

**Rui Miguel
Marques de
Oliveira**

**Alterações Climáticas e os Incêndios Rurais: análise
de dois incêndios no município de Albergaria-a-
Velha**

**Rui Miguel
Marques de
Oliveira**

**Alterações Climáticas e os Incêndios Rurais: análise
de dois incêndios no município de Albergaria-a-
Velha**

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Emergência e Socorro, realizada sob a orientação científica da Professora Andreia Rodrigues e coorientação científica do Doutor Tiago Rodrigues.

O júri

Presidente

Doutora Ana Costa

Arguente

Doutor André Samora-Arveloa

Orientador

Mestre Andreia Rodrigues

**“Tu tornas-te eternamente responsável por aquilo que
cativas”
- O Príncipezinho, A. Saint-Exupéry**

“A persistência é o caminho do êxito” – Charles Chaplin

Nunca devemos desistir de um sonho, mesmo que o caminho implique mudanças.

A conclusão desta dissertação de mestrado é mais um capítulo que se encerra e não posso deixar de agradecer a algumas pessoas que, direta ou indiretamente, me ajudaram nesta caminhada tão importante da minha vida pessoal e profissional.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, queria deixar um enorme agradecimento à minha orientadora Mestre Andreia Rodrigues, pela disponibilidade, empenho, paciência, entrega e pelos conhecimentos que transmitiu ao longo deste percurso. A forma profissional e rigorosa que sempre demonstrou ajudaram-me a crescer a nível pessoal e profissional.

Agradeço de igual forma ao meu coorientador Doutor Tiago Rodrigues, pela sua orientação e apoio, que foram fundamentais para a conclusão desta etapa. A forma profissional e rigorosa que sempre demonstrou ajudaram-me a crescer a nível pessoal e profissional, foram determinantes.

Queria agradecer igualmente e de forma especial ao Município de Albergaria-a-Velha, ao Serviço Municipal de Proteção Civil de Albergaria-a-Velha, ao Comando Sub-Regional de Emergência e Proteção Civil de Aveiro, aos Bombeiros Voluntários de Albergaria-a-Velha e aos Bombeiros Voluntários de Oliveira de Azeméis, pela ajuda e pela partilha das experiências vivenciadas no decorrer dos incêndios alvo de análise.

Agradecia aos meus familiares e de forma especial à minha companheira e à minha filha pela paciência e apoio incondicional demonstrada, pois são sem dúvida o meu pilar para todas as batalhas e conquistas.

Aos meus amigos que são como família não poderia deixar igualmente um obrigado por todo o apoio e por acreditarem em mim.

Aos meus colegas de mestrado, pela amizade partilhada ao longo desta caminhada conjunta.

A todos um muito obrigado, pois sem a vossa ajuda nada disto seria possível.

Obrigado.

Palavras-chave

Alterações Climáticas, Incêndios Rurais, Comportamento do fogo, Impactos, Albergaria-a-Velha,

Resumo

As alterações climáticas assumem um papel preponderante em todo o mundo, a diferentes níveis. O impacto mais sentido é o aumento do aquecimento global da superfície, resultante do incremento das emissões de gases com efeito de estufa.

Com o passar dos anos, temos observado um aumento de ocorrências de incêndios rurais mais violentas e rápidas, com impactos mais complexos e intensos. Este agravamento é profundamente influenciado pelas alterações climáticas.

Albergaria-a-Velha é um concelho que tem sido palco de ocorrências que, anteriormente ocorriam de forma pontual. No entanto, os registos têm vindo a aumentar de forma sistemática.

Na presente dissertação, é realizada uma análise comparativa aos incêndios rurais ocorridos no concelho no ano 2010 e 2022 na tentativa de compreender as diferenças entre ambos e se houve ou não influência das alterações climáticas nestes dois eventos.

Keywords

Climate Change, Rural Fires, Fire behavior, Impacts, Albergaria-a-Velha

Abstract

Climate change plays a prominent role across the world, at different levels. The most observed impact is the increase in global surface warming, resulting from the increase in greenhouse gas emissions.

Over the years, we have seen a significant increase in the occurrence of more violent and rapid rural fires, with more complex and intense impacts. This worsening is profoundly influenced by climate change.

Albergaria-a-Velha is a municipality that has been the scene of events that previously occurred on an occasional basis. However, rural fires have increased systematically.

In this dissertation, a comparative analysis is carried out on rural fires that occurred in the municipality in 2010 and 2022, exploring the influence of climate change on these events.

Índice

Índice de Figuras	9
Índice de Tabelas	10
Índice de Gráficos	10
Siglas e abreviaturas	11
1. Introdução	12
2. Enquadramento teórico	14
2.1. Evolução dos incêndios rurais em Portugal	14
2.2. Alterações Climáticas – breve enquadramento	18
2.3. Alterações Climáticas vs. Incêndios Rurais	24
2.3.1. Fatores que afetam o comportamento dos incêndios rurais	25
2.3.2. Índice Meteorológico de Incêndio – Fire Weather Index (FWI)	31
3. Caracterização da área de estudo	34
3.1. Enquadramento geográfico	34
3.2. Caracterização física	35
3.3. Caracterização climática	41
3.4. Caracterização demográfica	45
4. Metodologia	48
5. Incêndios rurais em Albergaria-a-Velha: 2010 e 2022	49
5.1. Histórico de incêndios rurais	49
5.2. Análise do incêndio de 2010	51
5.3. Análise do incêndio de 2022	54
5.4. Análise comparativa dos incêndios	56
6. Conclusão	61
Bibliografia	63

Índice de Figuras

Figura 1 - Área ardida em Portugal entre 1980 e 2023	16
Figura 2 – Evolução global da emissão de GEE entre 1990 e 2019	19
Figura 3 - Emissão de CO ₂ , por setor de atividade	20
Figura 4 - Características observadas (1900-2020) e projeções futuras (2021-2100)	23
Figura 5 - Quadrado do fogo	26
Figura 6 - Uso do solo em Portugal.....	27
Figura 7 - Fases da evolução do fogo	30
Figura 8 - Estrutura do FWI.....	32
Figura 9 – Exemplo de um FWI Diário	33
Figura 10 - Enquadramento geográfico.....	34
Figura 11 - Hipsometria.....	35
Figura 12 - Declives	36
Figura 13 - Exposição	37
Figura 14 - Hidrografia	38
Figura 15 - Ocupação do solo	39
Figura 16 - Povoamento florestal	40
Figura 17 - Incêndios rurais.....	49
Figura 18 - FWI (esquerda) e o risco de incêndio (direita) do dia 27/07/2010.....	52
Figura 19 - Número de vezes que ardeu no mesmo local entre 1975 e 2021	52
Figura 20 - Área ardida em 2010.....	53
Figura 21 - FWI (esquerda) e risco de incêndio (direita) do dia 13/08/2022.....	54
Figura 22 - Fase inicial do incêndio de 2022.....	55
Figura 23 - Área ardida do incêndio de 2022	56
Figura 24 - Temperatura média do ar e precipitação em Portugal entre 1941 e 2022	57
Figura 25 - Perímetro do incêndio de 2022 e perímetro de incêndios anteriores .	58
Figura 26 - Área ardida dos incêndios de 2010 e 2022.....	60

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Número total de ocorrências	15
Tabela 2 - Área ardida.....	16
Tabela 3 - Índices do FWI	32
Tabela 4 - Classes do FWI.....	33
Tabela 5 - Tipo de ocupação do solo em hectares.....	39
Tabela 6 - Povoamento florestal em hectares.....	40
Tabela 7 - Valores mensais de temperatura.....	41
Tabela 8 - Valores de precipitação mensais.....	42
Tabela 9 - Valores médios da humidade relativa	43
Tabela 10 - Velocidade média do vento	44
Tabela 11 - População entre 2001 e 2021	45
Tabela 12 - Densidade populacional em 2021	46
Tabela 13 - Índice de envelhecimento em 2021	46
Tabela 14 - Número de ocorrências entre 2010 e 2023.....	50
Tabela 15 - Características dos incêndios 2010 e 2022.....	58

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Número de ocorrências entre 1980 e 2023	15
Gráfico 2 - Valores mensais de temperatura	42
Gráfico 3 - Valores de precipitação mensais.....	43
Gráfico 4 - Valores médios da humidade relativa.....	44

Siglas e abreviaturas

AC – Alterações climáticas

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais, I. P.

AHBV – Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Albergaria-a-Velha

ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência de Proteção Civil

FEB – Força Especial de Bombeiros

FEPC – Força Especial de Proteção Civil

FWI – Fire Weather Index

GEE – Gases com efeito de estufa

HA – Hectares

HR – Humidade relativa

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

INE – Instituto Nacional de Estatísticas

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

NADAIR – Núcleo de Apoio à Decisão e Análise de Incêndios Rurais

PMDFCI – Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios

1. Introdução

Os incêndios rurais são o grande risco tanto das gerações atuais, bem como das futuras. Ao longo dos anos, temos observado a uma escalada dos incêndios rurais tanto em Portugal, como em quase toda a Europa, salientando alguns países mediterrânicos onde o clima é mais propício a este tipo de ocorrências tais como a Espanha, Itália e Grécia. Além destes, também se tem verificado incêndios igualmente devastadores em países com temperaturas normalmente baixas como Polónia, Roménia e Rússia.

Na Europa, segundo o relatório de San-Miguel-Ayanz et al. (2023), o ano de 2022 foi o segundo pior ano ao nível da área ardida, contabilizando cerca de 710 000 hectares, assim como ao nível de ignições, tendo França, Noruega e Roménia somado 1 209 ocorrências, nesse mesmo ano.

O aumento significativo do número de ocorrências, decorre em simultâneo com as vagas de calor e os longos períodos de seca que têm vindo a afetar toda a Europa. Estes fatores estão associados aos impactes das alterações climáticas que potenciam o aumento do risco de incêndio e, conseqüentemente, contribuem para o aumento do número de ocorrências e da área ardida. Aliado a isto, também o deficiente planeamento e gestão das áreas florestais contribui para este cenário.

Por outras palavras, o aquecimento global surge como a principal alteração quando falamos das conseqüências das mudanças climáticas. Este indicador, tem alcançado valores históricos, potenciando assim um aquecimento generalizado de toda a superfície terrestre. Conseqüentemente, os combustíveis apresentam teores de humidade, facilitando a sua combustão, que originam incêndios com potencial de grandes incêndios.

Assim sendo, as alterações climáticas em Portugal, assumem-se como um fator de perigo na evolução dos incêndios rurais devido aos grandes períodos de seca, aos ventos cada vez mais constantes e fortes e às sucessivas vagas de calor, que contribuem para a supressão das estações do ano conforme as conhecemos, potenciando eventos extremos e prejudiciais (Lopes, 2023).

O estudo aqui apresentado tem como principal objetivo a análise de dois eventos de incêndios rurais, separados por 12 anos, no concelho de Albergaria-a-Velha. De forma empírica e preceptiva, identificou-se diferenças significativas na velocidade de ambos os incêndios, apesar de terem afetado áreas semelhantes em um mesmo território. Desta forma, pretende-se comparar as suas características e verificar de que forma as alterações climáticas influenciaram na sua ignição e propagação, com base nos registos de ocorrência disponíveis.

2. Enquadramento teórico

2.1. Evolução dos incêndios rurais em Portugal

O uso do fogo sempre foi uma das ferramentas utilizadas em Portugal para renovações de pastagens, limpezas de restos agrícolas e para a confeção de alimentos e aquecimento das pessoas. O uso do fogo controlado por parte do ser humano permite uma gestão equilibrada da vasta área florestal ou agrícola em Portugal.

O problema ocorre quando existe uma utilização descuidada do fogo, que potencia a ocorrência de incêndios rurais que podem levar à perda de vastas áreas florestais, bem como a perdas ambientais consideráveis e de vidas humanas. Podemos referir que a atividade humana é a principal responsável dos incêndios rurais que ocorrem em Portugal (Viegas et al., 2009).

Nos últimos 30 anos, de uma forma geral, temos assistido a uma redução do número de ignições, mas ao nível da área ardida temos verificado um aumento gradual. De ressaltar que o ano de 2017 foi trágico tanto ao nível da área ardida, mas também da perda de mais de cem vidas humanas na consequência do incêndio de Pedrogão Grande e dos incêndios de outubro que afetaram várias localidades da zona centro de Portugal (AGIF, 2023).

De uma forma mais detalhada, no que diz respeito à evolução do número de ocorrências (tabela 1 e gráfico 1), podemos constatar um número de registos consistente de 1980 a 1988, pois em 1989 houve um pico de ocorrências. Depois disto, começamos a assistir a um aumento gradual e estabilizado até 2013, mas com algumas variações sobressaindo os anos 1995, 1998, 2000 e 2005, onde o número de ocorrências esteve acima das 30 000. O ano de 2014, foi destaque por uma descida significativa, para valores semelhantes aos registados nos anos 80. No entanto nos anos seguintes, os números de ocorrências voltaram a aumentar até 2017. De 2018 a 2023, foi registado uma descida progressiva, embora não estejam contabilizados todos os dados dos últimos anos.

Tabela 1 - Número total de ocorrências (Fonte: Pordata)

Ano	Ocorrências	Ano	Ocorrências
1980	2 349	2002	28 993
1981	6 730	2003	28 087
1982	3 626	2004	27 829
1983	4 542	2005	41 689
1984	7 356	2006	24 243
1985	8 441	2007	25 133
1986	5 036	2008	18 958
1987	7 705	2009	29 783
1988	6 131	2010	26 113
1989	21 896	2011	19 783
1990	10 745	2012	25 352
1991	14 327	2013	23 129
1992	14 954	2014	9 388
1993	16 101	2015	19 643
1994	19 983	2016	16 104
1995	34 116	2017	21 006
1996	28 626	2018	12 273
1997	23 497	2019	10 832
1998	34 675	2020	9 619
1999	25 473	2021	8 186
2000	34 107	2022	10 390
2001	28 915	2023	7 523

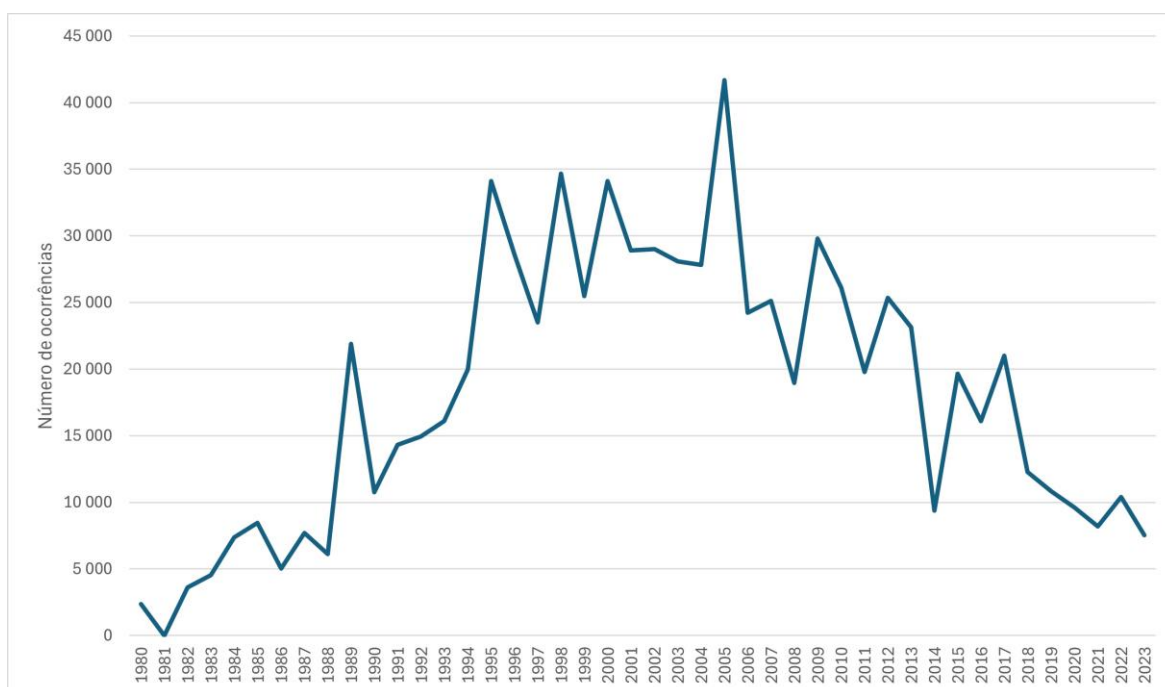


Gráfico 1 - Número de ocorrências entre 1980 e 2023 (Fonte: Pordata)

Sobre o total de área ardida (tabela 2 e figura 1), os valores são sempre minimamente estáveis, contudo podemos destacar dois cenários, os anos em que a área ardida foi superior a 100 000 hectares, tais como 1985, 1989, 1990, 1991, 1995, 1998, 2000, 2001, 2002, 2004, 2010, 2012, 2013, 2016 e 2022. E, por outro lado, os anos em que a área ardida atingiu valores recorde, com registos que ultrapassam os 300 000 hectares e 400 000 hectares, como nos anos 2005 e 2003, respetivamente. O ano de 2017, foi o ano onde foram alcançados os valores mais altos, chegando a ultrapassar os 500 000 hectares de área ardida.

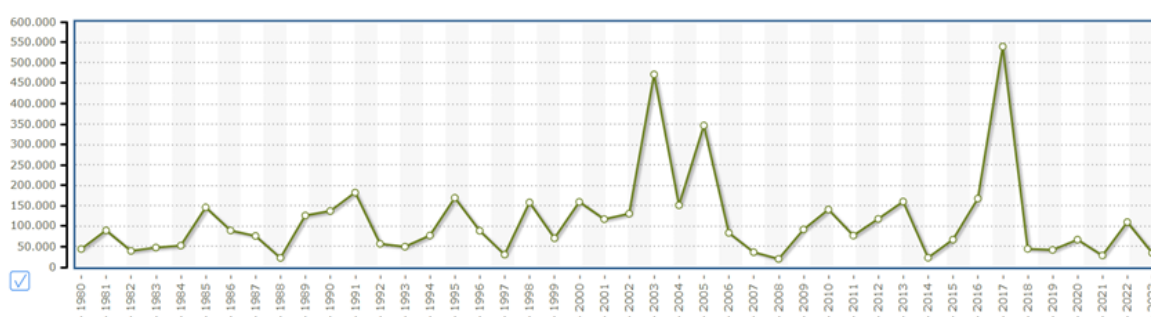


Figura 1 - Área ardida em Portugal entre 1980 e 2023 (Fonte: Pordata)

Tabela 2 - Área ardida (Fonte: Pordata)

Ano	Área ardida (ha)	Ano	Área ardida (ha)
1980	44 251	2002	130 849
1981	89 798	2003	471 750
1982	39 556	2004	151 370
1983	47 813	2005	346 718
1984	52 710	2006	83 706
1985	146 254	2007	36 413
1986	89 522	2008	19 897
1987	76 269	2009	92 126
1988	22 434	2010	140 953
1989	126 237	2011	77 104
1990	137 252	2012	117 985
1991	182 486	2013	160 388
1992	57 011	2014	22 820
1993	49 963	2015	67 200
1994	77 323	2016	167 807
1995	169 612	2017	539 921
1996	88 867	2018	44 578
1997	30 535	2019	42 084
1998	158 368	2020	67 170
1999	70 613	2021	28 360
2000	159 605	2022	110 097
2001	117 420	2023	34 509

Posto isto, podemos verificar uma tendência de aumento no número de ocorrências e na área queimada, podendo estar relacionada com as alterações demográficas, abandono das áreas rurais e conseqüente desinteresse na manutenção dos espaços agrícolas e florestais. Além disto, as alterações climáticas aqui também têm um papel significativo, uma vez que se tem verificado épocas de incêndios mais longas e intensas, influenciando a ignição e propagação dos incêndios.

Um dos piores anos ao nível de incêndios rurais e área ardida foi o ano de 2017, visto que Portugal apresentou vários dias onde o perigo de incêndio foi extremo, derivado dos ventos fortes e da exposição a ar quente e seco proveniente do norte de África. Este cenário foi intensificado pelo furacão Ophelia, que originou períodos de tempo atmosférico com temperaturas elevadas, baixa humidade do ar e ventos muito fortes, potenciando assim a ocorrência de incêndios rurais (Jornal Público, 2018).

Em resposta a este flagelo que continua a ser os incêndios rurais, houve um forte investimento onde foram criadas diversas medidas ao nível do planeamento, gestão e manobra. Algumas dessas medidas foram, a criação de equipas especializadas de uso de fogo, a criação de faixas de segurança em espaços florestais considerados suscetíveis de incêndios rurais e o aumento do dispositivo do combate aos incêndios rurais com o reforço de efetivos tanto dos Bombeiros, Força Especial de Proteção Civil (FEPC) e Unidades de Emergência de Proteção e Socorro (UEPS). De ressaltar que, ao nível municipal e em resposta aos acontecimentos trágicos de 2017, houve uma aposta em programas, como o Aldeias Seguras Pessoas Seguras, de modo a dotar as populações mais envelhecidas e isoladas de ferramentas, conhecimentos e procedimentos a utilizar em caso de situação de incêndio rural (Aldeias Seguras, Pessoas Seguras).

2.2. Alterações Climáticas – breve enquadramento

As alterações climáticas são um tema que tem vindo a ganhar ênfase, devido à preocupação das comunidades e das consequências nefastas que estas tem vindo a provocar para o ser humano e para o ambiente.

Esta problemática, sempre que era abordada nos artigos científicos ou em trabalhos de investigação, era associada às emissões dos gases com efeito de estufa (GEE). Isto, levou à elaboração de acordos e tratados a nível mundial, com o objetivo de baixar as emissões.

Posto isto, as alterações climáticas representam um dos maiores desafios atualmente. Embora já tenham sido aplicadas medidas para mitigar alguns dos seus impactos, é essencial que se arranjem medidas de adaptação, de forma a garantir um futuro mais sustentável. Neste sentido, é crucial o envolvimento dos governos, empresas e população em geral para contribuírem.

2.2.1. Causas

As causas das alterações climáticas podem ser divididas em naturais e humanas. Contudo, são os fatores humanos que, nos últimos anos, têm sido identificados como os principais responsáveis por estas mudanças (Lopes, 2023).

No que toca às causas naturais, os fenómenos que libertam grandes quantidades de gases, como o dióxido de enxofre, como é o caso das erupções vulcânicas, afetam a atmosfera e, conseqüentemente, a temperatura global. Além disto, também os fenómenos naturais causam oscilações climáticas naturais, isto é, causam variações temporárias e significativas.

Relativamente às causas antropogénicas, estas estão diretamente relacionadas com as emissões dos GEE para a atmosfera, que tem registado uma tendência de aumento. Os gases que são libertados através das atividades humanas, segundo o 6.º Relatório do IPCC sobre *Mitigation of Climate Change* (2022b), são o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e os gases fluorados (F-gases) (IPCC, 2022b).

O CO₂ está presente na utilização de combustíveis fósseis e quando estes estão em processo de queima, existe uma elevada quantidade libertada para a atmosfera. Além disso, também as mudanças no uso do solo, contribuem para o agravamento do efeito de estufa, através do desmatamento das florestas, da limpeza de terrenos agrícolas, da urbanização e os incêndios florestais, que alteram os padrões de absorção de carbono.

Sobre o metano, este é emitido por atividades ligadas à agricultura intensiva e pecuária através da decomposição de resíduos agrícolas, à produção e utilização de energia e à queima de biomassa.

As atividades agrícolas que recorrem ao uso de fertilizantes, são as principais responsáveis pela libertação de N₂O. Além disso, também a produção química e a queima de combustíveis fósseis geram óxido nitroso.

Por fim, os gases fluorados, estão presentes nos processos industriais, na refrigeração e no uso de produtos que incluem outro tipo de componentes, como o hidrofluorcarboneto (HFCs), perfluorcarboneto (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

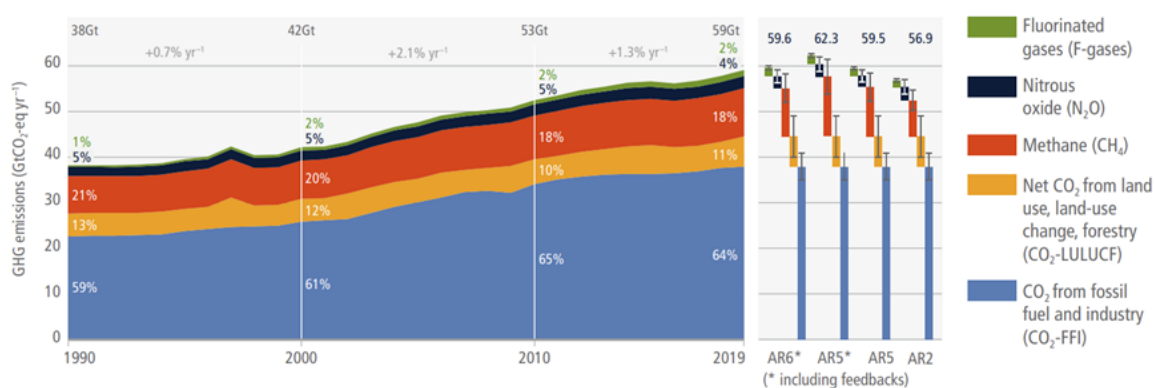


Figura 2 – Evolução global da emissão de GEE entre 1990 e 2019 (Fonte: IPCC, 2022b)

Todos os GEE mencionados têm registado um aumento gradual ao longo dos anos (figura 2). Destacamos o CO₂ libertado pelos combustíveis fósseis e pela atividade da indústria, seguindo-se da emissão do CH₄, provocado pelas atividades agrícolas e pecuária.

Focando nas emissões de CO₂, por serem as de maior quantidade, podemos dividir por atividades económicas (figura 3). A produção de eletricidade representa cerca 34% das emissões globais, uma vez que é provocada pela queima de combustíveis fósseis. De seguida, temos a indústria, com 24% das emissões também pela queima de combustíveis fósseis e pelos processos de transformação química, metalúrgica e mineral. Em terceiro lugar, a agricultura, silvicultura e outras mudanças no uso do solo com 22%. Depois, com 15%, o transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e marítimo e, por fim, com 6% os edifícios, isto é, as emissões que resultam da produção de energia local e da queima de combustíveis para o aquecimento dos edifícios e para atividades domésticas (IPCC, 2022b).

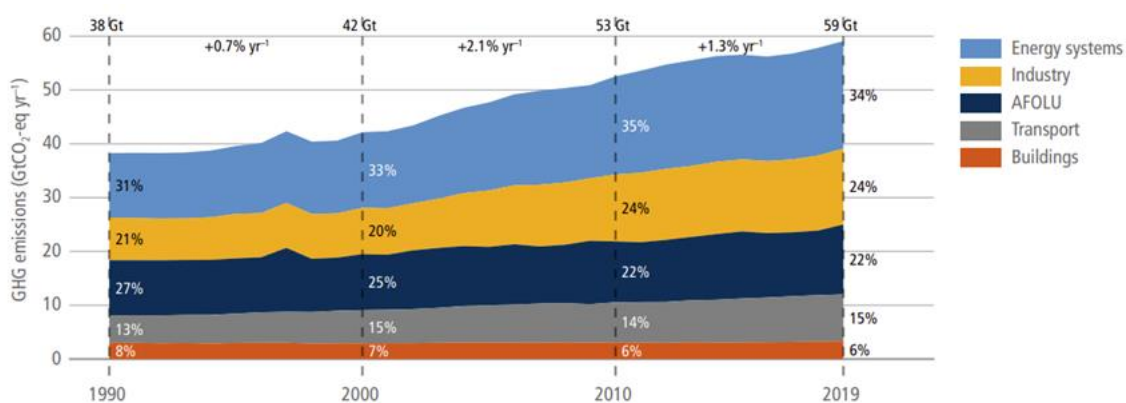


Figura 3 - Emissão de CO₂, por setor de atividade (Fonte: IPCC, 2022b)

2.2.2. Consequências e impactos

As consequências e impactos das alterações climáticas são variadas, no entanto, segundo o 6.º Relatório do IPCC (2022a), estas podem ser divididas em pontos fundamentais que vão ser abordados de forma sucinta, de seguida.

O primeiro ponto é sobre os ecossistemas e biodiversidade. Neste ponto, é referido no 6.º Relatório do IPCC (2022a) que a principal consequência das AC são as alterações da estrutura e resiliência dos ecossistemas. Isto, leva ao aumento de doenças e eventos de mortalidade de plantas e animais e,

consequentemente, a perda de habitat, uma vez que o aquecimento global da superfície reduziu o habitat térmico, tornando-os intoleráveis para determinadas espécies. Além disto, também houve registos de aumentos da frequência, intensidade e duração de fenómenos meteorológicos extremos, como seca, incêndios, ondas de calor, ciclones, inundações, entre outros, afetando a produtividade de diversos setores.

Os sistemas alimentares também sofrem impactos, no que toca à segurança alimentar. Com isto, quero dizer que os meios de subsistências são afetados, pois as atividades ligadas à agricultura, silvicultura e pescas são alvo de uma alteração na distribuição, área de cultivo e eventos biológicos que, posteriormente, vão afetar a qualidade dos alimentos e a estabilidade das colheiras (IPCC, 2022a).

Com o aumento da emissão de GEE e, em sequência, o aumento do aquecimento global da temperatura, levou ao aumento do nível médio do mar, devido ao derretimento dos glaciares. Além disso, no tema da água, as alterações nos padrões de precipitação, podem resultar na escassez de água potável e no aumento de doenças transmitidas pela água (IPCC, 2022a). Estes impactos, causam constrangimentos nas comunidades que dependem dos recursos hídricos, ampliando com as vulnerabilidades sociais.

A vertente da saúde e bem-estar também é um dos pontos abordados no 6.º Relatório do IPCC (2022a). Os principais tópicos explorados foram a saúde física e mental que são prejudicadas, o aumento da transmissão de doenças por insetos (malária, dengue, zika, etc.), de doenças associadas ao calor (desidratação, exaustão, etc.), de doenças respiratórias (asma, bronquite, etc.) e, como referido anteriormente, de doenças transmitidas pela água (cólera, etc.). Estes impactos e consequências estão associados às condições climáticas extremas e à perda e/ou redução de meios de subsistência.

Por causa dos desastres climáticos, o setor económico é significativamente afetado. Isto deve-se ao facto de haver um aumento dos custos associados às propriedades e infraestruturas que são danificadas, o que nos leva a outro ponto fundamental mencionado no 6.º Relatório do IPCC (2022a), que é a perturbação das infraestruturas e serviços essenciais (abastecimento e transporte de energia,

comunicações, etc.). Posto isto, há efeitos adversos nos fatores social e da produção, efeitos estes que são tao gravosos, visto que não foram suficientemente internalizados nas práticas de planeamento e orçamentação e no financiamento de adaptação.

Por fim, temos dois pontos que se correlacionam, a vulnerabilidade humana e a migração. No que concerne à vulnerabilidade, esta é uma consequência das AC, pois os modos de vida, a diversidade cultural e linguística são alvo de mudanças e, além disto, há um agravamento de conflitos, que lava a picos no preço de alimentos, perda de rendimentos e meios de subsistência. Isto, em conjunto com os impactos e as consequências mencionadas anteriormente, pode resultar na migração e deslocação de comunidades, originando os chamados Refugiados Climáticos (IPCC, 2022a).

No que toca a Portugal, segundo Antunes (2023), os impactos que atingem mais o nosso território são a erosão da linha de costa, os galgamentos costeiros nas áreas urbanas e, conseqüentemente, o seu alagamento, devido à subida do nível médio do mar. Associado também à subida da temperatura, temos a desertificação, sendo o sul do país mais afetado. Para além destas, também se tem verificado um “(...) aumento da frequência e intensidade das secas e das tempestades; a diminuição da produtividade agrícola e a dificuldade na manutenção de sistemas agrícolas (...)” (Antunes, 2023).

2.2.3. Tendências

As tendências referem-se a padrões e previsões das mudanças climáticas. Estas, são influenciadas pelas atividades humanas e pelos fatores naturais, nomeadamente pelo aumento das emissões de gases com efeito de estufa e, conseqüentemente, o aumento da temperatura da superfície global.

Segundo o 6.º Relatório do IPCC (2023), as mudanças na temperatura ligadas às alterações climáticas, afetam e irão afetar, a vida de três gerações nascidas em 1950, 1980 e 2020 (Figura 4). As projeções realizadas entre 2021 e 2100, podem variar consoante as emissões dos gases com efeito de estufa, ou seja, o futuro do aquecimento global está dependente do comportamento do ser

humano e das atividades que este pratica. Isto significa que o futuro também irá depender das políticas de mitigação implementadas pelos governos e do planeamento de adaptação.

Falando de valores mais concretos, a continuação das emissões de gases com efeito de estufa, vai fazer com que o aquecimento global aumente 1,5°C, em cenários ponderados com comportamentos adequados. Por outro lado, em cenários onde não haja um controlo das emissões, é provável que exceda o 1,5°C (IPCC, 2023).

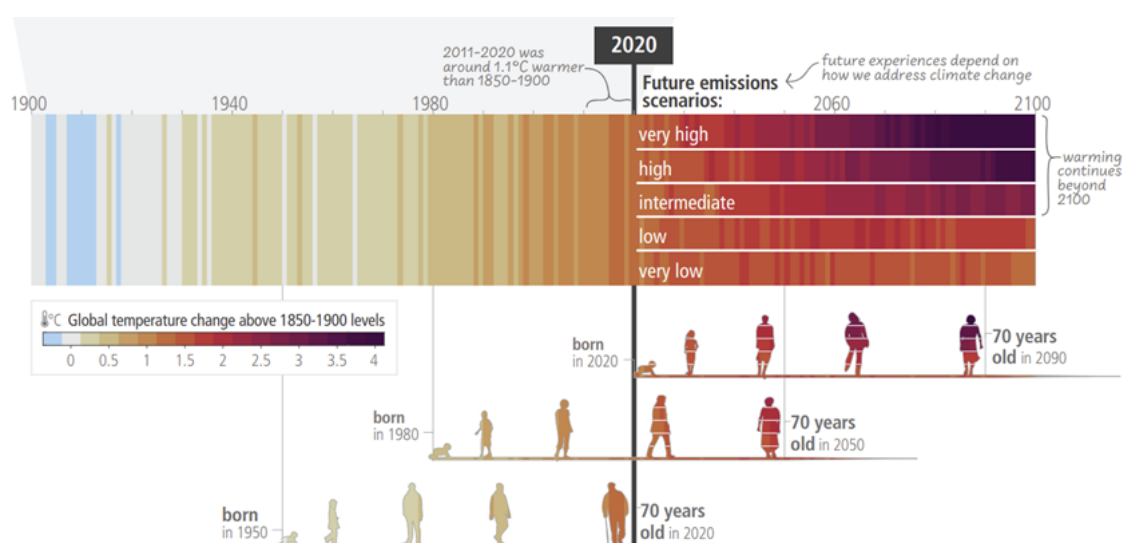


Figura 4 - Características observadas (1900-2020) e projeções futuras (2021-2100) (Fonte: IPCC, 2023)

Como referido anteriormente, o aumento do aquecimento global da superfície é a tendência mais evidente das alterações climáticas. Consoante o nível de aquecimento, o grau de risco irá depender das tendências de vulnerabilidade e exposição dos seres humanos e dos ecossistemas. A vulnerabilidade poderá ser influenciada por padrões passados, presentes e futuros e a exposição estará associada a fatores de desenvolvimento socioeconómico.

Algumas tendências das alterações climáticas mais abordadas, relacionadas com o aumento das emissões dos GEE e, conseqüentemente com o aumento da temperatura da superfície global (IPCC, 2023):

- Ondas de calor e secas mais frequentes – aumento da aridez e do clima de incêndio;
- Contínua subida do nível do mar – áreas costeiras de grande densidade populacional podem ficar submersas, causando danos significativos a infraestruturas e forçando migrações em massa;
- Intensificação de ciclones tropicais e tempestades extratropicais;
- Aumento das doenças relacionada com o calor e transmitidas pelos alimentos, pela água e pelos insetos;
- Diminuição da produção de alimentos – insegurança alimentar e instabilidade do abastecimento;
- Intensificação de eventos de precipitação e inundações.

2.3. Alterações Climáticas vs. Incêndios Rurais

O evoluir considerável das condições climatológicas em Portugal, reflete-se no aumento da temperatura média do ar, na diminuição da precipitação e no agravamento da seca severa. O ano de 2022 foi um ano onde se verificou alguns eventos extremos ao nível do vento, bem como de temperaturas altas e estes fatores contribuíram para uma diminuição acentuada dos valores de humidade do solo e do ar e por consequência um aumento do risco de incêndio, devido aos combustíveis estarem predispostos para a combustão.

Segundo Antunes (2023) e Lopes (2023), uma das tendências para Portugal é o aumento da vulnerabilidade aos incêndios florestais, sendo que a influência das ações humanas é a que tem tido mais impacto. Ou seja, com as atividades do ser humano, as mudanças climáticas têm vindo a agravar, uma vez que causam “(...) o aumento continuado da temperatura e a ocorrências de eventos meteorológicos extremos pontuais, como as secas prolongadas e as ondas de calor (...)” (Antunes, 2023).

Com este aumento da temperatura global da superfície aliado à redução da precipitação, temos assistido a eventos de clima muito quentes e secos. Por isto, a vegetação presente nos espaços florestais “(...) está cada vez mais disponível para arder e para suportar a propagação do fogo com implicações no aumento e gravidade dos incêndios florestais.” (Alves et al, 2023).

Também as alterações climáticas vão interferir no combate aos incêndios florestais, nomeadamente (Teles, 2023):

- Dificuldade de combate no ataque inicial;
- Maiores velocidades de propagação;
- Alterações repentinas na intensidade e direção do vento e, conseqüentemente, da direção, velocidade e comportamento do incêndio;
- Maior libertação de energia no incêndio;
- Aumento do número de projeções, numa fase inicial do incêndio;
- Maior dificuldade nas operações de rescaldo e consolidação.

2.3.1. Fatores que afetam o comportamento dos incêndios rurais

O comportamento dos incêndios rurais é um fator determinante, tanto para a gestão de ocorrência tanto para o nível estratégico, tático e de manobra. Os incêndios são dinâmicos visto que apresentam diferentes comportamentos, tais como comportamentos extremos e menos severos, afetados pelos fatores, topografia, combustíveis, condições meteorológicas e tempo, por isso é que são dinâmicos (Viegas, 2006).

Estes quatro fatores em conjunto, formam o chamado “Quadrado do fogo” (Viegas, 2006) (figura 5) e influenciam de forma significativa o comportamento e progressão dos incêndios rurais, visto que conseguem interagir entre si de modo a potenciar as condições favoráveis para a ocorrência de incêndios rurais de grandes dimensões.

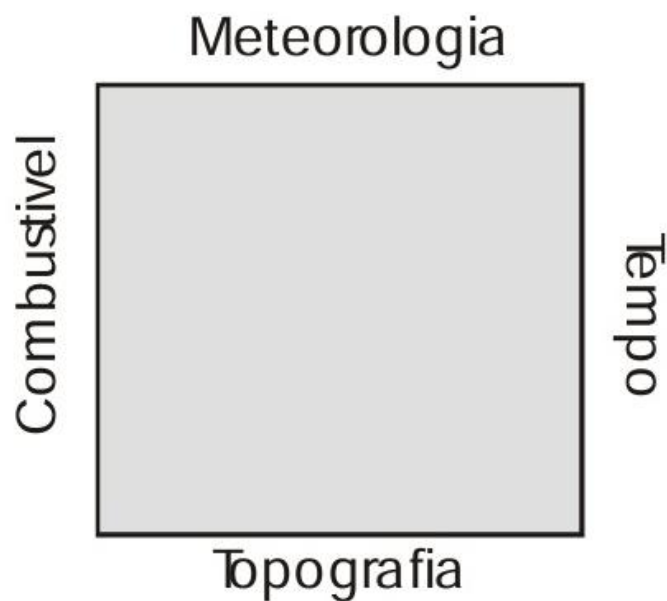


Figura 5 - Quadrado do fogo (Viegas, 2006)

- Topografia

A superfície terrestre possui diferentes propriedades e características físicas (naturais ou artificiais) consoante a sua localização. Algumas dessas características são altitude, formas do relevo, declives e exposição.

O território nacional, devido à sua localização geográfica é constituída por diferentes formas de relevo tais como planícies, planaltos, depressões e montanhas.

A topografia também vai influenciar outros fatores que estão relacionados com os incêndios, como o vento, a temperatura do ar, a humidade relativa, a precipitação, bem como as espécies de vegetação. Exemplo disso são os aglomerados florestais existentes nas diferentes regiões de Portugal, que são diferentes consoante altitude, declive e exposição.

Os declives e desfiladeiros, ao nível topográfico são fatores que influenciam de forma direta o comportamento do incêndio, visto que apresentam características muito próprias para a propagação. Isto significa que existe uma maior aproximação dos combustíveis às chamas, originando um pré-aquecimento dos mesmos através da radiação, potenciando assim um

aumento do comprimento de chamas e, conseqüentemente, favorecendo a passagem de um incêndio de superfície para incêndio de copa.

Incêndios em zonas de declive acentuado, vales encaixados ou desfiladeiros, potenciam a ocorrência de comportamento extremo de fogo, conhecido por efeito de chaminé, mas também designado por comportamento eruptivo. Este fenómeno ocorre através da formação de uma convecção muito forte que aumenta o potencial das chamas e aumenta de forma exponencial a velocidade do mesmo. Isto pode originar acidentes graves aos operacionais e às populações envolvidas, tanto no combate como na progressão do incêndio.

- Combustíveis

O território português tem uma ocupação de 70% de florestas e matos, o que equivale a cerca de 6 000 000 hectares, e a espécie com maior representatividade é o eucalipto (ICNF).



Figura 6 - Uso do solo em Portugal (Fonte: ICNF, 2021)

Toda a matéria vegetal que pode entrar em ignição e assim permitir a propagação de um incêndio florestal é designado combustível florestal (Castro et al., 2006). Este tem determinadas características e propriedades que vão ditar o comportamento do incêndio.

Os combustíveis florestais apresentam uma classificação baseada no seu estado vegetativo, no seu estrato e pela sua dimensão. O estado vegetativo dos combustíveis permite aferir se estamos na presença de combustíveis

mortos ou vivos. Esta classificação tem especial importância pois podemos verificar a capacidade que um combustível possui para variar o seu teor de humidade e para reagir às diferentes variações meteorológicas. O estrato dos combustíveis está diretamente ligado à propagação dos incêndios rurais, uma vez que podemos determinar o tipo de propagação do incêndio. A título de exemplo, os combustíveis aéreos, de superfície e de solo, têm diferentes estratos e, consoante as suas características, é possível afirmarmos se estamos na presença de incêndios subterrâneos, de superfície, de copas ou de projeção. As dimensões dos combustíveis afetam o desenvolvimento da combustão e comportamento do fogo. Os combustíveis são classificados de acordo com a dimensão, da seguinte forma: finos < 6mm de diâmetro, miúdos 6mm a 25 mm, médios 25 mm a 75mm e grossos > 75mm (Viegas, 2023).

Para além das características anteriormente identificadas, os combustíveis florestais possuem propriedades que também podem influenciar o comportamento do incêndio, tais como as propriedades das partículas combustíveis (forma e dimensão, composição química, inflamabilidade, teor de humidade e densidade) e as propriedades do leito de combustível (carga do combustível, altura do combustível, compactação e porosidade, continuidade e combustibilidade). Esta última propriedade pode definir a continuidade ou descontinuidade (vertical e horizontal) que influencia de forma direta a propagação do incêndio (Viegas, 2023).

- Elementos Meteorológicos

Existem alguns fatores que afetam de forma relevante o comportamento dos incêndios, mas as condições meteorológicas podem afetar de forma significativa os incêndios rurais, tanto ao nível da sua propagação bem como as estratégias a adotar no decorrer da ocorrência.

Os principais elementos meteorológicos que favorecem a ignição/eclosão dos incêndios são: temperatura, humidade relativa e o vento. Para além destes elementos existem outros que influenciam igualmente o

desenvolvimento do mesmo, tais como: precipitação e estabilidade da atmosfera.

A temperatura apresenta um conjunto de variações ao nível global, local e diária. Estas variações ocorrem essencialmente em dois ciclos: diurno e noturno. O ciclo diurno assume um papel mais relevante na ignição/eclosão dos incêndios rurais, visto que a evolução do incêndio pode ser resultado da radiação solar, mas pode também ser afetada pelas diferentes massas de ar quentes ou frias. Assim sendo, este ciclo causa temperaturas mais elevadas que, por consequência secam de forma significativa os combustíveis florestais, potenciando os mesmos para a combustão (AGIF, 2020).

A humidade relativa (HR) é a relação em percentagem entre a quantidade de vapor de água existente no ar em relação à quantidade necessária para saturar o ambiente à mesma temperatura. Este elemento meteorológico influencia diretamente os combustíveis, visto que quanto menor for a HR, menor será o teor de humidade dos combustíveis, pois o ar encontra-se mais seco. Como a temperatura, a HR possui dois ciclos: diurno e noturno. No ciclo diurno, em conjunto com as temperaturas elevadas, o ar fica mais seco, fazendo diminuir o teor de humidade dos combustíveis, enquanto no ciclo noturno verificam-se temperaturas mais baixas, tornando o ar mais frio, aumento assim o teor de humidade dos combustíveis (Alves et al., 2023).

O vento, devido à sua variabilidade num curto espaço de tempo assume-se como um parâmetro determinante nos incêndios rurais, dado que este movimento de ar pode ocorrer em diferentes direções e intensidades. Os ventos associados à circulação atmosférica geral, apresentam intensidades moderadas a fortes, maioritariamente constantes e com um rumo bem definido. Em Portugal, os ventos predominantes são provenientes do quadrante oeste e geralmente apresentam-se como húmidos, devido à sua trajetória sobre o atlântico. Inclusivamente, no nosso território existem ventos planetários e ventos locais que se desenvolvem como brisas: vale, montanha, marítima e terrestre (Alves et al., 2023).

- Tempo Cronológico

Segundo Viegas (2006), para além dos condicionantes mencionados anteriormente, o fator tempo é igualmente fundamental quando abordamos o comportamento do fogo. Esta variável “(...) intervém de uma forma explícita no comportamento de um incêndio.” (Viegas, 2006), pois temos de nos lembrar que o evento estudado é um processo dinâmico e as suas características vão mudando ao longo do tempo.

Assim sendo, devemos olhar para os incêndios e para a sua evolução, de outra forma, pois acrescentamos o fator tempo, que influência as características de propagação que vão evoluindo e alterando ao longo do tempo, originando o quadrado de fogo.

Os incêndios rurais, devido à sua natureza dinâmica, vão evoluindo em diversas fases (figura 7) desde a sua ignição à sua conclusão. Isto é, com o fator tempo, existe a possibilidade de um incêndio se tornar num grande incêndio, aliado aos outros fatores que afetam o comportamento de fogo, mencionados anteriormente.

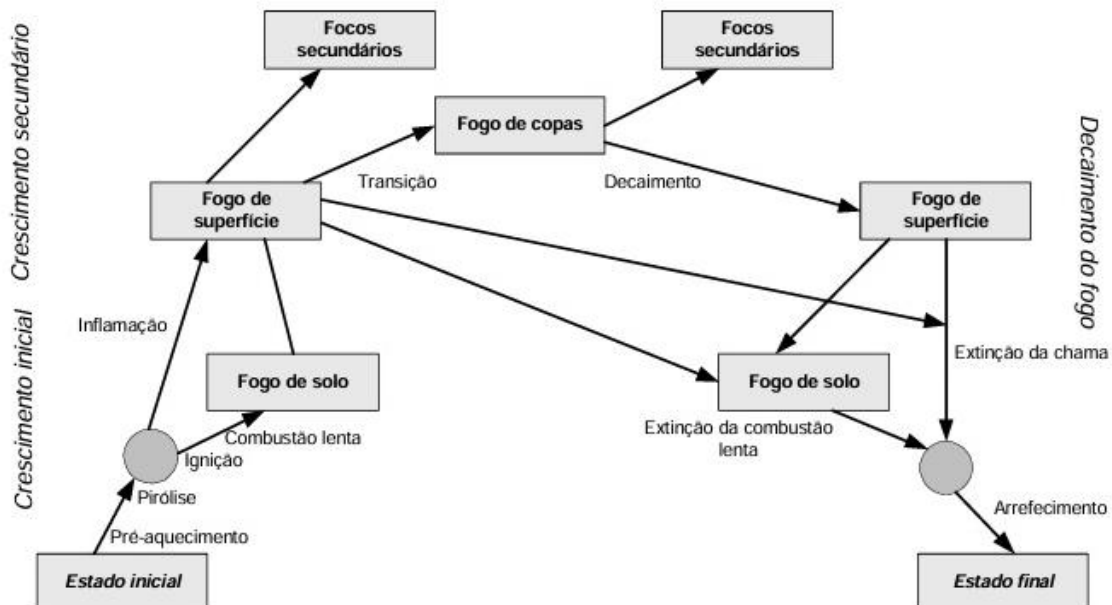


Figura 7 - Fases da evolução do fogo (Viegas, 2006)

2.3.2. Índice Meteorológico de Incêndio – Fire Weather Index (FWI)

O risco de incêndio é definido pela conjugação de fatores constantes, como os combustíveis e o relevo, e fatores variáveis como as condições meteorológicas que influenciam de forma significativa o comportamento, propagação e o próprio combate aos incêndios (Cheney & Gould, 1995).

Portugal, desde 1998, adotou o Índice Meteorológico de Incêndio do Sistema Canadano (Canadian Forest Fire Weayher Index System, CFFWIS), denominado de FWI – Fire Weather Index. Segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), este índice integra seis sub-índices (tabela 3) que têm como objetivo integrar várias variáveis. como os efeitos da humidade do combustível e do vento no comportamento do fogo (figura 6).

Estes índices são calculados com base em valores de temperatura e humidade relativa do ar, intensidade do vento e precipitação acumulada. O Índice de Humidade dos Combustíveis Finos (FFMC), o Índice de Humidade da Camada Orgânica (DMC) e o Índice de Seca (DC), caracterizam o teor médio de humidade do combustível no solo. A estes juntamos os efeitos do vento, que permitem caracterizar a taxa de propagação do fogo (ISI). Os dois restantes índices representam o combustível disponível para a combustão (BUI) e a intensidade do fogo frontal (FWI). O aumento de cada um destes componentes corresponde a um aumento de perigo de fogo (IPMA).

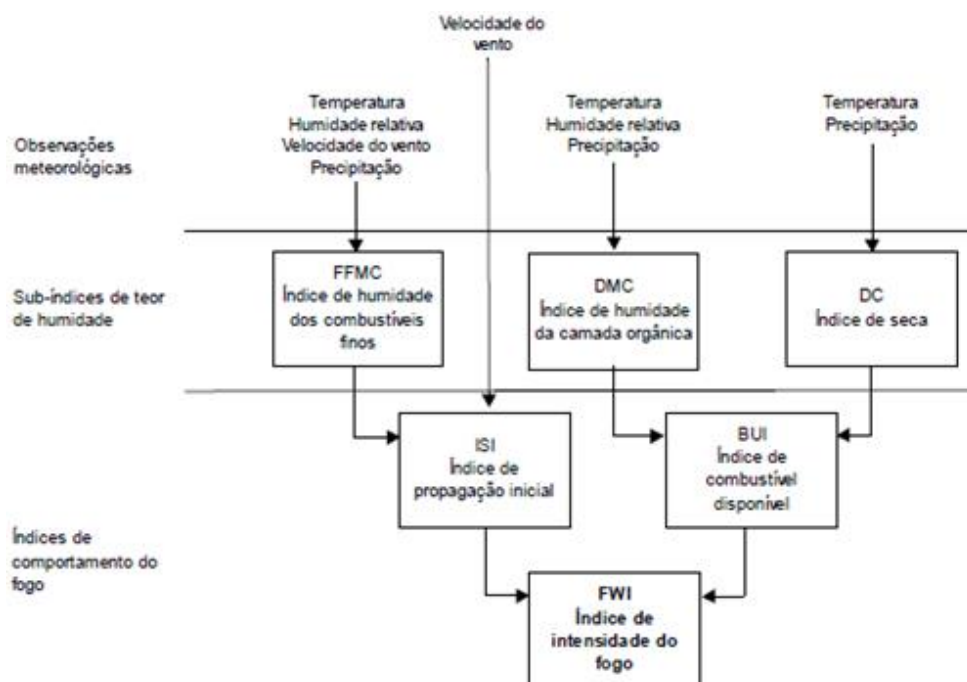


Figura 8 - Estrutura do FWI (Fonte: IPMA)

Tabela 3 - Índices do FWI (Fonte: IPMA)

Determinação	Descrição
FFMC	Representa o teor de humidade dos combustíveis finos mortos na camada superficial e reflete as condições meteorológicas nos últimos 2 a 3 dias; Indicador da facilidade de ignição e de incidência de focos secundários.
DMC	Representa o teor de humidade dos combustíveis médios mortos; Indicador da facilidade de eliminação do combustível.
DC	Representa o teor de humidade dos combustíveis grossos mortos; Indicador da necessidade de rescaldo, de potencial reacendimento e de fogo subterrâneo.
ISI	Resulta da combinação do FFMC e da intensidade do vento, representando a velocidade inicial de progressão do fogo; Indicador da dimensão potencial dos incêndios e conseqüentemente da rapidez e quantidade de meios a acionar.
BUI	Resulta da combinação do DMC e do DC, representando a quantidade total de combustíveis disponível para propagação do fogo.
FWI	Representa a intensidade da frente de fogo, definida como a libertação de energia por unidade de comprimento da frente de chamas. Pode indicar o tipo de meios a utilizar, uma vez que a eficácia destes meios é ditada pela intensidade do fogo.

Tabela 4 - Classes do FWI (Fonte: IPMA)

Intervalo	Classes	Descrição
FWI < 8,2	Perigo Baixo ou Reduzido	Fogo de superfície
8,2 < FWI < 17,2	Perigo Moderado	
17,2 < FWI < 24,6	Perigo Elevado	Fogo de elevada intensidade com fogo de copas
24,6 < FWI < 38,3	Perigo Muito Elevado	
38,3 < FWI < 50,1	Perigo Máximo	Fogo de extrema intensidade com fogos de copas ativos, focos secundários muito prováveis e elevada dificuldade de controlo do incêndio
50,1 < FWI < 64	Perigo Extremo	Fogo de excecional intensidade com extrema dificuldade de controlo do incêndio.
FWI > 64	Perigo Excecional	

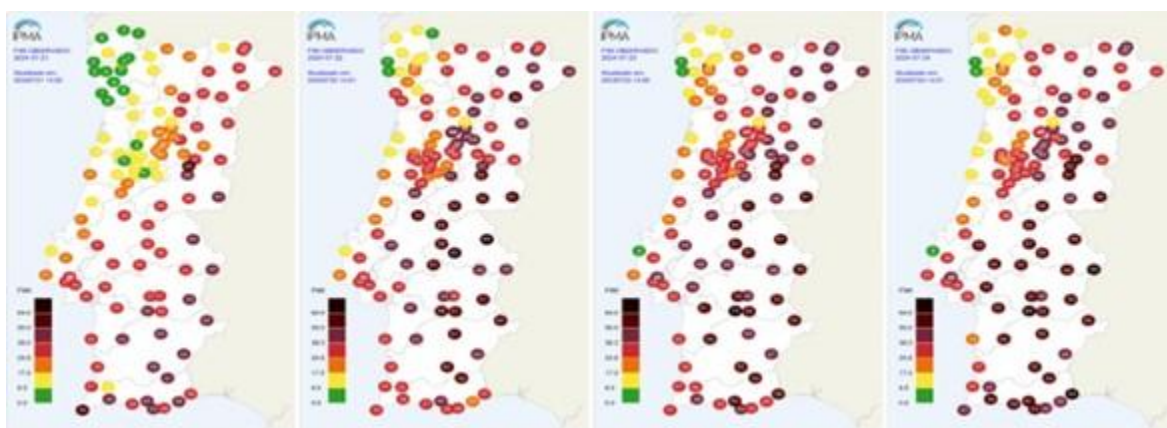


Figura 9 – Exemplo de um FWI Diário (Fonte: IPMA)

3. Caracterização da área de estudo

3.1. Enquadramento geográfico

Albergaria-a-Velha (figura 8), é um município da NUT II da Região Centro, mais especificamente insere-se na NUT III da Comunidade Intermunicipal da Região de Aveiro. Este concelho, é delimitado a norte pelo concelho de Oliveira de Azeméis, a sul pelo concelho de Águeda, a poente (oeste) pelos concelhos de Aveiro e Estarreja e a nascente (este) pelo concelho de Sever de Vouga.

Administrativamente, o município subdivide-se em seis freguesias: União de Freguesias de Albergaria-a-Velha e Valmaior, Freguesia de Alquerubim, Freguesia de Angeja, Freguesia da Branca, Freguesia de Ribeira de Fráguas e a União de Freguesias de São João de Loure e Frossos.

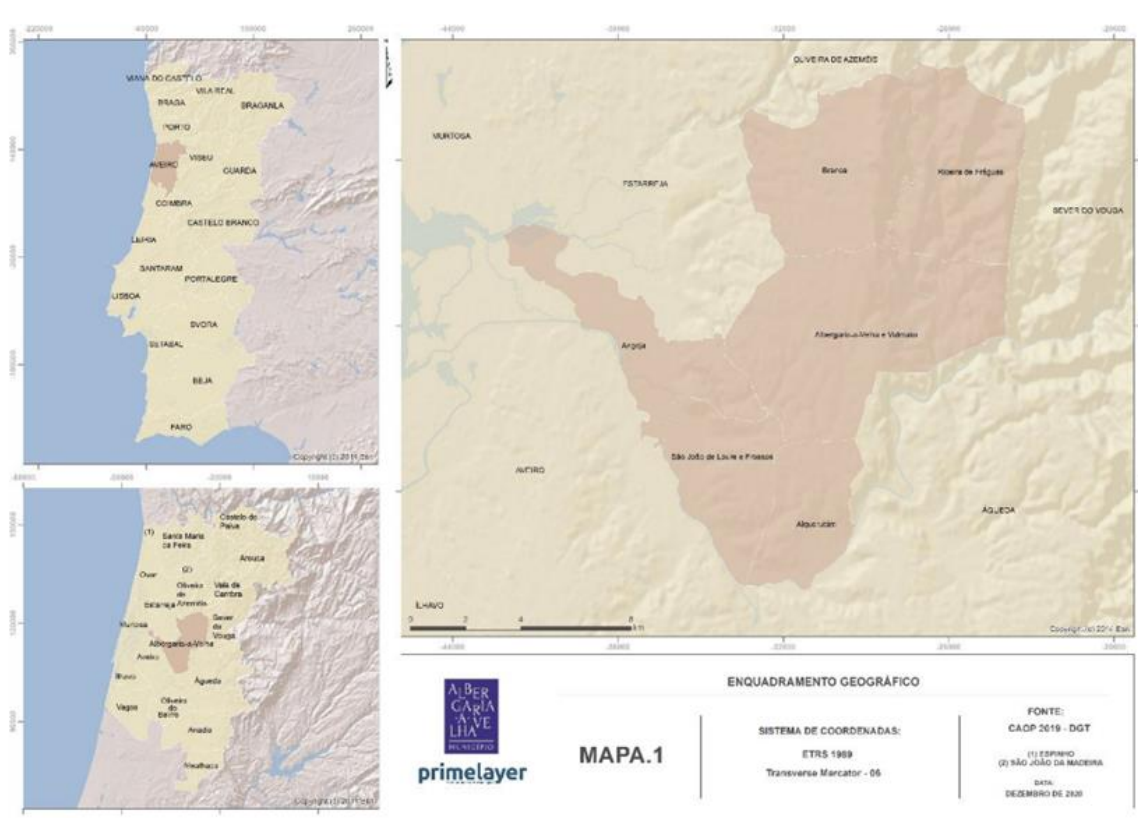


Figura 10 - Enquadramento geográfico (Fonte: PMDFCI)

3.2. Caracterização física

3.2.1. Hipsometria

Esta questão é importante ser esclarecida, uma vez que a sua variação vai ter influência nos incêndios. Ou seja, a orografia de um território, em conjunto com as condições meteorológicas, a exposição dos combustíveis, são fatores essenciais no que toca à progressão e combate do incêndio.

Este concelho apresenta duas zonas distintas, campo/serra (figura 9). Segundo o Plano Municipal de Defesa da Floresta contra Incêndios (PMDFCI), a área do campo situa-se a oeste e é caracterizada por altitudes mais suaves, ao contrário da zona de serra, a nordeste, que apresenta altitudes mais acentuadas, que podem variar entre os 200m e os 425m.

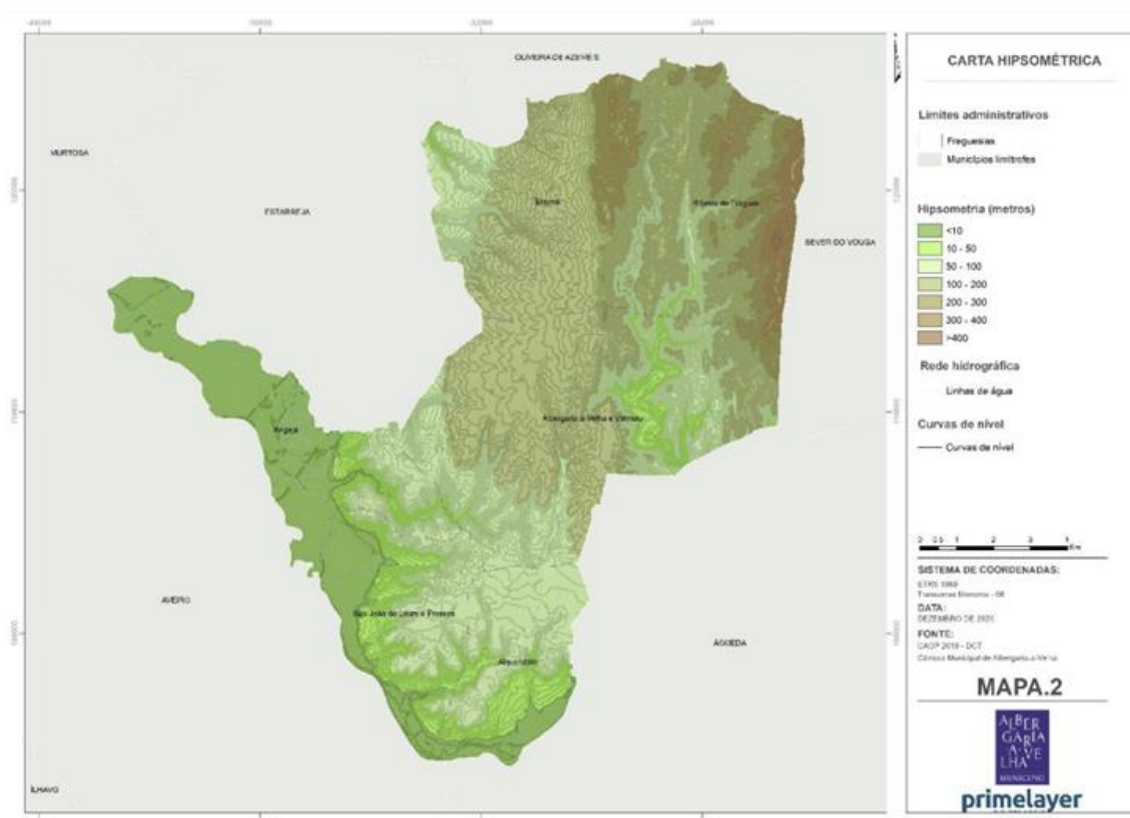


Figura 11 - Hipsometria (Fonte: PMDFCI)

3.2.2. Declives

Os declives, tal como a hipsometria, têm interferência na forma como os incêndios se propagam, nomeadamente é determinante para a velocidade de propagação do fogo.

Conforme a figura 10, os declives com menor expressão, estão no sul e oeste do concelho. É aqui, onde está localizada a maioria da população bem como os setores de atividade, tais como serviços, comércio e a atividade agrícola. A este deste município, estão os declives mais acentuados, onde se encontra uma mancha florestal densa.

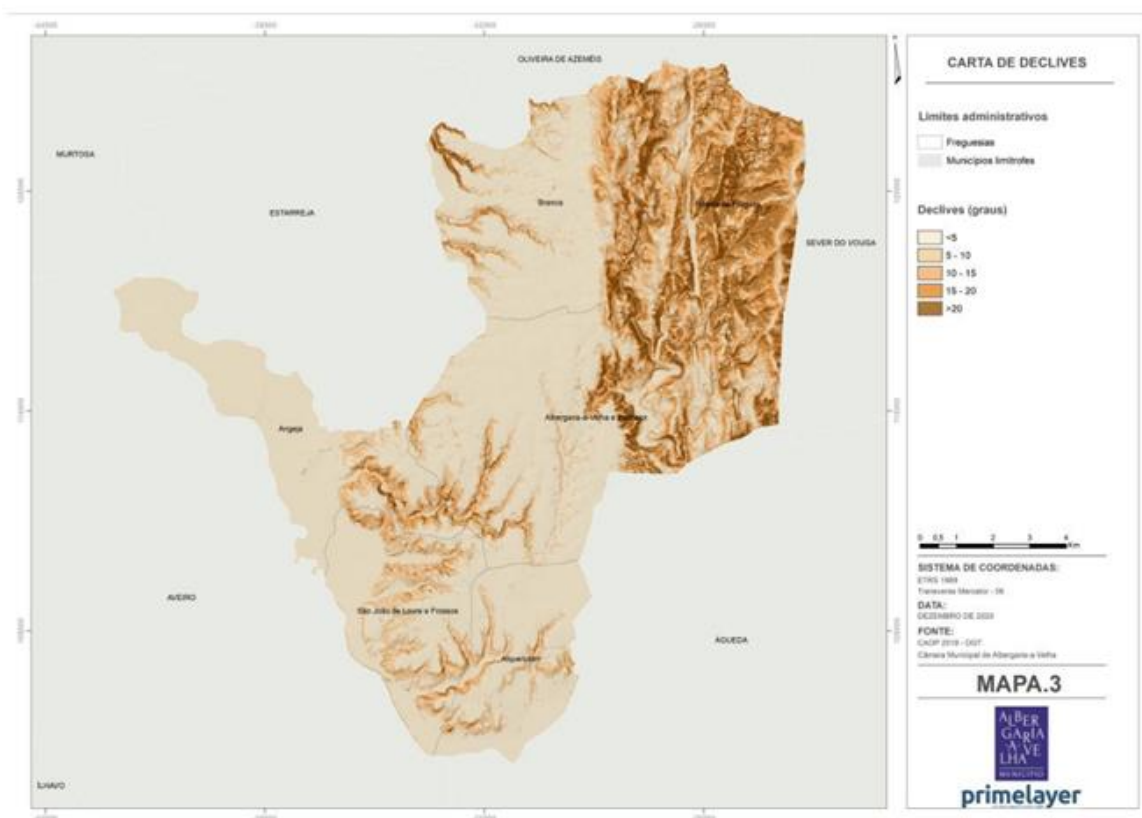


Figura 12 - Declives (Fonte: PMDFCI)

3.2.3. Exposição

As vertentes do município de Albergaria-a-Velha, são predominantemente viradas a oeste (figura 11). Estas são influenciadas pela proximidade ao oceano, o que significa que os níveis de humidade serão mais elevados e são também afetadas por ventos de noroeste.

A exposição a sul deste concelho, ao contrário da anterior, já apresenta níveis de humidade mais reduzidos, o que torna as vertentes mais secas, facilitando a propagação dos incêndios. Além disto, ainda existem as zonas que são planas, isto é que não tem exposição. Há a ausência de diversos fatores, como é o caso do vento, o que torna a progressão do incêndio mais lenta e o combate às chamas mais fácil e rápido.

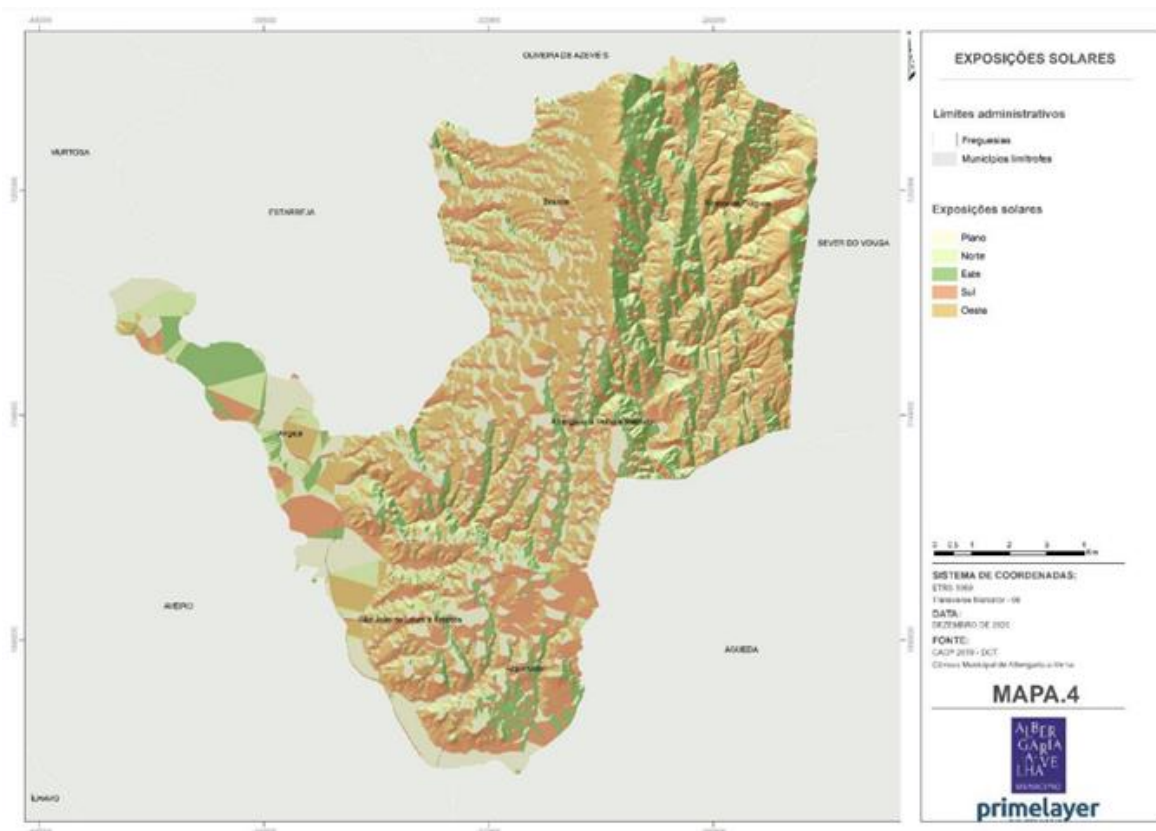


Figura 13 - Exposição (Fonte: PMDFCI)

3.2.4. Hidrografia

O município de Albergaria-a-Velha, está inserido nas bacias hidrográficas dos rios Caima e Vouga. Deste modo, a hidrografia de Albergaria-a-Velha (figura 12) é caracterizada por uma rede densa, sobretudo nas áreas de menor declive, e constituída por diversas linhas de água permanentes e não permanentes.

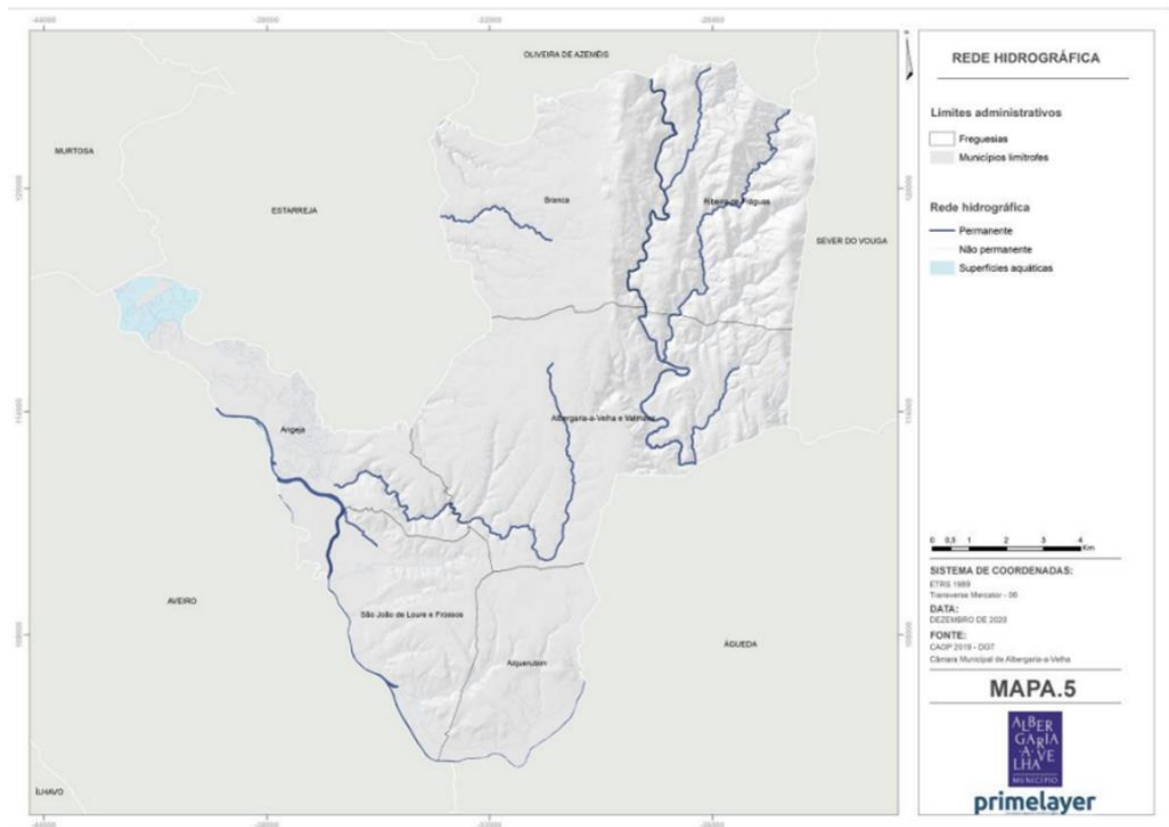


Figura 14 - Hidrografia (Fonte: PMDFCI)

3.2.5. Ocupação do solo

O município de Albergaria-a-Velha é predominantemente ocupado por área florestal, como é visível na figura 13 e na tabela 5, estando mais presentes a nascente, onde igualmente os níveis de hipsometria são mais elevados e os declives são mais acentuados. Esta classe, segundo o PMDFCI (2021-2030), representa cerca de 63% da superfície total do município. Contrariamente, na zona oeste do município, é onde estão localizadas as áreas de agricultura, onde os níveis de hipsometria são baixos e os declives tem menos expressão.

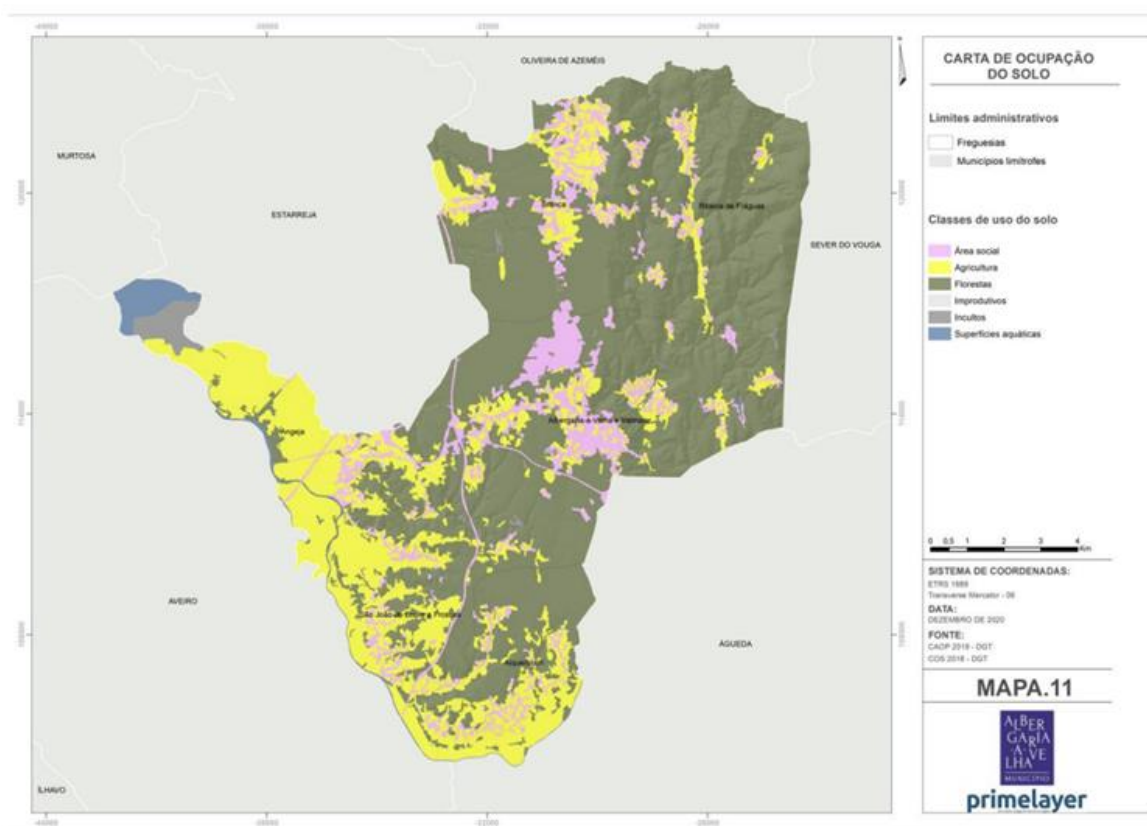


Figura 15 - Ocupação do solo (Fonte: PMDFCI)

Tabela 5 - Tipo de ocupação do solo em hectares (Fonte: PMDFCI)

Tipo de ocupação do solo	Hectares
Agricultura	3834,48
Áreas sociais	1607,11
Floresta	9995,66
Improdutivos	1,85
Incultos	200,51
Superfícies aquáticas	242,89

3.3. Caracterização climática

Esta caracterização é baseada nos valores das normais climatológicas correspondentes ao período de 1971-200 e 1981-2010, relativos à estação meteorológica de Aveiro, uma vez que é a estação mais próxima do município e apresenta características idênticas.

De uma forma geral, o posicionamento do concelho e as suas características, confere-lhe segundo a classificação climática de Köppen um clima do tipo mediterrânico temperado, com influência do oceano atlântico a oeste. Assim sendo, temos verões quentes e secos e invernos húmidos e suaves.

3.3.1. Temperatura

A temperatura é um dos vértices que afeta diretamente o risco de incêndio rural, uma vez que temperaturas elevadas provocam a secagem dos combustíveis, aumentando assim a probabilidade de ignição e propagação.

O município, apresenta uma temperatura média anual de 15,5°C (tabela 7 e gráfico 1). Os meses mais quentes ocorrem durante os meses de junho, julho, agosto e setembro, que coincide com o período do verão e com temperaturas máximas diárias superiores a 35°C. Contrariamente, os meses mais frios são janeiro, fevereiro e dezembro, onde as temperaturas máximas diárias não atingem os 10°C.

Tabela 7 - Valores mensais de temperatura (Fonte: IPMA)

	Ja	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Ou	No	De	Ano
Temperatura Média	10,4	11,4	13,3	14,3	16,3	18,9	20,1	20,3	19,5	17,4	13,6	11,4	15,5
Temperatura Máxima	14,4	15,4	17,5	18,2	20,2	22,8	24,1	24,4	23,7	21	17,4	15,1	19,5
Temperatura Mínima	6,3	7,3	9,1	10,3	12,5	15,1	16,1	16,2	15,2	12,9	9,9	7,7	11,5
Valor Máxima Diária	21,5	25	28,9	32,5	36,5	37,6	39,3	38,1	35,1	33,5	26	24	39,3

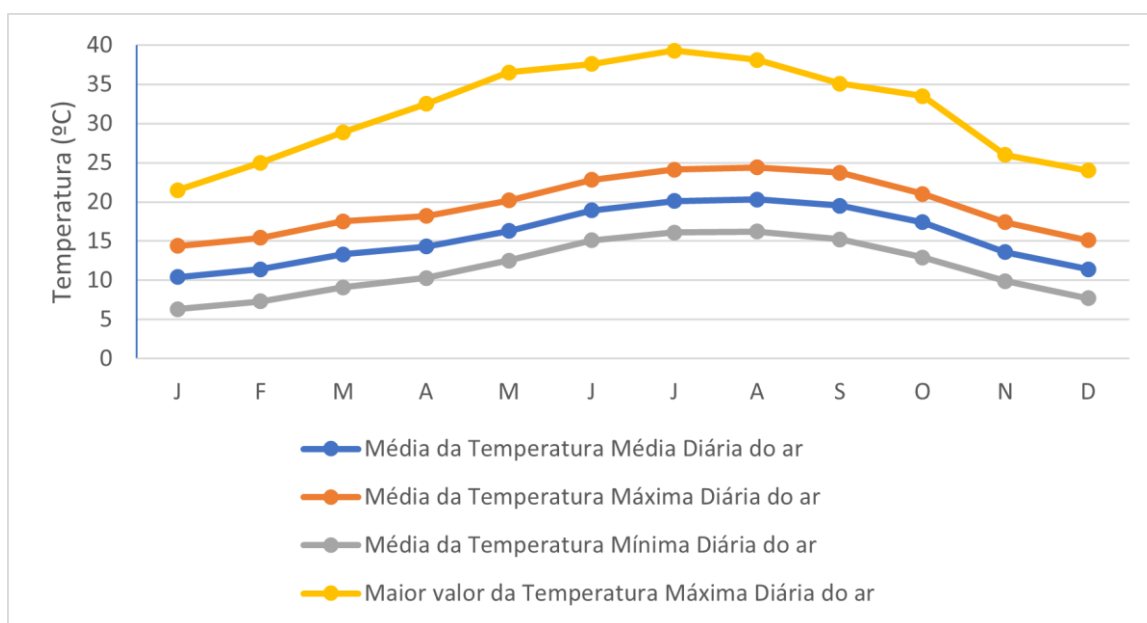


Gráfico 2 - Valores mensais de temperatura (Fonte: IPMA)

3.3.2. Precipitação

No que diz respeito à precipitação (tabela 8 e gráfico 2), o município é caracterizado por um período dito seco, como é o caso dos meses de julho e agosto que apresentam níveis muito baixos de precipitação. Por outro lado, os meses em que foram registados níveis mais elevados de precipitação foram outubro, novembro e dezembro.

Tabela 8 - Valores de precipitação mensais (Fonte: IPMA)

	Ja	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Ou	No	De
Média de Precipitação Total (mm)	119,8	87,5	67,2	91,2	74,9	29,2	13,5	19,3	49,3	129,3	128,3	134,5
Maior valor de Precipitação	52,8	51	58,5	88	54	57	38	39,8	79	64,4	68,6	81,2

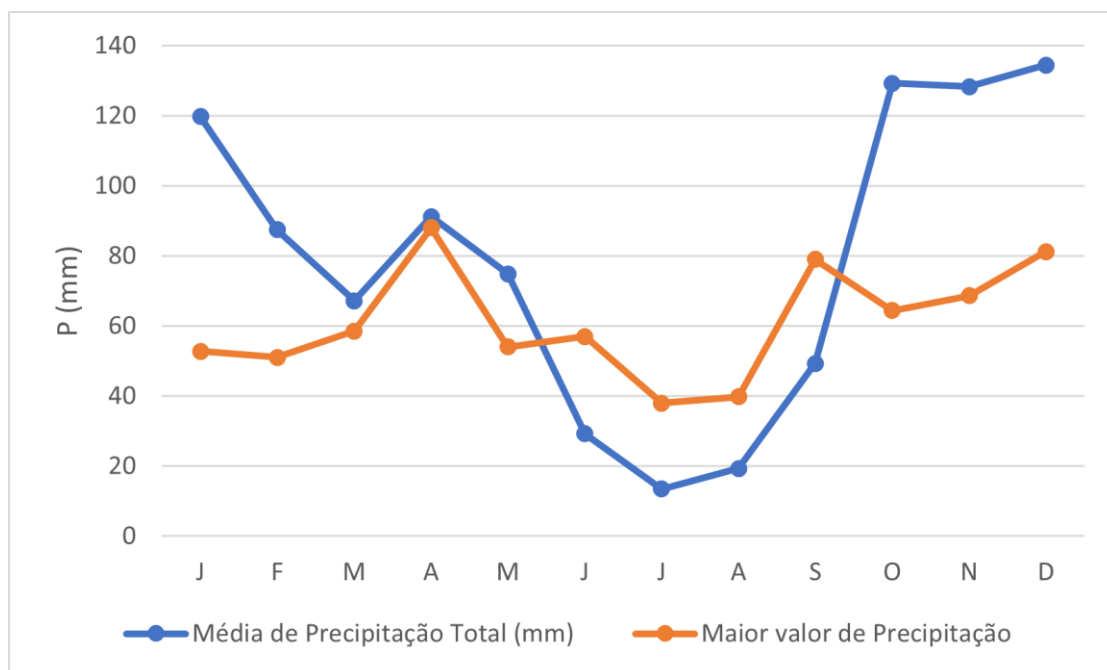


Gráfico 3 - Valores de precipitação mensais (Fonte: IPMA)

3.3.3. Humidade relativa

Albergaria-a-Velha, apresenta valores de humidade relativa do ar às 9 horas (tabela 9 e gráfico 3), ao longo do ano, bastante estáveis, ou seja, sem grandes variações. Contudo, nos meses março, abril, maio e junho a HR às 9h é mais baixa.

Tabela 9 - Valores médios da humidade relativa (Fonte: IPMA)

	Ja	Fe	Ma	Ab	Ma	Ju	Ju	Ag	Se	Ou	No	De
Humidade Relativa (%)	82	81	76	76	77	77	79	80	81	81	83	83

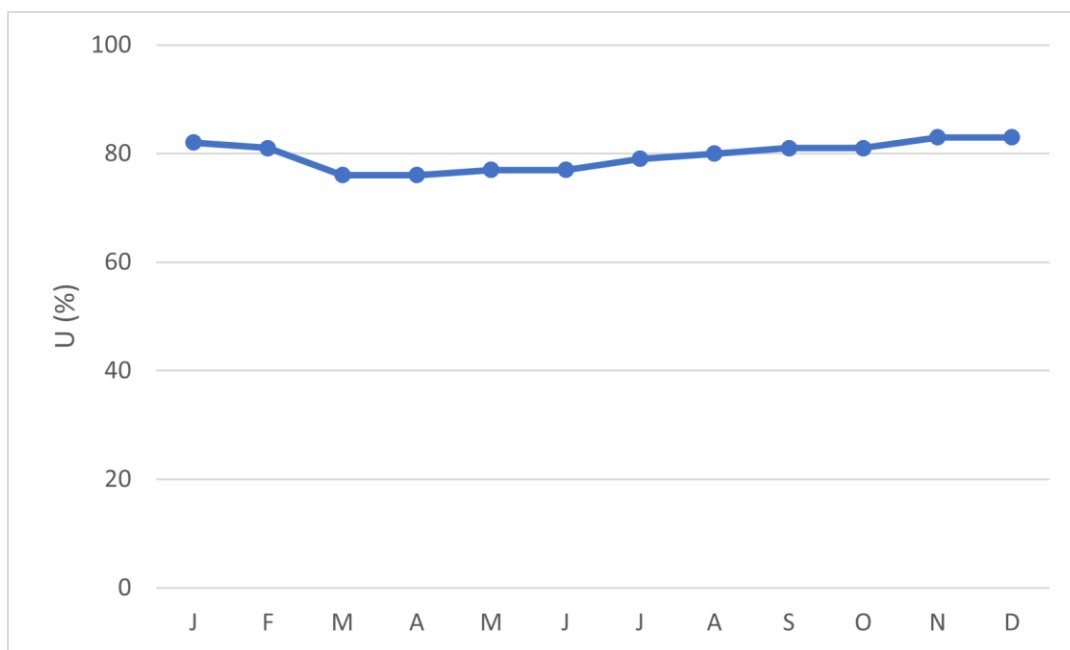


Gráfico 4 - Valores médios da humidade relativa (Fonte: IPMA)

3.3.4. Vento

Os ventos predominantes (tabela 10) no município, têm uma direção noroeste, seguindo-se os de sudoeste e de este. É nestes quadrantes que os ventos costumam ser, com poucas variações. Estes quadrantes também são aqueles que apresentam uma velocidade média mais elevada, nomeadamente do quadrante do Noroeste com 15,8km/h.

Tabela 10 - Velocidade média do vento (Fonte: PMDFCI)

	Velocidade média por rumo (km/h) e por mês							
	Norte	nordeste	este	sudeste	sul	sudoeste	este	noroeste
Já	9	8,2	9,9	9,2	11,3	13,6	15,8	12,8
Fe	10	8,1	10,4	9,4	11	14,8	16,9	17,1
Ma	12,1	12	11,7	9,6	11,1	13,5	14,9	17,7
Ab	14,8	13,1	12,7	10,6	11,3	14,2	15,2	18,4
Ma	12,7	14	11	12,4	10,9	13,9	12,5	17,4
Ju	11,7	12,5	12,5	10,7	9,5	10,9	11,5	16,1
Ju	12,1	14,3	13,1	8,2	7,3	9,9	10,8	16,3
Ag	13,4	11,2	9,4	7,2	7,4	9,2	9,2	14,9
Se	11,3	11,5	10,6	9	9,9	11,9	9,5	14,4
Ou	13	10,5	8,5	9,3	11,4	13,1	11,6	14,2
No	9,9	7	9,6	9,3	12,4	13,2	11,1	12,5
De	7,9	7,3	11	9,8	9,8	17,1	14,4	15,4

3.4. Caracterização demográfica

O estudo e conhecimento da população de um território, é determinante para o planeamento e ordenamento, apoio à decisão e definição de políticas públicas e de medidas essenciais para o desenvolvimento sustentável do território. Além disso, também é essencial para podermos localizar a população mais vulnerável que precisa mais atenção e cuidado.

Segundo os Censos de 2021, Albergaria-a-Velha, tem uma população de 24 840, sendo que 12 069 são do género masculino e 12 771 do género feminino. A freguesia que regista um maior número de habitantes é a União de Freguesias de Albergaria-a-Velha e Valmaior (11 058 indivíduos), seguindo-se da freguesia da Branca (5 427 indivíduos). Por outro lado, as freguesias que apresentam menos habitantes são Ribeira de Fráguas (1 494 indivíduos) e Angeja (1 875 indivíduos).

Através da análise dos dados de 2001 e 2011 (tabela 11), já é evidente a tendência da união de freguesias de Albergaria-a-Velha e Valmaior ser a mais populosa, tal como a freguesia de ribeira de fráguas ser a menos.

Tabela 11 - População entre 2001 e 2021 (Fonte: INE)

Freguesia	2001	2011	2021
Albergaria-a-Velha e Valmaior	9443	10568	11058
Alquerubim	2390	2381	2233
Angeja	2320	2073	1875
Branca	5500	5621	5427
Ribeira de Fráguas	1869	1713	1494
S. J. de Loure e Frossos	3116	2896	2753

A densidade populacional no município em 2021 é de 157hab/km². Por freguesias (tabela 12), a união de freguesias de Albergaria-a-Velha e Valmaior apresenta uma maior densidade com 235,28 hab/km², por sua vez, com menor densidade verificada é a freguesia de ribeira de fráguas com 55,85 hab/km². O facto de ter haver níveis altos de densidade populacional, deve-se ao facto de ser a sede de concelho e por haver concentração de diversos bens e serviços de

apoio à população. Os níveis mais baixos de densidade populacional podem significar que há uma predominância do setor primário, não havendo incentivos para a fixação de jovens e adultos.

Tabela 12 - Densidade populacional em 2021 (Fonte: INE)

Freguesia	Densidade populacional (hab/km²)
Albergaria-a-Velha e Valmaior	235,28
Alquerubim	145,38
Angeja	88,24
Branca	179,17
Ribeira de Fráguas	55,85
S. J. de Loure e Frossos	151,43

Sobre o índice de envelhecimento (tabela 13), é possível analisar que estamos perante uma população envelhecida, o que significa que há um grande peso no número de idosos em relação aos jovens. A freguesia que apresenta valores mais preocupantes é Ribeira de Fráguas com 300,67%, ao contrário da união de freguesias de Albergaria-a-Velha e Valmaior com 138,18%. Isto é um fator desafiante para os incêndios rurais, uma vez que tem de haver sempre uma especial atenção para as freguesias com maiores níveis deste índice, quando falamos do planeamento e gestão do risco.

Tabela 13 - Índice de envelhecimento em 2021 (Fonte: INE)

Freguesia	Índice de envelhecimento (%)
Albergaria-a-Velha e Valmaior	138,18
Alquerubim	221,62
Angeja	268,28
Branca	192,44
Ribeira de Fráguas	300,67
S. J. de Loure e Frossos	14,07

De uma forma mais geral, no que toca à atividade económica da população, o setor terciário tem mais importância no município, representando mais de 50% da população empregada neste setor, conforme os dados dos Censos de 2021. Segue-se, depois o setor secundário com destaque para a indústria transformadora e construção civil, e por fim, o setor primário com menor peso. Esta representação mínima, está relacionado com a tendência de aumento do índice de envelhecimento e o abandono progressivo das áreas agrícolas e florestais.

A realidade aqui apresentada, traz algumas dificuldades para o planeamento e gestão da emergência, no sentido em que há um aumento da massa combustível, agravando o risco de incendio rural. Isto é então afetado por existir uma população idosa que, tal como já referido, tem vindo a abandonar as atividades agrícolas e florestais, deixando o território desorganizado e com menos acessibilidades.

4. Metodologia

A fim de elaborar este estudo e concretizar os objetivos mencionados anteriormente, recorreremos a bibliografia publicada, como livros, dissertações, artigos científicos, entre outros. Além disso, também foi utilizada webgrafia. Este recurso, permitiu adquirir conhecimento teórico sobre as alterações climáticas, dos incêndios rurais e da área em estudo.

No que toca à análise das ocorrências dos incêndios rurais em Albergaria-a-Velha de 2010 e 2022, recorreremos aos relatórios de ocorrência que permitiram obter informações ao nível do desenvolvimento da própria ocorrência e dos meios e operacionais envolvidos.

Além disto, foram realizadas entrevistas a determinados *stakeholders* que tiveram interferência direta e indireta na evolução e resolução das ocorrências. Estas interações foram fundamentais, visto que permitiram captar as visões e opiniões ao nível estratégico e tático, como também ao nível autárquico e populacional, da perceção dos incêndios e a sua evolução.

5. Incêndios rurais em Albergaria-a-Velha: 2010 e 2022

5.1. Histórico de incêndios rurais

Os incêndios rurais todos os anos afetam com menor ou maior incidência os espaços rurais do concelho de Albergaria-a-Velha. A maior parte destas ocorrências, são incêndios de média gravidade, onde se consegue extinguir os mesmos com recursos a poucos meios humanos e materiais, sem prejuízos de maior tanto ao nível de espaço florestal, património e ambiente.

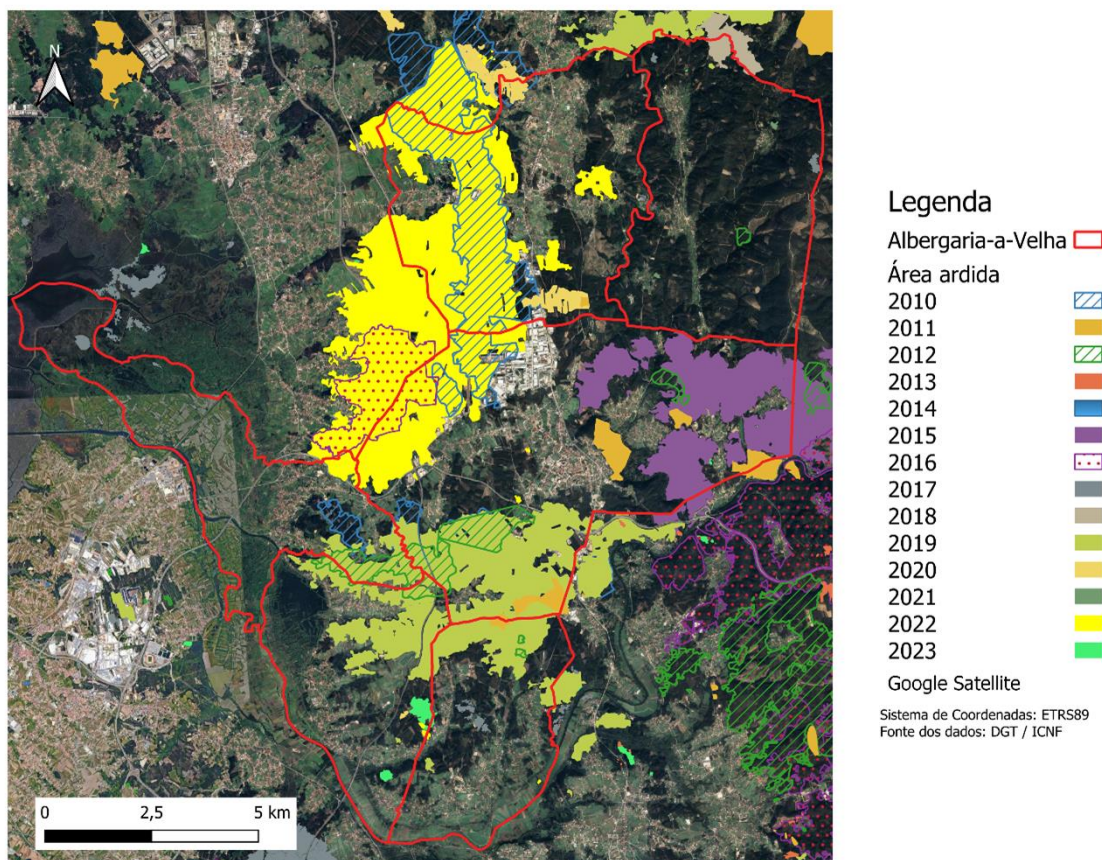
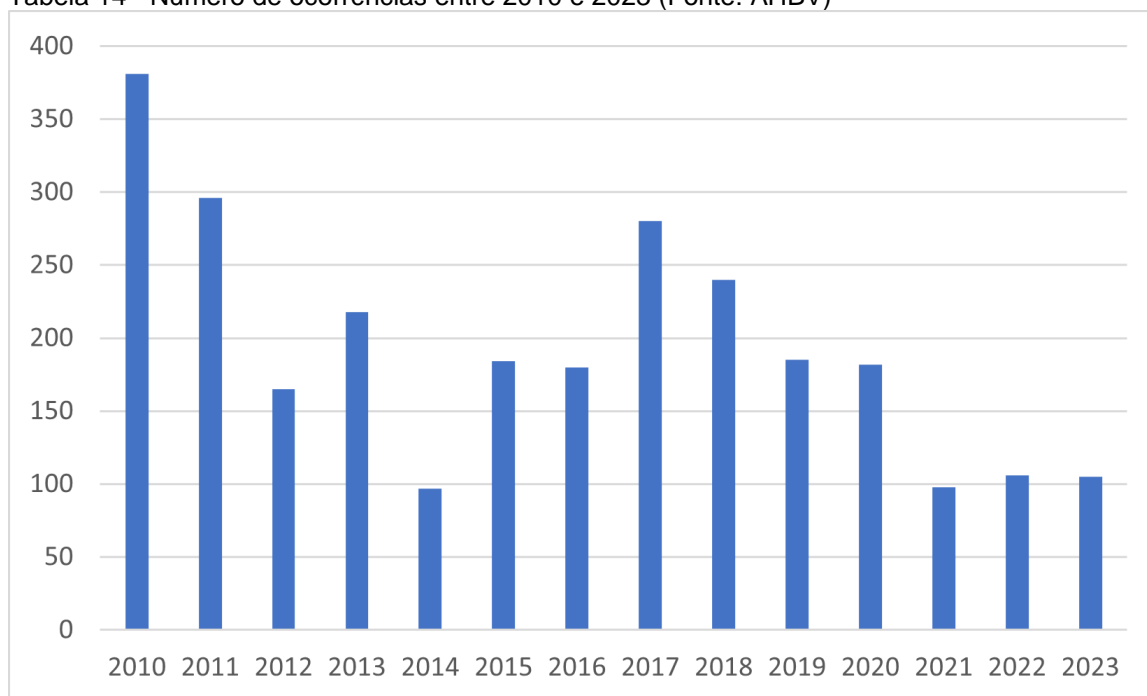


Figura 17 - Incêndios rurais (Elaboração própria)

No que concerne à área ardida (figura 17), segundo dados do ICNF, os anos em que houve uma maior área ardida foram 2010, 2015, 2019 e 2022, respetivamente. Por outro lado, os anos que apresentaram áreas ardidas menores foram, 2014, 2021, 2013 e 2023, respetivamente.

Em relação ao número de ocorrências registadas (tabela 14), o ano de 2010 foi quando se verificou um número mais elevado, com 381 registos, seguindo-se o ano de 2011 com 296. Os anos onde foram registados menos eventos foram 2014 e 2021, que apresentaram um número inferior a 100 ocorrências.

Tabela 14 - Número de ocorrências entre 2010 e 2023 (Fonte: AHBV)



Desde o ano de 2018 que as ocorrências têm diminuído, em linha com o que acontece ao longo do território português, onde tem havido menor número de ocorrências, mas um acréscimo de área ardida. Mesmo assim o concelho de Albergaria-a-Velha apresenta uma média anual de ocorrências de 194, o que ainda se constitui como elevada, mas em grande parte influenciada pelas ocorrências relativas ao ano de 2010, 2011 e 2017.

5.2. Análise do incêndio de 2010

No decorrer do ano de 2010, a 27 de julho pelas 15 horas e 27 minutos, Albergaria-a-Velha foi afetada por um incêndio cuja ignição inicial ocorreu no concelho vizinho, Oliveira de Azeméis, mais propriamente na freguesia de Pinheiro da Bemposta e que rapidamente se alastrou.

O mês de julho de 2010, caracterizou-se como um mês seco e muito quente, tendo-se registado um valor médio da temperatura máxima do ar mais elevado 31.75°C , segundo o IPMA. Ao longo deste mês verificou-se duas ondas de calor, uma no início do mês e outra na última semana. Esta última afetou uma vasta região desde o Alto Alentejo até ao Minho. O vento predominante durante este mês foi um vento do quadrante norte (IPMA).

Estas características, foram influenciadas por uma depressão de origem térmica centrada na Península Ibérica que originou uma massa de ar quente e seca, registando valores elevados de temperatura do ar e com dias de vento do quadrante leste, mas predominantemente os ventos vinham do quadrante norte (IPMA).

Estas condições potenciaram o FWI, referido anteriormente, tendo o mesmo durante este período aumentado, apresentando o seu exponencial a 26 de julho. Este aumento potenciou igualmente o risco, bem como as ocorrências durante aquele período (figura 18) (IPMA).

Este foi um incêndio com características muito próprias, visto que o mesmo se desenvolveu numa área com ausência de declive acentuado e foi essencialmente influenciado pelo vento do quadrante norte, numa área onde não existe histórico de incêndios significativos (figura 19).

A zona onde se desenvolveu este incêndio, consoante o mapa observado no capítulo da caracterização do município, apresenta uma exposição com predominância a oeste e sul, o que influencia o teor de humidade dos combustíveis, pois os mesmos encontram-se expostos a temperatura e à radiação solar, secando os mesmos.

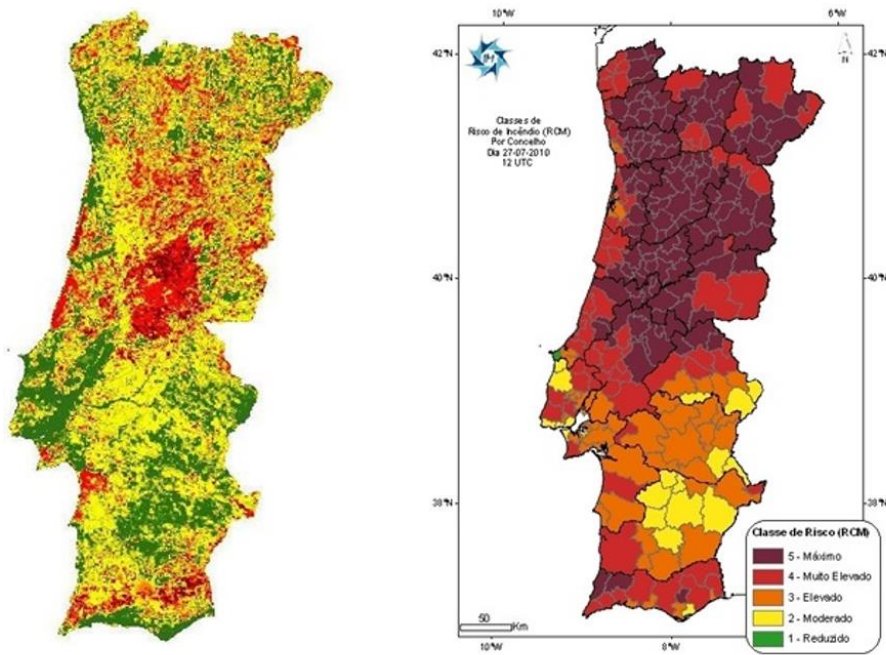


Figura 18 - FWI (esquerda) e o risco de incêndio (direita) do dia 27/07/2010 (Fonte: IPMA)

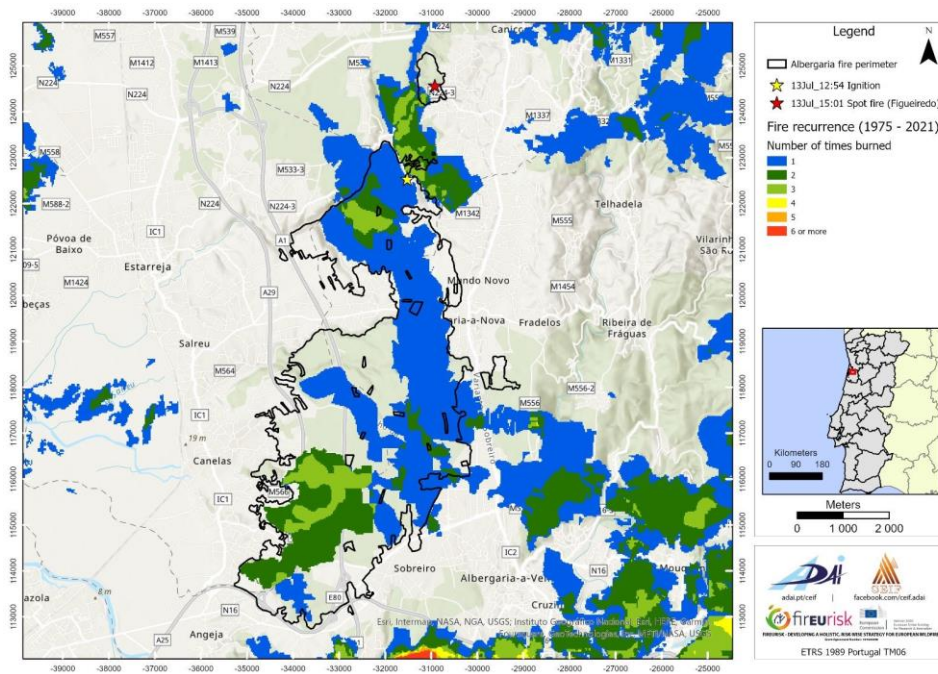


Figura 19 - Número de vezes que ardeu no mesmo local entre 1975 e 2021 (Fonte: ADAI)

O combustível predominante é o eucalipto e combustíveis finos e médios. Este tipo de combustível em conjunto com o fator vento pode originar incêndios com uma velocidade de propagação considerável, podendo os mesmos originarem projeções de curta, média e longa distância.

Rematando, este incêndio teve uma evolução de 3 dias desde a sua ignição, até ao momento em que foi considerado incêndio em fase de resolução, afetando no seu percurso as freguesias de Branca e Albergaria-a-Velha (figura 20).

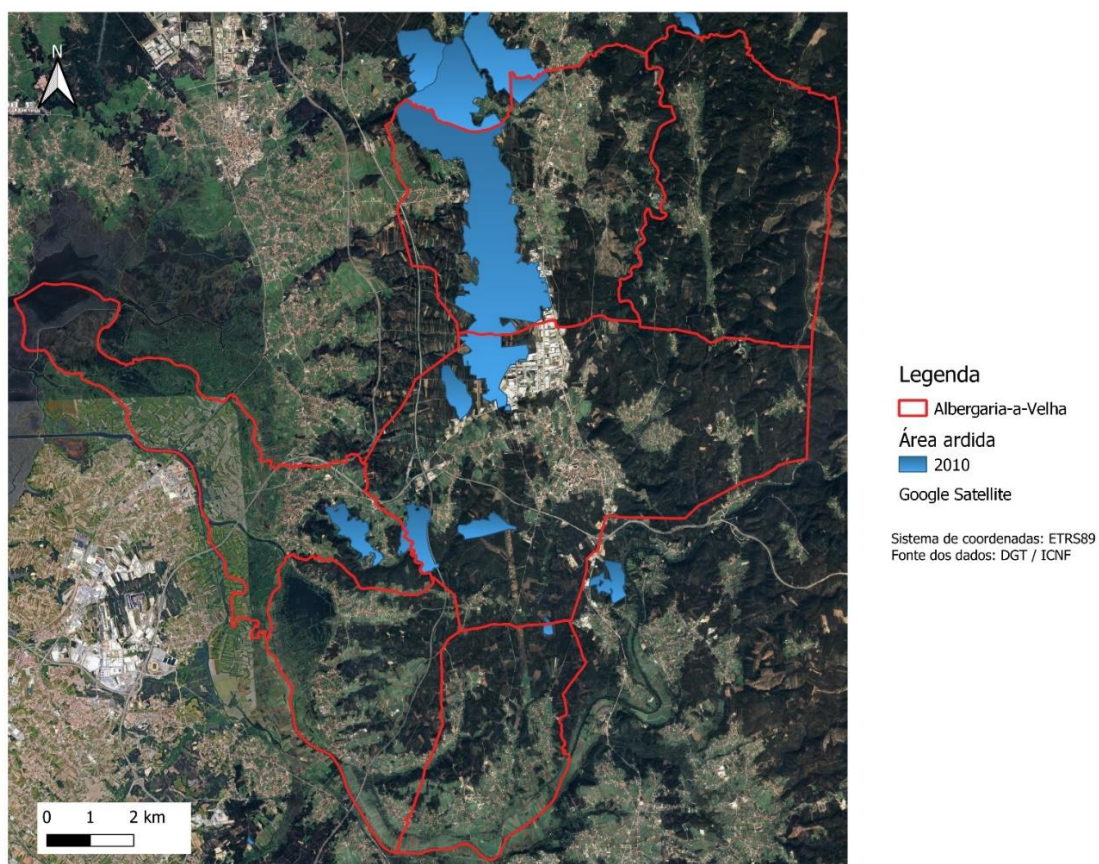


Figura 20 - Área ardida em 2010 (Elaboração própria)

Consumiu uma área ardida de 970 hectares e no seu combate estiveram empenhados 70 operacionais, apoiados por 16 meios terrestres e 1 meio aéreo. Este incêndio foi considerado em fase de resolução no dia 29 de julho pelas 18 horas e 30 minutos.

5.3. Análise do incêndio de 2022

No decorrer do ano de 2022, a 13 de julho pelas 12 horas e 54 minutos, Albergaria-a-Velha foi afetada por um incêndio cuja ignição inicial ocorreu no lugar da Sra. da Ribeira, no concelho vizinho de Oliveira de Azeméis, mais propriamente na freguesia de Pinheiro da Bemposta e que rapidamente alastrou ao concelho de Albergaria-a-Velha, tal e qual o mesmo cenário do incêndio anterior.

O mês de julho de 2022, caracterizou-se como um mês extremamente seco e quente, foi o mês mais quente desde 1931, com uma anomalia de +2.97°C. De salientar que o período de 7 de julho a 17 de julho foi o mais crítico, onde se registou um evento de calor extremo, segundo relatórios do IPMA.

Durante este mês, Portugal foi influenciado por um fluxo intenso proveniente de sul, transportando ar muito quente e muito seco do norte de África - Ar Tropical Continental. Este evento originou valores extremos da temperatura máxima em vários locais e um risco muito elevado de incêndio rural (IPMA).

Estas condições potenciaram o FWI, tendo durante este período aumentado ao longo do dia, o que potenciou igualmente o risco, bem como as ocorrências durante aquele período (Figura 21).

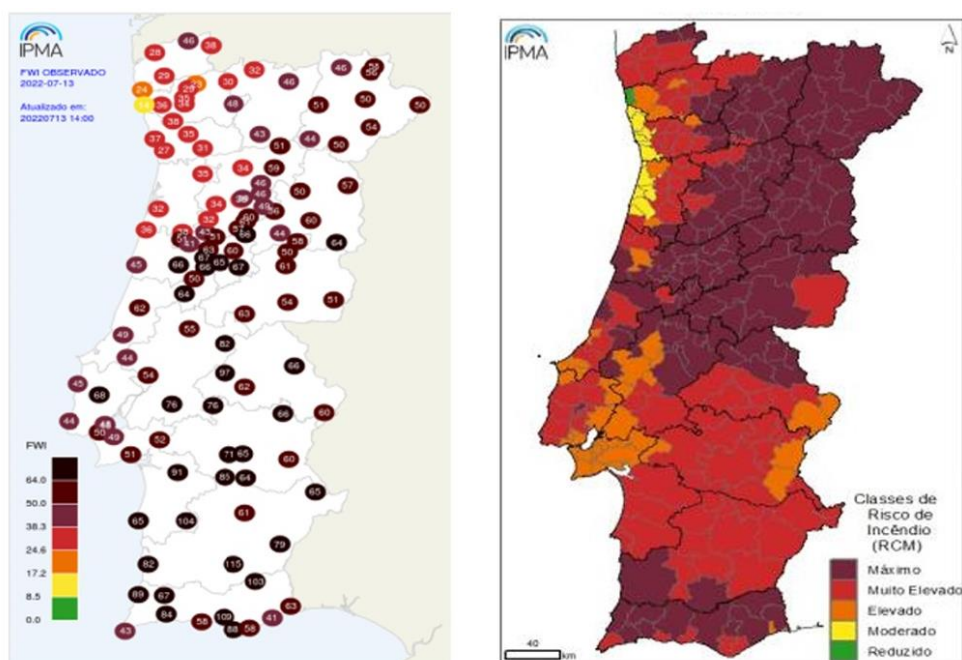


Figura 21 - FWI (esquerda) e risco de incêndio (direita) do dia 13/08/2022 (Fonte: IPMA)

A ignição deste incêndio, ocorre numa zona de eucaliptal, com uma grande intensidade inicial, influenciado pelo declive acentuado e pelo vento forte no ponto inicial do incêndio (figura 22).



Figura 22 - Fase inicial do incêndio de 2022 (Fonte: Cmdt AJ)

A sua evolução foi marcada essencialmente pelo vento, as suas constantes mudanças de direção e a predisposição do combustível, devido às condições meteorológicas, registando-se mesmo em alguns momentos um comportamento extremo de fogo, com fogo de copas e de projeções de curta, média e longa distância. Este incêndio teve uma particularidade que foi a existência de uma nova ignição a norte, no lugar de Figueiredo, freguesia de Pinheiro da Bemposta, que muito provavelmente terá ocorrido na sequência de uma projeção.

Este incêndio demonstrou uma progressão rápida e violenta, com bastantes projeções, consumindo 2761.29 hectares (figura 23). No seu combate estiveram empenhados 446 operacionais, apoiados por 144 meios terrestres e 5 meios aéreos. Foi dado em resolução no dia 14 de julho de 2022 pelas 19 horas e 53 minutos.

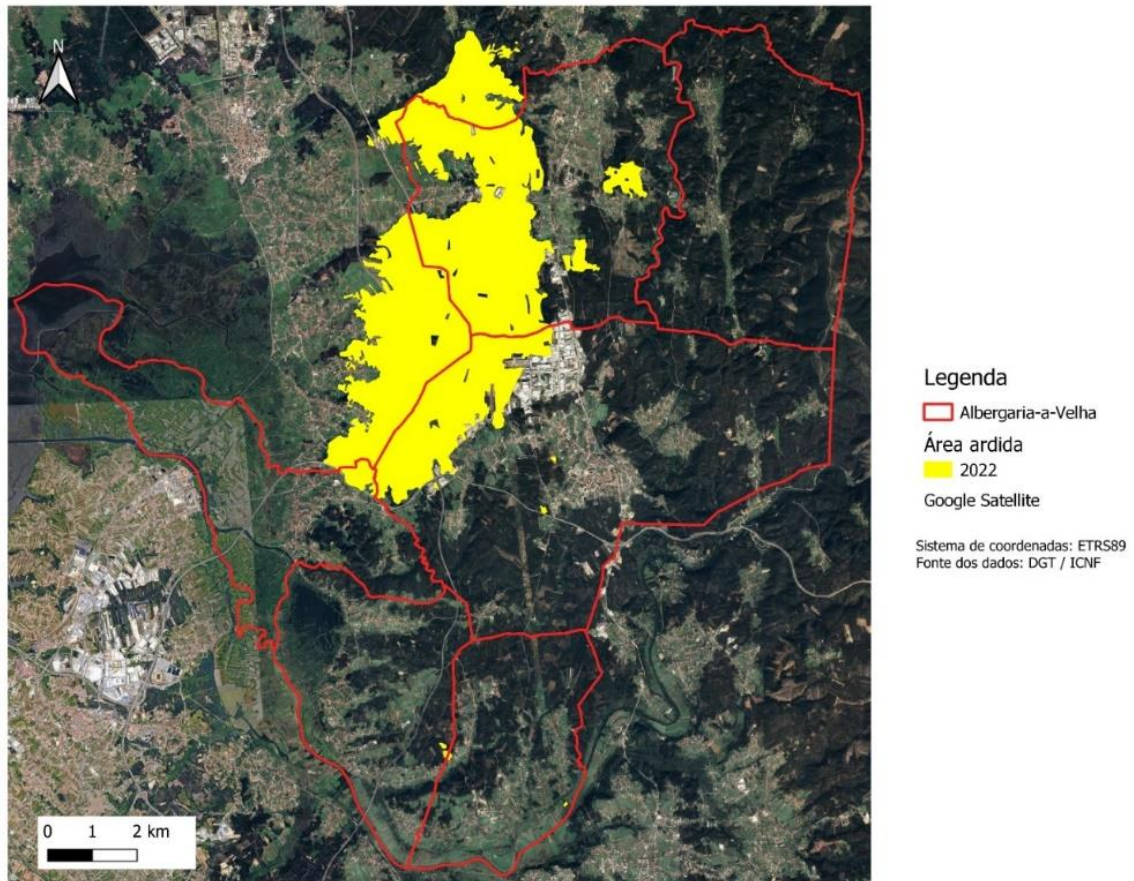


Figura 23 - Área ardida do incêndio de 2022 (Elaboração própria)

5.4. Análise comparativa dos incêndios

O ano de 2010 em Portugal, registou uma temperatura média de 15.42°C. No decorrer dos meses de verão foram verificados vários dias com a temperatura máxima do ar igual ou superior a 25°C – 30°C. Além disto, também foram registadas quatro ondas de calor, sendo assim considerado o verão mais quente dos últimos 23 anos (IPMA).

O ano de 2022, depois de 2010, foi o ano classificado como extremamente quente, registando a média da temperatura do ar 1.38°C acima do valor normal e, segundo Alves et al (2023), neste ano “(...) a onda de calor que se estabeleceu na Europa Central, em julho, foi uma das mais extensas, mais intensas e de maior duração (...)”. De salientar que neste ano, 80% do território nacional esteve em seca severa e extrema e foram registadas seis ondas de calor ao longo do ano. O mês de junho, por norma costuma ser um mês com um clima ameno, mas neste

ano, foi um mês quente e seco, tendo um valor médio da temperatura do ar de 0.98°C superior ao valor normal (IPMA).

Através da análise dos boletins climatológicos do IPMA referente aos anos de 2010 e 2022 (figura 22), verificou-se uma tendência de crescimento da temperatura média do ar, do aumento das ondas de calor, que potenciam a ocorrência de eventos extremos e severos, a diminuição dos valores de precipitação em todo o território continental.

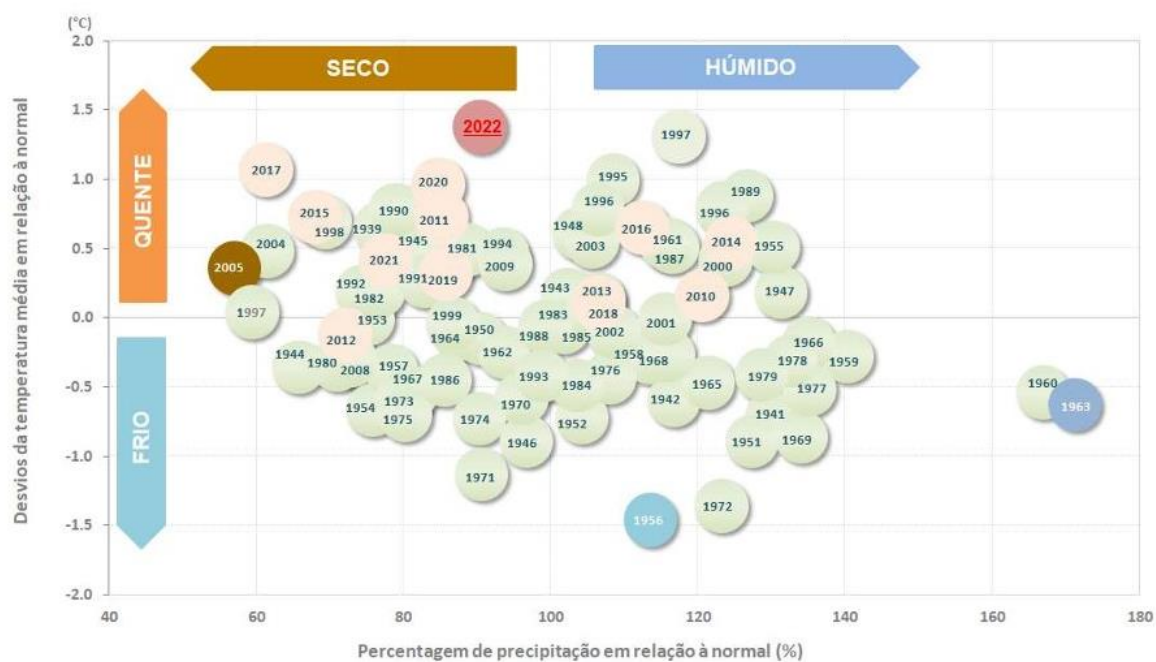


Figura 24 - Temperatura média do ar e precipitação em Portugal entre 1941 e 2022 (Fonte: IPMA)

Ambos os incêndios ocorreram no mês de julho, mas em anos diferentes, tendo-se verificado um sentido de progressão de norte para sul, com características muito próprias, pois desenvolveu-se numa fase inicial em zona com algum declive, mas no decorrer da sua progressão verificou-se que percorreu uma zona com ausência de declive acentuado, mas ambos influenciados por vento do quadrante Norte. Afetaram igualmente as mesmas vias de circulação, como a A1, A29, A25 e IC2. De referir que a zona afetada por estes dois acontecimentos, não apresenta histórico de afetação por parte de incêndios rurais, em outros anos (figura 25).

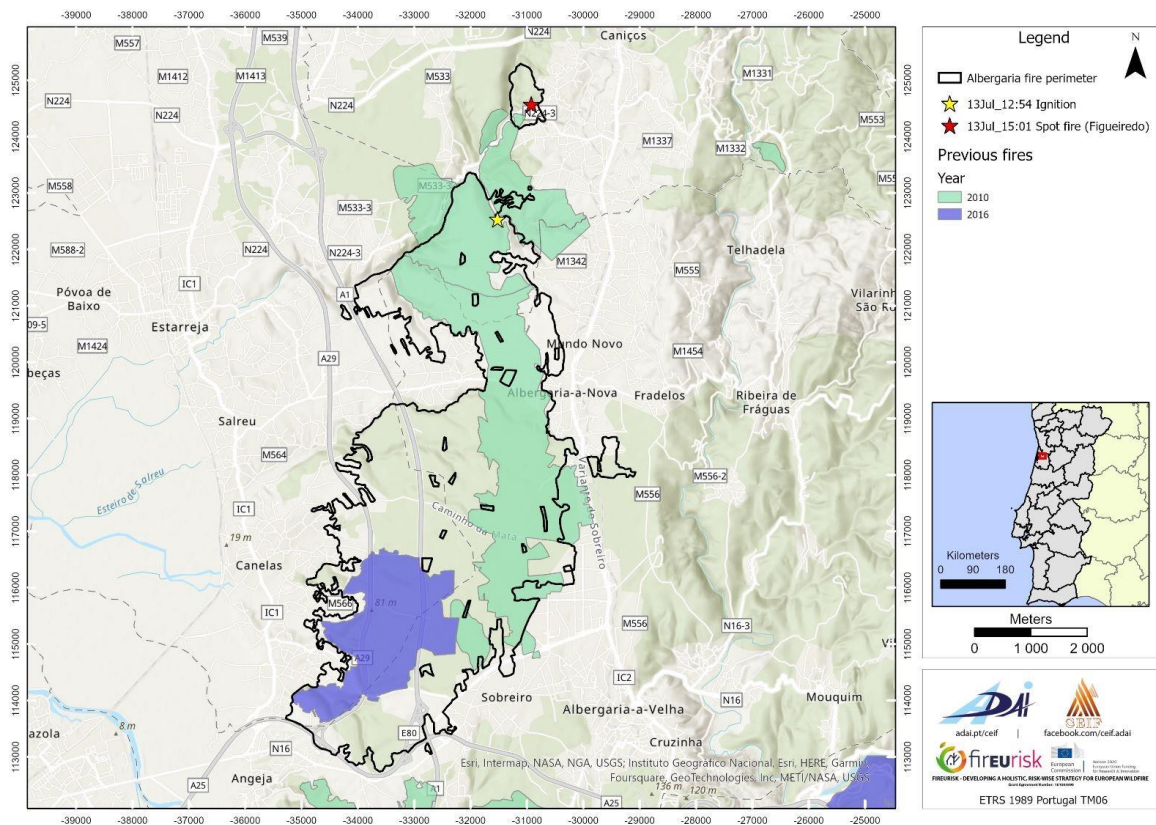


Figura 25 - Perímetro do incêndio de 2022 e perímetro de incêndios anteriores (Fonte: ADAI)

No decorrer do incêndio de 2022 verificou-se uma progressão muito mais rápida por parte deste incêndio que teve o seu expoente em aproximadamente 24h, afetando uma área 3x maior. Este incêndio teve igualmente mais meios (terrestres e aéreos) empenhados no seu combate. Foi um incêndio que provocou alguns feridos e danos em duas empresas, visto que o mesmo afetou na sua progressão a Zona Industrial de Albergaria-a-Velha.

Tabela 15 - Características dos incêndios 2010 e 2022

Características	2010	2022
Área ardida	970	2761,29
Tempo TO	3 dias	1 dia e meio
Operacionais	70	446
Meios terrestres	16	144
Meios aéreos	1	5
Aldeias afetadas	10	14
Aldeias evacuadas	0	0
Danos	0	2 indústrias

Ao nível da resposta operacional ambos, obtiveram uma resposta inicial dentro dos parâmetros estabelecidos para a época do ano, condicionados pelas ocorrências que se desenvolviam em simultâneo no mesmo distrito. O incêndio de 2022 apresentou uma resposta mais efetiva, com um maior número de operacionais, meios terrestres e aéreos. De salientar que este obteve o auxílio das novas ferramentas de apoio a decisão existentes, tais como o NADAIR e FEB Monotorização, que disponibilizam informações em tempo real e dão apoio na gestão de ocorrência com base nos dados recolhidos no terreno pelos operacionais e com os dados meteorológicos existentes no local naquele dia.

O incêndio de 2010 apesar de apresentar mais dias de evolução teve consequências menos nefastas ao nível da área ardida comparativamente ao de 2022, que teve uma evolução mais rápida e com consequências mais acentuadas ao nível da área ardida e a danos socioeconómicos.

De modo a obter-se uma perceção mais clara e evidente dos dois incêndios, foram entrevistados alguns *stakeholders* que estiveram em ambas as ocorrências tais como: Presidente da Câmara de Albergaria-a-Velha Dr. António Loureiro, Coordenador Municipal de Proteção Civil Eng.º João Oliveira, Comandante Sub-Regional de Aveiro Eng.º António Ribeiro, Comandante dos Bombeiros de Oliveira de Azeméis Sr. António Justino e a Eng.ª Margarida Guedes da Autoridade Nacional de Emergência de Proteção Civil (ANEPC). A perceção de todos os *stakeholders* foi que a velocidade de propagação do incêndio de 2022 foi muito maior, e que o comportamento do incêndio se apresentava em alguns momentos como extremo, devido à sua intensidade, potenciado pela temperatura elevada, pela baixa humidade e pelo vento errático e forte, colocando em perigo as zonas urbanas e as zonas industriais envolventes. O seu nível de destruição foi muito elevado ao nível das infraestruturas, visto que foram afetadas duas empresas e ao nível da fauna e flora com a destruição de algumas espécies e respetivos habitats.

Apesar de ambos ocorrerem em plena época de verão, verificaram-se comportamentos muito distintos na sua evolução, na sua propagação e até nos meios empenhados para o combate do mesmo.

Através desta análise comparativa, podemos afirmar que as alterações climáticas, nomeadamente o impacto da subida da temperatura global da superfície, teve influências nestes dois eventos, uma vez que esta particularidade fez com que houvesse ondas de calor severas, temperaturas com valores acima das médias ditas normais e, conseqüentemente, uma percentagem de humidade relativa baixa, que levou à secagem do combustível florestal. Com isto, foram presenciadas as características ideais para a ignição e propagação de um incêndio rural.

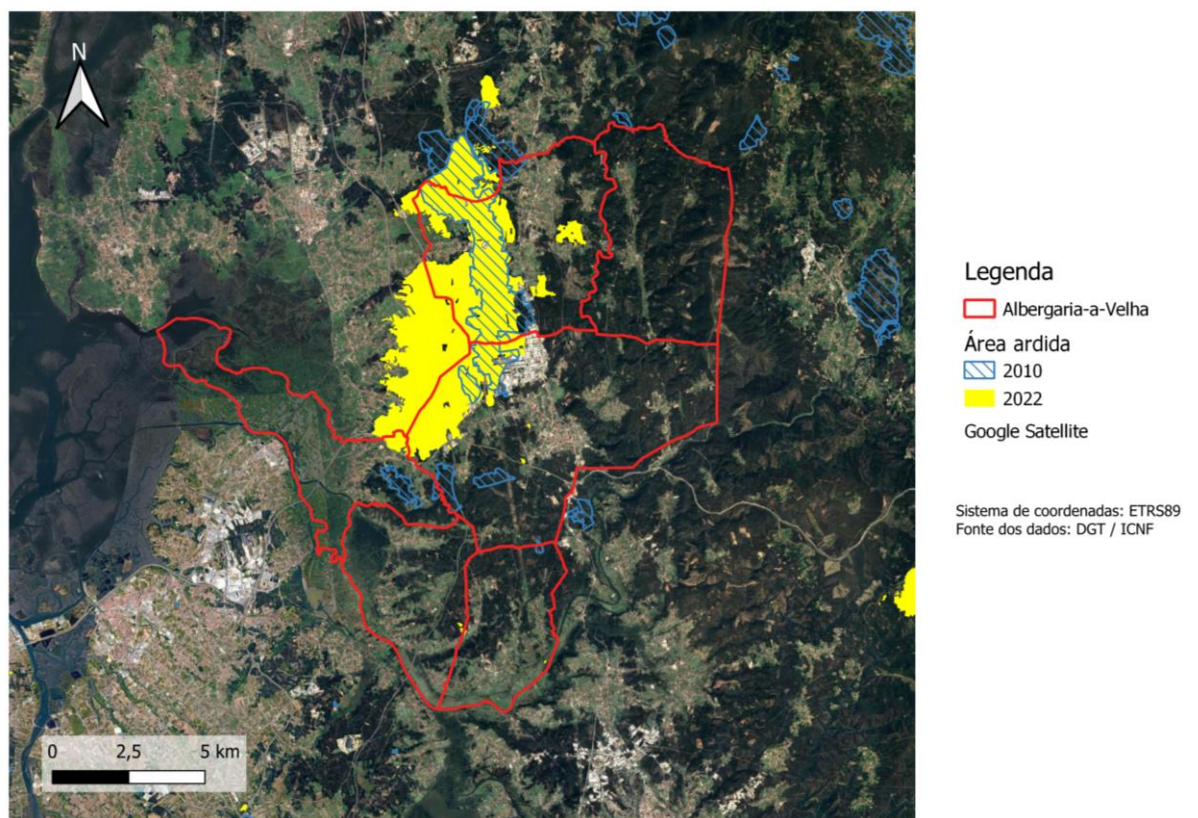


Figura 26 - Área ardida dos incêndios de 2010 e 2022 (Fonte: Elaboração própria)

6. Conclusão

Portugal é um país que já apresenta efeitos das alterações climáticas significativas, pois cada vez são mais frequentes ondas de calor, precipitação acumulada com níveis mais baixos e valores da humidade relativa, igualmente, mais baixos. Isto, vai afetar de forma significativa o tipo de vegetação e o regime de ocorrência de incêndios.

As condições meteorológicas extremas, têm-se sentido com mais frequência e maior intensidade, com períodos muito curtos de precipitação intensa e longos períodos quentes e secos. Isto é o reflexo constante da evolução negativa das alterações climáticas, que potencia a ocorrência de eventos extremos como incêndios violentos, com velocidades de propagação elevadas, com grave impacto ao nível de vítimas e na vertente socioeconómica das regiões afetadas.

Os incêndios de 2010 e 2022 em Albergaria-a-Velha confirmaram esta tendência alarmante, pois os mesmos ocorreram no mês de julho, tendo um sentido de progressão idêntico ao nível da área geográfica, numa área onde o eucalipto e os combustíveis finos e médios, são os combustíveis predominantes, apenas diferindo no número de dias necessários à sua extinção, bem como ao total da área ardida.

O mês julho do ano de 2010, foi um mês bastante quente e seco, chegando mesmo a ser considerado na altura como o mês mais quentes dos últimos 24 anos e foi influenciado por uma depressão que originou uma massa de ar quente e seco, potenciando assim as condições ideais para a ocorrência de eventos extremos de incêndios rurais, conforme se viria a verificar com o incêndio que afetou os concelhos de Oliveira de Azeméis e Albergaria-a-Velha, bem como outros concelhos de Portugal que apresentaram no decorrer deste mês diversas ocorrências de incêndios, algumas delas bastante significativas.

Volvidos 12 anos, em 2022, na mesma zona ocorreu novamente no mês de julho outro incêndio rural, provocando um grau de destruição ainda maior, no que diz respeito à área ardida, às empresas afetadas e ao número vítimas. Este

incêndio ocorreu numa altura em que Portugal era afetado por um período onde se estabeleceu uma onda de calor intenso com duração entre 6 a 16 dias.

Assim sendo e com base nos boletins meteorológicos referentes aos anos em estudo, verificamos que o território nacional tem sofrido com os efeitos das alterações climáticas potenciando a ocorrência de eventos extremos, tais como os incêndios de 2010, 2017, 2022 e agora recentemente os últimos incêndios de 2024, onde se verificou um decréscimo no número de ocorrências e dos dias de desenvolvimento dos incêndios, mas um aumento das áreas ardidadas, das vítimas e dos prejuízos socioeconómicos. Posto isto, podemos concluir que os incêndios estão com velocidades de propagação e um nível de destruição mais elevado devido às alterações climáticas.

Como referido anteriormente, este acréscimo de eventos extremos, deve-se essencialmente à influência das alterações climáticas, que afetam o comportamento dos incêndios, essencialmente dos combustíveis que começam a estar cada vez mais secos e dos elementos meteorológicos e a sua variabilidade.

Em suma, podemos verificar que as alterações climáticas têm um impacto significativo no comportamento dos incêndios, mas os incêndios também contribuem para as alterações climáticas com o aumento de emissão de GEE, essencialmente do CO₂ libertado no decorrer da combustão e na destruição dos ecossistemas, o que se traduz num feedback positivo muito nefasto.

Bibliografia

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (Disponível em: <https://www.uc.pt/adai/>)

AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais I.P. (2020) *Manual de apoio à Formação Contínua*.

AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais I.P. (2023) *Relatório Final do Grupo de Peritos dos Incêndios Rurais*,

AHBAV - Associação Humanitária dos Bombeiros Voluntários de Albergaria-a-Velha.

Aldeias Seguras, Pessoas Seguras (Disponível em: <https://aldeiasseguras.pt/>).

Alves, D., Almeida, M., Viegas, D. (2023) *Meteorologia e Incêndios Florestais*. Em Incêndios, Proteção Ambiental e Alterações Climáticas. Instituto Jurídico da Faculdade de Direita da Universidade de Coimbra, Lousanense, Lda (25-35pp)

ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência de Proteção Civil (Disponível em: <https://prociv.gov.pt/pt/home/>).

Antunes, P. B. (2023) *Alterações climáticas, do global ao individual*. Em Incêndios, Proteção Ambiental e Alterações Climáticas. Instituto Jurídico da Faculdade de Direita da Universidade de Coimbra, Lousanense, Lda (7-23pp)

APA – Agência Portuguesa do Ambiente (Disponível em: <https://apambiente.pt/>).

Câmara Municipal de Albergaria-a-Velha (Disponível em: <https://www.cm-albergaria.pt/>).

Beighley, M., Hyde, A. C. (2018) *Gestão dos Incêndios Florestais em Portugal numa Nova Era. Avaliação dos Riscos de Incêndios, Recursos e Reformas*.

Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Ferreira-Leite, F., Lourenço, L. (2012) *Mudanças climáticas e risco de incêndio florestal no Ave (noroeste de Portugal)*. Revista GeoNorte. Volume 1, N. 4, p. 830-842.

Castro, C. F., Serra, G., Parola, J., Reis, J., Lourenço, L., Correia, S. (2006) *Combate a incêndios florestais*. Volume XIII. 3ª Edição. Escola Nacional de Bombeiros.

Cheney, N.P., J.S. Gould (1995) *Separating fire spread prediction and fire danger rating*. CALMScience Supplement.

EPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (Disponível em: <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-overview#one>).

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (Disponível em: <https://www.icnf.pt/>).

ICNF (2021) *Perfil Florestal. Portugal* (Disponível em: <https://www.icnf.pt/api/file/doc/1f924a3c0e4f7372>)

INE – Instituto Nacional de Estatísticas (Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main).

IPCC (2022a) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2022b) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2023) *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera (Disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/index.html>).

Jornal Público (2018) *Do furacão Ophelia aos piro-cúmulo-nimbos* (Disponível em: <https://www.publico.pt/2018/03/22/ciencia/perguntaserespostas/do-furacao-ophelia-aos-pirocumulonimbos-1807581>)

Lopes, S. (2023) *As alterações climáticas e o aumento do risco de incêndio florestal em Portugal*. Em Incêndios, Proteção Ambiental e Alterações Climáticas.

Instituto Jurídico da Faculdade de Direita da Universidade de Coimbra, Lousanense, Lda (37-40pp)

Lourenço, L., Félix, F. (2019). *As vagas de incêndios florestais de 2017 em Portugal Continental, premissas de uma quarta “geração”?* Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Revista Territorium 26, pp. 35-48.

Martins, J. F. A. (2010). *Análise e Caracterização de Incêndios Florestais no Concelho de Albergaria-a-Velha*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Menezes, T. L. T. C. (2010) *Impacto de cenários de alterações climáticas no regime de incêndios em Portugal*. Dissertação de Mestrado em Ciências Geofísicas com especialização em Meteorologia. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Novo, N. (2015) *Identificação de medidas mitigadoras e de adaptação face a Alterações Climáticas em Portugal*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente com especialização em Território e Gestão do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Oliveira, F. P. (2023) *A influência do direito numa gestão atenta aos incêndios e às alterações climáticas: Reflexão a partir da Lei de Bases do Clima e dos Direitos dos Cidadãos*. Em Incêndios, Proteção Ambiental e Alterações Climáticas. Instituto Jurídico da Faculdade de Direita da Universidade de Coimbra, Lousanense, Lda (53-60 pp)

PMAC – Plano Municipal de Ação Climática de Albergaria-a-Velha (2024). Município de Albergaria-a-Velha.

PMDFCI - Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2021-2030. Município de Albergaria-a-Velha.

PMEPC – Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil de Albergaria-a-Velha. Comissão Municipal de Proteção Civil.

Pordata – Estatísticas sobre Portugal e a Europa (Disponível em: <https://www.pordata.pt/>).

Roias, M. M. M. (2022) *Estimar as consequências das alterações climáticas nos incêndios florestais utilizando índices meteorológicos*. Dissertação de

Mestrado em Ciências do Mar e da Atmosfera. Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

San-Miguel-Ayanz, J., Durrant, T., Boca, R., Maianti, P., Liberta, G., Jacome Felix Oom, D., Branco, A., De Rigo, D., Suarez-Moreno, M., Ferrari, D., Roglia, E., Scionti, N., Broglia, M., Onida, M., Tistan, A., Loffler, P., (2023) *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2022*. Joint Research Centre. Comissão Europeia.

Santos, F. D., Miranda (2006) *Alterações Climáticas em Portugal – Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação – Projeto SIAM II*. Gravidia.

Santos, F. D. (2006) – *Riscos e desafios das alterações climáticas no início do século XXI*. VIII Curso de Verão da Ericeira.

Tedim, F., Pinto, D. M., Correia, F. (2022) *A segurança das populações aos incêndios rurais em Portugal: as potencialidades e fragilidades dos programas “Aldeia Segura” e “Pessoas Seguras”*. XVII Colóquio Ibérico de Geografia. Salamanca.

Teles, M. (2023) *A influência das alterações climáticas no combate aos incêndios*. Em *Incêndios, Proteção Ambiental e Alterações Climáticas*. Instituto Jurídico da Faculdade de Direita da Universidade de Coimbra, Lousanense, Lda (45-51pp)

Viegas, D. X. (2006). *Comportamento do Fogo e Segurança Pessoal*. Jornadas de Prevencion de Risegos Laborales y Ambientales. Sevilha, Spain.

Viegas, D. X. (2023) *O que devo saber sobre tempestades de fogo?* Lidel. Lisboa.

Viegas, D. X., Ribeiro, L. M., Viegas, M. T., Pita, L. P., Rosa, C. (2009) *Impacts of Fire on Society: Extreme Fire Propagation Issues*. Earth Observation of Wildland Fires in Mediterranean Ecosystems. Springer.