



Universidade de Aveiro
Ano 2022

**Mário Alexandre
Leão Neto**

**Impactes Económicos dos Incêndios Rurais na
Região Centro de Portugal**



Universidade de Aveiro
Ano 2022

**Mário Alexandre
Leão Neto**

Impactes Económicos dos Incêndios Rurais na Região Centro de Portugal

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Economia, realizada sob a orientação científica da Doutora Marta Alexandra da Costa Ferreira Dias, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro e sob a co-orientação científica do Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família pelo incansável apoio.

o júri

presidente

Prof. Doutora Mara Teresa da Silva Madaleno
professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da
Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutora Mónica Alexandra Vilar Ribeiro de Meireles
professora auxiliar do Departamento de Economia do Iscte – Instituto Universitário de Lisboa

Prof. Doutora Marta Alexandra da Costa Ferreira Dias
professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da
Universidade de Aveiro

agradecimentos

Esta dissertação não teria sido elaborada se algumas pessoas não tivessem dado o seu enorme contributo, quer diretamente, quer indiretamente, pelo que às mesmas, endereço estas palavras de agradecimento:

À minha orientadora Professora Doutora Marta Alexandra da Costa Ferreira Dias e co-orientador Professor Doutor Leonel Jorge Ribeiro Nunes, não só pelo auxílio no desenvolvimento da dissertação, mas também por toda a disponibilidade, compreensão e dedicação.

A todo o corpo docente que me acompanhou durante os dois anos de mestrado mas em especial aos meus amigos Renato Encarnação, Daniel Ribeiro e Inês Lobo por todo o companheirismo, ajuda e amizade.

Aos meus amigos com quem usufruí de muitos momentos de investigação na biblioteca e com quem pude aproveitar para desanuviar quando mais precisava.

À minha namorada por toda a paciência e motivação que demonstrou mas, sobretudo, por acreditar sempre em mim.

E, por fim, à minha família: pais, irmão, tia e avó paterna que tornaram possível o meu prosseguimento de estudos e que se esforçaram todos os dias para eu pôr em prática todos os valores que me foram transmitidos.

palavras-chave

Centro de Portugal, Dados em Painel, Impactes Económicos, Incêndios Rurais, Valor Acrescentado Bruto.

resumo

Os incêndios rurais são desastres, que podem ter origem natural ou não, que afetam vários países um pouco por todo mundo, com particular ênfase para as regiões de clima de tipo mediterrânico, sendo Portugal um dos países mais afetados e, portanto, mais assolados pelos impactes ambientais, sociais e económicos que destes sucedem. Dentro do seu território destaca-se a região Centro e, é neste sentido, objetivo desta dissertação perceber de que forma os incêndios rurais afetam a atividade económica nesta região a partir do uso do Valor Acrescentado Bruto (VAB) como variável dependente.

Para isso, através da técnica econométrica de dados em painel e respetivos modelos de efeitos fixos robustos, PCSE e LSDV procurar-se-á avaliar esse impacto no período de 2014 a 2020.

Assim, os dados são referentes às oito NUT's III que constituem a região Centro, ou seja, Oeste, Região de Aveiro, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Beira Baixa, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela. Finalmente, os resultados alcançados parecem demonstrar que, no período analisado, os incêndios rurais influenciam negativamente o VAB no Centro de Portugal, uma vez que, ainda que a variável área ardida não se tenha apresentado como estatisticamente significativa, o número de ocorrências afetou de forma significativa e negativa o VAB.

keywords

Central Portugal, Panel Data, Economic Impacts, Rural Fires, Gross Value Added.

abstract

Rural fires are disasters, which can be natural or not, that affect several countries around the world with particular emphasis on regions with a Mediterranean climate. Portugal is one of the most affected countries and, therefore, one of the most affected by the environmental, social, and economic impacts resulting from these. Within its territory, the Central region of the country stands out and, for that matter, the objective of this dissertation is to understand how rural fires affect the economic activity in this region from the use of Gross Value Added (GVA) as a dependent variable.

To this end, through the econometric technique of panel data and its robust fixed effects model, PCSE model, and LSDV model, their impact in the period from 2014 to 2020 will be assessed.

Thus, the data refers to the eight NUTs III that constitute the Central region of Portugal, that is: Oeste, Região de Aveiro, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Beira Baixa, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela.

At last, the results seem to show that, in the analyzed period, rural fires have a negative influence on GVA in Central Portugal since, even though the burnt area variable was not statistically significant, the number of occurrences significantly and negatively affected GVA.

Índice

Índice Figuras	ii
Índice Tabelas.....	iii
Lista Acrónimos	iv
1. Introdução.....	1
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1 Revisão Sistemática da Literatura e Análise Bibliométrica	5
2.2 Incêndios Rurais	20
2.2.1 Incêndios Florestais.....	20
2.2.2 Impactes Económicos dos Incêndios Florestais	23
3. Incêndios Florestais em Portugal	31
3.1 Enquadramento.....	31
3.2 Impactes Económicos dos Incêndios Florestais em Portugal.....	33
3.3 Número de Ocorrências e Total de Área Ardida.....	34
3.4 Causas dos Incêndios Rurais em Portugal.....	35
3.5 Incêndios no Centro de Portugal	37
4. Caracterização do Território Português.....	41
4.1 Caracterização de Portugal Continental	41
4.2 Caracterização do Centro de Portugal	59
5. Análise de Dados em Painel.....	71
6. Dados e Metodologia	75
6.1 Enquadramento.....	75
6.2 Caracterização da Amostra – Análise Descritiva das Variáveis	81
7. Resultados e Discussão	89
8. Conclusões	99
Referências	102
Anexos.....	120

Índice Figuras

Figura 1 - Número de documentos publicados por ano	6
Figura 2 - Número total e médio de citações por ano	8
Figura 3 - Treemap de keywords	9
Figura 4 - Distribuição das áreas ardidas em Portugal em 2016 e 2017	32
Figura 5 - Área ardida total por distrito	35
Figura 6 - Distribuição do número médio de ocorrências com causa apurada: intencional, natural ou negligente, no período 2003-2013	37
Figura 7 - Distribuição, por distrito, da percentagem média anual de área ardida e do número médio anual de ocorrências por 100 km ² em Portugal Continental, no período de 1981-2010.....	38
Figura 8 - Carta de perigosidade conjuntural de incêndio rural em 2022	40
Figura 9 - Regiões Biogeográficas	43
Figura 10 - Regiões Mediterrânicas.....	44
Figura 11 - Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Koppen	46
Figura 12 - Desvios mensais (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da precipitação	48
Figura 13 - Distribuição espacial da percentagem da precipitação em 2019, em relação ao valor normal 1971-2000.....	48
Figura 14 - Variabilidade da temperatura média anual ar em Portugal Continental.....	49
Figura 15 - Desvios mensais (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura mínima e máxima	49
Figura 16 - Distribuição espacial das anomalias da temperatura média do ar em 2019, em relação ao valor normal 1971-2000.	50
Figura 17 - Relevo do território português	52
Figura 18 - Carta da perigosidade estrutural 2020-2030	52
Figura 19 - Distribuição por espécie florestal em Portugal Continental.....	56
Figura 20 - Distribuição da área ardida por tipo de ocupação de solo entre 1995 e 2020	59
Figura 21 - Mapa da Região Centro de Portugal	61
Figura 22 - Precipitação Acumulada Anual.....	63
Figura 23 - Temperatura Média Anual	63
Figura 24 - Localização das Serras com altitudes superiores a 700m	65
Figura 25 - Carta de Ocupação de solos 2007	68
Figura 26 - Evolução do VAB nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020	81
Figura 27 - Evolução da área ardida nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020	82
Figura 28 - Evolução do número de ocorrências nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020	83
Figura 29 - Evolução do número de incêndios com duração superior a 1 dia nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020	84
Figura 30 - Evolução da temperatura média anual nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020	85
Figura 31 - Evolução da precipitação total anual nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020.....	86
Figura 32 - Evolução da densidade populacional nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020	87

Índice Tabelas

Tabela 1 - Principais fontes dos documentos publicados	7
Tabela 2 - Número de documentos por intervalo de citações	7
Tabela 3 - Documentos distinguidos como “Relevantes”	10
Tabela 4 - Documentos distinguidos como "Muito Importantes"	15
Tabela 5 - Importância de avaliar impactes económicos dos incêndios florestais segundo autores	25
Tabela 6 - Nº de ocorrências e total de área ardida entre 2011 e 2021 (1 de janeiro a 15 de setembro).....	34
Tabela 7 - Distribuição percentual dos incêndios rurais por tipos de causa mais frequentes, entre 1 de janeiro e 15 de setembro de 2021	36
Tabela 8 - Áreas ardidas em floresta por espécie no Centro (2015-2018).....	39
Tabela 9 - Contributo do VAB das empresas da indústria de base florestal e da silvicultura no VAB nacional (2015 e 2019)	41
Tabela 10 - Áreas totais de espécies florestais	55
Tabela 11 - Áreas ardidas em floresta por espécie entre 2015 e 2018.....	57
Tabela 12 - Uso do solo Portugal em Continental	58
Tabela 13 - População Residente no Centro de Portugal (2001-2021).....	60
Tabela 14 - População/ nº municípios das NUT's que constituem a região Centro de Portugal.....	61
Tabela 15 - Temperatura Média Anual por NUT's III do Centro de Portugal	63
Tabela 16 - Precipitação Total Anual por NUT's III do Centro de Portugal	64
Tabela 17 - Altitude máxima e mínima das NUT's III do Centro.....	65
Tabela 18 - Áreas de Floresta por Tipos de Formações Florestais	66
Tabela 19 - Áreas totais por espécie	67
Tabela 20 - Áreas por espécie no ano de 2015 para as NUT's III do Centro	67
Tabela 21 - Uso do Solo no Centro de Portugal (1995-2015)	69
Tabela 22 - Uso do Solo no Centro no ano de 2015 por NUT's III	69
Tabela 23 - Vantagens na utilização de dados em painel	72
Tabela 24 - Desvantagens/problemas da utilização de dados em painel	73
Tabela 25 - Codebook variáveis utilizadas	79
Tabela 26 - Matriz de correlação das variáveis	91
Tabela 27 - Estatísticas descritivas das variáveis	91
Tabela 28 - Output Dados em Painel - Regressões (Modelo pooled, FE, RE, FE Robust, PCSE).....	93
Tabela 29 - Output Dados em Painel – Regressões (Modelo LSDV).....	96

Lista Acrónimos

AFN – Autoridade Florestal Nacional

DRAP – Direção Regional de Agriculturas e Pescas do Centro

EFR – Ecological Forest Rangers

EUA – Estados Unidos da América

FE – Fixed Effects

FGLS – Feasible Generalized Least Squares

GLS – Generalized Least Squares

GIF – Grande Incêndio Florestal

GVA – Gross Value Added

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

LSDV – Least Square Dummy Variable

NUT's – Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

OLS - Ordinary Least Square

PCSE – Panel Corrected Standard Errors

PIB – Produto Interno Bruto

PMDFCI – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

POLS – Pooled Ordinary Least Square

PRODER – Programa de Desenvolvimento Rural

RE – Random Effects

UNDRR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction

VAB – Valor Acrescentado Bruto

VIF – Variance Inflation Factor

1. Introdução

Os incêndios rurais são um fenómeno que tem vindo a manifestar-se, cada vez mais, em todo o mundo e Portugal não é exceção. Pelo contrário, Portugal trata-se de um dos países mais afetados pelos incêndios rurais, sendo até apontado como um dos mais afetados da Europa (Casau et al., 2022). Deste modo, podemos verificar que é um tema que tem vindo a ganhar relevância dadas as maiores preocupações que se fazem sentir por todos os impactes negativos que estão a si associados e, conseqüentemente, à necessidade de implementação de estratégias e políticas de prevenção, capazes de fazer reduzir o número de ocorrências e área ardida, bem como técnicas de supressão mais eficazes e métodos de recuperação das áreas afetadas no pós-incêndios.

Posto isto, observa-se, em grande parte dos países desenvolvidos, nos quais Portugal se inclui, uma clara priorização nas estratégias de prevenção de incêndios, tendo em vista uma redução da incidência de incêndios rurais e subsequentes impactes económicos, ambientais e sociais (Alcasena et al., 2019).

De acordo com o ICNF, em Portugal, a região Centro vem, ao longo dos anos, a destacar-se como sendo uma das zonas mais afetada do país. Guarda, Viseu e Coimbra são os distritos portugueses que apresentam uma maior área ardida média entre os anos de 2010 e 2019 e todos estes distritos são parte da região Centro do território nacional, com valores médios anuais de área queimada de 17 818, 17 752 e 14 426 ha, respetivamente.

Com isto, é perceptível que a investigação do impacte dos incêndios pode ter um papel importante para a motivação de políticas para a redução do número de ocorrências e área ardida ou, pelo menos, para tentar amenizar os efeitos negativos. Assim, tem-se assistido ao crescimento da investigação em torno dos incêndios florestais, incluindo na região Centro de Portugal. Exemplos disso são os trabalhos de Lourenço (1988, 2009), de Nunes (2002, 2008), Dimuccio et al. (2008), Garcia (2018), Teixeira (2018), Oliveira et al. (2020), Benali et al. (2021), Correia (2021), Oliveira et al. (2021) e Bergonse et al. (2022). No entanto, numa vertente em que são avaliados os impactes económicos dos incêndios florestais e face ao que se pôde apurar, apenas Almeida (2018) tem como objeto de estudo a região Centro, no entanto, apenas avalia o grande incêndio florestal de 2017.

Posto isto, e dado que como foi possível verificar, a análise de impactes económicos dos incêndios rurais ou florestais no Centro de Portugal ainda não foi alvo de investigação suficientemente relevante, de acordo com o nosso conhecimento, esta dissertação tem como objetivo fazer uma análise dos efeitos económicos dos incêndios rurais na zona Centro de

Portugal, sendo que para isso se examinará o impacto que estes poderão ter na atividade económica, pelo que o Valor Acrescentado Bruto (VAB) será a variável dependente utilizada no tratamento econométrico. Esta análise permite igualmente fazer comparações entre as oito NUT's III que compõem o Centro de Portugal, nomeadamente, Oeste, Região de Aveiro, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Beira Baixa, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela.

Desta forma, a dissertação dividir-se-á em sete partes. A primeira é o enquadramento, com base numa revisão sistemática da literatura em que se recorreu à plataforma *Web of Science* para se fazer uma análise dos estudos existentes relativos a impactos económicos dos incêndios rurais, sendo que para tal foram utilizadas como palavras-chave “*economic impact*” e “*rural fire*”. De seguida, analisaram-se os 55 documentos da recolha inicial, de modo a que apenas os que tivessem alguma relevância fossem abordados de forma mais incisiva, ou seja, todos os artigos cujo tema central não fosse relativo aos incêndios florestais foram excluídos. Para o contexto do estado da arte também se recorreu a uma análise bibliométrica dos artigos tendo em conta os resultados da seleção após ter sido utilizado o critério de exclusão. Para além disso, dado que esta revisão sistemática da literatura não abordou todos os dados pretendidos, nesta mesma parte, procuraram-se abordar outros estudos relativos a impactos económicos dos incêndios rurais/florestais bem como a importância e as dificuldades sentidas na avaliação dos mesmos, recorrendo, para isso, a outros bancos de dados.

Uma segunda parte foi também desenvolvida no sentido de avaliar a presença destes desastres naturais em Portugal pelo que para além de uma análise dos impactos económicos nesse território, procurar-se-á também avaliar as principais causas dos incêndios e a evolução da área queimada e do número de ocorrências com o decorrer dos anos.

Na terceira parte, será apresentada, numa primeira fase, uma caracterização do território português e, posteriormente, uma caracterização da região objeto do nosso estudo, a região Centro. Assim, serão avaliados alguns fatores que influenciam fortemente a ocorrência e propagação de incêndios florestais, nomeadamente, características geográficas e demográficas, climáticas, orográficas, da cobertura vegetal e do uso/ocupação dos solos para ambos os casos.

A quarta parte diz respeito a uma breve caracterização relativa à técnica econométrica utilizada na dissertação, isto é, a análise de dados em painel, na qual se inclui a apresentação de algumas vantagens e desvantagens da mesma.

A quinta parte é a correspondente aos dados e à metodologia. Nesta etapa, definem-se os modelos a serem seguidos para o tratamento de dados, bem como se definem as variáveis a serem utilizadas nos mesmos.

O passo seguinte diz respeito aos resultados empíricos, sendo que aí se analisará o impacto dos incêndios rurais no VAB na região Centro de Portugal no período de 2014 a 2020. Assim, são reportados todos os testes de robustez e de especificação, a matriz de correlações e as estatísticas descritivas das variáveis, bem como os resultados dos modelos *pooled*, efeitos fixos, efeitos aleatórios, efeitos fixos robustos, PCSE e LSDV.

Por último, serão apresentadas as conclusões onde serão expostas as considerações finais, limitações da dissertação e sugestões para investigações futuras.

Esta página está em branco propositadamente

2. Revisão da Literatura

2.1 Revisão Sistemática da Literatura e Análise Bibliométrica

Neste estudo foi seguida uma revisão sistemática da literatura, tendo por base trabalhos para avaliação dos impactos económicos dos incêndios rurais. Neste seguimento, recorreu-se à plataforma *Web of Science*, utilizando como principais tópicos de pesquisa “*economic impact*”, “*rural fire*” e restringindo-se apenas às áreas de estudo de interesse, bem como apenas aos documentos que se apresentassem como sendo artigos ou revisões.

Posto isto, a pesquisa resultou em 55 documentos que dizem, portanto, respeito à amostra inicial. Esta, posteriormente, foi alterada com a utilização de um critério de exclusão que se prendia com a eliminação dos documentos que não eram relevantes para o tema em questão. Neste seguimento, dos 55 artigos correspondentes à amostra inicial, 28 deles não tinham interesse para a realização desta dissertação uma vez que não abordavam o tema dos incêndios rurais/florestais de forma incisiva, isto é, exploravam profundamente outros temas que não os incêndios. Assim sendo, alguns dos temas mais abordados e que foram excluídos são, por exemplo, o setor da energia que foi versado por Emiliano et al., 2017; Hall, 1997; Mayer et al., 2020; Muller, 2011; Sola et al., 2017; Xiao et al., 2021), sendo que alguns destes autores deram principal enfoque à biomassa, também o impacto do surgimento de pragas nas florestas debatido por (Macpherson et al., 2017, 2018; Qin, 2015) e o uso/ocupação dos solos tratado por (Bajocco et al., 2012; Grundy et al., 2000; Russell-Smith et al., 2018).

Ainda que os documentos não sejam particularmente voltados para os incêndios florestais podem-se alcançar algumas informações relevantes acerca dos mesmos. Por exemplo, é possível constatar que uma extração sustentável da biomassa para além de benefícios económicos poderia trazer vantagens na medida em que podia reduzir impactos negativos dos incêndios florestais (Emiliano et al., 2017) e que o abandono dos olivais tradicionais, tal como acontece com outros tipos de abandono agrícola, leva a um aumento da probabilidade de ocorrência de incêndios (Duarte et al., 2008).

Os restantes 27 documentos foram ainda divididos como pertinentes ou muito importantes sendo que os primeiros eram 17 e os segundos 10. Os artigos pertinentes dizem respeito aos que, de alguma forma, assumem os incêndios florestais como tema principal ou em que estes tenham uma grande influência no estudo em questão. Por sua vez, os artigos muito importantes são os que avaliam impactos económicos dos incêndios florestais, independentemente do setor de atividade.

Desta forma, foi considerada pertinente a realização de uma análise bibliométrica que permitisse investigar a situação e a evolução da produção científica relativa aos incêndios florestais (Figura 1).

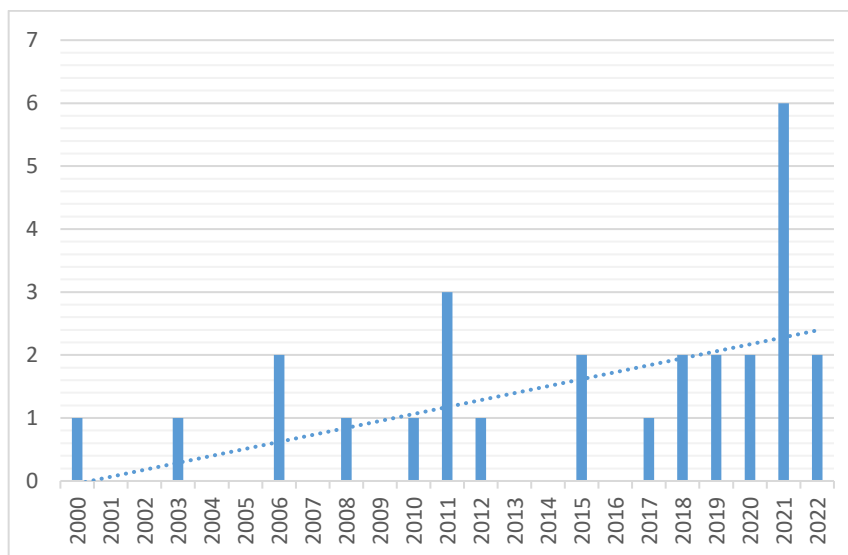


Figura 1 - Número de documentos publicados por ano

Fonte: Elaboração Própria

Como é possível constatar no gráfico anteriormente exposto, com o decorrer dos anos, o número de publicações tem tido uma tendência positiva tal como demonstra a linha de tendência apresentada, o que mostra que de facto a área em questão tem vindo a ganhar interesse entre os autores, especialmente a partir do ano de 2018. Assim sendo, o ano de maior destaque no que diz respeito ao número de artigos publicados foi 2021 com 6 documentos. Contudo, é de realçar que aquando a realização deste estudo (final de maio), o ano de 2022 ainda não tinha terminado, pelo que o número de publicações poderá aumentar até ao final do mesmo.

Importante será ainda referir o facto de que em muitos anos, tais como 2001, 2002, 2004, 2005, 2007, 2009, 2013, 2014 e 2016 nenhum artigo relativo ao tema foi elaborado.

No que diz respeito aos autores constata-se que apenas 3 documentos eram de autoria única sendo os restantes 24 de multi-autoria. Para além disso, dos 103 autores da amostra apenas Juan Ramón Molina, Armando González-Cabán e Francisco Rodríguez y Silva publicaram dois trabalhos sendo que os restantes produziram somente um documento independentemente de ser da sua autoria ou co-autoria.

Outro dos dados analisados prende-se com as fontes proporcionadoras dos documentos, independentemente de serem jornais, revistas ou livros e também o respetivo

número de publicações de cada uma delas pelo que, desta forma, será seguidamente apresentada uma tabela que contém essa mesma informação.

Assim, no que diz respeito às principais fontes e, tal como é possível observar na Tabela 1, constata-se que apenas a “*Forest Policy and Economics*” e a “*Land*” são detentoras de dois documentos enquanto que as restantes têm publicado apenas um documento cada, pelo que não há um domínio claro por parte de nenhuma revista.

Tabela 1 - Principais fontes dos documentos publicados

Fontes	Documentos
Forest Policy and Economics	2
Land	2
Ecology and Society	1
Journal of Environmental Management	1
...	1

Fonte: Elaboração Própria

De seguida é também exibida uma tabela constituída pelo número de documentos de acordo com determinados intervalos relativos ao número de citações (Tabela 2).

Posto isto, dos 27 documentos considerados relevantes apenas 4 foram citados mais de 100 vezes, sendo o principal o “*Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal*” de Dante Arturo, Rodríguez-Trejo e Peter Z. Fulé com 129 citações. Importante será também referir que uma grande parte dos documentos tem menos de 20 citações, mais concretamente, 62,96%.

Tabela 2 - Número de documentos por intervalo de citações

Nº Citações	Nº Documentos
≥100	4
≥50 \wedge <100	1
≥40 \wedge <50	2
≥30 \wedge <40	2
≥20 \wedge <30	1
≥10 \wedge <20	5
≥1 \wedge <10	9
0	3

Fonte: Elaboração Própria

Para além da tabela que contém informação acerca da quantidade de documentos que estão dentro de um certo intervalo de número de citações, será também exibido um gráfico com o número total de citações por ano e o número médio de citações por ano.

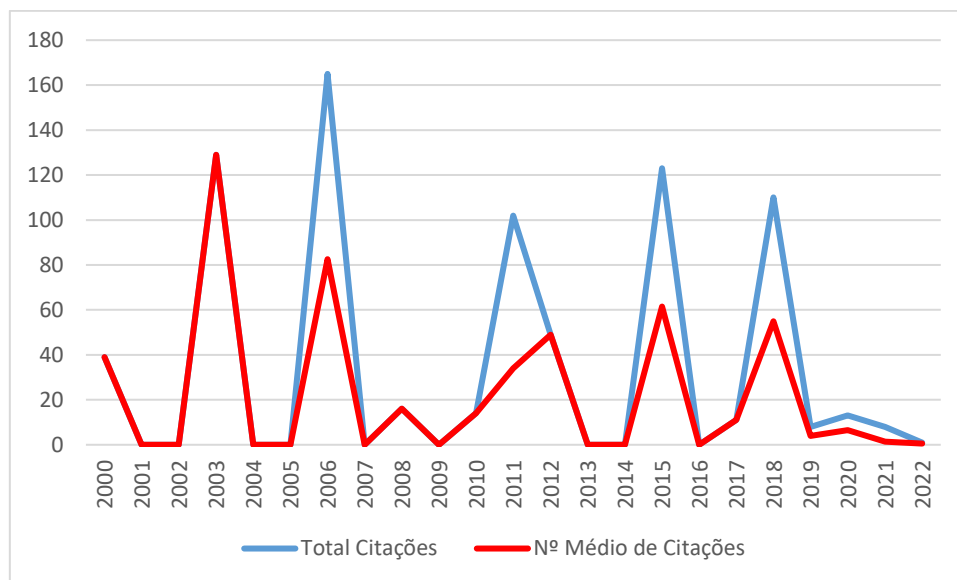


Figura 2 - Número total e médio de citações por ano

Fonte: Elaboração Própria

Como é possível observar na Figura 2, verifica-se que o ano com maior número total de citações foi 2006 com 165 citações. No entanto, se tivermos em conta o número médio das mesmas o cenário é diferente na medida em que 2003 se trata do ano com o maior número médio de citações, contudo, este diz respeito a um ano em que foi publicado um único documento pelo que o número total é igual ao número médio.

Foi também desenvolvido um *Word TreeMap* das *keywords* de alta frequência no domínio dos incêndios (Figura 3). Assim, o tamanho de cada retângulo indica a frequência da *keyword*.

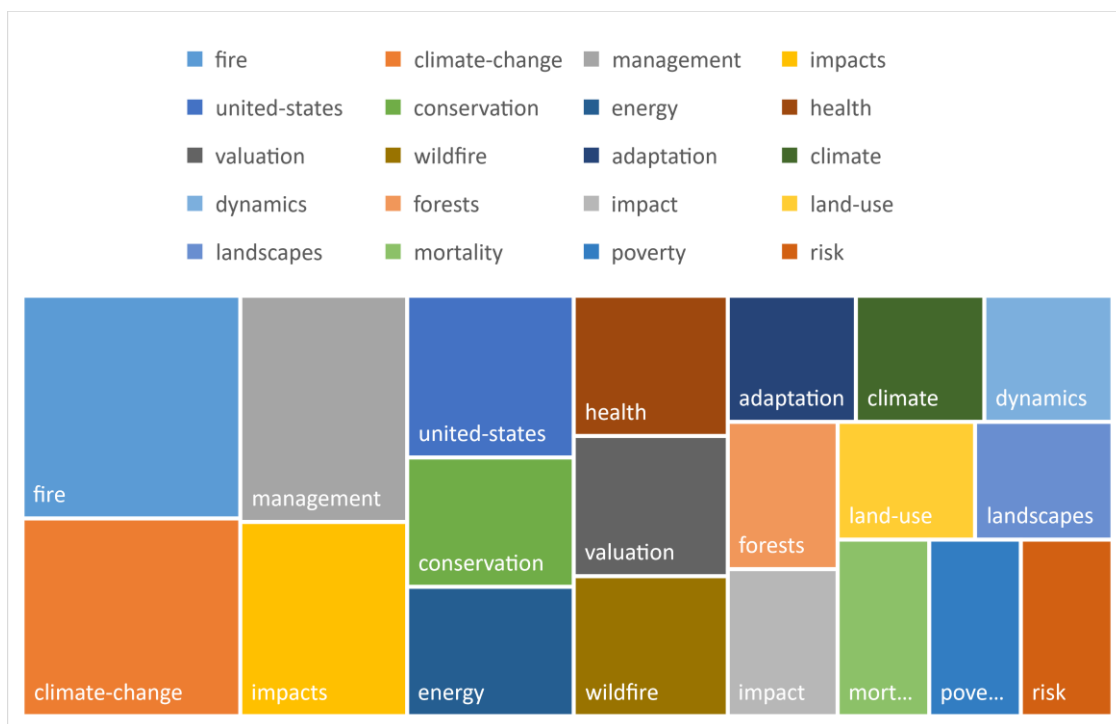


Figura 3 - Treemap de keywords

Fonte: Elaboração Própria

Neste sentido, observa-se, a partir da Figura 3, que as *keywords* mais relevantes dizem respeito às palavras “*fire*”, “*climate-change*”, “*management*” e “*impacts*” com 9, 8, 7 e 6 ocorrências, respetivamente. Destaca-se ainda o papel das palavras “*fire*” e “*impacts*” uma vez que as palavras “*wildfire*” e “*impact*” surgem também com alguma regularidade. Assim, presume-se que os impactes dos incêndios têm sido abordados pela comunidade científica, ainda que não seja possível decifrar qual o tipo de impactes estudados. Contudo, o facto de “*health*” e “*energy*” se apresentarem entre as *keywords* mais utilizadas, isso pode dar uma indicação de que estes impactes parecem ter sido dos mais tratados.

Para além disso, importante será ainda referir que “*United-States*” se assume como a quinta *keyword* mais frequente, o que indica uma centralização dos estudos relativos a incêndios e áreas envolventes nesse mesmo país, que se justifica pelo elevado número de ocorrências de fogos, por um lado, e por outro, como é habitual, pela dimensão da comunidade científica.

Exposta a análise bibliométrica, na Tabela 3 seguidamente apresentada, são exibidos os documentos considerados pertinentes do mais citado ao menos citado bem como algumas das suas características para facilitar uma posterior breve análise dos mesmos. Estes trabalhos não avaliam os impactes económicos dos incêndios florestais, mas dão informações importantes acerca desses desastres naturais, nomeadamente, locais fortemente afetados, soluções para

atenuar os possíveis impactes e para reduzir o número de fogos e as determinantes que influenciam a ocorrência dos fenómenos em questão.

Tabela 3 - Documentos distinguidos como “Relevantes”

Autores	Título	Ano	Fonte	Nº citações
Dante Arturo Rodríguez-Trejo, Peter Z. Fulé	Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal	2003	<i>International Journal of Wildland Fire</i>	129
Víctor Resco de Dios, Christine Fischer, Carlos Colinas	Climate Change Effects on Mediterranean Forests and Preventive Measures	2006	New Forests	113
Teodoro Lasanta, Estela Nadal-Romero, José Arnáez	Managing abandoned farmland to control the impact of re-vegetation on the environment. The state of the art in Europe	2015	Environmental Science & Policy	110
Rachel Carmenta, Luke Parry, Alan Blackburn, Saskia Vermeulen, Jos Barlow	Understanding Human-Fire Interactions in Tropical Forest Regions: a Case for Interdisciplinary Research across the Natural and Social Sciences	2011	<i>Ecology and Society</i>	49
Joshua Whittaker, John Handmer, David Mercer	Vulnerability to bushfires in rural Australia: A case study from East Gippsland, Victoria	2012	Journal of Rural Studies	49
J. Gambiza, W. Bond, P.G.H. Frost, S. Higgins	SPECIAL SECTION: LAND USE OPTIONS IN DRY TROPICAL WOODLAND ECOSYSTEMS IN ZIMBABWE: A simulation model of miombo woodland dynamics under different management regimes	2000	<u>Ecological Economics</u>	39
Peter C. Boxall, Jeffrey E. Englin	Fire and Recreation Values in Fire-Prone Forests: Exploring an Intertemporal Amenity Function Using Pooled RP-SP Data	2008	Journal of Agricultural and Resource Economics	16
Mark Appiah, Lawrence Damnyag, Dominic Blay, Ari Pappinen	Forest and agroecosystem fire management in Ghana	2010	Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change	14
António Manuel de Sousa Xavier, Maria de Belém Costa Freitas, Rui Manuel de Sousa Fragoso	Management of Mediterranean forests — A compromise programming approach considering different stakeholders and different objectives	2015	Forest Policy and Economics	13
Karen Reid, Ruth Beilin, Jim McLennan	Communities and responsibility: Narratives of place-identity in Australian bushfire landscapes	2020	Geoforum	10
Antonio Santoro, Martina Venturi, Francesco Piras, Beatrice Fiore, Federica Corrieri, Mauro Agnoletti	Forest Area Changes in Cinque Terre National Park in the Last 80 Years. Consequences on Landslides and Forest Fire Risks	2021	Land	4
Marina Padrão Temudo, Duarte Oom, José Miguel Pereira	Bio-cultural fire regions of Guinea-Bissau: Analysis combining social research and satellite remote sensing	2020	Applied Geography	3
George Ashigbor, William Oduro, Lucy Gyiele, Daniel Siaw, Victor Rex Barnes, Olivia Agbenyega, Kwame Twum-Ampofo, Samuel Partey, Naresh Thevathasan, Andrew Gordon, Rick Gray & Helen Hambly Odame	Toward sustainable land resources management with agroforestry: empirical evidence from the Sunyani west district of Ghana	2019	Agroforestry Systems	1
Jaime de Diego, Antonio Rúa, Mercedes Fernández	Vulnerability Variables and Their Effect on Wildfires in Galicia (Spain). A Panel Data Analysis	2021	Land	1
Evan Hjerpe, Anne Mottek Lucas, Henry Eichman	Modeling Regional Economic Contributions of Forest Restoration: A Case Study of the Four Forest Restoration Initiative	2021	<i>Journal of Forestry</i>	1
Zhongcheng Yan, Feng Wei, Xin Deng, Chuan Li, Qiang He, Yanbin Qi	Does the Policy of Ecological Forest Rangers (EFRs) for the Impoverished Populations Reduce Forest Disasters? Empirical Evidence from China	2022	Forests	1
Teguh Dartanto	Natural disasters, mitigation and household welfare in Indonesia: Evidence from a large-scale longitudinal survey	2022	Cogent Economics & Finance	0

Fonte: Elaboração Própria

Os incêndios florestais tratam-se de uma das mais recorrentes e devastadoras catástrofes (Rodríguez-Trejo & Fulé, 2003) sendo, portanto, fenómenos extremamente preocupantes na medida em que são grandes causadores de impactes negativos a muitos níveis, nomeadamente, ambiental, económico e social (Carmenta et al., 2011). Sendo fenómenos isolados, a investigação centra-se na maior parte das vezes no estudo de casos. Como é o caso dos muitos incêndios florestais ocorridos no ano de 2003, no distrito de Wulgulmerang na Austrália de que, conseqüentemente, resultaram imensos impactes negativos desde a destruição de infraestruturas públicas, casas, bens agrícolas bem como efeitos prejudiciais na saúde da população local (Whittaker et al., 2012). Os incêndios florestais são também um aspeto muito preocupante no Gana, no sentido que afetam de forma árdua e negativa a economia da silvicultura e agricultura do país, sendo que os agricultores apresentam perdas médias de 208 cedi ganês por ano, o correspondente a metade do rendimento de um agregado familiar (Appiah et al., 2010) .

Já na Indonésia, apesar dos terremotos dizerem respeito à catástrofe natural que mais afeta o bem-estar das famílias residentes, a verdade é que também os incêndios florestais são bastante destrutivos a esse nível. Posto isto, verificou-se que as zonas rurais e agrícolas foram as mais afetadas por estes tipos de fenómenos sendo que a ocorrência de incêndios rurais pode levar a uma grande redução do consumo per capita, bem como a uma maior probabilidade de pobreza uma vez que estes são responsáveis por lançar gases poluentes para a atmosfera que dificultam a realização de atividades sociais e também porque o fumo pode impedir ou pelo menos atrasar muita da atividade aérea devido à baixa visibilidade que se pode fazer sentir, por exemplo (Dartanto, 2022).

Os incêndios florestais que proporcionam extremas áreas queimadas tendem a levar à degradação ou até à deflorestação da área enquanto que incêndios frequentes e de baixa intensidade podem ter um impacte positivo nas áreas de ocorrência no sentido de facilitar a regeneração (Rodríguez-Trejo & Fulé, 2003).

Posto isto, muitos investigadores procuram encontrar soluções para resolver ou pelo menos minorar os impactes dos incêndios florestais. Assim, muitos deles defendem que, tanto o controlo dos processos de re-vegetação, como a transformação de terras abandonadas em terras agrícolas são necessários para diminuir o número de incêndios (Lasanta et al., 2015).

Os impactes intertemporais dos incêndios florestais devem sempre ser tidos em conta quando se fala de gestão de florestas, especialmente, se estas apresentarem uma maior propensão para a ocorrência e propagação do fogo (Boxall & Englin, 2008). Assim, Reid et al. (2020) afirmam que as agências de gestão de incêndios e terrenos devem focar-se na

conscientização e envolvimento da comunidade, no entanto, o que se verifica em grande parte é uma preparação individual.

Para além disso, a um maior risco de incêndio estão associados impactes mais intensos, pelo que a prevenção em anos de maior risco deve ser uma prioridade e gerida cuidadosamente não só porque é através delas que as consequências dos incêndios podem ser atenuadas mas também porque as medidas utilizadas no sentido de reduzir o risco implicam custos elevados (Sousa Xavier et al., 2015).

Diego et al. (2021) concordam que devem ser feitos esforços no sentido de prevenir e antecipar os incêndios florestais ao invés do foco se centrar nas ações de supressão como acontece na maioria das ocasiões, sendo para isso necessário aumentar a despesa pública.

Importa ainda referir que os autores consideram que atividades de controlo da acumulação de combustível são práticas essenciais para a prevenção de incêndios florestais, contudo, muitas vezes acaba por se observar o inverso do pretendido, na medida em que os proprietários dos terrenos tendem a usufruir das queimadas para limpar os mesmos.

Dartanto (2022) também considera que a prevenção e a preparação dos desastres naturais são uma mais-valia na medida em que reduzem significativamente os impactes adversos que se podem fazer sentir, nomeadamente, a maior vulnerabilidade à pobreza da população. Posto isto, cada país apresenta diferentes métodos e estratégias, quer na prevenção, quer na supressão de incêndios florestais. Neste sentido, e sendo o Gana um país pouco desenvolvido, ostenta métodos muito rudimentares quer na deteção quer na supressão dos incêndios. No que diz respeito às práticas de prevenção, o país aposta essencialmente em proibições e na necessidade de aquisição de autorizações e a população procura também reduzir a carga de combustível através de limpezas das matas. A nível educacional o país centra-se em instruir como suprimir um incêndio florestal e não em como preveni-lo através de um planeamento da gestão de incêndios (Appiah et al., 2010). Por sua vez, nesse mesmo país a adoção de diferentes opções agroflorestais arrecadam consigo as vantagens de diminuir a suscetibilidade de ocorrência de incêndios florestais bem como expandir as terras e atividades agrícolas (William et al., 2019). Também na Guiné-Bissau os métodos de deteção local dos incêndios são ainda primitivos na medida em que passa pela visualização do fumo ou de chamas (Temudo et al., 2020).

Pelo contrário, o Serviço Nacional Florestal italiano teve um papel fundamental nas atividades de prevenção de incêndios florestais o que levou a uma diminuição dos mesmos quer em termos de número de ocorrências quer em termos de área ardida, contudo, para tal acontecer os custos também foram maiores (Santoro et al., 2021).

Outras das estratégias utilizadas são por exemplo a restauração florestal e o emprego de guardas-florestais. Neste sentido, a restauração florestal para além de se apresentar como sendo uma das principais estratégias de gestão de incêndios florestais na medida em que inclui tanto o desbaste da cobertura vegetal como a realização de queimadas prescritas, também tem um papel relevante nas economias rurais com a fomentação de emprego e a geração de rendimentos a partir da exploração florestal e a utilização da madeira (Hjerpe et al., 2021).

Por sua vez, Yan et al. (2022) procuraram avaliar os impactes que uma política que passava por empregar população rural empobrecida como guardas-florestais ecológicos poderia ter nos desastres florestais nos quais se incluíam os incêndios e concluíram que esta política, ao contrário do confirmado na maioria dos estudos anteriores, não reduzia de forma eficaz a ocorrência de incêndios bem como de pragas florestais.

Ademais, existem também diversos trabalhos que procuram avaliar algumas determinantes dos fogos rurais uma vez que há um enorme conjunto de fatores e características que influenciam as ignições de fogo bem como a sua propagação e comportamento. É o caso do abandono rural. Assim, importa referir que para Whittaker et al. (2012) a desregulamentação da agricultura tratou-se de um passo fulminante para o despovoamento face aos menores rendimentos agrícolas e à emigração de trabalhadores agrícolas.

Posto isto, o abandono rural, conjuntamente com as mudanças climáticas que se fazem sentir, afetam negativamente as florestas da Bacia do Mediterrâneo visto que levarão a uma maior suscetibilidade de ocorrência de incêndios fruto da substituição dessas mesmas áreas florestais por comunidades arbustivas de maior propensão ao fogo (Resco De Dios et al., 2006).

Nesse mesmo sentido, também Lasanta et al. (2015) consideram que um dos muitos impactes ambientais negativos que surgem a partir do abandono rural prende-se com o maior risco de ocorrência de incêndios florestais, sendo que no caso europeu isso se evidenciou a partir de meados do século XX derivado das mudanças que se foram fazendo sentir em relação ao uso dos solos.

Assim sendo, também na Galiza se observa que uma das grandes causas para a ocorrência de incêndios florestais advém do abandono rural e algumas das suas características adjacentes como é o caso do envelhecimento, da baixa densidade populacional bem como de outros fatores territoriais e económicos tais como a diminuição de hectares e do rendimento, respetivamente (Diego et al., 2021). Assim, Yan et al. (2022) concordam que o aumento dos rendimentos da população residente também poderá diminuir o número de incêndios, no entanto e inversamente ao que foi anteriormente dito, acreditam que uma das muitas

características que diminuem o número de ocorrências de incêndios florestais passa pelos aumentos na taxa de urbanização e consequente diminuição da população rural.

Posto isto, para além do aumento da probabilidade de ignições, o abandono agrícola foi também um dos responsáveis pelo aumento das florestas nos últimos 82 anos, o que faz com que 37% das florestas do Cinque Terre National Park na Itália se devam a esse fenómeno (Santoro et al., 2021).

Mas existem também outros fatores que têm uma enorme influência na ocorrência de incêndios florestais como é o caso das características climáticas pelo que as temperaturas mais elevadas que se verificam sobretudo nas estações secas estão associadas a uma maior probabilidade de ignição e propagação do fogo fruto da secagem da cobertura vegetal (Appiah et al., 2010). Na Galiza, ao contrário do esperado, verificou-se uma relação inversa entre o aumento da temperatura e a ocorrência de incêndios florestais, ou seja, temperaturas mais baixas foram responsáveis por um maior número de ocorrências sendo que isto se pode dever ao facto da maioria das ocorrências derivar de uma forma intencional (Diego et al., 2021).

Yan et al. (2022) acredita que também a precipitação influencia o número de ocorrências sendo que se esta acontecer em grande escala há uma menor probabilidade de ignição.

Assim, as áreas mediterrâneas dizem respeito a territórios que comumente sofrem com o alto risco de ocorrência de incêndios e consequentes prejuízos que destes advêm face à sua componente climática que se prende com condições climatéricas, nomeadamente, temperatura, precipitação e vento bem como à sua componente estrutural que engloba as características topográficas e vegetativas (de Sousa Xavier et al., 2015).

Para além disso, uma maior suscetibilidade de ocorrência de incêndios pode também derivar da remoção de grandes árvores e da diminuição da taxa de povoamento do gado uma vez que se tratam de dois fatores que levam a aumentos na cobertura vegetal e consequente carga de combustível (Gambiza et al., 2000). Deste modo, de facto a maior presença de animais leva a uma redução da cobertura vegetal o que acaba por prevenir a ocorrência de incêndios e no que diz respeito aos ranchos observou-se que se estes não forem geridos por parte dos interessados então haverá uma maior probabilidade de ignição face à maior presença de arbustos e pastagens (de Diego et al., 2021).

No que diz respeito às causas para a ocorrência de incêndios florestais e independentemente dos locais verifica-se por parte dos autores uma grande centralização na mão humana. É o caso da constatação de Rodríguez-Trejo & Fulé (2003), bem como de Appiah et al. (2010) que afirmam que no Gana, a maior parte dos incêndios florestais se iniciaram com

origem humana quer a partir de atividades de limpeza de terrenos que requeriam a utilização do fogo quer através da negligência humana.

Também no Cinque Terre National Park se verificou que a maior parte dos incêndios florestais ocorreram a partir de origem antropogénica independentemente desta ser causada de forma voluntária ou não voluntária com valores de 79% e 14%, respetivamente. As causas naturais, por sua vez, apresentam um valor muito residual de 2% e os restantes 5% tratam-se dos incêndios cujas causas não têm a sua origem conhecida (Santoro et al., 2021).

Por sua vez, a Galiza exibiu-se como sendo outro dos locais cujas ignições se iniciam maioritariamente a partir da mão humana sendo que o típico “incendiário” tende a dizer respeito a um homem com um baixo nível de vida quer a nível económico quer a nível educacional, que normalmente se tratam dos agricultores e proprietários dos terrenos afetados (de Diego et al., 2021).

Finalmente, também os documentos muito importantes serão devidamente apresentados na Tabela 4 e, mais uma vez, por ordem decrescente em termos de número de citações e posteriormente apresentados com maior detalhe.

Tabela 4 - Documentos distinguidos como "Muito Importantes"

Autores	Título	Ano	Fonte	Nº citações
Neal Fann, Breanna Alman, Richard A. Broome, Geoffrey G. Morgan, Fay H. Johnston, George Pouliot, Ana G. Rappold	The health impacts and economic value of wildland fire episodes in the U.S.: 2008–2012	2018	Science of the Total Environment	107
R Rittmaster, W L Adamowicz, B Amiro, R T Pelletier	Economic analysis of health effects from forest fires	2006	Canadian Journal of Forest Research	52
Yiannis Kountouris, Kyriaki Remoundou	Valuing the Welfare Cost of Forest Fires: a Life Satisfaction Approach	2011	KYKLOS	33
Juan Ramón Molina Martínez, Miguel Herrera Machuca, Ricardo Zamora Díaz, Francisco Rodríguez y Silva, Armando González-Cabán	Economic losses to Iberian swine production from forest fires	2011	Forest Policy and Economics	20
Benjamin A. Jones	Are we underestimating the economic costs of wildfire smoke? An investigation using the life satisfaction approach	2017	Journal of Forest Economics	11
Juan Ramón Molina, Armando González-Cabán, Francisco Rodríguez y Silva	Wildfires impact on the economic susceptibility of recreation activities: Application in a Mediterranean protected area	2019	Journal of Environmental Management	7
Liana Prudencio, Ryan Choi, Emily Esplin, Muyang Ge, Natalie Gillard, Jeffrey Haight, Patrick Belmont, Courtney Flint	The Impacts of Wildfire Characteristics and Employment on the Adaptive Management Strategies in the Intermountain West	2018	Fire	3

Claudio Fagarazzi, Roberto Fratini, Mara Montanino, Mauro Viccaro, Mario Cozzi, Severino Romano, Francesco Riccioli	The economic value of fire damages in Tuscan agroforestry areas	2021	iForest - Biogeosciences and Forestry	0
Jayash Paudel	Beyond the Blaze: The Impact of Forest Fires on Energy Poverty	2021	Energy Economics	2
Dimitra Stougiannidou, Eleni Zafeiriou	Wildfire economic impact assessment: an empirical model-based investigation for Greek agriculture	2021	Modeling Earth Systems and Environment	0

Fonte: Elaboração Própria

Os dois documentos definidos como sendo muito importantes mais citados determinam os impactos económicos dos incêndios florestais numa perspetiva mais voltada para a saúde. Assim sendo, para Fann et al. (2018) a ocorrência de incêndios leva a uma deterioração da qualidade do ar e, conseqüentemente, a um maior número de pessoas com problemas de saúde resultado do fumo dos mesmos. No entanto, apesar da importância desta análise, os autores consideraram que este se tratou do primeiro estudo a avaliar o impacto económico da emissão de partículas finas pelos incêndios florestais na saúde humana nos Estados Unidos da América (EUA) e num período de 5 anos. Posto isto, entre 2008 e 2012, quase todos os estados dos EUA foram fortemente afetados pela emissão de PM 2.5 fruto de incêndios florestais e, portanto, os autores detetaram entre 5200 e 8500 admissões hospitalares respiratórias, entre 1500 e 2500 admissões hospitalares cardiovasculares e entre 1500 e 2500 mortes relacionadas com as PM 2.5 por ano, o que resultou em cerca de 63 biliões de dólares e 450 biliões de dólares tendo em conta o valor económico das mortes prematuras e das admissões hospitalares devido a exposições de curto prazo ou de longo prazo, respetivamente.

Por sua vez, Rittmaster et al. (2006) concordam que os incêndios florestais se tratam de um dos grandes emissores de partículas finas e que estas emissões afetam negativamente a saúde humana. Estes autores focaram-se no incêndio florestal ocorrido em Chisholm, no Canadá, em 2001, incêndio esse que ao contrário da maioria afetou grandes áreas urbanas e que trouxe a si associado impactos económicos e custos de saúde com alguma significância. Posto isto, os mesmos com base nos resultados dos dois modelos utilizados (cálculos da estação de monitorização e modelo de dispersão de fumo) estimaram custos relativos à saúde a rondar entre os 9 e os 12 milhões de dólares por dia sendo que a maior parte destes eram originários do aumento do risco de mortalidade associados aos aumentos nos níveis de PM 2.5 no ar e tendo, portanto, os efeitos de morbidade muito menor relevância. No incêndio florestal em questão os custos relativos à saúde foram, portanto, superiores aos custos de supressão do

mesmo que apresentaram um valor a rondar os 10 milhões de dólares no total dos 7 dias de incêndio, aos custos relativos a perdas de infraestruturas bem como a muitos outros custos sentidos noutras indústrias. Deste modo, apenas a madeira perdida em Chisholm em 2001 superou as perdas económicas sentidas na área da saúde.

Neste mesmo sentido, também Jones (2017) se pronunciou acerca dos impactes económicos oriundos do fumo dos incêndios florestais na saúde humana, contudo, ao contrário dos outros autores, pela primeira vez, para além dos efeitos diretos relativos à saúde foram também estimados os custos indiretos do fumo dos incêndios, por exemplo, alterações na estética ambiental e amenidades cénicas através de uma abordagem de bem-estar/satisfação da vida da população. Posto isto, o autor conclui que um adulto residente nos EUA de forma a evitar um dia de fumo ao redor da sua área de residência, está disposto a despende 373 dólares e, para além disso, que um residente em área rural está disposto a gastar mais 130 dólares que um residente em área urbana para os mesmos fins.

Um estudo semelhante foi levado a cabo por Kountouris & Remoundou (2011) uma vez que estes também procuraram avaliar as perdas de bem-estar resultantes dos incêndios florestais através de uma abordagem de satisfação com a vida mas em quatro países mediterrânicos, nomeadamente, Portugal, Espanha, Itália e França mediterrânica. Verificou-se assim que a população realmente se disponibilizaria a gastar algum do seu dinheiro para não sofrer com a incidência de incêndios, pelo que estariam dispostos a desembolsar 0.20 euros para reduzir em um o número de ocorrências, 2.03 euros para diminuir a extensão do fogo em 100ha, 17.34 euros para encurtar o número de incêndios que queimam mais de 100ha e menos de 500ha e 57.88 euros para os que queimam mais de 500ha. Por outro lado, ao contrário do que se verificou no anterior estudo referido, os autores constataram que a satisfação da vida apenas era negativamente impactada nas áreas rurais.

Contudo, como se sabe os incêndios rurais influenciam negativamente uma imensidão de outros setores e, com base neste conjunto de trabalhos, podemos verificar alguns artigos em que os autores se focaram nos impactes dos mesmos na área recreativa (Molina et al., 2019), na área agrícola (Stougiannidou & Zafeiriou, 2021) e pecuária (Molina Martínez et al., 2011) e no setor energético (Paudel, 2021).

No caso do setor do lazer, Molina et al. (2019) demonstraram que no Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche situado no Sul de Espanha, os custos de condução e tempo de viagem eram de 31 210 807 euros enquanto que os custos totais, que incluem também os custos incidentais, ascendiam 58 249 397 euros alcançando, portanto, os 89 460 204 euros em

relação à suscetibilidade de lazer, sendo que esses valores avultados estavam fortemente relacionados com a inflamabilidade da vegetação e com as condições de propagação do fogo.

As catástrofes naturais, como é o caso dos incêndios florestais, trazem também a si associados efeitos negativos e significativos, ao nível do setor energético no Nepal e nos respetivos agregados familiares do país, onde um aumento de um incêndio no número total dos mesmos do ano anterior leva a uma redução de 0,19% das despesas energéticas enquanto que um aumento de uma unidade da potência radiante do fogo do ano prévio leva a uma diminuição de 0,43% das despesas energéticas e de 0,36% na pobreza energética, o que não significa que isto seja economicamente benéfico e viável (Paudel, 2021). Assim, segundo os autores, esta redução das despesas energéticas em consequência dos incêndios florestais leva a um ganho doméstico anual de 27.421 Rúpias Nepalesas por agregado familiar, ou seja, 5.37 Rúpias Nepalesas per capita, o que significa que tendo em conta os 28 milhões de nepaleses os ganhos energéticos anuais atingem os 0.12 milhões de dólares, um valor muito inferior ao resultante dos impactes dos incêndios florestais que atinge os 2,9 mil milhões de dólares.

Já no setor da agricultura, e tendo por base uma análise de 54 incêndios florestais registados entre 2004 e 2006, verifica-se que, nos territórios agrícolas gregos, os custos diretos dos incêndios florestais em 25% dos casos ultrapassam os 30 mil euros, sendo que em dois desses incêndios esses mesmos custos superam até os 600 mil euros. Para além disso, a maioria desses 54 incêndios afetaram sobretudo culturas permanentes das quais se destaca o papel das oliveiras. Já no que diz respeito aos custos por hora oriundos dos incêndios florestais constata-se que em metade dos casos os custos ascendem a valores superiores a 211 euros/hora e que em 35% dos casos transcendem até os 1016 euros/hora, o que demonstra que algumas das áreas agrícolas apresentadas pelos autores podem ter custos diretos elevados e custos por hora reduzidos e vice-versa. Por fim, dada a opinião dos autores de que o povo grego sofre continuamente com aquilo que são os problemas na gestão de risco dos incêndios e mitigação dos mesmos será importante tomar algumas precauções e retificar alguns erros futuramente sendo exemplos disso a existência de um maior número de tanques de água nas áreas agrícolas bem como uma melhor formação de profissionais da área de forma a promoverem a redução da probabilidade e durabilidade das catástrofes e, conseqüentemente, os custos associados (Stougiannidou & Zafeiriou, 2021).

Para além disso, dado que os incêndios florestais são o desastre natural mais significativo nas áreas mediterrânicas, também a pecuária, e mais concretamente a produção suína, sofrem bastante com estes acontecimentos na Andaluzia, bem como noutros locais. Posto isto, segundo o estudo de Molina Martínez et al. (2011) as perdas económicas variam de acordo

com o nível de intensidade do fogo, sendo que quanto maior for esse nível maiores serão as perdas. Neste sentido, verificou-se que a parte ocidental da região foi a mais afetada, com bastantes perdas económicas de *dehesa* a superaram os 1500 euros por hectare.

Um outro estudo levado a cabo por Prudencio et al. (2018) procurou estimar os impactes económicos dos incêndios florestais, tomando em consideração os efeitos que se fizeram sentir no emprego nas comunidades afetadas. Neste sentido, os autores verificaram que os incêndios rurais produzem efeitos positivos no emprego no período de 6 meses especialmente no curto prazo, isto é, durante e imediatamente após a ocorrência dos mesmos, sendo que, no longo prazo, os impactes mantêm-se sempre positivos, contudo, apresentam-se cada vez mais de forma menos intensiva. No que diz respeito a setores específicos, o estudo demonstrou que tanto o setor da produção de bens como o da prestação de serviços vão de encontro ao que foi anteriormente dito, no entanto, a produção de bens arrecada maiores impactes positivos que a prestação de serviços. Por sua vez, o setor dos recursos naturais e das minas também se apresenta como sendo impactado positivamente pelos incêndios rurais enquanto que o setor do lazer e da hotelaria ostenta efeitos negativos no emprego no mês da ocorrência do incêndio rural e no mês após.

Uma abordagem diferente foi seguida por Fagarazzi et al. (2021) que procuraram estimar os benefícios trazidos pela supressão de incêndios, quer a nível económico quer a nível ambiental, tendo por base o incêndio sucedido em Verniano em 2012 e que ocorreu entre 11 de julho e 3 de agosto. Para conseguirem fazer tal avaliação criaram três cenários hipotéticos com diferentes durações e sem qualquer atividade de supressão para o incêndio anteriormente referido. O primeiro período continha a duração real do incêndio, o segundo mais 7 dias e o terceiro mais 14 dias. Posto isto, o incêndio real esteve associado a uma destruição num valor económico total de 51 660 euros, com a presença das devidas atividades de supressão, contudo, sem a presença das mesmas este valor ascenderia 14 537 euros, o correspondente aos danos económicos evitados, ou seja, atingiria os 66 197 euros. Por sua vez se o incêndio durasse mais 7 ou 14 dias verificar-se-ia que seriam evitados danos nos valores de 19 011 e 19 040 euros, respetivamente. Estes valores são muito próximos, uma vez que segundo os autores, ao oitavo dia o incêndio iria alcançar áreas rochosas e argilosas pelo que muito provavelmente se iria extinguir naturalmente dada a ausência de combustível.

Posto isto, em termos de metodologias, por exemplo, Stougiannidou & Zafeiriou (2021) optaram pela utilização de um caso peculiar do Modelo Linear Generalizado denominado como modelo linear log-gama generalizado, Paudel (2021) fez uso de uma equação de regressão dos mínimos quadrados, Molina et al. (2019) usou o método do custo de viagem comparando

quantas viagens seriam feitas por turistas com e sem a ocorrência de incêndios florestais, Jones (2017) usou uma abordagem de satisfação da vida utilizando efeitos fixos de tempo e de local de forma a eliminar possíveis fontes de enviesamento e Fann et al. (2018) optaram por uma revisão sistemática da literatura acompanhada da aplicação de funções de impacto na saúde derivadas de estudos epidemiológicos.

Finalizada a revisão sistemática da literatura e, em consonância com o que havia sido escrito, de forma a enriquecer o estado de arte, foi decidido explorarem-se outros trabalhos capazes de complementar e auxiliar a definir melhor o conceito de incêndios rurais/florestais, os impactos económicos subsequentes e a importância e as dificuldades sentidas neste tipo de análise.

2.2 Incêndios Rurais

Os incêndios rurais compreendem os incêndios que atingem áreas florestais, agrícolas ou incultas (Carvalho & Lopes, 2001) sendo que segundo o Relatório do Estado do Ambiente, só a partir de 2001 os incêndios em explorações agrícolas passaram a ser incluídos nas estatísticas. Apesar disto, o conceito de incêndios agrícolas quase não tem significado, pelo que Félix & Lourenço (2019) preferem usar o termo incêndios florestais dado que para eles estes são os mais preocupantes e dignos de maior atenção, pelo que, pelas razões anteriormente enunciadas, ao longo da dissertação, este termo será frequentemente utilizado.

2.2.1 Incêndios Florestais

Segundo Stacey et al. (2012) o fogo diz respeito ao resultado da reação química da combustão que, por sua vez, emerge com a presença nas proporções exatas de oxigénio e calor. Assim, quando um processo de combustão acontece e, portanto, o calor e luz são emitidos há a ocorrência de um incêndio que se pode suceder naturalmente ou com origem antropogénica e que pode causar enormes danos a pessoas, propriedades e ao meio ambiente (Cochrane, 2009).

Neste sentido, os incêndios florestais podem também ser distinguidos como um perigo natural (McCaffrey, 2004) que pressupõem a existência de três requisitos básicos, nomeadamente, a cobertura vegetal passível de ser queimada, as condições ambientais que facilitem a combustão e uma fonte de ignição (Krawchuk et al., 2009).

Tedim & Leone (2020) descrevem um incêndio florestal como sendo qualquer fogo não planeado e não controlado que se desenvolve em área vegetal e que obriga a uma intervenção humana no sentido de combater esse mesmo fenómeno (Stacey et al., 2012).

De realçar ainda que no caso português, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) apenas distingue como incêndios florestais, aqueles cuja área ardida total seja igual ou superior a 1 hectare, pelo que todos os outros são considerados apenas como fogachos. Por sua vez, importante é também ter em atenção o conceito de grande incêndio florestal (GIF) que, por razões estatísticas, e de acordo com a Autoridade Florestal Nacional (AFN) é definido por todos os incêndios em que a área ardida ultrapassa os 100 hectares.

Importante será também observar que a maior parte dos incêndios florestais são tendencialmente pequenos em termos de área ardida. Contudo, alguns tornam-se gigantes quer nesses termos, quer em termos dos impactes ambientais e socioeconómicos, sendo um bom exemplo disso o incêndio de Pedrogão Grande, ocorrido em 2017, que foi extremamente devastador por diversas razões, nomeadamente, pela má preparação e mau ataque inicial, pela perceção de risco inadequada, pelos ventos muito fortes e variáveis, a topografia áspera, o baixo teor de humidade do combustível e a carga de combustível (Tedim et al., 2018).

Posto isto, os fogos florestais que têm uma forte incidência nas paisagens do Sul da Europa, face ao clima mediterrâneo presente, e no qual se inclui o território português (Ferreira-Leite et al., 2012; Nunes, Oliveira, et al., 2013) passaram a ter uma maior probabilidade de ocorrência em consequência das alterações do uso do solo e do abandono das áreas rurais observados nas últimas décadas (Badia et al., 2011; Nunes et al., 2021) que derivaram da expansão da população e das mudanças socioeconómicas que se foram fazendo sentir, especialmente após a década de 70 do século XX (Castro Rego, 2001).

Deste modo, pode existir uma maior propensão para a propagação de incêndios devido, ao já mencionado, aumento das terras abandonadas, fruto da migração rural, mas também face à enorme redução do pastoreio (Delattre et al., 2020) e da dificuldade na manutenção das matas limpas (Couceiro et al., 2019). É, portanto, possível averiguar que nas últimas décadas tem-se vindo a assistir a um aumento das consequências negativas resultantes da ocorrência de incêndios florestais em todo o mundo (Hallema et al., 2018). Estes incêndios são responsáveis, todos os anos, por repercussões extremamente negativas que variam consoante os diversos setores económicos (Muñoz-Robles et al., 2018).

Dessa forma, será necessário adotar políticas de gestão de incêndios adequadas para conseguir fazer face aos incêndios florestais. Contudo, Moreira et al. (2020) assumiram que as políticas atuais não são as mais apropriadas, pelo que o foco na supressão de incêndios deve ser alterado para a mitigação, prevenção e preparação, ainda que considerem que a supressão deverá continuar a desempenhar um papel extremamente relevante. Ou seja, o objetivo não passará por diminuir os esforços de supressão, mas sim aumentar as preocupações com as

alternativas mais prováveis de reduzir os efeitos socioeconómicos e ecológicos negativos, como é o caso da restauração florestal (O'Donnell et al., 2018).

Também Raposo et al., (2020) consideraram não haver uma gestão paisagística eficaz e capaz de anular o elevado número de ocorrências e a vasta área ardida. Neste sentido, Sakellariou et al., (2020) asseguraram que, com a evolução da ocorrência de incêndios, os agentes políticos se viram obrigados a apostar fortemente num melhor planeamento e num aprimoramento das estratégias de prevenção de incêndios. No entanto, continua a ser necessário um reforço das capacidades das agências de gestão de incêndios e para isso será importante optar por uma colaboração horizontal mais forte. Esta inclui também uma maior partilha de recursos, bem como largos investimentos no sentido de, por um lado, desenvolver ferramentas inovadoras de apoio à decisão e, por outro, incrementar o foco na prevenção e mitigação (Tymstra et al., 2020).

Assim sendo, o objetivo da gestão dos incêndios florestais passará por minimizar os impactes socioeconómicos e ambientais que destes advêm e para isso maior atenção deve ser dada à prevenção de ignição, deteção de incêndios, implantação e expedição de recursos de ataque inicial, gestão de grandes incêndios, planeamento estratégico e gestão de combustíveis (Fernandes, 2019). No entanto, Baylis & Boomhower, (2019) reconhecem que a maior parte dos custos totais dos incêndios florestais se devem ao esforço exercido no sentido de evitar danos materiais, destacando o papel da proteção das casas privadas.

Os métodos de supressão de incêndios são muito variados. No entanto, é possível englobá-los em quatro grupos, de acordo com o princípio do seu impacto no fogo, nomeadamente, o transbordamento, a deflagração ou arremesso de terra da borda do fogo rastejante, a supressão recorrendo ao uso de água ou soluções de produtos químicos, a colocação de tiras e valas mineralizadas e a queimada limpa (Drapalyuk et al., 2019)

Para Cansler et al. (2022), uma das formas para reduzir as extensas áreas queimadas é a aposta no desbaste e nas queimas controladas, salvaguardando que existem outros fatores que são impossíveis de gerir e que também influenciam a gravidade dos incêndios, por exemplo, o tempo diário de incêndio, as anomalias anuais de precipitação e a capacidade de resistência ao fogo por parte das espécies florestais.

Para além disso, tanto os tratamentos de utilização de fogos, como é exemplo disso, o caso dos fogos prescritos, e as estratégias de desbaste de restauro são ambientalmente benéficas, no sentido em que podem levar a uma melhor conservação da biodiversidade, a um aumento da disponibilidade de água, um armazenamento de carbono a longo prazo de maior

capacidade e mais sustentável, uma maior resiliência das florestas, uma redução da poluição atmosférica e a uma adaptação às alterações climáticas (Stephens et al., 2020).

2.2.2 Impactes Económicos dos Incêndios Florestais

Dado que o objetivo desta dissertação é uma avaliação dos impactes económicos dos incêndios rurais/florestais torna-se relevante prosseguir com uma análise do estado da arte sobre este tema. Estes incêndios, normalmente, vêm os seus efeitos diretos a serem quantificados a partir do número de ocorrências, área ardida, casas queimadas ou perdas económicas (Viegas, 2009).

Assim, os incêndios rurais são responsáveis por trazer avultados custos económicos e que ascendem, por vezes, a muitos milhões ou até biliões de euros, para os muitos países e regiões que, à semelhança de Portugal, padecem com estas catástrofes. Alguns dos casos estudados na literatura são a Indonésia (Edwards et al., 2020), a Califórnia (Malik et al., 2021) e a Federação Russa (Drapalyuk et al., 2019). Nos últimos anos, os grandes incêndios florestais têm também vindo cada vez mais a fazer-se sentir em grande escala em países, onde era menos habitual a sua ocorrência, nomeadamente, no Brasil, Chile, Bolívia, Suécia bem como perto do círculo ártico na Groenlândia (Filkov et al., 2020).

Os incêndios florestais são, de facto, responsáveis por causarem elevados impactes, não apenas a nível ambiental, mas também a nível económico e social, dada a destruição de recursos, bens materiais e muitas vezes até à perda de vidas humanas (Dimuccio et al., 2008; Rossiello & Szema, 2019).

Posto isto, as despesas tanto diretas como indiretas, resultantes dos incêndios ascendem a muitos milhões de euros. No entanto, a verdade é que essas perdas económicas subsequentes não são, na maior parte das vezes, corretamente mensuradas ou estudadas, sendo que, pelo menos, a maioria dos estudos elaborados vão de encontro à prevenção e combate dos fogos florestais, deixando um pouco de parte os estudos relativos aos efeitos económicos. Assim, estas avaliações contam com um muito menor número de contribuições (Lourenço, 2004). Neste mesmo sentido, Riera et al. (2004) notaram que, até à data, a valoração económica dos incêndios florestais não tinha sido alvo de muita atenção, especialmente, na Europa. Também Correia (2017), bem mais recentemente, continua a constatar que, apesar dos impactes económicos, sociais ou ecológicos dos incêndios já serem bastante conhecidos, não têm sido alvo de suficiente investigação por parte da comunidade científica.

Por outro lado, mais recentemente, Stougiannidou et al., (2020) afirmaram que os impactes económicos dos incêndios florestais de diversos setores já têm sido estudados por um número razoável de investigadores.

Desta forma, e segundo Lourenço (2004), há grandes dificuldades em medir economicamente algumas das consequências e dos estragos provocados pelos fogos florestais. É o que se verifica, por exemplo, na agricultura, nas horas de trabalho perdidas nas empresas por bombeiros, dado que estes são voluntários, na destruição de património natural e construído, ou até, segundo Lourenço (1989) no valor económico do mato enquanto base para a proteção tanto das espécies animais, como também, do próprio solo, o que se pode deter como sendo uma das razões para não existirem muitos estudos a fazerem este tipo de análise.

Deste modo, será seguidamente apresentada a importância bem como as dificuldades sentidas na avaliação de impactes económicos dos incêndios rurais.

Posto isto, com as alterações climáticas que se têm vindo a verificar que fomentam maiores períodos de seca e temperaturas mais elevadas e, conjuntamente com as mudanças ocorridas nos usos dos solos apura-se que os incêndios florestais sejam cada vez mais frequentes (Oliveira et al., 2022) e, portanto, também alvos de maior interesse por parte da comunidade científica (Bento-Gonçalves & Vieira, 2020). Neste sentido, muitos foram os autores que acharam essencial abordar o tema em questão e, mais concretamente, os impactes económicos que destes advinham.

Assim sendo, a maioria dos autores chega a um consenso, dado que deteta e refere uma importância comum em medir os impactes económicos dos incêndios florestais que se prende com a gestão, planeamento, tomada de decisões, implementação de políticas e prevenção dos mesmos. Contudo, outras das importâncias deste tipo de avaliação são, por exemplo, o auxílio na fixação de compensações justas para as comunidades afetadas (Loureiro & Alló, 2018) e na avaliação do retorno do investimento em intervenções de incêndios florestais (Thomas et al., 2017).

Assim sendo, de seguida será exposta a Tabela 5 com os autores e respetivas citações que demonstram a importância de avaliar os efeitos económicos dos incêndios rurais. Importa também referir que muitos estudos demonstram que para além da avaliação dos impactes anteriormente enunciados, também a avaliação do risco/suscetibilidade de ocorrência de incêndios é extremamente marcante para a definição de políticas capazes de prevenir a ocorrência deste tipo de desastre natural (Molina et al., 2019).

Tabela 5 - Importância de avaliar impactes económicos dos incêndios florestais segundo autores

Autores	Título	Ano	Citações
Thomas, Douglas Butry, David Gilbert, Stanley Webb, David Fung, Juan	The Costs and Losses of Wildfires: A Literature Survey	2017	“O acompanhamento da carga económica do incêndio poderia ser utilizado para avaliar o retorno do investimento em intervenções no incêndio.”
Loureiro, María & Alló, Maria	Os incendios forestais e o seu su impacte económico: Proposta para unha axenda investigadora	2018	“A avaliação dos danos causados pela perda de serviços ecossistémicos é de vital importância, pois esta estimativa (mais completa) ajudará a reivindicar a justa indemnização para as comunidades afetadas. Além disso, por sua vez, constituem informações úteis para a gestão e priorização das ações de defesa contra incêndio.”
Prudencio, Liana Choi, Ryan Esplin, Emily Ge, Muyang Gillard, Natalie Haight, Jeffrey Belmont, Patrick Flint, Courtney	The Impacts of Wildfire Characteristics and Employment on the Adaptive Management Strategies in the Intermountain West	2018	“As nossas descobertas demonstram que os incêndios têm impactes económicos significativos nas comunidades afetadas e que as mudanças nas tendências dos incêndios e nos efeitos económicos influenciam a tomada de decisões e o planeamento dos gestores de incêndios.”
Martinho, Vítor	Socioeconomic Impacts of Forest Fires upon Portugal: An Analysis for the Agricultural and Forestry Sectors	2019	“Os resultados apresentados neste estudo serão mais uma contribuição para os formuladores de políticas estabelecerem prioridades no desenho da regulamentação dos incêndios florestais e para a perceção dos agentes económicos sobre as implicações socioeconómicas dos incêndios florestais.”
Otrachshenko, Vladimir & Nunes, Luis C.	Fire takes no vacation: Impact of fires on tourism	2019	“Essa descoberta é relevante para fins de política, pois o impacto de um incêndio nas economias locais estende-se por vários anos.” “o impacto dos incêndios e outras catástrofes nas economias locais de outros países mediterrânicos deve ser analisado exaustivamente para gerir e mitigar os custos das alterações climáticas nesta região.”
			“Técnicas de estimação de custos ambientais e socioeconómicos relacionados a desastres têm um papel importante e crítico nas políticas públicas. Essas técnicas são essenciais para caracterizar a magnitude do problema e apoiar os modelos de desenvolvimento regional. Além disso, informações sobre

<p>Campanharo, Wesley A. Lopes, Aline P. Anderson, Liana O. da Silva, Thiago F.M.R. Aragão, Luiz E.O.C.</p>	<p>Translating Fire Impacts in Southwestern Amazonia into Economic Costs</p>	<p>2019</p>	<p>custos podem facilitar a comunicação do valor da natureza ou de qualquer bem afetado para diferentes pessoas usando uma linguagem única que une visões políticas e económicas. Finalmente, este tipo de análise pode fornecer uma base legal para a gestão de recursos naturais, avaliação de danos e desenvolvimento de mecanismos de compensação ambiental.”</p> <p>“É claro que a informação quantitativa sobre o impacto dos incêndios florestais nos ecossistemas e nos seres humanos é obrigatória para apoiar o desenvolvimento de estratégias e políticas públicas para a prevenção de desastres e avaliação de impactos relacionados.”</p>
<p>Jones, Benjamin A. & McDermott, Shana</p>	<p>The Local Labor Market Impacts of US Megafires</p>	<p>2021</p>	<p>“Determinar as estimativas de impacto de megaincêndios é importante porque a gestão florestal sustentável requer o equilíbrio de várias metas e objetivos, muitas vezes concorrentes. Por exemplo, os gestores florestais precisam realizar a prevenção de incêndios florestais enquanto fornecem serviços ecossistêmicos não decrescentes e uso de recursos.”</p>

Fonte: Elaboração Própria

A questão é que apesar da enorme importância dada a este tipo de estudo, o mesmo arrecada inevitavelmente consigo algumas dificuldades em garantir a avaliação dos impactos económicos de forma adequada.

Deste modo, algumas das arduidades sentidas dizem respeito à existência de uma infinidade de possíveis impactos (Dittrich & McCallum, 2020) e à escassez de dados (Loureiro & Alló, 2018) e à fiabilidade dos mesmos (Klomp, 2016) e ao facto dos impactos se poderem estender por uma área geográfica muito grande e por muitos setores. O fumo resultante dos mesmos, por exemplo, expande-se para lá da área queimada afetando não só a zona de ignição e propagação mas também as regiões circundantes (Scordo et al., 2021).

Assim sendo, dado que existem, de facto, muitas estimativas dos custos económicos que requerem que se façam aproximações e suposições, existem muitos domínios cujas perdas apresentam um elevado grau de incerteza, nomeadamente, “supressão rural e municipal, espaço defensável, perda de madeira, custos de evacuação e impacto no mercado imobiliário” e os próprios custos de assistência a desastres (Thomas et al., 2017, p.51).

Também Wang et al. (2020) consideraram que existe uma grande dificuldade em calcular os impactes económicos especialmente indiretos¹ dos incêndios florestais e, portanto, demonstraram que sofreram com algumas adversidades ao fazer essa mesma avaliação noutros ramos tais como na reconstrução/restauração de edifícios danificados, no comércio internacional, nos transportes, nos desastres naturais subseqüentes como deslizamentos de terra e também na saúde. Dentro desta última área referida, tem-se também o exemplo de Campanharo et al. (2019) que confirmaram a existência de grandes dificuldades em quantificar os impactes económicos dos incêndios relacionados com a morbidade respiratória.

Assim sendo, apesar das dificuldades sentidas, há um leque diversificado de autores que se pronunciaram acerca dos impactes económicos dos incêndios rurais de diferentes modos e averiguando diferentes modelos sendo que, de seguida, será transmitida informação relevante dos estudos de alguns deles.

Diaz (2012) considera que estes podem ter tanto impactes positivos como negativos. Os primeiros resultam das atividades económicas desenvolvidas na comunidade no sentido de combater os incêndios e reconstruir zonas afetadas por estes fenómenos. Por outro lado, dos negativos o autor refere a madeira queimada e a possibilidade das atividades de lazer e turismo e da produção agrícola poderem ser negativamente afetadas.

Pereira (2018) constata que os impactes económicos são vários e podem ser divididos em dois grupos, nomeadamente os efeitos que ocorrem como consequência e resposta aos incêndios florestais e os que se relacionam com a antecipação e prevenção dos mesmos enquanto que Aleksic et al. (2009) distinguiram os impactes económicos dos incêndios como custos de supressão e custos de recuperação e de regeneração.

Rahn et al. (2014) constataram, na sua pesquisa, que normalmente a avaliação económica dos incêndios apenas se concentra na área queimada e no número de intervenientes na supressão destes fenómenos. Contudo, isso não define totalmente o impacto económico de um incêndio florestal. Estes mesmos autores consideraram que nem todos os impactes podem ser totalmente compreendidos e mensurados, num período de tempo razoável, que é o que acontece com os custos de restauração de habitats, por exemplo. Desta forma, nomearam 5 setores onde se ressentem os impactes económicos, nomeadamente, Estado, infraestruturas,

¹ Segundo o United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) as perdas/impactes económicos diretos dizem respeito às perdas tangíveis normalmente associadas à destruição total ou parcial de bens físicos e, portanto, a sua mensuração é relativamente fácil. Por sua vez, as perdas/impactes económicos indiretos são bem mais difíceis de quantificar na medida que são, normalmente, intangíveis e dizem respeito à diminuição no valor económico agregado face às consequências dos impactes diretos e/ou aos impactes humanos e ambientais. Neste sentido, estas perdas são constituídas por perdas microeconómicas (ex: diminuição da receita devido à interrupção dos negócios), mesoeconómicas (ex: queda de receita devido a impactes em ativos naturais, interrupções nas cadeias de suprimentos ou desemprego temporário) e macroeconómicas (ex: aumento de preços, aumentos de dívida pública, impacto negativo nos preços da bolsa e queda do Produto Interno Bruto (PIB))

áreas naturais, negócios e comunidades. De destacar é a conclusão de que a comunidade e os negócios compreendem a maior parte dos impactes económicos resultantes dos fogos florestais. Os primeiros envolvem os impactes relativos ao lazer, à saúde e serviços humanos, às perdas de edifício e propriedade e à assistência pública, enquanto que os segundos são constituídos pelas consequências nas atividades económicas, no turismo e no emprego. Um exemplo de perdas no lazer/turismo resultante de incêndios florestais foi o que se verificou nos parques nacionais de Utah em que se registou um impacte económico negativo a rondar entre os 2,7 a 4,5 milhões de dólares e uma perda de 31 a 53 empregos, consoante a área ardida (Kim & Jakus, 2019).

Deste modo, no que diz respeito ao emprego nos setores florestal e agrícola em Portugal, os incêndios florestais aparentam gerar condições favoráveis ao emprego agrícola e desfavoráveis ao emprego florestal (Martinho, 2019). Wokekoro (2020) concluiu que os incêndios florestais, para além da destruição de infraestruturas, levaram também a uma diminuição dos valores das propriedades afetadas bem como das envolventes e arrecadaram consigo perdas de emprego e maiores dificuldades no setor turístico, sendo que quando os incêndios se sucedem na interface industrial florestal verificar-se-ão grandes perdas como o interromper das atividades produtivas e o aumento do desemprego e prejuízos económicos que prejudicam o desenvolvimento de uma região ou até de um país (Deives et al., 2021).

Assim sendo, para o caso dos EUA, verificamos que durante o momento em que os esforços de supressão estavam a ser realizados se constatava um efeito positivo quer no crescimento do emprego quer nos salários, no entanto, no pós incêndio o mesmo não se verifica sendo que o emprego sofreu mesmo uma redução fruto de uma maior volatilidade económica (Nielsen-Pincus et al., 2013). Também Zeenat Fouzia et al. (2020) concordam que há uma tendência para se suceder um crescimento do emprego no ano de ocorrência de incêndios florestais.

Neste mesmo sentido, (Nielsen-Pincus et al., 2014) chegaram às mesmas conclusões, considerando ainda que na época de supressão dos fenómenos em questão há setores como é o caso dos recursos minerais e mineração que beneficiam com os mesmos, ao contrário de outros como é o caso do lazer e hospitalidade. Também e mais recentemente, Prudencio et al. (2018) confirmaram a tendência para a ocorrência de impactes positivos frutos dos incêndios no setor da produção de bens que, entre outros, inclui e evidencia o papel dos recursos minerais e mineração e impactes negativos nos setores de lazer e hospitalidade.

No que diz respeito aos salários, Zeenat Fouzia et al. (2020) consideram que poucos estudos foram elaborados que relacionassem desastres relativos ao clima, os quais incluem os

incêndios, e salários, no entanto, segundo Jones & McDermott (2021) verifica-se uma tendência negativa dos mesmos com a ocorrência de megaincêndios durante vários anos, o que não significa que incêndios de menor dimensão apresentem uma tendência semelhante.

Por outro lado, Fiehn (2019) considera que não há uma grande correlação entre a ocorrência de incêndios florestais e níveis de emprego, salários totais e salários médios.

Posto isto, nalguns países, os impactes económicos dos fogos rurais já têm vindo a ser alvo de análises por parte da comunidade científica, como é o caso do Porto Rico em que nos anos de 2013 e 2014 se verificaram impactes económicos a rondar os 13,8 e 8,6 milhões de dólares, respetivamente (Rafael et al., 2015). Stougiannidou et al., (2020), por sua vez, avaliaram também esses mesmos impactes na Grécia e mais concretamente os que se fizeram sentir na agricultura, tendo, para isso em atenção, os custos de prevenção e supressão, os danos e perdas diretas e os custos indiretos sociais, psicológicos, da saúde e do agroturismo.

Já, Chiasson & Cane (2020) investigaram as consequências sentidas na economia derivadas dos incêndios florestais em Alberta. O território australiano também já foi passível de uma análise dos impactes económicos dos fogos florestais por Stephenson et al. (2013). Também nos EUA, alguns estudos já foram realizados com este objetivo, nomeadamente, na Grande Bacia do Nevada por Brunson & Tanaka (2011) e na Califórnia por Liao & Kousky (2021) e por Davis et al. (2014), por exemplo. Para além destes, Thomas et al. (2016) concluíram que os encargos económicos anuais dos incêndios florestais nos EUA alcançam valores entre os 71,1 e os 347,8 biliões de dólares, dos quais entre 7,6 e 62,8 biliões de dólares dizem respeito aos custos anuais e entre 63,5 e 285 biliões de dólares dizem respeito às perdas anuais.

Para além disso, e uma vez que Portugal e, mais concretamente, o Centro do país é uma zona muito afetada por incêndios rurais como é possível observar no estudo de Lourenço e Bernardino (2013), sendo um excelente exemplo disso o ano de 2017 de acordo com Garcia (2018), o nosso objeto de estudo vai ser esta região.

Esta página está em branco propositadamente

3. Incêndios Florestais em Portugal

3.1 Enquadramento

Os incêndios florestais são um problema importante e atual pelos impactes e constrangimentos que lhes vêm associados, nomeadamente, em Portugal (Lopes et al., 2014). Assim, ao longo dos anos, Portugal tem vindo a ser constantemente afetado por estes fenómenos e, conseqüentemente, tem sofrido com os efeitos negativos que estes representam (Tedim et al., 2018).

O nosso país, apesar da sua pequena dimensão, apresenta-se como um dos mais afetados da Europa pelos fogos rurais (Pereira et al., 2006; Oliveira et al., 2011; Fernandes, 2019), sendo o mais afetado no que diz respeito ao número de ocorrências e o segundo em termos de área ardida (Parente et al., 2018)

Para além disso, nos países da Europa do Sul que incluem a Espanha, Itália, França, Grécia e Portugal, a tendência da área ardida média é negativa para todos os países, excetuando o caso português em que a tendência é visivelmente positiva (Lourenço, 2018).

Deste modo, no caso português e, mais concretamente em Portugal Continental, Nunes et al. (2013) referem que os incêndios florestais compõem o principal problema ambiental.

Portugal pertence à Região Mediterrânea, pelo que, as suas características climáticas são propícias à propagação de incêndios, dado que no inverno apresenta períodos de maior precipitação que permitem o crescimento da vegetação e na época estival, estas localizações costumam apresentar temperaturas elevadas, um baixo índice de precipitação e uma forte evaporação o que, conjuntamente, leva à secura de plantas que ficam, conseqüentemente, mais facilmente inflamáveis (Duarte, 2005; Nunes et al., 2013; Nunes, et al., 2021)

Para além disso, no caso da Península Ibérica, Calheiros et al. (2021) detetaram um incremento do risco de incêndio futuro, bem como períodos de incêndios mais longos e mais destruidores, realçando o final da primavera e o início do outono e, nesse mesmo sentido, Turco et al. (2019) consideram que há uma grande probabilidade de se verificar um aumento da seca e das elevadas condições de temperatura em Portugal futuramente e, conseqüentemente, aumentar também o risco de ignições.

Posto isto, Tarín-Carrasco et al. (2021) destacam ainda o Norte e Centro do país como as principais regiões afetadas pelos fogos tanto em número como em dimensão. Isto pode também ser verificado de acordo com os mapas das áreas ardidas decorrentes de incêndios rurais, disponibilizados pelo ICNF relativos à maioria dos anos, sendo bons exemplos disso os anos de 2016 e 2017 (Figura 4).

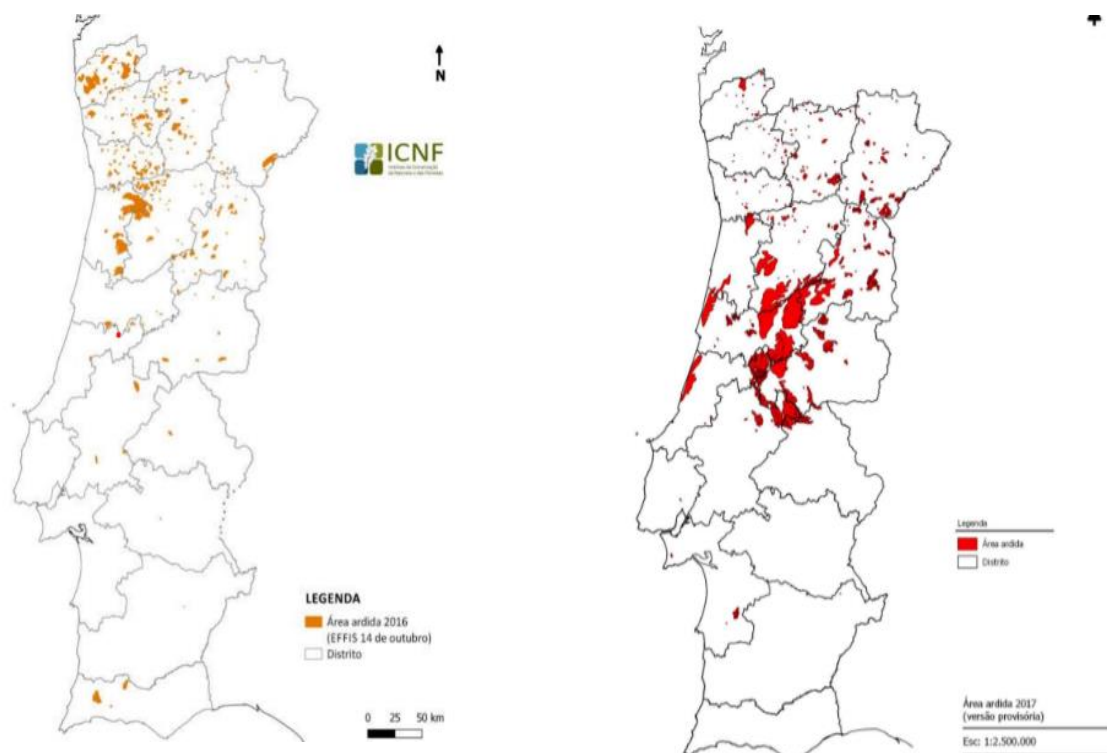


Figura 4 - Distribuição das áreas ardidas em Portugal em 2016 e 2017

Fonte: EFFIS – JRC/CE; ICNF

Posto isto, as regiões que apresentam um maior risco de incêndio florestal são o Centro, o Norte e também a serra algarvia Nunes et al. (2020) pelo que, de facto, associados a esse maior risco estão, como vimos, o maior número de ocorrências e dimensão do fogo pelo que Meneses et al. (2019) concluem também que o Centro se trata da região de Portugal que tem sofrido com incêndios florestais de maior intensidade e Lourenço (2009), nestes termos, evidencia ainda o papel das serras da Cordilheira Central.

Apesar disso, a verdade é que os 18 distritos de Portugal Continental apresentam uma probabilidade elevada de verificarem extensas áreas queimadas, em certos dias, sendo que essa probabilidade nos distritos do Norte é menor, quando comparada com as zonas costeiras e com o interior-sul de Portugal. Por sua vez, as regiões costeiras e também Portalegre são as que apresentam uma maior probabilidade de ocorrência de áreas extremas queimadas, dada a sua elevada percentagem de cobertura arbustiva (Scotto et al., 2014).

Desta forma, na região mediterrânea, não só é preocupante o incremento do número de ocorrências destas catástrofes, como também e, principalmente, o aumento das extensas dimensões das áreas ardidas em consequência destas (Turco et al., 2018), verificando-se o

mesmo para Portugal (Lourenço et al., 2012). Este incremento, segundo Bento-Gonçalves & Vieira (2021) verificou-se essencialmente a partir da década de 1970.

Há que ter também em conta o facto de Portugal se tratar de um país que apresenta uma taxa de cobertura vegetal muito elevada o que aumenta a probabilidade de propagação de incêndio (Coelho, 2003) especialmente quando o tipo de floresta em questão diz respeito a plantações de coníferas, ao contrário do que se verifica quando o tipo de cobertura vegetal é essencialmente constituído por plantações de folhas largas (Moreira et al., 2009).

Sendo assim, o tipo de espécie que existe na área florestal também parece determinar a probabilidade de ocorrência de incêndios. De acordo com o 6º Inventário Florestal Nacional produzido pelo ICNF, o pinheiro-bravo e os eucaliptos representaram 83% da área de floresta ardida entre 2011 e 2020, pelo que se apresentam como sendo as espécies mais afetadas pelos fogos rurais o que, conseqüentemente, tem vindo a reduzir profundamente a área de pinheiros-bravos em território nacional.

3.2 Impactes Económicos dos Incêndios Florestais em Portugal

O tema desta dissertação foi selecionado face à escassez de trabalhos relativos aos impactes económicos dos fogos rurais para o caso português. Segundo a procura feita encontraram-se fundamentalmente três trabalhos que exploraram esse mesmo tema, nomeadamente, o já mencionado que têm como objeto de estudo a região Centro e outros dois de Portugal Continental. Serve esta seção para detalhar estes trabalhos.

Assim sendo, Sousa (2021) utilizou o consumo de energia elétrica como *proxy* para o nível de atividade económica e verificou que, no caso português, os incêndios florestais trazem consigo associados um impacte negativo na atividade económica, até ao ano seguinte à sua ocorrência. Deste modo, segundo este estudo, quanto maior a área ardida, maior o impacte negativo sobre a atividade económica pelo que uma área queimada de 33,3% e 50% têm efeitos imediatos e prejudiciais à atividade económica em 1,4% e 2,5%, relativamente ao nível de atividade económica do ano anterior, respetivamente. Por sua vez, uma área ardida superior a 50% produz um efeito negativo na atividade económica de 3% no ano seguinte à ocorrência.

Para além disso, em Portugal, verifica-se também, em média, uma queda de 8,9% dos ativos das empresas e 6,7% dos níveis de emprego após a ocorrência dos incêndios florestais. Evidenciam ainda o especial impacte que estes fenómenos têm nas empresas do sector agrícola, (Lopes & Póvoa, 2022).

Na região Centro, por seu turno, e relativamente ao Grande Incêndio Florestal de 2017, que deflagrou especialmente em municípios como Góis, Castanheira de Pera, Figueiró dos

Vinhos, Pedrogão Grande e Sertã e com base nos projetos empresariais aprovados, constatou-se que Pedrogão Grande foi o mais dizimado. A Indústria Transformadora foi a atividade económica mais afetada, uma vez que foi a que registou pedidos de financiamento maiores. O mesmo se verificou em Castanheira de Pera, a segunda região mais afetada. No caso de Sertã e Figueiró dos Vinhos, as atividades económicas que sofreram mais com os incêndios florestais foram as relacionadas à floresta e silvicultura (Almeida, 2018).

3.3 Número de Ocorrências e Total de Área Ardida

Para uma melhor compreensão do papel dos incêndios rurais em Portugal e dos estragos que o país arrecada em consequência destes, é indispensável caracterizar e descrever o número de ocorrências e o total de área ardida.

Desta forma, segundo o ICNF (Tabela 6) é possível verificar que entre 2011 e 2021, no período de tempo entre 1 de janeiro e 15 de setembro, o número de ocorrências é sempre elevado, no entanto, um maior número de incêndios não significa necessariamente uma maior área ardida. Exemplo disso é o ano de 2011 que apesar dos 18 618 incêndios rurais verificados, a área ardida foi de apenas de 44 064 ha. Pelo contrário, em 2017 apesar do número de ocorrências ser inferior ao de 2011 com 15 642 incêndios, a área ardida foi de uns abastados 247 263 ha. Importante será também referir que, neste mesmo ano, ainda deflagraram grandes incêndios no mês de outubro o que fez com que a área ardida total ultrapassasse os 400 000ha (Félix & Lourenço, 2019).

Tabela 6 - Nº de ocorrências e total de área ardida entre 2011 e 2021 (1 de janeiro a 15 de setembro)

Anos	Incêndios Rurais (nº)	Área Ardida (ha)			
		Povoamentos	Mato	Agrícola	Total
2011	18618	12253	29454	2357	44064
2012	22826	46840	58938	8427	114205
2013	19214	51093	87109	7452	145654
2014	8679	8649	10759	2902	22310
2015	17369	23110	37896	3523	64529
2016	13148	76655	78197	5986	160838
2017	15642	133408	95080	18775	247263
2018	9316	20758	15168	2551	38477
2019	9636	21269	15397	4424	41090
2020	8398	31566	26964	6189	64719
2021	7027	8030	15717	2812	26559
Média (2011-2021)	14285	42560	45496	6259	94315

Fonte: Elaboração Própria (ICNF/REA)

Conforme o identificado anteriormente neste trabalho, de facto a Região Norte e Centro de Portugal são as zonas mais afetadas pelas catástrofes em questão. Para comprovar isso mesmo podemos analisar a Figura 5, que nos mostra que, em média entre 2010 e 2019, foram os distritos de Viseu, Guarda e Coimbra os que mais foram afetados pelos incêndios rurais em termos do total de área ardida. Por sua vez, no ano de 2020, apura-se que foi o distrito de Castelo Branco o mais sacrificado com mais de 24 000 ha de área ardida.

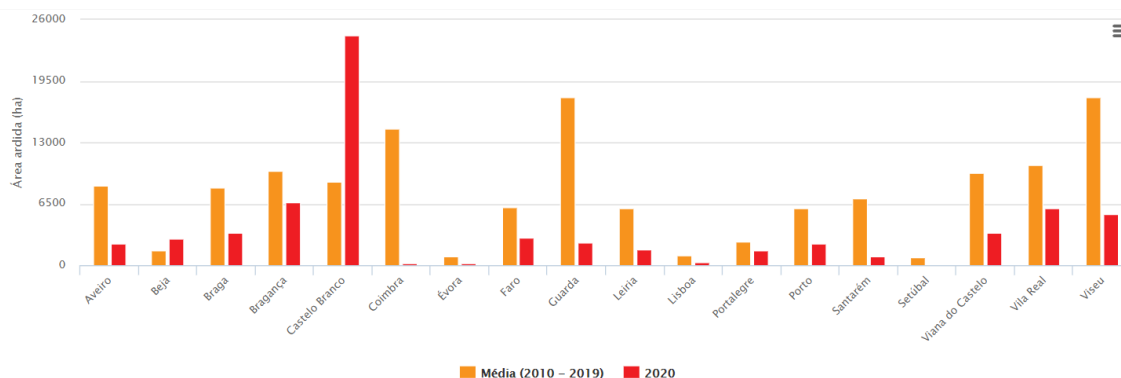


Figura 5 - Área ardida total por distrito

Fonte: ICNF/REA

3.4 Causas dos Incêndios Rurais em Portugal

De acordo com o Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI) (PLANO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS (PMDFCI) GUIA TÉCNICO Direcção de Unidade de Defesa Da Floresta ABRIL, 2012), a classificação das causas de fogos rurais são divididas em seis diferentes categorias que, por sua vez, estão subdivididas em diversas subcategorias, sendo elas o uso do fogo, acidentais, estruturais, incendiário, naturais e indeterminadas, tal como é possível observar no Anexo 17.

Em 2012, no entanto, acrescentou-se uma sétima categoria que diz respeito aos reacendimentos, de acordo com o ICNF (*ANÁLISE DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS*, 2012).

Há uns anos atrás, Rebelo (2001) investigou as possíveis causas para a deflagração de fogos rurais e concluiu que a ocorrência destes se deve maioritariamente a ações humanas, independentemente de estas terem ou não um intuito criminoso. Posto isto, segundo Moreno et al. (1998) o desenvolvimento espontâneo do fogo, ou a partir de trovoadas serão possíveis de acontecer, contudo mais raramente. Também Arbez et al. (2001), se pronunciaram sobre este assunto, afirmando que, efetivamente, na região mediterrânica 90% dos incêndios florestais se deviam a atividades e comportamentos humanos, pelo que causas naturais apresentavam apenas um valor residual.

Assim, ainda que os incêndios florestais, durante muito tempo, tenham sido associados ao clima e às condições meteorológicas, a verdade é que estes não são suficientes para explicar o enorme número de ignições e a imensa área ardida (Nunes, 2012).

Chega-se então à conclusão que, grande parte dos autores constatavam que, em território português, as principais causas para a ocorrência de fogos rurais tinham maioritariamente origem humana, quer fosse por ação intencional quer fosse por negligência (Nunes et al., 2014). Ainda assim, Pereira et al. (2006) consideraram que o incendiário pudesse estar a ser sobrestimado face às queimadas de carácter agropecuário, tanto pela opinião pública como também pelas sondagens oficiais uma vez que estas podiam estar a ser atribuídas ao incendiário em casos de dúvida.

Mais recentemente manteve-se a percepção de que há uma muito maior percentagem de incêndios florestais a derivarem da atividade antropogénica, comparativamente com causas de origem natural, sendo que a que mais se destaca é a manipulação descuidada do fogo (Drapalyuk et al., 2019). Também uma análise do período temporal entre 1996 e 2015 demonstrou que os incêndios florestais, cujas causas foram investigadas em Portugal, incidiram essencialmente no Nordeste e Noroeste do país e que as causas relativas a atividades humanas superaram facilmente as relativas a fenómenos naturais (Meira Castro et al., 2020).

Segundo o ICNF e a partir do 6.º relatório provisório de incêndios rurais – 2021, que compreende o período entre 1 de janeiro e 15 de setembro desse mesmo ano, observou-se que, de facto as causas mais frequentes foram o uso do fogo com 48% e o incendiário com 23%, sendo que com menor relevância surgiram as causas naturais, acidentais e os reacendimentos com percentagens de 2%, 13% e 4%, respetivamente. Como é possível constatar na Tabela 7.

Ano	Naturais	Acidentais		Uso do Fogo					Incendiário	Reacendimentos	Outras Causas Apuradas (%)	Incêndios Investigados (nº)	Investigações conclusivas (nº)
	Queda de raios (%)	Transporte e Comunicações (%)	Uso de maquinaria (%)	Queimadas extensivas para gestão de pasto (%)	Queimadas extensivas de sobrantes florestais ou agrícolas (%)	Queimadas de amontoados de sobrantes florestais ou agrícolas (%)	Queimas de lixo (%)	Realização de Fogueiras (%)	Indivíduos Imputáveis (%)	Reacendimentos de Incêndios (%)			
2011	1	3	2	12	17	3	1	7	23	25	6	13444	9471
2012	0	2	1	12	21	5	1	7	26	17	8	17314	12103
2013	1	2	3	7	12	3	1	13	31	19	8	14989	10387
2014	1	5	5	8	19	8	2	6	30	6	10	7547	4872
2015	1	3	3	10	15	6	2	6	28	15	11	14597	9747
2016	1	4	2	8	10	3	2	10	30	19	11	10585	6642
2017	1	4	4	10	16	6	2	1	29	16	10	13137	8087
2018	2	4	3	6	32	15	2	1	19	10	6	7890	5072
2019	2	6	6	8	17	7	2	1	29	10	12	8831	5690
2020	2	6	4	7	15	5	2	1	39	11	8	7576	4642
2021	2	7	6	14	21	10	2	1	23	4	10	5709	3920
Média (2011-2021)	1	4	3	9	17	6	2	6	28	16	8	11591	7671

Tabela 7 - Distribuição percentual dos incêndios rurais por tipos de causa mais frequentes, entre 1 de janeiro e 15 de setembro de 2021

Fonte: Elaboração Própria ICNF/SGIF)

Contudo, e de acordo com a mesma fonte, é possível verificar que, dos 7027 incêndios que ocorreram durante esse período de tempo, apenas 81% deles foram investigados, ou seja, o correspondente a 95% do total de área ardida e a investigação apenas atribui uma causa a 3920 incêndios, isto é, 69% dos incêndios investigados e correspondentes 89% do total de área ardida.

No entanto, para uma melhor perceção das possíveis causas, observaram-se também anos anteriores. E, de facto, na maioria dos anos, nomeadamente, entre 2014 e 2019 constatou-se que tal como em 2021, a principal causa para a ocorrência de incêndios florestais se devia ao uso negligente do fogo seguido do incendiário, ainda que em todos os anos desse período muitas das investigações foram inconclusivas.

No ano de 2020 verifica-se uma ligeira diferença relativamente a 2021 e, conseqüentemente, aos restantes anos mencionados, uma vez que o incendiário se apresentou como sendo a principal causa para a ocorrência de fogos rurais, ultrapassando o uso negligente do fogo.

Por sua vez, na Figura 6, verifica-se que, entre 2003 e 2013, confirmou-se que 56% das ocorrências com causa apurada disseram respeito a atos negligentes, 42% a atos intencionais e apenas 2% a causas naturais.

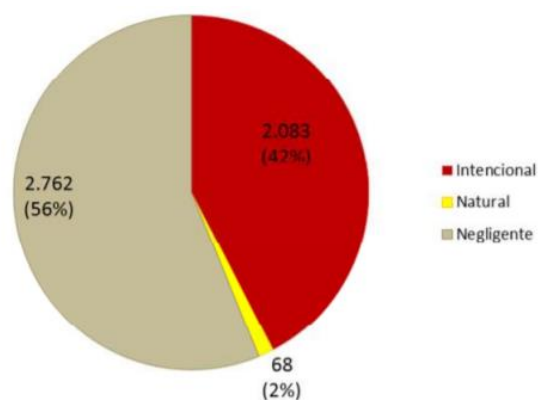


Figura 6 - Distribuição do número médio de ocorrências com causa apurada: intencional, natural ou negligente, no período 2003-2013

Fonte: ICNF (ANÁLISE DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS 2003 – 2013)

3.5 Incêndios no Centro de Portugal

Por fim, resta perceber como é que os trabalhos científicos têm tratado o papel dos fogos florestais na região Centro e observa-se que, entre 1981 e 2010, apesar de ter sido nas áreas mais densamente povoadas que se concentraram o maior número de ignições, foi nas regiões montanhosas do interior Centro e Norte onde se verificaram maiores percentagens de

áreas ardidas, com destaque para o distrito da Guarda. Contudo, outros distritos tais como Castelo Branco, Viseu, Vila Real e Coimbra apresentaram também uma extensa área ardida no período em questão (Bernardino et al., 2013). É, portanto, possível constatar que o Centro tem vindo a ser constantemente afetado por incêndios rurais tal como demonstra a Figura 7.

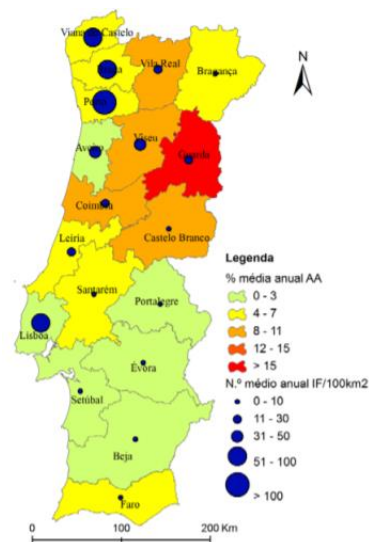


Figura 7 - Distribuição, por distrito, da percentagem média anual de área ardida e do número médio anual de ocorrências por 100 km² em Portugal Continental, no período de 1981-2010

Fonte: ICNF

Nos anos posteriores, foi também possível averiguar uma predominância destes desastres naturais no Norte e Centro de Portugal sendo que, como já foi constatado o ano de 2017, foi o que teve maior impacto no território a ser estudado nesta dissertação. Assim, com base no RELATÓRIO PROVISÓRIO DE INCÊNDIOS FLORESTAIS – 2017 do ICNF, foi possível confirmar que entre 1 de janeiro e 31 de outubro desse ano se verificou uma área queimada de proporções elevadas nos concelhos que compõem o Centro do país, nomeadamente, 113.839 ha em Coimbra, 60.038 ha na Guarda, 52.721 ha em Castelo Branco, 46.848 ha em Viseu, 38.800 ha em Leiria, 35.570 ha em Santarém e 11.859 ha em Aveiro.

Ademais, entre 2015 e 2018, os incêndios florestais incidiram essencialmente nas duas espécies mais representativas da região, nomeadamente, no pinheiro-bravo e no eucalipto com áreas ardidas de 119,1 e 104 mil hectares, respetivamente. Por conseguinte, no Centro detetou-se um total de 248,2 mil hectares de área ardida em floresta nesse mesmo período, contudo, foi o já referido ano de 2017, também fruto do incêndio de Pedrogão Grande que sozinho queimou mais de 45 mil hectares (Ribeiro et al., 2020), o grande responsável por essa área ardida uma vez que os outros tiveram uma muito menor incidência. Passível de comprovação a partir da Tabela 8.

Tabela 8 - Áreas ardidas em floresta por espécie no Centro (2015-2018)

Espécie	2015	2016	2017	2018	2015-2018
	mil ha				
Pinheiro-bravo	1,9	4,5	112,5	0,2	119,1
Eucalipto	2,3	14,3	87,4	0	104
Sobreiro	0,1	0,2	0,3	0	0,6
Azinhreira	0	0,1	0	0	0,2
Carvalho	0,2	0,1	2,2	0	2,5
Pinheiro-manso	0	0	1,1	0	1,1
Castanheiro	0	0	0,3	0	0,3
Acácia	0	0,1	2,7	0	2,9
Outras folhosas	0,5	0,8	14	0	15,4
Outras resinosas	0,2	0,1	1,9	0	2,1
Total	5,3	20,2	222,4	0,2	248,2

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

Por sua vez, no atual ano de 2022, e de acordo com o relatório do ICNF, correspondente ao período entre 1 de janeiro e 15 de agosto nota-se que, apesar do Norte ter um muito maior número de ocorrências, o Centro foi afetado por incêndios de maior dimensão. Um exemplo disso foi o incêndio que se iniciou no dia 6 de agosto na Serra da Estrela e que queimou 26.619 hectares. Os incêndios rurais que têm ocorrido vão, portanto, ter de encontro à informação dada pela carta de perigosidade de incêndio produzida e emitida pelo ICNF no dia 20 de janeiro de 2022 relativa a esse mesmo ano e que poderá ser observada na Figura 8.

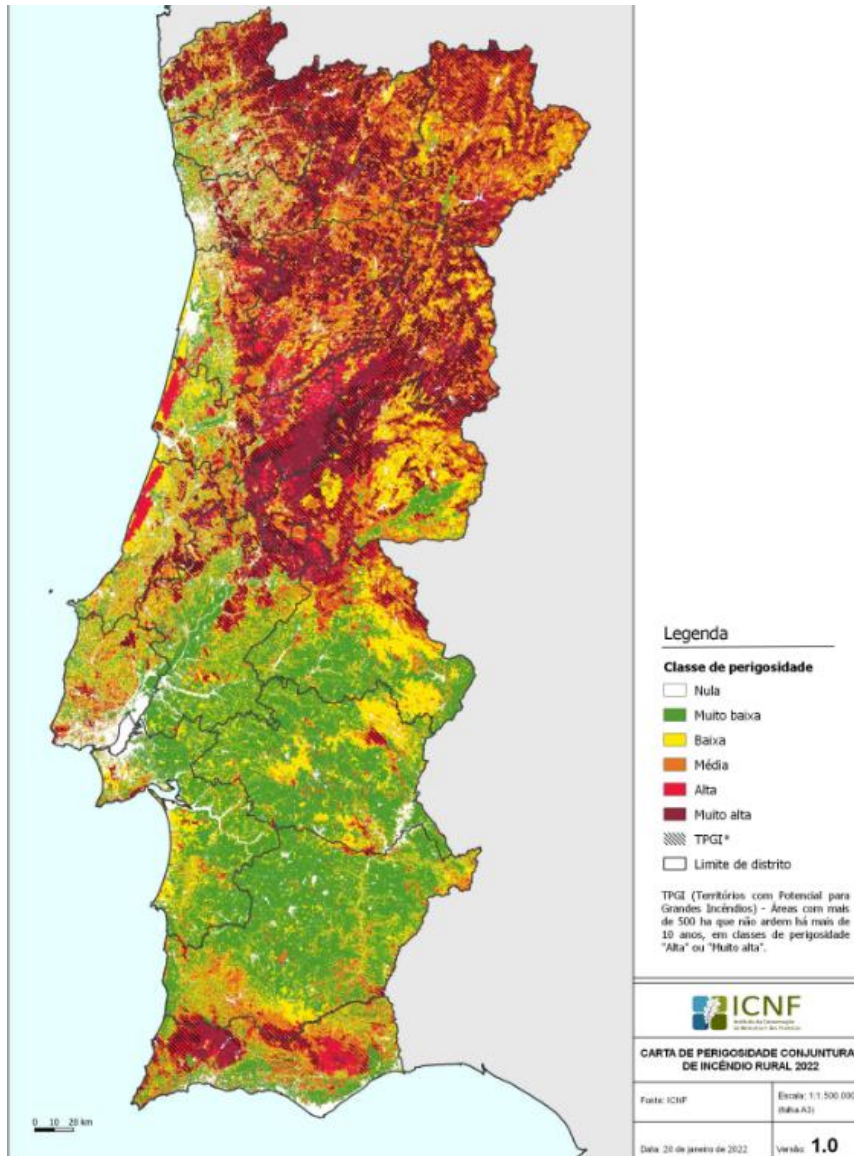


Figura 8 - Carta de perigosidade conjuntural de incêndio rural em 2022

Fonte: ICNF

4. Caracterização do Território Português

4.1 Caracterização de Portugal Continental

A floresta tem um papel económico bastante assinalável a nível nacional no que respeita por exemplo ao volume de negócios relacionado. No ano de 2019 apresentou um volume de negócios de 9,8 mil milhões de euros na indústria de base florestal e de mais de 952 milhões de euros nas empresas silvícolas, isto é, 4,6 e 0,44% do PIB tendo por base a ótica de produção. Já no que diz respeito ao VAB estas atividades foram responsáveis por 1,5% do VAB nacional, ou seja cerca de 2,7 mil milhões de euros. E esta contabilização não inclui valores que não são passíveis de ser mensurados face à sua complexidade e que inclui, por exemplo, o contributo para o turismo de natureza, a biodiversidade ou a produção de oxigénio, bem como as outras inúmeras atividades que contribuem para a economia da floresta.

Assim sendo, e dado que os incêndios florestais são os desastres naturais que mais assombram a floresta, então é expectável que os mesmos afetem o PIB e VAB nacional e, especialmente, o relativo às áreas da indústria de base florestal e da silvicultura.

Desta forma e uma vez que nesta dissertação se procurarão avaliar os efeitos dos incêndios rurais no VAB, será seguidamente exposta a Tabela 9 relativa ao contributo do VAB das empresas da indústria de base florestal e da silvicultura no VAB nacional entre os anos de 2015 e 2019.

Tabela 9 - Contributo do VAB das empresas da indústria de base florestal e da silvicultura no VAB nacional (2015 e 2019)

	2015	2016	2017	2018	2019
% da indústria florestal no VAB nacional	1,29	1,27	1,29	1,4	1,31
% da silvicultura no VAB nacional	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15
% das empresas florestais no VAB nacional	1,42	1,4	1,43	1,55	1,46
VAB português (milhões)	156517,3	161993,3	169642,3	177465,9	185536,3

Fonte: Elaboração Própria (florestas.pt baseado no INE)

4.1.1 Características Geográficas e Demográficas

Portugal é um país que está situado no extremo sudoeste da Europa e que faz fronteira apenas com a Espanha sendo que à conjuntura de ambos os países se dá o nome de Península Ibérica. Para além de Portugal Continental, o país conta ainda com duas regiões autónomas, nomeadamente, os arquipélagos da Madeira e dos Açores.

De acordo com os censos 2021, (*INE - Plataforma de Divulgação Dos Censos 2021 – Resultados Preliminares*) Portugal apresentava, nesse mesmo ano, 10 347 892 residentes dos quais 9 860 175 pertenciam a Portugal Continental e, mais concretamente, 2 227 912 à área de estudo deste trabalho, ou seja, o Centro do país. Importa saber a população das diferentes regiões uma vez que geralmente quanto mais povoadas forem, maior será a probabilidade de ocorrência de incêndios (Lourenço, 2018) até porque a maioria dos incêndios cujas causas são conhecidas são provocados por mão humana tanto no Centro do país (Almeida, 2004) como no Norte (Tedim et al., 2019) que, como se viu, se tratam das áreas do país mais afetadas por estes fenómenos (Fernandes, 2019).

Para além disso, Portugal Continental localiza-se entre duas regiões biogeográficas holárcticas (Figura 9) que serão caracterizadas de seguida, nomeadamente, a Região Eurosiberiana e a Região Mediterrânica (Natário et al., 2019) sendo que estas apresentam algumas características distintas como é o caso do clima e consequente cobertura vegetal (Costa et al., 1998).

Assim, e de acordo com o que foi referido anteriormente apesar de cada uma destas regiões ter as suas próprias espécies vegetais, têm outras que lhes são comuns sendo até que existem algumas plantas que obtêm o seu ótimo desenvolvimento com as condições intermédias das duas regiões (Fabião & Oliveira, 2006)

Portugal trata-se de um país que apresenta características favoráveis à ocorrência de incêndios, nomeadamente, no que diz respeito ao relevo mas fundamentalmente pelo facto de este ser dominado por uma vegetação facilmente inflamável (Fernandes & Guiomar, 2017).

Posto isto, apesar do clima propício, que inclui a temperatura e humidade, para a propagação deste tipo de fenómenos em Portugal, a verdade é que este não se apresenta como única justificação para tal. Também outros fatores são cruciais, nomeadamente, orográficos e relativos ao uso e ocupação dos solos e cobertura vegetal, por exemplo (Pereira et al., 2006; Raposo et al., 2020).



Figura 9 - Regiões Biogeográficas

Fonte: Pedro Oña/ ANAYA

4.1.1.1 Região Mediterrânica

São cinco as regiões cujos ecossistemas são do tipo mediterrânico e, portanto, que apresentam os invernos amenos e chuvosos e os verões quentes e secos, nomeadamente, a Bacia do Mediterrâneo na qual se inclui Portugal, Califórnia, Chile central, Região do Cabo da África do Sul e Sudoeste da Austrália (Rundel et al., 2018), tal como se pode observar na Figura 10.

Portugal Continental é maioritariamente incluído na Região Mediterrânica à exceção dos territórios a norte de Aveiro/Viseu e a oeste de Vila Real que são classificados como pertencentes à Região Eurosiberiana (Amaral, 2018).

Para além disso, nas regiões do Mediterrâneo as altas temperaturas que surgem em consequência das alterações climáticas fazem alterar a fenologia das plantas (Gordo & Sanz, 2010), mas também as suas taxas de crescimento (Kovats et al., 2014) e aumentar a probabilidade de ocorrência de incêndios florestais especialmente em zonas onde a cobertura vegetal é maior (Moriondo et al., 2006). No caso português, Gonçalves et al. (2012) acreditam também que as mudanças climáticas não só aumentarão exponencialmente o risco de incêndios rurais como também alargarão o número de meses propícios à propagação destes fenómenos.

Mais recentemente, Turco et al. (2019) afirmaram que os fogos rurais são frequentes na Bacia do Mediterrâneo e mais concretamente em Portugal dado o seu clima subtropical sendo que a probabilidade de ocorrência destes sofre um incremento com a acentuação das alterações climáticas. Exatamente por isso, nas últimas décadas, foi passível de observação um incremento

não só no número como também na severidade dos incêndios florestais nas zonas mediterrânicas (Pausas et al., 2008; Ruffault et al., 2020).

O território mediterrânico é também conhecido por um grande índice de vegetação que é dominado pela presença de carvalhos e pinheiros acompanhados de extensas áreas agrícolas sendo muitas delas abandonadas (Mazzoleni et al., 2005) pelo que se tornaram áreas favoráveis à propagação de incêndios florestais de grande intensidade devido ao acumular de biomassa que se faz sentir ao longo dos anos (Ferreira-Leite et al., 2012).

Por sua vez, para Bowman et al. (2019) as regiões biogeográficas mediterrânicas são extremamente propensas à ocorrência de grandes incêndios florestais fruto das extensas plantações de pinheiros e eucaliptos e do despovoamento rural que se fez sentir sendo que, futuramente, há uma grande probabilidade de se verificar um aumento da frequência destas catástrofes devido a épocas de incêndios florestais mais longas e extremas.

Assim sendo, conclui-se que as regiões climáticas do tipo mediterrânico têm vindo, durante as últimas décadas a sofrerem cada vez mais com a ocorrência de incêndios florestais que, em grande parte, se deveram a alterações no clima e no uso dos solos (Moreira et al., 2020).



Figura 10 - Regiões Mediterrânicas

Fonte: ANP/WWF

4.1.1.2 Região Eurosiberiana

A Região Eurosiberiana engloba não só a maior parte da Europa como também da Ásia setentrional e relativamente a Portugal as suas características são mais dominantes no Noroeste do país (Fabião & Oliveira, 2006).

Nesta região o verão não é tendencialmente muito seco sendo que o período de secura não é nunca superior a dois meses (Carlos Costa et al., 1998) e uma vez que esta é

fortemente influenciada pelo Oceano Atlântico, isso traduz-se num clima temperado e com forte pluviosidade média em que os Verões são considerados moderados a quentes e os Invernos frescos (Faria, 2014).

Posto isto, são facilmente visíveis as diferenças das comunidades de plantas de ambas as áreas biogeográficas referidas (Rodrigues et al., 2014). Desta forma, ao contrário da Região Mediterrânica, a Região Eurosiberiana é constituída por vegetação que tende a ser mais sensível ao clima do período seco do ano e à temperatura durante o Inverno, enquanto que nas zonas mediterrâneas a cobertura vegetal é menos sensível ao período seco, mas mais sensível ao frio na Primavera e Outono pelo que é comum as zonas Eurosiberianas serem dominadas por espécies tais como *Quercus Robur* (carvalhos) ou *Fraxinus Excelsior* (freixos) (Moreno et al., 1990).

Mais recentemente e ainda relativamente à cobertura vegetal, Ortega-Olivencia et al. (2021) constataram que as plantas perenes se apresentavam com maior abundância na região Eurosiberiana, ao contrário do que se verificava com as anuais que eram mais frequentes na região Mediterrânea.

4.1.2 Clima

É um facto que os fatores meteorológicos são condições indispensáveis naquilo que é a atividade de incêndios florestais (Calheiros et al., 2021).

Como já foi sendo referido anteriormente, Portugal é dotado de um clima temperado que tende a ser quente/suave e seco no verão e ameno e chuvoso no inverno (Entradas Silva et al., 2018) sendo que, como seria de esperar, a ocorrência das catástrofes que têm vindo a ser abordadas têm uma maior incidência no período estival quando os níveis de precipitação são menores e as temperaturas mais elevadas (Fernandes & Lourenço, 2019) até porque estes fatores conjuntamente com os longos períodos de seca se tratam da principal causa para a ocorrência de grandes incêndios florestais (Aldersley et al., 2011).

Posto isto, de acordo com o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), Portugal Continental abrange dois dos cinco tipos de clima definidos por Koppen, particularmente, o clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e quente (Csa) e o clima temperado com Inverno chuvoso e Verão seco e pouco quente (Csb). A seguinte Figura 11 demonstra a dispersão destes dois tipos de clima no território português.

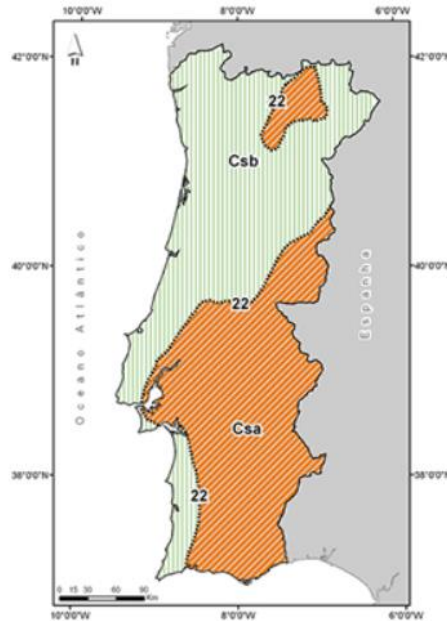


Figura 11 - Clima de Portugal Continental, segundo a classificação de Köppen

Fonte: IPMA

No entanto, para uma melhor avaliação do clima em Portugal pode-se analisar a evolução de temperaturas e precipitação no território em questão uma vez que existe uma elevada correlação entre estas duas características meteorológicas e a ocorrência de incêndios rurais (Lourenço & Bernardino, 2013). Importante será aludir que o aumento da temperatura e a diminuição da precipitação não demonstram sinais de alteração num futuro próximo o que torna preocupante a evolução climática para Portugal mas também para outros países do Sul da Europa (Beighley & Hyde, 2018). Deste modo, o aumento esperado da seca e das altas temperaturas irão, nas próximas décadas, aumentar o risco de incêndio (Turco et al., 2019).

Quem também se manifestou acerca disto foi Nunes et al. (2021) que afirmaram que as alterações climáticas afetam todos os tipos de ecossistema florestal, contudo, as florestas temperadas nas regiões climáticas mediterrânicas são as mais abaladas, o que lhes proporciona grandes impactes com o conseqüente aumento da temperatura no verão, diminuição da precipitação no inverno e períodos de seca prolongados, sendo um deles um risco acrescido da ocorrência de incêndios rurais.

Desta maneira, as alterações climáticas instigadas pelo ser humano são responsáveis por aumentar a probabilidade de ocorrência de incêndios florestais (Jones et al., 2020) e também de incêndios florestais extremos (Goss et al., 2020). E Portugal é, de facto, um país que devido à conjuntura das suas características geográficas e económicas se destaca pela sua vulnerabilidade às alterações climáticas (Nunes et al., 2019)

Também Halofsky et al., (2020) acreditam que há uma grande probabilidade de se verificar um incremento da frequência e da extensão dos incêndios comparando com o século XX, que deriva do facto das alterações climáticas e as condições mais quentes e secas a si associadas levarem, inevitavelmente, a uma menor humidade do combustível e a períodos de incêndio mais longos.

Por sua vez, é possível verificar que estes dois fatores se influenciam mutuamente pois os incêndios também aceleram e acentuam as alterações climáticas face às emissões de gases com efeito estufa e à destruição de cobertura vegetal provenientes destes (Xu et al., 2020).

Posto isto, as mudanças climáticas e o aumento da temperatura têm vindo a afetar notoriamente as florestas e a aumentar a evaporação da água do solo o que faz com que as plantas sequem e, conseqüentemente, a incidência de incêndios florestais sofra um incremento ligado ao aquecimento global (Mansoor et al., 2022) sendo de realçar que de acordo com Hernández (2020) a área mediterrânica na qual Portugal se integra se trata de uma das mais vulneráveis às alterações climáticas e que de facto Portugal é especialmente sensível aos efeitos dessas alterações nos incêndios florestais (Dinis & Carvalho, 2011).

Relativamente à precipitação, Santos et al. (2019) pronunciaram-se asseverando haver uma tendência de diminuição da precipitação extrema na primavera no Centro do país e um leve aumento no outono na zona Norte e regiões próximas da capital portuguesa.

Posto isto, recorrendo ao boletim climatológico do IPMA de 2020 verifica-se que o valor médio de precipitação total anual foi de 746,8 mm e que apenas os meses de março, abril e outubro apresentaram um nível de precipitação superior ao normal sendo que, pelo contrário, os meses de janeiro, fevereiro e dezembro destacaram-se como sendo os que registaram um valor de precipitação muito inferior à média (1971-2000) e que contribuíram assim para um ano e um inverno seco tal como é possível constatar na seguinte Figura 12.



Figura 12 - Desvios mensais (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da precipitação

Fonte: IPMA

Por sua vez, o ano de 2019 também foi bastante seco dado o valor médio de precipitação total anual ser 755.6 mm, o correspondente a cerca de 86 % do valor normal. Em termos espaciais a precipitação foi superior à média no Noroeste e em algumas partes do Centro do país e menores no resto de Portugal, destacando-se as zonas do Alentejo e Algarve como é possível constatar na Figura 13.

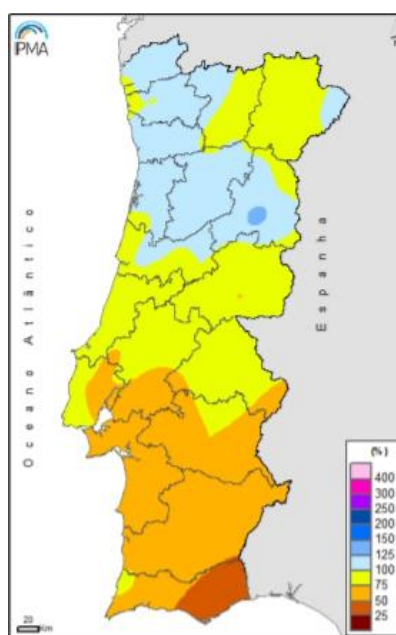


Figura 13 - Distribuição espacial da percentagem da precipitação em 2019, em relação ao valor normal 1971-2000

Fonte: IPMA

No que diz respeito às temperaturas, e também retirando informações dos boletins climatológicos do IPMA apura-se que o ano de 2020 se exibiu como sendo um dos cinco mais quentes dos últimos 90 anos sendo que o valor médio da temperatura do ar ultrapassou ligeiramente os 16 °C, isto é, cerca de mais 1°C do que a média entre 1971 e 2000. Assim, a

década que engloba os anos entre 2011 e 2020 foi a mais quente até então, especialmente pelo papel dos anos a partir de 2015. Deste modo, com a Figura 14 apresentada a seguir, conseguimos verificar uma tendência positiva da temperatura média em Portugal continental entre 1930 e 2020 que pode eventualmente aumentar o risco de incêndios rurais.

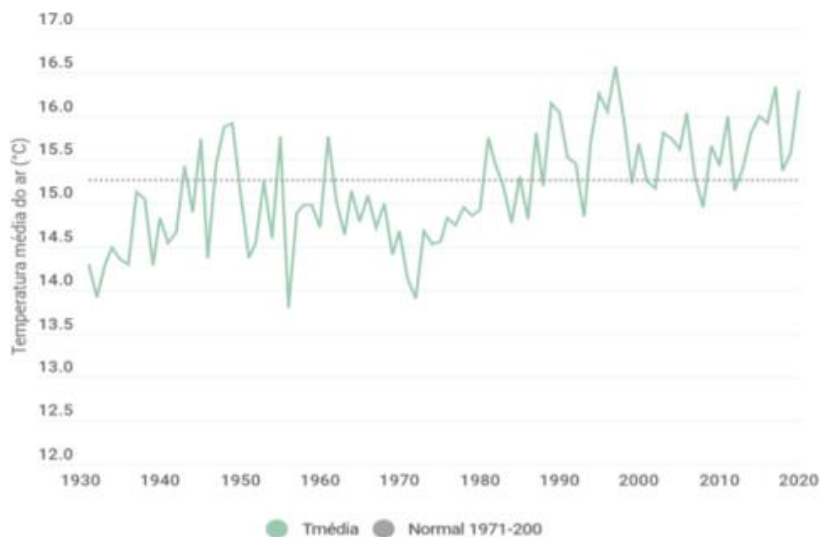


Figura 14 - Variabilidade da temperatura média anual ar em Portugal Continental

Fonte: IPMA

Neste mesmo ano de 2020 apenas os meses de junho e outubro apresentaram anomalias negativas em relação ao valor médio de 1971-2000 relativos à temperatura mínima em junho e à temperatura mínima e máxima em outubro sendo que, pelo contrário fevereiro, maio e julho apresentaram variações positivas no que toca a temperatura máxima de respetivamente 3.5 °C, 4.4 °C e 4.6°C tal como se pode comprovar com a Figura 15.

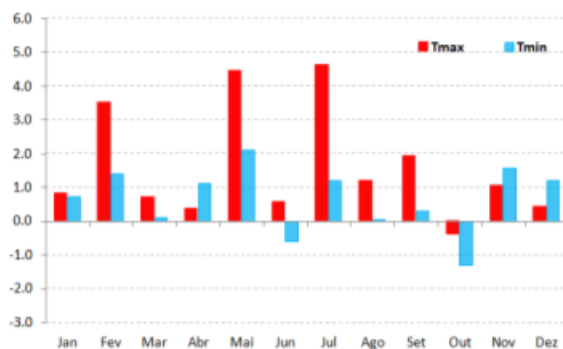


Figura 15 - Desvios mensais (em relação ao valor médio 1971-2000) da média da temperatura mínima e máxima

Fonte: IPMA

Para além disso, de forma a perceber melhor os desvios da temperatura média do ar em relação ao normal (média 1971-2000) apresenta-se de seguida um mapa de Portugal Continental

(Figura 16) que demonstra que em quase todo o território nacional, excetuando alguns locais do litoral Centro e Sul e também Chaves, os desvios foram positivos, sendo que a Guarda ostentou o maior desvio em relação ao normal de 1,4 °C.

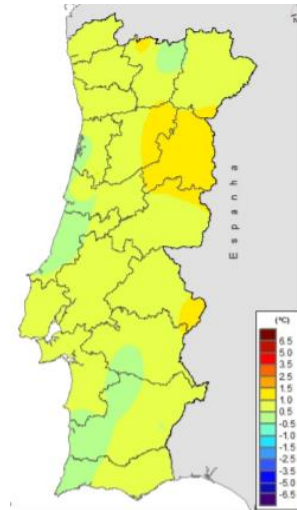


Figura 16 - Distribuição espacial das anomalias da temperatura média do ar em 2019, em relação ao valor normal 1971-2000.

Fonte: IPMA

4.1.3 Orografia

A orografia é um dos fatores que influencia o comportamento do fogo na medida em que afeta a cobertura vegetal, a humidade dos combustíveis (Saturnino, 2012) e até a própria velocidade de propagação de incêndios (Butler et al., 2007). Por exemplo, Couto et al. (2021) demonstram no seu estudo, o papel da orografia na ocorrência e propagação de incêndios na ilha da Madeira.

Desta forma, a incidência espacial de incêndios florestais depende de muitos fatores regionais dentro dos quais se pode evidenciar o relevo (Nunes et al., 2014). Nesse sentido, é importante analisar o mesmo para o caso português e tentar perceber se este tem ou não influência na deflagração dos fenómenos naturais em questão. Deste modo e como exemplo disso mesmo, Delicado (2017) faz constantes associações entre a orografia e os incêndios ocorridos em Pedrogão Grande no ano de 2017.

Assim sendo, em muitas regiões, a morfologia do relevo influencia fortemente a distribuição da cobertura vegetal (Zeng et al., 2019) e também o padrão de queima do incêndio (Rodrigues et al., 2020)

Importa também destacar que Portugal apresenta três das quatro unidades estruturais de relevo que constituem a Península Ibérica, nomeadamente, o Maciço Hespérico, as orlas e cadeias moderadamente dobradas tais como as Orlas Mesozoicas ou Mesocenoicas,

ocidental, Lusitaniana e meridional e as Bacias ou Depressões interiores e periféricas, como por exemplo, a Bacia Terciária do Tejo e do Sado, pelo que o país apenas não exhibe Cadeias Alpinas (Cunha et al., 2018; Rebelo, 1992).

Para além disso, o declive e o vento são considerados os principais fatores ambientais que afetam a propagação dos incêndios uma vez que podem inclinar a chama para a frente o que faz aumentar a convecção e a transferência de radiação de energia para o combustível não queimado (Pimont et al., 2012) pelo que, normalmente, quanto mais íngreme o declive do relevo, maior é a suscetibilidade de ocorrência de incêndios (S. Marques et al., 2011; Torres et al., 2017).

Também Zhao et al., (2020) consideraram que o declive impacta na ocorrência de incêndios florestais sendo que uma maior inclinação pode levar a um aumento da taxa de propagação do fogo.

Para além disso, os ventos podem também ser elementos responsáveis para uma rápida propagação do fogo (Abatzoglou et al., 2018), de tal forma que, por exemplo na Califórnia, uma das regiões que se inclui na região do Mediterrâneo, os incêndios mais assoladores no que diz respeito à destruição de propriedades e perdas de vidas humanas estão muitas vezes associados a eventos de vento extremo (Keeley & Syphard, 2019).

Um outro bom exemplo disso foi o incêndio ocorrido em Tabuaço em 2021 cuja taxa de propagação bem como o número de focos de incêndio aumentaram claramente fruto do vento acentuado (Rodrigues et al., 2021).

Como se pode observar, tanto o número de ocorrências de incêndios florestais como a área ardida são afetados por inúmeros fatores sendo que outro dos principais se trata da altitude (Parente et al., 2018).

A altitude tem também um papel importante na frequência da ocorrência de incêndios uma vez que atua sobre o teor de humidade nos combustíveis (Heyerdahl et al., 2001) sendo que tendencialmente quanto mais elevada for a altitude, maior será a probabilidade de ignição de fogo (Catry et al., 2009). No entanto, para González & Pukkala (2007) a área de floresta queimada será superior em altitudes mais baixas.

Assim, no caso português há uma maior probabilidade de ocorrência de incêndio e de que este seja mais devastador no Norte e Centro por diversas razões mas também pela presença do relevo acidentado tal como se verifica na Cordilheira Central, enquanto que o Sul é dotado de características menos suscetíveis de ignição, inclusive o relevo suave (Fernandes, 2007).

De forma a confirmar isto mesmo, seguidamente, analisa-se através das Figuras 17 e 18 que, de facto, o relevo acidentado e de maior altitude verificado no interior Norte e Centro do país arrecada consigo um maior risco de ocorrência de incêndio.

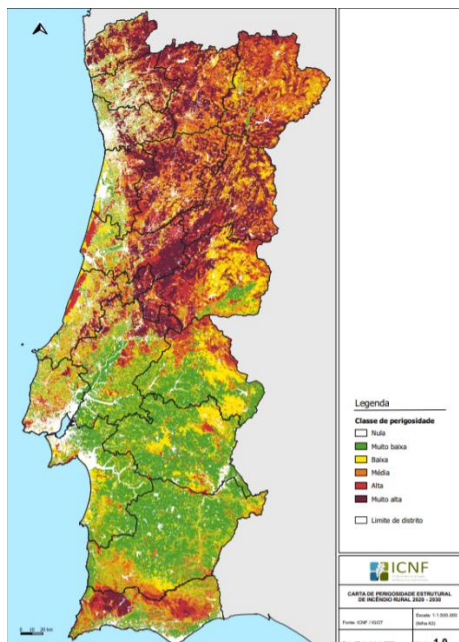


Figura 18 - Carta da perigosidade estrutural 2020-2030

Fonte: ICNF/IGOT



Figura 17 - Relevo do território português

4.1.4 Cobertura Vegetal

As florestas portuguesas sempre tiveram uma grande influência no desenvolvimento socioeconómico quer das suas zonas rurais quer de diversos setores industriais florestais tais como as indústrias de cortiça, papel, pasta e painéis de madeira (Nunes et al., 2019). De tal forma que a indústria florestal e respetivos produtos são responsáveis por 12% das exportações nacionais (Castro & Fernández-Núñez, 2016).

Assim, segundo os mesmos autores a evolução da floresta portuguesa pode ser dividida em 3 períodos distintos. Uma primeira fase em que se verificou um período de declínio florestal associado ao facto da regeneração da mesma acontecer quase exclusivamente de forma natural até inícios do “Estado Novo” em 1933. A segunda fase, por sua vez, diz respeito exatamente ao período do “Estado Novo” em que já muitas políticas de reflorestação eram planeadas e adotadas e a floresta vista como um recurso bastante importante para a economia face à escassez de madeira de construção e lenha que se fazia sentir no território português e, como tal, deveria ser gerido. A última das fases faz referência ao período entre a revolução do 25 de

abril de 1974 e os dias de hoje em que as florestas se assumiram de forma clara como fonte de recursos para várias indústrias.

Um dos principais fatores que afetam o comportamento do fogo prende-se com as características dos combustíveis florestais, nomeadamente, com a sua distribuição vertical e horizontal, dimensão, carga, humidade do combustível, combustibilidade e percentagem de combustíveis finos mortos (Castro et al., 2003; Fernandes, 2007). Desta maneira, muitos foram os autores que se pronunciaram acerca da inflamabilidade das espécies florestais, como por exemplo, Borges et al., (2021), Fernandes & Cruz (2012), Molina et al. (2017), Xanthopoulos et al. (2012).

Este conceito da vegetação enquanto combustível é extremamente importante no sentido que facilita a predição do comportamento do fogo e, como tal, fornece ferramentas essenciais para a prevenção, pré-supressão e supressão de incêndios florestais (Botelho Hermínio et al., 2009).

Contudo, como é óbvio, não é apenas a vegetação que afeta o comportamento dos incêndios, o inverso também se verifica, pelo que a recuperação da cobertura vegetal após um incêndio varia de espécie para espécie bem como depende das características ambientais e possíveis perturbações posteriores (Catry et al., 2010). Com isto, e segundo os mesmos autores, a regeneração da vegetação apenas pode ocorrer de duas formas, nomeadamente, através da resposta vegetativa ou da reprodução sexual seminal.

Para além disso, a floresta constitui 35% do território continental nacional sendo que o Eucalipto (26%) se destaca como espécie dominante seguido do Sobreiro (23%), Pinheiro Bravo (23%) e Carvalho (2%) o que faz com que Portugal seja considerado um dos países europeus com maior percentagem de superfície florestal apesar de ter vindo a perder entre 1995 e 2010, 10 000 ha por ano (Reis, 2018). Costa et al. (2018) consideraram que enquanto o Sul de Portugal é predominado por pastagens e florestas de baixa densidade, o Noroeste apresenta maioritariamente arbustos e florestas caducas.

Ademais, a notória expansão do eucaliptal que a levou ser a principal espécie em Portugal a partir de meados do século XX sucedeu-se pelo maior interesse e desenvolvimento da indústria papeleira (Oliveira et al., 2017).

Desta forma, os eucaliptos (*Eucalyptus Globulus*) apresentam-se hoje como espécie florestal dominante no território português sendo que a Península Ibérica detém a maior concentração da espécie essencialmente ao longo das costas Ocidente e Norte (Queirós et al., 2020), e apesar desta ser caracterizada por ser altamente inflamável, a verdade é que não teve

nenhum impacto no que diz respeito ao regime português de incêndios, o que não significa que futuramente isto não se venha a verificar (Fernandes et al., 2019).

Apesar disso, para Gómez-González et al. (2018) em Portugal, a probabilidade de ocorrência de incêndios florestais de maior intensidade é superior quando estes se dão em áreas dominadas por plantações florestais de espécies de pinheiros e eucaliptos. Contudo, Oliveira et al. (2021) consideram que mais do que as espécies, é a estrutura dos povoamentos que regula a propagação dos incêndios florestais.

Deste modo, de forma a fazer uma breve e mais recente análise acerca da vegetação portuguesa, recorrer-se-á ao 6º Inventário Florestal Nacional concebido pelo ICNF. Assim, certifica-se que os espaços florestais nos quais se incluem floresta, matos e terrenos improdutos representavam 69,4% de Portugal Continental, o que equivale a 6,2 milhões de hectares. Desta forma, a floresta apresentava-se como sendo o principal uso do solo nacional com 36% e apesar de que desde 1995 a área desta tinha vindo a diminuir, em 2015 a situação inverteu-se, aumentando em 60 mil ha relativamente a 2010.

Assim sendo, e de acordo com o mesmo 6º Inventário Florestal Nacional, a floresta em território português está subdividida em quatro diferentes categorias, nomeadamente, “pinhais (constituídos por povoamentos de pinheiro-bravo e pinheiro-manso); folhosas perenifólias (“montados”, sobreirais e azinhais); folhosas caducifólias (carvalhos, castanheiros e outras); e as folhosas silvo-industriais (eucaliptais)”.

As folhosas perenifólias são a categoria que apresenta maior representatividade em Portugal Continental seguida dos pinhais, sendo que ambas as categorias apresentam cerca de 1 milhão de hectares. Os pinhais já tiveram uma muito maior representatividade, contudo, têm vindo a perdê-la por força de incêndios florestais e pragas que vêm a afetar em especial os pinheiros-bravos. Por sua vez, os eucaliptais que têm vindo a aumentar ininterruptamente, ocupam 845 mil hectares, ou seja, o correspondente a cerca de 26% da floresta nacional continental e as folhosas caducifólias são as que se encontram menos presentes no território em questão.

Posto isto, consoante a Tabela 10 seguidamente exibida, constata-se que de facto foram os eucaliptos a principal espécie em território nacional, contudo, se se tiver em conta as categorias anteriormente referidas, verifica-se que tanto a conjugação das espécies folhosas perenifólias como os pinhais são suficientes para apresentarem um valor superior ao das folhosas silvo-industriais constituídas apenas pelos eucaliptos.

Tabela 10 - Áreas totais de espécies florestais

Espécie	1995	2005	2010	2015	$\Delta(2005-2015)$
	mil ha				
Portugal Continental	3305,6	3215,9	3164,2	3224,2	+8,3
Pinheiro-bravo	978	798	719,3	713,3	-84,8
Eucalipto	717,2	785,9	810,8	845	+59,1
Sobreiro	746,8	731,2	717,4	719,9	-11,3
Azinheira	366,7	335,5	349,2	349,4	+13,9
Carvalho	92	66,3	67,2	81,7	+15,4
Pinheiro-manso	120,2	172,9	184,6	193,6	+20,7
Castanheiro	32,7	38,4	42,7	48,3	+10
Alfarrobeira	12,3	12,2	12	16,4	+4,2
Acácia	2,7	4,7	5,5	9,4	+3,7
Outras folhosas	155,2	169,5	176	190,2	+20,7
Outras resinosas	61,4	73,5	71,1	52,2	-21,3
Superfície temporariamente desarborizada s/espécie	20,6	27,6	8,1	5,7	-22

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

Para uma melhor observação da distribuição das espécies ao longo do território português continental apresenta-se, de seguida, um mapa, representado como sendo a Figura 19. A partir deste observam-se algumas particularidades, nomeadamente, uma forte presença de eucaliptos no litoral Norte e Centro e de azinheiras e sobreiros no Alentejo.

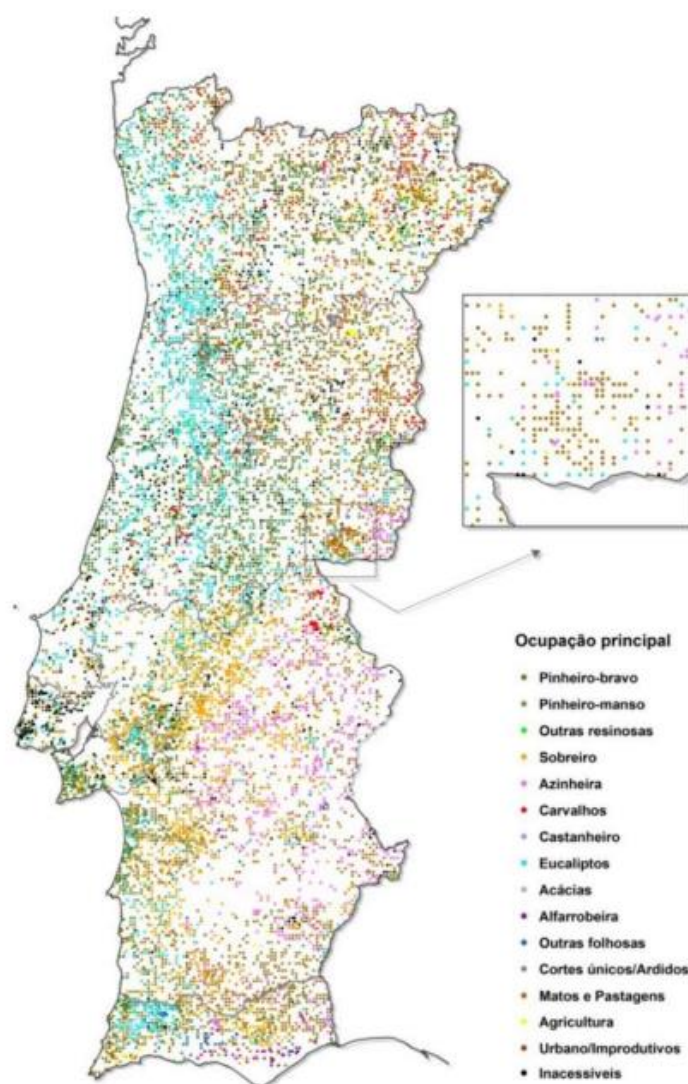


Figura 19 - Distribuição por espécie florestal em Portugal Continental

Fonte: ICNF

Relativamente às áreas ardidas das diferentes espécies (Tabela 11) verifica-se que o pinheiro-bravo e o eucalipto foram as mais crucificadas pela deflagração das catástrofes naturais que são alvo de atenção ao longo deste trabalho com áreas ardidas de 134,7 mil ha e 149,9 mil ha, respetivamente, o que vai de encontro ao que tinha sido afirmado por Gómez-González et al. (2018).

Tabela 11 - Áreas ardidas em floresta por espécie entre 2015 e 2018

Espécie	2015	2016	2017	2018	2015-2018
	mil ha				
Pinheiro-bravo	3,9	11,2	118,9	0,7	134,7
Eucalipto	4,5	35,2	101,2	9	149,9
Sobreiro	0,5	1,4	1,8	1,6	5,2
Azinheira	0,5	0,5	0,9	0,2	2
Carvalho	0,5	1	3,3	0,1	4,9
Pinheiro-manso	0	0,5	1,4	0,8	2,8
Castanheiro	0,2	0,1	0,6	0	0,9
Alfarrobeira	0	0	0	0	0
Acácia	0,1	0,1	2,8	0	3
Outras folhosas	1,2	3,2	16	1,4	21,8
Outras resinosas	0,3	0,4	3,2	0,2	4,1
Total Floresta	11,6	53,6	250,1	14,1	329,4

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

4.1.5 Uso de solos

Nas últimas décadas tem-se vindo a assistir a diversas alterações relativas ao uso e ocupação de solos não só em Portugal como também em muitos outros países da Europa Mediterrânica sendo que dessas alterações se destacam o abandono agrícola e a florestação de terras antes ocupadas com agricultura (Silva et al., 2019). Contudo, para além destas, também a artificialização dos solos e a ocorrência de catástrofes naturais e, particularmente, incêndios florestais são alguns dos aspetos que levam a essas mudanças (San-Miguel-Ayán et al., 2013).

O estudo de Meneses et al. (2013) confirmou que se tem vindo a assistir a um incremento das terras ocupadas por florestas e uma diminuição das terras agrícolas sendo que este aumento dos matos e florestas ostenta pontos positivos como por exemplo o facto de permitir a manutenção e fertilidade do solo, o regime natural das águas e a qualidade do ar, mas também pontos negativos que se prendem com o aumento da frequência de incêndios e do tamanho dos mesmos. No sentido inverso, contacta-se que os incêndios florestais também afetam negativamente os solos provocando condições que levam à erosão (Pastor et al., 2019).

De facto, tem-se assistido a uma grande diminuição da população que se dedica a atividades relativas à silvicultura (Nunes & Lourenço, 2018) e prevê-se realmente que o abandono agrícola afetará o comportamento do fogo e o seu regime na medida em que aumentará a carga de combustíveis (Lasanta et al., 2005). Desta forma, o êxodo rural permitiu que os combustíveis florestais se estendessem por extensas áreas, aumentando assim a probabilidade de ocorrência de incêndios rurais (Alcasena-Urdíroz et al., 2019).

Uma das causas para o abandono agrícola que se tem vindo a verificar é a baixa produtividade do trabalho que no caso português se denota especialmente nas zonas

montanhosas face à sua topografia, à pequena dimensão das explorações e à baixa produtividade dos solos (Alves et al., 2003).

Assistiu-se assim também a uma grande mudança em Portugal, no sentido que se verificou uma diminuição da área das florestas que se converteram em uso de solos urbanos especialmente nas regiões Norte e Centro do país (Nunes et al., 2019) pelo que atualmente para Edwards et al. (2020) as aldeias mais remotas e as que estão fortemente envolvidas com alguns tipos de agricultura como é o caso das culturas de plantações, culturas alimentares secundárias e silvicultura tendem a ser as mais propensas para a ocorrência de fogos face ao historial de utilização de fogo neste setor.

Para além disso, há algumas regiões, inclusive em Portugal, que apresentam uma proximidade muito grande entre áreas urbanas, agrícolas e florestais o que traz consigo associado um conjunto de problemas, nomeadamente, os relacionados com os incêndios rurais (Nunes et al., 2021).

Por conseguinte, recorrendo novamente ao 6º Inventário Florestal Nacional produzido pelo ICNF conclui-se que, em Portugal Continental, e de acordo com o que já foi anteriormente referido, os espaços florestais que incluem a floresta, matos e terrenos improdutivos ocupam 6,2 milhões de hectares (69,4% do território nacional continental). Para além disso, a floresta que compreende terrenos arborizados e temporariamente desarborizados é o principal uso do solo nacional com uma percentagem de 36% seguida dos matos e pastagens com 31% do uso de solo, sendo que estes últimos têm vindo a crescer continuamente desde 1995.

Assim sendo, de seguida apresenta-se a Tabela 12 correspondente ao uso de solo em território nacional continental que nos demonstra que a agricultura tem tido uma variação extremamente negativa e em contrapartida, ainda que em menores proporções, os matos e pastagens e a floresta têm sofrido um aumento.

Tabela 12 - Uso do solo Portugal em Continental

Uso do Solo	1995	2005	2010	2015	$\Delta(2005-2015)$
	mil ha				
Portugal Continental	8910,2	8910,2	8910,2	8910,2	x
Floresta	3305,6	3215,9	3164,2	3224,2	+8,3
Matos e pastagens	2539,6	2716,7	2832,1	2766,2	+49,5
Improdutivos	190,3	195,8	185,4	191,7	-4,1
Águas Interiores	151,9	178,2	184,2	192,8	+14,7
Agricultura	2407,3	2204,7	2117,2	2092,9	-111,8
Urbano	315,5	399	427,2	442,4	+43,4

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

Para além disso, de forma a compreender que de facto os incêndios rurais se incidem maioritariamente nas florestas, matos e pastagens ao invés do que acontece nos terrenos agrícolas (de tal forma que só a partir de 2001 é que estes começaram a ser considerados) apresenta-se a seguinte Figura 20 que demonstra a distribuição da área ardida por tipo de ocupação de solo entre 1995 e 2020. Como podemos verificar os matos e pastagens são até mais afetados que as florestas na maioria dos anos em questão.

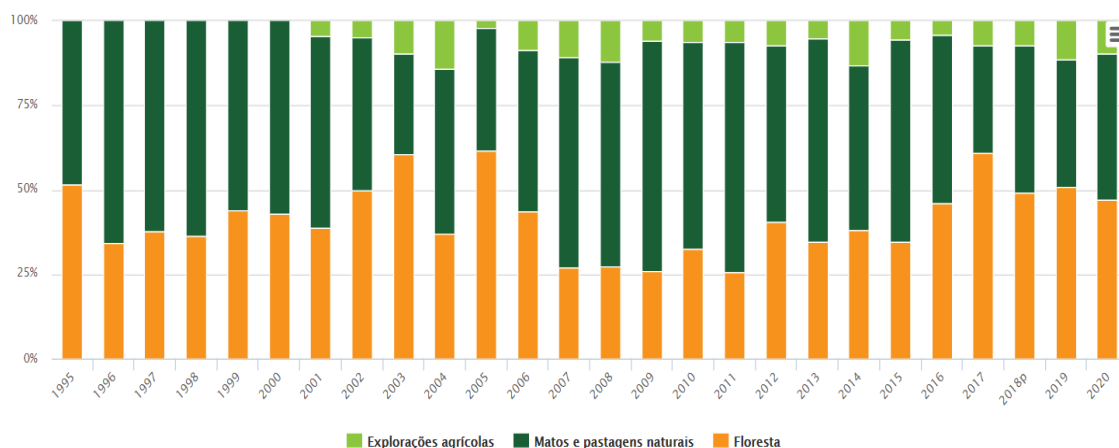


Figura 20 - Distribuição da área ardida por tipo de ocupação de solo entre 1995 e 2020

Fonte: ICNF

4.2 Caracterização do Centro de Portugal

A Região Centro de Portugal é vítima dos maiores e mais destruidores incêndios rurais e, nessa mesma área, o ordenamento da floresta é extremamente urgente uma vez que esta se trata de um dos seus recursos essenciais. Prova disso é o facto de, em 2019, ser essa mesma região a par com o Norte em que se verificava a grande maioria do emprego relacionado com a floresta, sendo que 67% das empresas e 79% do emprego florestal se concentram nessas mesmas duas zonas, segundo o INE.

Para além disso e através da mesma fonte, constata-se que relativamente a empresas ligadas à silvicultura e indústria de base florestal, o Centro conta com mais de 5 mil empresas o que totaliza 28% das mesmas a nível nacional, e cerca de 27 mil funcionários, ou seja, 29% do emprego relacionado a esses setores. Dentro do Centro, é a Região de Coimbra que se destaca como sendo a mais relacionada ao setor em questão no que diz respeito ao número de empresas, seguida de Aveiro e Leiria com percentagens de 24,3%, 14,9% e 13,8%, respetivamente.

Há que destacar ainda que no Centro e relativamente às empresas silvícolas e florestais, as mais presentes são as relativas à silvicultura, exploração florestal e aos serviços que apoiam

estas atividades com 55% e 24% do emprego, ao processamento e transformação da madeira e cortiça com 25% e 32 % do emprego e ao setor do mobiliário com 18% e 29% do emprego. Com menor relevância apresentam-se as empresas ligadas à produção de papel, cartão e pasta representando apenas 2% das empresas, contudo, 15% do emprego face aos seus 4150 funcionários.

Posto isto, importa fazer uma breve caracterização da região de forma a que, posteriormente, se possam avaliar os impactes económicos que se fazem sentir na mesma em resultado dos incêndios rurais.

4.2.1 Características Geográficas e Demográficas

Segundos os Censos 2021, o Centro do país contava com 2 227 912 residentes, o que demonstra um constante despovoamento dessa mesma região (Daniel et al., 2014). Recorda-se o facto desta avaliação ser relevante no sentido que geralmente as regiões com mais ocorrências de incêndios são as que exibem um maior número de residentes dado que a maioria das ignições apresenta como causa a mão humana.

Na Tabela 13, exprime-se o número de residentes na região Centro entre 2001 e 2021 que demonstra que de facto se tem vindo a assistir a uma redução da população de ano para ano, contudo de 2019 para 2020 e de 2020 para 2021 a situação inverteu-se, assistindo-se assim a uma variação, ainda que muito ligeira, positiva.

Tabela 13 - População Residente no Centro de Portugal (2001-2021)

Anos	2001	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Pop. Centro	2.348.162	2.339.797	2.334.715	2.323.906	2.307.554	2.290.051	2.272.578	2.260.178

2016	2017	2018	2019	2020	2021
2.250.149	2.237.640	2.223.958	2.216.927	2.223.308	2.227.912

Fonte: INE (Elaboração Própria)

Para além da diminuição do número de residentes, o Centro de Portugal é também vítima de um forte envelhecimento populacional (Gomes, 2002) sendo que essa conjuntura de fatores leva inevitavelmente a um abandono das terras agrícolas (Almeida, 2004).

Já no que diz respeito às oito diferentes NUT'S III que constituem o Centro está, de seguida, exposta a Tabela 14 com informações relevantes acerca das mesmas.

Tabela 14 - População/ nº municípios das NUT's que constituem a região Centro de Portugal

Nut's II	Nut's III	População	Nº Municípios	Área (km²)
Centro	Região de Aveiro	367 128	11	1693
	Região de Coimbra	435 574	19	4335
	Região de Leiria	286 713	10	2449
	Viseu Dão Lafões	252 688	14	3238
	Beiras e Serra da Estrela	211 406	15	6305
	Beira Baixa	80 047	6	4614
	Oeste	362 413	12	2486
	Médio Tejo	233 362	13	2283

Fonte: INE (Elaboração Própria)

Um mapa relativo a essa NUT II será seguidamente exposto na Figura 21 com a devida divisão das NUT's III bem como dos municípios que a constituem.



Figura 21 - Mapa da Região Centro de Portugal

Fonte: Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAP)

4.2.2 Clima

Como seria de esperar, o clima no Centro de Portugal vai de encontro ao que já foi dito relativamente ao país na sua totalidade, ou seja, apresenta um clima temperado que tende a ser quente e seco no verão e ameno e chuvoso no inverno face ao seu território ser praticamente todo incluído na Região Mediterrânica.

Para além disso, no período entre 1961 e 1990 detetou-se que no interior da região montanhosa no Centro de Portugal o valor da temperatura média era de 7 °C, sendo que esses valores atingiam como o seu valor médio máximo 16 °C durante o verão e o seu valor médio mínimo de 2 °C durante o inverno. No que diz respeito às zonas do interior da região Centro a situação já é bem diferente na medida em que as temperaturas máximas podem alcançar os 32-34 °C (Miranda et al., 2006). Segundo o mesmo autor é ainda possível afirmar que nas zonas montanhosas do interior Norte e Centro o número de dias no ano com um mínimo abaixo dos 0 °C é superior a 100 e, por sua vez, o interior da região Centro, bem como a Este do Alentejo e a costa Algarvia são as áreas do país em que se apresenta um maior número de dias com temperatura mínima acima dos 20 °C e máxima acima dos 25 °C como também dias com temperatura acima dos 35 °C.

Também como já se foi averiguando, existe um contraste notório no nível da precipitação entre Norte e Sul e Oeste e Este, pelo que as zonas centrais acabam por ser menos afetadas por chuvas que as nortenhas, mas mais afetadas que as áreas do Sul. Contudo, o estudo de Santos et al. (2019) revela que na região Centro haverá ainda uma tendência para a diminuição dos índices de precipitação na primavera.

Posto isto, de seguida, serão exibidas duas figuras (Fig. 22 e 23) correspondentes à temperatura média anual e à precipitação acumulada anual como forma de comprovar o que foi anteriormente dito.

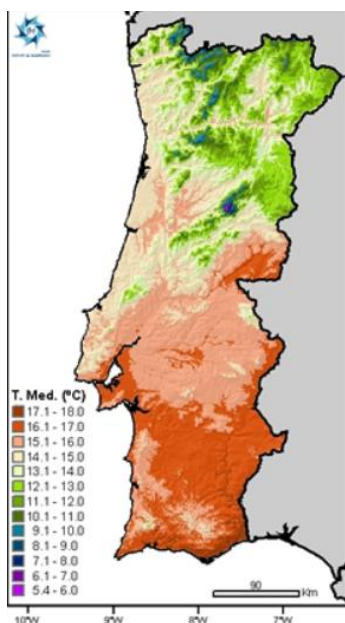


Figura 23 - Temperatura Média Anual

Fonte: IPMA

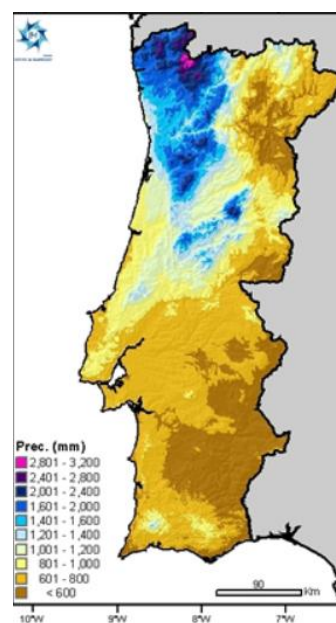


Figura 22 - Precipitação Acumulada Anual

Fonte: IPMA

De forma a comparar as NUT's que compõem o Centro em termos de características climáticas serão, de seguida, expostas duas tabelas, uma relativa à temperatura média anual (Tabela 15) e outra à precipitação total anual (Tabela 16) dos anos entre 2014 e 2020.

Tabela 15 - Temperatura Média Anual por NUT's III do Centro de Portugal

NUT's / Anos (Cº)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Oeste	16,25	16,27	16,14	16,14	15,41	15,55	16,09
Região de Aveiro	15,65	16,03	15,66	15,82	15,14	15,41	15,99
Região de Coimbra	15,58	16,07	15,73	15,98	15,10	15,26	15,93
Região de Leiria	15,39	15,76	15,40	15,87	15,06	15,20	15,70
Viseu Dão Lafões	14,21	14,70	14,47	15,19	14,07	14,17	14,85
Beira Baixa	15,94	16,82	16,52	17,30	16,00	16,39	16,69
Médio Tejo	16,29	17,10	16,79	17,59	15,70	15,90	16,40
Beiras e Serra da Estrela	13,68	14,31	14,05	14,85	13,60	13,91	14,50

Fonte: IPMA (Elaboração Própria)

Tabela 16 - Precipitação Total Anual por NUT's III do Centro de Portugal

NUT's / Anos (mm)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Oeste	1092	449	825,2	475,8	848,1	605,3	625,4
Região de Aveiro	1462,8	766,5	1420,6	701,7	1151,2	1019,2	1019,4
Região de Coimbra	1306,2	645,6	1207,2	602,6	1108,3	999,3	944,7
Região de Leiria	1203,3	582,4	1095,1	565,8	1015,5	832,8	824,7
Viseu Dão Lafões	1641,4	839,5	1487,6	738	1331,7	1165,7	1201,8
Beira Baixa	1085,5	522,8	905,8	500,8	874,7	743,4	748
Médio Tejo	1078,9	530,4	898,1	543,2	964,4	735	794
Beiras e Serra da Estrela	1413,5	672	1205,4	553,6	1124	1021,3	929,9

Fonte: IPMA (Elaboração Própria)

Posto isto, podem-se alcançar algumas constatações, nomeadamente, que em termos de temperatura média se evidenciam as NUT's Médio Tejo, Beira Baixa e Região de Aveiro como sendo as tendencialmente mais quentes anualmente. No sentido inverso destaca-se a Beiras e Serra da Estrela muito provavelmente face à orografia e correspondente altitude da mesma.

Relativamente à precipitação verifica-se que no Centro do território português o ano de 2014 foi o mais chuvoso em todas as oito NUT's enquanto que o ano de 2017 foi o menos chuvoso, o que pode evidenciar uma possível correlação com os grandes incêndios sentidos nesse ano no Centro de país. Para além disso, realça-se que na soma dos sete anos definidos, Oeste se destacou como sendo a NUT menos propensa para a ocorrência de chuva enquanto Viseu Dão Lafões a mais tendente.

4.2.3 Orografia

Tal como já supracitado, tanto o Norte como Centro de Portugal se destacam em relação ao resto do país a nível continental no que diz respeito a zonas montanhosas sendo que essas zonas ocupam cerca de 11%, isto é, quase 10000km², da superfície emersa de Portugal Continental.

Posto isto, há que dar principal destaque ao Sistema Central que se apresenta com a cor vermelha na Figura 24 uma vez que é onde se localiza a serra de maior altitude de Portugal Continental com 1993 metros, isto é, a Serra da Estrela. Para além desta, conta ainda com as Serras da Malcata, Gardunha, Açor e Lousã (Aguiar et al., 2009). Desta forma, com a Figura 24 verifica-se que apenas sete alinhamentos montanhosos apresentam altitudes superiores a 700 metros sendo que apenas dois deles pertencem à região Centro, nomeadamente, o já mencionado Sistema Central e também as Serras Beira-Durienses. Os restantes cinco localizam-se essencialmente no interior Norte português.

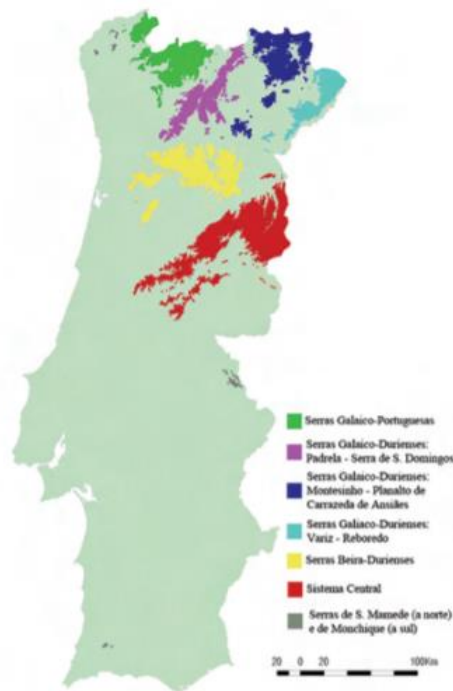


Figura 24 - Localização das Serras com altitudes superiores a 700m

Fonte: Montanha - Carlos Aguiar

Em termos das NUT's III verifica-se que, de facto, a Beiras e Serra da Estrela é a que contém o ponto mais alto de Portugal enquanto que Oeste apresenta o valor mais reduzido de altitude máxima dentro das oito NUT's que constituem o Centro português. No que diz respeito à altitude mínima destaca-se, mais uma vez, a primeira NUT enunciada com 124 metros. Isto pode ser verificado a partir da observação da Tabela 17.

Tabela 17 - Altitude máxima e mínima das NUT's III do Centro

NUT's III	Altitude máxima (m)	Altitude mínima (m)
Oeste	666	0
Região de Aveiro	841	0
Região de Coimbra	1418	0
Região de Leiria	1205	0
Viseu Dão Lafões	1375	50
Beira Baixa	1227	50
Médio Tejo	1084	13
Beiras e Serra da Estrela	1993	124

Fonte: INE (Elaboração Própria)

4.2.4 Cobertura Vegetal

A vegetação do Centro de Portugal é muito parecida com a que se verifica no Norte sendo que com o abandono do interior, os terrenos agrícolas passaram a ser dominados por

extensos giestais de tal forma que, em termos de território continental português, o Interior Norte e Centro representam 90% da área onde ocorrem estas formações arbustivas (Godinho-Ferreira et al., 2006). Por sua vez, as formações arbóreas autóctones e espontâneas têm pouca representatividade nos territórios em questão (Almeida et al., 2016).

Relativamente à cobertura florestal do Centro do país (Tabela 18), verifica-se uma predominância dos pinhais e outras resinosas ainda que estes tenham vindo a ressentir uma acentuada diminuição. Isto faz com que os eucaliptais se estejam a aproximar naquilo que é a área de floresta face à variação positiva que se tem vindo a fazer sentir. Por sua vez, as folhosas caducifólias e as folhosas perenifólias representam uma muito menor área florestal no Centro de Portugal apesar do aumento de ambas entre 2005 e 2015.

Tabela 18 - Áreas de Floresta por Tipos de Formações Florestais

Ocupação Florestal	1995	2005	2010	2015	Δ(2005-2015)
	mil ha				
Pinhais e outras resinosas	655,1	556,6	503,8	486,7	-69,9
Eucaliptais	313,8	374,8	400,8	439,7	+64,9
Folhosas caducifólias	88,5	83,5	87,1	96,2	+12,7
Folhosas perenifólias	54,9	50,9	54,7	60,6	+9,7
Acaciais	1,8	3,4	4,1	6,8	+3,3
STD s/espécie	8,1	14,4	2,3	3,1	-11,3
Total Floresta	1122,3	1083,7	1052,9	1093,1	+9,4

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

Para além disso, a espécie dominante da região em questão é o pinheiro-bravo ainda que os eucaliptos se estejam a aproximar da sua área total. Assim, em 2015, os primeiros apresentavam 460 mil hectares e os segundos 439,7 mil hectares sendo que a diferença em 1995 era muito maior sendo a área do pinheiro-bravo duas vezes superior à do eucalipto. As restantes espécies têm uma relevância muito inferior no Centro do país. Mais uma vez, podem confirmar-se tais afirmações a partir da Tabela 19.

Tabela 19 - Áreas totais por espécie

Espécie	1995	2005	2010	2015	Δ(2005-2015)
	mil ha				
Pinheiro-bravo	627,7	521,6	467,6	460	-61,6
Eucalipto	313,8	374,8	400,8	439,7	+64,9
Sobreiro	33,8	35,5	39,3	41,6	+6,1
Azinheira	21,1	15,4	15,4	19	+3,6
Carvalho	27,8	16,8	17,2	21,5	+4,7
Pinheiro-manso	4,7	4,8	6,4	7,7	+2,9
Castanheiro	5	4,2	5	4,5	+0,3
Alfarrobeira	0	0	0	0	0
Acácia	1,8	3,4	4,1	6,8	+3,3
Outras folhosas	55,7	62,6	65	70,2	+7,6
Outras resinosas	22,7	30,2	29,8	19	-11,2
STD s/espécie	8,1	14,4	2,3	3,1	-11,3
Total Floresta	1122,3	1083,7	1052,9	1093,1	-9,4

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

O mesmo estudo vai ser levado a cabo, de seguida, mas tendo em conta as oito NUT's III que constituem o Centro de Portugal (Tabela 20).

Tabela 20 - Áreas por espécie no ano de 2015 para as NUT's III do Centro

Ano: 2015 (mil ha)	Pinheiro-bravo	Eucaliptos	Sobreiro	Azinheira	Carvalhos	Pinheiro-manso	Castanheiro	Acácias	Outras folhosas	Outras resinosas	Desarborizada
Oeste	17,26	36,48	0,57	-	0,03	1,02	0,05	0,02	5,83	0,40	0,02
Região de Aveiro	18,89	56,62	-	-	0,13	0,05	-	0,32	4,25	0,15	0,13
Região de Coimbra	87,77	119,58	0,05	-	2,40	1,99	0,30	2,92	15,67	1,63	0,75
Região de Leiria	66,92	50,13	0,13	0,25	3,52	0,23	-	0,38	5,26	0,83	0,10
Viseu Dão Lafões	83,36	33,50	0,10	-	2,75	0,18	0,65	1,23	14,38	2,10	0,63
Beira Baixa	72,54	65,24	20,94	17,85	2,61	1,75	0,10	0,13	1,40	2,20	1,03
Médio Tejo	51,81	71,04	15,49	0,35	2,40	1,92	0,03	0,3	9,2	1,03	0,3
Beiras e Serra da Estrela	61,42	7,15	4,33	0,57	7,65	0,55	3,41	1,48	14,2	10,71	0,12
Total Centro	459,97	439,74	41,61	19,02	21,49	7,69	4,54	6,78	70,19	19,05	3,08

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

Como se pode constatar na tabela anterior o pinheiro-bravo e os eucaliptos são, sem sombra de dúvida, as espécies mais abundantes e representativas das oito NUT's em questão, excetuando o caso das Beiras e Serra da Estrela onde a área relativa a eucaliptos é reduzida e até inferior à de carvalhos. Passível de destaque é o facto da terceira espécie mais representativa do Centro ser o sobreiro, contudo, esta apresenta uma área considerável apenas na Beira Baixa e Médio Tejo com 20,94 mil ha e 15,49 mil ha, respetivamente.

4.2.5 Uso do solo

Como já foi mencionado, nas últimas décadas, o Centro do país deparou-se com uma diminuição das áreas agrícolas a favor das áreas florestais, sobretudo dos matos, pelo que de acordo com a Carta de Ocupação dos Solos de 2007, esta região era dominada pelas áreas florestais que representavam cerca de 70% do seu território. A restante área era ocupada por 25% de terrenos agrícolas e agroflorestais, 5% de território artificializado e 1% pelas zonas húmidas e corpos de água (Ribeiro et al., 2016), tal como sugere a figura 25.

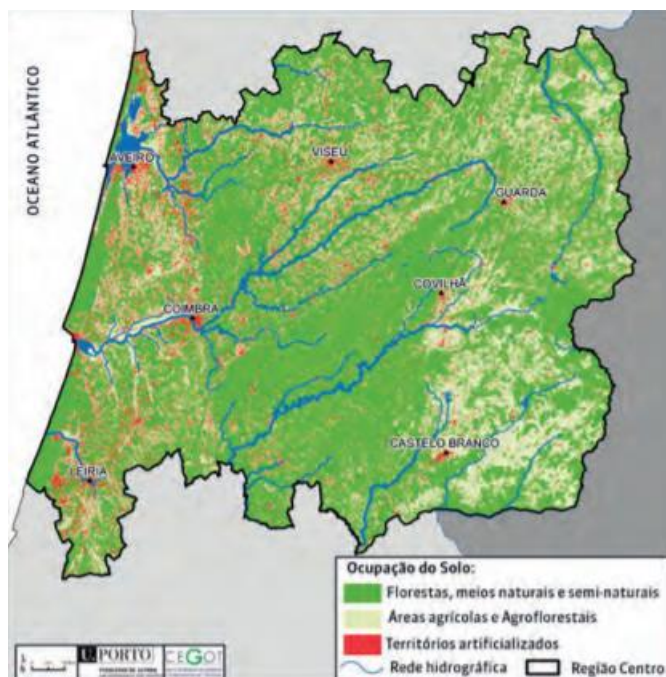


Figura 25 - Carta de Ocupação de solos 2007

Fonte: COS2007

Para além disso, através do 6º Inventário Florestal Nacional concebido pelo ICNF verifica-se que no Centro de Portugal se tem vindo a assistir a uma variação positiva da floresta, das águas interiores e das áreas urbanas enquanto uso do solo sendo que, pelo contrário, a área agrícola, os matos e pastagens e os terrenos improdutivos variaram negativamente entre 2005 e 2015. Contudo, tal como se verificava em Portugal, no Centro, em 2015, também predominava a floresta seguida dos matos e pastagens com 1093,1 mil ha e 838,9 mil ha, respetivamente, passível de ser confirmado na Tabela 21 de seguida exposta.

Tabela 21 - Uso do Solo no Centro de Portugal (1995-2015)

Uso do Solo	1995	2005	2010	2015	$\Delta(2005-2015)$
	mil ha				
Floresta	1122,3	1083,7	1052,9	1093,1	+9,4
Matos e pastagens	770	844,6	902,4	838,9	-5,6
Improdutivos	82,8	85	74,3	94	-1
Águas Interiores	38,4	39,4	40,6	41,9	+2,5
Agricultura	695,2	625,5	597,6	601,1	-24,5
Urbano	111,4	141,8	152,1	160,9	+19,1

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

De seguida apresenta-se a Tabela 22 relativa à ocupação de solos no ano de 2015 nas diferentes NUT's III que compõem o Centro do território nacional, de acordo com o 6º Inventário Florestal Nacional do ICNF.

Tabela 22 - Uso do Solo no Centro no ano de 2015 por NUT's III

Ano: 2015 (mil ha)	Floresta	Matos e Pastagens	Improdutivos	Águas interiores	Agrícola	Urbano	Total
Oeste	61,69	40,32	4,77	1,70	89,79	23,73	222,02
Região de Aveiro	80,53	10,47	1,55	14,89	39,00	22,84	169,29
Região de Coimbra	233,07	77,85	4,52	6,69	80,78	30,65	433,56
Região de Leiria	127,73	43,96	4,18	1,00	43,85	24,19	244,91
Viseu Dão Lafões	138,88	93,21	16,18	1,98	56,19	17,35	323,77
Beira Baixa	185,77	186,89	2,68	6,58	72,37	7,18	461,46
Médio Tejo	153,86	82,82	1,77	5,55	69,95	20,49	334,43
Beiras e Serra da Estrela	111,60	303,43	48,36	3,52	149,15	14,43	630,49
Total Centro	1093,13	838,95	84,01	41,91	601,08	160,86	2819,93

Fonte: Elaboração Própria (ICNF)

Como se pode observar, de facto, há uma predominância da floresta em todas as NUT's à exceção da Beira Baixa onde os matos e pastagens apresentam uma maior área e das Beiras e Serra da Estrela onde tanto os matos e pastagens como os solos agrícolas predominam de forma intensa em relação às florestas. Posto isto, os matos e pastagens seguidos dos solos agrícolas dizem respeito ao segundo e terceiro tipo de uso de solos mais predominantes na região Centro sendo que os matos e pastagens apenas não têm grande relevância na região de Aveiro.

Esta página está em branco propositadamente

5. Análise de Dados em Painel

Realizada a revisão da literatura e a caracterização de Portugal Continental e do Centro do país, considerou-se pertinente realizar uma breve descrição da técnica econométrica utilizada nesta dissertação.

Assim, para se analisarem os impactes económicos dos incêndios rurais optou-se por fazer-se uso da análise de dados em painel, tendo em vista verificar os efeitos que estes tinham na atividade económica por meio do VAB.

A análise de dados em painel trata-se de uma técnica econométrica de análise de dados longitudinais que abrange observações de duas dimensões, nomeadamente, de tempo (*time series*) e espaço (*cross section*), ou seja, trata-se de um conjunto de unidades seccionais independentemente de serem pessoas, empresas, países, etc, que são pesquisadas periodicamente durante um determinado período de tempo (Yaffee, 2003).

Posto isto, segundo Zulfikar (2018) o modelo geral para dados em painel, o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios podem ser, respetivamente, representados por:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta'X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta'X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta'X_{it} + \mu_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Ou seja, para Neves (2009):

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1X_{it1} + \dots + \beta_kX_{itk} + \mu_{it} \quad (1)$$

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1X_{it1} + \dots + \beta_kX_{itk} + \mu_{it} \quad (2)$$

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1X_{it1} + \dots + \beta_kX_{itk} + \mu_{it} + \varepsilon_i \quad (3)$$

Y_{it} - valor da variável dependente para a unidade seccional i no instante t onde $i=1,\dots,n$ e $t=1,\dots,T$

α_i = termo independente

X_{itj} = valor da $j^{\text{ésima}}$ variável explicativa para a unidade i no instante t , onde $j=1,\dots,k$ e os X_{itj} 's são não estocásticos

μ_{it} = termo de erro e obedece à hipótese clássica $\mu_{it} \sim N(0, \sigma^2)$

ε_{it} = distúrbio aleatório caracterizado pela $j^{\text{ésima}}$ observação, sendo o tempo constante

Esta técnica econométrica, encontra-se em muitos trabalhos cujo tema central são os incêndios florestais. Exemplos disso são os estudos de Michetti & Pinar (2019) que procuraram analisar as contribuições que as condições climáticas, nomeadamente, temperatura e precipitação bem como fatores socioeconómicos, tais como a densidade populacional, tiveram

na frequência de incêndios florestais e no tamanho da área queimada em quatro regiões italianas entre 2000 e 2011. Da mesma forma, também An et al. (2015) fizeram uma abordagem em que procuraram verificar a ligação entre as condições climáticas e outros fatores com o risco de ocorrência de incêndio em 48 estados dos EUA. Por sua vez, uma análise de 79 países foi levada a cabo por Padli et al. (2018) tendo como objetivo avaliar o impacto que indicadores de desenvolvimento humano pudessem ter nas consequências de desastres naturais tais como total de mortes ou total de perdas económicas, por exemplo. Também Diego et al. (2021) fizeram uma avaliação num contexto de análise da influência de variáveis meteorológicas conjuntamente com variáveis socioeconómicas na vulnerabilidade de ocorrência de incêndios florestais em 314 municípios da Galiza entre 2001 e 2015 e constataram que de facto essas variáveis afetavam o número de ocorrências de incêndios florestais bem como as suas consequências negativas. Padli & Habibullah (2008, p.7) investigaram quinze países asiáticos entre 1970 e 2005 tendo em vista averiguar a “relação entre as fatalidades de desastres naturais com o nível de desenvolvimento económico, anos de escolaridade, área de terra e população”. Já Yamamura (2015) procurou investigar o efeito que os desastres naturais tinham na desigualdade do rendimento.

Posto isto, a verdade é que, do que foi possível encontrar, a investigação dos impactos económicos dos incêndios florestais através da análise econométrica com dados em painel ainda é pouco documentada na literatura. Por essa razão e pelas vantagens que a técnica econométrica oferece (Tabela 23), optou-se então por utilizar este tipo de análise.

Tabela 23 - Vantagens na utilização de dados em painel

Vantagens na utilização de dados em painel	Descrição
Inferência mais precisa dos parâmetros do modelo	Os dados em painel permitem que os investigadores recebam um grande número de pontos de dados, o que, conseqüentemente, faz, ao mesmo tempo, aumentar o número de graus de liberdade e reduzir a colinearidade entre as variáveis independentes, eliminando, portanto, mais facilmente o problema da multicolinearidade.
Maior capacidade de construção de hipóteses comportamentais mais realistas.	Com a utilização exclusiva de dados transversais ou temporais, a análise do comportamento humano fica bem mais dificultada. Desta forma, a conjugação de ambos os dados permitem a análise de comportamentos mais complexos.
Descoberta de relacionamentos dinâmicos	Um conjunto de dados cross section ou de carácter temporal, individualmente, não permitem uma avaliação correta dos efeitos macro e micro dinâmicos.
	No caso de haver a crença de não existir qualquer variável omitida, a regressão agrupada pode ser utilizada. Por sua vez, se se acreditar na sua existência, pode-se recorrer ao teste de Hausman que auxilia na

Controlo do impacte das variáveis omitidas (ou da heterogeneidade individual ou temporal)	escolha entre o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios pelo que o facto de se utilizarem informações de carácter intertemporal e sobre a individualidade das entidades, permite o controlo dos efeitos das variáveis em falta ou não observadas.
Geração de previsões mais precisas para resultados individuais	Em condições e circunstâncias semelhantes, há a possibilidade de se exercerem comparações entre os comportamentos dos agentes com o de outros ao longo do tempo, ou seja, os dados em painel oferecem a possibilidade de aprender o comportamento de uma individualidade a partir de outra, o que permite obter uma descrição mais detalhada do indivíduo exatamente por essa capacidade de se fazerem comparações e complementos.
Fornecimento de microfundações para análise de dados agregados	Os dados em painel por conterem observações temporais para vários indivíduos são favoráveis para se investigar a questão da "homogeneidade" versus "heterogeneidade". Posto isto, esta técnica econométrica permite estimar agentes heterogéneos.
Simplificar o cálculo e a inferência estatística	Em alguns casos, a utilização de dados em painel facilita o cálculo e a inferência estatística como é o caso da análise de séries cronológicas não-estacionárias, erros de medição e modelos dinâmicos Tobit.

Fonte: Elaboração própria de acordo com (Hsiao, 2022)

Apesar das bastantes vantagens associadas a esta técnica econométrica, estão também relacionadas algumas dificuldades e problemas (Tabela 24) e, por isso mesmo, alguns autores se manifestaram acerca disso, por exemplo:

Tabela 24 - Desvantagens/problemas da utilização de dados em painel

Impossibilidade de incluir variáveis independentes que não variam com o tempo.	(Carvalho & Góes, 2018)
Maior probabilidade de existirem amostras com problemas na conceção, recolha e gestão de dados.	(Baltagi, 2014)
Erros de medição podem levar à distorção e problemas de seleção de amostras podem levar ao enviesamento.	(Baltagi, 2014)
Possibilidade de ocorrência de enviesamento de heterogeneidade (ocorre a partir de uma má especificação face ao facto de não se considerar uma possível diferenciação dos coeficientes ao longo das unidades seccionais e/ou ao longo do tempo) e de enviesamento de seleção (ocorre a partir de erros na recolha de dados).	(Marques, 2000)
Heterogeneidade não observada entre indivíduos e ao longo do tempo.	(Hsiao, 2022)
Enviesamento uma vez que a amostra não pode ser retirada aleatoriamente da população.	(Hsiao, 2022)

Fonte: Elaboração Própria

Assim, apesar destas desvantagens que a análise de dados em painel apresenta, acredita-se que a possibilidade de conjugar dados seccionais com séries temporais pode ser uma mais-valia para a análise empírica. Deste modo, será então possível avaliar o impacto económico dos incêndios rurais em sete anos diferentes (2014-2020) tendo em conta as oito regiões pertencentes ao Centro português.

6. Dados e Metodologia

6.1 Enquadramento

O objetivo desta dissertação passa por avaliar os impactes que os incêndios rurais têm na atividade económica e, mais concretamente, no VAB. Assim, através da utilização da técnica econométrica da análise de dados em painel procurar-se-á responder a isto mesmo para a região Centro de Portugal analisando e comparando as oito NUT's III que a compõe, nomeadamente, Oeste, Região de Aveiro, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Beira Baixa, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela.

Para isso, antes de mais é necessário definir as unidades *cross section* e *time series* que constituem o painel de dados.

Assim sendo, as unidades *cross section* dizem respeito às oito NUT's III que compõem o Centro do território nacional ($n=8$).

Por sua vez, escolheu-se o período temporal de 2014 a 2020, como sendo as unidades *time series* ($T=7$). Deste modo, são sete o número de anos para cada NUT a serem analisados pelo que cada variável apresentará um total de 56 observações ($n \times T = 8 \times 7$).

Posto isto, todos os dados foram recolhidos no Instituto Nacional de Estatística (INE) e dizem respeito às seguintes variáveis, caracterizadas de seguida, de modo que, simultaneamente, se justifique a sua inclusão no modelo.

Valor Acrescentado Bruto (VAB) – Nesta dissertação, pretende-se avaliar a influência que os incêndios rurais têm na atividade produtiva usando para isso o VAB como variável dependente. Este trata-se do resultado final da atividade produtiva depois de deduzido o valor relativo ao consumo intermédio no decurso de um período determinado. A opção pela utilização desta variável dependente deve-se ao facto de parecer não existir nenhum trabalho relativo aos impactes económicos dos incêndios rurais/florestais com uma abordagem semelhante. No caso português, Sousa (2021) tentou fazê-lo, no entanto, face à inexistência de dados relativos ao VAB para os diferentes municípios acabou por optar por usar o consumo anual de energia elétrica como variável dependente.

No caso desta dissertação conseguiu-se fazer uso do VAB na medida que o INE disponibiliza os seus valores no que diz respeito a NUT's III.

Área Ardida (AA) – A área ardida é a principal variável indicadora da gravidade de um incêndio, na medida que indica o número de hectares queimados. Grande parte dos trabalhos que investigam os impactes económicos dos incêndios florestais utilizam esta variável como variável explicativa. Exemplos disso são os estudos de Peres et al. (2022), Fiehn (2019),

Prudencio et al. (2018), Otrachshenko & Nunes (2021), Martinho (2019), Fagarazzi et al. (2021), Stougiannidou & Zafeiriou (2021). Assim sendo, é de esperar que quanto maior for a área ardida maiores serão os impactes negativos sentidos e, conseqüentemente, esperar-se-á uma diminuição do VAB.

Número de Ocorrências (NO) – O número de ocorrências corresponde ao número de incêndios florestais ocorridos independentemente do seu tamanho, isto é, da área ardida. Da mesma forma que acontece com a área ardida, espera-se que quanto maior for o número de incêndios maiores serão as perdas resultantes destes e, portanto, é de se esperar uma diminuição no VAB. Ainda que não seja uma variável tão relevante quanto a área ardida e, conseqüentemente, também não tão usada nos estudos científicos, a verdade é que o número de ocorrências de incêndios florestais também se encontra presente em bastantes trabalhos que pretendem fazer este tipo de análise económica, nomeadamente, Peng (2020) e Paudel (2021).

Incêndios Superiores a 24 horas (I>24h) – Trata-se do número total de incêndios florestais cuja duração ultrapassa as 24 horas. Neste sentido, relacionado com as alterações climáticas está também o aumento da duração dos incêndios que, conseqüentemente, poderá impactar a economia, bem como incrementar as perdas resultantes a partir desses mesmos desastres naturais (Radke et al., 2019).

Para além disso, Peng, (2020) identificou evidências estatisticamente significativas para o impacto negativo que a duração do fogo tem no crescimento real do PIB, contudo, o efeito pareceu ser muito insignificante. Desta forma, normalmente quanto maior for a duração do incêndio maior será também a respetiva área ardida pelo que se espera que um maior número de incêndios deste género possa levar a uma diminuição do VAB.

Outros autores que utilizaram a duração de incêndios como variável independente para se calcularem os impactes económicos do mesmo foram, por exemplo, Stougiannidou & Zafeiriou (2021) e Padli et al. (2018).

Temperatura Média Anual (TempM) – A temperatura média anual do ar resulta da média aritmética das temperaturas médias mensais.

Como já foi possível constatar ao longo da dissertação, associadas às alterações climáticas vêm as altas temperaturas que, por sua vez, fazem aumentar a probabilidade e o risco de ignições (Williams et al., 2019), bem como a área queimada (Dupuy et al., 2020), o que pode eventualmente levar a impactes económicos negativos, tais como reduções no VAB e no PIB. Por exemplo, na China os danos climáticos até ao ano de 2100 poderão representar até 4,23% do seu PIB (Duan et al., 2022). Por sua vez, há também uma tendência para que o aumento das

temperaturas traga consigo articulado uma queda do PIB global que segundo os melhores modelos utilizados ronda entre os 1% e os 3% até 2100 sendo que 1% é o correspondente a 800 biliões de dólares nos dias de hoje (Newell et al., 2021).

Também Henseler & Schumacher (2019) consideraram que o aumento da temperatura arrecada consigo um efeito negativo no PIB, notando também estes autores que os impactes sentidos eram muito mais intensos nos países pobres pelo que as alterações climáticas podem ser um potenciador de desigualdade internacional.

Para além disso, Diffenbaugh & Burke (2019) concordam que, com um aumento da temperatura pode estar associada uma diminuição do PIB, sendo que segundo estes autores há mais de 90% de probabilidade de que o PIB fosse superior, caso não existisse o fenómeno do aquecimento global. Muitas são as razões para justificar a redução do PIB, nomeadamente, a menor produtividade, a alocação de tempo e a morbilidade (Somanathan et al., 2021) e a própria maior probabilidade de ocorrência de incêndios florestais. Por sua vez, Rickels et al. (2020), verificam que o mesmo se sucede em relação ao VAB. Utilizando o modelo de dados em painel, Olper et al. (2021) concluíram que, de facto, um aumento persistente das temperaturas médias poderá originar perdas significativas no VAB, essencialmente agrícola.

Posto isto, tanto Jones (2017) como Peng (2020) utilizaram variáveis relativas à temperatura para calcularem os impactes económicos dos incêndios florestais, sendo que dadas as alterações climáticas é provável que se observe uma tendência positiva da mesma com o passar dos anos que leve, por sua vez, a um maior número de incêndios e, conseqüentemente, a uma possível diminuição do VAB. Para além disso, é possível que certas NUT's do Centro, apesar da sua proximidade, apresentem, face às suas características, temperaturas diferentes o que pode influenciar a ocorrência de incêndios nos diferentes locais.

Precipitação Total Anual (PrecipT) - Trata-se do volume total de precipitação atmosférica húmida, independentemente de ser por meio de chuva, neve ou granizo.

No mesmo sentido do aumento das temperaturas, também os menores níveis de precipitação estão relacionados com as mudanças climáticas e, portanto, há também uma maior probabilidade de ocorrência de incêndios florestais e de que a área ardida subsequente seja superior (Smith et al., 2020).

Assim, tal como acontecia com o incremento das temperaturas, os impactes económicos da precipitação são maioritariamente sentidos em países pouco desenvolvidos e onde a agricultura se apresenta como sendo uma atividade chave do país sendo, no entanto, insignificante nos países desenvolvidos (Damania et al., 2020). Apesar disso, e não obstante o facto de Portugal se tratar de um país desenvolvido, a região Centro de Portugal ainda apresenta

uma ocupação dos solos bastante ligada à agricultura. Assim, ainda que se tenha vindo a verificar uma diminuição da mesma com o passar do tempo, a verdade é que em 2015 a mesma ainda representava 601,1 mil hectares da região em causa. Posto isto, é possível que a precipitação se relacione com impactes económicos no Centro do país.

Por seu turno, Duan et al. (2022) verificaram uma correlação positiva entre a chuva e a produção, onde um aumento de 100mm de chuva levaria a um aumento de 0,86% na produção especialmente nos países desenvolvidos, ainda que, por outro lado, um aumento de 1% de humidade estivesse associado a uma diminuição de 1,34% na produção.

Posto isto, os mesmos dois autores acima aludidos que utilizaram a variável temperatura para calcularem os impactes económicos dos incêndios florestais, acrescentaram também a variável relativa à precipitação.

Deste modo, no caso da região Centro de Portugal, também as mudanças climáticas afetam esta variável, contudo, de forma negativa, ou seja, levam a uma diminuição da precipitação ao longo do tempo. Nessa região verifica-se uma tendência de secagem e uma diminuição da precipitação extrema na primavera, bem como um aumento do número máximo de dias secos consecutivos (Santos et al., 2019). Isto, conseqüentemente, induz à secagem da cobertura vegetal aumentando, portanto, a probabilidade de ignição pelo que, seguindo esse raciocínio, se poderá também verificar uma redução do VAB. A situação das NUT's do Centro que se verificava em relação à temperatura poderá também ser visualizada em relação a esta variável, dadas as características díspares das mesmas.

Densidade Populacional (DensPop) – Diz respeito à intensidade do povoamento, ou seja, à relação entre o número de pessoas residentes num local e a área do mesmo sendo que, normalmente, esta variável é expressa em número de habitantes por quilómetro quadrado.

Numa vertente de análise de variáveis demográficas como explicação para a ocorrência de incêndios florestais, verifica-se que entre elas a que mais se evidencia, em termos de correlações com a densidade de incêndios florestais, a percentagem de área ardida, o número de ocorrências e a área ardida é a densidade populacional, provavelmente, porque a maioria dos incêndios se inicia antropogenicamente (Tedim et al., 2012).

Também muitos outros fatores socioeconómicos podem ter impacte no número de incêndios rurais bem como na destruição por eles causada, contudo, é o abandono rural associado à diminuição da densidade populacional e ao envelhecimento da população o principal (Diego et al., 2021). Desta forma, já muitos autores recorreram à utilização desta variável para analisar os efeitos económicos dos incêndios florestais em múltiplos setores, nomeadamente, Otrachshenko & Nunes (2021) e Sousa (2021) ou de variáveis com um fim

semelhante como por exemplo o nº de residentes (Fann et al., 2018) ou o crescimento populacional (Peng, 2020).

Deste modo, como foi possível averiguar com a evolução da dissertação, a uma maior densidade populacional está associada uma maior probabilidade de ocorrência de incêndios na medida em que a maioria das ignições se inicia por mão humana. Assim sendo, uma maior densidade populacional pode levar a uma diminuição do VAB neste sentido.

Posto isto, o número de trabalhos que procuram avaliar os impactes dos incêndios rurais no VAB é muito escasso pelo que para além do já referenciado e descrito trabalho de Sousa (2021), o outro documento que se assemelha é o de Peng (2020). Segundo este, é expectável que os locais que sofrem com grandes incêndios florestais verifiquem uma diminuição no crescimento do PIB, no entanto, os resultados alcançados demonstram que os incêndios florestais têm pouco efeito sobre o crescimento do PIB total, contudo, o autor considera que se se tivesse limitado a analisar o efeito do PIB de alguns setores, provavelmente os resultados já seriam mais satisfatórios, uma vez que é muito provável que os desastres naturais em questão afetem mais a agricultura, silvicultura, pesca e caça do que as artes, entretenimento e recreação, por exemplo.

De forma a conseguir-se ter uma visão mais rápida e resumida das variáveis utilizadas apresenta-se, de seguida, a Tabela 25 correspondente a um *Codebook* que fornece uma descrição breve das sete variáveis que foram utilizadas para a realização do estudo, bem como a sua abreviação utilizada no STATA versão 17 e a respetiva unidade de medida.

Tabela 25 - Codebook variáveis utilizadas

Variável	Abreviação	Descrição	Unidade de Medida
Variável Dependente:			
Valor Acrescentado Bruto	VAB	Riqueza gerada na produção, descontando o custo das matérias-primas e de outros consumos no processo produtivo.	Euro (€)
Variáveis Independentes:			
Área Ardida	AA	Superfície total queimada fruto de cada incêndio ocorrido.	Hectare (ha)
Número de Ocorrências	NO	Número de incêndios florestais independentemente do seu tamanho.	Número
Incêndios Superiores a 24h	I>24h	Número de incêndios florestais com uma duração superior a 24 horas.	Número
Temperatura Média Anual	TempM	Temperatura média do ar por ano.	Graus (°C)
Precipitação Total Anual	PrecipT	Volume total de precipitação atmosférica húmida.	Milímetros (mm)

Densidade Populacional	DensPop	Relação entre o número de habitantes de uma certa área e a superfície da mesma.	Rácio (número de habitantes / Km ²)
-------------------------------	---------	---	---

Fonte: Elaboração Própria

Importa ainda mencionar que todas as variáveis utilizadas para o tratamento econométrico foram transformadas no seu logaritmo natural por uma questão de redução do potencial enviesamento de estimativa causado pela grande amplitude dos valores dos dados (Ge et al., 2018), dando origem ao seguinte modelo a estimar:

$$\ln VAB_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln AA_{it} + \beta_2 \ln NO_{it} + \beta_3 \ln I24h_{it} + \beta_4 \ln TempM_{it} + \beta_5 \ln PrecipT_{it} + \beta_6 \ln DensPop_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Onde:

- **VAB_{it}** corresponde à variável dependente que se trata do Valor Acrescentado Bruto em euros.
- **AA_{it}** (área ardida) em hectares, **I24h_{it}** (Incêndios com duração superior a 1 dia) em número, **TempM_{it}** (Temperatura Média Anual) em graus centígrados, **PrecipT_{it}** (Precipitação Total Anual) em milímetros e **DensPop_{it}** (Densidade Populacional) em número de habitantes por KM² dizem respeito às variáveis independentes.
- **μ_{it}** diz respeito ao termo de erro, ou seja, trata-se de uma variável residual que é criada pelo facto do modelo não representar totalmente a relação real entre as variáveis independentes e as variáveis dependentes.

Será também utilizado o modelo de efeitos fixos Least Square Dummy Variables (LSDV), seguidamente apresentado para se conseguirem reter e comparar os efeitos que as diferentes NUT's têm no VAB sendo que de forma a escapar à "armadilha das *dummies*", ou seja, à situação de colinearidade perfeita, vão ser utilizadas apenas 7 *dummies* ($n-1 = 8-1 = 7$).

$$\ln VAB_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \alpha_4 D_{4i} + \alpha_5 D_{5i} + \alpha_6 D_{6i} + \alpha_7 D_{7i} + \alpha_8 D_{8i} + \beta_1 \ln AA_{it} + \beta_2 \ln NO_{it} + \beta_3 \ln I24h_{it} + \beta_4 \ln TempM_{it} + \beta_5 \ln PrecipT_{it} + \beta_6 \ln DensPop_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

Onde:

- $D_{2i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Região de Aveiro e $D_{2i} = 0$, caso contrário.
- $D_{3i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Região de Coimbra e $D_{3i} = 0$, caso contrário.
- $D_{4i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Região de Leiria e $D_{4i} = 0$, caso contrário.
- $D_{5i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Viseu Dão Lafões e $D_{5i} = 0$, caso contrário.
- $D_{6i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Beira Baixa e $D_{6i} = 0$, caso contrário.
- $D_{7i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Médio Tejo e $D_{7i} = 0$, caso contrário.
- $D_{8i} = 1$ se a observação disser respeito à NUT Beiras e Serra da Estrela e $D_{8i} = 0$, caso contrário.

Assim sendo, a NUT Oeste não está representada por uma variável *dummy* pelo que α_1 representará o valor para a NUT em questão de forma que a partir de $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7$ e α_8 se consigam encontrar as diferenças das restantes NUT's com a Oeste.

6.2 Caracterização da Amostra – Análise Descritiva das Variáveis

De forma a caracterizar a amostra serão exibidos os gráficos com a evolução temporal de cada umas das variáveis para as diferentes NUT's III que constituem o Centro do país. Esta caracterização pode ser relevante no sentido que facilita uma mais rápida e cómoda comparação das oito regiões incluídas na amostra para cada uma das variáveis. Desta forma, para cada um dos gráficos que se seguem, 1 dirá respeito à NUT Oeste, 2 à Região de Aveiro, 3 à Região de Coimbra, 4 à Região de Leiria, 5 a Viseu Dão Lafões, 6 à Beira Baixa, 7 ao Médio Tejo e 8 às Beiras e Serra da Estrela.

Variável Dependente: VAB

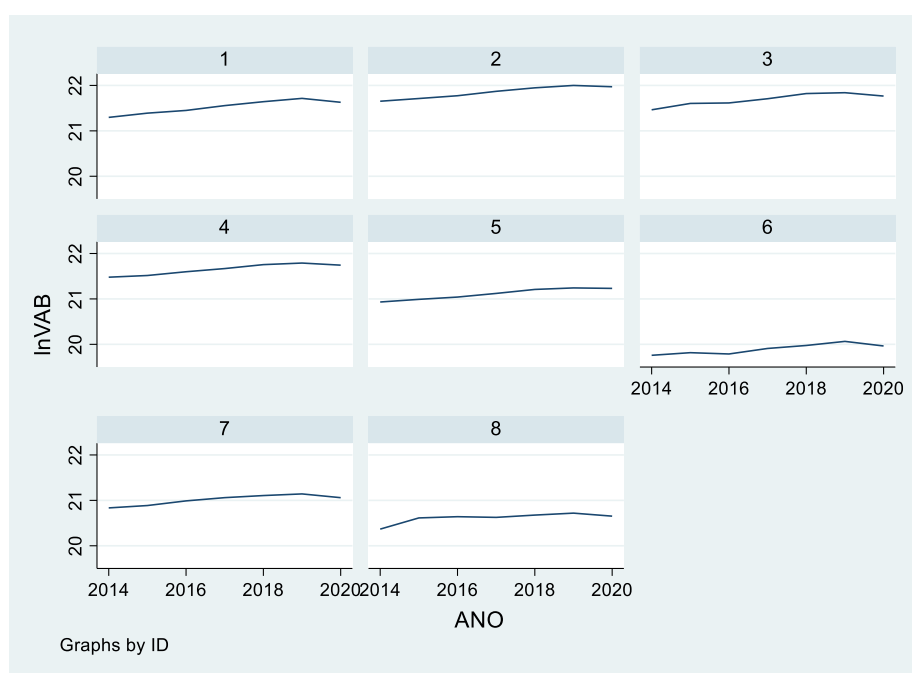


Figura 26 - Evolução do VAB nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020

Fonte: (Elaboração Própria)

Relativamente à Figura 26 que diz respeito aos gráficos da variável dependente verifica-se, que em todas as oito NUT's, se apurou uma tendência positiva da mesma entre 2014 e 2018/2019. Momento a partir do qual o VAB sofreu uma ligeira queda, que pode estar relacionada com fatores externos, nomeadamente, a crise que se fez sentir com o surgimento

da pandemia de Covid-19. Para além disso, importa destacar que a Beira Baixa apresenta um VAB bastante inferior às demais NUT's do Centro, seguida das Beiras e Serra Estrela. Por outro lado, a Região de Aveiro é a que apresenta um maior Valor Acrescentado Bruto sendo que o seu pico entre 2014 e 2020 foi atingido em 2019.

Variáveis Independentes: Área Ardida

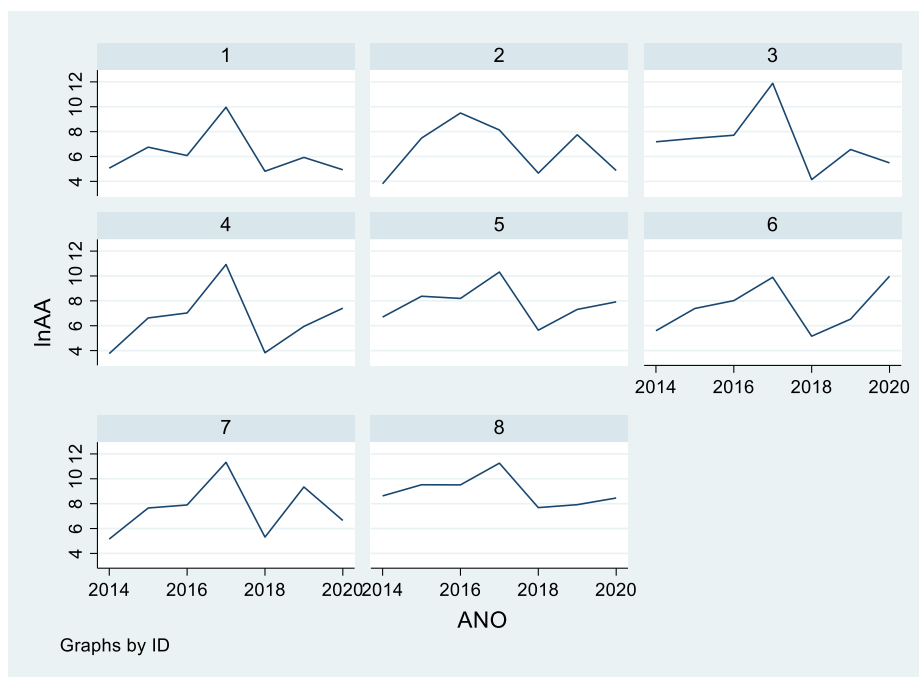


Figura 27 - Evolução da área ardida nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020

Fonte: (Elaboração Própria)

No que diz respeito à área ardida (Figura 27) verifica-se que, de facto, o ano de 2017 foi devastador sendo, portanto, o ano que mais queimou área nas NUT's Oeste, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela. Desta forma, apenas a Região de Aveiro e Beira Baixa apresentaram outros anos em que a área ardida foi superior, no entanto, em ambas, 2017 se evidenciou como sendo o segundo ano com maior área total queimada. Pelo contrário, o ano de 2018 bem como o ano de 2014 destacaram-se como sendo anos com pouca área ardida em todas as NUT's.

Para além disso, do conjunto de todas as NUT's e anos da amostra o enfoque é relativo aos incêndios sentidos na Região de Coimbra no ano de 2017, contudo, a NUT mais afetada com o decorrer dos anos trata-se da Beiras e Serra Da Estrela. Ainda assim, devido ao ano anteriormente evidenciado, Coimbra apresenta-se como sendo a NUT com mais área ardida nos

sete anos da amostra. Por sua vez, a Região de Aveiro e Oeste foram as menos afetadas ao longo destes sete anos, sendo a soma dos mesmos 21 110 hectares e 23 311 hectares, respetivamente.

Variáveis Independentes: Número de Ocorrências

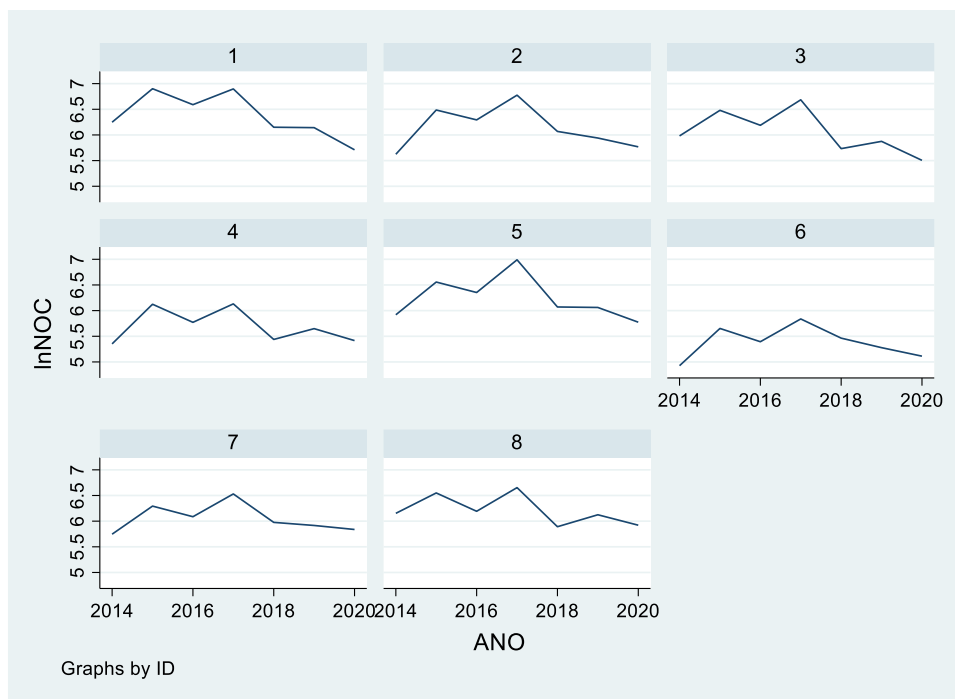


Figura 28 - Evolução do número de ocorrências nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020

Fonte: (Elaboração Própria)

O número de ocorrências (Figura 28) vai um pouco de encontro ao que foi dito relativamente à área ardida, na medida em que 2017 também se destaca em todas as NUT's III. Apenas na Região de Aveiro o ano de 2014 supera 2017, contudo, essa diferença é ínfima. Pelo contrário, a Beira Baixa no que diz respeito ao número de ignições evidencia-se como a menos problemática com 1584 ocorrências na totalidade dos sete anos. No sentido inverso, destaca-se a NUT Oeste como sendo a que apresenta um maior número de ocorrências, 4463 no total dos sete anos.

Variáveis Independentes: Incêndios Florestais com duração superior a um dia

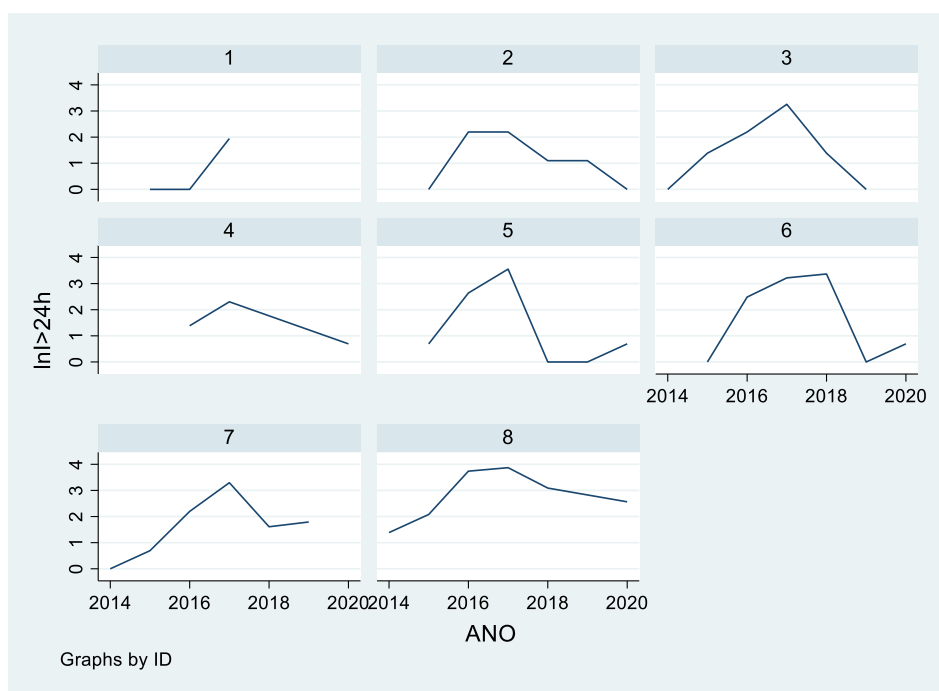


Figura 29 - Evolução do número de incêndios com duração superior a 1 dia nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020

Fonte: (Elaboração Própria)

Como é possível observar a partir da Figura 29, mais uma vez, é o ano de 2017 alvo de realce dado que também é o ano com mais incêndios com duração superior a 24 horas em todas as NUT's à exceção da Beira Baixa, onde 2018 apresenta um valor infimamente superior ao de 2017. Ademais, algumas NUT's em determinados anos não apresentaram nenhum incêndio rural com estas características, sendo o ano de 2014 o ano em que isto mais se verificou visto que as NUT's Oeste, Região de Aveiro, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões e Beira Baixa não apresentaram qualquer incêndio que durasse mais de um dia nesse mesmo ano. Para além disso, Oeste apresentou incêndios rurais com essas características apenas em três dos sete anos, nomeadamente, em 2015, 2016 e 2017 totalizando apenas 9 incêndios com mais de 24 horas na soma dos sete anos. Pelo contrário, Beiras e Serra da Estrela conta com 137 no mesmo período temporal ostentando um valor quase duas vezes superior à segunda NUT mais afetada por incêndios rurais que duram mais de um dia que diz respeito à Beira Baixa com 70 fogos.

Variáveis Independentes: Temperatura Média Anual

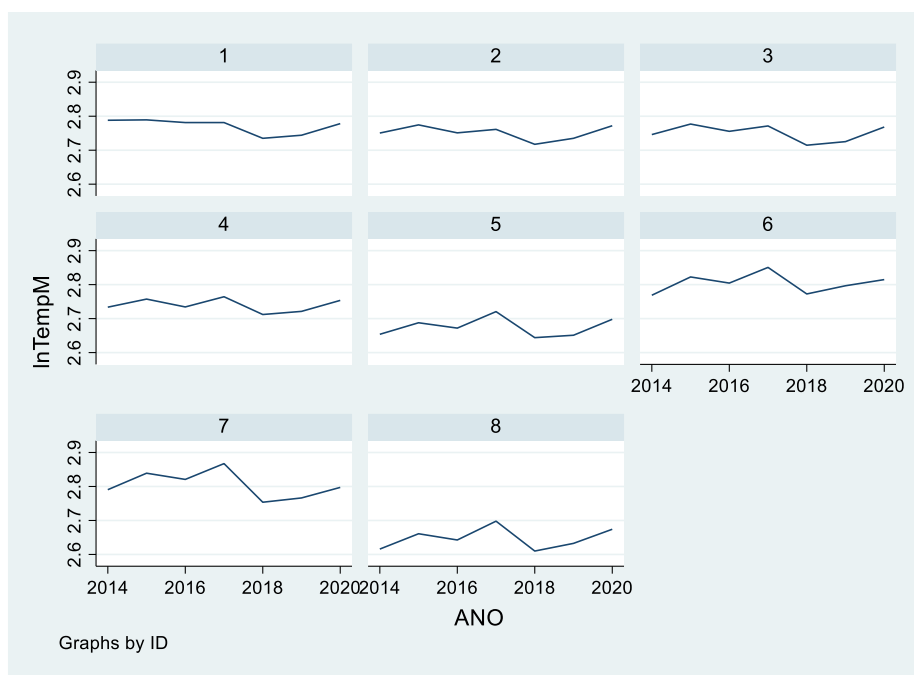


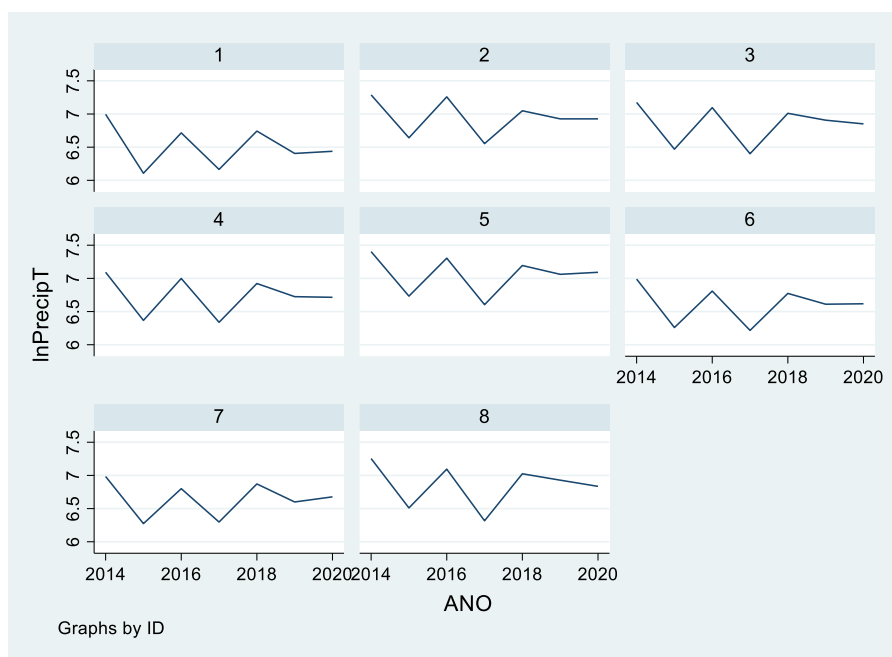
Figura 30 - Evolução da temperatura média anual nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020

Fonte: (Elaboração Própria)

A Figura 30 demonstra que em grande parte das NUT's, o ano de 2017 apresenta-se como sendo o mais quente, ou seja, com maior temperatura média anual e o ano seguinte, como sendo o que exhibe uma menor temperatura média anual pelo que, de facto, a evolução das áreas ardidas parecem ser influenciadas por esta característica climática. Para além disso, a Beira e Serra da Estrela apresenta temperaturas médias bastante inferiores às restantes NUT's podendo isso dever-se às grandes altitudes ressalvando, mais uma vez, o facto de o ponto mais alto de Portugal Continental se localizar nesta região.

Por sua vez e tal como havia sido verificado relativamente à caracterização do Centro de Portugal, Beira Baixa e Médio Tejo são as duas NUT's que são tendencialmente mais quentes.

Variáveis Independentes: Precipitação Total Anual



A precipitação total anual (Figura 31) mostra-se bastante oscilante, contudo, os gráficos são muito semelhantes para todas as NUT's que compõe a Região Centro do país. Posto isto, para todas elas, 2014 exhibe-se como o mais chuvoso seguido de 2016 e 2018. Apenas no Oeste e no Médio Tejo é que 2018 é mais chuvoso do que 2016. O mesmo se verifica para os anos de menor nível de pluviosidade na medida em que em todas as NUT's é o ano de 2017 que se evidencia seguido do ano de 2015, contudo, para aquelas duas NUT's anteriormente expressas é o ano de 2015 o menos chuvoso e só depois o ano de 2017.

Deste modo, podemos constatar que o facto do ano de 2017 ser pouco chuvoso e o de 2018 muito chuvoso pode ajudar a explicar as extensas áreas ardidas no primeiro ano referido e as reduzidas áreas queimadas no segundo. Para além disso, a pouca precipitação em conjunto com as já referidas altas temperaturas que se fizeram sentir nesse ano podem ter sido cruciais para a maior área ardida e para o maior número de ocorrências e de incêndios com duração superior a um dia.

Variáveis Independentes: Densidade Populacional

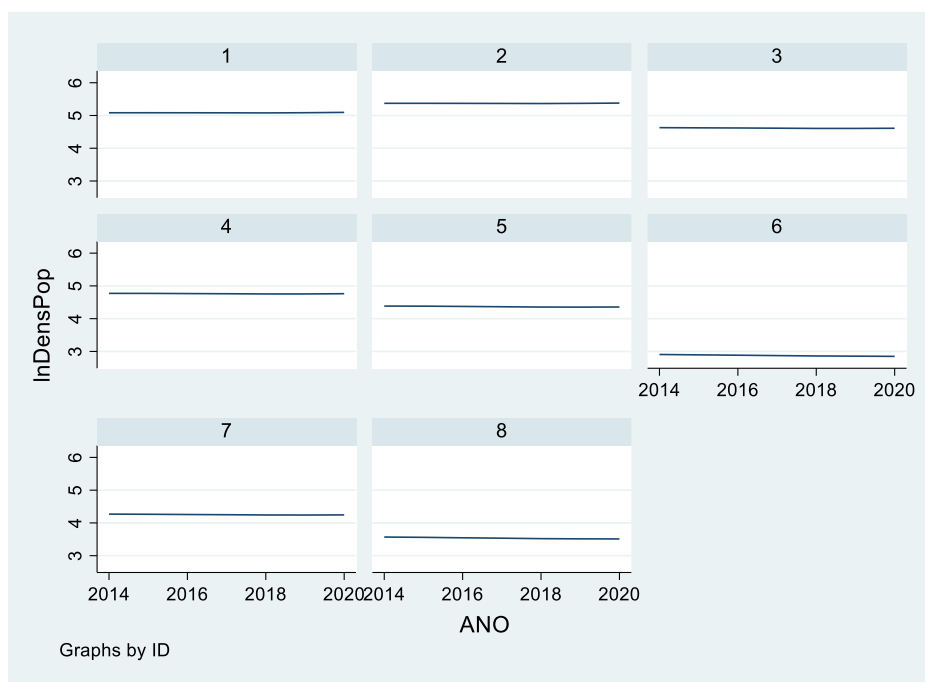


Figura 32 - Evolução da densidade populacional nas diferentes NUT's no período de 2014 a 2020

Fonte: (Elaboração Própria)

No caso da Densidade Populacional, representada pela Figura 32, observou-se uma tendência geral para uma diminuição da mesma em todas as NUT's à exceção de Oeste sobre a qual se verifica uma tendência positiva. Apesar disso, do ano 2019 para 2020 exibe-se um incremento da população em quase todas as NUT's, excluindo-se apenas a Beira Baixa e a Beiras e Serra da Estrela com ligeiros decréscimos de 17,4 para 17,3 hab/km² e 33,6 para 33,5 hab/km².

Ademais, a região de Aveiro é a que apresenta uma maior densidade populacional atingindo o seu pico em 2020 com 216,9 hab/km². No entanto, o principal destaque centra-se na Beira Baixa uma vez que esta apresenta valores extremamente reduzidos.

Determinadas as variáveis e escolhido o modelo que se definiu como modelo de efeitos fixos, por ser o mais apropriado, de acordo com os devidos testes, serão apresentados os resultados do tratamento econométrico no capítulo seguinte.

Esta página está em branco propositadamente

7. Resultados e Discussão

Antes de mais, importa referir que, num primeiro modelo, se incluiu a variável $\ln I_{24h}$, no entanto, esta tornava a variável $\ln AA$ estatisticamente não significativa para além de que apresentava “*missing values*” na medida que existiam certos anos em determinadas NUT’s em que o número de incêndios rurais com duração superior a um dia era nulo e, como tal, o seu logaritmo natural indefinido. Posto isto, incluiu-se a variável I_{24h} num outro modelo, contudo, a variável relativa à área queimada continuava a ser estatisticamente não significativa.

Para além disso, no modelo de efeitos fixos em ambos os casos havia a presença de heterocedasticidade, ao contrário, do que acontecia caso se optasse pela exclusão desta mesma variável. Desta maneira, um terceiro modelo sem a inclusão desta variável foi desenvolvido e tanto o problema de robustez do modelo anteriormente referido, como o facto de uma das variáveis se tornar estatisticamente não significativa desapareceram, pelo que será este o modelo escolhido para analisar.

Posto isto, com recurso ao STATA versão 17, primeiramente é necessário verificar se se trata de um painel não balanceado ou balanceado, isto é, se há ou não valores ausentes (*missing values*) (Yaffee, 2003). Ou seja, é necessário confirmar se as observações de todas as unidades espaciais estão disponíveis ao longo de todo o período de tempo.

Como podemos constatar no anexo 1 trata-se de um painel balanceado em que o número de observações é igual para todas as unidades de análise.

Posteriormente, de forma a verificar a robustez dos resultados devem ser elaborados os devidos testes de robustez que garantam a normalidade e a ausência de multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação. Neste sentido, foram elaborados os testes Jarque-Bera, Variance Inflation Factor (VIF), White e Wooldridge, respetivamente.

Aplicando o primeiro dos testes verifica-se que o valor do $\chi^2(2)$ é 0.1011, um valor superior a 0,05 pelo que está assegurada a normalidade do modelo tal como é possível identificar no anexo 2.

No que diz respeito à multicolinearidade importa referir que há maiores indícios de esta característica se verificar quando se deteta um R^2 elevado, contudo, os coeficientes são todos estatisticamente não significativos (Maddala, 1998). Assim, na regressão em causa ainda que o R^2 seja bastante elevado com um valor de 92,32%, nenhuma das variáveis se apresentou como estatisticamente não significativa, passível de ser verificado no Anexo 3. Posto isto, não há indícios de multicolinearidade e, realizado o VIF, apura-se uma ausência da mesma na medida em que todas as variáveis apresentam um valor inferior a 10 e até mesmo inferior a 5 (Anexo 4).

Por sua vez, para assegurar a inexistência de heterocedasticidade é necessário que o valor de $\text{Prob} > \chi^2$ fornecido pelo teste de White seja superior a 0,05 e os resultados do modelo assim o demonstram com um valor de 0,8143, tal como se pode observar no Anexo 5.

Por último, resta garantir a ausência de autocorrelação do modelo aplicando, para isso, o comando relativo ao teste de Wooldridge no STATA. Feito isto, verifica-se um p-value inferior a 0,05 o que indica que há, de facto, autocorrelação de primeira ordem (Anexo 6).

Analisando a matriz de correlações, representada como sendo a Tabela 26, entre as variáveis constata-se que a área ardida e a temperatura média anual parecem influenciar negativamente o VAB enquanto o número de ocorrências, a precipitação total anual e a densidade populacional parecem afetar positivamente a variável dependente. Deste modo, isto vai de encontro ao que havia sido reportado da literatura na medida que maiores incêndios têm maiores impactes económicos negativos, daí esta variável afetar negativamente o VAB. Também a temperatura apresenta uma correlação negativa com o VAB uma vez que quanto maior esta for, maior a probabilidade de ocorrência e de propagação de incêndios e consequentes perdas. No sentido inverso, surge a precipitação porque segundo a literatura existente mais chuva arrecada consigo uma menor probabilidade de ignição e propagação dos incêndios florestais. Para além disso, a um maior número de ocorrências está associado um maior VAB o que não parece congruente com o referido anteriormente, no entanto, tal como havia sido dito um maior número de incêndios pode não trazer a si associado maiores custos.

Outras das fundamentações que foram possíveis averiguar ao longo da dissertação e que vão de encontro ao mostrado por esta matriz de correlações são:

- Maior precipitação leva a um menor número de ocorrências de incêndios rurais e área ardida.
- Maior temperatura está positivamente correlacionada com maior área ardida.
- Densidade populacional afeta positivamente o número de ocorrências.
- Um aumento do número de ocorrências arrecada consigo um incremento da área ardida.

Importante será também mencionar que com a inclusão da variável $\ln I_{24h}$ todos os sinais se mantinham iguais para as correlações entre as outras variáveis à exceção da temperatura com a densidade populacional que passaria a ser ligeiramente negativa. Para além disso, levaria a que a variável em questão tivesse uma correlação negativa com o VAB, precipitação total anual e densidade populacional e positiva com as restantes variáveis, o que vai um pouco de encontro ao que havia sido afirmado em relação à variável área ardida.

Para além disso, apesar de existirem variáveis com um alto nível de correlação, como por exemplo, a Densidade Populacional com o VAB, a ausência de multicolinearidade foi assegurada pelo VIF anteriormente apresentado.

Tabela 26 - Matriz de correlação das variáveis

	InVAB	InAA	InNOC	InTempM	InPrecipT	InDensPop
InVAB	1					
InAA	-0,2533	1				
InNOC	0,3034	0,4868	1			
InTempM	-0,0613	0,0304	-0,097	1		
InPrecipT	0,0988	-0,4003	-0,3385	-0,5642	1	
InDensPop	0,9446	-0,2893	0,3766	0,0284	0,0928	1

Fonte: Elaboração Própria

Ademais, de forma a caracterizar a amostra, recorreu-se à estatística descritiva das variáveis, descritas na Tabela 27.

Tabela 27 - Estatísticas descritivas das variáveis

Variável		Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo	Observações
InVAB	overall	21.168	0.633	19.759	22.000	N = 56
	between		0.659	19.900	21.846	n = 8
	within		0.119	20.921	21.357	T = 7
InAA	overall	7.304	2.043	3.761	11.887	N = 56
	between		0.891	6.218	8.996	n = 8
	within		1.862	4.241	11.984	T = 7
InNOC	overall	6.021	0.460	4.927	6.990	N = 56
	between		0.326	5.381	6.377	n = 8
	within		0.342	5.355	6.765	T = 7
InTempM	overall	2.743	0.059	2.610	2.867	N = 56
	between		0.056	2.648	2.805	n = 8
	within		0.026	2.692	2.806	T = 7
InPrecipT	overall	6.775	0.328	6.107	7.403	N = 56
	between		0.184	6.510	7.056	n = 8
	within		0.279	6.240	7.261	T = 7
InDensPop	overall	4.359	0.771	2.850	5.379	N = 56
	between		0.817	2.876	5.371	n = 8
	within		0.013	4.333	4.391	T = 7

Fonte: Elaboração Própria

De seguida, apresentar-se-ão os resultados das três principais equações referentes ao estudo de modelos de painel, nomeadamente, o *Pooled Ordinary Least Square* (POLS), o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios *Generalized Least Squares* (GLS).

De forma a verificar a melhor técnica de ajustamento foram realizados três testes, nomeadamente, o teste de F para comparar e decidir entre o modelo *pooled* e o de efeitos fixos, o teste de LM de Breusch-Pagan para escolher entre o modelo *pooled* e o de efeitos aleatórios e o teste de Hausman para comparar o modelo de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios. O teste de F surge a partir da regressão relativa ao modelo de efeitos fixos exposto no Anexo 7 e averiguando se esta é estatisticamente significativa, então deve-se rejeitar o modelo *pooled* e optar pelo modelo de efeitos fixos. No caso dos efeitos fixos, pode também ser utilizado e seguido o método Least Square Dummy Variable (LSDV) nos quais se incluem variáveis *dummies*, sendo que cada uma delas corresponde a uma *cross-section*, ou seja, uma NUT III (Anexo 8). Nesta situação e com recurso à utilização do comando *testparm i.ID* é possível constatar que o valor de F e respetiva $Prob > F$ permite concluir que é preferível a utilização do modelo de efeitos fixos tal como sugere o Anexo 9.

Depois de realizada a regressão relativa ao modelo de efeitos aleatórios (Anexo 10), dever-se-á aplicar o teste LM de Breusch-Pagan para se decidir qual o melhor modelo entre o *pooled* e o modelo de efeitos aleatórios. Dado que o resultado deste teste é estatisticamente significativo para um nível de significância de 5% uma vez que o p-value é de 0,0000 é então indicado recusar o modelo POLS e optar pelo modelo de efeitos aleatórios.

Posteriormente, e colocando a realização do teste de Hausman em prática, importa verificar se o p-value apresentado é superior ou inferior a 0,05, sendo que, neste caso, se verificou que era inferior, ou seja, a um nível de significância de 5%, é possível rejeitar o modelo de efeitos aleatórios tal como é possível reter a partir do Anexo 12. Desta forma, a melhor técnica de ajustamento e que, portanto, deverá ser analisada é a de efeitos fixos.

Encontrada a melhor técnica de ajustamento, importa realizar o teste de Wald Modificado para observar se existe heterocedasticidade em efeitos fixos. Posto isto, e uma vez que o p-value é superior a 0,05 constata-se que não há, de facto, heterocedasticidade, passível de confirmação no Anexo 13.

Desta forma, como se verifica a violação de um dos pressupostos que validam as regressões, é necessário recalcular os estimadores através de métodos robustos que sejam consistentes apesar da presença dessas mesmas violações (Pereira, 2016). Assim, para resolver os problemas relativos à presença de autocorrelação, podem ser seguidas algumas formas para realizar a correção do modelo.

Uma delas é reestimar o modelo através de estimadores de variância que se apresentem como sendo robustos à autocorrelação corrigindo o erro-padrão dos parâmetros sem influenciar os coeficientes estimados. Bastantes autores recorreram ao uso desta técnica ao depararem-se com os problemas de robustez dos seus modelos, como por exemplo, Brandão (2018), Machado & Junior (2021), Martins (2019).

Outros autores defendem o uso do modelo *Panel Corrected Standard Errors* (PCSE) ou do modelo *Feasible Generalized Least Squares* (FGLS) para corrigir esses mesmos problemas de robustez. No entanto, quando o número de *cross-section* é superior ao número de *time series*, que é o que se verifica na amostra desta dissertação, não deverá ser utilizado o modelo FGLS, pois é necessário que $n < T$ para garantir a sua viabilidade (Hoechle, 2007). Posto isto, e tal como havia sido feito por Brandão (2018) opta-se pela utilização do teste PCSE uma vez que nesta dissertação o número de NUT's é superior ao número de anos analisados. Outro dos motivos que leva a preterir o FGLS é o facto das estimativas de erro-padrão serem demasiado e inaceitavelmente otimistas (Beck et al., 1995).

De acordo com (“Xtpcse-Linear Regression with Panel-Corrected Standard Errors”), no caso do modelo PCSE, e uma vez que, no caso deste estudo, o problema verificado é o relativo à autocorrelação, foi necessário encontrar uma forma de controlar a existência da mesma. Surge assim o Anexo 16 com o respetivo output do STATA.

De seguida, será apresentada a Tabela 28 com as diversas regressões utilizadas.

Tabela 28 - Output Dados em Painel - Regressões (Modelo pooled, FE, RE, FE Robust, PCSE)

Variável Dependente:	OLS	FE	RE	FE, robust	PCSE
InVAB					(Autocorrelação)
Variáveis Independentes:					
InAA	0.0384687** (0.0174401)	0.0140924* (0.0083335)	0.0214473** (0.010924)	0.0140924 (0.0078549)	0.0157537 (0.0101095)
InNOC	-0.3246471*** (0.0880466)	-0.1904103*** (0.0486804)	-0.2604907*** (0.0627921)	-0.1904103** (0.0556871)	-0.2234028*** (0.0749472)
InTempM	-2.158252*** (0.5773937)	-2.146773*** (0.5559707)	-2.749194*** (0.6964209)	-2.146773*** (0.5485478)	-2.155118*** (0.4117614)
InPrecipT	-0.2816266** (0.1135553)	-0.3002033*** (0.0582641)	-0.3808211*** (0.0754734)	-0.3002033*** (0.0514934)	-0.2906238*** (0.0886658)
InDensPop	0.8944744*** (0.045033)	-4.744885*** (0.8520529)	0.7692136*** (0.1562151)	-4.744885*** (1.012759)	0.8520658*** (0.0256397)
Constante	26.77155*** (2.374062)	50.81489*** (3.703561)	29.3487*** (2.266715)	50.81489*** (3.774455)	26.53067*** (1.901025)
R²	0.9232				0.9996

Nota: ***, ** e * denotam significância para 1%, 5% e 10%, respetivamente. Por sua vez, os valores que se encontram dentro de parênteses dizem respeito aos desvios-padrão.

Fonte: (Elaboração Própria)

Como é possível observar, nos três primeiros modelos apresentados, todas as suas variáveis independentes se apresentam como sendo estatisticamente significativas para um nível de significância de 1%, à exceção da variável AA que surge como sendo estatisticamente significativa apenas para um nível de significância de 5%, no caso do modelo *pooled* e do modelo de efeitos aleatórios e de 10% no caso de efeitos fixos.

Para além disso, todas as variáveis apresentam sinais iguais para os três casos em causa, exceto a Densidade Populacional que parece afetar positivamente o VAB no modelo *pooled* e no de efeitos aleatórios, mas negativamente no modelo de efeitos fixos. Ademais, o último modelo referido evidencia um coeficiente associado a esta variável muito superior ao dos outros dois analisados.

Apesar disso, e uma vez que esses três modelos detinham a presença de autocorrelação, é nos outros dois exibidos na tabela anterior, nomeadamente, FE *robust* e PCSE, que devemos reter a nossa atenção e interpretação. Neste sentido, em ambos os casos, a variável *área ardida* deixa de ser estatisticamente significativa para a explicação da variação do VAB, pelo que deixa de ter força explicativa nos modelos. Também convém ressaltar com estranheza, face à literatura, o coeficiente positivo apresentado pela mesma. Outra das diferenças notadas prende-se com o facto da variável “número de ocorrências de incêndios rurais” perder a significância estatística a nível de 1% passando a ser apenas estatisticamente significativa para um nível de significância de 5% no modelo de efeitos fixos robustos.

Assim, relativamente à variável *número de ocorrências*, verifica-se que um aumento de 1% da mesma parece trazer consigo associado uma redução do VAB de 0,1904%, no caso do modelo de efeitos fixos robustos e de uma percentagem um pouco superior de 0,2234% no caso do modelo PCSE designado para controlar a autocorrelação. Isto acaba por estar em conformidade com a literatura existente, na medida que um maior número de ocorrências tende a levar a uma maior área ardida e, conseqüentemente, maiores perdas. Contudo, no trabalho de Peng (2020), ao contrário do que aconteceu nesta dissertação, o número de ocorrências de incêndios florestais não foi identificado como sendo estatisticamente significativo no PIB por condado.

No que diz respeito à *temperatura média anual*, um aumento de 1% leva a uma redução de 2,15% do valor do VAB no modelo de efeitos fixos robustos e de um valor extremamente semelhante no PCSE de 2,16%, o que pode dever-se ao facto de a uma maior temperatura parecerem estar associados um maior número de incêndios e uma maior área ardida que, por sua vez, parecem albergar consigo impactes económicos negativos bastante significativos. Neste sentido, também este resultado foi de encontro ao que era esperado na medida que, por

exemplo, Diffenbaugh & Burke (2019) verificaram que um aumento da temperatura pode levar a uma diminuição do PIB e do VAB (Rickels et al., 2020), especialmente no VAB relacionado à agricultura (Olper et al., 2021).

Por sua vez, no caso da *precipitação total anual* verifica-se que, em ambos os modelos, um aumento da pluviosidade parece levar a uma diminuição do VAB de 0,3002% e 0,2906% para o modelo de efeitos fixos robustos e o PCSE, respetivamente. Isto acaba por parecer contrariar o evidenciado na literatura, na medida que maiores índices de precipitação levam a menores áreas ardidas, menor número de ocorrências e menor duração de incêndios, ou seja, menores probabilidades de ignição e propagação pelo que os impactes dos incêndios florestais deveriam ser menores (Kumar Jakhar & Chhabra Gandhi, 2021). No entanto, os resultados que obtivemos não foram esses, mas vão de encontro ao estudo de Sangkhaphan & Shu (2019) uma vez que também estes autores detetaram um impacte negativo no crescimento económico oriundo da maior pluviosidade.

No que diz respeito à *densidade populacional*, e tal como foi mencionado, no caso do modelo de efeitos fixos robustos constata-se que o aumento de 1% dessa variável arrecada consigo uma diminuição de 4,75% do VAB, o que faz sentido de acordo com a literatura existente, na medida em que maior população é sinónimo de mais incêndios face ao facto da maioria das ignições terem origem antropogénica. Posto isto, desse maior número de incêndios rurais pode advir um maior efeito económico negativo dos mesmos que poderá impactar negativamente o VAB. Pelo contrário, no modelo *Panel Corrected Standard Errors* o efeito é inverso visto que a um incremento da densidade populacional está associado uma variação no mesmo sentido do VAB, ou seja, uma variação positiva de 1% da densidade populacional amplia em 0,8521% o VAB.

Modelo de efeitos fixos LSDV

Como havia sido dito também se apresentarão os resultados relativos ao modelo de efeitos fixos LSDV, uma vez que este permite captar de que maneira ser uma NUT diferente tem impacte no VAB, comparativamente com a NUT Oeste uma vez que esta última é representada por α_1 enquanto que os valores das NUT's Região de Aveiro, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Beira Baixa, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela são exibidos como $(\alpha_1 + \alpha_2)$, $(\alpha_1 + \alpha_3)$, $(\alpha_1 + \alpha_4)$, $(\alpha_1 + \alpha_5)$, $(\alpha_1 + \alpha_6)$, $(\alpha_1 + \alpha_7)$ e $(\alpha_1 + \alpha_8)$, respetivamente. Assim sendo, α_2 α_3 α_4 α_5 α_6 α_7 e α_8 acabam por demonstrar como as NUT's diferem da NUT omitida.

Posto isto, na Tabela 29, o primeiro número apresentado corresponde aos α_i enquanto o segundo corresponde ao contributo de cada uma das NUT's no VAB. Mais uma vez, lembra-

se que o último valor apresentado e que se encontra entre parênteses diz respeito aos desvios-padrão.

Tabela 29 - Output Dados em Painel – Regressões (Modelo LSDV)

Variável Dependente: InVAB	LSDV
Variáveis Independentes:	
InAA	0,0140924* (0.0083335)
InNOC	-0,1904103*** .0486804
InTempM	-2,146773*** (0.5559707)
InPrecipT	-0,3002033*** (0.0582641)
InDensPop	-4,744885*** (0.8520529)
α_1 - Oeste	54,68171*** 54.68171 (4.261937)
α_2 – Região de Aveiro	1,718284*** 56,399994 (0.2476095)
α_3 – Região de Coimbra	-2,080608*** 52,601102 (0.4002832)
α_4 – Região de Leiria	-1,532052*** 53,149658 (0.2703719)
α_5 – Viseu Dão Lafões	-3,907899*** 50,773811 (0.608992)
α_6 – Beira Baixa	-12,2158*** 42,46591 (1.875323)
α_7 – Médio Tejo	-4,428399*** 50,253311 (0.7102455)
α_8 – Beiras e Serra da Estrela	-8,488078*** 46,193632 (1.307992)
R²	0.9889

Fonte: (Elaboração Própria)

Todas os coeficientes das NUT's III correspondentes à Região Centro de Portugal se apresentaram como sendo estatisticamente significativos. Quer isto dizer que, todas essas regiões têm um efeito significativo na mediação dos efeitos das variáveis explicativas sobre o Valor Acrescentado Bruto.

A NUT Região de Aveiro seguida da NUT Oeste apresentam-se como sendo as que têm um maior contributo no VAB e, por isso, pode ser subentendido que nesses locais há menores impactes económicos que advêm dos incêndios rurais em consequência de uma menor área ardida e é, de facto, o que se verifica.

Por sua vez os menores contributos no VAB advêm da Beira Baixa e da Beiras e Serra da Estrela. Essa última NUT enunciada apresenta a segunda maior área ardida entre as NUT's exploradas, contudo, tal como foi referido anteriormente, tendencialmente, apresenta maiores áreas ardidas que a Região de Coimbra em todos os anos. No entanto, o ano de 2017, com cerca de 96% da área ardida no total dos sete anos, foi muito devastador a vários níveis para essa última região enunciada. Deste modo, com o decorrer do tempo, a NUT Beiras e Serra da Estrela é a mais impactada por estes desastres naturais o que prejudica sem dúvida alguma o VAB da mesma. Para além disso, trata-se de uma NUT que detém uma baixa densidade populacional, bem como um elevado índice de envelhecimento populacional, o que contribui para a influência que tem no VAB. No mesmo sentido, a Beira Baixa apesar de não apresentar uma extensa área queimada apresenta a menor densidade populacional entre as oito NUT's, bem como a população mais envelhecida.

Importa ainda referir que no modelo de efeitos fixos, com a utilização da variável $\ln I24h$, o coeficiente da Área Ardida passava a ser negativo, contudo, como havia sido referido, o coeficiente dessa variável apresentava-se como não estatisticamente significativo.

Esta página está em branco propositadamente

8. Conclusões

A presente dissertação tem como principal fim estudar de que forma os incêndios rurais influenciam a atividade económica por meio do Valor Acrescentado Bruto (VAB) no território central de Portugal Continental. Isto porque, como foi possível averiguar, Portugal é um dos países do mundo mais afetados por estes fenómenos e, dentro da sua área, a Região Centro evidencia-se como a zona mais afetada.

Assim, numa primeira fase procurou-se averiguar o conceito de incêndios rurais/florestais, começando por levar a cabo uma revisão sistemática da literatura com base na plataforma *Web of Science* e respetiva análise bibliométrica, de forma a tentar compreender os trabalhos existentes neste tema, os trabalhos mais importantes dentro da área de estudo e a evolução dos trabalhos com o decorrer do tempo. Posteriormente, de forma a completar essa revisão, analisaram-se outros documentos cujo tema central são os incêndios rurais/florestais presentes em outras plataformas, como por exemplo, *Scopus*, entre outras. Isto, para ajudar a compreender melhor os desastres naturais em questão. Desta maneira, foram abordados tópicos como os impactes económicos que destes advêm.

Posteriormente, explorou-se também o conceito de incêndios florestais e rurais em Portugal verificando os impactes económicos sentidos no país, o número de ocorrências e área ardida, as principais causas de ignição e os resultados dos trabalhos associados a estes temas.

De seguida foi realizada uma caracterização de Portugal Continental e do Centro do país, relativamente a fatores que influenciam a ocorrência e propagação dos incêndios. É o caso de fatores geográficos e demográficos, climáticos, vegetativos, orográficos e de ocupação dos solos.

Foi também elaborada uma breve descrição relativa à análise de dados em painel que envolveu a enumeração de algumas vantagens e desvantagens da mesma.

Posto isto, o estudo empírico incidiu sobre as oito NUT's que compõem o Centro de Portugal, nomeadamente, Oeste, Região de Aveiro, Região de Coimbra, Região de Leiria, Viseu Dão Lafões, Beira Baixa, Médio Tejo e Beiras e Serra da Estrela, no período temporal que envolve os anos de 2014 a 2020. Para a análise utilizou-se a técnica econométrica de dados em painel e, mais concretamente, os modelos *Robust FE* e o PCSE.

Para além disso, fez-se também uso do modelo de efeitos fixos LSDV por não necessitar de ajustes nos erros-padrão, mas, sobretudo, por dar a possibilidade de se exercerem comparações entre a influência que cada uma das oito NUT's tem no VAB.

Atendendo aos resultados a que se chegaram, para os modelos *Robust FE* e PCSE verifica-se, então, que todas as variáveis utilizadas se apresentaram estatisticamente significativas à exceção da área ardida o que acaba por ser uma limitação do trabalho. Isto porque a área ardida a par do número de ocorrências, dizem respeito às variáveis do modelo que mais diretamente parecem estar ligadas aos incêndios florestais. Posto isto, o número de ocorrências de incêndios rurais evidenciou um coeficiente negativo, o que indica que um maior número de incêndios rurais parece arrecadar consigo um impacto negativo no VAB e, mais concretamente, que um aumento de 1% do número de incêndios parece levar a uma diminuição do VAB de 0,1904% e 0,2234% consoante o modelo optado seja o modelo de efeitos fixos robustos ou o modelo PCSE.

Relativamente às restantes variáveis, a precipitação total anual e a temperatura média anual afetaram também negativamente o VAB em ambos os modelos utilizados enquanto que a densidade populacional influenciou o VAB positivamente quando utilizado o modelo de efeitos fixos robustos, mas negativamente usando o modelo PCSE.

No que diz respeito ao modelo de efeitos fixos LSDV constatou-se que o Oeste e Região de Aveiro que foram os locais menos afetados por incêndios rurais no período analisado, foram também as NUT's III do Centro que maior contributo tiveram no VAB. Por outro lado, foram as NUT's Beira Baixa e a Beiras e Serra da Estrela que apresentaram um menor contributo na variável dependente sendo que a última delas se apresenta como sendo a NUT mais comumente afetada por estes desastres naturais.

Por tudo isto, é possível declarar que, apesar da área ardida não se ter apresentado como estatisticamente significativa, a ocorrência de incêndios rurais no Centro de Portugal afeta negativamente o VAB, o que pode realmente indicar que os incêndios rurais influenciam de forma negativa a atividade económica nessa região.

Neste sentido, este estudo procura, por um lado, contribuir para uma melhor compreensão dos impactos económicos dos incêndios rurais e, por outro, incentivar a investigação relativa a este tema realçando a importância de se continuarem a tomar medidas e definir políticas de prevenção e mitigação capazes de fazer frente a este grande problema que se faz sentir em Portugal, não só pelos impactos negativos que trazem ao nível da atividade económica e produtiva, mas por todos os outros efeitos negativos também a si associados, nomeadamente, ambientais, sociais e culturais.

Por fim, resta apresentar algumas limitações desta dissertação bem como propostas para investigações futuras que auxiliem no desenvolvimento deste tema. Como limitações podemos apontar a necessidade de excluir a variável relativa à duração dos incêndios uma vez

que esta tornava a variável área ardida não significativa também para todos os modelos de dados em painel utilizados nesta dissertação, bem como levava à apresentação de um outro problema de robustez: a existência de heterocedasticidade. Uma outra barreira que pode ser mencionada é o facto de não se terem incluído variáveis económicas relacionadas com o VAB, contudo, a inclusão das mesmas, nomeadamente, exportações, volume de negócios, despesas de câmaras municipais e Formação Bruta de Capital Fixo Agrícola não eliminavam o problema de autocorrelação e ainda prejudicavam a validade das outras variáveis. Para além disso, a opção por utilizar NUT's III condicionou bastante a escolha das variáveis uma vez que muitos dados que poderiam ser pertinentes não se encontram disponíveis a este nível.

Assim, pode ser interessante e importante, no futuro, fazer-se um estudo semelhante para Portugal Continental, dividindo-se o país apenas em NUT's II ou até mesmo utilizarem-se um conjunto de países de forma a que se possam fazer comparações entre eles, no que diz respeito ao impacto dos incêndios rurais no VAB. Ademais, devem ser incluídas outras variáveis, como algumas já mencionadas, bem como fazer-se uma análise com um período temporal bastante superior uma vez que esta dissertação ficou limitada face à escassez de dados sentida.

Uma outra ideia para investigação futura é fazer-se uma avaliação semelhante, mas relativa aos impactos económicos dos incêndios rurais no setor agrícola português, uma vez que muitos autores consideram que esse setor é o mais dizimado por estes desastres naturais.

Referências

- Abatzoglou, J. T., Balch, J. K., Bradley, B. A., Kolden, C. A., Abatzoglou, J. T., Balch, J. K., Bradley, B. A., & Kolden, C. A. (2018). Human-related ignitions concurrent with high winds promote large wildfires across the USA. *International Journal of Wildland Fire*, 27(6), 377–386. <https://doi.org/10.1071/WF17149>
- Aguiar, C., Rodrigues, O., Azevedo, J., & Domingos, T. (2009). MONTANHA. In H. M. Pereira, T. Domingos, L. Vicente, & V. Proença (Eds.), *Ecossistemas e bem-estar humano: avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment* (pp. 295–339).
- Alcasena-Urdíroz, F. J., Vega-García, C., Ager, A. A., Salis, M., Nauslar, N. J., Mendizabal, F. J., & Castell, R. (2019). METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES Y PRIORIZACIÓN DE TRATAMIENTOS MULTIFUNCIONALES EN PAISAJES MEDITERRÁNEOS. Nº, 45(2), 571–600. <https://doi.org/10.18172/cig.3716>
- Alcasena, F. J., Ager, A. A., Bailey, J. D., Pineda, N., & Vega-García, C. (2019). Towards a comprehensive wildfire management strategy for Mediterranean areas: Framework development and implementation in Catalonia, Spain. *Journal of Environmental Management*, 231, 303–320. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2018.10.027>
- Aldersley, A., Murray, S. J., & Cornell, S. E. (2011). Global and regional analysis of climate and human drivers of wildfire. *Science of The Total Environment*, 409(18), 3472–3481. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2011.05.032>
- Aleksić, P., Krstić, M., & Jančić, G. (2009). *Forest fires-ecological and economic problem in Serbia* (Vol. 33, Issue 2).
- Almeida, B. (2018). *Impacto Económico do Grande Incêndio Florestal de junho de 2017: Uma perspetiva empresarial*. [https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/84674/1/Relatório de Estágio_Bernardo Almeida_versao_final.pdf](https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/84674/1/Relatório%20de%20Estágio_Bernardo%20Almeida_versao_final.pdf)
- Almeida, A. C. de. (2004). A floresta na Região Centro e o risco de incêndio: uma reflexão. *Cadernos de Geografia*, 23, 29–39. https://doi.org/10.14195/0871-1623_23_3
- Almeida, A. C. de, Nunes, A., & Figueiredo, A. (2016). *Mudanças no uso do solo no interior Centro e Norte de Portugal*. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0366-7>
- Alves, A. L., de Carvalho, N. S., da Silveira, S. C.-B., Marques, J. P., Costa, Z., & Horta, A. L. (2003). O ABANDONO DA ACTIVIDADE AGRÍCOLA AGRÍCOLA. *Ministério Da Agricultura Do Desenvolvimento Rural e Das Pescas*.
- Amaral, L. G. (2018). A Agricultura Biológica como ferramenta de Redução dos Incêndios Florestais: Parte IV. *Voz Do Campo*. <https://vozdocampo.pt/2020/07/09/zona-mediterranica/>
- An, H., Gan, J., & Cho, S. J. (2015). Assessing Climate Change Impacts on Wildfire Risk in the United States. *Forests* 2015, Vol. 6, Pages 3197-3211, 6(9), 3197–3211. <https://doi.org/10.3390/F6093197>
- ANÁLISE DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS, ICNF (n.d.).
- Appiah, M., Damnyag, L., Blay, D., & Pappinen, A. (2010). Forest and agroecosystem fire management in Ghana. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 15(6), 551–570. <https://doi.org/10.1007/S11027-010-9236-Z>
- Arbez, M., Birot, Y., & Carnus, J.-M. (2001). *Risk Management and Sustainable Forestry*.
- Badia, A., Serra, P., & Modugno, S. (2011). Identifying dynamics of fire ignition probabilities in two representative Mediterranean wildland-urban interface areas. *Applied Geography*, 31(3), 930–940. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2011.01.016>

- Bajocco, S., De Angelis, A., Perini, L., Ferrara, A., & Salvati, L. (2012). The Impact of Land Use/Land Cover Changes on Land Degradation Dynamics: A Mediterranean Case Study. *Environmental Management*, 49, 980–989. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-9831-8>
- Baltagi, B. H. (2014). Panel Data and Difference-in-Differences Estimation. *Encyclopedia of Health Economics*, 425–433. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375678-7.00720-3>
- Baylis, P., & Boomhower, J. (2019). Moral Hazard, Wildfires, and the Economic Incidence of Natural Disasters. *SSRN*. <https://doi.org/10.3386/W26550>
- Beck, N., Katz, J., Beck, N., & Katz, J. (1995). What To Do (and Not to Do) with Time-Series Cross-Section Data. *American Political Science Review*, 89(3), 634–647. https://econpapers.repec.org/RePEc:cup:apsrev:v:89:y:1995:i:03:p:634-647_00
- Beighley, M., & Hyde, A. C. (2018). *Gestão dos Incêndios Florestais em Portugal numa Nova Era Avaliação dos Riscos de Incêndio, Recursos e Reformas*.
- Benali, A., Sá, A. C. L., Pinho, J., Fernandes, P. M., & Pereira, J. M. C. (2021). Understanding the Impact of Different Landscape-Level Fuel Management Strategies on Wildfire Hazard in Central Portugal. *Forests* 2021, Vol. 12, Page 522, 12(5), 522. <https://doi.org/10.3390/F12050522>
- Bento-Gonçalves, A., & Vieira, A. (2020). Wildfires in the wildland-urban interface: Key concepts and evaluation methodologies. *Science of The Total Environment*, 707, 135592. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.135592>
- Bento-Gonçalves, António, & Vieira, A. (2021). A investigação geográfica dos incêndios florestais em Portugal – Luciano Lourenço o grande impulsionador -. In P. e S. RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos (Ed.), *Geografia, Riscos e Proteção civil: Homenagem ao Professor Doutor Luciano Lourenço* (Vol. 2, pp. 21–30). https://doi.org/10.34037/978-989-9053-06-9_1.2
- Bergonse, R., Oliveira, S., Zêzere, J. L., Lima e Santos, J. M., Moreira, F., Ribeiro, P. F., & Leal, M. (2022). Fatores biofísicos da variabilidade espaço-temporal dos incêndios rurais na região centro de Portugal. *O Compromisso Da Geografia Para Territórios Em Mudança. Livro de Atas Do XIII Congresso Da Geografia Portuguesa*, 258–264. <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/53584>
- Bernardino, S., Gonçalves, J., & Lourenço, L. (2013). INCÊNDIOS FLORESTAIS E RISCO DE IGNIÇÃO NOS DISTRITOS DE COIMBRA E CASTELO BRANCO, ENTRE 1981 E 2010. *Grandes Incêndios Florestais, Erosão, Degradação e Medidas de Recuperação Dos Solos*, 45–61. https://www.researchgate.net/publication/298300201_INCENDIOS_FLORESTAIS_E_RISCO_DE_IGNICAO_NOS_DISTRITOS_DE_COIMBRA_E_CASTELO_BRANCO_ENTRE_1981_E_2010
- Borges, C. H. A., Souto, P. C., Neto, J. H. do N., Souto, J. S., Araujo, E. C. G., & Silva, T. C. (2021). Combustibility of fuel material for forest species. *Scientific Electronic Archives*, 14(7), 14–17. <https://doi.org/10.36560/14720211357>
- Botelho Hermínio, Fernandes, P., Gonçalves, H., Loureiro, C., Fernandes, M., Costa, T., & Cruz, M. (2009). Modelos de Combustível Florestal para Portugal. *6º Congresso Florestal Nacional*. <https://www.researchgate.net/publication/261708410>
- Bowman, D. M. J. S., Moreira-Muñoz, A., Kolden, C. A., Chávez, R. O., Muñoz, A. A., Salinas, F., González-Reyes, Á., Rocco, R., de la Barrera, F., Williamson, G. J., Borchers, N., Cifuentes, L. A., Abatzoglou, J. T., & Johnston, F. H. (2019). Human–environmental drivers and impacts of the globally extreme 2017 Chilean fires. *Ambio*, 48(4), 350–362. <https://doi.org/10.1007/S13280-018-1084-1/FIGURES/8>
- Boxall, P., & Englin, J. (2008). Fire and Recreation Values in Fire-Prone Forests: Exploring an Intertemporal Amenity Function Using Pooled RP-SP Data. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 33(1), 19–33. <https://www.jstor.org/stable/41220611>

- Brandão, F. (2018). *A AVERSÃO À PERDA NAS EMPRESAS CUJA LOCALIZAÇÃO É AFETADA POR INCÊNDIOS*. Universidade de Aveiro.
- Brunson, M. W., & Tanaka, J. (2011). Economic and social impacts of wildfires and invasive plants in American deserts: Lessons from the Great Basin. *Rangeland Ecology and Management*, 64(5), 463–470. <https://doi.org/10.2111/REM-D-10-00032.1>
- Butler, B., Anderson, W., & Catchpole, E. A. (2007). Influence of slope on fire spread rate. *Rocky Mountain Research Station*.
- Calheiros, T., Pereira, M. G., & Nunes, J. P. (2021). Assessing impacts of future climate change on extreme fire weather and pyro-regions in Iberian Peninsula. *Science of the Total Environment*, 754. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.142233>
- Campanharo, W. A., Lopes, A. P., Anderson, L. O., da Silva, T. F. M. R., & Aragão, L. E. O. C. (2019). Translating Fire Impacts in Southwestern Amazonia into Economic Costs. *Remote Sensing 2019*, Vol. 11, Page 764, 11(7), 764. <https://doi.org/10.3390/RS11070764>
- Cansler, C. A., Kane, V. R., Hessburg, P. F., Kane, J. T., Jeronimo, S. M. A., Lutz, J. A., Povak, N. A., Churchill, D. J., & Larson, A. J. (2022). Previous wildfires and management treatments moderate subsequent fire severity. *Forest Ecology and Management*, 504, 119764. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2021.119764>
- Carlos Costa, J., Aguiar, C., Capelo, J. H., Lousã, M., & Neto, C. (1998). Biogeografia de Portugal Continental. In *Quercetea* (pp. 5–56).
- Carmenta, R., Parry, L., Blackburn, A., Vermeylen, S., & Barlow, J. (2011). Understanding Human-Fire interactions in tropical forest regions: A case for interdisciplinary research across the Natural and Social Sciences. *Ecology and Society*, 16(1). <https://doi.org/10.5751/ES-03950-160153>
- Carvalho, A., & Góes, G. S. (2018). *Introdução ao Software R e à Análise Económica*.
- Carvalho, J. B. de, & Lopes, J. P. (2001). Classificação de Incêndios Florestais - Manual do Utilizador. *Direcção-Geral Das Florestas*.
- Casau, M., Ferreira Dias, M., Teixeira, L., Matias, J. C. O., & Nunes, L. J. R. (2022). Reducing Rural Fire Risk through the Development of a Sustainable Supply Chain Model for Residual Agroforestry Biomass Supported in a Web Platform: A Case Study in Portugal Central Region with the Project BioAgroFloRes. *Fire 2022*, Vol. 5, Page 61, 5(3), 61. <https://doi.org/10.3390/FIRE5030061>
- Castro, C. F., Serra, G., Parola, J., Reis, J., Lourenço, L., & Correia, S. (2003). Combate a incêndios florestais . *Escola Nacional de Bombeiros, XIII*. <https://www.researchgate.net/publication/267950284>
- Castro, M., & Fernández-Núñez, E. (2016). Sistemas silvopastoris em Portugal: componentes, funções e funcionamento. *Management of Agroforestry Systems: Ecological, Social and Economic Approaches*, 17–30.
- Castro Rego, F. (2001). *Florestas públicas*. <http://bibliografia.bnportugal.gov.pt/bnp/bnp.exe/registo?1086781>
- Catry, F., Silva, J. S., & Fernandes, P. (2010). Efeitos do fogo na vegetação. *Ecologia Do Fogo e Gestão de Áreas Ardidas*, 49–86.
- Catry, F. X., Rego, F. C., Bação, F. L., & Moreira, F. (2009). Modeling and mapping wildfire ignition risk in Portugal. *International Journal Of Wildland Fire*, 18(8), 921–931. <https://doi.org/10.1071/WF07123>
- Chiasson, R., & Cane, A. (2020). *Economic Impact of Forest Fires in Alberta*. [https://raw.githubusercontent.com/RC416/Alberta_fires/main/Economic Impact of Forest Fires in Alberta - ECO2843 - Raymond Chiasson Alison Cane.pdf](https://raw.githubusercontent.com/RC416/Alberta_fires/main/Economic%20Impact%20of%20Forest%20Fires%20in%20Alberta%20-%20Raymond%20Chiasson%20Alison%20Cane.pdf)

- Cochrane, M. (2009). *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use and Ecosystem Dynamics*.
[https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=6J6fWSULMVEC&oi=fnd&pg=PR17&dq=Cochrane,+M.+A.+\(2009\).+Tropical+Fire+Ecology:+Climate+Change,+Land+Use,+and+Ecosystem+Dynamics.+Heidelberg:+Springer/Praxis+Publishing,+645&ots=uj4RZQEPZX&sig=BwO9LbvHy63DPHF6NT](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=6J6fWSULMVEC&oi=fnd&pg=PR17&dq=Cochrane,+M.+A.+(2009).+Tropical+Fire+Ecology:+Climate+Change,+Land+Use,+and+Ecosystem+Dynamics.+Heidelberg:+Springer/Praxis+Publishing,+645&ots=uj4RZQEPZX&sig=BwO9LbvHy63DPHF6NT)
- Coelho, R. (2003). *Arborisae as vossas terras: Um estudo sobre o valor das florestas portuguesas*.
[https://www.fep.up.pt/disciplinas/LEC514/trabalhos/arborisae as vossas terras.pdf](https://www.fep.up.pt/disciplinas/LEC514/trabalhos/arborisae%20as%20vossas%20terras.pdf)
- Correia, C. S. dos S. L. (2021). *Incêndios de outubro de 2017 na Região Centro de Portugal - Definição de regras e atitudes preventivas | Estudo Geral*. <https://eg.uc.pt/handle/10316/98172>
- Correia, M. (2017). *Impacte dos incêndios rurais sobre a regulação da qualidade da água e serviços ecossistémicos associados: avaliação biofísica e socioeconómica*.
- Costa, R., Fraga, H., Fernandes, P. M., & Santos, J. A. (2018). Climate-driven variability in vegetation greenness over Portugal. *Climate Research*, 76(2), 95–113. <https://doi.org/10.3354/CR01521>
- Couceiro, M. S., Portugal, D., Ferreira, J. F., & Rocha, R. P. (2019). SEMFIRE: Towards a new generation of forestry maintenance multi-robot systems. *Proceedings of the 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, SII 2019*, 270–276. <https://doi.org/10.1109/SII.2019.8700403>
- Couto, F. T., Salgado, R., & Guiomar, N. (2021). Forest Fires in Madeira Island and the Fire Weather Created by Orographic Effects. *Atmosphere 2021, Vol. 12, Page 827, 12(7)*, 827.
<https://doi.org/10.3390/ATMOS12070827>
- Cunha, P. P., Pereira, D. I., & Pereira, P. (2018). Evolução do relevo de Portugal continental durante o Cenozóico e processos geodinâmicos associados. *XII Sinageo, II*.
- Damania, R., Desbureaux, S., & Zaveri, E. (2020). Does rainfall matter for economic growth? Evidence from global sub-national data (1990–2014). *Journal of Environmental Economics and Management*, 102.
<https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2020.102335>
- Daniel, A., Braga, A., Fernandes, G., & Natário, M. M. (2014). POPULAÇÃO DA REGIÃO CENTRO DE PORTUGAL: QUE FUTURO PARA 2030? *Artigos Em Acta de Conferência Internacional (ESTG)*.
- Dartanto, T. (2022). Natural disasters, mitigation and household welfare in Indonesia: Evidence from a large-scale longitudinal survey. [Http://www.Editorialmanager.Com/Cogentecon](http://www.editorialmanager.com/Cogentecon), 10(1).
<https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2037250>
- Davis, E. J., Moseley, C., Nielsen-Pincus, M., & Jakes, P. J. (2014). The Community Economic Impacts of Large Wildfires: A Case Study from Trinity County, California. *Society and Natural Resources*, 27(9), 983–993.
<https://doi.org/10.1080/08941920.2014.905812>
- de Diego, J., Rúa, A., & Fernández, M. (2021a). Vulnerability Variables and Their Effect on Wildfires in Galicia (Spain). A Panel Data Analysis. *Land 2021, Vol. 10, Page 1004, 10(10)*, 1004. <https://doi.org/10.3390/LAND10101004>
- de Diego, J., Rúa, A., & Fernández, M. (2021b). Vulnerability Variables and Their Effect on Wildfires in Galicia (Spain). A Panel Data Analysis. *Land 2021, Vol. 10, Page 1004, 10(10)*, 1004. <https://doi.org/10.3390/LAND10101004>
- de Sousa Xavier, A. M., Costa Freitas, M. de B., & de Sousa Fragoso, R. M. (2015). Management of Mediterranean forests — A compromise programming approach considering different stakeholders and different objectives. *Forest Policy and Economics*, 57, 38–46. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2015.03.012>
- Deives, J. D. P., Rodrigues, J. P. C., & Santos, C. C. dos. (2021). AVALIAÇÃO DE RISCO DE INCÊNDIO EM ZONAS INDUSTRIAIS NA INTERFACE FLORESTAL. *Jornadas de Segurança Aos Incêndios Urbanos*.

- Delattre, L., Debolini, M., Paoli, J. C., Napoleone, C., Moulery, M., Leonelli, L., & Santucci, P. (2020). Understanding the Relationships between Extensive Livestock Systems, Land-Cover Changes, and CAP Support in Less-Favored Mediterranean Areas. *Land* 2020, Vol. 9, Page 518, 9(12), 518. <https://doi.org/10.3390/LAND9120518>
- Delicado, N. T. (2017). O GRANDE INCÊNDIO FLORESTAL DE PEDROGÃO GRANDE. IV CURSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA EM EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL UNIDADE CURRICULAR DE GESTÃO DA EMERGÊNCIA .
- Diaz, J. M. (2012). *Economic Impacts of Wildfire*. www.floridaforestservice.com/publications/
- Diffenbaugh, N. S., & Burke, M. (2019). Global warming has increased global economic inequality. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(20), 9808–9813. https://doi.org/10.1073/PNAS.1816020116/SUPPL_FILE/PNAS.1816020116.SAPP.PDF
- Dimuccio, L. A., Ferreira, R., Cunha, L., & Almeida, A. C. de. (2008). Susceptibilidade aos incêndios florestais na Região Centro de Portugal: utilização de ferramentas SIG e de um Modelo de Redes Neurais para ponderar os factores condicionantes. *Cadernos de Geografia*, 26–27, 179–188. https://doi.org/10.14195/0871-1623_27_13
- Dinis, G., & Carvalho, A. (2011). As alterações climáticas e os incêndios florestais: Potenciais impactes na procura turística do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. In *Revista Turismo & Desenvolvimento* (Vol. 16, Issue 16). <https://doi.org/10.34624/RTD.V016.13371>
- Dittrich, R., & Mccallum, S. (2020). How to measure the economic health cost of wildfires - A systematic review of the literature for northern America. *International Journal of Wildland Fire*, 29, 961–973. <https://doi.org/10.1071/WF19091>
- Drapalyuk, M., Stupnikov, D., Druchinin, D., & Pozdnyakov, E. (2019). Forest fires: methods and means for their suppression. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 226(1), 012061. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/226/1/012061>
- Duan, H., Yuan, D., Cai, Z., & Wang, S. (2022). Valuing the impact of climate change on China's economic growth. *Economic Analysis and Policy*, 74, 155–174. <https://doi.org/10.1016/J.EAP.2022.01.019>
- Duarte, F., Jones, N., & Fleskens, L. (2008). Traditional olive orchards on sloping land: Sustainability or abandonment? *Journal of Environmental Management*, 89(2), 86–98. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2007.05.024>
- Duarte, J. (2005). OS FOGOS FLORESTAIS EM PORTUGAL: O PLANEAMENTO DO ESPAÇO NA INTERFACE URBANO-FLORESTAL E A SEGURANÇA DAS POPULAÇÕES. *Actas Do X Colóquio Ibérico de Geografia, Universidade de Évora*.
- Dupuy, J., Fargeon, H., Martin-StPaul, N., Pimont, F., Ruffault, J., Guijarro, M., Hernando, C., Madrigal, J., Fernandes, P., & Dupuy Jean-lucDupuy, J. (2020). Climate change impact on future wildfire danger and activity in southern Europe: a review. *Annals of Forest Science*. <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00933-5>/Published
- Edwards, R. B., Naylor, R. L., Higgins, M. M., & Falcon, W. P. (2020). Causes of Indonesia's forest fires. *World Development*, 127. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2019.104717>
- Emiliano, J., Carlos, P. J., Alberto, S., & Susana, F. (2017). Techno-economic Assessment of Biomass Gasification of *Spartina argentinensis*. *Agrociencia Uruguay*, 21(1510 0839), 78–88.
- Entradas Silva, H., A Coelho, G. B., Rocha, B., & A Henriques, F. M. (2018). Impacte dos visitantes na conservação do património cultural em Portugal. *LIVRO DE ATAS - Património Cultural*, 1432–1441. <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/pt/patrimonio/patrimonio-imovel/pesquisa-do-patrimonio/classificado-ou-em-vias-de->

- Fabião, A., & Oliveira, Â. (2006). *A FLORESTA EM PORTUGAL*.
- Fagarazzi, C., Fratini, R., Montanino, M., Viccaro, M., Cozzi, M., Romano, S., & Riccioli, F. (2021). The economic value of fire damages in Tuscan agroforestry areas. *IForest*, *14*(1), 41–47. <https://doi.org/10.3832/IFOR3607-013>
- Fann, N., Alman, B., Broome, R. A., Morgan, G. G., Johnston, F. H., Pouliot, G., & Rappold, A. G. (2018). The health impacts and economic value of wildland fire episodes in the U.S.: 2008–2012. *Science of The Total Environment*, *610–611*, 802–809. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.08.024>
- Faria, F. A. de O. (2014). *Potencial da Cerca de S. Martinho de Tibães para a valorização do património natural do Minho*. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/34792>
- Félix, F., & Lourenço, L. (2019). As vagas de incêndios florestais de 2017 em Portugal continental, premissas de uma quarta 'geração'? *Territorium*, *26*(II), 35–48. https://doi.org/10.14195/1647-7723_26-2_3
- Fernandes, P. (2007). Entender porque arde tanto a floresta em Portugal. *Árvores e Florestas de Portugal*, *8*, 69–91.
- Fernandes, P., & Guiomar, N. (2017). *Os incêndios como causa de desarborização em Portugal*. <http://land.copernicus.eu/pan->
- Fernandes, P. M. (2019). Variation in the Canadian Fire Weather Index Thresholds for Increasingly Larger Fires in Portugal. *Forests 2019, Vol. 10, Page 838*, *10*(10), 838. <https://doi.org/10.3390/F10100838>
- Fernandes, P. M., & Cruz, M. G. (2012). Plant flammability experiments offer limited insight into vegetation–fire dynamics interactions. *New Phytologist*, *194*(3), 606–609. <https://doi.org/10.1111/J.1469-8137.2012.04065.X>
- Fernandes, P. M., Guiomar, N., & Rossa, C. G. (2019). Analysing eucalypt expansion in Portugal as a fire-regime modifier. *Science of The Total Environment*, *666*, 79–88. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.02.237>
- Fernandes, S., & Lourenço, L. (2019). Grandes incêndios florestais de março, junho e outubro (fora do período crítico) em Portugal continental. *Territorium*, *26*(II), 15–34. https://doi.org/10.14195/1647-7723_26-2_2
- Ferreira-Leite, F., Bento-Gonçalves, A., & Lourenço, L. (2012). *Grandes incêndios florestais em Portugal Continental. Da história recente à atualidade*. 81–86.
- Fiehn, M. (2019). *The Effect of Wildfires on Labor Markets: A California Case Study*.
- Filkov, A. I., Ngo, T., Matthews, S., Telfer, S., & Penman, T. D. (2020). Impact of Australia's catastrophic 2019/20 bushfire season on communities and environment. Retrospective analysis and current trends. *Journal of Safety Science and Resilience*, *1*(1), 44–56. <https://doi.org/10.1016/J.JNLSSR.2020.06.009>
- Gambiza, J., Bond, W., Frost, P. G. H., & Higgins, S. (2000). A simulation model of miombo woodland dynamics under different management regimes. *Ecological Economics*, *33*(3), 353–368. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00145-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00145-2)
- Garcia, S. (2018). *As Consequências Geohumanas dos incêndios de outubro de 2017 na Região Centro de Portugal: análise introdutória*. <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/82436>
- Ge, X., Zhou, Z., Zhou, Y., Ye, X., & Liu, S. (2018). A Spatial Panel Data Analysis of Economic Growth, Urbanization, and NOx Emissions in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2018, Vol. 15, Page 725*, *15*(4), 725. <https://doi.org/10.3390/IJERPH15040725>
- Godinho-Ferreira, P., Azevedo, A., Vaz, P., & Rego, F. (2006). Composition, configuration and vertical structure of Portuguese forests: Implications in wildfire probability. *Forest Ecology and Management*. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2006.08.252>

- Gomes, A. M. (2002). POPULAÇÃO E HABITAÇÃO NA REGIÃO CENTRO: uma caracterização com base nos resultados provisórios dos Censos 2001. *Revista de Estudos Regionais - Região Centro*, 5–39. https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_estudo_det&menuBOUI=13707294&contexto=es&ESTUDOSest_boui=106515&ESTUDOSmodo=2&selTab=tab1
- Gómez-González, S., Ojeda, F., & Fernandes, P. M. (2018). Portugal and Chile: Longing for sustainable forestry while rising from the ashes. *Environmental Science & Policy*, 81, 104–107. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.11.006>
- Gonçalves, A. B., Vieira, A., Leite, F. F., & Lourenço, L. (2012). Mudanças climáticas e risco de incêndio florestal no Ave (Noroeste de Portugal). *Revista GeoNorte, Edição Especial, V.1, N.4*, 830–842. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/20488>
- González, J. R., & Pukkala, T. (2007). Characterization of forest fires in Catalonia (north-east Spain). *European Journal of Forest Research*, 126(3), 421–429. <https://doi.org/10.1007/S10342-006-0164-0>
- Gordo, O., & Sanz, J. J. (2010). Impact of climate change on plant phenology in Mediterranean ecosystems. *Global Change Biology*, 16(3), 1082–1106. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02084.x>
- Goss, M., Swain, D. L., Abatzoglou, J. T., Sarhadi, A., Kolden, C. A., Williams, A. P., & Diffenbaugh, N. S. (2020). Climate change is increasing the likelihood of extreme autumn wildfire conditions across California. *Environmental Research Letters*, 15(9), 094016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AB83A7>
- Grundy, I., Turpie, J., Jagger, P., Witkowski, E., Guambe, I., Semwayo, D., & Solomon, A. (2000). Implications of co-management for benefits from natural resources for rural households in north-western Zimbabwe. *Ecological Economics*, 33(3), 369–381. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00146-4](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00146-4)
- Hall, D. O. (1997). Biomass energy in industrialised countries—a view of the future. *Forest Ecology and Management*, 91(1), 17–45. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03883-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03883-2)
- Hallema, D. W., Robinne, F.-N., & Bladon, K. D. (2018). Reframing the Challenge of Global Wildfire Threats to Water Supplies. *Earth's Future*, 772–776. <https://doi.org/10.1029/2018EF000867>
- Halofsky, J. E., Peterson, D. L., & Harvey, B. J. (2020). Changing wildfire, changing forests: the effects of climate change on fire regimes and vegetation in the Pacific Northwest, USA. *Fire Ecology*, 16(1), 1–26. <https://doi.org/10.1186/S42408-019-0062-8/FIGURES/4>
- Henseler, M., & Schumacher, I. (2019). The impact of weather on economic growth and its production factors. *Climatic Change*, 154, 417–433. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02441-6>
- Hernández, L. (2020). UM PLANETA EM CHAMAS - PROPOSTA IBÉRICA DA WWF PARA A PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS RURAIS. *ANP/WWF*. www.natureza-portugal.org
- Heyerdahl, E. K., Brubaker, L. B., & Agee, J. K. (2001). SPATIAL CONTROLS OF HISTORICAL FIRE REGIMES: A MULTISCALE EXAMPLE FROM THE INTERIOR WEST, USA. *Ecology*, 82(3), 660–678.
- Hjerpe, E., Mottek Lucas, A., & Eichman, H. (2021). Modeling Regional Economic Contributions of Forest Restoration: A Case Study of the Four Forest Restoration Initiative. *Journal of Forestry*, 119(5), 439–453. <https://doi.org/10.1093/JOFOR/FVAB019>
- Hoehle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. *The Stata Journal*, 7(3), 281–312.
- Hsiao, C. (2022). *Analysis of Panel Data* (Econometric Society Monographs (Ed.); 4º). <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=DHtrEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR13&dq=panel+data+advantages+and+challenges&ots=QSi4uT1yp0>

&sig=2n20k9qKzpvNARrUPCNQqjzESP8#v=onepage&q=panel data advantages and challenges&f=false

INE - Plataforma de divulgação dos Censos 2021 – Resultados Preliminares. (n.d.). Retrieved September 30, 2021, from https://www.ine.pt/scripts/db_censos_2021.html

Jaharudin Padli, by, & Shah Habibullah, M. (2008). Natural disaster death and socio-economic factors in selected Asian countries: A panel data analysis. *Munich Personal RePEc Archive* .

Jones, B. A. (2017). Are we underestimating the economic costs of wildfire smoke? An investigation using the life satisfaction approach. *Journal of Forest Economics*, 27, 80–90. <https://doi.org/10.1016/J.JFE.2017.03.004>

Jones, B. A., & McDermott, S. (2021). The Local Labor Market Impacts of US Megafires. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 9078*, 13(16), 9078. <https://doi.org/10.3390/SU13169078>

Jones, M. W., Smith, A., Betts, R., Canadell, J. G., Prentice, I. C., & Le Quéré, C. (2020). Climate Change Increases the Risk of Wildfires Rapid. *Life Sciences and Leverhulme Centre for Wildfires*. www.sciencebrief.org

Keeley, J. E., & Syphard, A. D. (2019). Twenty-first century California, USA, wildfires: fuel-dominated vs. wind-dominated fires. *Fire Ecology*, 15(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/S42408-019-0041-0/FIGURES/13>

Kim, M. K., & Jakus, P. M. (2019). Wildfire, national park visitation, and changes in regional economic activity. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 26, 34–42. <https://doi.org/10.1016/J.JORT.2019.03.007>

Klomp, J. (2016). Economic development and natural disasters: A satellite data analysis. *Global Environmental Change*, 36, 67–88. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2015.11.001>

Kountouris, Y., & Remoundou, K. (2011). Valuing the Welfare Cost of Forest Fires: a Life Satisfaction Approach. *Kyklos*, 64(4), 556–578. <https://doi.org/10.1111/J.1467-6435.2011.00520.X>

Kovats, R. S., Valentini, R., Bouwer, L. M., Georgopoulou, E., Jacob, D., Martin, E., Rounsevell, M., & Soussana, J. F. (2014). Europe. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part B: Regional Aspects: Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1267–1326. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415386.003>

Krawchuk, M. A., Moritz, M. A., Parisien, M.-A., Dorn, J. Van, & Hayhoe, K. (2009). Global Pyrogeography: the Current and Future Distribution of Wildfire. *PLOS ONE*, 4(4), e5102. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0005102>

Kumar Jakhar, Y., & Chhabra Gandhi, G. (2021). Impact of Rainfall on Indian Economy: With Reference to Crop Production. *International Journal of Modern Agriculture*, 10(3), 01–07. <http://modern-journals.com/index.php/ijma/article/view/1440>

Lasanta-Martínez, T., Vicente-Serrano, S. M., & Cuadrat-Prats, J. M. (2005). Mountain Mediterranean landscape evolution caused by the abandonment of traditional primary activities: A study of the Spanish Central Pyrenees. *Applied Geography*, 25(1), 47–65. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2004.11.001>

Lasanta, T., Nadal-Romero, E., & Arnáez, J. (2015). Managing abandoned farmland to control the impact of re-vegetation on the environment. The state of the art in Europe. *Environmental Science & Policy*, 52, 99–109. <https://doi.org/10.1016/J.ENVSCI.2015.05.012>

Liao, Y., & Kousky, C. (2021). *The Fiscal Impacts of Wildfires on California Municipalities*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.3612311>

Lopes, H., Castro, J. P., Silva, N., Vieira, A., & Lourenço, A. P. (2014). Modelação da Acessibilidade de meios de combate aos focos de incêndios florestais no município de Guimarães. *XIV Colóquio Ibérico de Geografia*. https://www.researchgate.net/publication/268277414_Modelacao_da_Acessibilidade_de_meios_de_comba

te_aos_focos_de_incendios_florestais_no_municipio_de_Guimaraes

- Lopes, M. C., & Póvoa, M. I. C. (2022). *THE IMPACT OF WILDFIRES ON ASSETS AND EMPLOYMENT*.
- Loureiro, M. L., & Alló, M. (2018). OS INCENDIOS FORESTAIS E O SEU SU IMPACTE ECONÓMICO: PROPOSTA PARA UNHA AXENDA INVESTIGADORA. *Revista Galega de Economía*, 27(3), 129–142. <https://doi.org/10.15304/rge.27.3.5497>
- Lourenço, L. (1988). Tipos de tempo correspondentes aos grandes incendios florestais ocorridos em 1986 no Centro de Portugal. *Finisterra*, 23(46), 251–270. <https://doi.org/10.18055/FINIS1975>
- Lourenço, L. (1989). *EROSION OF AGRO-FORESTAL SOIL IN MOUNTAINS AFFECTED BY FIRE IN CENTRAL PORTUGAL*. https://www.researchgate.net/profile/Luciano-Lourenco/publication/290794755_Erosion_of_agro-forestal_soil_in_mountains_affected_by_fire_in_central_Portugal/links/589d037ca6fdcc3e8bea440e/Erosion-of-agro-forestal-soil-in-mountains-affected-by-fire-in-central-Portugal.pdf
- Lourenço, L. (2004). *Manifestações do Risco Dendrocaustológico*. https://www.academia.edu/34086569/Manifestações_do_Risco_Dendrocaustológico_Colectâneas_Cindínicas_IV
- Lourenço, L. (2009). Plenas manifestações do risco de incêndio florestal em serras do centro de Portugal. Efeitos erosivos subsequentes e reabilitações pontuais. *Territorium*, 16, 5–23. https://doi.org/10.14195/1647-7723_16_1
- Lourenço, L. (2018). Forest fires in continental Portugal Result of profound alterations in society and territorial consequences. *Mediterranee*, 130. <https://doi.org/10.4000/MEDITERRANEE.9958>
- Lourenço, L., & Bernardino, S. (2013). Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). *Cadernos de Geografia*, 32, 105–132. https://doi.org/10.14195/0871-1623_32_11
- Lourenço, L., Fernandes, S., Bento-Gonçalves, A., Castro, A., Nunes, A., & Vieira, A. (2012). Causas de incêndios florestais em Portugal continental: análise estatística da investigação efetuada no último quinquénio (1996 a 2010). *Cadernos de Geografia*, 30–31, 53–60. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14195/0871-1623_31_6
- Machado, J. V., & Junior, E. de A. S. (2021). ANÁLISE SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DAS RENDAS DO PETRÓLEO E SUA INFLUÊNCIA SOBRE OS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO DOS MUNICÍPIOS DO RIO DE JANEIRO. *Revista Brasileira de Energia*, 27(1).
- Macpherson, M. F., Kleczkowski, A., Adam, Healey, J. R., Hanley, N., Nick, Morag, B., & Macpherson, F. (2018). The Effects of Disease on Optimal Forest Rotation: A Generalisable Analytical Framework. *Environmental and Resource Economics*, 70, 565–588. <https://doi.org/10.1007/s10640-016-0077-4>
- Macpherson, M. F., Kleczkowski, A., Healey, J. R., & Hanley, N. (2017). Payment for multiple forest benefits alters the effect of tree disease on optimal forest rotation length. *Ecological Economics*, 134, 82–94. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2017.01.008>
- Maddala, G. S. (1998). *Introduction to Econometrics* (Second). Prentice Hall International. <https://jigjids.files.wordpress.com/2011/05/introduction-to-econometric-2nd.pdf>
- Malik, A., Rao, M. R., Puppala, N., Koori, P., Thota, V. A. K., Liu, Q., Chiao, S., & Gao, J. (2021). Data-Driven Wildfire Risk Prediction in Northern California. *Atmosphere* 2021, Vol. 12, Page 109, 12(1), 109. <https://doi.org/10.3390/ATMOS12010109>
- Mansoor, S., Farooq, I., Kachroo, M. M., Mahmoud, A. E. D., Fawzy, M., Popescu, S. M., Alyemeni, M. N., Sonne, C., Rinklebe, J., & Ahmad, P. (2022). Elevation in wildfire frequencies with respect to the climate change. *Journal of Environmental Management*, 301, 113769. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2021.113769>

- Marques, L. D. (2000). Modelos Dinâmicos com Dados em Painel: revisão de literatura. *Centro de Estudos Macroeconómicos e Previsão*.
- Marques, S., Borges, J. G., Garcia-Gonzalo, J, Moreira, F, Carreiras, J M B, Oliveira, M M, Cantarinha, A, Botequim, B, & Pereira, J M C. (2011). Characterization of wildfires in Portugal. *Eur J Forest Res*.
<https://doi.org/10.1007/s10342-010-0470-4>
- Martinho, V. J. P. D. (2019). Socioeconomic Impacts of Forest Fires upon Portugal: An Analysis for the Agricultural and Forestry Sectors. *Sustainability 2019, Vol. 11, Page 374, 11(2)*, 374. <https://doi.org/10.3390/SU11020374>
- Martins, C. G. (2019). *O cenário turístico no Porto e Norte de Portugal: fatores de atração do turismo*.
<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/60998>
- Mayer, A., Keith Smith, E., & Rodriguez, J. (2020). Concerned about coal: Security, dependence, and vulnerability among coal dependent communities in western Colorado. *Energy Research & Social Science, 70*, 101680.
<https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2020.101680>
- Mazzoleni, S., Pasquale, G. Di, Mulligan, M., Martino, P. Di, & Rego, F. (2005). Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape. *Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape*, 1–306. <https://doi.org/10.1002/0470093714>
- Mccaffrey, S. (2004). Thinking of Wildfire as a Natural Hazard. *Society and Natural Resources, 17(6)*, 509–516.
<https://doi.org/10.1080/08941920490452445>
- Meira Castro, A. C., Nunes, A., Sousa, A., & Lourenço, L. (2020). Mapping the Causes of Forest Fires in Portugal by Clustering Analysis. *Geosciences, 10(2)*, 53. <https://doi.org/10.3390/GEOSCIENCES10020053>
- Meneses, B. M., Reis, E., Reis, R., & Vale, M. J. (2019). Post-wildfires effects on physicochemical properties of surface water: the case study of Zêzere watershed (Portugal).
<https://doi.org/10.1080/23863781.2019.1596771>
<https://doi.org/10.1080/23863781.2019.1596771>
- Meneses, B., Vale, M. J., Reis, R., & Saraiva, R. (2013). Metodologia para a avaliação das alterações do uso e ocupação do solo em Portugal Continental nas últimas três décadas. *CIDADES, Comunidades e Territórios, 0(27)*, 50–60. <https://doi.org/10.7749/citiescommunitiesterritories27309>
- Michetti, M., & Pinar, M. (2019). Forest Fires Across Italian Regions and Implications for Climate Change: A Panel Data Analysis. *Environmental and Resource Economics, 72(1)*, 207–246. <https://doi.org/10.1007/S10640-018-0279-Z/TABLES/12>
- Miranda, P., Valente, M. A., Trigo, R., Coelho, F., Aguiar, A., Azevedo, E., & Tome, A. (2006). O clima de Portugal nos séculos XX e XXI. In F. Santos & P. Miranda (Eds.), *Alterações Climáticas em Portugal - Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM_II* (1ª, pp. 49–113). GRADIVA - Publicações, Lda.
- Molina, J. R., González-Cabán, A., & Rodríguez y Silva, F. (2019). Wildfires impact on the economic susceptibility of recreation activities: Application in a Mediterranean protected area. *Journal of Environmental Management, 245*, 454–463. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2019.05.131>
- Molina, J. R., Martín, T., Rodríguez Y Silva, F., & Herrera, M. Á. (2017). The ignition index based on flammability of vegetation improves planning in the wildland-urban interface: A case study in Southern Spain. *Landscape and Urban Planning, 158*, 129–138. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2016.11.003>
- Molina Martínez, J. R., Herrera Machuca, M., Zamora Díaz, R., Rodríguez y Silva, F., & González-Cabán, A. (2011). Economic losses to iberian swine production from forest fires. *Forest Policy and Economics, 13(8)*, 614–621.
<https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2011.07.011>

- Moreira, F., Ascoli, D., Safford, H., Adams, M. A., Moreno, J. M., Pereira, J. M. C., Catry, F. X., Armesto, J., Bond, W., González, M. E., Curt, T., Koutsias, N., McCaw, L., Price, O., Pausas, J. G., Rigolot, E., Stephens, S., Tavsanoğlu, C., Vallejo, V. R., ... Fernandes, P. M. (2020). Wildfire management in Mediterranean-type regions: paradigm change needed. *Environmental Research Letters*, 15(1), 011001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AB541E>
- Moreira, F., Vaz, P., Catry, F., & Silva, J. S. (2009). Regional variations in wildfire susceptibility of land-cover types in Portugal: Implications for landscape management to minimize fire hazard. *International Journal of Wildland Fire*, 18(5), 563–574. <https://doi.org/10.1071/WF07098>
- Moreno, J. M., A. Vazquez, & R. Velez. (1998). *Recent history of forest fires in Spain*. <https://www.frames.gov/catalog/36799>
- Moreno, José M., Pineda, F. D., & Rivas-Martinez, S. (1990). Climate and vegetation at the Eurosiberian-Mediterranean boundary in the Iberian Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 1(2), 233–244. <https://doi.org/10.2307/3235660>
- Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., & Corte-Real, J. (2006). Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*, 31(1), 85–95. <https://doi.org/10.3354/CR031085>
- Muller, N. Z. (2011). Linking policy to statistical uncertainty in air pollution damages. *B.E. Journal of Economic Analysis and Policy*, 11(1). https://doi.org/10.2202/1935-1682.2925/DOWNLOADASSET/BEJEAP2925_SUPPLEMENTARY_2.PDF
- Muñoz-Robles, C., Santana-Arias, R., Muñoz-Robles, C., & Santana-Arias, R. (2018). Puntos de calor en la Sierra Madre Oriental de San Luis Potosí: patrones espaciales y factores asociados. *Madera y Bosques*, 24(1). <https://doi.org/10.21829/MYB.2018.2411565>
- Natário, B., Louro, R., & Santos-Silva, C. (2019). Macrofungi of Mata da Margaraça (Portugal), a relic from the Tertiary Age. *Biodiversity Data Journal*, 7, 38177. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e38177>
- Neves, D. C. de J. (2009). *Avaliação do impacte económico do turismo em Portugal a nível regional*. <https://ria.ua.pt/handle/10773/1726>
- Newell, R. G., Prest, B. C., & Sexton, S. E. (2021). The GDP-Temperature relationship: Implications for climate change damages. *Journal of Environmental Economics and Management*, 108. <https://doi.org/10.1016/J.JEEM.2021.102445>
- Nielsen-Pincus, M., Moseley, C., & Gebert, K. (2013). The Effects of Large Wildfires on Employment and Wage Growth and Volatility in the Western United States. *Journal of Forestry*, 111(6), 404–411. <https://doi.org/10.5849/JOF.13-012>
- Nielsen-Pincus, M., Moseley, C., & Gebert, K. (2014). Job growth and loss across sectors and time in the western US: The impact of large wildfires. *Forest Policy and Economics*, 38, 199–206. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2013.08.010>
- Nunes, A. (2002). Região centro de Portugal: duas décadas de incêndios florestais. *Territorium*, 9, 135–148. https://doi.org/10.14195/1647-7723_9_9
- Nunes, A. (2008). Abandono agrícola no Interior Centro de Portugal: implicações na ocorrência de incêndios florestais e nos processos de erosão hídrica. *Cadernos de Geografia*, 101–113. https://www.researchgate.net/profile/Adelia-Nunes/publication/312308660_Abandono_agricola_no_Interior_Centro_de_Portugal_implicacoes_na_ocorrendia_de_incendios_florestais_e_nos_processos_de_erosao_hidrica/links/5896fb91aca2721f0dabf01f/Abandon-agricola-no-Interior-Centro-de-Portugal-implicacoes-na-ocorrendia-de-incendios-florestais-e-nos-processos-de-erosao-hidrica.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail

- Nunes, A. (2012). Regional variability and driving forces behind forest fires in Portugal an overview of the last three decades (1980–2009). *Applied Geography*, 34, 576–586. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2012.03.002>
- Nunes, A., Lourenço, L., Bento-Gonçalves, A., & Vieira, A. (2013). *Três décadas de incêndios florestais em Portugal: incidência regional e principais fatores responsáveis*.
- Nunes, A., Lourenço, L., Fernandes, S., & Castro, A. C. M. (2014). Principais causas dos incêndios florestais em Portugal: variação espacial no período 2001/12. *Territorium*, 21, 135–146. https://doi.org/10.14195/1647-7723_21_11
- Nunes, A., Martins, B., & Azevedo, M. (2020). Exploring the Spatial Perception of Risk in Portugal by Students of Geography. *Journal of Geography*, 119(5), 171–182. <https://doi.org/10.1080/00221341.2020.1801803/FORMAT/EPUB>
- Nunes, A. N., & Lourenço, L. (2018). Spatial association between forest fires incidence and socioeconomic vulnerability in Portugal, at municipal level. *Integrating Disaster Science and Management: Global Case Studies in Mitigation and Recovery*, 83–97. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812056-9.00006-3>
- Nunes, A., Oliveira, S., Lourenço, L., Bento-Gonçalves, António, Vieira, A., Félix, &, & Fernando. (2013). *Vulnerabilidade a incêndios na Europa Mediterrânea. Abordagem conceptual e a utilização de dados de satélite*.
- Nunes, Leonel J.R., Meireles, C. I. R., Gomes, C. J. P., & Ribeiro, N. M. C. A. (2019). The Evolution of Climate Changes in Portugal: Determination of Trend Series and Its Impact on Forest Development. *Climate 2019*, Vol. 7, Page 78, 7(6), 78. <https://doi.org/10.3390/CLI7060078>
- Nunes, Leonel J.R., Meireles, C. I. R., Gomes, C. J. P., & Ribeiro, N. M. C. A. (2021). The Impact of Climate Change on Forest Development: A Sustainable Approach to Management Models Applied to Mediterranean-Type Climate Regions. *Plants 2022*, Vol. 11, Page 69, 11(1), 69. <https://doi.org/10.3390/PLANTS11010069>
- Nunes, Leonel J.R., Raposo, M. A. M., Meireles, C. I. R., Gomes, C. J. P., & Ribeiro, N. M. C. A. (2021). The Impact of Rural Fires on the Development of Invasive Species: Analysis of a Case Study with *Acacia dealbata* Link. in Casal do Rei (Seia, Portugal). *Environments 2021*, Vol. 8, Page 44, 8(5), 44. <https://doi.org/10.3390/ENVIRONMENTS8050044>
- Nunes, Leonel J.R., Raposo, M. A. M., & Pinto Gomes, C. J. (2021). A Historical Perspective of Landscape and Human Population Dynamics in Guimarães (Northern Portugal): Possible Implications of Rural Fire Risk in a Changing Environment. *Fire 2021*, Vol. 4, Page 49, 4(3), 49. <https://doi.org/10.3390/FIRE4030049>
- Nunes, Leonel Jorge Ribeiro, Meireles, C. I. R., Gomes, C. J. P., & Ribeiro, N. M. C. de A. (2019). Socioeconomic Aspects of the Forests in Portugal: Recent Evolution and Perspectives of Sustainability of the Resource. *Forests 2019*, Vol. 10, Page 361, 10(5), 361. <https://doi.org/10.3390/F10050361>
- O'Donnell, F. C., Flatley, W. T., Springer, A. E., & Fulé, P. Z. (2018). Forest restoration as a strategy to mitigate climate impacts on wildfire, vegetation, and water in semiarid forests. *Ecological Applications*, 28(6), 1459–1472. <https://doi.org/10.1002/EAP.1746>
- Oliveira, M., Delerue-Matos, C., Pereira, M. C., & Morais, S. (2020). Environmental Particulate Matter Levels during 2017 Large Forest Fires and Megafires in the Center Region of Portugal: A Public Health Concern? *International Journal of Environmental Research and Public Health 2020*, Vol. 17, Page 1032, 17(3), 1032. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17031032>
- Oliveira, S., Bergonse, R., Santos, P. P., Gonçalves, A., Melo, R., & Zêzere, J. (2021). Avaliação de Risco de Incêndio Rural à escala local na região Centro de Portugal. *Geografia, Riscos e Proteção Civil: Homenagem Ao Professor Doutor Luciano Lourenço*, 79–89. <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/50427>
- Oliveira, S. L. J., Pereira, J. M. C., & Carreiras, J. M. B. (2011). *Fire frequency analysis in Portugal (1975-2005), using*

Landsat-based burnt area maps. <https://doi.org/10.1071/WF10131>

Oliveira, T. M., Guiomar, N., Baptista, F. O., Pereira, J. M. C., & Claro, J. (2017). Is Portugal's forest transition going up in smoke? *Land Use Policy*, 66, 214–226. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2017.04.046>

Oliveira, T. S., Ezequiel, J., Marques, C., Muñoz, L. A., Maggioli, S., Teixeira, C., Bandeira, J. M., & Pereira, J. (2021). *O Eucalipto e o Fogo em Portugal nos Últimos 40 Anos.* https://www.researchgate.net/publication/358003986_O_Eucalipto_e_o_Fogo_em_Portugal_nos_Ultimos_40_Anos_in_Pestana_M_editor_2021_As_plantacoes_de_eucalipto_e_os_recursos_naturais_em_Portugal_Setimo_caderno_tecnico_da_Revista_Silva_Lusitana_Edicao_INIA

Oliveira, U., Soares-Filho, B., Bustamante, M., Gomes, L., Ometto, J. P., & Rajão, R. (2022). Determinants of Fire Impact in the Brazilian Biomes. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2022.735017>

Olper, A., Maugeri, M., Manara, V., & Raimondi, V. (2021). Weather, climate and economic outcomes: Evidence from Italy. *Ecological Economics*, 189, 107156. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2021.107156>

Ortega-Olivencia, A., Rodríguez-Riaño, T., López, J., Valtueña, F. J., Sanchez Mata, D., & Ortega-Olivencia aortega, A. (2021). Elaiosome-bearing plants from the Iberian Peninsula and the Balearic Islands. *Biodiversity and Conservation*, 30, 1137–1163. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02137-3>

Otrachshenko, V., & Nunes, L. C. (2021). Fire takes no vacation: Impact of fires on tourism. *Environment and Development Economics*, 1–16. <https://doi.org/10.1017/S1355770X21000012>

Padli, J., Shah Habibullah, M., & Baharom, A. H. (2018). The impact of human development on natural disaster fatalities and damage: panel data evidence. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1504689>

Parente, J., Pereira, M. G., Amraoui, M., & Tedim, F. (2018). Negligent and intentional fires in Portugal: Spatial distribution characterization. *Science of the Total Environment*, 624, 424–437. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2017.12.013>

Pastor, A. V., Nunes, J. P., Ciampalini, R., Koopmans, M., Baartman, J., Huard, F., Calheiros, T., Le-Bissonnais, Y., Keizer, J. J., & Raclot, D. (2019). Projecting Future Impacts of Global Change Including Fires on Soil Erosion to Anticipate Better Land Management in the Forests of NW Portugal. *Water* 2019, Vol. 11, Page 2617, 11(12), 2617. <https://doi.org/10.3390/W11122617>

Paudel, J. (2021). Beyond the Blaze: The Impact of Forest Fires on Energy Poverty. *Energy Economics*, 101, 105388. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2021.105388>

Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R. (2008). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? A review. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 713–723. <https://doi.org/10.1071/WF07151>

Peng, J. J. (2020). *Estimating the Economic Impacts of Wildfires on County GDP Growth in the US.* University of Victoria.

Pereira, D. (2018). *Efeitos dos incêndios florestais de baixa severidade nos solos, no município de Fafe.* <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55295>

Pereira, J. M. C., Carreiras, J., Silva, J. M. N., & Vasconcelos, M. J. P. (2006). *Alguns Conceitos Básicos sobre os Fogos Rurais em Portugal.* <https://www.researchgate.net/publication/236734596>

Pereira, L. B. M. (2016). *VALOR DA LIQUIDEZ: ANÁLISE EMPÍRICA DO IMPACTE DA LIQUIDEZ NO DESEMPENHO DE EMPRESAS BRASILEIRAS DE CAPITAL ABERTO GOIÂNIA.* UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS.

- Peres, C., Carvalho, C., & Fonseca, J. (2022). Economic Impact of Burnt Area in Portuguese Municipalities in the Period from 2015 to 2018. *European Journal of Applied Business Management, IWTHM2021*, 14–39. https://www.researchgate.net/publication/358221409_Economic_Impact_of_Burnt_Area_in_Portuguese_Municipalities_in_the_Period_from_2015_to_2018
- Pimont, F., Dupuy, J. L., & Linn, R. R. (2012). Coupled slope and wind effects on fire spread with influences of fire size: A numerical study using FIRETEC. *International Journal of Wildland Fire, 21*(7), 828–842. <https://doi.org/10.1071/WF11122>
- PLANO MUNICIPAL DE DEFESA DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS (PMDFCI) GUIA TÉCNICO Direção de Unidade de Defesa da Floresta ABRIL|2012. (n.d.).
- Prudencio, L., Choi, R., Esplin, E., Ge, M., Gillard, N., Haight, J., Belmont, P., & Flint, C. (2018). The Impacts of Wildfire Characteristics and Employment on the Adaptive Management Strategies in the Intermountain West. *Fire 2018, Vol. 1, Page 46, 1*(3), 46. <https://doi.org/10.3390/FIRE1030046>
- Qin, H. (2015). Comparing newer and longer-term residents' perceptions and actions in response to forest insect disturbance on Alaska's Kenai Peninsula: A longitudinal perspective. *Journal of Rural Studies, 39*, 51–62. <https://doi.org/10.1016/J.JRURSTUD.2015.03.007>
- Queirós, L., Deus, E., Silva, J. S., Vicente, J., Ortiz, L., Fernandes, P. M., & Castro-Díez, P. (2020). Assessing the drivers and the recruitment potential of Eucalyptus globulus in the Iberian Peninsula. *Forest Ecology and Management, 466*. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2020.118147>
- Radke, D., Hessler, A., & Ellsworth, D. (2019). *FireCast: Leveraging Deep Learning to Predict Wildfire Spread*. <https://glovis.usgs.gov/app?fullscreen=0>
- Rafael, M.-T., María, S.-C., Sergio, O.-M., & Oscar, C.-V. (2015). Environmental and Economic Impact of Forest Fires in Puerto Rico 2013-2014. *Open Journal of Forestry, 05*(04), 353–363. <https://doi.org/10.4236/ojf.2015.54030>
- Rahn, M., Hale, K., Brown, C., & Edwards, T. (2014). *Economic Impacts of Wildfires: 2003 San Diego Wildfires Retrospect*. <http://wildfirescience.org/wp-content/uploads/2018/04/7-2009-Economic-Impacts-of-Wildfires1.pdf>
- Raposo, M. A. M., Pinto Gomes, C. J., & Nunes, L. J. R. (2020). Selective Shrub Management to Preserve Mediterranean Forests and Reduce the Risk of Fire: The Case of Mainland Portugal. *Fire 2020, Vol. 3, Page 65, 3*(4), 65. <https://doi.org/10.3390/FIRE3040065>
- Rebelo, F. (1992, July). O Relevo de Portugal : uma introdução. *Inforgeo*, 17–35. <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/13337>
- Rebelo, F. (2001). Riscos naturais e acção antrópica: estudos e reflexões. In *Riscos naturais e acção antrópica: estudos e reflexões*. Imprensa da Universidade de Coimbra. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-0467-1>
- Reid, K., Beilin, R., & McLennan, J. (2020). Communities and responsibility: Narratives of place-identity in Australian bushfire landscapes. *Geoforum, 109*, 35–43. <https://doi.org/10.1016/J.GEOFORUM.2019.12.015>
- Reis, M. (2018). A FLORESTA EM PORTUGAL: GESTÃO, MONOCULTURAS (EUCALIPTIZAÇÃO) E INCÊNDIOS. *Cerna: Revista Galega de Ecoloxía e Medio Ambiente*, 8–10. www.adega.gal/revistacerna
- Resco De Dios, V., Fischer, C., & Colinas, C. (2006). Climate Change Effects on Mediterranean Forests and Preventive Measures. *New Forests 2006 33:1, 33*(1), 29–40. <https://doi.org/10.1007/S11056-006-9011-X>
- Ribeiro, J., Moura, F., Chorincas, J., Marques, T., Santos, H., Maia, C., Ribeiro, D., Ribeiro, P., Tavares, A., Fermisson, J., Cunha, L., Almeida, M., & Beires, R. S. de. (2016). *Portugal no Centro* (Fundação Calouste Gulbenkian (Ed.); 1ª ed.). <https://gulbenkian.pt/publication/portugal-no-centro/>

- Ribeiro, L. M., Rodrigues, A., Lucas, D., & Viegas, D. X. (2020). The Impact on Structures of the Pedrógão Grande Fire Complex in June 2017 (Portugal). *Fire* 2020, Vol. 3, Page 57, 3(4), 57. <https://doi.org/10.3390/FIRE3040057>
- Rickels, W., Quaas, M. F., Ricke, K., Quaas, J., Moreno-Cruz, J., & Smulders, S. (2020). Who turns the global thermostat and by how much? *Energy Economics*, 91, 104852. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2020.104852>
- Riera, P., Mogas, J., Riera, P., & Mogas, J. (2004). Evaluation of a risk reduction in forest fires in a Mediterranean region. *Forest Policy and Economics*, 6(6), 521–528. <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:forpol:v:6:y:2004:i:6:p:521-528>
- Rittmaster, R., Adamowicz, W. L., Amiro, B., & Pelletier, R. T. (2006). Economic analysis of health effects from forest fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(4), 868–877. <https://doi.org/10.1139/X05-293>
- Rodrigues, A., Ribeiro, C., Reis, J., Sousa, M., & Raposo, J. (2021). Wildfires in Northern Portugal: an operational case study in Tabuaço. <https://doi.org/10.1680/Jfoen.20.00021>, 173(3), 81–94. <https://doi.org/10.1680/JFOEN.20.00021>
- Rodrigues, M., Alcasena, F., Gelabert, P., & Vega-García, C. (2020). Geospatial Modeling of Containment Probability for Escaped Wildfires in a Mediterranean Region. *Risk Analysis*, 40(9), 1762–1779. <https://doi.org/10.1111/RISA.13524>
- Rodrigues, M., Ibarra, P., Echeverría, M., Pérez-Cabello, F., & Riva, J. de la. (2014). A method for regional-scale assessment of vegetation recovery time after high-severity wildfires: Case study of Spain. <http://dx.doi.org/10.1177/0309133314542956>, 38(5), 556–575. <https://doi.org/10.1177/0309133314542956>
- Rodríguez-Trejo, D. A., & Fulé, P. Z. (2003). Fire ecology of Mexican pines and a fire management proposal. *International Journal of Wildland Fire*, 12(1), 23–37. <https://doi.org/10.1071/WF02040>
- Rossiello, M. R., & Szema, A. (2019). Health Effects of Climate Change-induced Wildfires and Heatwaves. *Cureus*, 11(5). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.4771>
- Ruffault, J., Curt, T., Moron, V., Trigo, R. M., Mouillot, F., Koutsias, N., Pimont, F., Martin-StPaul, N., Barbero, R., Dupuy, J. L., Russo, A., & Belhadj-Khedher, C. (2020). Increased likelihood of heat-induced large wildfires in the Mediterranean Basin. *Scientific Reports* 2020 10:1, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70069-z>
- Rundel, P. W., Arroyo, M. T. K., Cowling, R. M., Keeley, J. E., Lamont, B. B., Pausas, J. G., & Vargas, P. (2018). Fire and Plant Diversification in Mediterranean-Climate Regions. *Frontiers in Plant Science*, 0, 851. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2018.00851>
- Russell-Smith, J., Sangha, K. K., Russell-Smith, J., & Sangha, K. K. (2018). Emerging opportunities for developing a diversified land sector economy in Australia's northern savannas. *The Rangeland Journal*, 40(4), 315–330. <https://doi.org/10.1071/RJ18005>
- Sakellariou, S., Cabral, P., Caetano, M., Pla, F., Painho, M., Christopoulou, O., Sfougaris, A., Dalezios, N., & Vasilakos, C. (2020). Remotely Sensed Data Fusion for Spatiotemporal Geostatistical Analysis of Forest Fire Hazard. *Sensors* 2020, Vol. 20, Page 5014, 20(17), 5014. <https://doi.org/10.3390/S20175014>
- San-Miguel-Ayanz, J., Schulte, E., Schmuck, G., & Camia, A. (2013). The European Forest Fire Information System in the context of environmental policies of the European Union. *Forest Policy and Economics*, 29, 19–25. <https://doi.org/10.1016/J.FORPOL.2011.08.012>
- Sangkhaphan, S., & Shu, Y. (2019). The Effect of Rainfall on Economic Growth in Thailand: A Blessing for Poor Provinces. *Economies* 2020, Vol. 8, Page 1, 8(1), 1. <https://doi.org/10.3390/ECONOMIES8010001>

- Santoro, A., Venturi, M., Piras, F., Fiore, B., Corrieri, F., & Agnoletti, M. (2021). Forest Area Changes in Cinque Terre National Park in the Last 80 Years. Consequences on Landslides and Forest Fire Risks. *Land* 2021, Vol. 10, Page 293, 10(3), 293. <https://doi.org/10.3390/LAND10030293>
- Santos, M., Fonseca, A., Fragoso, M., & Santos, J. (2019). EVOLUÇÃO RECENTE E FUTURA DE ÍNDICES DE EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL. *Centro de Estudos Geográficos*, 279–294. <https://doi.org/10.33787/CEG20190005>
- Saturnino, H. M. dos S. (2012). Modelação e mapeamento da probabilidade de incêndio florestal. *Modelação e Mapeamento Da Probabilidade de Incêndio Florestal*. <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/1542>
- Scordo, F., Chandra, S., Suenaga, E., Kelson, S. J., Culpepper, J., Scaff, L., Tromboni, F., Caldwell, T. J., Seitz, C., Fiorenza, J. E., Williamson, C. E., Sadro, S., Rose, K. C., & Poulson, S. R. (2021). Smoke from regional wildfires alters lake ecology. *Scientific Reports*, 11, 10922. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89926-6>
- Scotto, M. G., Gouveia, S., Carvalho, A., Monteiro, A., Martins, V., Flannigan, M. D., San-Miguel-Ayanz, J., Miranda, A. I., & Borrego, C. (2014). Area burned in Portugal over recent decades: An extreme value analysis. *International Journal of Wildland Fire*, 23(6), 812–824. <https://doi.org/10.1071/WF13104>
- Silva, A. L. da, Longo, R. M., Nunes, A. de J. N., Ribeiro, A. Í., & Almeida, A. C. de. (2019). Land use and occupation and the relation with the fragility of forest remnants in the Cértima river basin / Portugal. *Cadernos de Geografia*, 40, 37–52. https://doi.org/10.14195/0871-1623_40_3
- Smith, A. J. P., Jones, M. W., Abatzoglou, J. T., Canadell, J. G., & Betts, R. A. (2020). Climate Change Increases the Risk of Wildfires. *Sciencebrief Review*. <https://sciencebrief.org/topics/climate->
- Sola, P., Cerutti, P. O., Zhou, W., Gautier, D., Iiyama, M., Shure, J., Chenevoy, A., Yila, J., Dufe, V., Nasi, R., Petrokofsky, G., & Shepherd, G. (2017). The environmental, socioeconomic, and health impacts of woodfuel value chains in Sub-Saharan Africa: A systematic map. *Environmental Evidence*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/S13750-017-0082-2/TABLES/6>
- Somanathan, E., Somanathan, R., Sudarshan, A., & Tewari, M. (2021). The impact of temperature on productivity and labor supply: Evidence from Indian manufacturing. *Journal of Political Economy*, 129(6), 1797–1827. <https://doi.org/10.1086/713733>
- Sousa, J. (2021). *An exploratory study on the economic impacts of wildfires in Portugal* [Universidade Nova de Lisboa]. <https://run.unl.pt/handle/10362/134136>
- Sousa, J. F. H. e. (2021). *AN EXPLORATORY STUDY ON THE ECONOMIC IMPACTS OF WILDFIRES IN PORTUGAL*. Universidade NOVA de Lisboa.
- Stacey, R., Gibson, S., & Hedley, P. (2012). *EUROPEAN GLOSSARY for WILDFIRES AND FOREST FIRES*.
- Stephens, S. L., Westerling, A. L. R., Hurteau, M. D., Peery, M. Z., Schultz, C. A., & Thompson, S. (2020). Fire and climate change: conserving seasonally dry forests is still possible. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(6), 354–360. <https://doi.org/10.1002/FEE.2218>
- Stephenson, C., Handmer, J., & Betts, R. (2013). Estimating the economic, social and environmental impacts of wildfires in Australia. *Environmental Hazards*, 12(2), 93–111. <https://doi.org/10.1080/17477891.2012.703490>
- Stougiannidou, D., & Zafeiriou, E. (2021). Wildfire economic impact assessment: an empirical model-based investigation for Greek agriculture. *Modeling Earth Systems and Environment*. <https://doi.org/10.1007/s40808-021-01306-1>
- Stougiannidou, D., Zafeiriou, E., & Raftoyannis, Y. (2020). Forest Fires in Greece and Their Economic Impacts on Agriculture. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/KSS.V4I1.5977>

- Tarín-Carrasco, P., Augusto, S., Palacios-Penã, L., Ratola, N., & Jiménez-Guerrero, P. (2021). Impact of large wildfires on PM10 levels and human mortality in Portugal. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(9), 2867–2880. <https://doi.org/10.5194/NHESS-21-2867-2021>
- Tedim, F., Campos, P., Carvalho, S., & Barros, I. (2012). A Relevância das Variáveis Demográficas na Explicação dos Incêndios Florestais. *Livro Incêndios Final - Cap V*, 129–164. https://www.researchgate.net/publication/263697980_A_Relevancia_das_Variaveis_Demograficas_na_Explicacao_dos_Incendios_Florestais
- Tedim, F., & Leone, V. (2020). The Dilemma of Wildfire Definition: What It Reveals and What It Implies. *Frontiers in Forests and Global Change*, 0, 134. <https://doi.org/10.3389/FFGC.2020.553116>
- Tedim, F., Leone, V., Amraoui, M., Bouillon, C., Coughlan, M. R., Delogu, G. M., Fernandes, P. M., Ferreira, C., McCaffrey, S., McGee, T. K., Parente, J., Paton, D., Pereira, M. G., Ribeiro, L. M., Viegas, D. X., & Xanthopoulos, G. (2018). Defining Extreme Wildfire Events: Difficulties, Challenges, and Impacts. *Fire 2018*, Vol. 1, Page 9, 1(1), 9. <https://doi.org/10.3390/FIRE1010009>
- Tedim, F., Leone, V., Gutierrez, F., Correia, F. J. M., & Magalhães, C. G. (2019). As causas e motivações dos incêndios florestais na região Norte de Portugal. In *Os incêndios florestais. Em busca e um novo paradigma. II Diálogos entre Ciência e Utilizadores* (pp. 59–92). NICIF e RISCOS. https://doi.org/10.34037/978-972-8330-25-5_2_4
- Teixeira, M. G. (2018). *Incêndios Florestais e Dinâmicas Territoriais em Portugal – Alguns Exemplos na Região Centro | Estudo Geral*. <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/82439>
- Temudo, M. P., Oom, D., & Pereira, J. M. (2020). Bio-cultural fire regions of Guinea-Bissau: Analysis combining social research and satellite remote sensing. *Applied Geography*, 118, 102203. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102203>
- Thomas, D., Butry, D., Gilbert, S., Webb, D., & Fung, J. (2017). *The Costs and Losses of Wildfires: A Literature Survey*. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1215>
- Torres, F. T. P., Roque, M. P. B., Lima, G. S., Martins, S. V., & Faria, A. L. L. de. (2017). Mapeamento do Risco de Incêndios Florestais Utilizando Técnicas de Geoprocessamento. *Floresta e Ambiente*, 24, 25615. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.025615>
- Turco, M., Jerez, S., Augusto, S., Tarín-Carrasco, P., Ratola, N., Jiménez-Guerrero, P., & Trigo, R. M. (2019). Climate drivers of the 2017 devastating fires in Portugal. *Scientific Reports - Naturesearch*. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50281-2>
- Turco, M., Rosa-Cánovas, J. J., Bedia, J., Jerez, S., Montávez, J. P., Llasat, M. C., & Provenzale, A. (2018). Exacerbated fires in Mediterranean Europe due to anthropogenic warming projected with non-stationary climate-fire models. *Nature Communications 2018 9:1*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06358-z>
- Tymstra, C., Stocks, B. J., Cai, X., & Flannigan, M. D. (2020). Wildfire management in Canada: Review, challenges and opportunities. *Progress in Disaster Science*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100045>
- Viegas, D. X. (2009). Recent Forest Fire Related Accidents in Europe. *JRC Scientific and Technical Reports*. <https://doi.org/10.2788/50781>
- Wang, D., Guan, D., Zhu, S., Kinnon, M. Mac, Geng, G., Zhang, Q., Zheng, H., Lei, T., Shao, S., Gong, P., & Davis, S. J. (2020). Economic footprint of California wildfires in 2018. *Nature Sustainability 2020 4:3*, 4(3), 252–260. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00646-7>
- Whittaker, J., Handmer, J., & Mercer, D. (2012). Vulnerability to bushfires in rural Australia: A case study from East Gippsland, Victoria. *Journal of Rural Studies*, 28(2), 161–173. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2011.11.002>

- William, G. A., Lucy, O., Daniel, G., Victor, S., Olivia, R. B., Kwame, A., Samuel, T.-A., Naresh, P., Andrew, T., Rick, G., Helen, G., & Odame, H. (2019). Toward sustainable land resources management with agroforestry: empirical evidence from the Sunyani west district of Ghana. *Agroforestry Systems*, 94, 527–537. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00419-y>
- Williams, A. P., Abatzoglou, J. T., Gershunov, A., Guzman-Morales, J., Bishop, D. A., Balch, J. K., & Lettenmaier, D. P. (2019). Observed Impacts of Anthropogenic Climate Change on Wildfire in California. *Earth's Future*, 7(8), 892–910. <https://doi.org/10.1029/2019EF001210>
- Wokekoro, E. (2020). THE IMPACT OF FOREST FIRES ON PROPERTY VALUES AND THE ENVIRONMENT. *IMPACT: International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 8(6), 51–62.
- Xanthopoulos, G., Calfapietra, C., & Fernandes, P. (2012). *Fire Hazard and Flammability of European Forest Types*. 79–92. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2208-8_4
- Xiao, H., Chen, H., & Chi, Y. (2021). Study on the effect of biochar mulching on soil moisture conservation in karst area of south China - take Qixingguan district in northwest Guizhou province as an example. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30, 1382–1391. https://www.researchgate.net/profile/Mehmet-Albayrak-4/publication/350567770_Chicken_Egg_Sexing_by_Using_Data_Mining_Process/links/6066368392851c91b1986b0c/Chicken-Egg-Sexing-by-Using-Data-Mining-Process.pdf#page=555
- xtpcse-Linear regression with panel-corrected standard errors. (n.d.). *Stata.Com*.
- Xu, R., Yu, P., Abramson, M. J., Johnston, F. H., Samet, J. M., Bell, M. L., Haines, A., Ebi, K. L., Li, S., & Guo, Y. (2020). Wildfires, Global Climate Change, and Human Health. *New England Journal of Medicine*, 383(22), 2173–2181. https://doi.org/10.1056/NEJMSR2028985/SUPPL_FILE/NEJMSR2028985_DISCLOSURES.PDF
- Yaffee, R. A. (2003). *A Primer for Panel Data Analysis*.
- Yamamura, E. (2015). The Impact of Natural Disasters on Income Inequality: Analysis using Panel Data during the Period 1970 to 2004. <http://Dx.Doi.Org/10.1080/10168737.2015.1020323>, 29(3), 359–374. <https://doi.org/10.1080/10168737.2015.1020323>
- Yan, Z., Wei, F., Deng, X., Li, C., He, Q., & Qi, Y. (2022). Does the Policy of Ecological Forest Rangers (EFRs) for the Impoverished Populations Reduce Forest Disasters? Empirical Evidence from China. *Forests* 2022, Vol. 13, Page 80, 13(1), 80. <https://doi.org/10.3390/F13010080>
- Zeenat Fouzia, S., Mu, J., & Chen, Y. (2020). Local labour market impacts of climate-related disasters: a demand-and-supply analysis. *Spatial Economic Analysis*, 15(3), 336–352. https://doi.org/10.1080/17421772.2019.1701699/SUPPL_FILE/RSEA_A_1701699_SM0489.DOCX
- Zeng, S., Gu, J., Yang, S., Zhou, H., & Qian, Y. (2019). Comparison of techno-economic performance and environmental impacts between shale gas and coal-based synthetic natural gas (SNG) in China. *Journal of Cleaner Production*, 215, 544–556. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.101>
- Zhao, J., Zhu, H., Zhang, J., Huang, H., & Yang, R. (2020). Experimental study on the spread and burning behaviors of continuously discharge spill fires under different slopes. *Journal of Hazardous Materials*, 392. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2020.122352>
- Zulfikar, R. (2018). Estimation Model And Selection Method Of Panel Data Regression : An Overview Of Common Effect, Fixed Effect, And Random Effect Model. *INA-Rxiv*. <https://doi.org/10.31219/OSF.IO/9QE2B>

Anexos

```
. xtset ID ANO
```

```
Panel variable: ID (strongly balanced)
Time variable: ANO, 2014 to 2020
Delta: 1 unit
```

Anexo 1 - Identificação de painel balanceado

Fonte: Elaboração Própria

```
. predict residuals
(option xb assumed; fitted values)
```

```
. jb6 residuals
Jarque-Bera normality test: 4.583 Chi(2) .1011
Jarque-Bera test for Ho: normality: (residuals)
```

Anexo 2 - Teste de normalidade Jarque-Bera

Fonte: Elaboração Própria

```
. reg lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	56
Model	20.3692507	5	4.07385013	F(5, 50)	=	120.24
Residual	1.69410828	50	.033882166	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9232
				Adj R-squared	=	0.9155
Total	22.0633589	55	.401151981	Root MSE	=	.18407

lnVAB	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
lnAA	.0384687	.0174401	2.21	0.032	.0034392	.0734982
lnNOC	-.3246471	.0880466	-3.69	0.001	-.5014939	-.1478002
lnTempM	-2.158252	.5773937	-3.74	0.000	-3.317982	-.9985229
lnPrecipT	-.2816266	.1135553	-2.48	0.017	-.509709	-.0535441
lnDensPop	.8944744	.045033	19.86	0.000	.804023	.9849259
_cons	26.77155	2.374062	11.28	0.000	22.00311	31.54

Anexo 3 - Output modelo pooled

Fonte: Elaboração Própria

```
. vif
```

Variable	VIF	1/VIF
lnNOC	2.66	0.375274
lnPrecipT	2.26	0.442876
lnAA	2.06	0.485421
lnDensPop	1.96	0.511254
lnTempM	1.89	0.529579
Mean VIF	2.17	

Anexo 4 - Teste de existência de multicolinearidade - VIF

Fonte: Elaboração Própria

```
. imtest, white
```

```
White's test
H0: Homoskedasticity
Ha: Unrestricted heteroskedasticity
```

```
chi2(20) = 14.31
Prob > chi2 = 0.8143
```

```
Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test
```

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	14.31	20	0.8143
Skewness	8.23	5	0.1442
Kurtosis	0.55	1	0.4593
Total	23.09	26	0.6280

Anexo 5 - Teste de existência de heterocedasticidade – White

Fonte: Elaboração Própria

```
. xtserial lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop
```

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
```

```
F( 1, 7) = 21.700
Prob > F = 0.0023
```

Anexo 6 - Teste de existência de autocorrelação – Wooldridge

Fonte: Elaboração Própria

```
. xtreg lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop, fe
```

```
Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      56
Group variable: ID                    Number of groups =      8
```

```
R-squared:                               Obs per group:
  Within = 0.6839                          min =          7
  Between = 0.9248                          avg =         7.0
  Overall = 0.8840                          max =          7
```

```
corr(u_i, Xb) = -0.9989                    F(5,43)         =      18.60
                                           Prob > F         =      0.0000
```

lnVAB	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]
lnAA	.0140924	.0083335	1.69	0.098	-.0027136 .0308984
lnNOC	-.1904103	.0486804	-3.91	0.000	-.2885837 -.0922368
lnTempM	-2.146773	.5559707	-3.86	0.000	-3.267995 -1.025551
lnPrecipT	-.3002033	.0582641	-5.15	0.000	-.417704 -.1827026
lnDensPop	-4.744885	.8520529	-5.57	0.000	-6.463213 -3.026556
_cons	50.81489	3.703561	13.72	0.000	43.34595 58.28384
sigma_u	4.5695573				
sigma_e	.07547356				
rho	.99972728	(fraction of variance due to u_i)			

```
F test that all u_i=0: F(7, 43) = 36.34          Prob > F = 0.0000
```

```
. est store fe
```

Anexo 7 - Output modelo de efeitos fixos

Fonte: Elaboração Própria

```
. reg lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop i.ID
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	56
Model	21.8184198	12	1.81820165	F(12, 43)	=	319.19
Residual	.244939123	43	.005696259	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9889
				Adj R-squared	=	0.9858
Total	22.0633589	55	.401151981	Root MSE	=	.07547

lnVAB	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
lnAA	.0140924	.0083335	1.69	0.098	-.0027136	.0308984
lnNOC	-.1904103	.0486804	-3.91	0.000	-.2885837	-.0922368
lnTempM	-2.146773	.5559707	-3.86	0.000	-3.267995	-1.025551
lnPrecipT	-.3002033	.0582641	-5.15	0.000	-.417704	-.1827026
lnDensPop	-4.744885	.8520529	-5.57	0.000	-6.463213	-3.026556
ID						
2	1.718284	.2476095	6.94	0.000	1.218932	2.217636
3	-2.080608	.4002832	-5.20	0.000	-2.887856	-1.27336
4	-1.532052	.2703719	-5.67	0.000	-2.077309	-.9867955
5	-3.907899	.608992	-6.42	0.000	-5.136048	-2.679749
6	-12.2158	1.875323	-6.51	0.000	-15.99775	-8.433854
7	-4.428399	.7102455	-6.24	0.000	-5.860746	-2.996053
8	-8.488078	1.307992	-6.49	0.000	-11.1259	-5.85026
_cons	54.68171	4.261937	12.83	0.000	46.0867	63.27673

Anexo 8 - Output modelo de efeitos fixos LSDV

Fonte: Elaboração Própria

```
. testparm i.ID
```

- (1) 2.ID = 0
- (2) 3.ID = 0
- (3) 4.ID = 0
- (4) 5.ID = 0
- (5) 6.ID = 0
- (6) 7.ID = 0
- (7) 8.ID = 0

```
F( 7, 43) = 36.34
Prob > F = 0.0000
```

Anexo 9 - Output testparm

Fonte: Elaboração Própria

```

. xtreg lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop, re

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       56
Group variable: ID                     Number of groups =        8

R-squared:                               Obs per group:
  Within = 0.3787                         min =          7
  Between = 0.9368                        avg =         7.0
  Overall = 0.9164                         max =          7

                                Wald chi2(5)   =       53.67
corr(u_i, X) = 0 (assumed)             Prob > chi2   =       0.0000

```

	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
lnVAB						
lnAA	-.0214473	.010924	1.96	0.050	-.0000366	.042858
lnNOC	-.2604907	.0627921	-4.15	0.000	-.3835609	-.1374205
lnTempM	-2.749194	.6964209	-3.95	0.000	-4.114154	-1.384234
lnPrecipT	-.3808211	.0754734	-5.05	0.000	-.5287463	-.2328959
lnDensPop	.7692136	.1562151	4.92	0.000	.4630377	1.07539
_cons	29.3487	2.266715	12.95	0.000	24.90602	33.79138
sigma_u	.25084668					
sigma_e	.07547356					
rho	.91698874	(fraction of variance due to u_i)				

```
. est store re
```

Anexo 10 - Output modelo de efeitos aleatórios

Fonte: Elaboração Própria

```

. xttest0

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

lnVAB[ID,t] = Xb + u[ID] + e[ID,t]

Estimated results:
-----+-----+-----
          |          Var          | SD = sqrt(Var)
-----+-----+-----
lnVAB    |          .401152      |          .6333656
e         |          .0056963     |          .0754736
u         |          .0629241     |          .2508467

Test: Var(u) = 0
          |          chibar2(01) = 65.11
          |          Prob > chibar2 = 0.0000

```

Anexo 11 - Teste de Breusch Pagan (pooled vs RE)

Fonte: Elaboração Própria

```

. hausman fe re

----- Coefficients -----
          |          (b)          |          (B)          |          (b-B)          |          sqrt(diag(V_b-V_B))
          |          fe           |          re           |          Difference     |          Std. err.
-----+-----+-----+-----+-----
lnAA     |          -.0140924    |          .0214473     |          -.0073549      |          .
lnNOC    |          -.1904103    |          -.2604907    |          .0700804        |          .
lnTempM  |          -2.146773    |          -2.749194    |          .6024205        |          .
lnPrecipT|          -.3002033    |          -.3808211    |          .0806178        |          .
lnDensPop|          -4.744885    |          .7692136     |          -5.514098      |          .8376103

```

b = Consistent under H0 and Ha; obtained from **xtreg**.
B = Inconsistent under Ha, efficient under H0; obtained from **xtreg**.

Test of H0: Difference in coefficients not systematic

```

chi2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          = 43.30
Prob > chi2 = 0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

```

Anexo 12 - Teste de Hausman (FE vs RE)

Fonte: Elaboração Própria

```
. xttest3
Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model
```

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

```
chi2 (8) =      13.26
Prob>chi2 =      0.1031
```

Anexo 13 - Teste de heterocedasticidade - Wald Modificado

Fonte: Elaboração Própria

```
. xtreg lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop, robust fe
Fixed-effects (within) regression               Number of obs   =      56
Group variable: ID                             Number of groups =       8
R-squared:                                     Obs per group:
  Within = 0.6839                               min           =       7
  Between = 0.9248                               avg           =      7.0
  Overall = 0.8840                               max           =       7
                                                F(5,7)         =     108.97
corr(u_i, Xb) = -0.9989                       Prob > F        =      0.0000
```

(Std. err. adjusted for 8 clusters in ID)

lnVAB	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
lnAA	.0140924	.0078549	1.79	0.116	-.0044816	.0326663
lnNOC	-.1904103	.0556871	-3.42	0.011	-.3220893	-.0587312
lnTempM	-2.146773	.5485478	-3.91	0.006	-3.443883	-.8496636
lnPrecipT	-.3002033	.0514934	-5.83	0.001	-.4219658	-.1784408
lnDensPop	-4.744885	1.012759	-4.69	0.002	-7.139678	-2.350091
_cons	50.81489	3.774455	13.46	0.000	41.88972	59.74006
sigma_u	4.5695573					
sigma_e	.07547356					
rho	.99972728 (fraction of variance due to u_i)					

Anexo 14 - Output modelo de efeitos fixos robustos

Fonte: Elaboração Própria

```

. xtreg lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop, fe vce (cluster ID)

Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =       56
Group variable: ID                    Number of groups =        8

R-squared:                             Obs per group:
  Within = 0.6839                       min =          7
  Between = 0.9248                       avg =         7.0
  Overall = 0.8840                       max =          7

corr(u_i, Xb) = -0.9989                  F(5,7)          =    108.97
                                          Prob > F         =     0.0000

```

(Std. err. adjusted for 8 clusters in ID)

lnVAB	Robust		t	P> t	[95% conf. interval]	
	Coefficient	std. err.				
lnAA	.0140924	.0078549	1.79	0.116	-.0044816	.0326663
lnNOC	-.1904103	.0556871	-3.42	0.011	-.3220893	-.0587312
lnTempM	-2.146773	.5485478	-3.91	0.006	-3.443883	-.8496636
lnPrecipT	-.3002033	.0514934	-5.83	0.001	-.4219658	-.1784408
lnDensPop	-4.744885	1.012759	-4.69	0.002	-7.139678	-2.350091
_cons	50.81489	3.774455	13.46	0.000	41.88972	59.74006
sigma_u	4.5695573					
sigma_e	.07547356					
rho	.99972728	(fraction of variance due to u_i)				

Anexo 15 - Output modelo de efeitos fixos robustos (2)

Fonte: Elaboração Própria

```

. xtpcse lnVAB lnAA lnNOC lnTempM lnPrecipT lnDensPop, correlation(psar1) rhotype(tscorr)

Prais-Winsten regression, correlated panels corrected standard errors (PCSEs)

Group variable: ID                    Number of obs   =       56
Time variable: ANO                    Number of groups =        8
Panels: correlated (balanced)         Obs per group:
Autocorrelation: panel-specific AR(1) min =          7
                                          avg =          7
                                          max =          7

Estimated covariances =          36      R-squared =          0.9996
Estimated autocorrelations =          8      Wald chi2(5) =        2223.68
Estimated coefficients =          6      Prob > chi2 =          0.0000

```

lnVAB	Panel-corrected		z	P> z	[95% conf. interval]	
	Coefficient	std. err.				
lnAA	.0157537	.0101095	1.56	0.119	-.0040605	.0355679
lnNOC	-.2234028	.0749472	-2.98	0.003	-.3702966	-.0765089
lnTempM	-2.155118	.4117614	-5.23	0.000	-2.962155	-1.34808
lnPrecipT	-.2906238	.0886658	-3.28	0.001	-.4644056	-.116842
lnDensPop	.8520658	.0256397	33.23	0.000	.8018128	.9023187
_cons	26.53067	1.901025	13.96	0.000	22.80473	30.25661
rhos = .5976074 .5714927 .8788413 .326811 .52238813509527						

Anexo 16 - Output modelo PCSE (controle de autocorrelação)

Fonte: Elaboração Própria

1 USO DO FOGO	
11 Queima de lixo	Destruição de lixos pelo fogo
111 Autárquica	Uso de fogo com origem em lixeiras autárquicas, com ou sem intervenção humana na fase de ignição.
112 Indústria	Uso de fogo para destruição de resíduos industriais.
113 Comércio	Uso de fogo para destruição de lixos provenientes de actividades comerciais, como por exemplo resíduos de feirantes, outros.
114 Actividades clandestinas	Queima de lixos e entulhos acumulados em locais não permitidos. Por vezes, a queima nem é provocada pelo responsável pela acumulação do material.
115 Núcleos habitacionais permanentes	Queima de lixos resultantes da actividade doméstica.
116 Núcleos habitacionais temporários associados ao recreio	Destruição de lixos por queima com origem em zonas temporariamente frequentadas, como por exemplo parques de lazer, parques de merendas, campismo, outros.
12 Queimadas	Queima pelo fogo de combustíveis agrícolas e florestais
121 Limpeza do solo agrícola	Queima de combustíveis agrícolas de forma extensiva, como é o caso do restolho, panasco, outros.
122 Limpeza do solo florestal	Queima de combustíveis florestais empilhados ou de forma extensiva, como restos de cortes e preparação de terrenos.
123 Limpeza de áreas urbanizadas	Queima de combustíveis empilhados ou de forma extensiva, para limpeza de áreas urbanas e urbanizáveis.
124 Borrallheiras	Queima de restos da agricultura e matos confinantes, após corte e ajuntamento.
125 Renovação de pastagens	Queima periódica de matos e herbáceos com o objectivo de melhorar as qualidades forrageiras das pastagens naturais.
126 Penetração em áreas de caça e margens dos rios	Queima de matos densos e brenhas com o objectivo de facilitar a penetração do homem no exercício venatório e da pesca.
127 Limpeza de caminhos, acessos e instalações	Queima de combustíveis que invadem casa, terrenos, acessos, caminhos, estradões, outros.
128 Protecção contra incêndios	Uso do fogo de forma incorrecta, quando se pretende diminuir os combustíveis para protecção contra incêndios.
129 Outras	Outro tipo de queimadas.
116 Núcleos habitacionais temporários associados ao recreio	Destruição de lixos por queima com origem em zonas temporariamente frequentadas, como por exemplo parques: de lazer, de merendas, de campismo, outros.
13 Lançamento de foguetes	Uso do fogo para a diversão e lazer
131 Com medidas preventivas	Lançamento de foguetes com licenciamento, seguros, presença dos corpos dos bombeiros, autoridades, outros.
132 Clandestinas	Lançamento clandestino de foguetes sem qualquer medida preventiva, incluindo as anteriores.
133 Auto-ignição	Ignição de material explosivo proveniente do lançamento de foguetes, decorrido algum tempo.
14 Fogueiras	Uso de fogo com combustíveis empilhados
141 Recreio e lazer	Uso do fogo em parques de campismo, "fogos de campo", Rally de Portugal, outros.
142 Confeção de comida	Uso de fogo para confeção de alimentos, designadamente sardinhas, churrascos, outros.
143 Aquecimento	Uso de fogo para aquecimento, designadamente em trabalhos de céu aberto.
144 Reparação de estradas	Uso de fogo para construção, reparação ou manutenção de estradas asfaltadas.
145 Outras	Outro tipo de fogueiras.
15 Fumar	Fumadores que lançam as pontas incandescentes ao solo
151 Fumadores a pé	Cigarros e fósforos lançados ao solo por fumadores que se deslocam a pé.
152 Em circulação motorizada	Cigarros e fósforos lançados ao solo por fumadores que se deslocam em veículo motorizado.
16 Apicultura	Uso do fogo por apicultores
161 Fumigação	Por esvaziamento do conteúdo do fumigador ou por contacto com combustíveis finos ou mortos.
162 Desinfestação	Uso do fogo para desinfestação de material apícola, para afugentar animais nocivos, outros.
17 Chaminés	Transporte de partículas incandescentes
171 Industriais	Dispersão de fálhas ou outro tipo de material incandescente a partir de chaminés industriais.
172 De habitação	Dispersão
173 Outras	Outro tipo de chaminés.
2 ACIDENTAIS	
21 Transportes e comunicações	Faíscas e fálhas que dão origem a ignições de combustível
211 Linhas eléctricas	Linhas de transporte de energia eléctrica que por contacto, descarga, quebra ou arco eléctrico, dão origem a ignição.
212 Caminhos-de-ferro	Material incandescente proveniente do sistema de travagem ou locomoção de circulação ferroviária.
213 Tubos de escape	Libertação de material incandescente e condução de calor através de condutores de escape de veículos de circulação geral.
214 Acidentes de viação	Acidentes de viação que originam ignições em combustíveis vegetais.
215 Outros acidentes	Outras causas acidentais ligadas aos transportes e comunicações.
22 Maquinaria e equipamento	Maquinaria e equipamento de uso específico nas actividades agro-florestais
221 Alfaias agrícolas	Ignições com origem no atrito de partes metálicas com pedras.
222 Máquinas agrícolas	
223 Equipamento florestal	
224 Motosserras	Emissão de partículas incandescentes, faíscas e transmissão de calor por condução.
225 Máquinas florestais	
226 Máquinas industriais	
227 Outras máquinas e equipamento	Outra maquinaria e equipamento que dá origem a ignições de combustível vegetal.
23 Outras causas acidentais	Causas acidentais menos comuns
231 Explosivos	Utilização de explosivos em usos civis, nomeadamente rompimento de estradas, pedreiras, minas, outras.
232 Soldaduras	Trabalhos de soldadura em construção civil, como por exemplo canalizações, pontes metálicas, outras.
233 Disparos de caçadores	Disparos de caçadores provenientes de armas de fogo.
234 Exercícios militares	Incêndios com origem em actividades militares, nomeadamente disparos de artilharia, utilização de maquinaria, utilização de fogo para aquecimento ou confeção de alimentos por parte de soldados.
235 Vidros	Incêndios com origem em montureiras e outras de acumulações daqueles materiais com probabilidades de ocorrer o efeito de lente.
236 Outras	Outras causas acidentais.
3 ESTRUTURAIS	
31 Caça e vida selvagem	Causas com origem em comportamentos e atitudes reactivas aos condicionalismos
311 Conflitos de caça	Incêndios originados por conflitos motivados pelo regime cinegético.
312 Danos provocados pela vida selvagem	Quando existem danos em culturas agrícolas provocados por javali, lobo, coelhos, outros., é utilizado o fogo para afastar os animais
33 Uso do solo	Causas com origem em conflitos relacionadas com o uso do solo
333 Alterações no uso do solo	Incêndios motivados por alterações no uso do solo, como são exemplos a construção, os limites do PDM, outros.
334 Pressão para venda de material lenhoso	Incêndio provocado com o objectivo da desvalorização do material lenhoso ou falta de matéria-prima.
335 Limitação ao uso e gestão do solo	Incêndio provocado para resolver algumas limitações de uso e gestão do solo, como sucede por exemplo com áreas protegidas.
336 Contradições no uso e fruição dos baldios	Incêndios motivados pela forma de exploração e usufruto de baldios, independentemente da modalidade de gestão.
37 Defesa contra incêndios	Actividades de DFCI
337 Instabilidade laboral nas actividades de DFCI	Incêndios com origem na actividade de detecção, protecção e combate aos incêndios florestais.
38 Outras causas estruturais	Outras situações estruturais
4 INCENDIARISMO	
41 Inimputáveis	Situações de ausência de dolo
412 Brincadeiras de criança	Brincadeiras várias que dão origem a ignições.
413 Irresponsabilidade de menores	Menores que provocam incêndios de forma irresponsável.
417 Piromania	Incêndios provocados por indivíduos com esta anomalia.
419 Outras situações inimputáveis	Outras situações de anomalia, como por exemplo a demência, outra.
44 Imputáveis	Situações de dolo
441 Manobras de diversão	Fogo posto com o intuito de enganar, desviar as atenções e confundir as forças de combate, autoridade, outra.
444 Provação aos meios de combate	Fogo posto com objectivo de despoletar a actuação dos meios de combate, especialmente os meios aéreos.
445 Conflitos entre vizinhos	Fogo posto como forma de resolver vários tipos de conflituosidade entre vizinhos.
446 Vinganças	Fogo posto que tem por motivação a vingança.
448 Vandalismo	Utilização do fogo por puro prazer de destruir.
449 Outras situações dolosa	Situações que ainda não estejam tipificadas.
5 NATURAIS	
51 Raio	Descargas eléctricas com origem em trovoadas.
6 INDETERMINADAS	
610 Prova material	Indeterminação da prova material.
620 Prova pessoal	Indeterminação de prova pessoal.
630 Outras informações	Indeterminação por lacunas na informação.