

## Caracterização dos materiais combustíveis em diferentes povoamentos florestais na região nordeste de Portugal

Júlio Henrique Germano de Souza<sup>1</sup>; Leonardo Kipper Alves<sup>2</sup>; Marina Meca Ferreira de Castro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Engenheiro Florestal, Me., Doutorando na Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila real – PT. E-mail: [julio\\_germano@hotmail.com](mailto:julio_germano@hotmail.com)

<sup>2</sup>. Engenheiro Florestal, Mestrando no Instituto Politécnico de Bragança, Bragança - PT. E-mail: [leokipperalves@hotmail.com](mailto:leokipperalves@hotmail.com)

<sup>3</sup>. Doutor em Ecologia, Prof. Adjunto Instituto Politécnico de Bragança e Investigador Centro de Investigação de Montanha – Campus de Santa Apolónia, 5300–253 Bragança, Portugal. E-mail: [marina.castro@ipb.pt](mailto:marina.castro@ipb.pt)

### Resumo

Objetivou-se com este estudo caracterizar o material combustível superficial, a partir da sua quantificação e classificação de perigosidade em quatro povoamentos florestais (pinhal manso, castinçal, sobreiral e carvalho) no nordeste de Portugal. O material combustível foi classificado em perigosos (<1cm), semi-perigosos (>1cm) e verdes, a umidade foi avaliada com secagem em estufa. O povoamento de castanheiro apresentou a maior quantidade de material combustível (30,54 ton/ha; 16,40 ton/ha). O carvalho teve o menor teor de umidade para o verão (6,87%) e o de pinhal, o maior valor médio para o inverno (149,65%). Pinhal apresentou o maior risco, devido à elevada quantidade de material combustível atrelada à baixa umidade no verão.

**Palavras-chave:** incêndios florestais, carga combustível, classes de combustível.

### Introdução

Nos últimos anos, os incêndios florestais têm recebido atenção crescente devido seus elevados prejuízos materiais e imateriais. A Europa Mediterrânica sofre cerca de 47.000 incêndios por ano, sendo atingidas pelo fogo, áreas naturais e florestais (média 1980-2019) de aproximadamente 440.000 hectares (COMISSÃO EUROPEIA, 2019).

No caso de Portugal, anualmente registra-se em média 17 mil ocorrências com áreas de 120 mil hectares afetadas, que acarretam na perda de 3% da superfície florestal do país e o coloca na quarta posição do mundo com mais massa florestal perdida, dados estes que devem aumentar nas próximas décadas devido às mudanças climáticas (COMISSÃO EUROPEIA, 2019). Apesar dos combustíveis influenciarem fortemente na ocorrência e propagação de incêndios florestais, as características destes são temporais e espacialmente complexas (KEANE, 2013).

Deste modo, a quantificação da carga combustível e o conhecimento da sua dinâmica estacional, são indispensáveis para a realização de boas práticas de manejo do fogo (KEANE, 2013). Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o material combustível superficial, a partir da sua quantificação e classificação de perigosidade em duas estações do ano e em quatro povoamentos florestais (pinhal manso, castinçal, sobreiral e carvalho) no nordeste de Portugal.

### Metodologia

A área de estudo está localizada no nordeste de Portugal, na região de Trás-os-Montes sob clima mediterrânico entre as coordenadas 41°40"N e -6°66"W e altitude variável entre os 353 e 840 m (Tabela 1). É composta por quatro povoamentos florestais, de *Castanea sativa* Mill., *Pinus pinea* L., *Quercus rubra* L. para produção de madeira, e *Quercus suber* L. para produção de cortiça.

A quantificação do material combustível superficial foi realizada pelo método destrutivo, tendo-se recolhido toda a vegetação presente até 1,8 m de altura, incluindo a manta morta, herbáceas e a regeneração pouco desenvolvida. Colheram-se aleatoriamente 10 amostras no verão e no inverno em cada povoamento. As amostras foram constituídas por parcelas de 1m<sup>2</sup> de área, distanciadas pelo menos dez metros entre si e entre a bordadura. O número de amostras seguiu a recomendação de Brown, Oberheu e Johnston (1982), que indicam que uma boa estimativa da carga de material combustível de diferentes tipos de vegetação consiste em realizar entre 15 e 20 amostras em uma área de até 20 hectares. Posteriormente, realizou-se a

separação em classes com base no seu diâmetro e perigosidade, sendo os materiais < 1cm (perigosos - MP), > 1cm (semi-perigosos - MSP) e verdes (MV). Na sequência houve a pesagem de cada classe e a determinação de umidade em estufa com amostras de 100 g representativas de cada coleta.

Tabela 1. Características das parcelas do estudo.

Povoamento	Castanheiro (33 anos)	Pinheiro manso (22 anos)	Sobreiro (25 anos)	Carvalho (25 anos)
Coordenadas geográficas	41°39'26 N, 6°48'17" O	41°31'43,59" N, 7°16'0,31" O	41°40'57,83"N, 6°66'50,49" O	41°34'08,67"N, 6°62'35,25" O
Altitude (m)	840	353	695	776
Temperatura média	11,9°C	14,2°C	12°C	12°C
Precipitação média anual	1052,6	520,1	738	738

Fonte: Autoria Própria (2022).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 (tipo de povoamento x estação), com dez repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, realizou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

### Resultados e discussão

As diferentes classes de combustível e a umidade variaram significativamente ( $p < 0,05$ ) com o tipo de povoamento (Castanheiro, Sobreiro, Carvalho, Pinheiro manso) e estação do ano (verão, inverno). Apenas a classe MV não variou significativamente com o tipo de povoamento, provavelmente pelo fato desta categoria não estar presente em todas as amostras, alterando a média. (Tabela 2).

Tabela 2. Significância dos materiais combustíveis.

	MP	MSP	MV	Umidade
Povoamento	0,000*	0,001*	0,584 ns	0,000*
Época	0,000*	0,000*	0,001*	0,000*
	R <sup>2</sup> 0,88	R <sup>2</sup> 0,71	R <sup>2</sup> 0,29	R <sup>2</sup> 0,82

Onde: \* Significativo; ns não significativo.

Fonte: Autoria Própria (2022).

O povoamento de Castanheiro apresentou a maior quantidade de carga combustível, para ambas as estações, e o povoamento de Carvalho a menor, também em ambas as estações (Tabela 3).

O povoamento de Castanheiro foi o que apresentou o valor mais elevado para o material perigoso e semi-perigoso tanto para o inverno (MP) 3054,714 g/m<sup>2</sup> (30,547 ton/ha) quanto para o verão 1640,848 g/m<sup>2</sup> (16,408 ton/ha).

O povoamento de Carvalho apresentou apenas material perigoso no inverno, devido a espécie apresentar caducidade das folhas na estação crítica para o crescimento, como é o caso do inverno, o aporte de material perigoso aumenta consideravelmente (Tabela 3). Tais resultados apresentam-se como elevado risco, pois cargas superiores a 1,2 ton/ha composto por materiais perigosos são propícios para o fogo superficial se propagar mais facilmente, caso ocorra (WHITE et al., 2014).

O material verde apresentou enorme variação entre as amostras, elevando o desvio padrão e conseqüentemente a significância das médias. Isso pode ser explicado pela baixa ou inexistência da regeneração natural ocasionado pela maturidade dos povoamentos (KEELING;PHILLIPS, 2007). A presença de materiais verdes, devido a adição de superfícies evaporativas, auxilia no controle e manutenção da umidade no interior da floresta, (YU;HIEN, 2006) impedindo quedas bruscas perigosas para a ocorrência de incêndios.

Tabela 3. Médias para cada classe de material combustíveis no inverno.

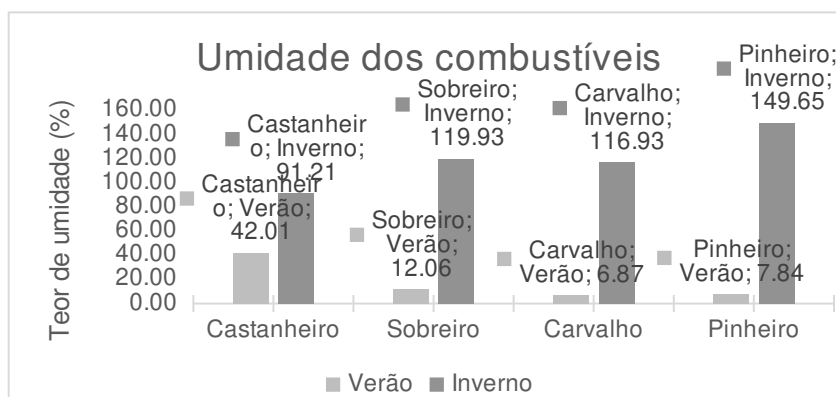
Inverno			
Povoamento	MP (g/m <sup>2</sup> )	MSP (g/m <sup>2</sup> )	MV(g/m <sup>2</sup> )
Carvalho	1 309,136 b (210,562)	0 b	7,06 ns (15,787)
Castanheiro	3 054,714 a (352,173)	267,826 a (206,127)	3,392 ns (10,726)
Pinheiro	1 801,424 b (578,581)	29,100 b (65,07)	0 ns
Sobreiro	1 927,124 b (516,172)	0 b	4,98 ns (11,136)
Verão			
Carvalho	408,12 b (105,857)	0 ns	18,84 ns (25,907)
Castanheiro	1 640,848 a (225,857)	106,78 ns (180,868)	28,832 ns (32,274)
Pinheiro	571,188 b (211,449)	0 ns	0 ns
Sobreiro	863,136 b (138,597)	0 ns	0 ns

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna por estação não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Valores dentro dos parênteses representam o desvio padrão. Fonte: Autoria Própria (2022).

Em relação a umidade, os povoamentos apresentaram uma diferença muito significativa entre as estações do ano (Figura 1). A variação evidenciada ocorre devido a manta morta com pequenas dimensões (<1cm) sofrer respostas climáticas mais rápidas, podendo exibir teores de umidade entre 2 a 300% (BATISTA, 1990, citado por BEUTLING, 2009).

Os povoamentos de Sobreiro, Carvalho e Pinheiro manso apresentaram valores extremamente baixos (menores de 20%) de umidade no período mais crítico do ano, o verão. Este valor acaba por evidenciar o elevado risco de incêndio, pois umidades inferiores a 30% são consideradas perigosas, pois nestas condições há alta probabilidade de ignição dos materiais combustíveis, intensificadas ainda mais com a umidade relativa do ar inferior a 60%, verificada no momento das coletas (SOUTO, 2009).

Figura 1. Umidade dos povoamentos no verão e inverno.



Fonte: Autoria Própria (2022).

### Conclusões

O castanheiro apresentou a maior carga de combustível em ambas as estações, no entanto é a única espécie que no verão não apresenta umidade de risco.

As espécies restantes ainda que com menor carga combustível apresentaram maior risco de incêndio na estação seca devido à baixa umidade dos seus combustíveis.

Relativamente, às classes de combustível, a dominante para todos os povoamentos estudados é a dos materiais perigosos (<1cm).

### Agradecimentos/suporte

Ao projeto de Cooperação GO\_FTA “Florestação de Terras Agrícolas com Mais Silvicultura, Inovação e Valor”, financiado pelo FEADER e pelo Estado Português.

### Referências Bibliográficas

BROWN, J. K.; OBERHEU, R. D.; JOHNSTON, C. M. **Handbook for inventorying surface fuels and biomass in the Interior West**. Odgen, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 48p. 1982.

Comissão europeia. **Pacto ecológico europeu**. Disponível em: [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_pt](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt). 2019. acesso em: 25 abr. 2022.

KEANE, ROBERT E.; GRAY, KATHY; VALENTINA, B. Spatial variability of wildland fuel characteristics in northern Rocky Mountain ecosystems. USDA Forest service. Res. Pap. RMRS-RP-98. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 56 p. 2013.

KEELING, H.C.; PHILLIPS.O.L. The global relationship between forest productivity and biomass. **Global Ecology and Biogeography**, v.16, p.618-631, 2007.

SOUTO, P. C.; JÚNIOR, J. C.; ARAÚJO, I. E. L.; SOUTO, J. S. Quantificação do material combustível em plantios florestais e em remanescente de mata atlântica no brejo da Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n.3, p. 473-48, 2009.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A.S.; WHITE, L. A. S.; RIBEIRO, G. T. Caracterização do material combustível superficial do Parque Nacional Serra de Itabaiana Sergipe, Brasil. **Ciência Florestal**, v.24, n.3, p.699-706, 2014.

YU, C.; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. **Energy and Buildings**, vol. 38, pp. 105–120, 2006.