



Metodologia para a produção da Carta de Perigosidade de Incêndio Rural de cariz estrutural

Relatório Definitivo

3 de Abril de 2020



Cofinanciado por:



Pressupostos teóricos

A metodologia utilizada para a modelação da suscetibilidade e da perigosidade, que suporta a carta de perigosidade de incêndio rural de cariz estrutural tem uma base estatística e objetiva, que se sustenta em 3 pressupostos:

- a) A distribuição territorial dos incêndios rurais, representada pelas respetivas áreas ardidas, não é aleatória;
- b) A propensão para a ocorrência de áreas ardidas pode ser avaliada quantitativamente através de relações estatísticas entre as áreas ardidas no passado e um conjunto de bases de dados espaciais;
- c) Os incêndios rurais ocorrem sob condições que podem ser caracterizadas pelos temas incluídos na referida base de dados que, assim, são considerados como fatores condicionantes (ou de predisposição), para efeitos de modelação.

Dados de base

Para efeitos de modelação, a variável dependente foi representada pelas áreas ardidas no período 1975-2018, fornecidas pelo ICNF, tendo sido excluídas as ocorrências de incêndios com extensão inferior a 5 hectares.

As variáveis independentes consideradas incluem o declive, a altitude e o uso e ocupação do solo. O declive e a altitude foram derivados do Modelo Digital de Elevação (DEM) disponibilizado pela Agência Europeia do Ambiente. O Uso e Ocupação do Solo (COS) nível 5 foi facultado pela Direção Geral do Território (DGT), para os anos de 1995, 2007, 2010, 2015 e 2018.

O declive foi reclassificado em 5 classes em graus (0-5°; 5-10°; 10-15°; 15-20°; > 20°). A altitude foi reclassificada em 11 classes (0-100 m; 100-200m; 200-300m; 300-400m; 400-500m; 500-600m; 600-700m; 700-800m; 800-1000m; 1000-1500m; 1500-2000 m). Relativamente ao uso e ocupação do solo (COS), foram trabalhados os mapas digitais disponíveis, correspondentes a imagens obtidas em 1995, 2007, 2010, 2015 e 2018. Foram considerados apenas os territórios correspondentes a espaços florestais ou rurais e foi efetuada uma compatibilização entre as classes do uso e ocupação do solo das legendas de todos os mapas COS, tendo como referência as classes do COS de 2018.

O modelo matricial utiliza células (pixel) de 25m e os dados foram tratados segundo o sistema de coordenadas ETRS89_Portugal_TM06, projeção Transverse Mercator e Datum European Terrestrial Reference System 1989.

Avaliação da suscetibilidade e perigosidade

A suscetibilidade aos incêndios rurais foi avaliada com recurso a um método estatístico bivariado de base Bayesiana: o Likelihood Ratio (LR). O Cálculo do LR para cada variável (classe x do fator de predisposição y) é efetuado com recurso à equação (1):

$$Lri = \frac{Si/S}{Ni/N} \quad (1)$$

Sendo:

Lri – Likelihood Ratio da variável i (classe x do fator de predisposição y);

Si – número de unidades de terreno com área ardida e presença da variável i ;

Ni – número de unidades de terreno com a presença da variável i ;

S – total de unidades de terreno com área ardida;

N – total de unidades de terreno da área de estudo.

Lri pode variar entre 0 (zero) e infinito, sendo que $Lri > 1$ implica uma relação positiva entre a presença da variável e a ocorrência de áreas ardidas, tanto mais elevada quanto mais elevado o score. Pelo contrário, Lri entre 1 e 0 (zero) indica uma relação negativa entre a presença da variável e a ocorrência de áreas ardidas, tanto mais negativa quanto mais baixo o score.

Concetualmente, considera-se que, no estabelecimento de relações entre as classes de cada carta do COS e a área ardida, apenas é razoável ter em conta a área ardida observada nesse ano e seguintes. Deste modo, a carta do COS 1995 foi cruzada com as áreas ardidas verificadas entre os anos 1995 e 2006, enquanto a carta do COS 2007 foi cruzada com as áreas ardidas verificadas entre os anos 2007 e 2009. A carta do COS 2010 foi cruzada com as áreas ardidas verificadas entre os anos 2010 e 2014, e a carta do COS 2015 foi cruzada com as áreas ardidas verificadas entre os anos 2015 e 2018. Os scores finais de

LRi para as classes de uso do solo correspondem à média ponderada pelo número de anos agregado a cada carta COS, refletida na carta COS mais recente, obtida em 2018.

A Tabela 1 sumariza os scores de *LRi* obtidos para cada classe de cada variável independente.

Tabela 1– Scores de Likelihood Ratio das classes (LRi) das variáveis declive, altitude e uso e ocupação do solo

Classes de declive (graus)	<i>LRi</i>
0 – 5	0,442
5 – 10	1,216
10 – 15	1,939
15 – 20	2,405
> 20	2,666
Classes de altitude (metros)	<i>LRi</i>
0 -100	0,228
100 – 200	0,440
200 – 300	0,699
300 – 400	1,138
400 – 500	1,656
500 – 600	1,924
600 – 700	2,017
700 – 800	2,012
800 – 1000	2,642
1000 – 1500	2,665
1500 – 2000	1,390
Classes COS 2018	<i>LRi</i>
2.1.1.1 Culturas temporárias de sequeiro e regadio	0,198
2.2.1.1 Vinhas	0,126
2.2.2.1 Pomares	0,151
2.2.3.1 Olivais	0,261
2.3.1.1 Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a vinha	0,168
2.3.1.2 Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a pomar	0,375
2.3.1.3 Culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a olival	0,368
2.3.2.1 Mosaicos culturais e parcelares complexos	0,326
2.3.3.1 Agricultura com espaços naturais e seminaturais	0,728
2.4.1.1 Agricultura protegida e viveiros	0,039
3.1.1.1 Pastagens melhoradas	0,303
3.1.2.1 Pastagens espontâneas	0,911
4.1.1.1 SAF de sobreiro	0,137
4.1.1.2 SAF de azinheira	0,078
4.1.1.3 SAF de outros carvalhos	0,669
4.1.1.4 SAF de pinheiro manso	0,073
4.1.1.5 SAF de outras espécies	0,574
4.1.1.6 SAF de sobreiro com azinheira	0,096

4.1.1.7 SAF de outras misturas	0,181
5.1.1.1 Florestas de sobreiro	0,530
5.1.1.2 Florestas de azinheira	0,388
5.1.1.3 Florestas de outros carvalhos	1,697
5.1.1.4 Florestas de castanheiro	1,768
5.1.1.5 Florestas de eucalipto	1,530
5.1.1.6 Florestas de espécies invasoras	1,386
5.1.1.7 Florestas de outras folhosas	1,199
5.1.2.1 Florestas de pinheiro bravo	1,566
5.1.2.2 Florestas de pinheiro manso	0,261
5.1.2.3 Florestas de outras resinosas	1,088
6.1.1.1 Matos	2,857
7.1.3.1 Vegetação esparsa	3,635

A avaliação da suscetibilidade através do LR para cada unidade de terreno (célula com 25 metros de lado), obtém-se através do somatório dos Lri de cada fator de predisposição presente na unidade de terreno, utilizando a equação (2):

$$Lrj = \sum_{i=0}^n Xij Lri \quad (2)$$

Sendo:

Lrj – Likelihood Ratio total na unidade de terreno (célula);

n – número de variáveis;

Xij - 1 se a classe da variável está presente; 0 se a classe da variável não está presente.

A avaliação da perigosidade estrutural foi efetuada para cada unidade de terreno (célula com 25 metros de lado) através do produto da suscetibilidade (obtido com a equação 2) pela probabilidade simples de ocorrência de incêndio, obtida pela razão entre o número de vezes ardido e o número total de anos na base de dados das áreas ardidas em Portugal Continental (44 anos) (equação 3).

$$Hj = Lrj \times P \quad (3)$$

Sendo:

Hj – Perigosidade na unidade de terreno (célula);

Lrj - Likelihood Ratio total na unidade de terreno (célula);

P – Probabilidade de ocorrência de incêndio na unidade de terreno (célula).

Às áreas que nunca arderam foi atribuído o valor 0,01 (probabilidade anual de 1%), que é inferior em cerca de metade à probabilidade calculada para as unidades de terreno que arderam uma vez no período considerado (probabilidade = 0,23), de modo a não anular a perigosidade, na integração da probabilidade com a suscetibilidade.

Validação do modelo e classificação do mapa de perigosidade

O modelo de perigosidade estrutural foi validado com recurso a curva de sucesso e computação da AAC (Área Abaixo da Curva). A curva de sucesso (**Figura 1**) cruza a fração da área classificada como perigosa, organizada por ordem decrescente de perigosidade, com a fração da área ardida validada sucessivamente. A Área Abaixo da Curva de Sucesso do modelo de perigosidade é de 0,826.

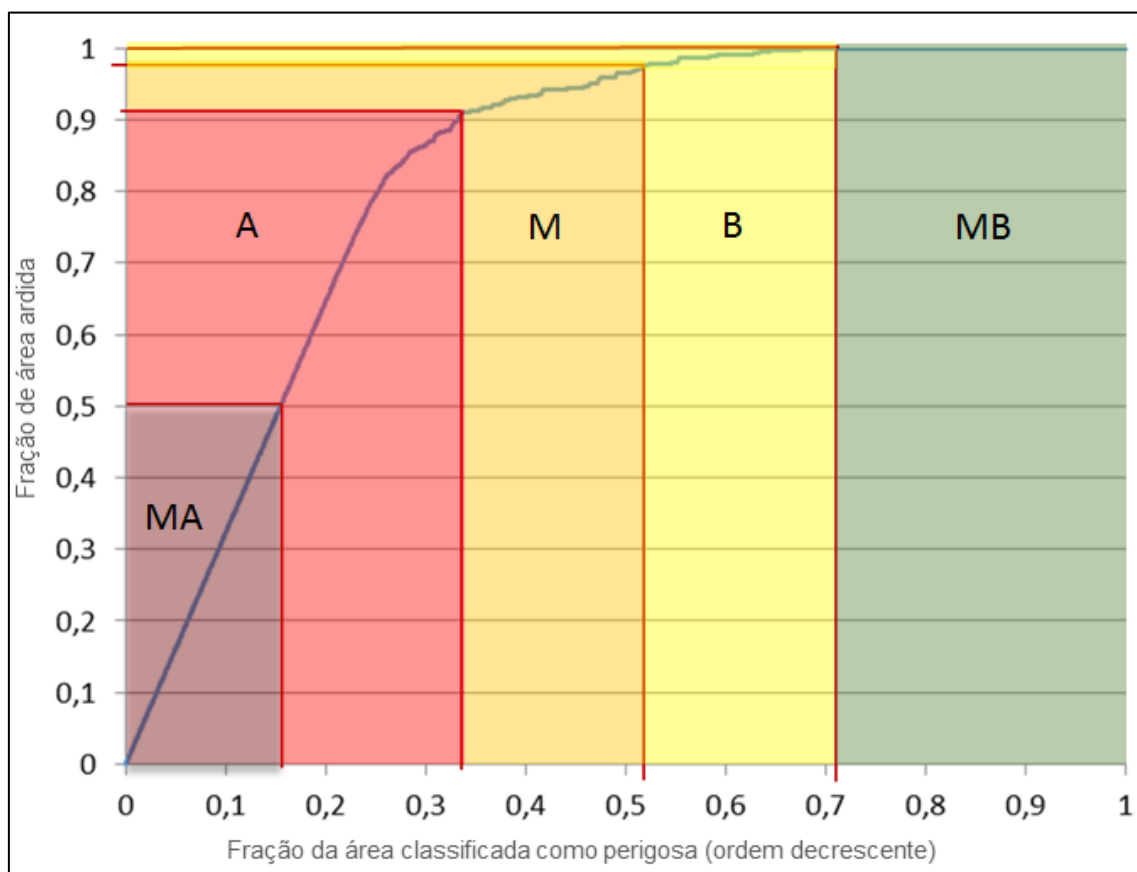


Figura 1 –Classes estabelecidas em função da curva de sucesso do modelo de perigosidade estrutural

A carta estrutural de perigosidade contempla 5 classes (muito alta, alta, média, baixa e muito baixa), definidas com base nas quebras de declive na curva de sucesso do modelo preditivo. As propriedades das classes de perigosidade estão sintetizadas na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Propriedades das classes de perigosidade do mapa de perigosidade de incêndio rural de cariz estrutural

Classes de perigosidade	Scores de perigosidade	Área da classe (% do total)	Área ardida validada (% do total)
Muito alta	0,142-2,841	15,5	50,0
Alta	0,050-0,142	17,9	40,6
Média	0,028-0,050	18,0	6,6
Baixa	0,015-0,028	21,2	2,8
Muito baixa	0,007-0,015	27,4	0,0

A classe de perigosidade muito alta abrange os 15,5% do território florestal e agrícola com scores de perigosidade mais elevados (*LRj* acima de 0,142) e valida 50% da área ardida no território nacional no período de referência (1975-2018).

A classe de perigosidade alta abrange 17,9% do território florestal e agrícola, com scores de perigosidade imediatamente abaixo dos da classe anterior (*LRj* entre 0,050 e 0,142) e valida 40,6% da área ardida total.

A classe de perigosidade média abrange 18% do território florestal e agrícola, com scores de perigosidade abaixo dos referidos antes (*LRj* entre 0,028 e 0,050) e valida 6,6% do total da área ardida.

A classe de perigosidade baixa abrange a 21,2% do território florestal e agrícola, com scores de perigosidade inferiores aos da classe anterior (*LRj* entre 0,015 e 0,028) e valida 2,8% da área ardida total.

A classe de perigosidade muito baixa abrange 27,4% do território florestal e agrícola, que apresentam os scores de perigosidade mais baixos (*LRj* entre 0,007 e 0,015) e não integra qualquer área ardida nos últimos 44 anos.