



CENÁRIOS DE CAUSAS DE INCÊNDIOS
Plano de Ação para Redução de Ignições

Daniel Ricardo Maranhão Santana

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência e Sistemas
de Informação Geográfica

Plano de ação para redução de ignições

CENÁRIOS DE CAUSAS DE INCÊNDIOS

Plano de ação para redução de ignições

Dissertação supervisionada por

Professor Doutor Pedro da Costa Brito Cabral e João Diogo David Dias Costa

Outubro de 2022

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE

Declaro que o trabalho contido neste documento é da minha autoria e não de outra pessoa. Toda a assistência recebida de outras pessoas está devidamente assinalada e mencionadas todas as fontes utilizadas (publicadas ou não).

O trabalho não foi anteriormente submetido ou avaliado na NOVA Information Management School ou em qualquer outra instituição.

Castelo Branco, 01/11/2022

Daniel Ricardo Maranhão Santana

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Pedro da Costa Brito Cabral e João Diogo David Dias Costa, pela orientação, total apoio, disponibilidade, pelas opiniões críticas e colaboração em solucionar dúvidas e problemas que surgiram ao longo da realização deste trabalho.

Ao meu pai que foi sempre uma inspiração e exemplo de vida, de educação, construção e resiliência. O meu maior incentivador e a pessoa a qual eu quero sempre orgulhar, esteja onde estiver.

A minha mãe, minha irmã e meus irmãos que mesmo longe estavam sempre preocupados com o desenvolvimento do trabalho. As palavras de incentivo eram o recarregar de baterias para a superação.

Aos meus sogros, pois sempre ficaram contentes e incentivaram o meu progresso e meus desafios.

A minha cunhada, cunhado e afilhado, motivos de alegria e resiliência, inspiração para prosseguir.

Por último, deixamos os pilares de sustentação para que esta construção seja sólida. A minha esposa, Lidia Bento Manteigas, pilar, amiga, luz nas alturas mais escuras, apoio na altura de fraquezas, não tenho palavras para descrever que ao teu lado consegui concretizar esse desafio, mais um desafio. Ao meu maior orgulho, meu filho, Rafael Santana, para ti, pequeno, para teres alguém para te inspirares, como meu pai me inspirou.

Meu bem-haja a todos. A vós dedico este trabalho.

Cenários de Causa de Incêndios

Plano de ação para redução de ignições

RESUMO

Durante anos o incêndio tem devastado áreas rurais, destruindo bens e matando pessoas em Portugal continental. Após os incêndios florestais de 2003, 2005 e 2017, intensificou-se a necessidade de trabalhar para uma redução do número de ignições e de uma gestão à escala da paisagem, de forma a minimizar o risco e diminuir o número de ignições e área ardida. O presente estudo é baseado na análise de risco das causas de incêndios rurais, desenvolvendo cenários de probabilidade para cada uma das causas de incêndio utilizando modelos de comportamento do fogo e estimação da localização das causas por meio da krigagem indicatriz, além de utilizar a recorrência de incêndios para modelação de cenários. O estudo apresentou resultados satisfatórios quanto à modelação de cenários para as diversas causas de incêndios separadamente, conseguindo retratar a suscetibilidade de cada causa de incêndio, transcrevendo para uma curva de sucesso e uma curva de predição, para além de classificar as áreas de suscetibilidade para as causas, como por exemplo, na causa intencional que obteve uma média de sucesso de 74% relativamente a 68% de área ardida média. Para a causa negligente obtivemos uma média de 78% de sucesso para 68% de área ardida média; a causa natural com 41% de sucesso para uma área ardida de 78%; a causa reacendimentos obteve 46% de sucesso para uma área ardida de 81%; e para a causa indeterminada há uma média de sucesso de 60% para 76% de área ardida. Os mapas gerados apresentam satisfatória eficiência na predição da suscetibilidade de causas de incêndios para Portugal continental. Esta cartografia serve de suporte fundamental para o planeamento de ações de sensibilização, para o planeamento da vigilância em espaço florestal e das medidas de gestão e priorização de áreas, e para gestão de combustível florestal.

WILDFIRE CAUSES SCENARIOS

Action planning for ignition reduction

ABSTRACT

For years fires have devastated rural areas, destroying properties, causing economic damages, and killing people in mainland Portugal. After the forest fires of 2003, 2005 and 2007 the need to intensify and develop work strategies to reduce the number of ignitions leveraged, to a better landscape planning and management of these areas in a for minimizing the risk and to reduce the number of ignitions and burnt areas. The present study is based on risk analysis of the rural fire causes, developing probability scenarios for each of the fire causes, using fire behaviour models and estimation of the location of the causes by means of kriging indicator, in addition to using the recurrence of fires for scenario modelling. The study presented satisfactory results, regarding the modelling of scenarios for the different causes of fires separately, managing to portray the susceptibility of each cause of fire transcribing to a success curve and a prediction curve, in addition to classifying the areas of susceptibility to the causes, such as in the intentional cause that obtained an average success of 78% in relation to 68% of average burned area. Besides, for the negligent cause, we obtained an average of 78% of success for 68% average burned area. The natural cause hold 41% success for a 78% burnt area, the re-ignition cause had 46% success for an 81% burnt area, and for an undetermined cause there is an average success rate of 60% for 76% of burned area. Safeguarding the good compromise between the variables and the quality of the final product, devoutly validated. The generated maps show satisfactory efficiency in predicting the susceptibility of fire causes for mainland Portugal. This cartography that serves as a fundamental support for the planning of awareness-raising actions, for the planning of surveillance in forest areas and for the management measures and prioritization of areas, for the management of forest fuel. The identification of the susceptibility of the cause of fire leads us to look at the territory and direct the management model based on the problem that we may have associated with susceptibility.

PALAVRAS-CHAVE

Causas de Incêndio Florestal

Comportamento do Fogo

Incêndio Florestal

Kriging

Modelação de Incêndios

Modelo de Combustível Florestal

KEYWORDS

Wildfire causes

Fire Behaviour

Forest Fire

Kriging

Fire Modeling

Forest fuel model

ACRONYMS

ANEPC– Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, I.P. (*National Emergency and Civil Protection Authority, I.P.*)

AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais, I. P. (*Agency for Integrated Management of Rural Fires, I. P.*)

CCI – Cenários de Causas de Incêndios (*Wildfire Cause Scenarios*)

CPF - Comportamento Potencial do Fogo (*Potential fire behaviour*)

DL – Decreto de Lei (*Decree of Law*)

GNR – Guarda Nacional Republicana (*Republic National Guard*)

ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (*Institute for Nature and Forest Conservation, I.P.*)

Nº OC–Número de Ocorrências (*Number of Occurrences*)

NOP – Norma Operacional Permanente (*Permanent Operating Standard*)

NOVA IMS – Nova Information Management School

O.T. – Teatro de Operações (*Operations theater*)

POSIT - Ponto de situação (*Status report*)

SAD–Sistemas de Apoio a Decisão (*Decision Support Systems*)

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
PALAVRAS-CHAVE.....	viii
KEYWORDS	viii
ACRONYMS.....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE TABELAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O problema.....	1
1.2. Objetivos.....	2
2. METODOLOGIA.....	4
2.1. Área de estudo	4
2.2. Dados.....	6
2.3. Métodos	7
3. RESULTADOS.....	12
3.1. Intencional.....	14
3.2. Negligente	16
3.3. Natural.....	18
3.4. Indeterminada.....	20
3.5. Reacendimentos.....	22
4. DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS	30
ANEXOS.....	32
Área de Estudo (Pyro-Regiões).....	33
Uso e Ocupação do Solo	34
Dados de entrada do simulador	35
Resultado do simulador Behave.....	36
Gráfico de resultados, Behave, de comportamento de fogo	37
Carta de Comportamento Potencial do Fogo, CPF.....	38
Cenário de Risco de Incêndio Indeterminado	39
Cenário de Risco de Incêndio Intencional	41

Cenário de Risco de Incêndio Natural	43
Cenário de Risco de Incêndio Negligente	45
Cenário de Risco de Incêndios Reacendimentos	47

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Causas dos incêndios florestais no período 2001 á 2020. Fonte: SGIF/ICNF (ICNF, 2010)	2
Tabela 2: Área ardida e número de ocorrências por NUTS II. Fonte: (ICNF, 2010).	4
Tabela 3: Número de ocorrências por causa nas Regiões de NUTS II, Fonte: (ICNF, 2010).	5
Tabela 4: Modelo de Ocupação do solo e código do modelo de combustível florestal. Fonte: (Direção-Geral do Território, 2019).	9
Tabela 5: Macro Regiões de caracterização da meteorologia, onde os dados destacados a azul, Beira Baixa, foram os utilizados como referência no simulador. Devido ao cenário meteorológico representativo de incêndios rurais, com mais severidade. (* Percentil 97, utilizado para calcular as pyro-regiões) ** Humidade do combustível florestal e seu tempo de variação em 1 hora, 10 horas, 100 horas, LH, Herbáceas vivas e LW lenhosos vivas (P. Fernandes et al., 2002).	10
Tabela 6: Classe de Comportamento Potencial do Fogo	10
Tabela 7: Tabela comparativa de suscetibilidade	14
Tabela 8: Cenário para causa reativação, em Portugal continental, para uma área de 500 mil hectares	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Número de ignições de 2001a 2020. Fonte: SGIF/ICNF (ICNF, 2010)	1
Figura 2: Piro-regiões	6
Figura 3: Processos de metodologia para a conceção de cenários de risco	11
Figura 4: Resultado do Grupo Probabilidade somado ao Grupo Histórico associado a causa Intencional	12
Figura 5: Cenário de suscetibilidade, Carta Comportamento Potencial do Fogo, CPF.	13
Figura 6: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.	14
Figura 7: Cenário de causa de incêndios Intencionais	16
Figura 8: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.	17
Figura 9: Cenário de causa de incêndios Negligente	18
Figura 10: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.	19
Figura 11: Cenário de causa de incêndios Naturais.	20
Figura 12: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.	21
Figura 13: Cenário de causa de incêndios Indeterminados	22
Figura 14: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.	23
Figura 15: Cenário de causa de incêndios Reacendimentos.	24

1. INTRODUÇÃO

1.1. O problema

A presença do fogo é importante no nosso ecossistema bem como na nossa sociedade com os impactos sociais e económicos que este fenómeno promove (Rego et al., 2021). O fogo serve como parte da estratégia para o desenvolvimento de algumas espécies e renovação da paisagem. É um fenómeno que molda florestas e antecede as tentativas do ser humano de enfrentá-lo em sua conquista de territórios (Silva et al., 2011). A gestão do espaço florestal demonstra que um território de paisagem variada, com mosaicos e serviços de ecossistemas podem reduzir os efeitos dos incêndios, reduzindo assim a sua suscetibilidade que expressa o potencial de uma área arder (J. C. Verde, 2008).

Segundo os dados do Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), verificamos uma redução do número de ignições no período de 2001-2020 (figura 1) - Todavia, o número de ignições é consideravelmente elevado. Com o objetivo de minimizar os incêndios e reduzir os impactos em territórios com a mesma suscetibilidade, procurou-se observar os padrões das ocorrências de incêndios, que estão associados as causas, as quais diferenciam o território suscetível ao introduzir os fatores do comportamento do fogo e aspetos sociais (J. C. Verde, 2008).

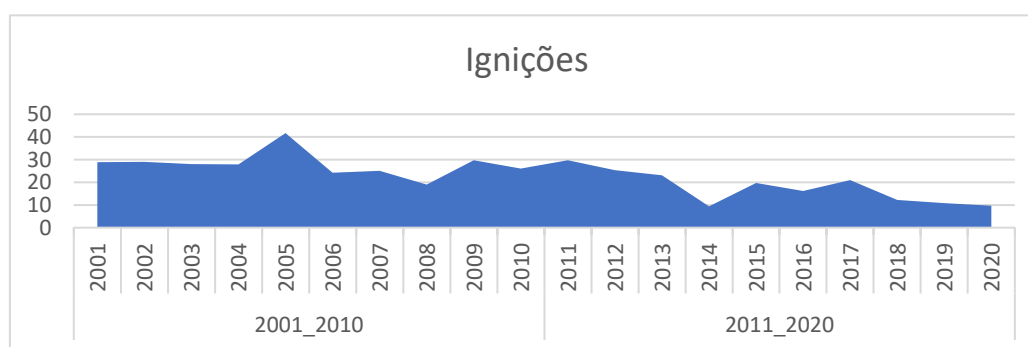


Figura 1: Número de ignições de 2001 a 2020. Fonte: SGIF/ICNF (ICNF, 2010).

Para analisar uma das maiores manifestações de risco na sociedade como são os incêndios florestais, devemos observar o número de ignições no território e a sua causa, sendo esta análise imprescindível para delinear uma estratégia preventiva e

mitigadora (S. Fernandes et al., 2017), como também para a formação e sensibilização dos cidadãos, relativamente a comportamentos de risco (Rebelo, 1999).

Analisar o risco segundo Rebelo (1999) é o somatório de algo que nada tem a ver com a vontade do homem, referindo assim que o risco se baseia em aspetos geográficos e florestais, suscetíveis.

A causalidade dos incêndios pode ser analisada como ações de comportamento e motivações que o ICNF classifica em as causas de incêndios. Estas causas estão classificadas em grupos e subgrupos, sendo que para o estudo será utilizada a classificação em grupo. Segundo o ICNF (2010), na tabela 1 verificamos que a causa indeterminada, seguida da causa negligente e intencional, possuem os números mais elevados de ignições, sendo importante implementar ações definidas e ajustadas a escala local. Promover um reforço de ações de fiscalização, sensibilização e dissuasão, mediante os perfis enquadrados (ICNF, 2014), torna-se medida importante para a redução do número de ignições, bem como compreender o motivo e padrões que levam a que Portugal possua um dos números mais elevados de ignições na Europa (San-Miguel-Ayanz et al., 2021).

CAUSAS	Nº OCORRÊNCIAS	ÁREA (HECTARES)
INDETERMINADA	71239,00	482884,16
INTENCIONAL	39574,00	855553,12
NATURAIS	1602,00	106471,82
NEGLIGENTE	67603,00	663315,69
REACENDIMENTOS	27870,00	229246,66
TOTAL GERAL	207888,00	2337471,46

Tabela 1: Causas dos incêndios florestais no período 2001 á 2020. Fonte: SGIF/ICNF (ICNF, 2010)

1.2. Objetivos

Este estudo tem por objetivo caracterizar o território segundo cenários de risco das causas de incêndios rurais, estimando as causas por meio da krigagem indicatriz. A

krigagem indicatriz é um tipo não paramétrico de krigagem, que utiliza a posição e os valores dos dados para produzir uma distribuição local (Viegas de Araújo Motomiya et al., 2006). O objetivo principal é estimar a causa dos incêndios e modelar a suscetibilidade por meio de simuladores de comportamento de fogo, como o Behave PLUS, obtendo valores preditivos atualizados, segundo o comportamento do fogo, para um período de estudo de 19 anos.

A existência de alguns estudos sobre causas de incêndios florestais, (S. Fernandes et al., 2017; Ferreira-leite & Lourenço, 2011; Projecto, 2006), caracterizam as causas quanto à localização, número de ignições e área ardida, a procura de padrões estatísticos. A fim de analisar as causas à escala da paisagem, procurando diminuir o impacto dos incêndios, além de classificar as causas estatisticamente e regionalmente criando uma relação espacial caracterizando a suscetibilidade ligada a causa.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em Portugal continental que se estende por uma área de aproximadamente 88.889 km², (Alcasena et al., 2021). O país situa-se no lado oeste da Península Ibérica. Grande parte da sua população situa-se no litoral com as áreas metropolitanas de Lisboa, Porto Coimbra e Braga centrando mais da metade da população (cerca de 5.27 milhões) (Alcasena et al., 2021). As florestas (39,1%) e o mato (12,4%) são os tipos cobertos dominantes no Norte e cobrem mais de metade do país (DG Território, 2018).

Portugal está organizado em divisões administrativas pela Nomenclatura das Unidades Territoriais para fins estatísticos (NUTS[^]) de nível I, II e III, (PORDATA, n.d.). Assim podemos verificar que a Região Norte NUTS II é a região com mais ignições e a Região Centro a região com mais área ardida (Tabela 2).

NUTS II	Nº OCORRÊNCIAS	ÁREA TOTAL (HECTARES)
ALGARVE	1,79%	6,07%
REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO	17,76%	12,14%
REGIÃO DO ALENTEJO	4,27%	8,42%
REGIÃO DO CENTRO	19,06%	37,18%
REGIÃO DO NORTE	57,12%	36,19%
TOTAL GERAL	100,00%	100,00%

Tabela 2: Área ardida e número de ocorrências por NUTS II. Fonte: (ICNF, 2010).

Quando classificamos as regiões por causa de incêndios verificamos segundo a tabela 3, que a causa indeterminada é a mais elevada na região de Lisboa e Vale do Tejo. No caso da causa intencional, esta divide-se em quase 21% nas regiões Norte e Centro; as causas naturais possuem valor muito baixos, estando a região do Alentejo com mais ocorrências; para as causas negligentes e reacendimentos verificamos que o Algarve e a Região Norte possuem mais ocorrências para as causas acima referidas (ICNF, 2010).

CAUSAS POR NUTS II		CAUSAS				
NUTS II	INDETERMINADA	INTENCIONAL	NATURAIS	NEGLIGENTE	REACENDIMENTOS	Total Geral
ALGARVE	44,42%	8,14%	0,27%	45,13%	2,04%	100,00%
REGIÃO DE LISBOA E VALE DO TEJO	58,44%	13,60%	0,35%	23,79%	3,82%	100,00%
REGIÃO DO ALENTEJO	46,43%	8,32%	1,85%	41,89%	1,50%	100,00%
REGIÃO DO CENTRO	31,84%	20,86%	1,33%	32,56%	13,40%	100,00%
REGIÃO DO NORTE	26,26%	21,42%	0,48%	33,59%	18,24%	100,00%
TOTAL GERAL	34,27%	19,04%	0,77%	32,52%	13,41%	100,00%

Tabela 3: Número de ocorrências por causa nas Regiões de NUTS II, Fonte; (ICNF, 2010).

A área de estudo foi dividida em diferentes macro áreas (n=14 piro-regiões, figura 2) de acordo com as alterações frequentes de condições meteorológicas e os ventos mais quentes. Essas condições foram caracterizadas de acordo com velocidade de propagação dos incêndios, sob as condições descritas durante 2017, nos incêndios catastróficos (Alcasena et al., 2021). sendo essas áreas caracterizadas espacialmente na figura 3.



Figura 2: Piro-regiões.

2.2. Dados

A modelação dos dados foi desenvolvida em formato matricial: ficheiros de imagem compostos por uma grelha de células, denominados "pixel" que permitem a representação continua de um objeto ou fenómeno (Rhind, Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, 2015). A dimensão espacial do pixel é de 25 metros, na sequência da preparação e transformação da informação vetorial disponível em grupos de modelação, grupo histórico, grupo probabilidade e grupo suscetibilidade, No grupo probabilidade foram utilizados para o estudo a georreferenciação das ocorrências de incêndios florestais, em formato vetorial de pontos, os quais são retirados da plataforma do ICNF de gestão de incêndios florestais, SGIF (ICNF, 2010), que possui uma base de dados significativas das ignições em Portugal. Esses dados foram inicialmente transformados adicionando um campo de atributo, Kriging, que

assume o valor um (1) para a causa em estudo e o valor zero (0) para as demais (Johnston et al., 2001) .

O grupo Histórico, utilizou o histórico de áreas ardidas da base de dados do ICNF, presentes no seu geocatálogo, (ICNF, n.d.) , em formato matricial, igualmente com pixel 25 metros, o qual sofreu um ajuste prévio para agrupar as áreas ardidas pela causa de incêndios. Assim, obtemos a recorrência dos incêndios por causa.

No grupo Suscetibilidade foi utilizada a Carta de Ocupação do solo em formato matricial com o pixel de vinte e cinco (25) metros, disponibilizados pela DGT, (DIREÇÃO- GERAL DO TERRITÓRIO, n.d.), para caracterizar o modelo de combustível florestal, baseado na ocupação do solo, segundo (P. Fernandes et al., 2009).

A série temporal dos dados utilizadas foi de 2001 a 2020 em que o período de 2001 a 2010 foi utilizado para validação independente e o período de 2011 a 2020 para a modelação dos cenários de risco.

2.3. Métodos

Para a concretização do modelo foram desenvolvidos procedimentos, que serão posteriormente descritos, aos três grupos de modelação (J. Verde & Zêzere, 2008):

- Grupo Probabilidade: localização inicial das ocorrências, as quais caracterizam a causa, com o atributo para a causa em estudo assume o valor 1 "um" e para as outras causas valor 0 "zero";
- Grupo Histórico: histórico das áreas ardidas, para caracterizar a recorrência das causas;
- Grupo Suscetibilidade: Ocupação do solo, convertido em Modelo de combustível florestal, para definir a suscetibilidade.

Para o "Grupo Probabilidade", o modelo estima por meio da krigagem indicatriz. O modelo é baseado em transformação binária dos dados, sendo que cada dado é transformado em um indicador antes de ser submetido a análise geoestatística da krigagem, que assume o valor 1 para a causa em estudo e o valor 0 para as outras causas.

Para o "Grupo Histórico" as áreas ardidas entram no modelo sob a forma de frequência, permitindo que cada unidade de terreno em causa sofra combustão.

O padrão de recorrência em causa é baseado na Equação 1 (J. Verde & Zêzere, 2008),

$$P = \frac{f}{\Omega} \times 100$$

Equação 1: Frequência de pixeis ardidos

em que f é o número de vezes que cada pixel, referente a causa em estudo, ardeu e Ω é no número de série de anos em causa.

O "Grupo Suscetibilidade" entra no modelo com a utilização da ocupação do solo, onde se presume a existência de espaços florestais e rurais. Esse modelo é convertido em modelo de combustível florestal, que nada mais é que um conjunto de números como dados de entrada para modelos de predição de comportamento do fogo, sendo fundamental no processo global da gestão do fogo (P. Fernandes et al., 2009).

Esse conjunto de dados (Tabela 4) é modelado em um simulador de comportamento do fogo denominado de Behave Plus (Jessie et al., 1984). Para modelar o comportamento de fogo é necessário a preparação de dados como humidade de combustível florestal, a velocidade média do vento e o declive do terreno. A humidade do combustível florestal, que é a quantidade de água contida no combustível em relação ao seu peso seco (P. Fernandes et al., 2002), e a velocidade do vento foram determinados de acordo o estudo (Alcasena et al., 2021).

CODIFICAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO	CÓDIGO MODELO DE COMBUSTIVEL
2.1.1.1.1 - Culturas temporárias de sequeiro	232
2.1.1.1.2 - Culturas temporárias de regadio	93
5.1.1.1.1 - Florestas de sobreiro sem sub-bosque	212
5.1.1.1.3 - Florestas de sobreiro com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.1.4 - Florestas de sobreiro com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.1.2.1 - Florestas de azinheira sem sub-bosque	212
5.1.1.2.2 - Florestas de azinheira com sub-bosque	222
5.1.1.2.3 - Florestas de azinheira com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.2.4 - Florestas de azinheira com sub-bosque de herbáceas	226

5.1.1.3.1 - Florestas de outros carvalhos sem sub-bosque	212
5.1.1.4.1 - Florestas de castanheiro sem sub-bosque	212
5.1.1.4.2 - Florestas de castanheiro com sub-bosque	221
5.1.1.4.3 - Florestas de castanheiro com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.4.4 - Florestas de castanheiro com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.1.5.2 - Florestas de eucalipto sem sub-bosque	211
5.1.1.5.3 - Florestas de eucalipto com sub-bosque	223
5.1.1.5.4 - Florestas de eucalipto com seleção de varas	238
5.1.1.5.5 - Florestas de eucalipto com resíduos de exploração	239
5.1.1.5.6 - Florestas de eucalipto com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.7.1 - Florestas de outras folhosas sem sub-bosque	212
5.1.1.7.2 - Florestas de outras folhosas com sub-bosque	221
5.1.1.7.3 - Florestas de outras folhosas com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.7.4 - Florestas de outras folhosas com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.2.1.2 - Florestas de pinheiro-bravo com sub-bosque	227
5.1.2.1.3 - Florestas de regeneração natural densa de pinheiro-bravo	233
5.1.2.1.4 - Florestas de pinheiro-bravo com sub-bosque de fetos	225
5.1.2.2.1 - Florestas de pinheiro manso sem sub-bosque	213
5.1.2.2.2 - Florestas de pinheiro manso com sub-bosque	227
5.1.2.2.3 - Florestas de pinheiro manso com sub-bosque de fetos	225
5.1.2.3.3 - Florestas de outras resinosas de agulha longa sem sub-bosque	213
5.1.2.3.4 - Florestas de outras resinosas de agulha longa com sub-bosque	227
5.1.2.3.5 - Florestas de outras resinosas (agulha curta e longa) com sub-bosque de fetos	225
5.1.2.3.6 - Florestas de outras resinosas (agulha curta e longa) com sub-bosque de herbáceas	226
6.1.1.1.1 - Matos jovens	235
6.1.1.1.2 - Matos baixos atlânticos	234
6.1.1.1.3 - Matos altos atlânticos	233
6.1.1.1.4 - Matos baixos mediterrânicos	237
6.1.1.1.5 - Matos altos mediterrânicos	236

Tabela 4: Modelo de Ocupação do solo e código do modelo de combustível florestal. Fonte: (Direção-Geral do Território, 2019).

Para caracterizar todo o território foram utilizados os valores referentes à Beira Baixa, visto ser uma área representativa quanto ao número de ignições e área ardida, em relação as outras Pyro regiões descritas na tabela 5. Por simplificação, considera-se o declive com valor constante (10°), considerando-se que nesta

avaliação da propagação à escala da paisagem as variações se compensam (ascendente/descendente) (P. M. Fernandes et al., 2014).

REGIÕES	MÉDIA DA VELOCIDADE DO VENTO (10 m)	P97**				
	P97* (km/h)	HUMIDADE DO COMBUSTIVEL FLORESTAL (%)				
		1h	10h	100h	LH	LW
ALENTEJO	16	4	5	7	30	57
ALGARVE	23	9	10	10	30	65
ALTO PORTUGAL	14	8	9	9	30	68
BEIRA ALTA	16	7	8	8	30	65
BEIRA BAIXA	16	5	6	7	30	63
BEIRA DOURO	15	7	8	8	30	67
BEIRA LITORAL	23	8	9	9	30	66
BEIRA SERRA	17	7	8	8	30	67
ESTREMADURA	26	6	7	8	30	69
NORDESTE TRANSMONTANO	15	7	8	8	30	64
NOROESTE CISMONTANO	17	11	11	11	30	76
SADO E RIBATEJO	21	6	7	9	30	65

Tabela 5: Macro Regiões de caracterização da meteorologia, onde os dados destacados a azul, Beira Baixa, foram os utilizados como referência no simulador. Devido ao cenário meteorológico representativo de incêndios rurais, com mais severidade. (* Percentil 97, utilizado para calcular as pyro-regiões) ** Humidade do combustível florestal e seu tempo de variação em 1 hora, 10 horas, 100 horas, LH, Herbáceas vivas e LW lenhosos vivas (P. Fernandes et al., 2002).

Os resultados obtidos da simulação para a intensidade da frente de fogo vão definir a classificação da carta de comportamento potencial do fogo. Assim, é proposto a utilização de 4 classes para o efeito da avaliação do potencial para a supressão intensidade relativa do fogo - classificação com base no comportamento potencial do fogo, CPF (P. Fernandes et al., 2007) (Tabela 6).

CLASSES DE COMPORTAMENTO POTENCIAL DE FOGO (CPF)	INTENSIDADE (KW/M) COMPRIMENTO DE CHAMA (M)	DESCRIÇÃO E DIFICULDADE DE COMBATE
CPF I	1 - 2000 0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
CPF II	2 000 – 4 000 2,6 – 3,5	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
CPF III	4 000 – 10 000 ≥ 3,6	Fogo passivo de copas. O ataque à cabeça do fogo é possível apenas com meios aéreos pesados, mas o seu sucesso não é garantido. Combate indireto. Considerações de segurança e efetividade aconselham que os esforços de controlo com meios terrestres incidam apenas nos flancos e retaguarda do fogo.
CPF IV	≥ 10 000 > 5,75	São expectáveis fogos de copas ativos. A velocidade de propagação, o potencial de focos secundários, e a probabilidade de o fogo transpor obstáculos são extremos. O ataque à cabeça do fogo não é possível.

Tabela 6: Classe de Comportamento Potencial do Fogo.

Após os trabalhos de processamento e ajustamento das variáveis dos grupos de modelação, são desenvolvidos os cenários de risco de causa de incêndios a partir dos

3 grupos de modelação, com a introdução do índice de favorabilidade para o grupo histórico e para grupo probabilidade, de acordo com a equação 2 que define o modelo:

$$C = ((GP * I) + (GH * i)) * GS$$

Equação 2: Equação do Modelo de Cenários de Causas.

Em que GP é o grupo probabilidade e I o índice de favorabilidade referente a percentagem da causa no período em estudo, GH é a recorrência da causa e i o índice que refere percentagem total de área ardida e GS a suscetibilidade associada ao modelo definida pelo simulador de comportamento de fogo *Behave* (Service et al., 2008), em classes de CPF.

O processo de modelagem pode ser descrito em forma de diagrama de processos para uma melhor clareza, de acordo com a Figura 3.

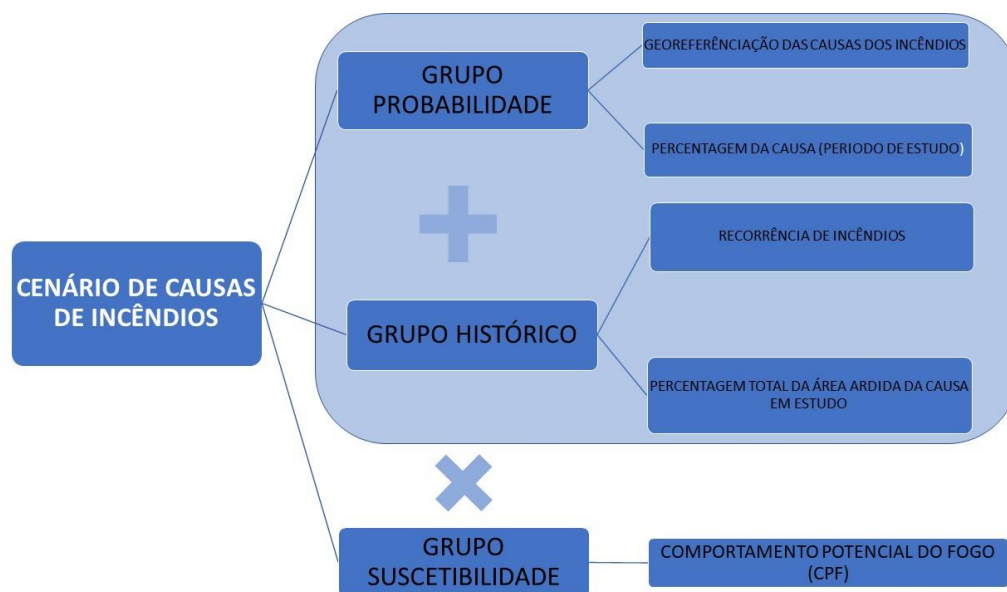


Figura 3: Processos de metodologia para a concepção de cenários de risco

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos no GP para cada causa independente, em formato matricial foi, segundo a Equação 2, somada ao resultado do Grupo Histórico GH, para a mesma causa, deriva da estimação por meio da krigagem mais o histórico da causa (Figura 4). O resultado varia em uma escala de 0 a 1. Em que 0 significa baixa probabilidade para a causa de incêndio e 1 alta probabilidade para a causa de incêndio.

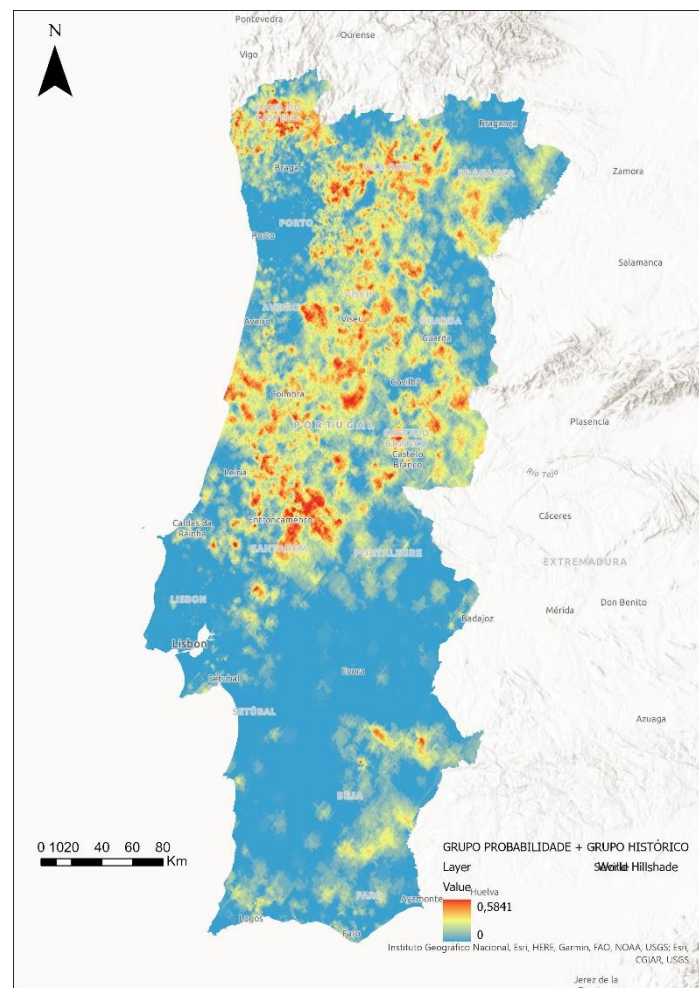


Figura 4: Resultado do Grupo Probabilidade somado ao Grupo Histórico associado a causa Intencional.

Posteriormente, apresenta-se por meio de uma multiplicação matricial o resultado do Grupo Suscetibilidade (GS), (Figura 5).

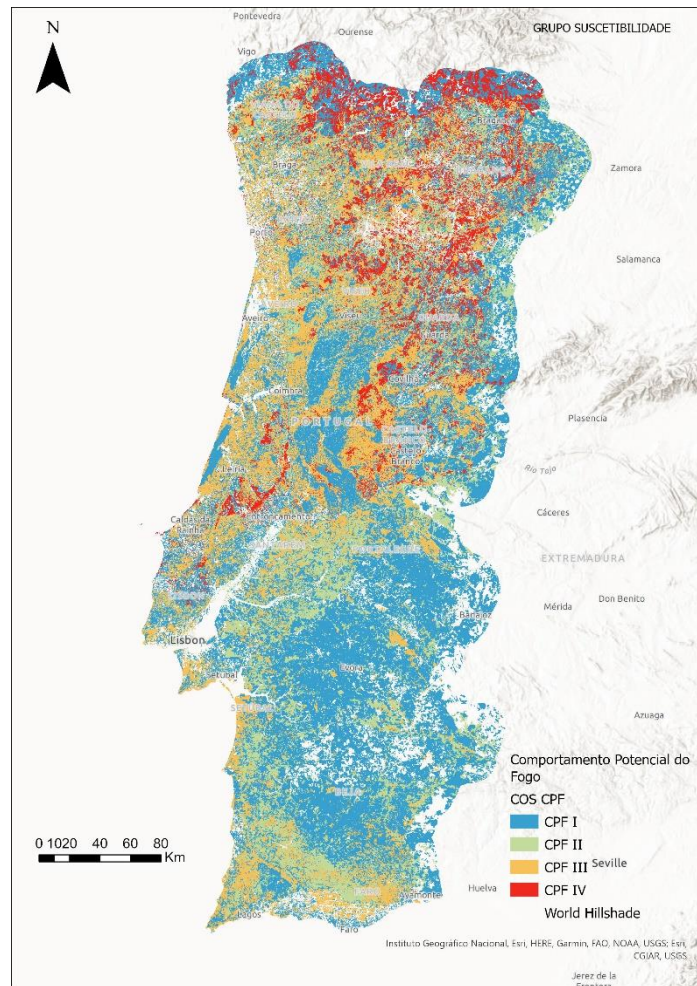


Figura 5: Cenário de suscetibilidade, Carta Comportamento Potencial do Fogo, CPF.

O resultado obtido define os cenários de causa, os quais foram validados de forma independente. Esta validação em forma de curva de sucesso define o acumulado dos pixéis ardidos da causa em questão, além de definir a classe de suscetibilidade, por meio de quartis do acumulado dos pixéis totais.

Fazendo uma analogia às classes de suscetibilidade florestal descritas por J. Verde & Zêzere, 2008 , associamos as classes de suscetibilidade calculadas neste estudo.

SUSCETIBILIDADE (J. VERDE & ZÉZERE, 2008)	CPF
MUITO ALTO	CPF IV
ALTO	
ELEVADA ¹	CPF III
BAIXA	CPF II
MUITO BAIXA	CPF I

Tabela 7: Tabela comparativa de suscetibilidade

3.1. Intencional

Por multiplicação simples, obtém-se uma representação do território que correspondem a condições específicas, que resultam dos resultados obtidos do GS, com a soma dos GP e GH.

As classes obtidas derivam dos pixels disponíveis o qual é calculado o quartil, obtendo-se assim a suscetibilidade em classes. A curva de sucesso obtém-se do acumulado dos pixels em classes decrescentes de suscetibilidade.

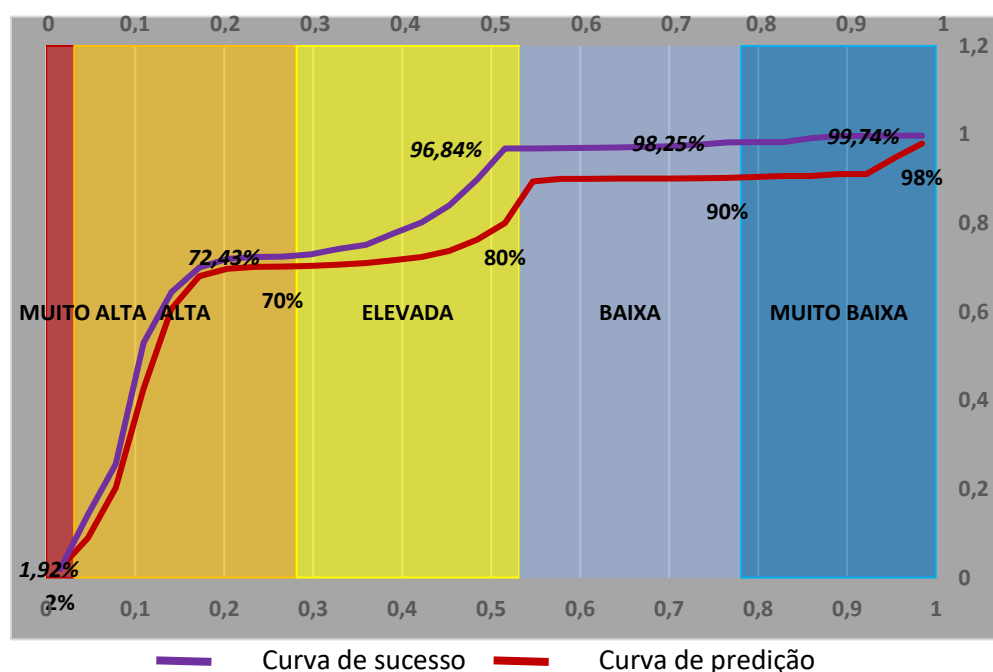


Figura 6: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.

¹ Em analogia a classe média da perigosidade estrutural (<i>Decreto-Lei n.º 82/2021 | DRE</i>, n.d.)

A curva de sucesso do cenário de causa de incêndios demonstra que, para as variáveis utilizadas com apenas 10% da área tratada, consegue-se enquadrar 40% dos pixels ardidos. Quando consideramos 20% da área total classificada com as duas classes mais elevadas de suscetibilidade, verifica-se que 72.43% da área ardida encontram-se dentro dessas duas classes, segundo o modelo. A curva estabiliza em 96% da área tratada que se encontra dentro das três classes de maior suscetibilidade, CPF IV e CPFIII, onde as três classes mais altas em 50% tratado engloba 96% da área ardida e nas outras duas classes mais baixas englobamos os outros 50% tratados em 4% da área ardida. A área ardida em que a suscetibilidade é mais elevada fica em quase 2%, sendo que 68% fica dentro das classes altas e elevada. A interpretação preditiva destes valores permite concluir que, em um horizonte temporal não definido, 96% dos incêndios de causa intencional vão acontecer nos 50% do território nacional continental classificado como as duas classes mais suscetível pelo modelo preditivo, cuja expressão espacial está expressa na figura 7.

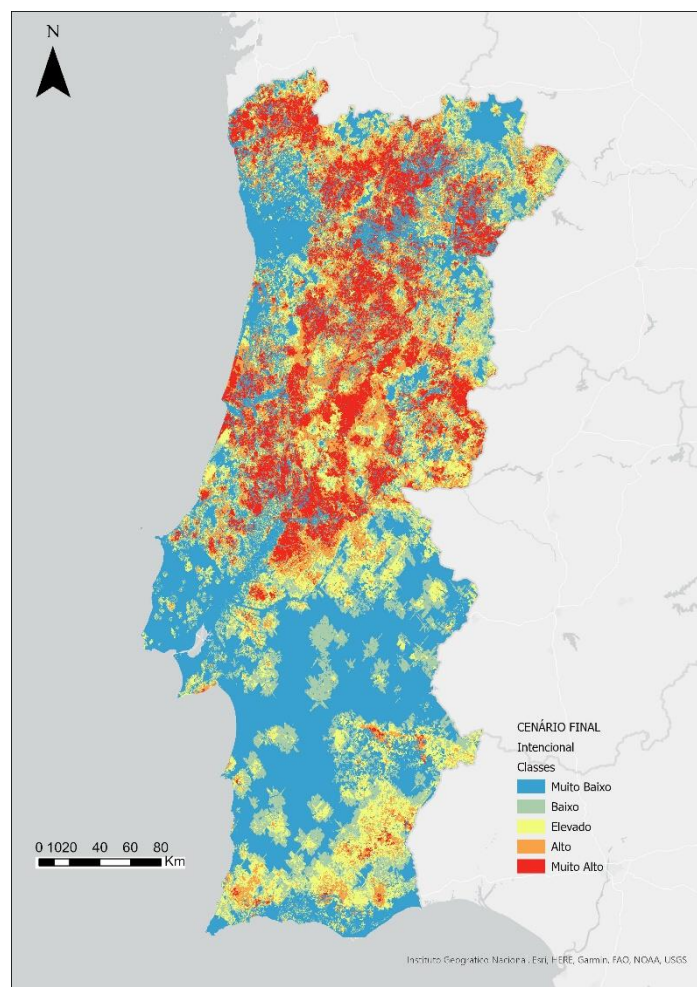


Figura 7: Cenário de causa de incêndios Intencionais

3.2. Negligente

A causa negligente é considerada a segunda causa com mais relevância no período de análise (Tabela 3: Número de ocorrências por causa nas Regiões de NUTS II, Fonte; (ICNF, 2010)).

As classes obtidas derivam dos pixels disponíveis, no qual é calculado o quartil, obtendo-se assim a suscetibilidade em classes. A curva de sucesso obtém-se do acumulado dos pixels em classes decrescentes de suscetibilidade.

Verificamos que 10% da área tratada enquadra 40% da área ardida. Assim, quase 30% das classes mais elevadas de suscetibilidade, CPF IV, enquadram 81% da área ardida.

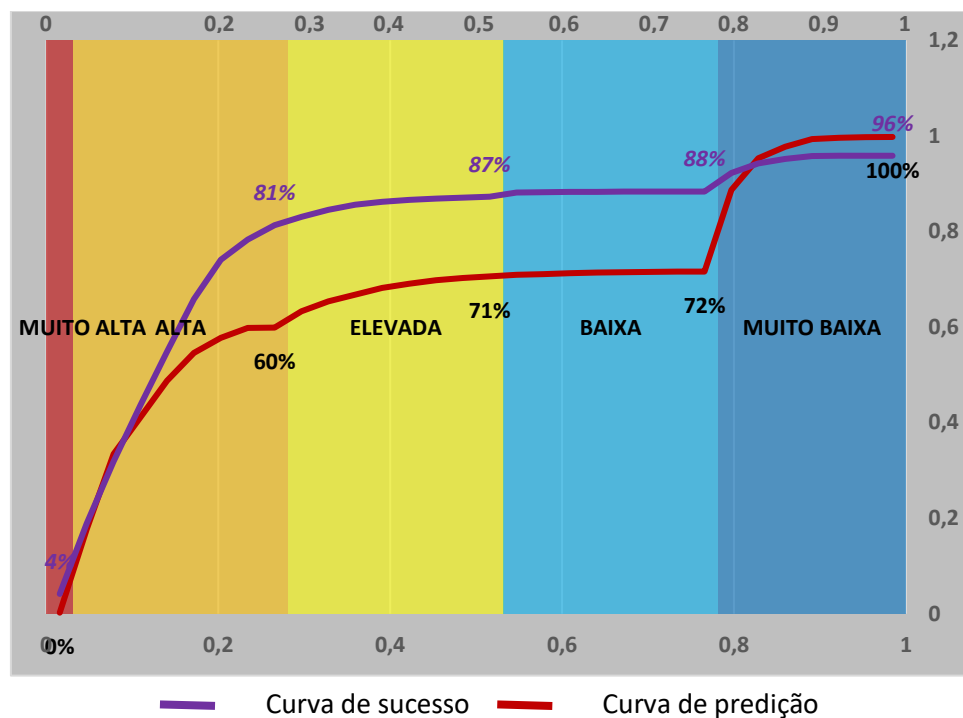


Figura 8: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.

Verificamos no gráfico de sucesso duas interseções, onde a curva de sucesso está dentro destas interseções, que 78 % da área tratada enquadra em 88% da área ardida nas três classes mais elevadas, CPF IV CPF III e CPF II.

Podemos referir que 92% dos incêndios vão acontecer nos 80% do território classificado acima das classes mais suscetíveis do modelo preditivo, em que dos 40% a 67% da área ardida vão acontecer em 70% do território que fica classificado entre a classe alta e a baixa (Figura 8). A representação espacial da figura 8 reflete-se na figura 9.

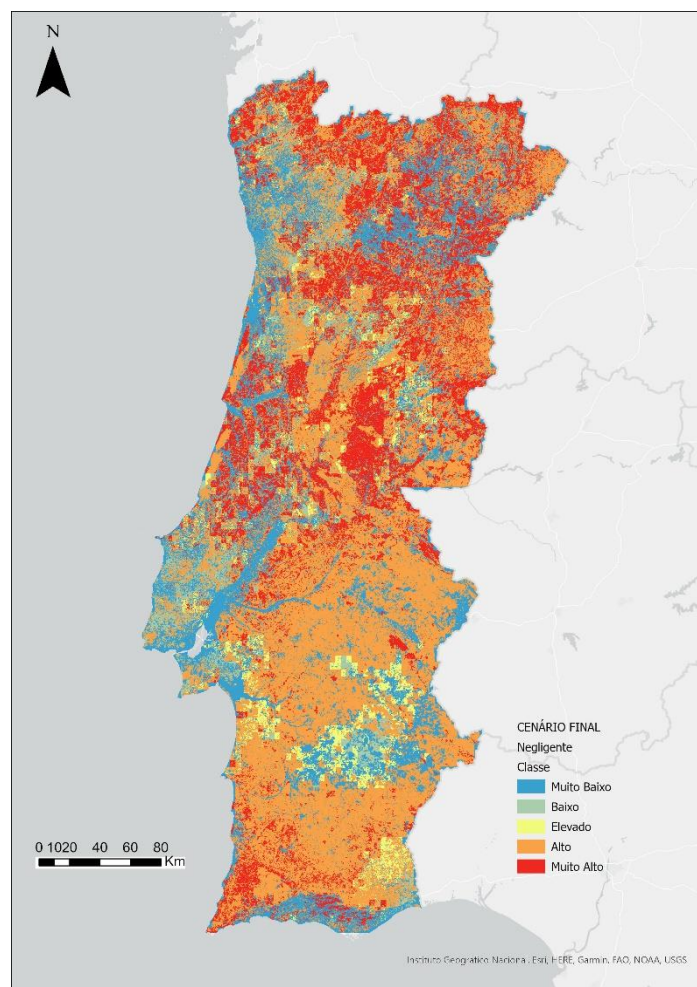


Figura 9: Cenário de causa de incêndios Negligente.

3.3. Natural

A causa natural é das causas com menos representação (Tabela 3: Número de ocorrências por causa nas Regiões de NUTS II, Fonte; (ICNF, 2010)., onde se verifica que número de ocorrências ligadas a causa natural é muito baixa.

As classes obtidas na tabela 10, derivam dos pixels disponíveis o qual é calculado o quartil, obtendo-se assim a suscetibilidade em classes.

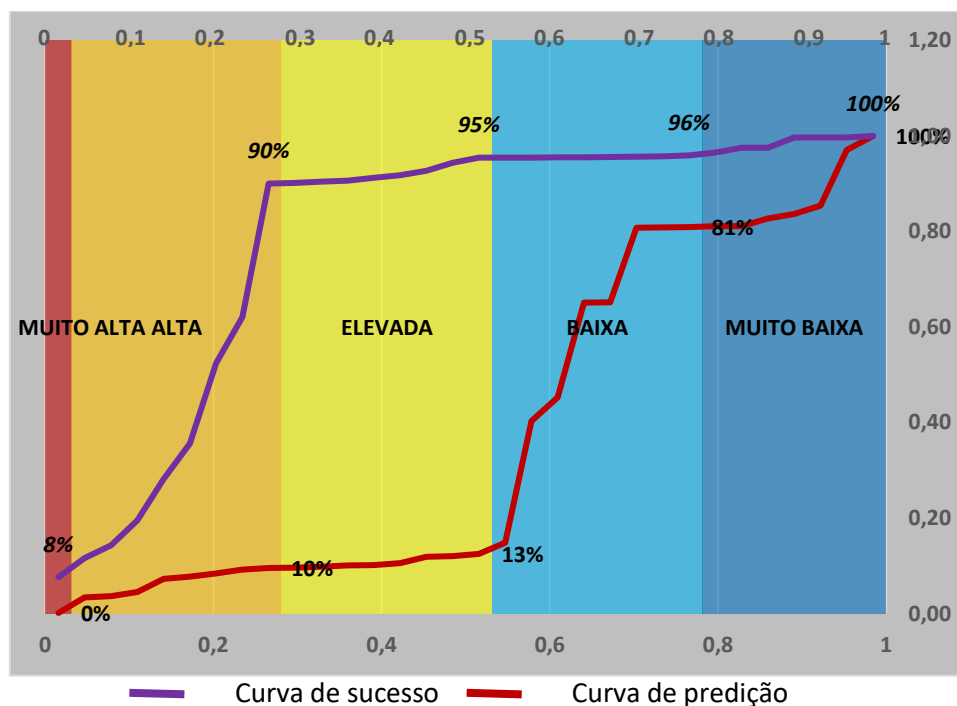


Figura 10: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.

Podemos verificar que a resposta da curva de sucesso no gráfico da Figura 10, que em 28% da área tratada enquadra 90% dos incêndios. Observando ainda o gráfico, os 95% de área ardida fica enquadrada dentro dos 50% de área tratada, além dos mesmos 95% de incêndios estar abrangido pelas três classes mais elevadas de suscetibilidade, CPF IV, CPF III. A sua representação espacial reflete-se na figura 11.

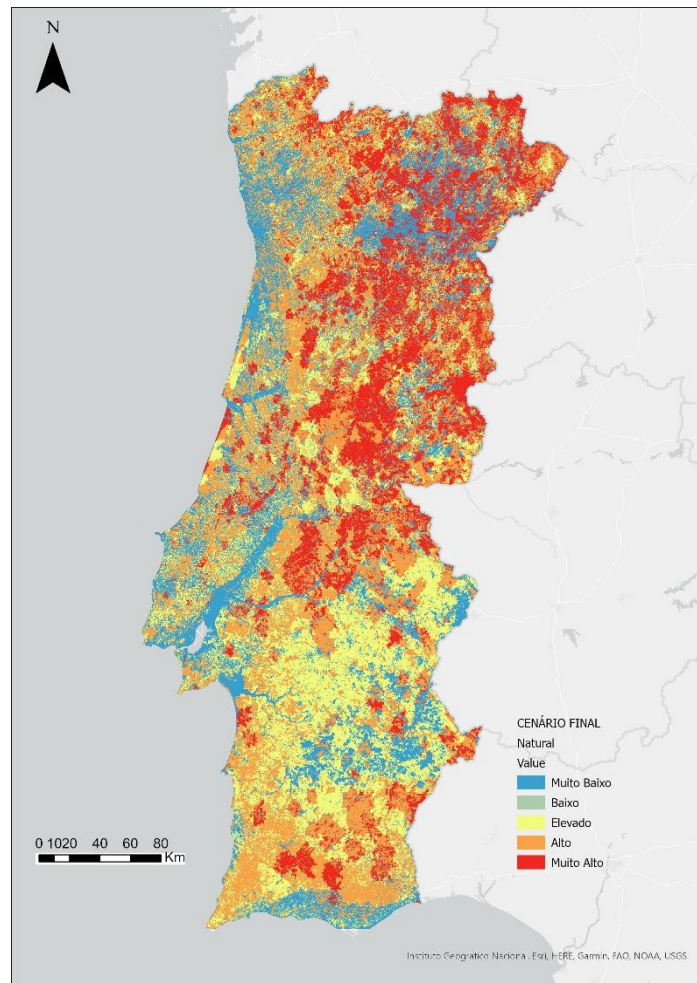


Figura 11: Cenário de causa de incêndios Naturais.

3.4. Indeterminada

A causa indeterminada, como refere o nome, é a causa que não se consegue determinar a causa relacionada com a ignição do incêndio, (ICNF, 2014).

A curva é obtida segundo o acumulado de pixels ardidos e o cálculo para elaboração do gráfico com as curvas de sucesso e previsão, além da separação das classes de suscetibilidade definidas por quartil.

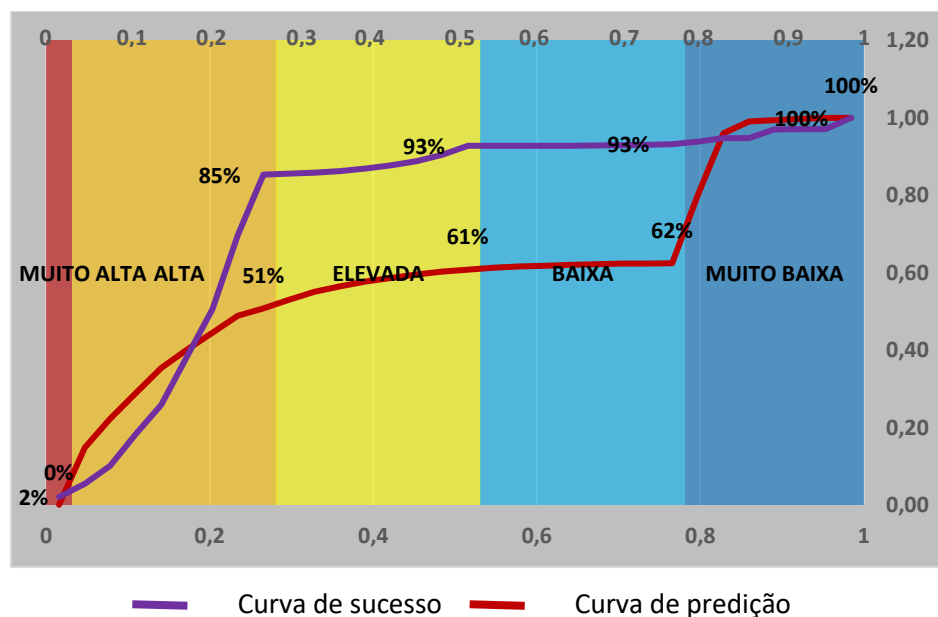


Figura 12: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.

Verificamos que 85% dos incêndios estão enquadrados em 30% da área tratada, além de 93% dos incêndios estarem dentro de 50% de área tratada (Figura 12).

O gráfico também demonstra que a resposta da curva de sucesso entre as duas interseções revela que o modelo prevê a necessidade de mais área tratada para a mesma área ardida, ou seja, a área tratada está sobrestimada em relação a curva de predição. A área dentro das interseções revela que 95% dos incêndios estão contidos dentro da área tratada, as quais representam as três classes de maior suscetibilidade, CPF IV, CPF III (Figura 13).

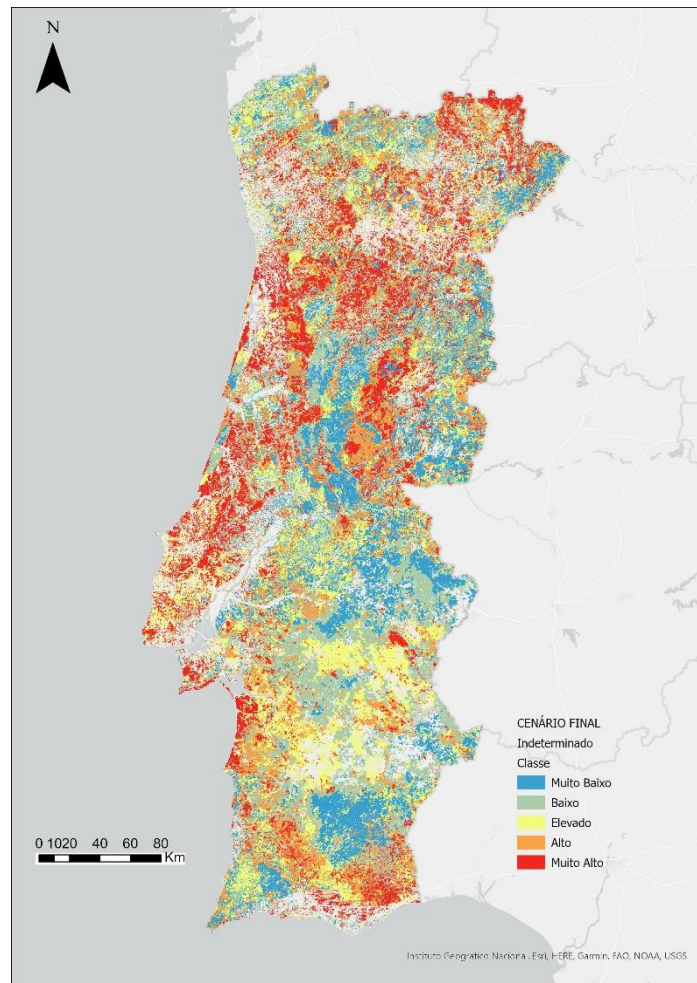


Figura 13: Cenário de causa de incêndios Indeterminados

3.5. Reacendimentos

Os reacendimentos ocorrem por fracasso da fase de rescaldo, apesar desta constituir parte integrante do combate (S. Fernandes et al., 2017).

O resultado obtido refere o acumulado de pixels ardidos e o cálculo para elaboração do gráfico com as curvas de sucesso e previsão, além da separação das classes de suscetibilidade definidas por quartil.

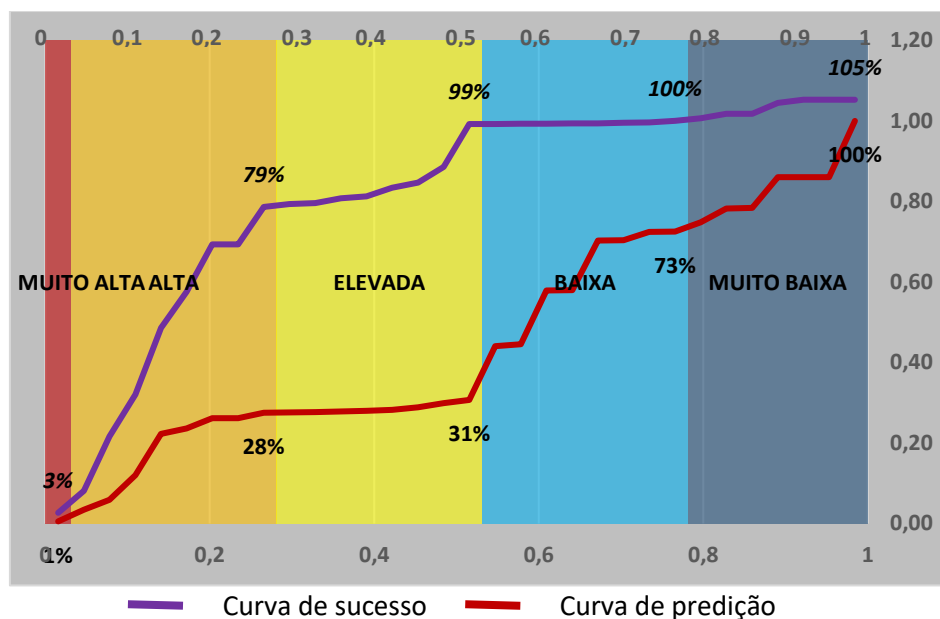


Figura 14: Curva de sucesso para a série 2010-2020 e curva de predição para a série 2001-2010. As cores assinalam as classes de suscetibilidade definidas com base em quartis.

Verificamos que o modelo para a causa de reacendimentos, 99% da área ardida esta contida em 50% da área tratada (Figura 14). Ou seja, no modelo para esses mesmos 99% na curva de sucesso, iremos precisar de 53% de área tratada para conter quase 100% de incêndios de causa reacendimento (Figura 15).

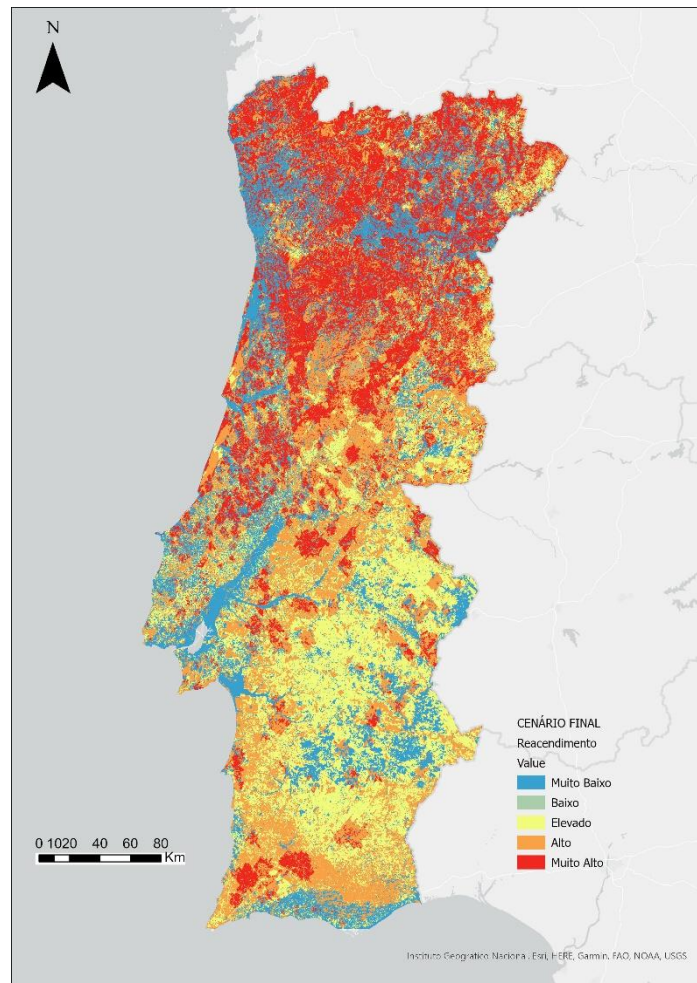


Figura 15: Cenário de causa de incêndios Reacendimentos.

4. DISCUSSÃO

A cartografia de suscetibilidade de causas é similar ao mapa de suscetibilidades, com a diferença que tem um cenário subjacente para o qual podem determinar a probabilidade de envolvimento da causa em cada unidade matricial de terreno, no incêndio.

Considera-se um cenário de causa reacendimento em que a área total em Portugal continental é de 500 mil hectares. A Tabela 8 demonstra a probabilidade de que cada pixel ser afetado por um incêndio.

Classe	% por classe	Valor preditivo	Probabilidade
MUITO BAIXA	0,02%	879,9486	0,1136
BAIXA	0,77%	38667,07	0,0026
ELEVADA	20,54%	1027060	0,0001
ALTA	75,99%	3799481	0,0000
MUITO ALTA	2,68%	133912,4	0,0007

Tabela 8: Cenário para causa reativação, em Portugal continental, para uma área de 500 mil hectares.

No cenário apresentado, a probabilidade de que qualquer pixel da classe de suscetibilidade baixa seja afetado é reduzida (10%) sendo que para as classes mais elevadas é ainda mais reduzida, quase nula, não havendo probabilidade de acontecer. Não sendo seguro em probabilidades dizer que a possibilidade de ocorrência seja absolutamente nula, no cenário presente, alta e muito alta, seria improvável que essa classe fosse afetada.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que é possível avaliar a suscetibilidade florestal para a causa de incêndios, criando cenários suscetíveis de causas usando poucas variáveis como o histórico, a causa e a ocupação do solo. A relação que o fogo tem com a ocupação do solo e a sua suscetibilidade elevada, a qual se junta o histórico de incêndios e a causa, podem para melhorar a definição de padrões de ocorrências e definição dos locais de recorrência. O padrão de ocorrência por estar associado à causa, o qual vem diferenciar o território suscetível introduzindo fatores que de outro modo seriam mais complicados de trabalhar, segundo (J. C. Verde, 2008). O comportamento humano e os aspetos sociais estão

ligados às causas de incêndios, assim, o modelo implementado serve para avaliar a probabilidade de tal causa acontecer e sua suscetibilidade.

Verificamos que é rápido e menos complexo implementar modelos como aqui descrito, começando a existir menos razão para não fazer uma avaliação da causa de incêndios, sendo este instrumento para ações de mitigação de risco, tais como ações de prevenção, como por exemplo, vigilância do território como fator dissuasor durante os dias de perigo elevado de incêndio rural, também a criação de faixas de gestão de combustível as quais tem suporte na cartografia de perigosidade florestal e suscetibilidade florestal. O apoio ao pré-posicionamento de meios durante a fases mais favoráveis à ocorrência de incêndios, havendo cartografia legal e atualizada a qual suporta as áreas de maior perigo de incêndio, (J. C. Verde, 2008) , as quais podemos associar o cenário de causa, melhorando assim o apoio à decisão e contribuindo para o programa nacional de redução de ignições (Redução, n.d.).

Os resultados obtidos no estudo podem ser utilizados separadamente no planejamento para que possamos direcionar a resposta consoante a causa em questão. A maior parte dos estudos na área da perigosidade analisa a suscetibilidade e o perigo de incêndio, nunca associando aos fatores sociais da causa. O processo de estudo sobre a redução de ignições deve levar em conta a causa, mas também a suscetibilidade, pois essa associação da suscetibilidade florestal a causa de incêndios ainda não fora estudada nesta forma (Alcasena & Engineer, 2020).

Uma das limitações no desenvolver do trabalho prende-se no fato da informação contida na tabela de atributos das áreas ardidas não trazer a causa associada a ocorrência. Assim a análise espacial do problema levaria menos tempo e o tratamento dos dados seria menos moroso, diminuindo possíveis erros de associação espacial da localização ou o identificador das ocorrências, número das ocorrências não estarem em formatos iguais. Também o fato das coordenadas do ponto de início não serem precisas, associadas normalmente a informação dos operacionais no terreno aquando estão a informar o primeiro ponto de situação, POSIT.

Todas as causas estudadas demonstram sob a curva de sucesso que a área tratada apresenta resultados mais favoráveis que as áreas não tratadas com o modelo. As causas intencional, negligente, natural e reacendimentos, apresentam resultados

satisfatórios, apresentando para uma área de 20% uma eficácia de 72% para a causa intencional, 74% para causa negligente, 52% para a causa natural e 69,3% para a causa reacendimentos. Para a causa indeterminada o modelo tem alguma zonas de intersecção a qual a resposta é negativa em relação a validação. Essa instabilidade do modelo para a causa indeterminada prende-se com o fato de as outras causas condicionarem a resposta, pois a causa indeterminada pode ser qualquer outra das causas, a qual não se conseguiu determinar com exatidão. Mesmo assim, a resposta do modelo no seu contexto geral é positiva para uma área de 20%, possuindo uma eficácia de 50,7%.

Para dar resposta ao planeamento em alturas de maior probabilidade de incêndios rurais, os cenários de causas de incêndios podem definir as zonas as quais a motivação associada as suscetibilidades podem condicionar e ou impactar o combate. As causas sociais nunca transcritas em cartografia de cenários, poderão ser uma mais-valia para o planeamento. Essa cartografia pode ajudar no estudo dos padrões motivacionais de incêndios, como também na gestão de combustível associado a motivação e suscetibilidade.

Como anteriormente referido no texto, as causas são fenómenos sociais, os quais são importantes estudá-las, assim como em estudos anteriores possuímos a suscetibilidade florestal, a perigosidade de incêndios rurais, o cenário de causas de incêndios, seria importante estudar o fluxo social associado as maiores áreas ardidas ou ao numero de ignições, sabendo nós que este estudo, pode definir macro áreas para que o estudo dos fenómenos sociais associados aos incêndios possam evoluir,

5. CONCLUSÃO

Podemos concluir que as curvas permitem validar o modelo de suscetibilidade, onde a curva de sucesso avalia apenas a calibração do modelo preditivo. A curva de predição pode ter uma interpretação preditiva, visto decorrer de validação independente.

Assim, podemos verificar que para as causas intencionais, naturais e reacendimentos, a resposta da curva de predição é menos boa em relação à curva de sucesso. Verifica-se que 70% da nova área ardida está dentro dos 28% da área classificada das duas mais suscetível, CPF IV, para a causa intencional. Para a causa natural 13% da área esta classificada dentro dos 55% das áreas classificadas como as duas mais suscetíveis. Por fim, a causa de reacendimento, 28% da área ardida está contida em 29% da área classificada das duas mais suscetíveis, CPF IV.

Para as causas negligente e indeterminada, o modelo responde de forma diferente para as duas causas. Existem dois pontos de interseção onde o modelo responde eficientemente dentro das interseções e sobrevaloriza fora das interseções. No caso da causa negligente 60% a nova área ardida está enquadrada dentro de 28% das duas áreas mais suscetíveis. Verificamos que no extremo da classe há uma resposta sobrevalorizada do modelo, apresentando uma sobreposição da área ardida nas duas curvas e na classe mais baixa uma sobrevalorização, ou seja, mais área ardida que a predição. Para a causa indeterminada, 46 % da nova área está englobada em 18% das duas classes mais suscetíveis, CPF IV, mas a resposta do modelo é sobrevalorizada em relação a predição, como na classe mais baixa de suscetibilidade, a resposta é idêntica, ou seja, o modelo indica que há mais área ardida que a predição. A causas indeterminada responde, de acordo com a curva de sucesso, melhor que a curva de predição entre as classes elevada e baixa, de suscetibilidade, CPF II e CPF III. A utilização dos quartis prende-se pelas quatro classes definidas na carta de comportamento potencial do fogo CPF, com o objetivo de manter a coerência de classes de suscetibilidade e de acordo com a legislação em vigor, (*Decreto-Lei n.º 82/2021 / DRE, n.d.*), a qual refere as cinco classes de suscetibilidade, muito baixo, baixo, elevada, alta e muito alta.

O resultado obtido neste trabalho demonstra que é possível classificar a suscetibilidade pelas causas de incêndio florestal com recursos a poucas variáveis. A utilização de modelos de comportamento de fogo como o Behave, torna o cálculo da suscetibilidade mais credível e mais aproximado a realidade, criando uma relação as causas dos incêndios. A avaliação de cenários de risco de causa, fornece respostas a gestão de risco. A utilização deste método só será total quando puder responder onde é mais provável que incêndios de determinada causa, ocorra e onde há mais probabilidade de acontecer, caracterizando os locais onde haja maiores danos, ou níveis de perda mais elevados, ou como (J. Verde & Zêzere, 2008) refere no seu artigo, " Só se protege racionalmente aquilo cujo valor se conhece".

REFERÊNCIAS

- Alcasena, F., Ager, A., Page, Y. le, Bessa, P., Loureiro, C., & Oliveira, T. (2021). Assessing wildfire exposure to communities and protected areas in Portugal. *Fire*, 4(4). <https://doi.org/10.3390/fire4040082>
- Alcasena, F., & Engineer, F. (2020). *Modelling large fire spread and behaviour in Portugal*.
- Decreto-Lei n.º 82/2021 | DRE. (n.d.). Retrieved May 24, 2022, from <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/82-2021-172745163>
- DG Território. (2018). *Especificações Técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de Portugal Continental para 1995, 2007, 2010e 2015Junho2018*. http://mapas.dgterritorio.pt/atom-dgt/pdf-cous/COS2018/ET-COS-2018_v1.pdf
- DIREÇÃO- GERAL DO TERRITÓRIO. (n.d.). *Registo Nacional de Dados Geográficos - Direção-Geral do Território*. Retrieved March 28, 2022, from <https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/search?anysnig=COS&fast=index>
- Direção-Geral do Território. (2019). *Especificações Técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de Portugal Continental*. http://mapas.dgterritorio.pt/atom-dgt/pdf-cous/COS2018/ET-COS-2018_v1.pdf
- Fernandes, P., Botelho, H., & Loureiro, C. (2002). *Manual de formação para a técnica do fogo controlado*. 1–144.
- Fernandes, P., Gonçalves, H., Loureiro, C., Fernandes, M., Costa, T., Cruz, M. G., & Botelho, H. (2009). Modelos de Combustível Florestal para Portugal. *Actas Do 6º Congresso Florestal Nacional. SPCF, Lisboa.*, 17(July 2015), 348–354.
- 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. *Journal of Environmental Management*, 146, 373–382. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.049>
- Fernandes, P., Utad, D. F., & Palheiro, P. (2007). *Interpretação dos índices do Sistema Canadano de Indexação do Perigo de Incêndio Florestal*.
- Fernandes, S., Meira Castro, A. C., & Lourenço, L. (2017). Duas décadas de investigação das causas de incêndios florestais em Portugal continental. V *Congresso Internacional de Riscos “Riscos e Educação.”* <https://doi.org/978-989-20-7587-7>
- Ferreira-leite, F., & Lourenço, L. (2011). Grandes incêndios florestais em Portugal Continental. Da história recente à atualidade. *Cadernos de Geografia Nº 30/31 - 2011/12 Nº 30/31 - 2011/12 Coimbra, FLUC*, 81–86.
- ICNF. (n.d.). *IDE ICNF*. Retrieved March 28, 2022, from <http://geocatalogo.icnf.pt/>
- ICNF. (2010). *Sistema de Gestão de Informação de Incêndios Florestais*. https://fogos.icnf.pt/sgif_app/PaginaVazia.asp
- ICNF. (2014). *ANÁLISE DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS*. <https://www.icnf.pt/api/file/doc/7218b448c991d725>
- Jessie, E., Burgan, R. E., & Rothermel, R. C. (1984). *BEHAVE: Fire Behaviour Prediction and Fuel Modelling System -- FUEL Subsystem BEHAVE: Fire Behavior Prediction and Fuel Modelling FUEL Subsystem*.
- Johnston, K., Hoef, J. M. ver, Krivoruchko, K., & Lucas, N. (2001). *Using ArcGIS Geostatistical Analyst GIS by ESRI™*. www.esri.com
- PORDATA. (n.d.). *PORDATA - O que são NUTS?* Fundação Francisco Manuel Dos Santos. Retrieved May 18, 2022, from <https://www.pordata.pt/O+que+sao+NUTS>

- Projeto, D. (2006). “CAUSAS DE IGNIÇÃO HUMANAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS ” *Relatório final*. 96.
<http://www2.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/dados-imp/Rel-estudo-20causas-20CIES-ISCTE-06.pdf/view>
- Rebelo, F. (1999). A TEORIA DO RISCO ANALISADA SOB UMA PERSPECTIVA GEOGRAFICA. 18, 3–13.
- Redução, D. de. (n.d.). PROGRAMA NACIONAL.
- Rego, F., Morgan, P., Fernandes, P., & Hoffman, C. (2021). *Futuring: Trends in Fire Science and Management* (pp. 599–631). https://doi.org/10.1007/978-3-030-69815-7_14
- Rhind, Paul A. Longley, Michael F. Goodchild, David J. Maguire, D. W. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (W. G. E. US., Ed.; (4th Edição). <https://bookshelf.vitalsource.com/books/9781119031307>
- San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Liberta', P., Artes Vivancos, T., Jacome Felix Oom, D. P., Branco, A., de Rigo, D., Ferrari, D., Pfeiffer, H., Grecchi, R., Nuijten, D., Onida, M., & Loffler, P. (2021). *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2020* (Issue KJ-NA-30862-EN-N (online), KJ-NA-30862-EN-C (print)). <https://www.copernicus.eu/pt-pt/sistema-europeu-de-informacao-sobre-incendios-florestais>
- Service, F., Andrews, P. L., Bevins, C. D., & Seli, R. C. (2008). *United States Department of Agriculture BehavePlus fire modeling system User's Guide*. <http://www.fs.fed.us/rm/main/pubs/electronic.html>
- 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. *Landscape and Urban Planning*, 101(4), 349–358.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.001>
- Verde, J. C. (2008). *Avaliação da perigosidade de incendio florestal*. http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/502/1/17981_Tese_Mestrado_Geografia_Fisica_JOAOVERDE.pdf
- Verde, J., & Zêzere, J. L. (2008). AVALIAÇÃO DA PERIGOSIDADE DE INCÊNDIO FLORESTAL.
http://webpages.icav.up.pt/Pessoas/mccunha/Silvicultura/Aulas/incendios/Artigo_VI_Congresso_JVerde_JLZezere.pdf
- Viegas de Araújo Motomiya, A., Eduardo Corá, J., & Tadeu Pereira, G. (2006). *USO DA KRIGAGEM INDICATRIZ NA AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE FERTILIDADE DO SOLO (1)* (Vol. 30).

ANEXOS

Área de Estudo (Pyro-Regiões)



Anexo 1: Figura da área de estudo/Pyro-regiões.

Uso e Ocupação do Solo

CODIFICAÇÃO DA OCUPAÇÃO DO SOLO	CÓDIGO MODELO DE COMBUSTIVEL
2.1.1.1.1 - Culturas temporárias de sequeiro	232
2.1.1.1.2 - Culturas temporárias de regadio	93
5.1.1.1.1 - Florestas de sobreiro sem sub-bosque	212
5.1.1.1.3 - Florestas de sobreiro com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.1.4 - Florestas de sobreiro com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.1.2.1 - Florestas de azinheira sem sub-bosque	212
5.1.1.2.2 - Florestas de azinheira com sub-bosque	222
5.1.1.2.3 - Florestas de azinheira com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.2.4 - Florestas de azinheira com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.1.3.1 - Florestas de outros carvalhos sem sub-bosque	212
5.1.1.4.1 - Florestas de castanheiro sem sub-bosque	212
5.1.1.4.2 - Florestas de castanheiro com sub-bosque	221
5.1.1.4.3 - Florestas de castanheiro com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.4.4 - Florestas de castanheiro com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.1.5.2 - Florestas de eucalipto sem sub-bosque	211
5.1.1.5.3 - Florestas de eucalipto com sub-bosque	223
5.1.1.5.4 - Florestas de eucalipto com seleção de varas	238
5.1.1.5.5 - Florestas de eucalipto com resíduos de exploração	239
5.1.1.5.6 - Florestas de eucalipto com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.7.1 - Florestas de outras folhosas sem sub-bosque	212
5.1.1.7.2 - Florestas de outras folhosas com sub-bosque	221
5.1.1.7.3 - Florestas de outras folhosas com sub-bosque de fetos	225
5.1.1.7.4 - Florestas de outras folhosas com sub-bosque de herbáceas	226
5.1.2.1.2 - Florestas de pinheiro-bravo com sub-bosque	227
5.1.2.1.3 - Florestas de regeneração natural densa de pinheiro-bravo	233
5.1.2.1.4 - Florestas de pinheiro-bravo com sub-bosque de fetos	225
5.1.2.2.1 - Florestas de pinheiro manso sem sub-bosque	213
5.1.2.2.2 - Florestas de pinheiro manso com sub-bosque	227
5.1.2.2.3 - Florestas de pinheiro manso com sub-bosque de fetos	225
5.1.2.3.3 - Florestas de outras resinosas de agulha longa sem sub-bosque	213
5.1.2.3.4 - Florestas de outras resinosas de agulha longa com sub-bosque	227
5.1.2.3.5 - Florestas de outras resinosas (agulha curta e longa) com sub-bosque de fetos	225

5.1.2.3.6 - Florestas de outras resinosas (agulha curta e longa) com sub-bosque de herbáceas	226
6.1.1.1.1 - Matos jovens	235
6.1.1.1.2 - Matos baixos atlânticos	234
6.1.1.1.3 - Matos altos atlânticos	233
6.1.1.1.4 - Matos baixos mediterrânicos	237
6.1.1.1.5 - Matos altos mediterrânicos	236

Anexo 2: Tabela de Ocupação do solo com os códigos associados a ocupação para utilização do simulador de comportamento de fogo.

Dados de entrada do simulador

BehavePlus 5.0.5 (Build 307)

CENÁRIOS DE RISCO DE INCÊNDIOS RURAIS
Sun, Sep 26, 2021 at 16:03:55

Input Worksheet

Inputs: SURFACE

Input Variables	Units	Input Value(s)
Fuel/Vegetation, Surface/Understory		
Fuel Model		F-EUC, F-FOL, F-PIN, F-RAC, M-CAD, M-ESC, M-EUC, M-EUCd, M-EUCv, M-F, M-H, M-PIN, R-EUC, V-Ha, V-Hb, V-MAa, V-MAb, V-MH, V-MMa, V-MMb
Fuel Moisture		
1-h Moisture	%	5
10-h Moisture	%	6
100-h Moisture	%	7
Live Herbaceous Moisture	%	30
Live Woody Moisture	%	63
Weather		
Midflame Wind Speed (upslope)	km/h	16
Terrain		
Slope Steepness	deg	10
Notes		
PRIMEIRA SIMULAÇÃO COM CENÁRIO DA BEIRA BAIXA		

Run Option Notes

Maximum reliable effective wind speed limit IS imposed [SURFACE].

Calculations are only for the direction of maximum spread [SURFACE].

Fireline intensity, flame length, and spread distance are always for the direction of the spread calculations [SURFACE].

Wind is blowing upslope [SURFACE].

Anexo 3: Figura dos dados de entrada do simulador, Behave, comportamento do fogo.

Resultado do simulador Behave.

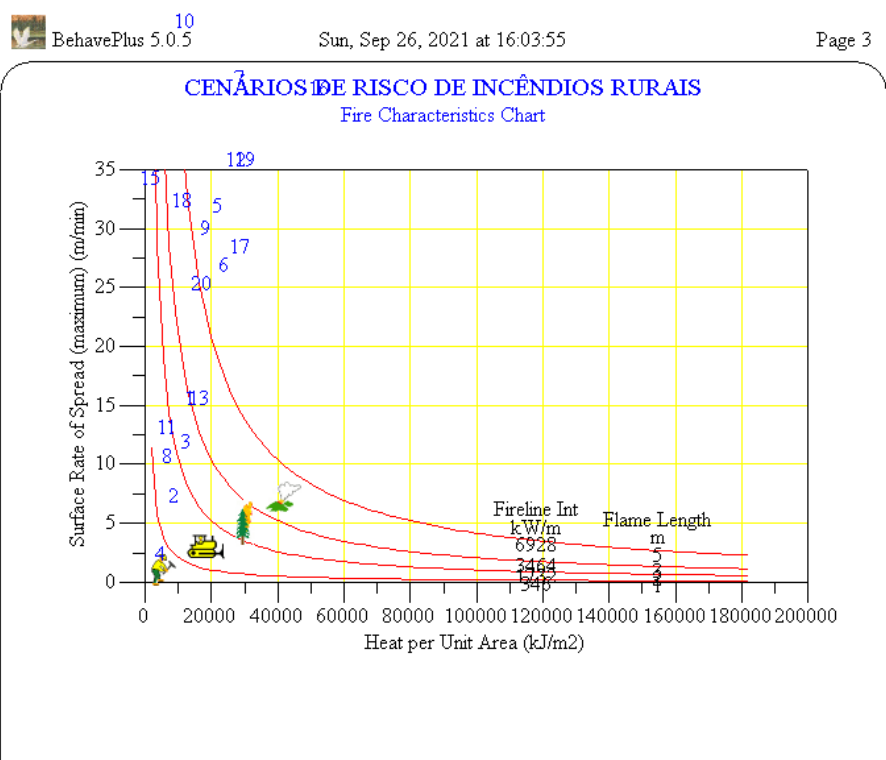
Código do modelo de combustível	Modelo de combustível	BEIRA BAIXA ROS ² (max.) m/min	Intensidade da frente de fogo kW/m	comprimento de chama (m)	Classe de Comportamento Potencial do Fogo (CPF)	CPF CLASSES Intensidade (kW/m)	CPF CLASSE Comprimento da chama (m)	Descrição e dificuldade de controle por ataque direto
212	F-FOL	2,3	335	1,1	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
213	F-PIN	3,4	697	1,6	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
214	F-RAC	0,7	59	0,5	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
221	M-CAD	8,7	3156	3,2	CPF II	2 000 – 4 000	2,6 – 3,5	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
222	M-ESC	7,4	2930	3	CPF II	2 000 – 4 000	2,6 – 3,5	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
223	M-EUC	12,6	6012	4,2	CPF III	4 000 – 10 000	≥ 3,6	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
224	M-EUCd	3,3	366	1,2	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
238	M-EUCv	8,4	2572	2,9	CPF II	2 000 – 4 000	2,6 – 3,5	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
226	M-H	3,4	348	1,1	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
227	M-PIN	9,4	4278	3,6	CPF III	4 000 – 10 000	≥ 3,6	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
232	V-Hb	15,5	388	1,2	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.

² ROS - Rate of Spread (Taxa de propagação)

233	V-MAa	14,1	12239	5,9	CPF IV	4 000 – 10 000	$\geq 3,6$	São expectáveis fogos de copas ativos. A velocidade de propagação, o potencial de focos secundários, e a probabilidade do fogo transpor obstáculos são extremos. O ataque à cabeça do fogo não é possível.
234	V-MAb	8,7	4117	3,6	CPF III	4 000 – 10 000	$\geq 3,6$	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
235	V-MH	8,5	1565	2,3	CPF I	1-2000	0 – 2,5	Fogo de superfície, os meios terrestres são efetivos em toda a extensão do perímetro do incêndio com apoio de água.
236	V-MMa	13,9	6959	4,5	CPF III	4 000 – 10 000	$\geq 3,6$	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.
237	V-MMb	9,5	2713	2,9	CPF II	2 000 – 4 000	2,6 – 3,5	Fogo de superfície de elevada intensidade, com períodos de fogo de copas. O sucesso do ataque à cabeça do fogo exigirá provavelmente meios aéreos.

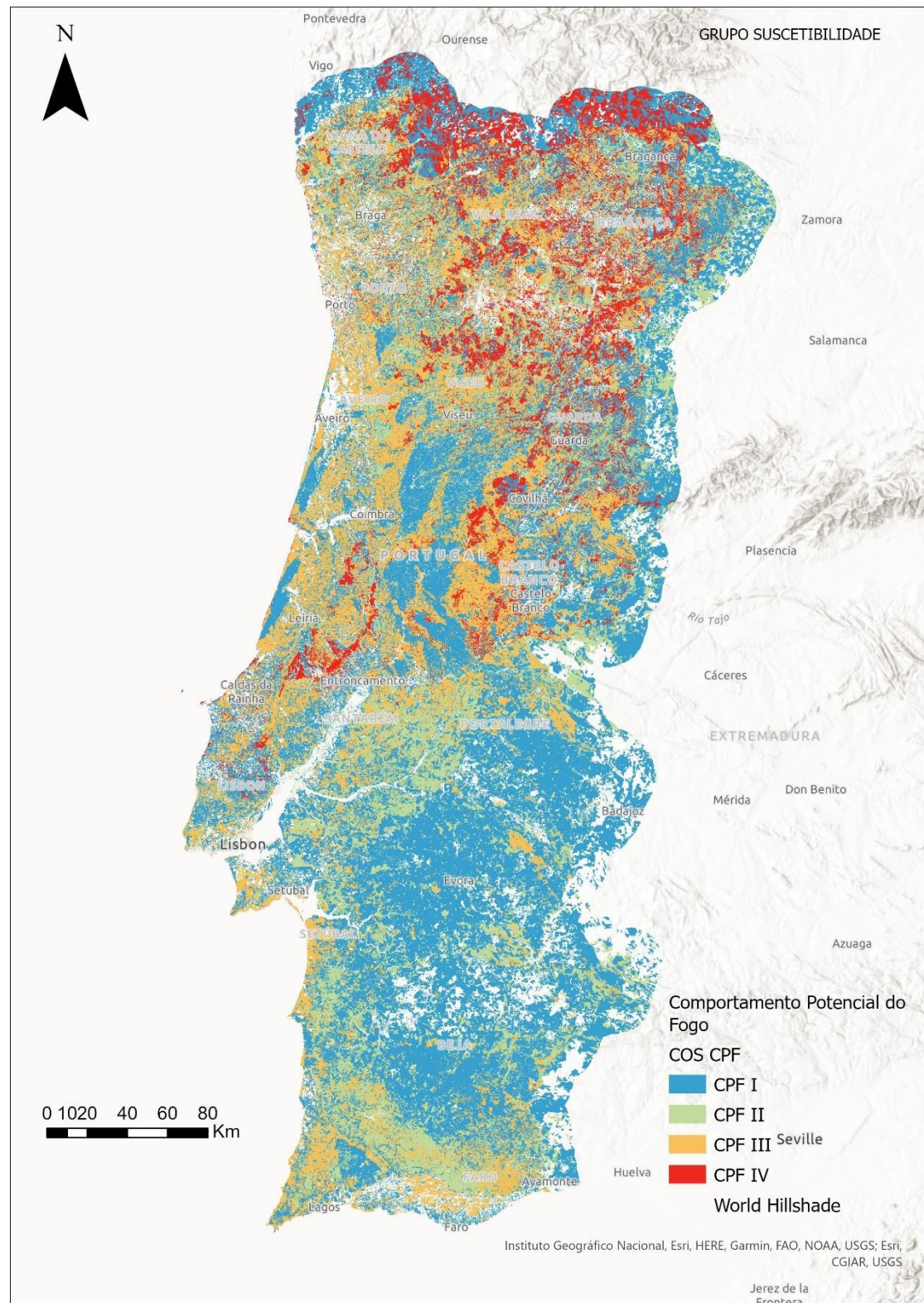
Anexo 4: Tabela resultado do simulador, Behave, com o modelo de combustível e a associação ao comportamento de fogo.

Gráfico de resultados, Behave, de comportamento de fogo



Anexo 5: Gráfico de características de fogo, baseado no modelo de combustível.

Carta de Comportamento Potencial do Fogo, CPF

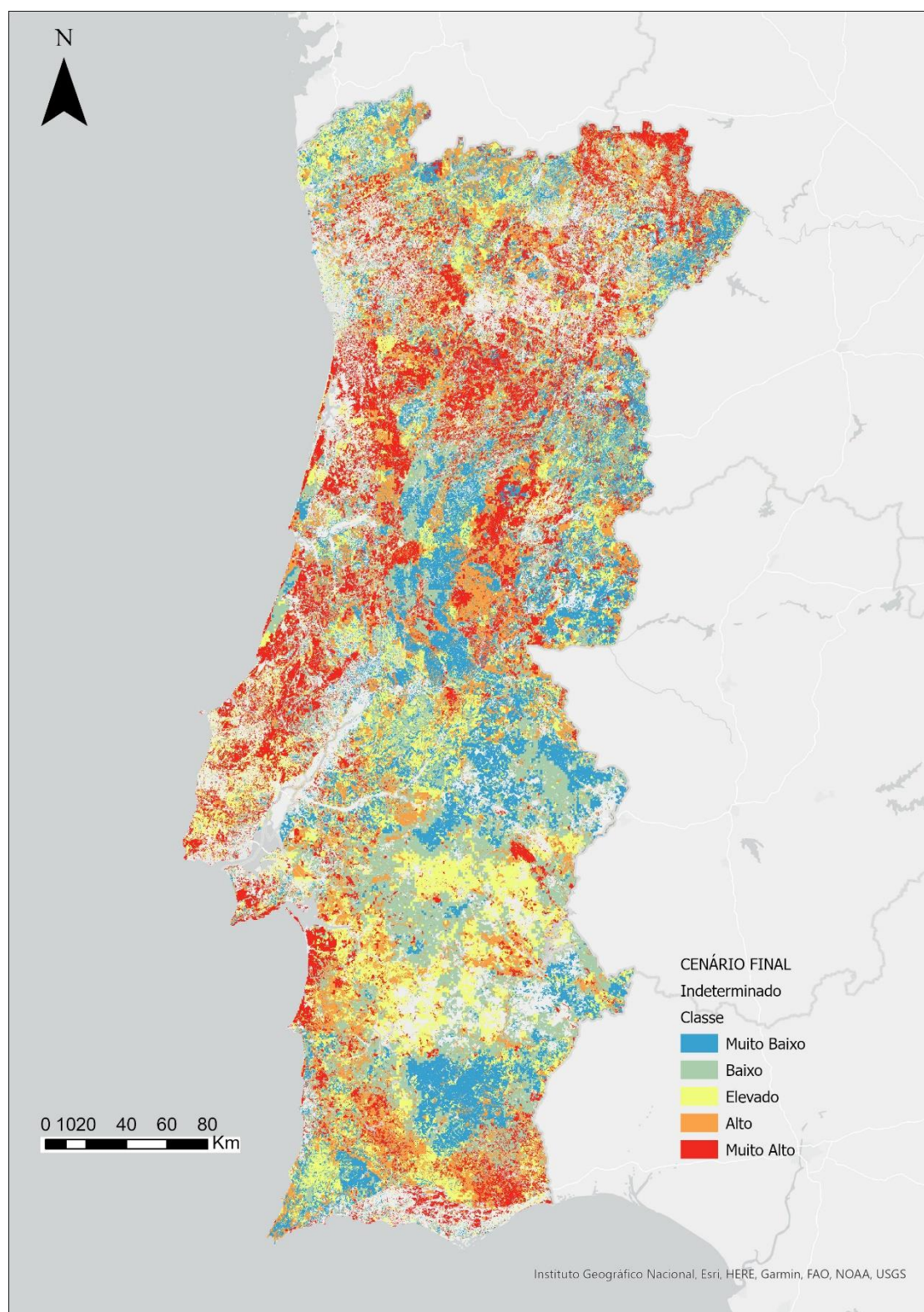


Anexo 6: Figura da Carta de Comportamento Potencial do Fogo, CPF.

Cenário de Risco de Incêndio Indeterminado

CLASSE	PREDIÇÃO			SUCESSO		
CLASSE	ACUMULADO	Predição	PREDIÇÃO	ACUMULADO	sucesso	PREDIÇÃO
MUITO ALTA	0,00	1	0%	0,021	1	2%
ALTA	0,15	#N/D		0,055	#N/D	
ALTA	0,22	#N/D		0,102	#N/D	
ALTA	0,29	#N/D		0,183	#N/D	
ALTA	0,35	#N/D		0,259	#N/D	
ALTA	0,40	#N/D		0,383	#N/D	
ALTA	0,45	#N/D		0,507	#N/D	
ALTA	0,49	#N/D		0,697	#N/D	
ALTA	0,51	8	51%	0,854	8	85%
ELEVADA	0,53	#N/D		0,856	#N/D	
ELEVADA	0,55	#N/D		0,859	#N/D	
ELEVADA	0,57	#N/D		0,863	#N/D	
ELEVADA	0,58	#N/D		0,869	#N/D	
ELEVADA	0,59	#N/D		0,878	#N/D	
ELEVADA	0,60	#N/D		0,888	#N/D	
ELEVADA	0,60	#N/D		0,905	#N/D	
ELEVADA	0,61	8	61%	0,927	8	93%
BAIXA	0,61	#N/D		0,928	#N/D	
BAIXA	0,62	#N/D		0,928	#N/D	
BAIXA	0,62	#N/D		0,928	#N/D	
BAIXA	0,62	#N/D		0,928	#N/D	
BAIXA	0,62	#N/D		0,929	#N/D	
BAIXA	0,62	#N/D		0,929	#N/D	
BAIXA	0,62	#N/D		0,930	#N/D	
BAIXA	0,62	8	62%	0,932	8	93%
MUITO BAIXA	0,80	#N/D		0,938	#N/D	
MUITO BAIXA	0,96	#N/D		0,948	#N/D	
MUITO BAIXA	0,99	#N/D		0,948	#N/D	
MUITO BAIXA	0,99	#N/D		0,970	#N/D	
MUITO BAIXA	1,00	#N/D		0,971	#N/D	
MUITO BAIXA	1,00	#N/D		0,971	#N/D	
MUITO BAIXA	1,00	7	100%	1,000	7	100%

Anexo 7: Resultado acumulado para causa Indeterminada

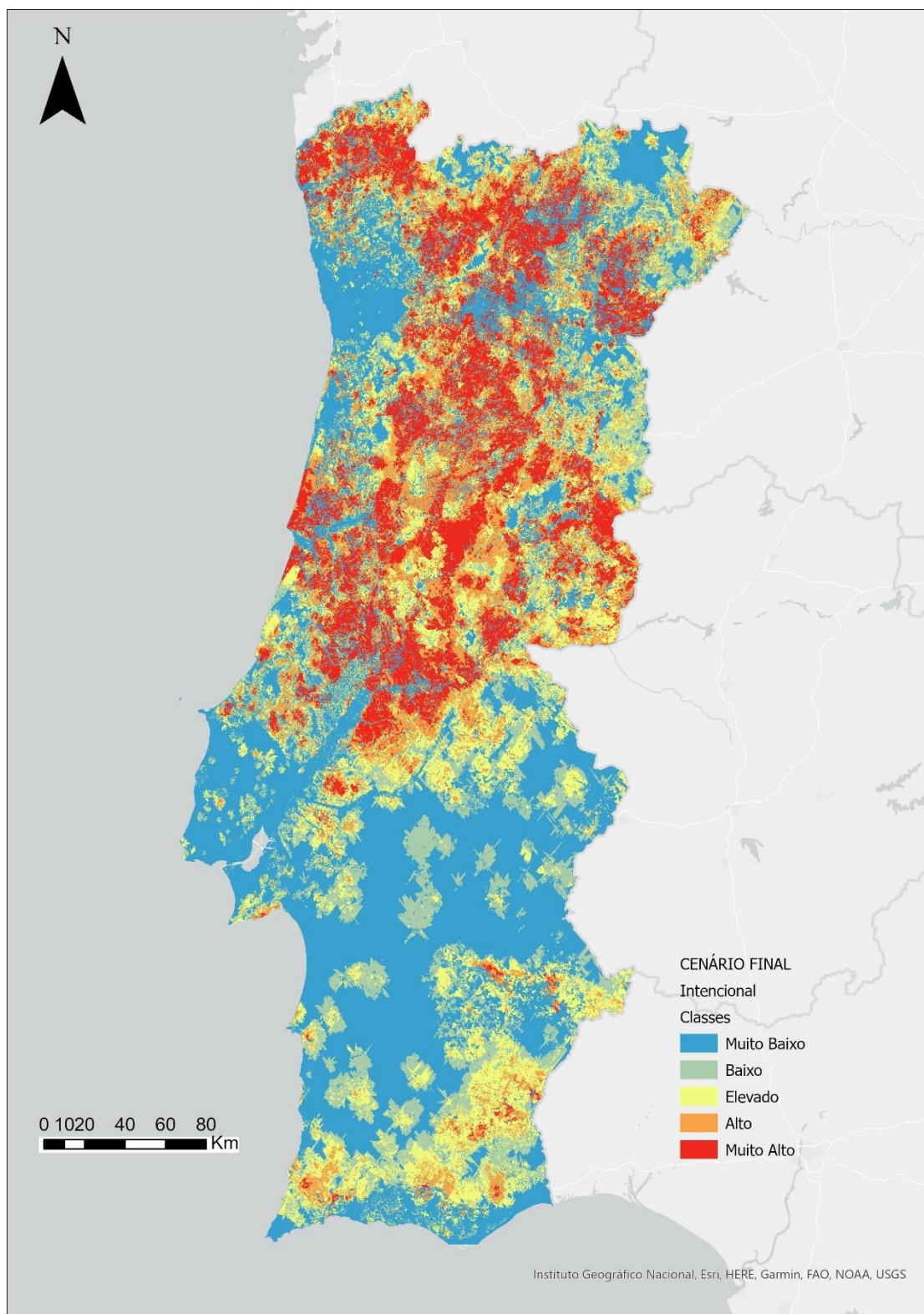


Anexo 8: Figura de Cenário de Risco de Incêndio Indeterminado.

Cenário de Risco de Incêndio Intencional

<i>Classes de suscetibilidade</i>		<i>PREDIÇÃO</i>		<i>SUCESSO</i>		
<i>CLASSE</i>	<i>ACUMULADO</i>	<i>SEPARAÇÃO</i>	<i>PREDIÇÃO</i>	<i>ACUMULADO Sucesso</i>	<i>SEPARAÇÃO Sucesso</i>	<i>Sucesso</i>
MUITO ALTA	0,0214	1	2,14%	0,0192	1	1,92%
ALTA	0,0893	#N/D		0,1420	#N/D	
ALTA	0,2027	#N/D		0,2563	#N/D	
ALTA	0,4269	#N/D		0,5299	#N/D	
ALTA	0,6068	#N/D		0,6439	#N/D	
ALTA	0,6800	#N/D		0,6996	#N/D	
ALTA	0,6970	#N/D		0,7192	#N/D	
ALTA	0,7012	#N/D		0,7238	#N/D	
ALTA	0,7017	8	70,17%	0,7243	8	72,43%
ELEVADA	0,7035	#N/D		0,7296	#N/D	
ELEVADA	0,7066	#N/D		0,7415	#N/D	
ELEVADA	0,7102	#N/D		0,7510	#N/D	
ELEVADA	0,7162	#N/D		0,7772	#N/D	
ELEVADA	0,7239	#N/D		0,8016	#N/D	
ELEVADA	0,7373	#N/D		0,8402	#N/D	
ELEVADA	0,7626	#N/D		0,8985	#N/D	
ELEVADA	0,8000	8	80,00%	0,9684	8	96,84%
BAIXA	0,8940	#N/D		0,9687	#N/D	
BAIXA	0,9000	#N/D		0,9690	#N/D	
BAIXA	0,9002	#N/D		0,9697	#N/D	
BAIXA	0,9004	#N/D		0,9704	#N/D	
BAIXA	0,9006	#N/D		0,9722	#N/D	
BAIXA	0,9009	#N/D		0,9740	#N/D	
BAIXA	0,9014	#N/D		0,9772	#N/D	
BAIXA	0,9024	8	90,24%	0,9825	8	98,25%
MUITO BAIXA	0,9041	#N/D		0,9832	#N/D	
MUITO BAIXA	0,9068	#N/D		0,9833	#N/D	
MUITO BAIXA	0,9068	#N/D		0,9915	#N/D	
MUITO BAIXA	0,9105	#N/D		0,9971	#N/D	
MUITO BAIXA	0,9105	#N/D		0,9972	#N/D	
MUITO BAIXA	0,9472	#N/D		0,9972	#N/D	
MUITO BAIXA	0,9798	7	97,98%	0,9974	7	99,74%

Anexo 9:Resultado acumulado para causa Intencional

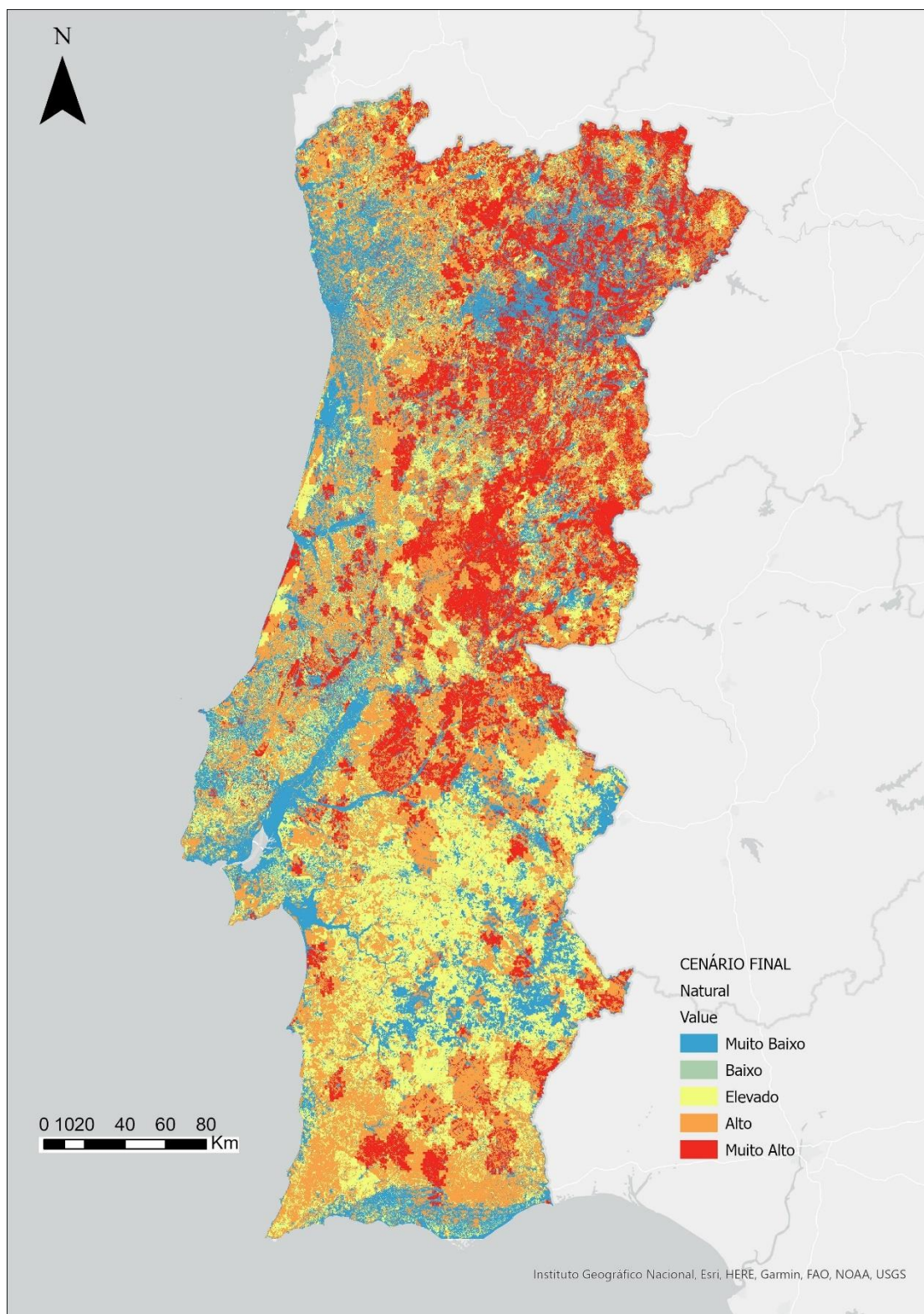


Anexo 10: Figura do Cenário de Risco de Incêndio Intencional.

Cenário de Risco de Incêndio Natural

CLASSES	PREDIÇÃO			SUCESSO		
CLASS	ACUMULADO	Predição	PREDIÇÃO	ACUMULADO	Sucesso	PREDIÇÃO
MUITO ALTA	0,00	1	0%	0,08	1	8%
ALTA	0,03	#N/D		0,12	#N/D	
ALTA	0,04	#N/D		0,14	#N/D	
ALTA	0,05	#N/D		0,20	#N/D	
ALTA	0,07	#N/D		0,28	#N/D	
ALTA	0,08	#N/D		0,36	#N/D	
ALTA	0,08	#N/D		0,52	#N/D	
ALTA	0,09	#N/D		0,62	#N/D	
ALTA	0,10	8	10%	0,90	8	90%
ELEVADA	0,10	#N/D		0,90	#N/D	
ELEVADA	0,10	#N/D		0,90	#N/D	
ELEVADA	0,10	#N/D		0,91	#N/D	
ELEVADA	0,10	#N/D		0,91	#N/D	
ELEVADA	0,11	#N/D		0,92	#N/D	
ELEVADA	0,12	#N/D		0,93	#N/D	
ELEVADA	0,12	#N/D		0,94	#N/D	
ELEVADA	0,13	8	13%	0,95	8	95%
BAIXA	0,15	#N/D		0,95	#N/D	
BAIXA	0,40	#N/D		0,95	#N/D	
BAIXA	0,45	#N/D		0,96	#N/D	
BAIXA	0,65	#N/D		0,96	#N/D	
BAIXA	0,65	#N/D		0,96	#N/D	
BAIXA	0,81	#N/D		0,96	#N/D	
BAIXA	0,81	#N/D		0,96	#N/D	
BAIXA	0,81	8	81%	0,96	8	96%
MUITO BAIXA	0,81	#N/D		0,97	#N/D	
MUITO BAIXA	0,81	#N/D		0,98	#N/D	
MUITO BAIXA	0,83	#N/D		0,98	#N/D	
MUITO BAIXA	0,84	#N/D		1	#N/D	
MUITO BAIXA	0,85	#N/D		1	#N/D	
MUITO BAIXA	0,97	#N/D		1	#N/D	
MUITO BAIXA	1,000	7	100%	1	7	100%

Anexo 11:Resultado acumulado para causa Natural

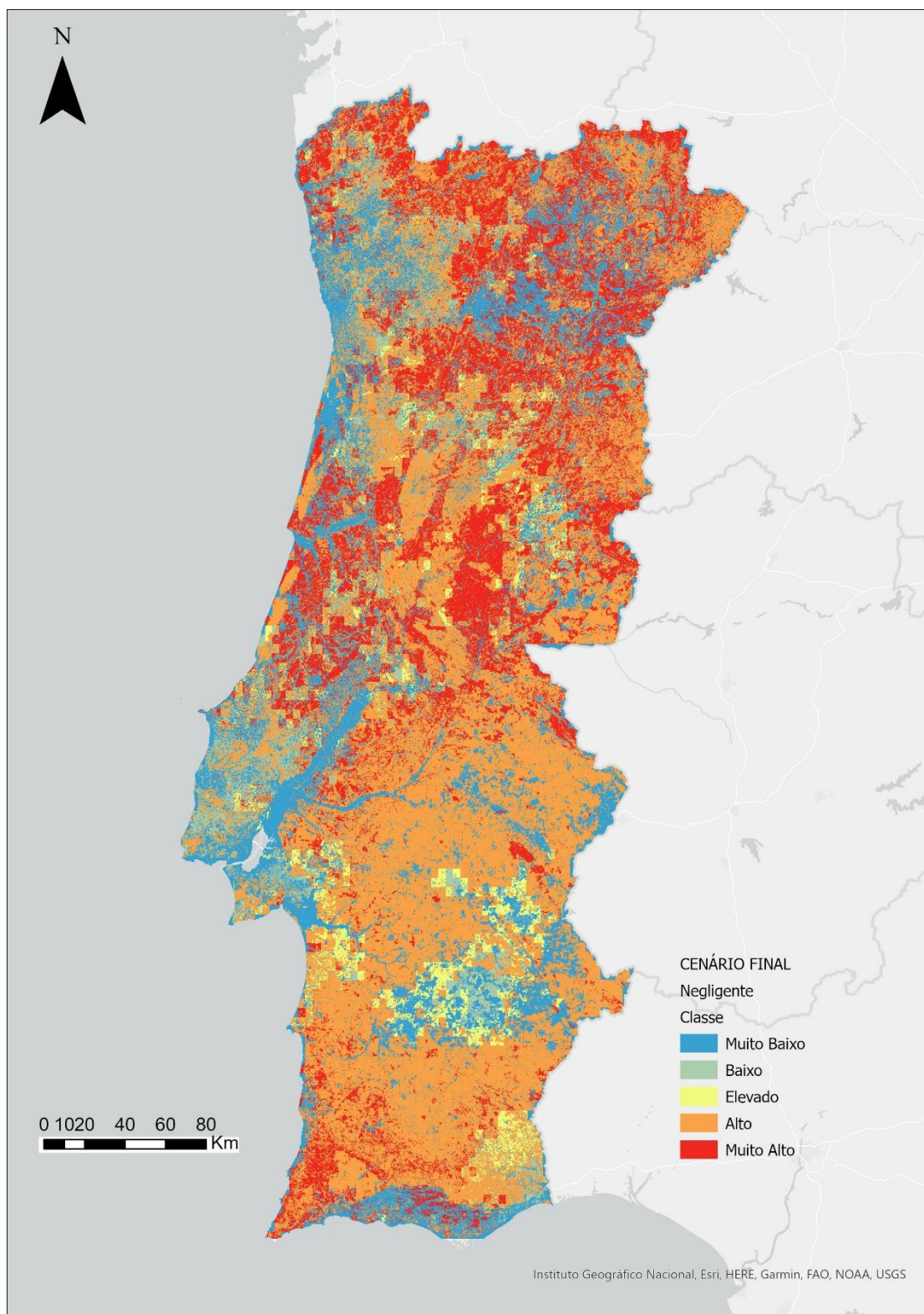


Anexo 12: Figura do Cenário de Risco de Incêndio Natural.

Cenário de Risco de Incêndio Negligente

CLASSES	CURVA DE PREDIÇÃO			CURVA DE SUCESSO		
CLASS	ACUMULADO	PREDIÇÃO	%CLASSE	ACUMULADO	SUCESSO	%CLASSE
MUITO ALTA	0,002	1	0%	0,04	3,000	4%
ALTA	0,177	#N/D		0,19	#N/D	
ALTA	0,334	#N/D		0,32	#N/D	
ALTA	0,411	#N/D		0,44	#N/D	
ALTA	0,488	#N/D		0,55	#N/D	
ALTA	0,546	#N/D		0,66	#N/D	
ALTA	0,578	#N/D		0,74	#N/D	
ALTA	0,598	#N/D		0,78	#N/D	
ALTA	0,599	8	60%	0,81	6,000	81%
ELEVADA	0,633	#N/D		0,83	#N/D	
ELEVADA	0,653	#N/D		0,85	#N/D	
ELEVADA	0,668	#N/D		0,86	#N/D	
ELEVADA	0,682	#N/D		0,86	#N/D	
ELEVADA	0,690	#N/D		0,87	#N/D	
ELEVADA	0,698	#N/D		0,87	#N/D	
ELEVADA	0,703	#N/D		0,87	#N/D	
ELEVADA	0,706	8	71%	0,87	8,000	87%
BAIXA	0,709	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,711	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,713	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,714	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,715	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,715	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,716	#N/D		0,88	#N/D	
BAIXA	0,716	8	72%	0,88	8,000	88%
MUITO BAIXA	0,887	#N/D		0,92	#N/D	
MUITO BAIXA	0,954	#N/D		0,94	#N/D	
MUITO BAIXA	0,978	#N/D		0,95	#N/D	
MUITO BAIXA	0,993	#N/D		0,96	#N/D	
MUITO BAIXA	0,996	#N/D		0,96	#N/D	
MUITO BAIXA	0,997	#N/D		0,96	#N/D	
MUITO BAIXA	0,998	7	100%	0,96	7,000	96%

Anexo 13: Resultado acumulado para causa Negligente

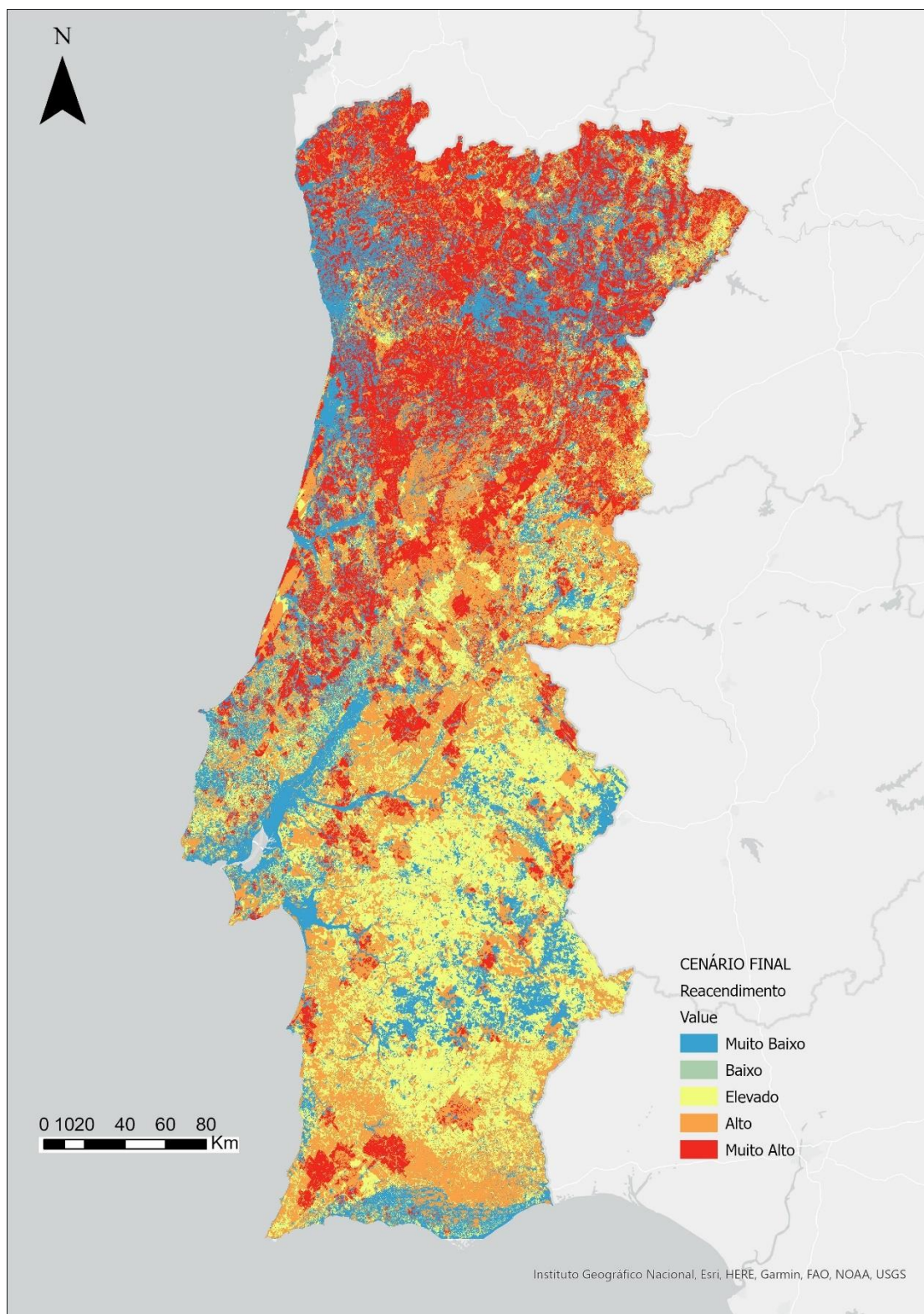


Anexo 14: Figura do Cenário de Risco de Incêndio Negligente.

Cenário de Risco de Incêndios Reacendimentos

CLASSES	PREDIÇÃO			SUCESSO		
CLASSE	ACUMULADO	predição	PREDIÇÃO	ACUMULADO	sucesso	PREDIÇÃO
MUITO ALTA	0,01	1	1%	0,03	1	3%
ALTA	0,03	#N/D		0,08	#N/D	
ALTA	0,06	#N/D		0,22	#N/D	
ALTA	0,12	#N/D		0,32	#N/D	
ALTA	0,22	#N/D		0,49	#N/D	
ALTA	0,24	#N/D		0,58	#N/D	
ALTA	0,26	#N/D		0,69	#N/D	
ALTA	0,26	#N/D		0,69	#N/D	
ALTA	0,28	8	28%	0,79	8	79%
ELEVADA	0,28	#N/D		0,79	#N/D	
ELEVADA	0,28	#N/D		0,80	#N/D	
ELEVADA	0,28	#N/D		0,81	#N/D	
ELEVADA	0,28	#N/D		0,81	#N/D	
ELEVADA	0,28	#N/D		0,83	#N/D	
ELEVADA	0,29	#N/D		0,85	#N/D	
ELEVADA	0,30	#N/D		0,89	#N/D	
ELEVADA	0,31	8	31%	0,99	8	99%
BAIXA	0,44	#N/D		0,99	#N/D	
BAIXA	0,45	#N/D		0,99	#N/D	
BAIXA	0,58	#N/D		0,99	#N/D	
BAIXA	0,58	#N/D		0,99	#N/D	
BAIXA	0,70	#N/D		0,99	#N/D	
BAIXA	0,70	#N/D		1,00	#N/D	
BAIXA	0,72	#N/D		1,00	#N/D	
BAIXA	0,73	8	73%	1,00	8	100%
MUITO BAIXA	0,75	#N/D		1,01	#N/D	
MUITO BAIXA	0,78	#N/D		1,02	#N/D	
MUITO BAIXA	0,78	#N/D		1,02	#N/D	
MUITO BAIXA	0,86	#N/D		1,04	#N/D	
MUITO BAIXA	0,86	#N/D		1,05	#N/D	
MUITO BAIXA	0,86	#N/D		1,05	#N/D	
MUITO BAIXA	1	7	100%	1,05	7	105%

Anexo 15:Resultado acumulado para causa Reacendimento



Anexo 16: Figura do Cenário de Risco de Incêndio Reacendimento.

2022	CENÁRIO DE CAUSAS DE INCÊNDIOS Plano de ação para redução de ignições	Daniel Ricardo Maranhão Santana	
------	---	---------------------------------	---

C& SIG

UNIGIS PT

NOVA
IMS
Information
Management
School

Grelha de revisão da formatação de TPE

Secção da tese	Conforme	Não conforme
Capa	SIM	
Lombada	SIM	
Contracapa	SIM	
1ª página da tese (cópia da capa)	SIM	
2ª página	SIM	
Declaração de originalidade	SIM	
Agradecimentos	SIM	
Resumo	SIM	
Palavras-chave	SIM	
Acrónimos	SIM	
Índice do texto	SIM	
Índice de tabelas	SIM	
Índice de Figuras	SIM	
Margens e limite de palavras	SIM	
Paginação	SIM	
Figuras, tabelas, gráficos e cartogramas	SIM	
Referências bibliográficas	SIM	
Anexos	SIM	
Observações:		