folhada inferior.

É importante assumir que um desbaste que do ponto de vista da silvicultura preventiva é efectivo corresponderá a sublotação do povoamento e implicará redução do volume lenhoso. É um conflito óbvio mas que pode ser economicamente minorado pela obtenção de madeira de valor acrescentado em povoamentos mais abertos, uma opção que começa a ser explorada em Espanha e França. A variante mais recomendada é um desbaste pelo baixo com remoção de árvores codominantes e dominantes: eleva substancialmente a base do copado e permite aumentar a resistência ao fogo de formações densas e constituídas por árvores pequenas. Uma vez que o tratamento do estrato arbóreo deve ser acompanhado pela gestão do combustível superficial, a sequência operacional deve-se iniciar pelo desbaste e desrama, intervindo-se a seguir no sub-coberto a fim de simultaneamente eliminar/modificar o combustível superficial e os resíduos gerados pelo tratamento do copado.

### **Não será contraproducente desbastar um pinhal para reduzir o perigo de incêndio ?**

A intervenção no estrato arbóreo reduz a sua vulnerabilidade ao fogo mas ao abrir o povoamento potencia o agravamento de um fogo de superfície, por aumentar o vento e a secura do combustível no seio do pinhal. Verifica-se no entanto que:

- Este efeito é menor do que usualmente se pensa
- O efeito é largamente compensado pelo tratamento do combustível superficial e de transição
- Se a intervenção limitar radicalmente a possibilidade de fogo de copas não é relevante que a intensidade do fogo de superfície aumente ligeiramente

## **Eficiência da silvicultura preventiva**

A eficiência das intervenções sobre a vegetação depende da influência do combustível no comportamento do fogo relativamente à influência do tempo atmosférico. O efeito dos tratamentos pode ser pouco perceptível em situações meteorológicas de vento forte e(ou) secura extrema, especialmente em grandes incêndios. Há quem rapidamente sugira ou conclua que a gestão de combustíveis é inútil face a condições meteorológicas severas, desvalorizando ou ignorando o impacte sobre o comportamento do fogo e

pressupondo erradamente que a sua função é parar os incêndios. Trata-se de uma expectativa de desempenho que peca por excesso e que compromete uma análise objectiva.



Fig. 5. Comportamento de um fogo experimental de Verão num pinhal de 28 anos: fogo de copas em área nunca intervencionada (esq.), fogo intermitente de copas e fogo intenso de superfície em área tratada com fogo controlado 13 anos antes (centro), e fogo de superfície de intensidade reduzida a moderada em área duas vezes tratada com fogo controlado, 13 e 2 ou 3 anos antes (dir.).

Que benefícios são então de esperar da silvicultura preventiva? Simplesmente que uma área convenientemente defendida ou tratada, ou seja, de acordo com uma prescrição tecnicamente fundamentada, aumentará as opções de combate ao incêndio e tornará efectiva a tática de supressão utilizada. Dependendo da(s) espécie(s) dominante(s) e das suas características de resistência passiva e(ou) resposta ao fogo, a diminuição da intensidade do incêndio poderá viabilizar a persistência da floresta. Em condições extremas de propagação do fogo a gestão de combustíveis pode não ter um reflexo na extensão da área ardida, mas seguramente mitigará os impactes ambientais, sociais e económicos dos incêndios.

A avaliação da eficiência da gestão de combustíveis pode-se basear na opinião de especialistas, em simulações, no estudo de incêndios e em fogos experimentais. O efeito mitigador da silvicultura preventiva no comportamento, dificuldade de extinção e dano nas árvores causado por incêndios está razoavelmente bem documentado em pinhal bravo (ver Figuras 5 e 6). Alguns estudos de caso atestam também a importância crítica da redução da continuidade horizontal e vertical do copado e da eliminação dos resíduos do desbaste.

A escala espacial de aplicação da silvicultura preventiva tem um papel crucial nos resultados obtidos. Localmente, e dependendo do grau de modificação conseguido e sua persistência temporal, as intervenções alteram inegavelmente o comportamento e efeitos do fogo. Mas as inferências assim obtidas não são extensíveis à paisagem: os grandes incêndios frequentemente integram um conjunto de tratamentos localizados aleatoriamente que são facilmente contornados, atravessados ou transpostos. Assim, o tratamento de áreas pequenas ou isoladas reduz pontualmente a severidade de um incêndio mas dificilmente perturba a sua expansão.

A relevância das intervenções na vegetação face ao avanço do fogo depende da sua organização espacial em termos de dimensão, forma, orientação e densidade. O abrandamento significativo da progressão do incêndio depende da existência de um grau razoável de sobreposição entre as manchas tratadas na sua direcção de propagação. Isto implica o tratamento de áreas estratégicas, procurando um compromisso entre a minimização da área intervencionada e a criação de padrões espaciais que dificultem a expansão de um incêndio, o que se obtém criando redes de faixas compridas e largas, mosaicos constituídos por manchas tratadas em momentos diferentes, ou combinando estas estratégias. É satisfatório intervir estrategicamente em cerca de 20% da área total.



Fig. 6. Severidade do incêndio em áreas contíguas de um pinhal de regeneração natural (15 anos de idade): não intervencionado (esq.) e sujeito a desbaste, desramação (até 2,5 m) e remoção dos arbustos (dir.). O fogo ocorreu um ano após o tratamento.

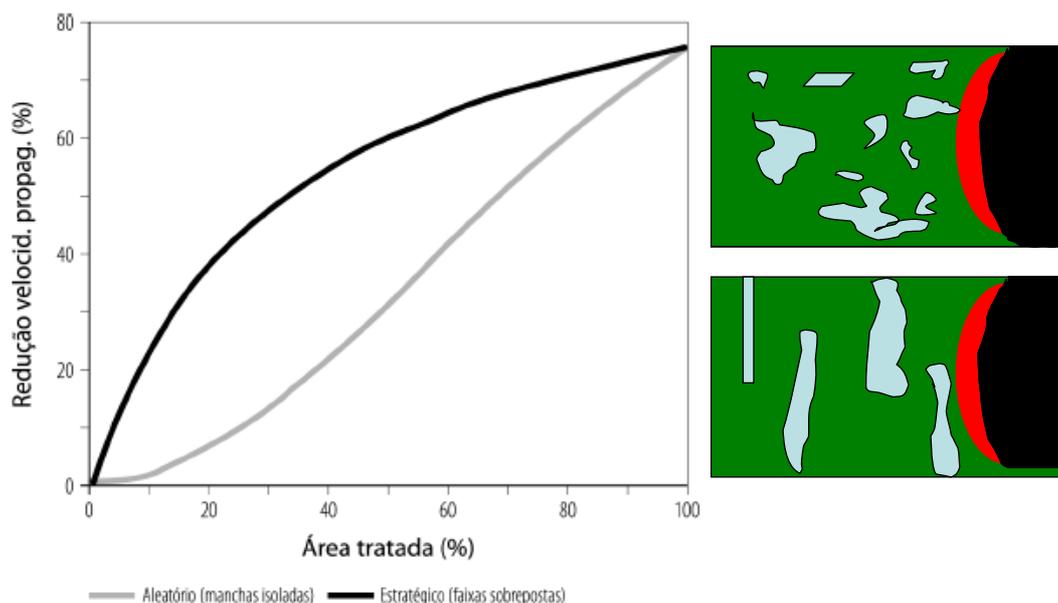


Fig. 7. Efeito da área sujeita a gestão de combustíveis na expansão de um incêndio, que ilustra a importância do padrão espacial das intervenções. Simulação para o pinhal bravo dos Perímetros Florestais do Entre Douro e Minho [reproduzido de Fernandes (2006)].

## Conclusão

O pinheiro bravo dispõe de adaptações evolutivas que o perpetuam em ambientes favoráveis ao fogo. Os seus povoamentos são porém inerentemente vulneráveis a incêndios. Independentemente da capacidade natural de regeneração da espécie, a ocorrência de fogos severos compromete o investimento e a viabilidade das arborizações. A silvicultura preventiva facilita e melhora os resultados das operações de combate de incêndios, reduz o seu impacto ecológico, incluindo o dano e mortalidade das árvores, e aumenta o valor da madeira salva. Consequentemente deveria constituir uma parte fundamental da gestão do pinhal em regiões onde sejam prováveis fogos destrutivos. O pinheiro bravo é uma opção racional de arborização apenas se o factor fogo não for negligenciado na instalação e condução dos povoamentos.

Muitas das recomendações técnicas de intervenção actualmente disponíveis são aparentemente desprovidas de qualquer base empírica ou científica. As orientações para a lotação dos povoamentos estão essencialmente orientadas para a produção lenhosa, o que pode explicar que se reiterem ideias erróneas sobre a gestão do pinhal face ao fogo afirmando, por exemplo, que o coberto de copas deve ser denso. Para que a vulnerabilidade do pinhal ao incêndio seja efectivamente reduzida é crucial a adopção de modelos de silvicultura que resultem na aquisição de uma estrutura vertical e horizontalmente descontínua que maximize a resistência individual das árvores e minimize o risco de fogo de copas. Os princípios da silvicultura preventiva são conhecidos, mas é ainda limitada a compreensão dos efeitos que as práticas de gestão do pinhal têm no comportamento do fogo. O desenvolvimento de uma silvicultura adaptada ao fogo e de base quantitativa está portanto no início. A ausência de experimentação adequada implica que o conhecimento existente depende essencialmente de observações pontuais e dos resultados da simulação com modelos.

**Este texto resulta essencialmente de compilação de informação constante das seguintes publicações:**

- Fernandes, P.M., H.S. Botelho. 2003. A review of prescribed burning effectiveness in fire hazard reduction. *International Journal of Wildland Fire* 12(2): 117-128.
- Fernandes, P.M., C. Loureiro, H.S. Botelho. 2004. Fire behaviour and severity in a maritime pine stand under differing fuel conditions. *Annals of Forest Science* 61(6): 537-544.
- Fernandes, P.M., H.S. Botelho. 2004. Analysis of the prescribed burning practice in the pine forest of northwestern Portugal. *Journal of Environmental Management* 70(1): 15-26.
- Fernandes, P., H. Botelho, F. Rego. 2005. A piroecologia do pinheiro bravo. *Silva Lusitana*, 13(2): 233-248.
- Rigolot, E., P. Fernandes. 2005. Ecologie du pin maritime en relation avec le feu et gestion des peuplements pour leur protection contre l'incendie. *Forêt Méditerranéenne*, 26(1): 97-110.
- Fernandes, P.M. 2006. Silvicultura preventiva e gestão de combustíveis: opções e optimização. Pp. 327-354, Parte 4 - Prevenção, combate e recuperação de áreas ardidas, Cap. 12 *In* Incêndios Florestais em Portugal: Caracterização, Impactes e Prevenção. J. Santos Pereira, J.M. Cardoso Pereira, F. Rego, J. Silva e T. Silva (Eds.). ISA Press, Lisboa.
- Fernandes, P., A. Luz, C. Loureiro, P. Godinho-Ferreira, H. Botelho. 2006. Fuel modelling and fire hazard assessment based on data from the Portuguese National Forest Inventory. In Proc. 5th Int. Conf. Forest Fire Research, D.X. Viegas (Ed.). Elsevier B.V., Amsterdam. CD-ROM.
- Fernandes, P.M., E. Rigolot. 2007. Fire ecology and management of maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Ecology and Management* 241(1-3): 1-13.