

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D  
COIMBRA

Francisco Figueiredo Pires

**CONTRIBUIÇÃO PARA A TOMADA DE DECISÃO  
SOBRE O EMPREGO DE ARTIGOS  
PIROTÉCNICOS EM LOCAIS PREVIAMENTE  
LICENCIADOS**

Dissertação no âmbito do Curso Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na especialidade de Energia e Ambiente orientada pelo Professor José Carlos Miranda Góis e pelo Professor Jorge Rafael Nogueira Raposo, apresentada no Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

setembro de 2022



1 2



9 0

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE  
COIMBRA

# **Contribuição para a tomada de decisão sobre o emprego de artigos pirotécnicos em locais previamente licenciados**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica na Especialidade de Energia e Ambiente

## **Contribution to decision-making on the use of pyrotechnic articles in licensed locations**

**Autor**

**Francisco Figueiredo Pires**

**Orientadores**

**José Carlos Miranda Góis**

**Jorge Rafael Nogueira Raposo**

**Júri**

**Presidente** Professor Doutor Ricardo António Lopes Mendes  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Professor Doutor José Carlos Miranda Góis  
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

**Vogais**

Professor Doutor Luís Duarte Reis  
Investigador da Universidade de Coimbra

**Colaboração Institucional**

---



Associação para o  
Desenvolvimento da  
Aerodinâmica  
Industrial

**Coimbra, setembro, 2022**



“O homem primeiro tropeça, depois anda, depois corre, um dia voará.”

José Saramago, Memorial do Convento



## **Agradecimentos**

Queria, desde já, agradecer, em primeiro lugar, ao Professor Doutor José Carlos Miranda Góis, a disponibilidade e o apoio incondicional na planificação, elaboração e concretização desta dissertação.

Agradecer, também, ao Professor Doutor Jorge Rafael Nogueira Raposo, no acompanhamento dos espetáculos, estruturação, melhoria e conclusão da minha dissertação.

Por último, deixar também um agradecimento à Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial – ADAI.





## Resumo

O problema dos incêndios rurais tem sido uma constante em Portugal e noutros países com climas semelhantes, provocando perdas humanas e destruindo habitações e vegetação em espaços rurais, em alguns casos atingindo floresta protegida. Com este problema, o governo proibiu o lançamento de foguetes pirotécnicos nos meses de maior calor e colocou um problema na tomada de decisão pela autorização do emprego de outras tipologias de artigos pirotécnicos nas câmaras municipais. Estas têm usado os alertas da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC) e as previsões do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) para fundamentarem a tomada de decisão, chegando a haver casos de interdição durante todo o verão independentemente das condições meteorológicas.

O presente trabalho teve como objetivo contribuir para a elaboração de Matriz de Risco de Incêndio na Envolvente da Zona de Segurança do Lançamento de Artigos Pirotécnicos, para o qual foi necessário estudar o comportamento destes artigos, averiguar os casos de incêndio devidos ao seu emprego, analisar a legislação aplicável ao setor da pirotecnia, examinar a envolvente das zonas de lançamento e perceber os indicadores das condições atmosféricas que permitem avaliar o risco de incêndio rural.

É analisada a legislação, designadamente as diferentes categorias de artigos pirotécnicos e as competências requeridas para o emprego dos artigos, indicando-se ainda as distâncias de segurança aplicáveis ao lançamento de artigos pirotécnicos e identificam-se as entidades encarregues pelos trabalhos de prevenção e proteção da floresta e as suas responsabilidades.

É apresentada a estrutura de cálculo do Índice Meteorológico de Incêndio (FWI) e dos índices que permitem avaliar o risco de incêndio rural e são analisadas duas ferramentas de análise de risco, designadamente o AHP - *Analytical Hierarchy Process* e o diagrama *Bow-tie*, comentando a sua possível aplicabilidade na caracterização do risco de incêndio rural associado ao emprego de artigos pirotécnicos.

São apresentados e discutidos os registos fotográficos e de vídeo de três espetáculos de fogo de artifício, analisando sobretudo a queda de partículas no solo capazes de provocar a ignição de um incêndio rural e a influência das condições meteorológicas no lançamento dos artigos pirotécnicos. Os resultados obtidos permitem concluir que os resíduos caem numa área com um raio inferior à distância de segurança e atingem o solo com temperatura insuficiente para originar um incêndio rural.

**Palavras-chave:** Artigos Pirotécnicos, Incêndios Florestais, Matriz de Risco de Incêndio, Distâncias de Segurança, Ignição de Incêndios.

## Abstract

Rural fires have been a constant problem in Portugal and other countries with similar climate, causing human losses and destroying houses and flora in rural areas, reaching in some cases protected forest areas. Due to this problem, the government has banned the launch of pyrotechnic rockets in the warmer months and set the decision-making process for authorising the use of other types of pyrotechnic articles in municipal councils. These have used alerts from the National Emergency and Civil Protection Authority (ANEPC) and the forecasts from the Portuguese Institute of the Sea and Atmosphere (IPMA) to support decision-making, having exclusion cases throughout the summer, regardless of climate conditions.

The present work aimed to contribute to the construction of a Matrix of Fire Risk in the Surroundings of the Safety Zone of Fireworks Launching, for which it was necessary to study the behaviour of these articles, to investigate the cases of fire due to their use, to analyse the legislation applicable to the pyrotechnic sector, to examine the surroundings of the launching areas and to understand the indicators of meteorological conditions that allow to evaluate the rural fire risk.

The legislation is analysed, namely the different categories of pyrotechnic articles and the skills required for the use of the articles, also indicating the safety distances applicable to the launching of pyrotechnic articles and identifying the entities responsible for the work of prevention and protection of the forest from the fire and their responsibilities.

The Fire Weather Index (FWI) calculation structure and the indices that allow the rural fire risk assessment are presented and two risk analysis tools are analysed, namely the AHP - Analytical Hierarchy Process and the Bow-tie diagram, commenting on their possible applicability in the characterisation of rural fire risk associated with the use of pyrotechnic articles.

Photographic and video recordings of three fireworks shows are presented and discussed, analysing mainly the fall of particles (residues) on the ground capable of causing the ignition of a rural fire and the influence of weather conditions on the launch of pyrotechnic articles. The results obtained allow us to conclude that the residues falls in an area with a radius smaller than the safety distance and reaches the ground with insufficient temperature to cause a rural fire.

**Keywords:** Pyrotechnic Articles, Forest Fires, Fire Risk Matrix, Safety Distances, Fire Ignition.



---

## Índice

ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
ÍNDICE DE TABELAS .....	11
SIGLAS .....	13
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Enquadramento e motivação.....	1
1.2. Objetivos do trabalho.....	8
2. ESTADO DA ARTE .....	9
2.1. Artigos de pirotecnia.....	10
2.1.1. Definição do conceito.....	10
2.1.2. Tipos de artigos .....	10
2.1.3. Características e comportamento.....	12
2.2. Envolvente de espetáculos de fogo de artifício emPortugal.....	16
2.3. Legislação relativa ao emprego de artigos de pirotecnia.....	17
2.3.1. Decreto-Lei n.º 135/2015, de 28 de julho.....	17
2.3.2. Norma Técnica n.º 3/2018 .....	20
2.3.3. Decreto-lei n.º 76/2017, de 17 de agosto .....	25
2.3.4. Decreto-lei n.º 82/2021, de 13 de outubro .....	26
2.4. Incêndios rurais com origem no emprego de artigos pirotécnicos .....	27
2.5. Indicadores das condições atmosféricas e risco de incêndio rural.....	28
2.6. Matriz de risco .....	31
2.6.1. Ferramentas de análise de risco .....	32
3. METODOLOGIA ADOTADA NO REGISTO DE ESPETÁCULOS DE FOGO DE ARTIFÍCIO .....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1. Espetáculo de fogo de artifício em Condeixa-a-Nova .....	41
4.2. Espetáculo e fogo de artifício em Semide.....	44
4.3. Espetáculo de fogo de artifício em Coimbra.....	47
5. PROPOSTA DE MATRIZ DE RISCO DE INCÊNDIO RURAL NO EMPREGO DE ARTIGOS PIROTÉCNICOS .....	51
6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59
ANEXO A .....	63
ANEXO B .....	65
ANEXO C .....	67
ANEXO D .....	69
ANEXO E.....	71
ANEXO F.....	73



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Composições pirotécnicas características de algumas cores (Góis, 2021).....	14
Figura 2.2. Classificação de artigos pirotécnicos (adaptado de <i>Bazenga</i> , 2020).....	19
Figura 2.3. Rótulo de embalagem de um foguete (Góis, 2020).....	20
Figura 2.4. Distâncias de segurança para o lançamento na vertical de artigos de pirotecnia (Anexo D, Tabela I, Norma Técnica n.º 3/2018). ....	23
Figura 2.5. Aumento das distâncias de segurança, para o lançamento não vertical ou com velocidade do vento igual ou superior a 25 km/hora (Anexo D, Tabela II, Norma Técnica n.º 3/2018).....	24
Figura 2.6. Distâncias de segurança para o lançamento de foguetes (Anexo D, Tabela III, Norma Técnica n.º 3/2018).....	24
Figura 2.7. Estrutura do sistema de indexação de perigo de incêndio Canadiano (FWI)....	29
Figura 2.8. Matriz de ponderação do risco de incêndio florestal (IPMA).....	30
Figura 2.9. Matriz qualitativa de risco (Góis, 2020). ....	31
Figura 2.10. Matriz de riscos – matriz de probabilidade de impacto (Napoleão, 2019).....	32
Figura 2.11. Diagrama <i>Bow-tie</i> [ <a href="https://salus-technical.com/resources/free-excel-and-ppt-bowtie-diagram-template/">https://salus-technical.com/resources/free-excel-and-ppt-bowtie-diagram-template/</a> ]. ....	36
Figura 3.1. Equipamentos utilizados nos espetáculos de fogo de artifício (GPS, câmara termográfica e câmara de vídeo, respetivamente). ....	40
Figura 4.1. Imagem de satélite do local de lançamento e da sua envolvente, junto ao Conímbriga Hotel do Paço, em Condeixa-a-Nova (adaptado do <i>Google Earth</i> ). 41	
Figura 4.2. Listagem dos AP usados no espetáculo de fogo de artifício em Condeixa-a-Nova .....	42
Figura 4.3. Imagens captadas através de uma Câmara de Infravermelhos .....	42
Figura 4.4. Imagem satélite do local de lançamento e da área de queda das partículas., junto ao Conímbriga Hotel do Paço, em Condeixa-a-Nova (adaptado do <i>Google Earth</i> ).....	43
Figura 4.5. Imagem satélite dos locais de lançamento e de captação das imagens obtidas no espetáculo de fogo de artifício, em Semide (adaptado do <i>Google Earth</i> ).....	44
Figura 4.6. Imagem captadas da queda das partículas dos AP no solo, no espetáculo de fogo de artifício em Semide .....	46
Figura 4.7. Imagem satélite da distância atingida da queda das partículas no espetáculo de fogo de artifício em Semide (adaptado do <i>Google Earth</i> ).....	46
Figura 4.8. Imagem satélite do ponto de lançamento do espetáculo de fogo de artifício em Coimbra (adaptado do <i>Google Earth</i> ). ....	48

Figura 4.9. Esquema de montagem do espetáculo de fogo de artifício realizado em Coimbra.....	48
Figura 4.10. Imagem do efeito visual de balonas (a) e de vulcões (b) captada durante o fogo de artifício em Coimbra .....	49
Figura 5.1. Proposta de Matriz de Risco de Incêndio. ....	52
Figura 5.2. Gráfico de radar da Matriz de Risco de Incêndio proposta .....	53
Figura 6.1. Listagem de AP (ADR 2013-Parte 2).....	64
Figura 6.2. Matriz de comparação dos parâmetros em avaliação.....	65
Figura 6.3. Matriz Normalizada de comparação a pares .....	67
Figura 6.4. Valores aleatórios de inconsistência .....	69
Figura 6.5. Pesos finais e normalizados dos diferentes parâmetros de avaliação das zonas de risco de incêndio.....	71
Figura 6.6. Esquema de montagem do espetáculo realizado.....	77



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. Causas tipificadas para incêndios florestais em Portugal (adaptado de 6.º RPIR/DGPFR, 2021).....	2
Tabela 2.1. Espectro de cores e relação com a temperatura e comprimento de onda .....	13
Tabela 2.2. Tipos de artigos pirotécnicos e os seus efeitos visuais .....	14
Tabela 2.3. Distância de segurança mínima e nível sonoro máximo das diferentes categorias de AP (adaptado de DL n.º 135/2015). .....	20
Tabela 3.1. Informação sobre os locais e data dos espetáculos de fogo de artifício registados.....	39
Tabela 4.1. Listagem de material utilizado no espetáculo pirotécnico, em Semide .....	45



---

## SIGLAS

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial  
AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos  
AHP – Analytical Hierarchy Process  
ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil  
ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil  
AP – Artigos Pirotécnicos  
BUI – Build Up Index  
CFFWIS – Canadian Forest Fire Weather Index System  
CI – Índice de Consistência  
CIM – Comunidade Intermunicipal  
DC – Drought Code  
DEM – Departamento de Engenharia Mecânica  
DECIF – Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais  
DGPFR – Divisão de Gestão do Programa de Fogos Rurais  
DL – Decreto Lei  
DMC – Duff Moisture Code  
EUA – Estados Unidos da América  
FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra  
FFMC – Fine Fuel Moisture Content  
FWI – Fire Weather Index  
GNR – Guarda Nacional Republicana  
ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas  
IF – Incêndios Florestais  
ISI – Initial Spread Index  
IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera  
IMT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes  
LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil  
MCDM – Multi-Criteria Decision Making  
RCM – Risco Conjuntural e Meteorológico  
RPIR – Relatório Provisório de Incêndios Rurais

SDFCI – Sistema de Defesa da Floresta contra Incêndios

SGIFR – Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais

UTC – Universal Time Coordinated

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento e motivação

Nas últimas décadas os incêndios florestais (IF) banalizaram-se na sociedade portuguesa, sendo comuns em Portugal Continental, com a chegada do verão. As dimensões e o número de ocorrências variam de ano para ano, mas, de uma forma geral, há sempre a registar perdas humanas e áreas ardidadas de alto valor patrimonial, incluindo casas de primeira habitação e zonas de floresta protegida (ICNF, 2022; Lima, 2021). O ano de 2017 foi um ano marcante em termos de incêndios em Portugal Continental, como o incêndio de Pedrógão Grande, em 17 de junho de 2017, que provocou 66 mortos e 235 feridos, e o incêndio ocorrido a 15 de outubro (Mateus, 2018). Em consequência destes incêndios foram produzidas alterações legislativas dirigidas para a criação de alterações nas estruturas orgânicas de diversas instituições do Estado dedicadas à conversão e proteção da natureza e suas interligações. Foram ainda alteradas as normas relativas a queimadas e queimas de sobrantes, no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios (Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de Outubro; Decreto-Lei n.º 43/2019, de 29 de março; Decreto-Lei n.º 14/2019, de 21 de janeiro).

O estudo dos IF em Portugal passou a ser considerado relevante a partir da década de 80 do século XX (Lourenço, 2004). Em outros países, em que os incêndios florestais são também uma ameaça no período de maior calor, tem havido uma aposta na investigação nesta área (Shi et al., 2022; Kartsios et al., 2020; Lampin-Maillet et al., 2010; Molina-Terrén et al., 2006; Lee et al., 2002). A investigação das causas e efeitos dos IF tem sido um desafio na procura de soluções que ajudem a reduzir o número de IF e a aumentar a eficácia no combate. Apesar da investigação que se faz em Portugal ser reconhecida internacionalmente, ainda estamos longe de esta ser aceite e aproveitada de forma eficaz pelas autoridades e demais decisores em Portugal em matéria de prevenção e combate de incêndios e de sensibilização/informação da população (FIRESTORM, 2022; Marçal et al., 2021; Projetos, IC&DT, 2020).

As causas tipificadas para os incêndios florestal em Portugal têm sofrido alterações desde 1981. Entre 1981 e 1992 estavam tipificadas 18 causas possíveis, entre 1993 e 2000 foram reduzidas para 4, entre 2001 e 2012 passaram para 6. A partir de 2013 passaram para 7, com várias subdivisões – Tabela 1.1 (6.º RPIR/DGPFR, 2021).

**Tabela 1.1.** Causas tipificadas para incêndios florestais em Portugal (adaptado de 6.º RPIR/DGPFR, 2021).

<b>Naturais</b>	Queda de raios
<b>Acidentais</b>	Transportes e comunicações
	Uso de maquinaria
<b>Uso do fogo</b>	Queimaduras extensivas para gestão de pasto
	Queimaduras extensivas de sobrantes florestais e agrícolas
	Queimaduras de amontoados de sobrantes florestais ou agrícolas
	Queimas de lixo
	Realização de fogueiras
<b>Incendiarismo</b>	Indivíduos imputáveis
<b>Reacendimentos</b>	Reacendimentos de incêndios
<b>Estruturais</b>	-----
<b>Indeterminadas</b>	-----

Um relatório do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) de 2014 com a “ANÁLISE DAS CAUSAS DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS - 2003 – 2013” propõe uma estrutura hierárquica de classificação da causalidade dos incêndios florestais baseada em três níveis, identificando-se, cada causa específica, com três algarismos, definindo para o primeiro nível 7 categorias de causas:

- Uso do fogo;
- Acidentais;
- Estruturais;
- Incendiarismo;
- Naturais;
- Indeterminadas;

- Reacendimentos

O segundo algarismo: discrimina as causas do nível anterior, identificando-as em grupos e discriminando atividades específicas. No caso do Uso do fogo são tipificadas as seguintes causas específicas: fogueiras, fumar, lançamento de foguetes, queima de lixo, queimada, outro uso do fogo.

O terceiro algarismo: divide em subgrupos as atividades e discrimina comportamentos e atitudes específicas. Esta forma de organização permite reagrupar a estrutura em 5 grandes grupos possibilitando aferir sobre a negligência ou intencionalidade das mesmas:

- Naturais: resultantes de descargas elétricas provocadas por trovoadas;
- Negligentes: resultantes de acidentes, do uso negligente do fogo ou por brincadeiras de crianças;
- Intencionais: relacionadas com o uso doloso do fogo;
- Indeterminadas: relacionadas com a impossibilidade de determinação da causa;
- Reacendimentos.

Tendo por base a percentagem de IF atribuída a cada causa, têm sido publicados nas últimas décadas vários diplomas legais proibindo algumas atividades sustentáveis de causar IF durante os meses de maior calor. De entre essas proibições está o lançamento de foguetes pirotécnicos nesses meses. O Decreto-lei (DL) n.º 124/2006 de 28 de junho estabeleceu que “durante o período crítico<sup>1</sup> não é permitido o lançamento de quaisquer tipos de foguetes e em todos os espaços rurais, a utilização de fogo de artifício ou outros artefactos pirotécnicos, que não os indicados no número anterior, está sujeita a autorização prévia da respetiva câmara municipal”. Em 2021 foi publicado o DL n.º 82/2021 de 13 outubro, que revogou o DL n.º 124/2006, tendo estabelecido “1 — Nos concelhos em que se verifique um nível de perigo de incêndio rural «muito elevado» ou «máximo», nos termos do artigo 43.º:

- a) Não é permitido o lançamento de qualquer tipo de foguetes;
- b) A utilização de artigos de pirotecnia (AP), com exceção dos indicados no número anterior e das categorias F1, P1 e P2 previstas no artigo 6.º do DL n.º 135/2015, de 28 de julho, na sua redação atual, está sujeita a licença do município ou da freguesia, nos termos da lei que estabelece o quadro de transferência de competências para as autarquias locais, sem prejuízo da autorização prévia da autoridade policial relativa ao uso de artigos pirotécnicos prevista na lei”.

---

<sup>1</sup> De 1 de julho a 30 de setembro, podendo a sua duração ser alterada, em situações excepcionais, por despacho do membro do governo responsável pela área das florestas.

Na sequência do DL n.º 124/2006 as oficinas de pirotecnia tiveram de se adaptar e fizeram alterações dos AP para permitir o seu lançamento a partir de tubos de plástico ou de metal. Assim, muitos dos efeitos pirotécnicos obtidos por foguetes passaram a ser obtidos pelo lançamento a partir de tubos, diminuído assim o risco de desvio de trajetória no lançamento do artigo e queda de resíduos, e consequentemente diminuído também o perímetro da zona de segurança. Essa modalidade de lançamento passou a ser adotada nos espetáculos de fogo de artifício realizado no período crítico.

Pese embora estas alterações, muitos espetáculos de fogo de artifício foram cancelados durante o período crítico, por decisão do governo ou do município, tendo apenas por base os alertas da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), fundamentados nas previsões meteorológicas do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Este modo de decisão impediu que espetáculos de pirotecnia previstos realizar no meio de rios, lagos ou em espaços sem qualquer vegetação na envolvente da zona de segurança fossem realizados.

Com os grandes incêndios ocorridos em Portugal em 2017 instalou-se na população em geral, nos *media* e nos decisores políticos um clima de medo pelo fogo, que tem levado à proibição ou recomendação de proibir qualquer espetáculo de fogo de artifício no período do verão (Bairrada Informação, 2021); (Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, 2020). Em 2018, o governo da altura, através do Ministério da Administração Interna esclareceu que "não está prevista qualquer revisão" nas leis que fixam as medidas especiais de proteção perante riscos como incêndios rurais, mantendo-se a proibição de fogos-de-artifício.

Sendo no período do verão que se realizam mais festas dos santos populares e outras festividades, que incluem espetáculos de fogo de artifício, com a decisão de muitos municípios de proibir qualquer espetáculo de fogo de artifício nessa altura, as empresas do setor da pirotecnia veem assim travada a sua atividade económica, com sérios prejuízos. Nos últimos dois anos esta situação agravou-se devido à pandemia, que levou ao cancelamento de espetáculos por decisão dos municípios ou do governo.

A realização de espetáculos de fogo de artifício tem uma longa tradição em Portugal, mas nas últimas décadas sofreu vários revês. De mais de 100 oficinas de pirotecnia em Portugal há 30 anos passou-se para 31 oficinas de pirotecnia e 50 estanqueiros de pirotecnia segundo dados da Polícia de Segurança Pública (PSP) de fevereiro de 2022.

Dada a perigosidade que a utilização de AP sempre encerra, como medida preventiva e por razões de ordem pública, segurança, saúde pública e segurança ambiental a PSP publicou em



2018 uma norma técnica sobre a “utilização de AP”. A seção II da referida norma estabelece as condições de “utilização de AP por consumidores nos espaços públicos e equiparados”. No artigo 6º da referida norma estabelece os “condicionalismos sobre os locais de utilização”. No artigo 10º refere os requisitos exigidos para a “montagem dos AP” e no artigo 11º define os valores da “área de segurança e raio de segurança” em relação ao público e espaços florestais em função do calibre dos artigos e do vento, apresentando uma tabela específica para o caso do lançamento de foguetes. Esta norma, porém, embora seja seguida pelos profissionais do sector da pirotecnia dado que a realização de espetáculos de fogo de artifício obedece ao licenciamento pela autoridade policial local (PSP ou GNR), parece não ter tido repercussão nas decisões dos municípios, quando são chamados para a tomada de decisão, conforme mostram as decisões da Comunidade Intermunicipal de Coimbra, anteriormente referida.

No sentido de contribuir para um melhor conhecimento da situação, as associações representativas do setor da pirotécnica e explosivos solicitaram à Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI) a realização de um estudo independente para averiguar as implicações atuais da utilização de artigos pirotécnicos e a sua relação com o surgimento de incêndios florestais, à luz da legislação existente e da evolução técnica que houve. O objetivo era avaliar o modo de utilização dos artigos pirotécnicos e propor recomendações em função das condições de lançamento desses artigos, em eventos realizados por operadores profissionais, servindo assim de contributo para a tomada de decisão de licenciamento, por parte das autoridades, operadores e responsáveis camarários. Os resultados e conclusões do estudo foram apresentadas em sessão pública em 2019 no Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) em Lisboa, para a qual foram convidadas diversas, tendo apenas presente a PSP. O relatório ficou público tendo sido divulgado junto de diversas entidades (PSP, GNR, ANEPC, municípios e ministério da administração interna). No referido estudo foram analisadas a causas de incêndios atribuídas à utilização de AP, no período entre 2003 e 2018, tendo por base os dados do ICNF, tendo sido concluído no período em análise que os incêndios atribuídos à utilização de AP representaram sensivelmente menos 0,5% em termo do número de ocorrências e da área ardida do total de incêndio registados entre 2007 e 2018. Importa referir que foi contabilizado o total de incêndios atribuídos à utilização de AP, conforme descritos nos relatórios do ICNF, ou seja:

13 – Lançamento de foguetes para diversão e lazer;

131 – Com medidas preventivas, no caso do lançamento de foguetes com licenciamento, seguros, presença dos corpos dos bombeiros, autoridades, etc.;

132 – Clandestinos, no caso do lançamento clandestino de foguetes sem qualquer medida preventiva, incluindo as anteriores;

133 – Autoignição, no caso da ignição de material explosivo proveniente do lançamento de foguetes, decorrido algum tempo.

No estudo realizado pela ADAI foram lançados diferentes tipos e calibres de AP, comuns nos espetáculos de fogo de artifício em Portugal, e medido a dispersão dos resíduos, através do raio ao local de lançamento, e a temperatura dos resíduos no momento da queda no solo, usando para o efeito câmaras de infravermelho. Para a grande maioria de AP lançados a dispersão de resíduos estava abaixo de 80 m, o que estava a abaixo da distância de segurança recomendada em relação a espaços florestais e, quando estes chegavam ao solo, a relevância térmica era baixa, havendo por isso pouca probabilidade de originarem um incêndio, se forem respeitadas as distâncias de segurança recomendadas (Reis et al., 2019a e Reis et al., 2019b). Neste mesmo relatório é apresentada uma proposta de matriz de risco de incêndio atribuída à utilização de AP, tendo por base o Índice de Risco de Incêndio Florestal (RCM), o *Initial Spread Index* – Índice de Propagação Inicial (ISI), o tipo de artigo de pirotecnia e o local de lançamento.

O RCM resulta da integração do índice FWI (Índice Meteorológico de Perigo de Incêndio Florestal), calculado pontualmente em cada uma das estações meteorológicas do IPMA, com o risco conjuntural - fornecido pelo ICNF. Da combinação destes dois índices resulta o índice de risco de incêndio florestal (conjuntural e meteorológico) - RCM, para o respetivo distrito/concelho. Este índice apresenta cinco classes de risco: Classe 1 - Risco Reduzido, Classe 2 - Risco Moderado, Classe 3 - Risco Elevado, Classe 4 - Risco Muito Elevado e Classe 5 - Risco Máximo. Os valores e a sua previsão até 5 dias podem ser encontrados no seguinte endereço: <https://www.ipma.pt/pt/riscoincendio/rem.pt>.

O ISI resulta da combinação do Índice de Humidade dos Combustíveis Finos e da intensidade do vento às 12 UTC - *Universal Time Coordinated* (Tempo Universal Coordenado, correspondendo ao horário de Inverno em Portugal), representando a taxa de propagação inicial do fogo. Este índice apresenta cinco classes de risco que são Muito Baixo, Baixo, Moderado, Elevado e Muito Elevado. Os valores e sua previsão podem ser consultados no seguinte endereço: <https://www.ipma.pt/pt/riscoincendio/fwi/>.

Foi proposta uma matriz de risco de incêndio (RP) baseada nos quatro parâmetros atrás referidos, que é expressa pela seguinte equação (1.1)

$$RP = a_1 \times F_1 + a_2 \times F_2 + a_3 \times F_3 + a_4 \times F_4 \quad (1.1)$$

em que  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  e  $a_4$  são os fatores de ponderação de cada fator,  $F_1$  é o fator risco de incêndio,  $F_2$  é o fator índice de propagação inicial,  $F_3$  é o fator local de lançamento e  $F_4$  é o fator tipologia dos AP. A título indicativo foram propostos os seguintes fatores de ponderação:

$$a_1 = 0,5$$

$$a_2 = 0,5$$

$$a_3 = 0,3$$

$$a_4 = 0,2.$$

Bazenga e Góis, em (2021), analisaram a envolvente de vários locais de lançamento de AP em espetáculos de fogo de artifício e propuseram a criação de um catálogo de locais adequados para a realização de espetáculos de pirotecnia. Desse estudo realizado mostraram que num círculo de 20 m de raio, em relação ao centro da zona de lançamento, predominam zonas de cultivo ou espaços de feiras e/ou de atividades desportivas, mantendo-se essa tendência também em círculos com raio de 50 m. Nos círculos de 20 m, as zonas aquáticas e habitacionais estão sensivelmente em igual percentagem ( $\approx 26\%$ ) e a zona de floresta é inferior a 10%. Nos círculos de 50 m o espaço ocupado com habitações aumenta, chegando a 21,8% e o espaço de floresta atinge 14,1%. Nos círculos de 100 m de raio a tipologia dominante de ocupação do solo são as habitações com uma percentagem de 31,4%, seguida pela zona de cultivo com 23,8%. A zona de floresta só se torna relevante acima de 100 m do ponto de lançamento, chegando a sensivelmente 25% no círculo compreendido entre os 100 e os 500 m de raio. Para a elaboração do catálogo, recomendam o uso combinado de ferramentas informáticas, como o *ArcGis®* e *Google Earth®*, apoiadas por imagens recolhidas por *drones*. Para a elaboração do catálogo propõem uma ação conjunta entre as associações representantes do setor, os municípios/freguesias, as entidades locais de proteção civil e de segurança pública e o ICNF, apoiadas por uma instituição científica, como a ADAI, reconhecida pela formação e investigação em incêndios rurais.

Apesar destas contribuições recentes ao nível da investigação relacionada com os riscos de incêndio associados ao lançamento de AP, não existe nenhuma ferramenta de avaliação de risco de incêndio válida para quantificar o risco e servir de base à tomada de decisão. Com este trabalho pretende-se analisar as ferramentas que existem para a avaliação do risco de incêndio em espaços

rurais e adaptá-las para a utilização de AP, avaliando a sua eficácia através de testes reais de utilização de AP em espetáculos de fogo de artifício.

## **1.2. Objetivos do trabalho**

O objetivo deste trabalho é contribuir para o desenvolvimento de uma Matriz de Risco de Incêndio na Envolvente da zona de segurança do lançamento de AP.

Para o objetivo definido, o estudo compreende:

- (1) Conhecer e analisar o tipo de AP e o seu modo de funcionamento;
- (2) Conhecer a tipologia dos locais usados para a realização de espetáculos de pirotecnia;
- (3) Conhecer quais os indicadores atmosféricos e de humidade da vegetação, em função do tipo de vegetação e período do ano;
- (4) Conhecer e analisar as matrizes de risco que existem para avaliar o risco de incêndio rural/florestal;
- (5) Registrar em vídeo vários espetáculos de fogo de artifício em diferentes locais durante o verão e proceder ao levantamento do tipo de artigos utilizados e sequência durante o espetáculo, de modo a poder fazer corresponder os efeitos à tipologia e calibre dos artigos. Simultaneamente proceder ao levantamento das áreas da zona de segurança e da vegetação no espaço envolvente;
- (6) Propôr uma matriz de risco de incêndio para a utilização de AP em espaços rurais.

## 2. ESTADO DA ARTE

Para que se possa fazer uma utilização de artigos pirotécnicos em segurança e sem colocar em risco a envolvente à zona de lançamento, importa conhecer as características dos AP, da envolvente dos potenciais locais de lançamento e as condições atmosféricas. A análise da legislação aplicável para a utilização de AP é necessária para averiguar se é ou não suficiente do ponto de visto da salvaguarda do risco de incêndio rural associado à utilização de AP. Para o objetivo do trabalho é relevante ainda conhecer que dados existem a nível mundial relacionados com incêndios atribuídos à utilização de artigos de pirotecnia e o grau de investigação que existe nesta temática nos países em que este tipo de risco é maior, como são os casos dos Estados Unidos da América (EUA), Espanha, Grécia e Itália. Para a elaboração deste capítulo foi feita uma pesquisa em bases de dados de publicações de artigos científicos, nomeadamente ScienteDirect e ResearchGate, de onde se recolheu vários artigos para análise. Também foi feita pesquisa de dissertações de mestrado e teses de doutoramento relacionadas com artigos de pirotecnia e de avaliação de risco de incêndio rural. A restante consulta bibliográfica teve como base artigos da National Fire Protection Association (EUA), estudos publicados em Portugal, jornais de notícias portuguesas, americanos e espanhóis, sites como o Diário da República Eletrónico e a Procuradoria-Geral da República, entre outros, tendo como principais objetivos obter informação sobre:

- Legislação em vigor aplicável ao uso de artigos pirotécnicos, proteção da floresta e distâncias de segurança a cumprir na realização de fogo,
- Casos de incêndios em Portugal, Espanha, EUA e Grécia atribuídos ao uso de artigos pirotécnicos,
- Envolvente de locais de realização de espetáculos de fogo de artifício em Portugal,
- Indicadores das condições atmosféricas e de risco de incêndio rural,
- Tipologia de matrizes de risco.

Na pesquisa foram usadas como palavras-chave em Português e Inglês: artigo de pirotecnia, distância de segurança, risco de incêndio rural, fogo de artifício, matriz de risco, indicadores das condições atmosféricas.

O período de pesquisa considerou as publicações a partir de 2000.

## 2.1. Artigos de pirotecnia

Do ponto de vista visual os AP podem ter várias formas e calibres. É habitual terem forma esférica ou cilíndrica. De uma forma geral o sistema de ignição pode ser através de um rastilho ou através de um inflamador pirotécnico. Quando são projetados para serem lançados, precisam de um motor foguete para transportar a carga de efeitos pirotécnicos ou de uma carga de impulso capaz de projetar o artigo à altura pretendida. Quando são projetados para estarem fixos, são amarrados a estruturas resistentes do ponto de vista físico e térmico, para que o efeito pirotécnico não provoque o seu deslocamento por efeito da ação e o calor da reação não danifique a estrutura.

### 2.1.1. Definição do conceito

A palavra “pirotecnia” advém da ligação dos termos gregos “*pur*”, que significa *fogo*, e “*tekné*”, que quer dizer *arte* ou *técnica*. Significa, por conseguinte, *a arte do fogo*. O termo apareceu com a invenção da pólvora negra e traduz-se como sendo a ciência em que se utiliza fogo, artefactos explosivos, combustíveis ou outras substâncias, com o intuito de gerar som, luz, calor ou fumo. Começou, há muitos anos, por ser usada com fins militares e comemorativos, sendo, na atualidade, também muito usada nas indústrias bélica e civil, nomeadamente no fabrico de foguetões e “flares” na área aeroespacial e força aérea e no fabrico de dispositivos de segurança para as indústrias naval, automóvel e aeronáutica.

### 2.1.2. Tipos de artigos

Existem diversos AP com diferentes calibres e efeitos, dos quais se destacam, pelo maior uso, os foguetes, as balonas, as candelas, os vulcões, os repuxos, cascatas e fogo preso. Sendo os AP considerados produtos perigosos que podem ser transportados por via terrestre é possível obter uma listagem completa através do Regulamento de Transporte de Mercadorias Perigosas (DL n.º 24-B/2020), designado vulgarmente por ADR. Os AP fazem parte dos produtos explosivos, os quais são classificados para efeito de transporte terrestre pelo número 1, numa escala que vai até 9. O modo de classificação estabelece um número UN para cada tipo de artigo. O código de classificação usa como referência números de 1 a

6 e letras para classificar o risco (Decreto-Lei 139/2002, de 17 de maio). Tendo por base este modo de referenciação, a classificação vai desde 1.1 a 1.6, sendo 1.1 os produtos com risco de explosão em massa, i.e, em que toda a massa pode explodir instantaneamente. Os produtos 1.2 são os que têm risco de projeções, os 1.3 são os que têm risco de fogo em massa, com ligeiro efeito de sopro, os 1.4 são os de risco de fogo moderado, os 1.5 são matérias muito pouco sensíveis, com fraca probabilidade de iniciação, os 1.6 são objetos muito pouco sensíveis. As letras são usadas para efeitos de compatibilidade na armazenagem. Neste quadro atrás descrito a maioria dos AP são classificados como 1.3 ou 1.4 seguidos da letra G, que significa “composição pirotécnica ou objeto que a contenha”. No capítulo 2 do Regulamento de Transporte de Mercadorias Perigosas é apresentado um glossário dos produtos, o respetivo número UN e código de classificação. No Anexo A são apresentados alguns exemplos da listagem de AP que integram o capítulo do Regulamento de Transporte de Mercadorias Perigosas.

O DL n.º 180/2005 de 3 de novembro transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2004/57/CE, da Comissão, de 23 de abril, relativa à identificação de artigos de pirotecnia, para efeitos da (Diretiva n.º 93/15/CEE, do Conselho, de 5 de abril), relativa à harmonização das disposições respeitantes à colocação no mercado e ao controlo dos explosivos para utilização civil.

De entre os AP abaixo elencados, os assinalados com asterisco (\*) são os de utilização mais frequente.

- Balona\*;
- Bateria;
- Candela\*;
- Foguete\*;
- Vulcão\*;
- Repuxo\*;
- Cascata\*;
- Vela mágica;
- Tocha de bengala;
- Artíficos pirotécnicos de baixo perigo e brinquedos pirotécnicos (estalinhos, fumos, etc.);
- Turbilhão;

- Sortido (petardos);
- Bomba de arremesso;
- Fogo preso\*.

### 2.1.3. Características e comportamento

Em termos de características do AP e o comportamento no emprego são importantes os seguintes pontos:

- **Calibre** - diâmetro interior do tubo de lançamento destinado a lançar artigos de pirotecnia (Norma Técnica n.º 3-2018 a);
- **Distância de segurança** - distância mínima a observar entre o conjunto de artigos de pirotecnia ou artigo de pirotecnia de maior calibre e a linha que delimita o perímetro da zona de segurança (Norma Técnica n.º 3-2018, b);
- **Distância de voo** - distância máxima percorrida na vertical por um AP durante o seu tempo de queima;
- **Duração/Tempo de queima** – tempo percorrido desde a ignição de um AP até deixar de ficar incandescente;
- **Efeitos visuais/sonoros.**

Os AP integram a lista de produtos explosivos (DL n.º 139/2002, de 17 de maio), os quais, quando reagem, podem produzir calor, luz, onda de choque, gases e ruído. Quanto à velocidade de reação, são distinguidos três cenários:

- **Deflagração** – consagra uma reação química cuja frente de reação se propaga com uma celeridade inferior à celeridade do som nesse material. Este tipo de reação não provoca efeitos de sobrepressão significativos na vizinhança, pode produzir calor, gases, luz e ruído.
- **Detonação** – reação química cuja frente de reação se propaga com uma celeridade superior à do som no material. Neste tipo de reação, para além dos efeitos acima referidos no caso anterior, surge a propagação de uma onda de choque, caracterizada por uma alta sobrepressão capaz de destruir estruturas rígidas com a sua passagem.

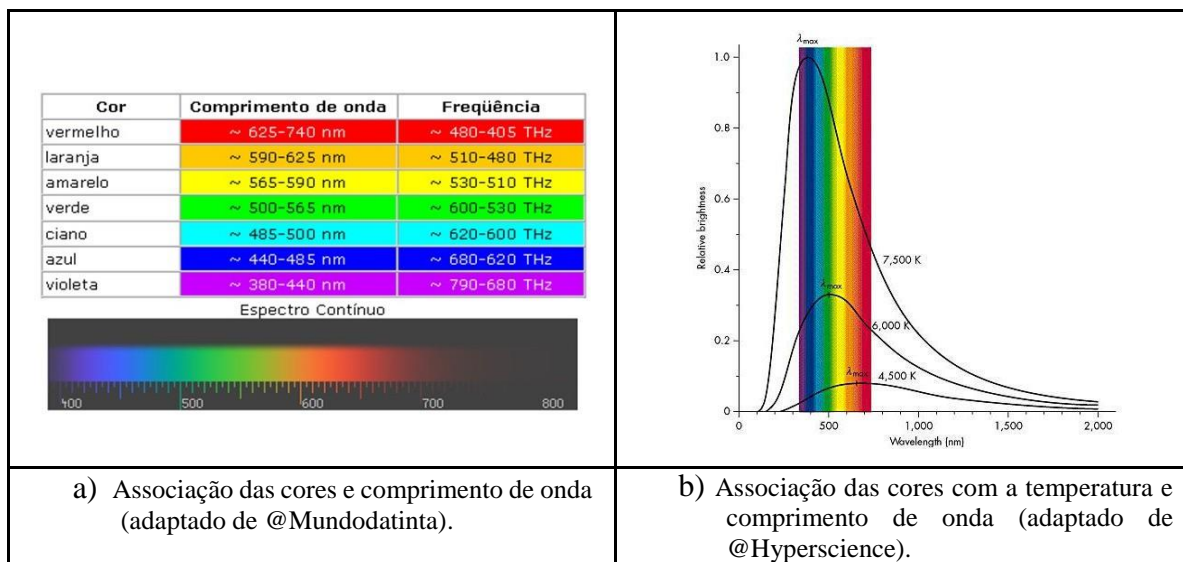


- **Transição deflagração-detonação** – quando ocorre um aumento da turbulência e da pressão na frente de reação, a ponto de provocar uma aceleração da sua celeridade relativamente à frente sónica.

O termo Explosão é usado para caracterizar a reação rápida, capaz de provocar danos na vizinhança. São exemplos Explosão de gás, Explosão de poeiras, Explosão atômica.

Os AP que se destinam ao transporte/lançamento da carga pirotécnica de efeitos especiais devem ter uma reação de deflagração, isto é, queimarem de forma rápida, produzindo luz e calor e gases, que servem de meio propulsor para o transporte/lançamento do AP. A carga pirotécnica de efeito especiais podem incluir cargas detonantes, cuja reação é uma explosão em massa, em que todo o material reage ao mesmo tempo, gerando uma elevada pressão, que se traduz por um forte ruído, para além de efeitos de luz, calor e gases. Os efeitos visuais característicos do AP estão associados à temperatura da reação e ao comprimento de onda da luz emitida, podendo ter um espectro compreendido entre os 400 e os 780nm. A Tabela 2.1 ilustra o espectro das cores associado ao comprimento de onda da fonte emissora e à temperatura de reação. Os constituintes das diferentes composições pirotécnicas são os responsáveis pelas temperaturas de chama, que podem atingir entre os 2000 e os 3000 °C.

**Tabela 2.1.** Espectro de cores e relação com a temperatura e comprimento de onda.



A junção de um oxidante e um combustível e de alguns aditivos resulta num AP capaz de produzir as cores pretendidas para o efeito, como se mostra na Figura 2.1 (Góis, 2021).




Composição	Cor
Poeira de zinco, hexacloroetano, alumínio	Branco
clorato de potássio, naftaleno, carvão	Preto
Tetracloroeto de silício, vapor de amónia	Cinza
Lactose, clorato de potássio, auramina	Amarelo
Clorato de potássio, enxofre, bicarbonato de sódio	Vermelho
Malaquite verde, clorato de potássio, sulfato de antimónio	Verde
Clorato de potássio, sulfato de antimónio, indigo	Azul

**Figura 2.1.** Composições pirotécnicas características de algumas cores (Góis, 2021).

De um modo geral os efeitos sonoros de um AP são obtidos com a composição da pólvora negra, colocada no interior de um tubo de cartão e inflamada por um fusível. Nos chamados “apitos/assobios” as misturas são aplicadas num tubo aberto (Góis, 2021).

A Tabela 2.2 mostra alguns dos AP mais comuns e os seus efeitos respetivos.

**Tabela 2.2.** Tipos de artigos pirotécnicos e os seus efeitos visuais.

Nome	Artigo pirotécnico	Efeito visual
Balonas		
Candelas		

Foguetes		
Vulcões		
Repuxos		
Cascatas		
Fogo preso		

## 2.2. Envolvente de espetáculos de fogo de artifício em Portugal

Um dos principais aspetos a ter em conta no emprego de AP é a envolvente do local onde se realiza o espetáculo pirotécnico, de modo a que não seja provocada nenhuma ignição inesperada após o lançamento dos AP. Sabe-se que este é um aspeto que não é tido em conta por parte das entidades competentes à aprovação da realização de um espetáculo, porém é de extrema importância a sua análise prévia, de maneira a certificar que o local em causa se encontra em condições e não apresenta risco de causar um incêndio florestal ou rural.

Os principais artigos que os profissionais pirotécnicos afirmam originar maior risco de incêndio para a envolvente da zona de lançamento são os foguetes (Bazenga, 2021).

De maneira a perceber a ocupação do solo na envolvente dos pontos de lançamento, é necessário reunir imagens via satélite, que podem ser obtidas através do *Google Earth*, de softwares como *ArcGIS*, *AutoCad* e *ERDAS IMAGINE* ou mesmo por drones.

Para classificar a tipologia da envolvente, *Bazenga* (2021) adotou as seguintes categorias:

- **Zona de cultivo** – zona onde predominam solos agrícolas;
- **Zona industrial** – zona onde predominam edifícios industriais ou relacionados com atividades económicas;
- **Zona florestal** – zona onde predomina vegetação média ou alta, característica de floresta e parques;
- **Zona habitacional** – zona onde predominam aglomerados habitacionais;
- **Zona aquática** – zona onde existem corpos de água: mar, rios, lagoas, zonas húmidas de cultivo, e outras;
- **Zona desportiva ou de feira ao ar livre** – zonas com campo de futebol, parque de estacionamento, ou feira ao ar livre ou descampado limpo.

Nesse estudo de *Bazenga* (2021), a partir de imagens de satélite recolhidas das zonas de lançamento, traçaram-se círculos com raios de 20, 50, 100 e 500 m em relação ao ponto de lançamento. Concluiu-se então que nos raios de 20 e 50 m prevalecem zonas de cultivo e zonas desportivas ou de feira ao ar livre, com percentagens muito semelhantes entre si em

qualquer uma das duas distâncias. Nos círculos correspondentes a raios de 100 m as zonas habitacionais são as que mais se destacam com 31,4%, apresentando uma diferença considerável para as restantes zonas. Já nas áreas delimitadas por círculos de raio de 500 m as zonas de cultivo e de floresta surgem com 25,5%, sendo apenas ultrapassadas pelas zonas habitacionais com 31,5%.

Na generalidade e depois de analisada a envolvente dos diversos locais de lançamento, pode-se comprovar que a maioria dos locais está de acordo com as condições impostas nas tabelas da Norma Técnica n.º3/2018 da PSP quanto a distâncias de segurança para lançamento de foguetes, distâncias de segurança para o lançamento na vertical de AP, distâncias para lançamento não vertical (em função do calibre e/ou da velocidade do vento, quando compreendida entre 25 e 45 km/h) e distâncias onde as partículas aterraram em relação ao local de onde foram lançados os AP.

De acordo com um estudo realizado por *Bazenga* (2021), os profissionais de pirotecnia e as entidades envolvidas pelo licenciamento e segurança dos espetáculos consideram que, antes do designado “período crítico”, que, entretanto, caiu com o último diploma sobre a proteção da floresta, a envolvente dos locais de lançamento deve estar limpa. Acresce ainda que a GNR considera que a distância de segurança em relação à envolvente do local de lançamento é crucial para baixar o risco de incêndio. Por sua vez a PSP mostra-se disponível para uma verificação mais atenta dos locais de lançamento.

## **2.3. Legislação relativa ao emprego de artigos de pirotecnia**

A legislação aplicável ao sector relacionado com AP é significativa e visa regulamentar as atividades de fabrico, armazenamento, transporte e emprego. Para regulamentar o emprego de AP junto a espaços florestais existe também legislação, que visa a proteção da floresta quanto ao risco de incêndio.

Da diversa legislação que regulamenta a atividade pirotécnica, salienta-se a seguinte:

### **2.3.1. Decreto-Lei n.º 135/2015, de 28 de julho**

O (DL n.º 135/2015, de 28 de julho) procede à definição das regras que estabelecem a livre circulação de AP, bem como os requisitos essenciais de segurança que os AP devem

satisfazer tendo em vista a sua disponibilização no mercado. Este DL cria um sistema de rastreabilidade e estabelece a existência de um registo dos produtos fabricados/importados, fixa os requisitos essenciais de segurança para os AP e limita a aquisição, utilização ou comércio de certas categorias de fogos-de-artifício, por razões de ordem pública ou de segurança pública, tendo em conta costumes e tradições culturais relevantes.

O referido DL fixa os limites de idade mínima dos consumidores para a sua aquisição e respetiva utilização e ainda restringe a aquisição de fogo-de-artifício de categoria F1 a menores de 14 anos e garante que o rótulo apresenta as informações suficientes e apropriadas para uma utilização segura.

Do artigo 3º são apresentadas várias definições, das quais se destacam pela importância que podem ter neste trabalho:

- Avaliação da conformidade – processo de verificação através do qual se demonstra se estão cumpridos os requisitos essenciais de segurança previstos no presente decreto-lei relativamente a um artigo de pirotecnia.
- Especificação técnica – documento que define os requisitos técnicos que os artigos de pirotecnia devem cumprir.
- Marcação CE - marcação através do qual o fabricante indica que um artigo de pirotecnia cumpre os requisitos aplicáveis estabelecidos na legislação de harmonização da União Europeia que prevê a sua oposição.
- Operadores económicos – o fabricante, o importador e o distribuidor.
- Organismo notificado – organismo que efetua atividades de avaliação da conformidade, nomeadamente calibração, ensaio, certificação e inspeção.
- Pessoa com conhecimentos especializados - pessoas autorizadas pela Direção Nacional da Polícia de Segurança Pública (DNPSP) a manipular e ou utilizar no território nacional fogos-de-artifício da categoria F4, artigos de pirotecnia para teatro da categoria T2 e ou outros artigos de pirotecnia da categoria P2.

Em termos de utilização, os artigos de pirotecnia dividem-se em três categorias:

- a) F – artigos para fogos de artifício;
- b) T – artigos para pirotecnia de teatro;
- c) P – outros artigos de pirotecnia.

Dentro destas há que fazer ainda a distinção por diferentes níveis de risco e nível sonoro e por quem podem ser manuseados, como mostra a Figura 2.2.

Categoria	Risco	Classificação
F1	Muito baixo	Fogos de artifício que apresentam um risco muito baixo e um nível sonoro desprezável, podem ser usados em espaços fechados.
F2	Baixo	Fogos de artifício que apresentam um risco baixo, podem ser usados em espaços fechados.
F3	Médio	Fogos de artifício que apresentam um risco médio e o nível sonoro não implica danos na saúde humana, devem ser usados em espaços exteriores e abertos.
F4	Elevado	Fogos de artifício que apresentam um risco elevado e o nível sonoro não implica danos na saúde humana, só podem ser operados por profissionais pirotécnicos.
T1	Baixo	Artigos que apresentam risco baixo, podem ser usados em palcos.
T2	Elevado	Artigos que apresentam risco elevado para serem usados em palcos apenas por profissionais pirotécnicos.
P1	Baixo	Todos os artigos pirotécnicos, menos os fogos de artifício e os artigos pirotécnicos para teatro, com risco baixo.
P2	Elevado	Todos os artigos pirotécnicos, menos os fogos de artifício e os artigos pirotécnicos para teatro que só podem ser usados por profissionais pirotécnicos.

**Figura 2.2.** Classificação de artigos pirotécnicos (adaptado de *Bazenga*, 2021).

Este decreto impõe a obrigatoriedade dos rótulos dos AP serem bem visíveis e de incluírem, pelo menos:

- Informação sobre o fabricante e o importador;
- Designação e o tipo de artigo;
- Número de registo e o número do produto, do lote ou da série;
- Limites de idade previstos para o seu uso;
- Categoria;
- Instruções de utilização;
- Distância mínima de segurança e indicações de segurança;
- Teor líquido de explosivo.

A marcação de cada AP inclui o número de identificação (“XXXX”), a categoria do artigo (“YY”) e o número de identificação do organismo notificado (“ZZZZ”). A estrutura a ser seguida deve ser: XXXX-YY-ZZZZ. Mostra-se na Figura 2.3 um exemplo de um rótulo de embalagem de um artigo pirotécnico.

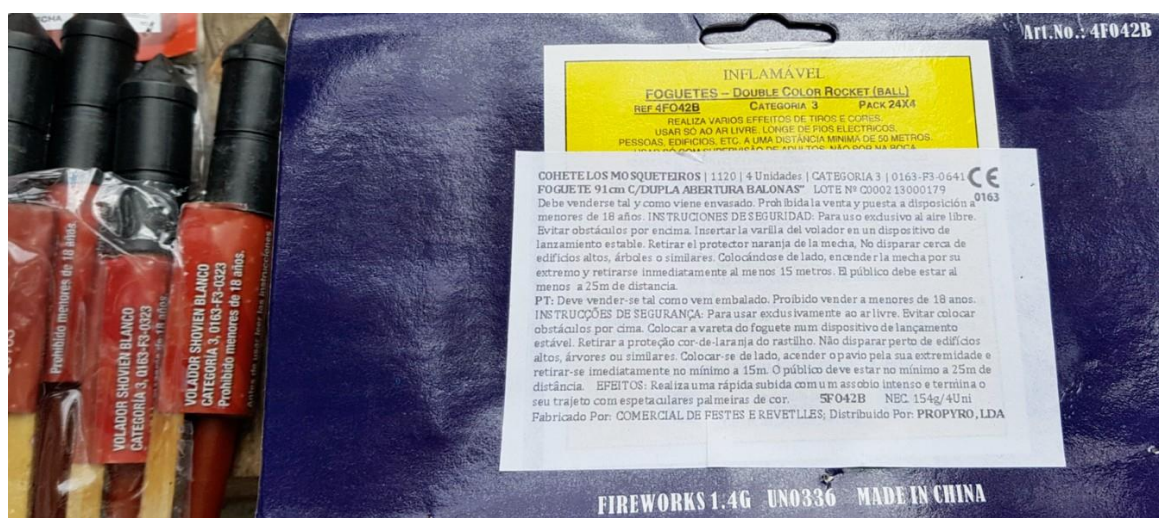


Figura 2.3. Rótulo de embalagem de um foguete (Góis, 2020)

Em função da categoria de AP são estabelecidas distâncias de segurança e o nível sonoro máximo produzido pela reação do AP, que se mostram na Tabela 2.3.

**Tabela 2.3.** Distância de segurança mínima e nível sonoro máximo das diferentes categorias de AP (adaptado de DL n.º 135/2015).

Categoria do AP	Distância de segurança mínima (em metros)	Nível sonoro máximo (em dB)
F1	1	120
F2	8	120
F3	15	120

De realçar que as distâncias de segurança apresentadas são valores aconselháveis, podendo estes ser reduzidos, desde que a segurança dos intervenientes não seja posta em perigo.

### 2.3.2. Norma Técnica n.º 3/2018

Esta norma técnica publicada pela Direção Nacional da PSP (DNPSP), foi estabelecida ao abrigo do artigo 39º do Decreto-lei nº135/2015 de 28 de julho, aborda sobretudo quais as



peças aptas a usar artigos pirotécnicos, quais as limitações e as regras quanto aos locais da sua utilização, armazenamento e transporte e ainda as distâncias de segurança a cumprir no manuseamento destes mesmos artigos.

No seu artigo 3º são definidos conceitos, dos quais destacamos para este trabalho.

- **Ângulo de lançamento** – ângulo formado pela vertical com o eixo longitudinal do dispositivo de lançamento.
- **Área de segurança** – espaço que rodeia a zona de lançamento e a linha que delimita a presença do público, vigiada pela entidade organizadora para proporcionar uma maior segurança na realização do espetáculo e lançamento dos artigos de pirotecnia.
- **Artigo de pirotecnia** – qualquer artigo que contenha substâncias explosivas ou uma mistura explosiva de substâncias concebidas para produzir um efeito calorífico, luminoso, sonoro, gasoso ou fumígeno ou uma combinação destes efeitos, devido a reações químicas exotérmicas autossustentadas.
- **Empresa pirotécnica** – pessoa física ou jurídica, devidamente licenciada pela Direção nacional da Polícia de Segurança Pública como fabricante ou habilitado com a carta de estanqueiro, que com a colaboração de operadores pirotécnicos é responsável pelas operações de montagem e utilização dos artigos de pirotecnia em espetáculo no âmbito da presente regulamentação.
- **Espaços florestais** – os terrenos ocupados com floresta, mato e pastagens ou outras formações vegetais espontâneas, segundo os critérios definidos no Inventário Florestal Nacional.
- **Espectáculo pirotécnico** – evento executado por empresa pirotécnica com utilização de artigos de pirotecnia, de uso profissional ou não, em local devidamente autorizado pela autoridade policial competente.
- **Fogo de artifício** – artigo de pirotecnia destinado a ser utilizado para fins de entretenimento.
- **Fogo preso** – estrutura que contém artigos de pirotecnia, provida de meios para poder ser fixada a um suporte podendo ou não ter acopladas outras estruturas que se podem mover.
- **Operador pirotécnico** – pessoa com conhecimentos especializados, devidamente credenciada nos termos das respetivas normas.

- **Período crítico** – o período durante a qual vigoram medidas e ações especiais de prevenção contra incêndios florestais, por força de circunstâncias meteorológicas excepcionais, conforme previsto no Sistema de Defesa da Floresta Contra Incêndios.
- **Raio de segurança** – distância mínima entre o limite do perímetro da zona de lançamento e a linha que delimita o perímetro da zona de segurança.
- **Zona de lançamento** – espaço destinado à montagem do espetáculo e lançamento dos artigos de pirotecnia, localizado no interior da área de segurança, devidamente vedado e protegido.

Quanto à utilização de AP, refere-se a possibilidade de manuseamento de AP pertencentes às categorias F1, F2, F3, T1 e P1 por parte de qualquer indivíduo, sob as condições referidas no artigo 5º.

No primeiro ponto do artigo 8º refere-se: “A realização de espetáculos por empresas pirotécnicas, com recurso a operadores pirotécnicos, só pode realizar-se mediante licença concedida pela autoridade policial do respetivo município [...]”.

Na alínea a) do ponto 2 do artigo 13º diz-se: “O solo deve possuir consistência suficiente, ser plano ou permitir uma base de suporte adequada para os dispositivos de lançamento, não podendo conter quaisquer substâncias combustíveis.”.

Na alínea c) do ponto 2 do artigo 13º aconselha-se a existência de uma “Vedação a uma distância mínima de 5 metros relativamente aos AP.”.

Na eventualidade de haver algum percalço e com o intuito de o reduzir, no ponto 1 do artigo 14º refere-se a necessidade de “Lista de serviços de emergência e demais agentes de proteção civil” e ainda “Meios materiais e humanos necessários ao cumprimento das medidas de segurança estabelecidas”.

No artigo 15º indicam-se os responsáveis pela segurança do espetáculo pirotécnico e algumas medidas a tomar para que este decorra nas melhores condições.

No emprego dos AP são fixadas distâncias mínimas de segurança a cumprir. Na Tabela I, do Anexo D, da presente norma técnica, mostram-se os valores estabelecidos para o lançamento na vertical, segundo se mostra na Figura 2.4.

Calibre do artigo de pirotecnia	Distância de segurança (Em metros)	
	Ao público	A armazéns de produtos e matérias perigosas e a espaços florestais (1 e 2)
10 mm	3 m	50 m
15 mm	5 m	50 m
20 mm	6 m	50 m
30 mm	9 m	50 m
40 mm	20 m	75 m
50 mm	25 m	75 m
60 mm	48 m	96 m
75 mm	60 m	120 m
100 mm	80 m	160 m
125 mm	100 m	200 m
150 mm	120 m	240 m
200 mm	160 m	320 m
250 mm	200 m	400 m

(1) - O lançamento de artigos pirotécnicos, que contenham efeitos com paraquedas ou outro mecanismo de sustentação aerodinâmica, é proibido a menos de 500 metros.

(2) - As distâncias de segurança a observar a espaços florestais só se aplicam durante o período crítico ou desde que se verifique o índice de risco temporal de incêndio de níveis muito elevado e máximo.

**Figura 2.4.** Distâncias de segurança para o lançamento na vertical de artigos de pirotecnia (Anexo D, Tabela I, Norma Técnica n.º 3/2018).

Para os casos em que o lançamento não é vertical ou existe velocidade do vento igual ou superior a 25 km/h, os valores das distâncias devem ser corrigidos de acordo com a Figura 2.5.

Aumento da distância de segurança na direção do lançamento e/ou do vento (Em metros)				
Ângulo de Lançamento	Calibre do artigo pirotécnico		Velocidade do vento	Aumento a considerar
	≤ 50 mm	> 50 mm		
5º	8 m	13 m	25 km/h	25 m
10º	15 m	25 m	28 km/h	28 m
15º	23 m	38 m	30 km/h	30 m
20º	30 m	50 m	33 km/h	33 m
25º	38 m	63 m	35 km/h	35 m
30º	45 m	75 m	38 km/h	38 m
35º	53 m	88 m	40 km/h	40 m
40º	60 m	100 m	43 km/h	43 m
45º	68 m	113 m	45 km/h	45 m

**Figura 2.5.** Aumento das distâncias de segurança, para o lançamento não vertical ou com velocidade do vento igual ou superior a 25 km/hora (Anexo D, Tabela II, Norma Técnica n.º 3/2018).

No que diz respeito às distâncias de segurança para o lançamento de foguetes, a Figura 2.6 estabelece os valores a ter em conta, bem como algumas considerações a adotar.

Calibre do artigo de pirotecnia	Distância de segurança (em metros) (2)	
	Ao público	A armazéns de produtos e matérias perigosas e a espaços florestais (3 e 4)
Até 15 mm	75 m	200 m
16 mm	80 m	200 m
17 mm	85 m	200 m
18 mm	90 m	200 m
20 mm	100 m	200 m
22 mm	110 m	220 m
25 mm	125 m	250 m
26 mm	130 m	260 m
28 mm	140 m	280 m

(1) - O lançamento de foguetes deve ser sempre efetuado na direção vertical.  
 (2) - Para foguetes com mais de um tubo propulsor a distância é multiplicada pelo número de tubos propulsores.  
 (3) - O lançamento de foguetes, que contenham efeitos com paraquedas ou outro mecanismo de sustentação aerodinâmica, é proibido a menos de 500 metros.  
 (4) - As distâncias de segurança a observar a espaços florestais só se aplicam durante o período crítico ou desde que se verifique o índice de risco temporal de incêndio de níveis muito elevado e máximo.

**Figura 2.6.** Distâncias de segurança para o lançamento de foguetes (Anexo D, Tabela III, Norma Técnica n.º 3/2018).

### 2.3.3. Decreto-lei n.º 76/2017, de 17 de agosto

Este Decreto de lei estrutura o Sistema de Defesa da Floresta contra Incêndios (SDFCI), e corresponde à quinta alteração ao Decreto-lei n.º 124/2006.

No artigo 2.º define as entidades responsáveis pelos trabalhos de prevenção e proteção da floresta.

- “- Ao Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (ICNF, I.P.), a coordenação das ações de prevenção estrutural, nas vertentes de sensibilização, planeamento, organização do território florestal, silvicultura e infraestruturização de defesa da floresta contra incêndios;
- À Guarda Nacional Republicana (GNR) a coordenação das ações de prevenção relativas à vertente da vigilância, deteção e fiscalização;
- À Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC), a coordenação das ações de combate, rescaldo e vigilância pós-incêndio.

Compete ao ICNF, I.P. a organização e coordenação do dispositivo de prevenção estrutural que, durante o período crítico, se integra na estrutura operacional prevista no dispositivo especial de combate a incêndios florestais (DECIF). Compete ainda ao ICNF, I.P., a manutenção, à escala nacional, de um sistema de informação relativo a incêndios florestais, através da adoção de um sistema de gestão de informação de incêndios florestais (SGIF) e os registos das áreas ardidas.”

Este DL define índice de risco de incêndio rural como “a expressão numérica que, traduzindo o estado dos combustíveis por ação da meteorologia e os parâmetros meteorológicos relevantes, auxilia à determinação dos locais onde são mais favoráveis as condições para ignição ou propagação do fogo”, fixando 5 níveis: reduzido (1), moderado (2), elevado (3), muito elevado (4) e máximo (5).

Já o índice de perigosidade de incêndio rural é estabelecido como “a probabilidade de ocorrência de incêndio rural, num determinado intervalo de tempo e numa dada área, em função da suscetibilidade do território e cenários considerados”. Para avaliação deste índice existem diferentes classes, sendo elas Classe I – muito baixa, Classe II- baixa, Classe III – média, Classe IV – alta e Classe V – muito alta.

#### **2.3.4. Decreto-lei n.º 82/2021, de 13 de outubro**

Este DL implementa o sistema nacional de gestão integrada de fogos rurais, com o propósito de definir as responsabilidades e o papel de “todas as entidades participantes na prevenção estrutural, nos sistemas de autoproteção de pessoas e infraestruturas, nos mecanismos de apoio à decisão, no dispositivo de combate aos incêndios rurais e na recuperação de áreas ardidas”. Este sistema tem sobretudo um intuito de prevenção e de fazer os possíveis para que os riscos sejam reduzidos.

No DL são definidas as entidades que fazem parte do SGIFR, como a Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais, I.P. (AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos, I.P.), o ICNF, I.P., a ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil, a GNR, a PSP, entre outras.

Restringe a utilização de formas de fogo, referindo:

“1 – Nos concelhos em que se verifique um nível de perigo de incêndio rural muito elevado ou máximo, (...):

- a) Não é permitido o lançamento de balões com mecha acesa nem de qualquer tipo de foguetes;
- b) A utilização de AP, com exceção dos indicados no número anterior e das categorias F1, P1 e P2 previstas no artigo 6.º do Decreto-Lei n.º135/2015, de 28 de julho, na sua redação atual, está sujeita a licença do município ou da freguesia, nos termos da lei que estabelece o quadro de transferência de competências para as autarquias locais, sem prejuízo da autorização prévia da autoridade policial relativa ao uso de artigos pirotécnicos prevista na lei”.

## 2.4. Incêndios rurais com origem no emprego de artigos pirotécnicos

Para que se possa perceber a dimensão deste problema, são reportados alguns casos de incêndios atribuídos ao uso de AP. Não sendo fácil encontrar relatórios oficiais a descrever incêndios originados pelo uso de AP, de modo a elucidar são analisados alguns casos reportados por órgãos de comunicação social.

A 24 de fevereiro de 2013, segundo o Jornal de Notícias, celebrou-se o Novo Ano Lunar Chinês, tendo sido sinalizados 1482 pequenos fogos derivados de incidentes com fogo de artifício, no chamado “Festival das lanternas”, tendo sido registados 37 mortos e os bombeiros obrigados a resgatar cerca de 280 pessoas. Tais fogos, a maioria de pequena dimensão, aconteceram por não haver proibição de rebentamento dos tradicionais “panchões” – cartuchos de pólvora revestidos por papel vermelho – em zonas comerciais e em espaços públicos.

Na Califórnia, Estados Unidos da América (EUA), também é recorrente ouvir-se falar de incêndios causados pelo uso de AP. Segundo (Jungmann, 2020), no dia 7 de setembro, “um dispositivo pirotécnico gerador de fumo usado numa festa para revelar o sexo de um bebé” provocou um vasto incêndio florestal no sul da Califórnia, numa altura em que este Estado atravessava uma onda de calor, com temperaturas a rondar os 43 °C. Para combater as chamas estiveram no local mais de 500 bombeiros e 4 helicópteros, tendo ardido 2,8 mil hectares de terreno e alguns moradores da região foram obrigados a abandonar as suas casas.

Nos EUA, entre 2014 e 2018, registou-se uma média de 18200 incêndios com origem no emprego de AP (aproximadamente 1,4% dos incêndios totais, segundo a *US Fire Administration*), sendo os principais focos de ignição a erva, a mistura de erva e mato e focos de lixo a céu aberto ou recipiente de lixo sem tampa (Ahrens, 2020).

Em 6 de março de 2022, em São Brás de Alportel, Algarve, Portugal, a utilização de AP num festejo entre adeptos de um clube de futebol esteve na origem de um incêndio numa zona de mato (Correio Da Manhã, 2022). Muito embora não tenha havido registo de mortos nem feridos, tiveram que ser mobilizados 68 operacionais com 22 veículos e 1 meio aéreo no combate ao fogo. Este tipo de incidentes tem vindo a diminuir substancialmente ao longo do tempo, uma vez que a vigilância e a atenção por parte das autoridades têm sido cada vez mais apertadas. Apesar de alguns incidentes registados, a incidência em Portugal é muito baixa, conforme demonstrado no relatório da ADAI sobre o emprego de AP e a relação com a ignição de incêndios florestais (Reis et al, 2019), elaborado com base em dados do ICNF.

Na Grécia, uma das festividades mais importantes para a igreja é a Páscoa. Nos últimos anos, tornou-se popular o lançamento de fogo de artifício à meia-noite de sábado de Páscoa, a maioria de uso ilegal. Principalmente nas ilhas do mar Egeu, são lançados um grande número foguetes caseiros, que consistem em paus de madeira carregados com uma mistura explosiva contendo pólvora, cujo uso faz lembrar uma “guerra de foguetes”. O seu lançamento tem provocado todos os anos inúmeras hospitalizações, vítimas de queimaduras e outras lesões graves, designadamente perda de visão e membros (Pallantzias et al., 2012).

A 24 de Fevereiro, (Trelinski, 2022) noticiou que o uso de fogo de artifício é suspeito de iniciar um incêndio florestal na Costa Blanca – Província de Alicante, em Espanha. O incêndio deflagrou perto de algumas casas na localidade de Calvari, e obrigou à evacuação de várias habitações por precaução, não tendo resultado quaisquer feridos.

Conforme se demonstra, não é só em Portugal que há casos de incêndios causados pelo emprego indiscriminado e ilegal de AP (Beighley & Hyde, 2018). O uso indevido, não cumprindo com as regras de utilização de AP, pode levar à ignição de materiais combustíveis na vizinhança e a propagação de um incêndio. Mesmo tomando todas as precauções, podem existir ignições pontuais, por queda de resíduos junto da zona de lançamento. Contudo, se a envolvente estiver limpa de materiais combustíveis, não haverá condições para a deflagração de um incêndio, podendo essas ocorrências ser extintas facilmente com um extintor.

## **2.5. Indicadores das condições atmosféricas e risco de incêndio rural**

As condições atmosféricas e a capacidade de conseguir perceber o efeito que as mesmas irão ter num incêndio florestal revelam-se cruciais na existência de um fogo (Vieira, 2021).

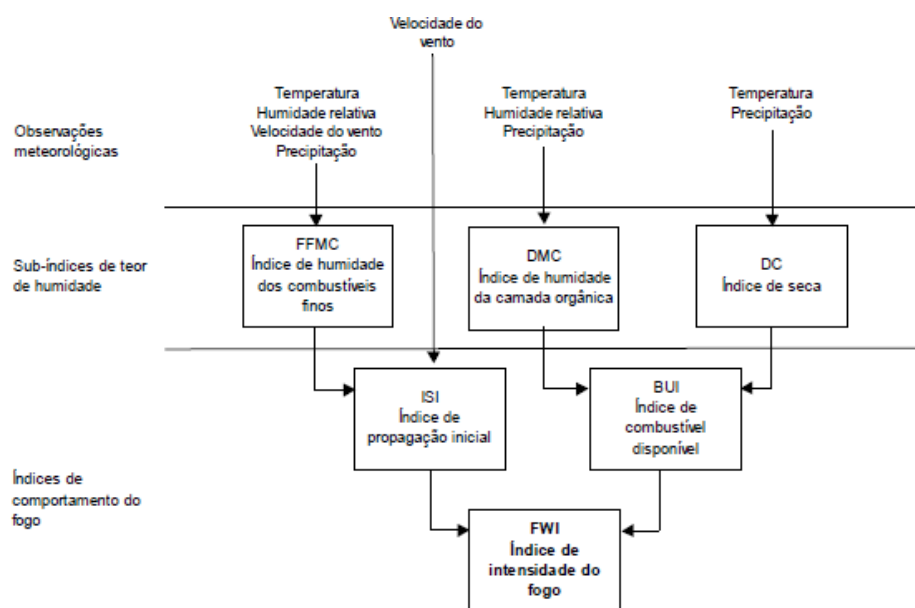
O risco de incêndio provém de fatores constantes (tipo de combustível, topografia) e de fatores variáveis, como as condições atmosféricas (temperatura, humidade relativa do ar, precipitação e velocidade do vento), os quais têm influência no modo como o fogo se propaga (Vieira, 2021).

Em Portugal é usado um modelo baseado no Índice Meteorológico de Incêndio do Sistema Canadano (*Canadian Forest Fire Weather Index System, CFFWIS*), o qual



denominamos por Índice Meteorológico de Perigo de Incêndio Florestal (FWI - *Fire Weather Index*), que é composto por outros seis índices (Van Wagner, 1987). O Sistema Canadano pretende como dados de entrada: a temperatura do ar; a humidade relativa do ar; a velocidade do vento, medida a 10 m de altura e a precipitação verificada nas últimas 24 horas.

O FWI é calculado diariamente pelo IPMA, às 12 UTC. Este índice divide-se em 5 classes de risco: Baixo, Moderado, Alto, Muito Alto e Extremo. A Figura 2.7 representa a estrutura do FWI e descreve graficamente como é feito o cálculo deste índice (Viegas et al., 2004).



**Figura 2.7.** Estrutura do sistema de indexação de perigo de incêndio Canadano (FWI).

Dentro dos seis índices existentes, os três sub-índices *FFMC - Fine Fuel Moisture Content*, *DMC - Duff Moisture Code* e *DC - Drought Code* descrevem o teor médio de humidade de estratos de combustíveis finos mortos, de combustíveis constituintes da camada orgânica presente no solo e do solo (Viegas, 2004). Cada um dos sub-índices avalia:

*FFMC* – Índice de teor de humidade de combustíveis finos, representa a possibilidade de ignição e de incidência de focos secundários;

*DMC* – Índice de teor de humidade da camada orgânica;

*DC* – Índice de secura, indicativo do défice de água no solo.

No nível intermédio da estrutura do FWI estão presentes dois índices relativos ao comportamento ou à propagação do fogo, sendo eles o *ISI - Initial Spread Index* e o *BUI - Build Up Index*.

*ISI* – Índice de propagação inicial, que mostra a velocidade esperada de propagação do fogo e engloba o *FFMC* e o valor da velocidade do vento;

*BUI* – Índice de combustível disponível, que traduz a quantidade total de combustível disponível para queima e abrange os dois sub-índices *DMC* e *DC*.

Por fim, o dado de saída do sistema é o *FWI*, que é o Índice de perigo meteorológico e representa a possibilidade de acontecer um incêndio e a sua perigosidade, juntando os índices *BUI* e *ISI*.

Para o cálculo do risco de incêndio é usado o Índice de Risco de Incêndio (RCM), que resulta da junção do índice meteorológico de incêndio florestal (FWI) com a perigosidade de incêndio rural, significando esta a possibilidade de um local ser atingido por um incêndio. A matriz da Figura 2.8 permite calcular o risco de incêndio florestal através dos valores diários do FWI e dos níveis de perigosidade.

(Instituto Português Do Mar e Da Atmosfera, IPMA - Matriz de Ponderação do Risco de Incêndio Florestal).

		FWI (classes)				
		1 (0.0 - 8.4)	2 (8.5 - 17.1)	3 (17.2 - 24.5)	4 (24.6 - 38.2)	5 (>38.2)
PERIGOSIDADE	1	1	1	1	2	3
	2	1	1	2	2	3
	3	1	1	2	3	4
	4	1	2	3	4	5
	5	1	2	3	4	5

**Figura 2.8.** Matriz de ponderação do risco de incêndio florestal (IPMA).

O índice de perigosidade de incêndio rural tem em atenção os dados relativos às áreas ardidas do último triénio, enquanto o FWI apresenta dados fornecidos diariamente. Ao conjugar um nível de perigosidade com uma classe de intervalos de valores do FWI, é possível obter o risco de incêndio florestal, que varia de 1 – Reduzido a 5 – Máximo, associando também a cor verde ao risco 1 e uma cor bordô ao risco 5. Cada valor de risco de incêndio florestal impõe restrições e condicionantes, conforme se esteja dentro ou fora do período crítico, relativamente ao uso de maquinaria agrícola/florestal, à realização de

queimas e queimadas, à utilização de fogareiros e grelhadores, ao lançamento de foguetes e de artigos de pirotecnia e a outros comportamentos de risco.

## 2.6. Matriz de risco

Uma matriz de risco é uma ferramenta que permite identificar quais os riscos que requerem maior cuidado, com a finalidade hierarquizar o nível de risco visando a tomada de decisão.

As matrizes de risco combinam duas dimensões: a probabilidade de um dado acontecimento com a sua consequência, dando diferentes classificações qualitativas a cada uma das dimensões. Na probabilidade é medido o quão possível é o acontecimento de um determinado risco, ao passo que na consequência se avaliam os danos provocados por esse mesmo risco. Pode-se dividir em quantos níveis se pretender, mas o mais recorrente é categorizar a probabilidade em 5 categorias: “quase certa”, “provável”, “possível”, “pouco provável” e “rara”, de forma decrescente. É comum também dividir a consequência em 5 categorias: “extrema”, “crítica”, “média”, “marginal” e “desprezível”. Um determinado nível de probabilidade com um tipo de consequência dá origem a outros 5 graus distintos, sendo eles “intolerável”, “substancial”, “moderado”, “aceitável”, e “trivial”, conforme mostra a Figura 2.9 (Napoleão, 2019).

Matriz Qualitativa de Risco		Consequência				
		Desprezível	Marginal	Média	Crítica	Extrema
Probabilidade	Quase Certo					
	Provável					
	Possível					
	Pouco Provável					
	Rara					






				
Intolerável	Substancial	Moderado	Aceitável	Trivial

Figura 2.9. Matriz qualitativa de risco (Góis, 2020).

Mediante esta análise, é possível antecipar e definir prioridades para que os problemas futuros se possam corrigir atempadamente ou, pelo menos reduzidos, de forma a não causar prejuízos significativos.

O risco pode ser visto tanto como uma ameaça quanto uma oportunidade. A uma ameaça atribui-se uma conotação negativa e relacionada com inconvenientes. Por sua vez, uma oportunidade é uma hipótese de melhorar algo e de obter proveitos.

Nesta perspetiva, pode haver outro tipo de matriz de risco, através do alargamento da matriz anteriormente referida com abordagem às ameaças e às oportunidades. A análise dos restantes parâmetros da matriz funciona de forma semelhante à exposta na Matriz Probabilidade e Consequência. A Figura 2.10 mostra um exemplo de uma matriz de risco que incorpora estes dois pontos de abordagem.

		Ameaças					Oportunidades				
Probabilidade	90%	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média
	70%	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta
	50%	Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Média	Alta	Alta
	30%	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta	Baixa	Média	Média	Alta	Alta
	10%	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Alta
		Muito Baixo	Baixo	Moderado	Alto	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Moderado	Baixo	Muito Baixo
		Impacto									

Figura 2.10. Matriz de riscos – matriz de probabilidade de impacto (Napoleão, 2019).

## 2.6.1. Ferramentas de análise de risco

### 2.6.1.1. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Um estudo feito na região de *Ri-Bhoi*, no estado de *Meghalya*, no Nordeste da Índia, avaliou a utilização de uma ferramenta chamada *Analytical Hierarchy Process* (AHP), para comparar diferentes parâmetros, com base no seu impacto num incêndio florestal.

Trata-se de uma região em que cerca de 33% da área está num nível de risco considerado “muito alto” quanto à sua suscetibilidade ao fogo. No país, 64% da área florestal total é recorrentemente abalada por incêndios florestais (Lamat et al., 2021).

Tendo em vista a avaliação das zonas de risco de incêndio florestal, aplicou-se o método AHP, considerado um dos mais usuais critérios para tomada de decisão dentro dos MCDM (*Multi-Criteria Decision Making*), em conjunto com técnicas geoespaciais. Este critério permite decompor o problema em sub-problemas e dividi-los por hierarquias, de maneira a que se possa fazer uma análise mais simplificada. Foi então criada uma escala de 1 a 9 para determinar a importância de cada variável em estudo, onde “1” indica que as duas variáveis apresentam igual importância entre si, enquanto que o valor “9” traduz uma significativa relevância de um fator comparativamente com o outro. A importância de cada parâmetro foi calculada dividindo cada elemento da matriz pela soma da sua coluna e foi estabelecida utilizando o vetor próprio da matriz quadrada de cada critério, sabendo que, quanto maior fosse a relevância de cada um, maior também iria ser a sua influência no incêndio florestal. Foram, portanto, aplicadas os seguintes passos para obter o peso de cada um dos parâmetros:

1. Somar os valores em cada coluna da matriz usando a fórmula (2.1), de acordo com a *Table 5*, presente no Anexo B.

$$L_{ij} = \sum_{n=1}^n C_{ij} \quad (2.1)$$

onde  $L_{ij}$  é o valor total da coluna da matriz de comparação e  $C_{ij}$  é o critério usado para a análise.

2. Dividir cada elemento da matriz pelo total da sua linha para se obter uma matriz de comparação normalizada *Table 6*, contida no Anexo C.

$$X_{ij} = \frac{C_{ij}}{L_{ij}} \quad (2.2)$$

onde  $X_{ij}$  é a matriz de comparação normalizada.

3. Dividir a soma da linha normalizada da matriz pelo número de critérios/parâmetros ( $N$ ) para gerar o peso padrão, usando a equação (2.3).

$$W_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{N} \quad (2.3)$$

onde  $W_{ij}$  é o peso padrão.

4. Calcular os valores do vetor consistência, através da fórmula (2.4).

$$\lambda = \sum_{i=1}^n CV_{ij} \quad (2.4)$$

onde  $\lambda$  é o vetor consistência.

5. Obter o Índice de Consistência (CI), que foi usado como um desvio ou grau de consistência, empregando a fórmula (2.5).

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (2.5)$$

onde  $CI$  é o Índice Consistência e  $n$  o número de parâmetros.

6. Calcular a razão de Consistência ( $Cr$ ) pela fórmula (2.6).

$$Cr = \frac{CI}{RI} \quad (2.6)$$

onde  $RI$  é uma inconsistência aleatória.

Se o valor de  $Cr$  for menor ou igual a 0,10, então a inconsistência é aceitável. Os valores da inconsistência aleatória ( $RI$ ) em função do número de parâmetros ( $n$ ) estão presentes na *Table 2* (Anexo D).

A análise das zonas de risco de incêndio florestal foi efetuada através do recurso a oito parâmetros, sendo eles a densidade de população (PD), a cobertura de terreno (LULC), a elevação (EL), a temperatura (TEMP), o declive (SL), o aspeto (AS), a velocidade do vento (WS) e a chuva (RF).

---

No seguimento dos passos anteriormente referidos apresenta-se a tabela final de avaliação das zonas de risco de incêndio, Table 3 (Anexo E), com todos os valores da importância de cada parâmetro avaliado.

As diferentes zonas de risco de incêndio foram então classificadas com risco muito alto, alto, moderado e reduzido, tendo-se concluído que 32,86% das zonas apresentavam risco muito alto, 27,39% risco alto e 15,93% risco reduzido.

Em suma, a ferramenta AHP revelou ter bastante importância e utilidade na avaliação do risco de incêndio em larga escala, sendo aplicável a qualquer tipo de região.

A utilização do AHP poderia eventualmente ser uma mais-valia no âmbito do lançamento de artigos pirotécnicos, uma vez que é um processo multi-criterioso, simples e que divide os problemas de acordo com a sua relevância. Apesar disso, caso se quisesse aplicar à pirotecnia, considero que teria de sofrer ajustes e melhorias, como o facto de abranger e ter em conta mais parâmetros na tomada de decisão.

#### **2.6.1.2. Bow-tie**

Existe também a ferramenta de avaliação do risco conhecida por *Bow-Tie*, que assenta na realização de um diagrama, simples e visual, que permite apontar os principais problemas de segurança de um determinado acontecimento, denominado por “Evento de Topo”.

Este “Evento de Topo” será o acontecimento que se pretende analisar, identificando, em primeiro lugar, o risco associado a esse mesmo acontecimento. De seguida, nomeiam-se as principais ameaças e verifica-se se cada uma delas estão ligadas diretamente ao acontecimento do “Evento de Topo”. Mais tarde, indicam-se as consequências, de modo a perceber se as mesmas foram identificadas como eventuais danos. Seguidamente, importa conhecer as barreiras preventivas, com o intuito de entender se são capazes de interromper completamente o “Evento de Topo”. Para além das barreiras preventivas, também é necessário apontar as barreiras de mitigação, sabendo se conseguem prever ou limitar as consequências. Por último, identificam-se os possíveis fatores de agravamento, procurando saber se estes reduzem a eficácia das barreiras e ainda se estes são realistas. A Figura 2.11 mostra todos os setes passos até agora enunciados em forma de esquema de um diagrama *Bow-tie*. (Santos, 2020).

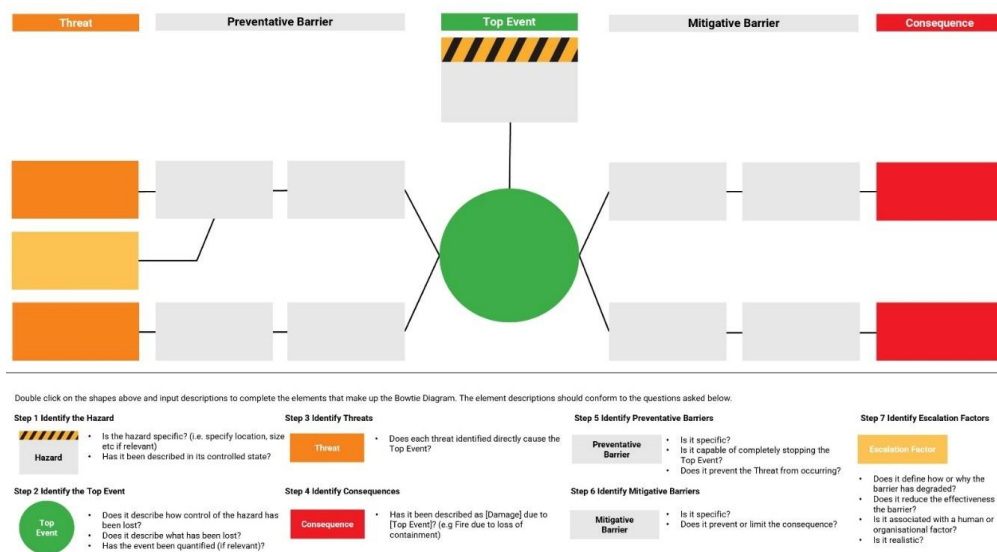


Figura 2.11. Diagrama *Bow-tie* [<https://salus-technical.com/resources/free-excel-and-ppt-bowtie-diagram-template/>].

O diagrama *Bow-tie* permite uma leitura simplificada derivada do seu aspeto visual. É uma ferramenta que possibilita ter diretamente uma visão geral das causas e dos efeitos, tendo como ponto fulcral o acontecimento crítico, denominado neste caso por “Evento de Topo”. Tem como principais vantagens a identificação dos processos e das atividades críticas e a estrutura lógica e de fácil entendimento pelo qual se caracteriza.

A avaliação do risco de incêndio associado ao uso de artigos de pirotecnia penso que pode vir a ser feita através de um diagrama *Bow-tie*, embora ache que esta ferramenta sozinha não será suficiente, precisando, por isso, de ser complementada com a construção de uma matriz de avaliação de riscos.







### 3. METODOLOGIA ADOTADA NO REGISTO DE ESPETÁCULOS DE FOGO DE ARTIFÍCIO

Para a concretização experimental deste estudo estava previsto a recolha de imagens em fotografia e vídeo de vários espetáculos de fogo de artifício. Porém, por decisão do governo ou dos municípios, com a justificação do risco de incêndio rural, muitos espetáculos previstos para os meses julho e de agosto foram cancelados ou rejeitados os pedidos. Assim, apenas foi possível registar três eventos, identificados na Tabela 3.1.

A metodologia usada incluiu a recolha de informação sobre cada espetáculo de fogo de artifício relativamente ao local de lançamento, tipologia dos artigos pirotécnicos e distâncias de segurança, e o registo fotográfico e em vídeo de todo o espetáculo.

Para a recolha de informação sobre a planificação do espetáculo foram feitos contactos por correio eletrónico e pessoais com as empresas pirotécnicas responsáveis pelos mesmos e com as autoridades locais (PSP ou GNR). Para o registo de imagens foi usada uma câmara de vídeo, modelo Sony HD, uma câmara termográfica de infravermelhos (IR) de alta resolução, modelo T1020 HD da FLIR e um telemóvel, modelo 7T da marca OnePlus. Em relação ao local, dia e hora do espetáculo foi recolhida informação no IPMA sobre as condições meteorológicas.

**Tabela 3.1.** Informação sobre os locais e data dos espetáculos de fogo de artifício registados.

<b>Local</b>	<b>Data</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Hora de início</b>
<b>Condeixa-a-Nova</b>	20/05	40°07'01" N 8°29'48 W	22:45
<b>Semide</b>	04/07	40°09'25" N 8°20'09" W	00:51
<b>Coimbra</b>	07/07	40°12'23" N 8°25'50" W	22:15

A câmara termográfica permitiu obter informação referente à temperatura de cada AP durante o seu lançamento e também das tais partículas dispersas no momento do

rebetamento da(s) carga(s). O local exato dos diversos locais de lançamento dos AP e da queda dos resíduos foi obtido com recurso a um GPS de alta precisão da marca *Garmin*, modelo *E-Tracks*.

A Figura 3.1 mostra as câmaras de vídeo utilizadas e o GPS.



**Figura 3.1.** Equipamentos utilizados nos espetáculos de fogo de artifício (GPS, câmara termográfica e câmara de vídeo, respetivamente).

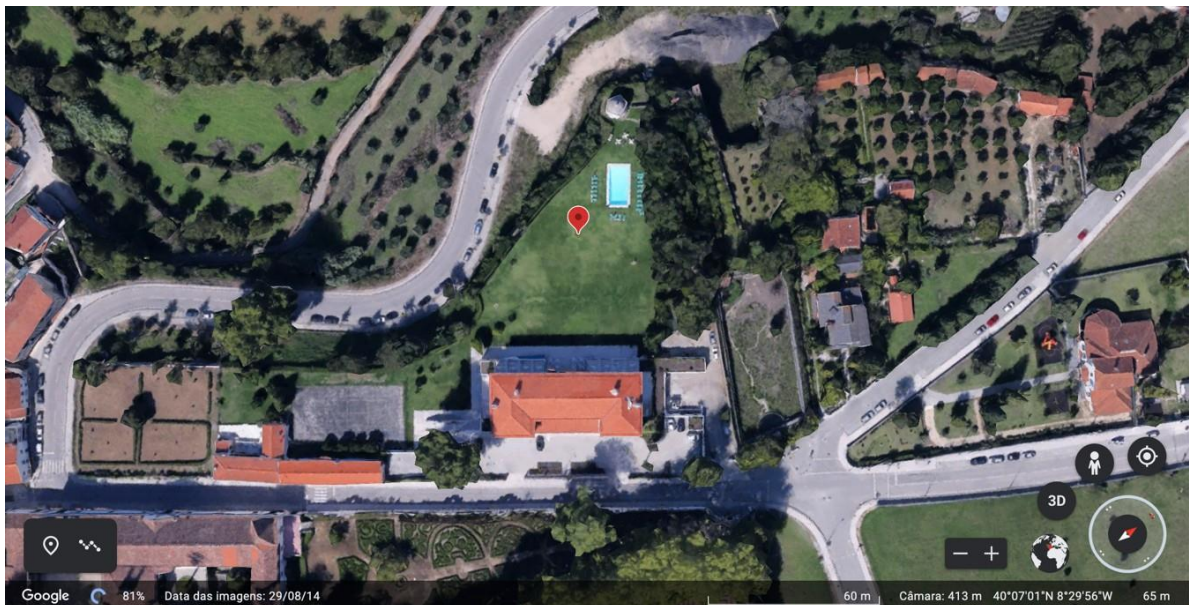
A metodologia de análise e tratamento das imagens passou pela pesquisa de imagens uma a uma nos ficheiros recolhidos, de modo a encontrar alguma partícula cuja temperatura assinalada fosse relevante. Nas imagens de vídeo registadas, a análise foi feita parando cada vídeo as vezes necessárias para conseguir recolher a temperatura de cada partícula após a sua chegada ao solo, não tendo sido possível realizar uma observação extensiva “*frame a frame*” nos vídeos captados pela câmara termográfica.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos do tratamento das imagens recolhidas, descrevendo a envolvente dos locais de lançamento e os efeitos produzidos pelos AP e as temperaturas de combustão das cargas e dos resíduos incandescentes.

### 4.1. Espetáculo de fogo de artifício em Condeixa-a-Nova

Na Figura 4.1 é indicado o local de lançamento dos AP (assinalado a vermelho) e a sua envolvente, em que predominam habitações e vegetação, constituída por uma cortina de árvores de jardim de grande porte na envolvente imediata e por árvores de fruto dispersas nos terrenos mais afastados. O local de lançamento identificado na Figura 4.1 é um espaço relvado integrado no terreno de implantação do Conímbriga Hotel do Paço, em Condeixa-a-Nova.



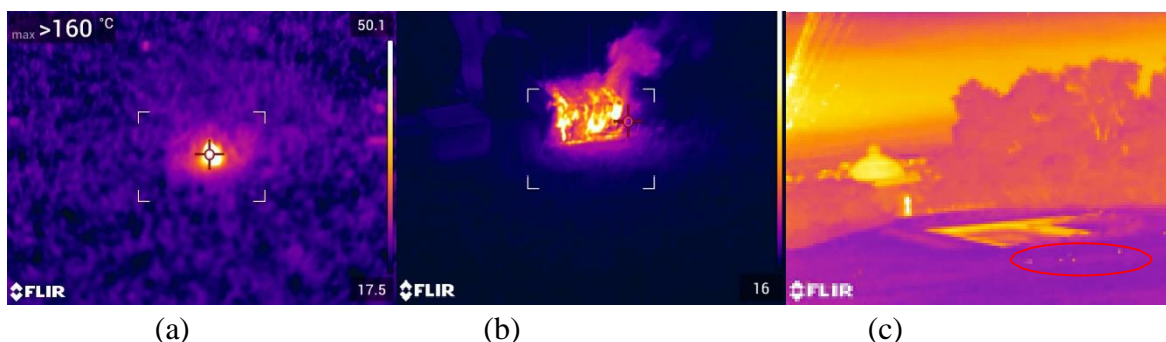
**Figura 4.1.** Imagem de satélite do local de lançamento e da sua envolvente, junto ao Conímbriga Hotel do Paço, em Condeixa-a-Nova (adaptado do *Google Earth*).

A listagem de AP utilizados neste evento mostra-se na Figura 4.2.

Designação	Unidades	Un	Massa Liq.	Calibre Max.	Categoria
Efeitos Estáticos ( Focos, Repuxos, Fumos, Gerbs)					
Candelas Efeitos Cor					
Efeitos Palco ( Flash - Pot, Flash, Etc.)					
Monotiros ( Cometas, Vulcões, Tracer, Etc.)					
Balonas Tiroteio / Tiro					
Balonas (Cor, Figuras, Crossetes)					
Baterias de Cores (Festivais de Varios Disparos)	20	un	13,000	30 mm	F2/F3/F4
Foguetes c/ Corpo Rígido e Vara Estabilizadora					
Efeitos especiais					

**Figura 4.2.** Listagem dos AP usados no espetáculo de fogo de artifício em Condeixa-a-Nova.

Na análise das imagens captadas pela câmara de infravermelhos, ilustrada na Figura 4.3, constatou-se que uma partícula registou uma temperatura maior que 160 °C quando atingiu o solo (Figura 4.3 (a)). Verificou-se ainda o reacendimento dos tubos de lançamento de alguns AP, (Figura 4.3 (b)), tendo este sido facilmente extinto após se verterem pouco de água. A queda de diversas partículas derivadas do lançamento mostra-se na Figura 4.3 (c), tendo-se averiguado que as mesmas não apresentam qualquer possibilidade de iniciarem um incêndio por não exibirem qualquer relevância térmica.



**Figura 4.3.** Imagens captadas através de uma Câmara de Infravermelhos.

A Figura 4.4 mostra as áreas constituídas por dois círculos em redor do local de lançamento (raio de 1 m e de 15 m), para evidenciar que a única partícula com relevância térmica que atingiu o solo caiu a cerca de 12,03 m do local de lançamento do AP.



**Figura 4.4.** Imagem satélite do local de lançamento e da área de queda das partículas., junto ao Conímbriga Hotel do Paço, em Condeixa-a-Nova (adaptado do Google Earth).

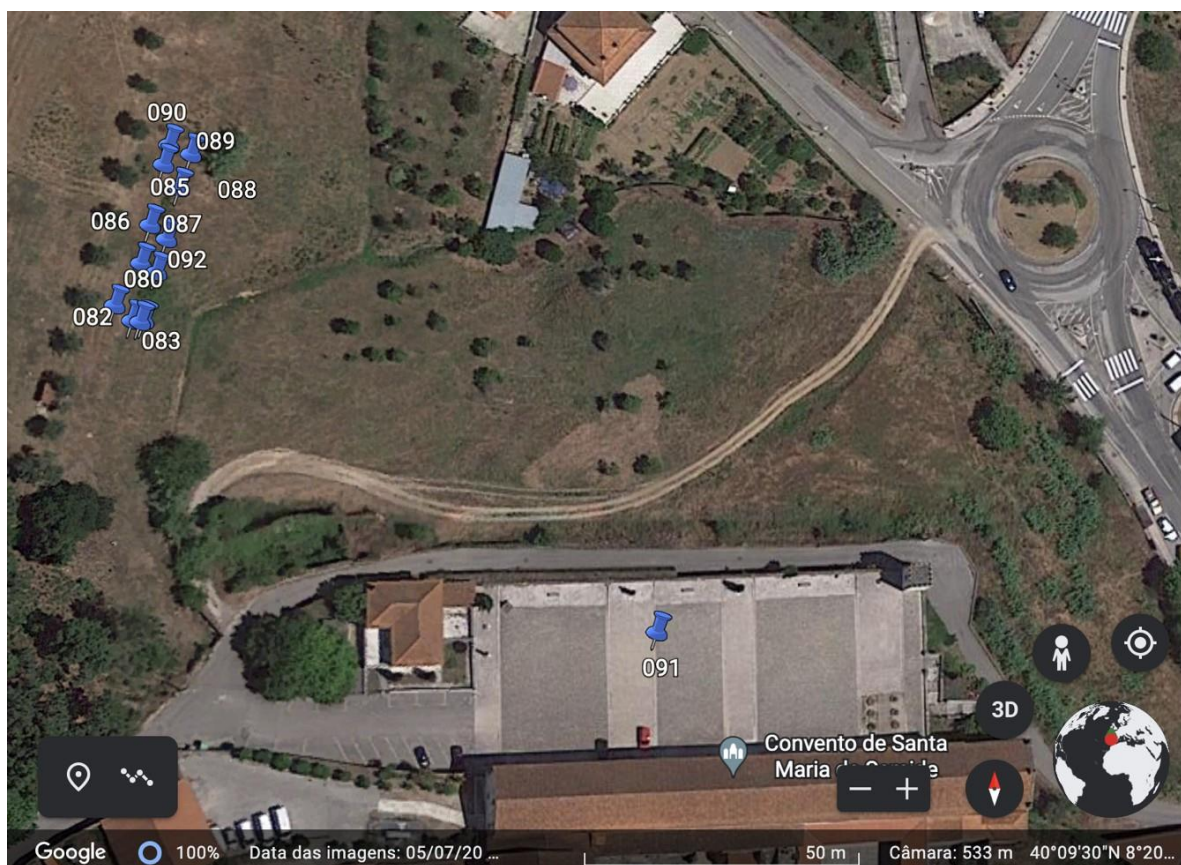
A análise das imagens captadas permite perceber que as partículas caíram numa área com raio inferior a 15m, o que permite descartar a possibilidade de ignição de um incêndio rural, uma vez que o tamanho das mesmas era bastante reduzido e que não apresentavam temperatura suficiente para tal.

Em relação às condições meteorológicas, no dia 20 de maio, às 22 horas estava uma temperatura atmosférica de 22 °C, uma humidade relativa do ar de 65,55% e vento com uma velocidade de 7,4 km/h direção a Nordeste, valor que se situa no intervalo de 0 a 12 km/h, sendo considerado vento suave e incapaz de se notar a sua influência nos AP. Para velocidades entre 13 e 29 km/h o vento é considerado moderado e, para valores superiores a 30 km/h, já é designado por forte. Quanto à humidade dos combustíveis finos mortos, que são os responsáveis pelo começo do fogo, registaram-se valores de humidade de 10,8% na caruma (*Pinus pinaster*) e na folhadade eucalipto (*Eucalyptus globulus*).

Conclui-se que, com os valores acima apresentados, nenhum dos fatores referidos mostrou ter qualquer influência negativa no comportamento dos AP.

## 4.2. Espetáculo e fogo de artifício em Semide

A Figura 4.5 apresenta os locais de lançamento dos AP (no canto superior esquerdo da Figura 4.5) e o local de onde foram recolhidas as imagens com a câmara termográfica e com o telemóvel (ponto 091 da Figura 4.5).



**Figura 4.5.** Imagem satélite dos locais de lançamento e de captação das imagens obtidas no espetáculo de fogo de artifício, em Semide (adaptado do *Google Earth*).

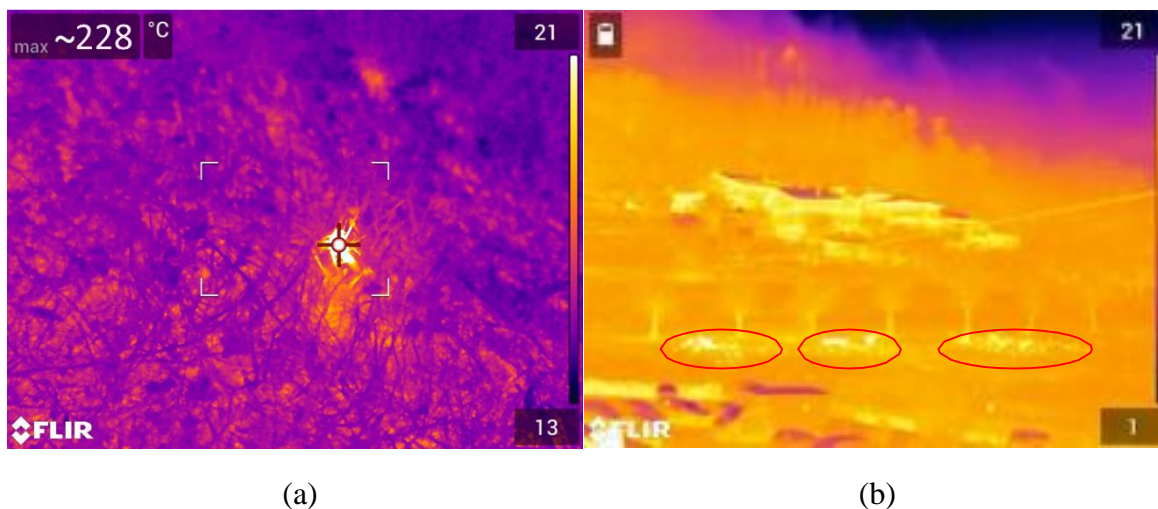
Os AP usados no espetáculo encontram-se discriminados na Tabela 4.1, bem como o seu calibre, a quantidade que foi lançada e o tempo total de duração do lançamento.



**Tabela 4.1.** Listagem de material utilizado no espetáculo pirotécnico, em Semide.

<b>Lista de material pedido para o espetáculo</b>		
<b>Nome do espetáculo:</b>	Semide 2022	
<b>Tipo de espetáculo:</b>	Fogo de artifício e Música	
<b>Data:</b>	04/07/2022	
<b>Tempo total:</b>	07:44:00	
<b>Descrição artigo:</b>	<b>Quantidade (un):</b>	<b>Calibre (mm):</b>
Balona sortidas	120	65
Balona sortidas	102	75
Balona 50 mm Tiro	39	50
Bateria 36 disparos <i>red plum blossom snow</i>	2	0
Bateria 100 disparos 4F114	1	0
Bateria 100 <i>Thunder King</i>	2	25
Bateria 19 Disparos AM	4	25
Bateria 25 Disparos 30mm AM	4	30
Bateria 36 Disparos AM	2	0
Bateria 49 <i>Thunder King</i>	3	25
Candela <i>blue wave crossett</i>	3	30
Candela <i>Color Flashing Tail</i>	4	30
Candela <i>crack crossette</i>	5	0
Candela <i>silver tail</i>	5	20
Candelas de apitos	6	30
Leque Bateria 100 V/V	15	25
Leque Bateria 36	20	0
Mono Tiro <i>White Flashing</i>	6	30
Vulcão <i>Blue Mine</i>	29	30
Vulcão <i>Green Mine</i>	34	30
Vulcão <i>Red Mine</i>	40	30
Vulcão <i>Silver Mine</i>	14	30
<b>Total</b>	<b>460</b>	

Na análise das imagens capturadas com a câmara de infravermelhos destacou-se uma partícula, que chegou ao solo muito perto do ponto de lançamento (ponto 88 da Figura 4.5), com temperatura de cerca de 228 °C, tal como se mostra na Figura 4.6 (a). A existência de partículas resultantes do lançamento dos AP é visível também na Figura 4.6 (b), sendo que estas apresentavam temperaturas baixas.



**Figura 4.6.** Imagem captadas da queda das partículas dos AP no solo, no espetáculo de fogo de artifício em Semide.

Uma vez que a distância de segurança era de 25 m e que todas as partículas se localizavam numa área com um raio inferior a esse valor, conclui-se que a distância de segurança estava adequada. Esta distância foi definida segundo as indicações da Norma Técnica n.º 3/2018 da PSP, uma vez que se trata de um lançamento realizado com calibres iguais ou superiores a 50 mm. A Figura 4.7 mostra uma circunferência com raio de 25 m relativamente ao ponto médio de lançamento.



**Figura 4.7.** Imagem satélite da distância atingida da queda das partículas no espetáculo de fogo de artifício em Semide (adaptado do Google Earth).

As temperaturas atingidas pelos resíduos ao chegar ao solo pelas partículas não apresentavam relevância térmica. Para além disso, no dia 04 de Julho de 2022, a humidade da caruma (*Pinus pinaster*) tinha um valor de 10,8% e a da folhada de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) de 75%. Nesse dia, por volta das 01h00, a temperatura era de 17,6 °C e a velocidade do vento de 3,1 km/h na direção Sudoeste, o que representa um valor de vento suave e incapaz de causar perturbações no decorrer do espetáculo e na queda das partículas. Por todos estes fatores, constata-se que o risco de ignição de um incêndio rural era extremamente baixo.

Quanto a medidas de prevenção adotadas, salientam-se as distâncias de segurança cumpridas e a presença de elementos dos bombeiros que, pelo facto de o quartel dos bombeiros distar cerca de 50 m do local, optaram por não estar presentes no local de lançamento dos AP.

### **4.3. Espetáculo de fogo de artifício em Coimbra**

O espetáculo de fogo de artifício no dia 9 de julho de 2022, que estava integrado nas comemorações das festas da Rainha Santa Isabel, realizou-se no meio do rio Mondego, perto do Largo da Portagem. O local de lançamento é assinalado por um ponto vermelho na Figura 4.8.

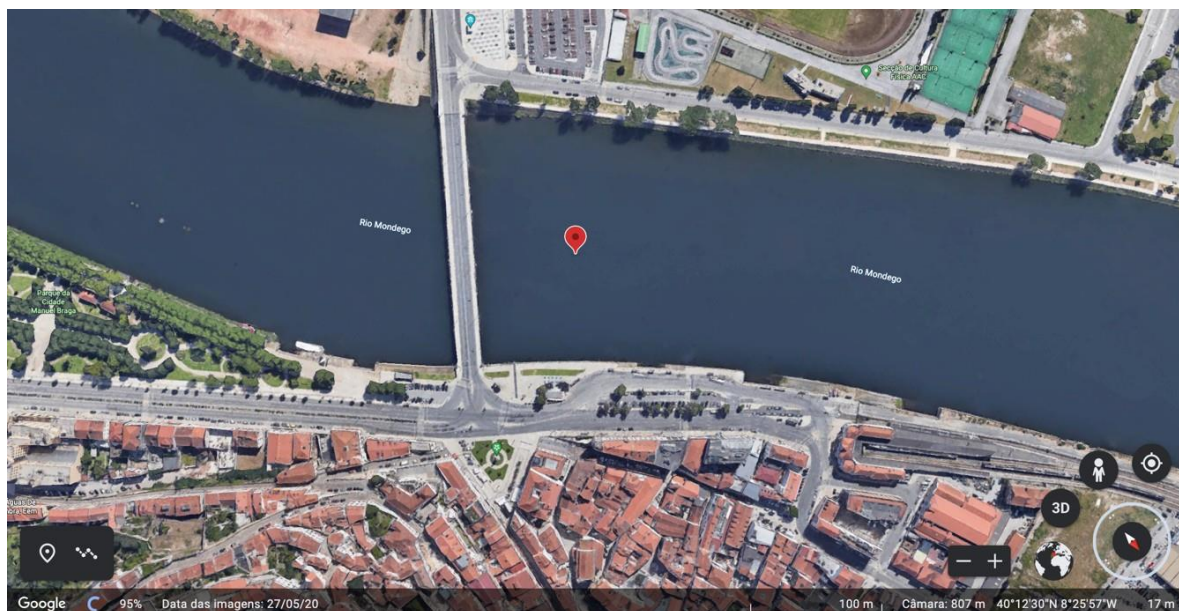


Figura 4.8. Imagem satélite do ponto de lançamento do espetáculo de fogo de artifício em Coimbra (adaptado do Google Earth).

A Figura 4.9 exibe uma parte da lista de AP lançados, o seu calibre e o efeito que produzem, bem como a sequência de lançamento. O restante planeamento de lançamento mostra-se no Anexo F.

**ESQUEMA DE MONTAGEM**

<u>Espectáculo</u>	<u>FESTAS / EVENTO - LOCALIDADE</u>
<b>PIROMUSICAL</b>	FESTAS DA CIDADE - COIMBRA 2022
<u>Tema</u>	<u>CLIENTE</u>
<u>TITULO</u>	<u>DIA</u>
Coimbra Sab	09/07/2022

1.ª MÚSICA	1 - CLASSIC MIX															
<b>SEQ</b>	<small>ordem</small>	<small>Saldo</small>	<small>Tempos</small>	<b>PLAT AQUÁTICAS</b>					<small>Qualidade</small>	<small>Calibre</small>	<small>Codigo</small>	<small>Cod. Barras</small>	<small>Paizl</small>	<small>Efeito/Cor</small>	<small>TEMPORIZADOR (rastlho)</small>	<small>Seg.</small>
1			FIREMASTER	P1	P2	P3	P4	P5	1	75mm	B075BNF4.01.TI.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	*0*	
<small>Firemaster</small>																
<b>SEQ</b>	<small>ordem</small>	<small>Saldo</small>	<small>Tempos</small>	<b>PLAT AQUÁTICAS</b>					<small>Qualidade</small>	<small>Calibre</small>	<small>Codigo</small>	<small>Cod. Barras</small>	<small>Paizl</small>	<small>Efeito/Cor</small>	<small>TEMPORIZADOR (rastlho)</small>	<small>Seg.</small>
2			FIREMASTER		1				1	75mm	B075BNF4.01.TI.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	*0*	
<small>Firemaster</small>																
<b>SEQ</b>	<small>ordem</small>	<small>Saldo</small>	<small>Tempos</small>	<b>PLAT AQUÁTICAS</b>					<small>Qualidade</small>	<small>Calibre</small>	<small>Codigo</small>	<small>Cod. Barras</small>	<small>Paizl</small>	<small>Efeito/Cor</small>	<small>TEMPORIZADOR (rastlho)</small>	<small>Seg.</small>
3			FIREMASTER			1			1	75mm	B075BNF4.01.TI.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	*0*	
<small>Firemaster</small>																
<b>SEQ</b>	<small>ordem</small>	<small>Saldo</small>	<small>Tempos</small>	<b>PLAT AQUÁTICAS</b>					<small>Qualidade</small>	<small>Calibre</small>	<small>Codigo</small>	<small>Cod. Barras</small>	<small>Paizl</small>	<small>Efeito/Cor</small>	<small>TEMPORIZADOR (rastlho)</small>	<small>Seg.</small>
4			FIREMASTER				1		1	75mm	B075BNF4.01.TI.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	*0*	
<small>Firemaster</small>																

Figura 4.9. Esquema de montagem do espetáculo de fogo de artifício realizado em Coimbra.

A título de exemplo, mostra-se na Figura 4.10 imagens do efeito cénico de balonas (a) e de vulcões (b).



Tendo este espetáculo sido realizado na água, não se estudou a possibilidade de queda de partículas para o solo.

Estes dois artigos apresentados na Figura 4.10 são dois dos que se usam com maior frequência em eventos pirotécnicos. As balonas podem chegar a atingir valores de cerca 360 m de altura, com um calibre de 300 mm. Qualquer um dos AP mais comuns que gere cor, dependendo do combustível, é capaz de atingir temperaturas de chama entre os 2000 e os 3000 °C (Góis, 2021).

Em termos de condições atmosféricas, a temperatura registada por volta das 22h foi de cerca de 24,9 °C, a humidade relativa do ar era de 32,63% e o vento apresentava uma velocidade de 14,7 km/h na direção Nordeste, valor este que já é apontado como moderado, mas, mesmo assim, ainda relativamente baixo para ser tomado em consideração.

As condições meteorológicas e o facto de o lançamento ter sido efetuado no meio do rio e num espaço urbano, garantiram não haver qualquer risco de ignição de um incêndio.

Como medidas de prevenção, verificou-se o cumprimento das distâncias de segurança ao público, o que foi facilitado devido ao lançamento se ter realizado na água. A presença dos bombeiros foi igualmente garantida e, com isso, também uma maior segurança.



## **5. PROPOSTA DE MATRIZ DE RISCO DE INCÊNDIO RURAL NO EMPREGO DE ARTIGOS PIROTÉCNICOS**

Tal como já foi referido, é objetivo deste trabalho apresentar uma proposta de matriz de risco de incêndio rural para auxílio da tomada de decisão sobre o emprego de AP.

Para a construção da matriz risco decidiu-se abordar as condições atmosféricas, estado da humidade da vegetação e as condições da envolvente do local de lançamento dos AP. Como parâmetros quantificáveis definiu-se a velocidade do vento (km/h) e a sua direção, a humidade relativa do ar (%), a humidade dos combustíveis finos mortos (%), o raio (m) desde a zona de lançamento até à zona de risco (onde possam existir materiais combustíveis de fácil ignição) e o tipo de vegetação. Para o estado dos parâmetros avaliados, foram definidos seis níveis diferentes de gravidade, desde “0 – Pouco Grave” até “1 – Extremamente Grave”, com incrementos de 0,2.

Os valores de temperatura do ar são fornecidos diariamente pelo IPMA, tendo-se considerado nesta matriz a temperatura de 15 °C como “Pouco Grave” e 30 °C como “Extremamente Grave”.

Os valores relacionados com a velocidade do vento e a sua direção podem ser consultados com uma previsão de até 10 dias no site do IPMA. Considerou-se uma variação entre os 5 e os 30 km/h, sendo os 5 km/h considerados em termos de risco “Pouco Grave” e os 30 km/h como “Extremamente Grave”.

A humidade relativa do ar, medida em percentagem, também é facultada diariamente pelo IPMA, tendo 55% sido considerado como “Pouco grave” e 30% como “Extremamente Grave”, sabendo que, quanto mais seco for o ar, maior é o risco de incêndio.

A humidade dos finos mortos, medida em percentagem, é fornecida diariamente pelo IPMA através da avaliação do FFMC, estando escalonada em 7 classes de percentis (de 0 a 100%) de forma crescente e aos quais se faz corresponder uma cor desde o verde até ao preto, conforme o risco que apresenta, sendo preto o mais grave. Na matriz propõem-se valores de 30% de humidade associados à gravidade mínima e de 4% para a gravidade máxima.

O raio desde o ponto de lançamento até à zona de risco, medido em metros, teve por referência os valores obtidos no estudo feito pela ADAI em 2019. Considerou um raio de segurança de 80 m como sendo a situação pouco grave e um raio de 30 m como sendo de extrema gravidade, isto para espetáculos de fogo de artifício. Para pequenos espetáculos, com AP das categorias F2 e F3, devem ser considerados raios de segurança mais baixos, conforme ficou evidenciado no espetáculo de fogo de artifício realizado em Condeixa-a-Nova.

Para avaliar o tipo de vegetação, no qual foi tido em conta o modelo de combustíveis da ADAI, indicam-se valores intermédios dos apresentados pelo IPMA para avaliar o FFMC, tendo-se considerado uma divisão em 6 intervalos de percentagem: <25; 25-50; 50-75; 75-90; 90-95; 95-99. Para esta matriz considerou-se então os valores de 12,5; 37,5; 62,5; 87,5; 92,5 e 97, sendo este último o de extrema gravidade e os 12,5% de pouca gravidade (Fernandes et al., 2009).

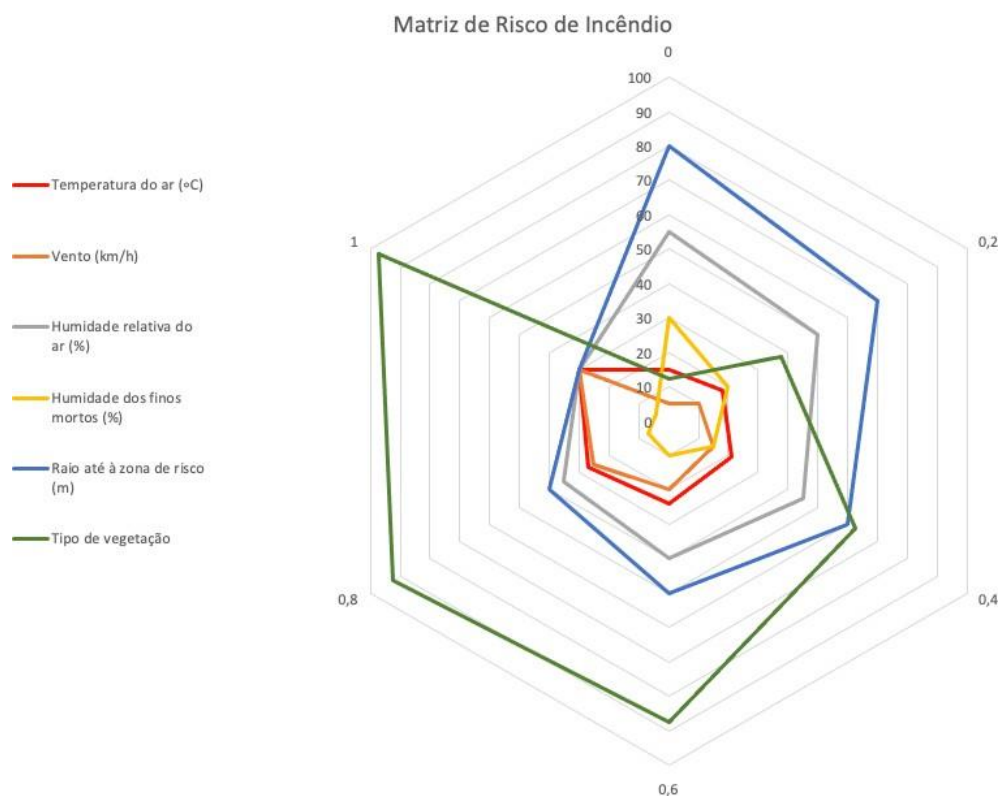
A Figura 5.1 mostra a escala de valores proposta para cada um dos parâmetros definidos.

	Pouco grave					Extremamente grave
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Temperatura do ar (°C)	15	18	21	24	27	30
Vento (km/h)	5	10	15	20	25	30
Humidade relativa do ar (%)	55	50	45	40	35	30
Humidade dos finos mortos (%)	30	20	15	10	7	4
Raio até à zona de risco (m)	80	70	60	50	40	30
Tipo de vegetação	12,5	37,5	62,5	87,5	92,5	97

**Figura 5.1.** Proposta de matriz de risco de incêndio.

Para uma melhor compreensão da matriz proposta, apresenta-se na figura Figura 5.2. um gráfico de radar, recomendado para representação de mais de 3 variáveis.





**Figura 5.2.** Gráfico de radar da Matriz de Risco de Incêndio proposta.

De modo a complementar a análise feita pelos parâmetros da proposta da matriz de risco de incêndio, pode-se ainda ter em conta o calibre de cada um dos AP lançados, de acordo com a norma técnica n.º 3/2018, da PSP.

De acordo com este modelo de risco de incêndio rural no emprego de AP, será razoável considerar de risco elevado ou extremamente elevado a fatia do hexágono compreendido entre 0,8 e 1.



## 6. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve como objetivo perceber as condições em que o lançamento de AP é feito em Portugal pelos profissionais, de modo a poder auxiliar na tomada de decisão dos municípios e do governo, que até agora tomam as decisões com base nos alertas do ANEPC. Teve também em vista esboçar uma proposta de matriz de risco de incêndio atribuído à utilização de AP em espaços rurais.

Estudou-se a legislação em vigor aplicável ao setor da pirotecnia, reportaram-se casos de incêndios florestais derivados do uso de AP, analisou-se a envolvente à zona de lançamento de AP em espetáculos de fogo de artifício em Portugal e identificou-se os indicadores usados para caracterizar as condições atmosféricas, procurando estabelecer a sua ligação com o risco de incêndios rurais.

A legislação, através do Decreto-lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, estabelece a proibição de lançamento de balões com mecha acesa e de qualquer tipo de foguetes, nos concelhos em que se verifique um nível de perigo de incêndio rural muito elevado ou máximo. A norma técnica n.º 3 da PSP, publicada em 2018, estabelece regras para a utilização dos AP pelos profissionais pirotécnicos, designadamente sobre a montagem e as distâncias de segurança em relação ao público e a espaços florestais, em função do calibre dos AP e da velocidade do vento. Nos últimos anos e já depois da publicação deste decreto-lei, continua a haver vários municípios a proibir a realização de espetáculos de fogo de artifício, mesmo que não sejam foguetes.

O estudo feito pela ADAI mostra que, entre 2003 e 2018, a percentagem de incêndios rurais atribuídos à utilização de AP foi de aproximadamente 0,5% em termos de ocorrências e de área ardida, o que permite demonstrar a fraca ligação entre o lançamento de um AP por parte de profissionais pirotécnicos e a ocorrência de incêndios rurais. Anualmente, em Portugal e segundo dados fornecidos pelos relatórios do ICNF, uma grande parte dos incêndios ocorridos deve-se a incendiarismo e ao uso negligente do fogo. O lançamento de AP por pessoas sem qualquer conhecimento sobre o seu modo de utilização e que não obedecem às medidas de segurança descritas na rotulagem de cada AP, faz com que aumente a probabilidade de ignição de um incêndio rural e de produção de ferimentos em quem emprega os AP ou que se encontre nas suas imediações.

O uso de AP durante o período crítico ou fora dele mostrounão apresentar diferenças significativas no risco de incêndio rural, sendo os fatores atmosféricos, designadamente a temperatura, a humidade relativa e a velocidade do vento os principais responsáveis pelo risco de incêndio rural.

Nos espetáculos de fogo de artifício analisados neste estudo as condições atmosféricas não evidenciaram ter influência no comportamento dos AP. Mesmo no espetáculo realizado no rio num dia em que o risco de incêndio era elevado, as medidas adotadas foram suficientes para garantir a segurança do espetáculo e das pessoas que a ele assistiram.

Nos dois lançamentos de AP realizados em terra, verificou-se a queda de resíduos no solo, no entanto não se observou nenhuma partícula com uma temperatura relevante, o que permite concluir que não houve risco de ignição de um incêndio rural. Todos estes resíduos caíram numa área com um raio inferior à distância de segurança. A análise da humidade da vegetação dos finos mortos nos dias dos lançamentos de AP em solo mostrou não ter influência na ignição de um incêndio.

A comparação entre os três espetáculos de fogo de artifício permite concluir que o lançamento de AP numa área envolvente com água confere maior segurança quanto a um possível incêndio, pois a queda de resíduos acontece na água.

Para que a tomada de decisão sobre o emprego de AP possa ter em conta os diversos fatores que podem influenciar o risco de incêndio rural, a matriz de risco de incêndio tem de ter como variáveis as condições atmosféricas (temperatura e humidade relativa do ar, velocidade e direção do vento) e as condições do local (raio até à zona de risco, tipo de vegetação na envolvente e humidade dos finos mortos).

Como medida de mitigação do risco em dias em que as condições atmosféricas são consideradas elevadas ou extremas, a presença de bombeiros no local onde ocorre o lançamento dos AP e a pré-humidificação da área em torno do local de lançamento, através de aspersores, são medidas preventivas a adotar.

Como trabalhos futuros a realizar no âmbito deste tema, será importante efetuar mais registo de espetáculos de fogo de artifício em diversos cenários, em termos da envolvente e das condições meteorológicas, de modo a permitir obter resultados mais fiáveis para a validação da proposta de matriz e ajustes eventuais. Esse registo de espetáculos noutras

zonas do país, pois quer as condições meteorológicas, quer a humidade dos finos varia em função das regiões.



---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahrens, M. (2020). *Fireworks Fires and Injuries (NFPA ®)*.
- André Bazenga, 2021, *Tese - Perceção do Risco de Incêndio em Espaços Rurais na Utilização de Fogo de Artifício ou Outros Artigos Pirotécnicos*. (n.d.).
- Aprova a orgânica do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I. P. | DRE*. (n.d.). Retrieved September 18, 2022, from <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/decreto-lei/2019-121735804>
- Assembleia da República - Decreto-Lei n.º 135/2015*. (n.d.).  
<https://dre.tretas.org/dre/1020839/decreto-lei-135-2015-de-28-de-julho>
- Assembleia da República - Decreto-Lei n.º 139/2002*. (n.d.).  
<https://dre.tretas.org/dre/152135/decreto-lei-139-2002-de-17-de-maio>
- Beighley, M., & Hyde, A. C. (2018). *Portugal Wildfire Management in a New Era Assessing Fire Risks, Resources and Reforms*.
- Benfiquistas suspeitos de incêndio em São Brás de Alportel - Portugal - Correio da Manhã*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/benfiquistas-suspeitos-de-incendio-em-sao-bras-de-alportel>
- BowTie e o RCM Baseado no Risco*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://www.linkedin.com/pulse/bowtie-e-o-rcm-baseado-risco-eduardo-santos/?originalSubdomain=pt>
- Chá revelação dá origem a incêndio na Califórnia - Roberta Jungmann*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://robertajungmann.com.br/2020/09/07/cha-revelacao-da-origem-a-incendio-na-california/>
- Decreto-Lei 139/2002*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://dre.tretas.org/dre/152135/decreto-lei-139-2002-de-17-de-maio>
- Decreto-Lei n.º 14/2019 | DRE*. (n.d.). Retrieved September 18, 2022, from <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/14-2019-118051707>
- Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro | DRE*. (n.d.). Retrieved September 18, 2022, from <https://dre.pt/dre/detalhe/decreto-lei/82-2021-172745163>
- DETÓNICA - Dezembro de 2021*. (n.d.).
- Detónica-Boletim informativo, edição n.º 52, 2019*. (n.d.).
- EUR-Lex - 31993L0015 - EN - EUR-Lex*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A31993L0015>
- FCT — Prevenção e Combate a Incêndios Florestais*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from [https://www.fct.pt/apoios/projectos/concursos/incendios\\_florestais/index.phtml](https://www.fct.pt/apoios/projectos/concursos/incendios_florestais/index.phtml)
- Fernandes, B., Gonçalves, H., Loureiro, C., Fernandes, M. M., Costa, T., Cruz, M. G., & Botelho, H. (n.d.). *Modelos de Combustível Florestal para Portugal*. 2009. Retrieved September 18, 2022, from [https://www.researchgate.net/publication/261708410\\_Modelos\\_de\\_Combustivel\\_Florestal\\_para\\_Portugal](https://www.researchgate.net/publication/261708410_Modelos_de_Combustivel_Florestal_para_Portugal)

- FIRESTORM- ADAI*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://adai.pt/firestorm/pt/sobre/>
- Fireworks suspected of starting forest blaze in Costa Blanca area of Spain - Olive Press News Spain*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://www.theolivepress.es/spain-news/2022/02/24/fireworks-suspected-of-starting-forest-blaze-in-costa-blanca-area-of-spain/>
- Gois, 2021. *Artigos de pirotecnia: lançamento de artigos de pirotecnia e outras formas de fogo/uso de fogo para diversão e lazer. Apontamento de palestra proferida no âmbito do Curso de Investigação das Causas de Incêndios Florestais, organizado pela GNR, 22 junho 2021*. (n.d.).
- ICNF. (2022). *5.º Relatório Provisório de Incêndios Rurais, 2022 - Áreas ardidadas e ocorrências - ICNF*.
- ICNF-Áreas ardidadas e ocorrências-6.º Relatório provisório de incêndios rurais. (2021).
- Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IPMA - Matriz de ponderação do Risco de Incêndio Florestal*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from [www.ipma.pt](http://www.ipma.pt)
- Lamat, R., Kumar, M., Kundu, A., & Lal, D. (2021). Forest fire risk mapping using analytical hierarchy process (AHP) and earth observation datasets: a case study in the mountainous terrain of Northeast India. *SN Applied Sciences*, 3(4). <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04391-0>
- Lee, B. S., Alexander, M. E., Hawkes, B. C., Lynham, T. J., Stocks, B. J., & Englefield, P. (2002). Information systems in support of wildland fire management decision making in Canada. *Computers and Electronics in Agriculture*, 37(1–3), 185–198. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00120-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00120-5)
- Lima, H. A. (2021). *Análise da gestão de combustíveis florestais na envolvente imediata às habitações isoladas em Portugal*.
- Mateus, S. (2018). *Uma análise qualitativa-quantitativa de expressões de avaliação durante o incêndio de Pedrógão Grande*.
- Matriz de Riscos (Matriz de Probabilidade e Impacto) - Ferramentas da Qualidade-26 de junho de 2019*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-de-riscos-matriz-de-probabilidade-e-impacto/>
- Molina-Terrén, D. M., Martínez-López, E. R., & Garcia-Marco, D. (2006). Farsite simulations for cost-efficient wildland fire planning: Case studies in Spain. *Forest Ecology and Management*, 234, S217. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2006.08.244>
- Municípios da CIM Região de Coimbra proíbem queimas, queimadas e fogo-de-artifício no período crítico – CIM – Região de Coimbra*. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://www.cim-regiaodecoimbra.pt/municipios-da-cim-regiao-de-coimbra-proibem-queimas-queimadas-e-fogo-de-artificio-no-periodo-critico/>
- Norma Técnica n.º 3-2018, PSP*. (n.d.).
- Pallantzias, A., Kourakos, P., Stampolidis, N., Papagianni, E., Balagoura, A., Stathopoulos, A., Polizoi, A., Emvalomata, A., Evaggelopoulou, M., & Castana, O. (2012). Burns during Easter festivities in Greece. *Annals of Burns and Fire Disasters*, 25(4), 217. [/pmc/articles/PMC3664533/](http://pmc/articles/PMC3664533/)



- Professora, O. :, Ana, D., Carapelho, M., & Leston Bandeira, R. (2021). *Da investigação das causas dos incêndios florestais à ação de prevenção operacional da Guarda Nacional Republicana*.  
<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/37931>
- Rafael Vieira, *Estudo da monitorização por amostragem do teor de humidade dos combustíveis florestais na previsão do risco de incêndio, setembro 2021*. (n.d.).
- Região de Coimbra recomenda proibição do uso do fogo durante período crítico / Bairrada Informação. (n.d.). Retrieved September 17, 2022, from <https://www.bairradainformacao.pt/2021/06/05/regiao-de-coimbra-recomenda-proibicao-do-uso-do-fogo-durante-periodo-critico/>
- Shi, L., Chen, B., Chen, X., & Chen, Z. (2022). Assessing the impact of wildfires on property values in wildland-urban intermix and interface in Colorado: A hedonic approach. *Journal of Environmental Management*, 319, 115672.  
<https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2022.115672>
- Tabela das Velocidades do Vento. (n.d.). Retrieved September 18, 2022, from <https://www.pce-medidores.com.pt/fichas-dados/artigos/tabela-das-velocidades-do-vento.htm>
- Viegas, D. X., Reis, L., Ribeiro, L. M., Góis, J. C., Pinto, C., & Alves, D. (n.d.). *Relatório de ensaios de lançamentos de artigos pirotécnicos e o seu impacto na ignição da vegetação florestal - Centro de estudos sobre incêndios florestais, Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, Laboratório associado de Energia, Transportes e Aeronáutica, 10 de maio de 2019*.
- Viegas, D. X., Reis, R. M., Cruz, M. G., Viegas, M. T., de Doutoramento, B., Silvicultora, E., & Principal, A. (2004). Calibração do Sistema Canadano de Perigo de Incêndio para Aplicação em Portugal. In *Silva Lusitana* (Vol. 12, Issue 1).



## ANEXO A

Tipo	Inclui: / Sinónimo de:	Definição	Características	Classificação			
Balona, esférica ou cilíndrica	Balona esférica; balona aérea, balona de cor, balona de abertura múltipla, balona de efeito múltiplo, balona aquática, balona com pára-quadras, balona de fumo, balona de estrelas, balona de efeitos sonoros, balona de tiro: aviso, morteiro, petardo, salva, canhão.	Dispositivo com ou sem carga propulsora, com espoleta de atraso (espera pirotécnica) e carga de abertura, componente(s) pirotécnico(s) elementar(es) ou matéria pirotécnica livre, concebido para ser projectado por um tubo lançador.	Todas as balonas de tiro	1.1G			
			Balona de cor: $\geq 180$ mm	1.1G			
			Balona de cor: $< 180$ mm com $> 25\%$ de composição de tiro, como pólvora solta e/ou efeito sonoro	1.1G			
			Balona de cor: $< 180$ mm com $\leq 25\%$ de composição de tiro, como pólvora solta e/ou efeito sonoro	1.3G			
	Balona dupla	Conjunto de duas ou mais balonas esféricas num mesmo invólucro e propulsionadas pela mesma carga propulsora com espoletas de iniciação (esperas pirotécnicas) externas e independentes	A classificação é determinada pela balona esférica mais perigosa				
	Balona com tubo lançador	Conjunto composto por uma balona esférica ou cilíndrica no interior de um tubo lançador do qual se lança a balona concebida para ser projectada	Todas as balonas de tiro	1.1G			
	Balona de repetições (esférica) <i>(As percentagens indicadas referem-se à massa bruta dos artificios pirotécnicos)</i>	Dispositivo sem carga propulsora, com espera pirotécnica e carga de abertura, com elementos destinados a produzir um efeito sonoro e materiais inertes, e concebido para ser projectado por um tubo lançador	Dispositivo sem carga propulsora, com espera pirotécnica e carga de abertura, com elementos destinados a produzir um efeito sonoro e materiais inertes, e concebido para ser projectado por um tubo lançador	Balona de cor: $\geq 180$ mm	1.1G		
Balona de cor: $> 25\%$ de composição de tiro, como pólvora solta e/ou efeito sonoro				1.1G			
Balona de cor: $> 50$ mm e $< 180$ mm				1.2G			
Balona de cor: $\leq 50$ mm ou $\leq 60$ g de matéria pirotécnica com $\leq 25\%$ de composição de tiro, com pólvora solta e/ou efeito sonoro				1.3G			
Balona de cor: $> 120$ mm				1.1G			
Bateria / Combinação	Baterias de efeitos de cor, baterias de efeitos sonoros, festivais, caixas chinesas, caixas mecanizadas e baterias de tubos múltiplos	Conjunto de vários artificios pirotécnicos do mesmo tipo ou de tipos diferentes, correspondentes a um dos tipos indicados na presente tabela, com um ou dois pontos de iniciação	A classificação é determinada pelo tipo de artifício pirotécnico mais perigoso				
					Dispositivo sem carga propulsora, com espera pirotécnica e carga de abertura, com $\leq 25$ g de composição de tiro por elemento destinado à produção de um efeito sonoro, $\leq 33\%$ de composição de tiro e $\geq 60\%$ de materiais inertes, e concebido para ser projectado por um tubo lançador	$\leq 120$ mm	1.3G
					Dispositivo sem carga propulsora, com espera pirotécnica e carga de abertura, com $\leq 25\%$ de composição de tiro e $\leq 60\%$ de matéria pirotécnica, e concebido para ser projectado por um tubo lançador	$> 300$ mm	1.1G
Dispositivo sem carga propulsora, com espera pirotécnica e carga de abertura, com $\leq 70$ mm e/ou componentes pirotécnicos elementares, com $\leq 25\%$ de composição de tiro e $\leq 60\%$ de matéria pirotécnica, e concebido para ser projectado por um tubo lançador	$> 200$ mm e $\leq 300$ mm	1.3G					
Dispositivo com carga propulsora, com espera pirotécnica e carga de abertura, com $\leq 70$ mm e/ou componentes pirotécnicos elementares, com $\leq 25\%$ de composição de tiro e $\leq 60\%$ de matéria pirotécnica, e concebido para ser projectado por um tubo lançador	$\leq 200$ mm	1.3G					

Tipo	Inclui: / Sinónimo de:	Definição	Características	Classificação
Candela romana	Candela de cometas, candela de balonas, candela de vulcões	Tubo contendo uma série de componentes pirotécnicos elementares constituído por uma alternância de composições pirotécnicas, cargas propulsoras e esperas pirotécnicas	$\geq 50$ mm de diâmetro interno com composição de tiro ou $< 50$ mm com $> 25\%$ de composição de tiro	1.1G
			$\geq 50$ mm de diâmetro interno, sem composição de tiro	1.2G
			$< 50$ mm de diâmetro interno e $\leq 25\%$ de composição de tiro	1.3G
			$\leq 30$ mm de diâmetro interno, cada componente pirotécnico elementar $\leq 25$ g e $\leq 5\%$ de composição de tiro	1.4G
Candela monotiro	Candela de um disparo, pequeno tubo de lançamento pré carregado	Tubo com um componente pirotécnico elementar, constituído por uma matéria pirotécnica e uma carga propulsora com ou sem espera pirotécnica	$\leq 30$ mm de diâmetro interno e componente pirotécnico elementar $> 25$ g, ou $> 5\%$ e $\leq 25\%$ de composição de tiro	1.3 G
			$\leq 30$ mm de diâmetro interno e componente pirotécnico elementar $\leq 25$ g e $\leq 5\%$ de composição de tiro	1.4G
Foguete	Foguete de efeito sonoro e/ou cor, foguete de sinal, foguete anti-granizo, foguete anti-avalanche, foguete de assobio/apito, foguete de garrafa, foguete míssil, foguete de mesa	Tubo contendo uma matéria pirotécnica e/ou componentes pirotécnicos equipados com uma ou mais varas ou outros meios de estabilização de voo e concebido para ser propulsionado para o ar	Só efeitos de composição de tiro	1.1G
			Composição de tiro $> 25\%$ da matéria pirotécnica	1.1G
			Matéria pirotécnica $> 20$ g e composição de tiro $\leq 25\%$	1.3G
			Matéria pirotécnica $\leq 20$ g, carga de abertura de pólvora negra e $\leq 0,13$ g de composição de tiro por efeito sonoro, $\leq 1$ g no total	1.4G
Vulcão	Vulcão, vulcão de solo, vulcão cilíndrico, vulcão de cor, vulcão de efeitos sonoros	Tubo contendo uma carga propulsora e componentes pirotécnicos, concebido para ser colocado no solo ou para ser fixado no solo. O efeito principal é a ejeção de todos os componentes pirotécnicos num só disparo, produzindo no ar os efeitos visuais e/ou sonoros largamente dispersados; ou Saco ou cilindro em tecido ou papel contendo uma carga propulsora e objectos pirotécnicos, destinado a ser colocado dentro de um tubo de lançamento e funcionar como um vulcão	$> 25\%$ de composição de tiro como pólvora solta e/ou efeitos sonoros	1.1G
			$\geq 180$ mm e $\leq 25\%$ de composição de tiro como pólvora solta e/ou efeitos sonoros	1.1G
			$< 180$ mm e $\leq 25\%$ de composição de tiro como pólvora solta e/ou efeitos sonoros	1.3G
			$\leq 150$ g de matéria pirotécnica, contendo $\leq 5\%$ de composição de tiro como pólvora solta e/ou efeitos sonoros. Cada componente pirotécnico $\leq 25$ g, cada efeito sonoro $< 2$ g; cada assobio/apito, se existirem, $\leq 3$ g	1.4G
Fonte / Repuxo	Vulcão de estrelas, repuxo, cascatas, foco, facho, fonte cilíndrica, fonte cónica	Invólucro não metálico contendo uma matéria pirotécnica comprimida ou compactada destinada a produzir chama e/ou chispas	$\geq 1$ kg de matéria pirotécnica	1.3G
			$< 1$ kg de matéria pirotécnica	1.4G
Vela mágica	Vela mágica manual, vela mágica não manual, vela mágica de arame, vela de estrelas, estrelinhas	Fios rígidos parcialmente revestidos (em uma das extremidades) com uma matéria pirotécnica de combustão lenta, com ou sem dispositivo de iniciação	Vela à base de perclorato: $\geq 5$ g por vela ou $> 10$ velas por pacote	1.3G
			Vela à base de perclorato: $\leq 5$ g por vela e $\leq 10$ velas por embalagem	1.4G
			Vela à base de nitrato: $\leq 30$ g por vela	1.4G

Contribuição para a tomada de decisão sobre o emprego de artigos pirotécnicos em locais previamente licenciados

Tipo	Inclui: / Sinónimo de:	Definição	Características	Classificação
Tochas de bengala	Bengala, tocha de iluminação	Bastão não metálico parcialmente revestido (em uma das extremidades) com uma matéria pirotécnica de combustão lenta, concebido para ser seguro com a mão	Unidades à base de perclorato: > 5 g por unidade ou > 10 elementos por embalagem	1.3G
			Unidades à base de perclorato: ≤ 5 g por unidade e ≤ 10 elementos por embalagem Unidades à base de nitrato: ≤ 30 g por unidade	1.4G
Artifícios pirotécnicos de baixo risco e brinquedos pirotécnicos	Vulcão de mesa, bombons fulminantes, estalinhos, tiros de impacto, grãos crepitantes, raspas, fumos, nevoeiro, serpentes, vermes brilhantes, pedras e placas detonantes, lançador de confetis e serpentinas	Dispositivo concebido para produzir efeitos visíveis e/ou audíveis muito limitados, contendo pequenas quantidades de matéria pirotécnica e/ou explosiva	Os bombons fulminantes e tiros de impacto podem conter até 1,6 mg de fulminato de prata Os lançadores de confetis e as serpentinas podem conter até 16 mg de uma mistura de clorato de potássio e de fósforo vermelho Os outros artifícios podem conter até 5 g de matéria pirotécnica, mas sem composição de tiro	1.4G
Turbilhão	Borboleta, helicóptero, avião, torvelinho, bichas de rabiar	Tubo ou tubos não metálico(s) contendo uma matéria pirotécnica produtora de gases ou chispas, com ou sem composição produtora de ruído e com ou sem alhetas	Matéria pirotécnica por objecto > 20 g, contendo ≤ 3% de composição de tiro para a produção de efeitos sonoros, ou ≤ 5 g de composição produtora de assobio/apito	1.3G
			Matéria pirotécnica por objecto ≤ 20 g, contendo ≤ 3% de composição de tiro para a produção de efeitos sonoros, ou ≤ 5 g de composição produtora de assobio/apito	1.4G
Roda / Sol	Roda Catherine, roda <i>saxon</i> , rodas de cores, peças de fogo preso, rodas de repuxos	Conjunto que inclui dispositivos propulsores contendo uma matéria pirotécnica, dotado de meios para ser fixado a um eixo de modo que possa rodar	≥ 1 kg de matéria pirotécnica total, sem efeitos sonoros, cada assobio/apito, se existirem, ≤ 25 g e ≤ 50 g de composição de assobio/apito por roda	1.3G
			< 1 kg de matéria pirotécnica total, sem efeitos sonoros, cada assobio/apito, se existirem, ≤ 5 g e ≤ 10 g de composição de assobio/apito por roda	1.4G
Roda aérea	<i>Saxon roador</i> , OVNI e coroa voadora, roda coroada, roda voadora	Tubos contendo cargas propulsoras e composições pirotécnicas produtoras de chispas e chamas e/ou ruído, os tubos estão fixados num suporte em forma de anel	> 200 g de matéria pirotécnica total ou > 60 g de matéria pirotécnica por dispositivo propulsor, ≤ 3% de composição de tiro de efeito sonoro, cada assobio/apito, se existirem, ≤ 25 g e ≤ 50 g de composição de assobio/apito por roda	1.3G
			≤ 200 g de matéria pirotécnica total ou ≤ 60 g de matéria pirotécnica por dispositivo propulsor, ≤ 3% de composição de tiro de efeito sonoro, cada assobio/apito, se existirem, ≤ 5 g e ≤ 10 g de composição de assobio/apito por roda	1.4G
Sortido	Embalagem sortida para espectáculos interiores ou exteriores	Conjunto de artifícios pirotécnicos de mais de um tipo, cada um dos quais corresponde a um tipo indicado nesta tabela	A classificação é determinada pelo tipo de artifício pirotécnico mais perigoso	
Panchão	Petardos de celebração, petardos em rolo, petardos em corda	Conjunto de tubos (de papel ou cartão) unidos por um atraso pirotécnico, cada tubo está destinado a produzir um efeito sonoro	Cada tubo ≤ 140 mg de composição de tiro ou ≤ 1 g de pólvora negra	1.4G
Bombas de arremesso	Tiro de pólvora negra, tiro de composição de tiro, <i>lady cracker</i> , bombas de carnaval	Tubo não metálico contendo uma composição de efeito sonoro concebido para produzir um efeito sonoro (tiro)	> 2 g de composição de tiro por objecto	1.1G
			≤ 2 g de composição de tiro por objecto e ≤ 10 g por embalagem interior	1.3G
			≤ 1 g de composição de tiro por objecto e ≤ 10 g por embalagem interior ou ≤ 10 g de pólvora negra por objecto	1.4G

Figura 6.1. Listagem de AP (ADR 2013-Parte 2).

---

## ANEXO B

**Table 5** Pair-wise comparison matrix of the thematic layers

	PD	LULC	EL	TEMP	SL	AS	WS	RF
PD	1	3	3	5	5	6	7	7
LULC	0.33	1	3	4	5	5	6	7
EL	0.33	0.33	1	3	3	4	5	5
TEMP	0.2	0.25	0.33	1	3	3	5	6
SL	0.2	0.2	0.33	0.33	1	2	3	7
AS	0.17	0.2	0.25	0.33	0.5	1	3	5
WS	0.14	0.17	0.2	0.2	0.33	0.33	1	5
RF	0.14	0.14	0.2	0.17	0.14	0.2	0.2	1
Total	2.51	5.29	8.31	14.03	17.97	21.53	30.2	43

**Figura 6.2.** Matriz de comparação dos parâmetros em avaliação



## ANEXO C

**Table 6** Normalized pair-wise matrix

	PD	LULC	EL	TEMP	SL	AS	WS	RF	Total weight	Nor. Weight
PD	0.40	0.57	0.36	0.36	0.28	0.28	0.23	0.16	2.64	0.33
LULC	0.13	0.19	0.36	0.29	0.28	0.23	0.20	0.16	1.84	0.23
EL	0.13	0.06	0.12	0.21	0.17	0.19	0.17	0.12	1.17	0.15
TEMP	0.08	0.05	0.04	0.07	0.17	0.14	0.17	0.14	0.86	0.11
SL	0.08	0.04	0.04	0.02	0.06	0.09	0.10	0.16	0.59	0.07
AS	0.07	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05	0.10	0.12	0.46	0.06
WS	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.12	0.33	0.04
RF	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.17	0.02

**Figura 6.3.** Matriz Normalizada de comparação a pares.





---

## ANEXO D

**Table 2** Random inconsistency values [43]

<i>n</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0.52	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

**Figura 6.4.** Valores aleatórios de inconsistência.



## ANEXO E

**Table 3** Normalized and final weights of different features of thematic layer for assessment of forest fire zone

Thematic layers	Normalized weight (%)	Subclasses	Final weight
Population density (person/km <sup>2</sup> )	0.33	7658–16,809	0.19
		2183–7058	0.09
		470–2183	0.04
		9–470	0.02
Land use/land cover	0.23	Forest	0.13
		Agricultural/scrub-land	0.06
		Settlement	0.03
		Water bodies	0.01
Elevation (m)	0.15	25–364	0.09
		364–583	0.04
		583–821	0.02
		821–1358	0.008
Temperature (°C)	0.11	28–31	0.06
		27–28	0.03
		25–27	0.01
		23–25	0.006
Slope (degree)	0.07	45–61	0.04
		30–45	0.02
		15–30	0.008
		0–15	0.004
Aspect	0.06	SW, S	0.04
		NW, W	0.02
		E, SE	0.007
		NE, N, Flat	0.003
Wind speed (m/s)	0.04	1.32–1.42	0.02
		1.25–1.32	0.01
		1.19–1.25	0.004
		1.11–1.19	0.002
Rainfall (mm)	0.02	166–239	0.01
		239–301	0.005
		301–361	0.002
		361–428	0.001

**Figura 6.5.** Pesos finais e normalizados dos diferentes parâmetros de avaliação das zonas de risco de incêndio.



# ANEXO F

SEQ	Ordem Saída	Tempo FIREMASTER	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Paiole	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastibo)	Seg
			P1	P2	P3	P4	P5								
5															
5							1	Balona tiro	75mm	B075BNF4.01.TL.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	*0*	
6															
6			1		1			Bateria de 36 Disparos	30mm	X0363CF3154F3649	02769	L27E	Bat 36'S Red, Green, Yellow, Purple, Silver Coconut (W) 25seg 30mm	*0*	
6				5	5	5	5	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.R	02627	L23A	Balona Red Peony 50mm	*0-3-6-9-12*	
6				5				Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	RED_WAVE	*0-3-6-9-12*	
6				5				Balona Esférica	100mm	FVAM1001	00904	L23B	PEONIAS VERMELHAS, VERDES, AZUIS E VIOLETAS A CRACKER C/TR	*0-3-6-9-12*	
7															
7							1	Bateria de 100 Disparos	30mm	4F104S			Bateria 100 disparos Assorted Crossette (Z) - 35 Seg	*0*	
8															
8			5					Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	RED_WAVE	*0-4-8-12-16*	
8				5				Balona Esférica	100mm	FVAM1001	00904	L23B	PEONIAS VERMELHAS, VERDES, AZUIS E VIOLETAS A CRACKER C/TR	*2-6-10-14-16*	
9															
9			1		1			Bateria de 100 Disparos	30mm	4F104V			Bateria 100 disparos Green & Red Flash Mine Purple Z Mines - 35 Seg	*0*	
9				5				Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	RED_WAVE	*0-4-8-12-16*	
9					5			Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	RED_WAVE	*0-4-8-12-16*	
10															
10				10				Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.R	02627	L23A	Balona Red Peony 50mm	*0-3-6-9-12-15-18-21-24-27*	
10				10				Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	RED_WAVE	*0-3-6-9-12-15-18-21-24-27*	
10					10			Balona Esférica	100mm	FVAM1001	00904	L23B	PEONIAS VERMELHAS, VERDES, AZUIS E VIOLETAS A CRACKER C/TR	*0-3-6-9-12-15-18-21-24-27*	
11															
11					1			Bateria de 100 Disparos	30mm	4F104Z			Bateria 100 disparos Assorted Peony w Tail - Z Peony - 25 Seg	*0*	
11				9				Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.GS	01134	L23A	Balona Green Peony W/ Silver Tail 50mm	*0-2-4-6-8-10-12-14-16*	
11					5			Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	GREEN	*0-4-8-12-16*	
11						5		Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	GREEN	*2-6-10-14-16*	
12															
12			1	1	1	1	1	Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	GREEN	*0*	
12				1				Balona Esférica	100mm	B100GCF415GG	00148	L23C	GREEN FLASHING	*0*	
12	1	00:00,00						Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	*0*	
12	2	00:00,28		1				Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	*0*	
12	3	00:00,99					1	Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	*0*	
12	4	00:01,30					1	Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	*0*	
12	5	00:02,43					1	Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	*0*	
12	6	00:02,75					1	Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	*0*	
12	7	00:04,86					1	Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	*0*	
13															
13			1	1	1	1	1	Back Cand	1,2" (30mm)						
13			2	2	2	2	2	Candela Romana (20seg) ((1,2" (30mm)		4C310	00120	L22A	Rasto Intermitente Vermelho c/ Cometa Verde	*0*	

Contribuição para a tomada de decisão sobre o emprego de artigos pirotécnicos em locais previamente licenciados

SEQ	ordem Saída	Tempo FIREMASTER	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Paioi	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rasilho)	Seg		
			P1	P2	P3	P4	P5										
14																	
14			1		1		1	Bateria de 100 Disparos	25mm	4F104V			Bateria 100 disparos Green & Red Flash Mine Purple 2 Mines - 35 Seg	*0*			
FIREMASTER																	
15																	
15			4				4	Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	BLUE_CROSSET	*0-4-8-12*			
15					4			Balona Esférica	100mm	B100GCF4.07.CR.BC	00698	L23B	Balona Blue Crossette W/ Cracking Psttl 100mm	*2-6-10-14*			
FIREMASTER																	
16																	
16				1			1	Bat Single Row	30mm	FMSR05F11	00184	L23C	VULÇÃO DE INTERMITENTE BRANCO	*0*			
FIREMASTER																	
17																	
17				3			3	Rack Cand	1,5" (40mm)								
17								Candela Romana (20seg)	(1,5" (40mm)	4C435	00122	L22A	Crossette c/ Rama Limão	*0*			
17			9				9	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.B5	01132	L23A	Balona Blue Peony W/ Silver Tail 50mm	*0-2-4-6-8-10-12-14-16*			
FIREMASTER																	
18																	
18	1	00:00,00	1					Bateria de 36 Disparos	30mm	X0363CF3154F3649	02769	L27E	Bat 36'S Red, Green, Yellow, Purple, Silver Coconut (W) 25seg 30mm	*0*			
18	2	00:00,95			1			Bateria de 36 Disparos	30mm	X0363CF3154F3649	02769	L27E	Bat 36'S Red, Green, Yellow, Purple, Silver Coconut (W) 25seg 30mm	*0*			
18	3	00:01,85					1	Bateria de 36 Disparos	30mm	X0363CF3154F3649	02769	L27E	Bat 36'S Red, Green, Yellow, Purple, Silver Coconut (W) 25seg 30mm	*0*			
FIREMASTER																	
19																	
19				1			1	Bat Single Row	30mm	FMSR09Z10	03451	L23C	COMETA INTERMITENTE BRANCO COM SAUSE	*0*			
19			5				5	Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	BLUE_CROSSET	*0-4-8-12-15*			
19					5			Balona Esférica	100mm	B100GCF4.07.CR.BC	00698	L23B	Balona Blue Crossette W/ Cracking Psttl 100mm	*2-6-10-14-16*			
FIREMASTER																	
20																	
20				3			3	Rack Cand	1,5" (40mm)								
20								Candela Romana (20seg)	(1,2" (30mm)	4C336	00120	L22A	Rasto Kamuro Intermitente Verde	*0*			
FIREMASTER																	
21																	
21			10	10	10	10	10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.KS	01139	L23A	Balona Brocade Crown W/ Silver Tail 50mm	*0-3-6-8-10-12-14-18-20-22*			
FIREMASTER																	
22																	
22				4			4	Rack Cand	1,5" (40mm)								
22								Candela Romana (20seg)	(1,2" (30mm)	4C323	00120	L22A	Rasto Crisantemo Titano c/ Cracker	*0*			
22			10		10		10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.KS	01139	L23A	Balona Brocade Crown W/ Silver Tail 50mm	*0-3-6-8-10-12-14-18-20-22*			
22				5			5	Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	BROCADE_TO_RED_STROBE	*0-6-12-18-24*			
22					5			Balona Esférica	100mm	B100HCF4.07.GT.KS	00703	L23C	Balona Brocade Crown W/ Silver Tail 100mm	*3-9-15-21-24*			
FIREMASTER																	
23																	
23			5		5		5	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.KS	01139	L23A	Balona Brocade Crown W/ Silver Tail 50mm	*0-3-6-8-9*			
23				5			5	Balona Esférica	75mm	B075GCF415GG	00147	L27D	BROCADE_TO_RED_STROBE	*0-3-6-8-9*			
23					5		5	Balona Esférica	100mm	B100HCF4.07.GT.KS	00703	L23C	Balona Brocade Crown W/ Silver Tail 100mm	*0-3-6-8-9*			
FIREMASTER																	
Linhas Ocupadas Firemaster			26	25	21	15	34										

2.ª MUSICA				2 - QUEEN MIX																						
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				24																						
				24																						
				24																						
24																										
24																										
24																										
24																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				25																						
				25																						
				25																						
25																										
25																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				26																						
				26																						
				26																						
26																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				27																						
				27																						
				27																						
27																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				28																						
				28																						
				28																						
28																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				29																						
				29	1																					
				29	2																					
29	3																									
29	4																									
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				30																						
				30	1																					
				30	2																					
30	3																									
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				31																						
				31																						
				31																						
31																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				32																						
				32																						
				32																						
32																										
FIREMASTER																										
SEQ	ordem	Saída	Tempo	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg										
				P1	P2	P3	P4	P5																		
				33																						
				33																						
				33																						
33																										
FIREMASTER																										

Contribuição para a tomada de decisão sobre o emprego de artigos pirotécnicos em locais previamente licenciados

SEQ	ordem Saída	Tempo FIREMASTER	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastho)	Seg
			P1	P2	P3	P4	P5								
34															
34				1			Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	"0"		
34			4		4		Balona Esférica	75mm	FVAM7512	00163	L23A	ANEIS VERMELHOS, VERDES E AMARELOS C/CENTRO CRACKER E C	"0-4-8-12"		
34				4			Balona Esférica	100mm	B100HCF4.07.FF.SS	03341	L23C	Balona Silver Whirl Flower W/ Silver Tail 100mm	"2-6-10-14"		
35															
35				1			Balona Esférica	75mm	FVAM7512	00163	L23A	ANEIS VERMELHOS, VERDES E AMARELOS C/CENTRO CRACKER E C	"0"		
35					1		Balona Esférica	100mm	B100HCF4.07.FF.SS	03341	L23C	Balona Silver Whirl Flower W/ Silver Tail 100mm	"0"		
35															
35	1	00:00,00		1			Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	"0"		
35	2	00:01,33			1		Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	"0"		
35	3	00:02,76		1			Bat Single Row	30mm	FMSR05F08	00184	L23C	VULÇÃO VERDE COM ONDA	"0"		
36															
36				1			Balona Esférica	75mm	FVAM7512	00163	L23A	ANEIS VERMELHOS, VERDES E AMARELOS C/CENTRO CRACKER E C	"0"		
36					1		Balona Esférica	100mm	B100HCF4.07.FF.SS	03341	L23C	Balona Silver Whirl Flower W/ Silver Tail 100mm	"0"		
36															
36	1	00:00,00		1			Bat Single Row	30mm	FMSR05F09	00184	L23C	VULÇÃO AZUL COM ONDA	"0"		
36	2	00:01,35			1		Bat Single Row	30mm	FMSR05F09	00184	L23C	VULÇÃO AZUL COM ONDA	"0"		
36	3	00:02,84		1			Bat Single Row	30mm	FMSR05F09	00184	L23C	VULÇÃO AZUL COM ONDA	"0"		
37															
37				3			Rack Cavd	1.2" (30mm)							
37					3		Candela Romana (20seg) ((1,2" (30mm)		4C314	00120	L23A	Rasto Kamuro Cracker c/ Vulcão Purpura	"0"		
38															
38			10		10		Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.NS	03229	L23A	Balona Pink Peony W/ Silver Tail 50mm	"0-2-4-6-8-10-12-14-16-18"		
38				5			Balona Esférica	75mm	FVAM7517	00163	L23A	PEONIAS MUDAR DE COR (VERMELHO A VERDE)-(AZUL A PRATA) (V	"0-4-8-12-16"		
38					5		Balona Esférica	75mm	FVAM7517	00163	L23A	PEONIAS MUDAR DE COR (VERMELHO A VERDE)-(AZUL A PRATA) (V	"2-6-10-14-18"		
39															
39				5			Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.NS	03229	L23A	Balona Pink Peony W/ Silver Tail 50mm	"0-3-6-9-12"		
39	1				5		Balona Esférica	75mm	FVAM7517	00163	L23A	PEONIAS MUDAR DE COR (VERMELHO A VERDE)-(AZUL A PRATA) (V	"0-3-6-9-12"		
39	1						Balona Esférica	100mm	FVAM1017	00904	L23B	PEONIAS A MUDAR DE COR (VERMELHO A VERDE)-(AZUL A PRATA	"0-3-6-9-12"		
39	1	00:00,00		1			Bat Single Row	30mm	X0094CF3154F0914Y	01371	L23A	Bat Single Row 9'S Yellow Tail, Mine To Peony (Z) 5seg 30mm	"0"		
39	2	00:00,52			1		Bat Single Row	30mm	X0094CF3154F0914Y	01371	L23A	Bat Single Row 9'S Yellow Tail, Mine To Peony (Z) 5seg 30mm	"0"		
39	3	00:01,16				1	Bat Single Row	30mm	X0094CF3154F0914Y	01371	L23A	Bat Single Row 9'S Yellow Tail, Mine To Peony (Z) 5seg 30mm	"0"		
40															
40				1			Bat Single Row	30mm	FMSR05F10	00184	L23C	VULÇÃO VIOLETA COM ONDA	"0"		
40															
40				5			Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.NS	03229	L23A	Balona Pink Peony W/ Silver Tail 50mm	"0-3-6-9-12"		
40					5		Balona Esférica	75mm	FVAM7517	00163	L23A	PEONIAS MUDAR DE COR (VERMELHO A VERDE)-(AZUL A PRATA) (V	"0-3-6-9-12"		
41															
41	1	00:00,00		1			Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	"0"		
41	2	00:01,00			1		Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	"0"		
41	3	00:02,00				1	Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	"0"		
41															
41				3			Balona Esférica	75mm	FVAM7522	00163	L23A	PEONIA VERMELHA, VERDE E VIOLETA A INT. BRANCO C/TRONCO	"0-2-4"		



SEQ	ordem Saída	Tempo FIREMASTER	PLAT AQUÁTICAS					Qualidade	Calibre	Codigo	Cod. Barras	Palet	Efeito/Cor	TEMPORIZADOR (rastilho)	Seg
			P1	P2	P3	P4	P5								
42															
42	1	00:00.00		1				Bat Single Row	30mm	FMSR09201	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO	"0"	
42	2	00:01.71				1		Bat Single Row	30mm	FMSR09201	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO	"0"	
42	3	00:03.42			1			Bat Single Row	30mm	FMSR09202	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO COMETA KAMURO BALONA KAMURO	"0"	
Firemaster															
43															
43			1		1		1	Bat Single Row	30mm	FMSR09201	03451	L23C	VULÇÃO KAMURO	"0"	
43			10				10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.D	03360	L25	Balona Tangerine Peony 50mm	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
43				10			10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.P	02639	L23A	Balona Purple Peony 50mm	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
43					10		10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.QB	03230	L25	Balona Sea Blue Peony 50mm	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
43			10				10	Balona Esférica	75mm	FVAM7501	00163	L23A	PEONIA VERMELHA,VERDE, AZUL E VIOLETA A KRAKER C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
43				10			10	Balona Esférica	75mm	FVAM7502	00163	L23A	PEONIAS VERMELHAS, VERDES E LIMÃO C/ONDA C/TRONCO PRATA	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
43					10		10	Balona Esférica	75mm	FVAM7503	00163	L23A	PEONIAS VERMELHAS, VERDES,AZUIS E LARANJA C/PALMA C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
43						10	10	Balona Esférica	100mm	FVAM1006	00904	L23B	PEONIA DE INTERMITENTE BRANCO, VERDE E VERMELHO C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-27"	
Firemaster															
44															
44			10				10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.D	03360	L25	Balona Tangerine Peony 50mm	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44				10			10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.P	02639	L23A	Balona Purple Peony 50mm	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44					10		10	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GG.QB	03230	L25	Balona Sea Blue Peony 50mm	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44			10				10	Balona Esférica	75mm	FVAM7501	00163	L23A	PEONIA VERMELHA,VERDE, AZUL E VIOLETA A KRAKER C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44				10			10	Balona Esférica	75mm	FVAM7502	00163	L23A	PEONIAS VERMELHAS, VERDES E LIMÃO C/ONDA C/TRONCO PRATA	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44					10		10	Balona Esférica	75mm	FVAM7503	00163	L23A	PEONIAS VERMELHAS, VERDES,AZUIS E LARANJA C/PALMA C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44						10	10	Balona Esférica	100mm	FVAM1001	00904	L23B	PEONIAS VERMELHAS, VERDES, AZUIS E VIOLETAS A CRACKER C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44							10	Balona Esférica	100mm	FVAM1002	00904	L23B	PEONIAS VERMELHAS, VERDES E LIMÃO COM ONDA E COM TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
44							10	Balona Esférica	100mm	FVAM1003	00904	L23B	PEONIA VERMELHAS, VERDES, AZUIS E VIOLETAS C/PALMA E C/TRONCO	"0-3-6-9-12-15-18-21-24-25"	
Firemaster															
45															
45				W			W	Rack Card	1,5" (40mm)						
45				3			3	Candela Romana (20seg) (1,2" (30mm)		4C308	00120	L22A	Rasto Intermitente Multicor	"0"	
Firemaster															
46															
46			1	1	1	1	1	Balona Esférica	50mm	B050GCF407.GT.CS	03359	L25	Balona Cracking Peony W/ Silver Tail 50mm	"0"	
46			1	1	1	1	1	Balona Esférica	75mm	FVAM7505	00163	L23A	PEONIA SAKURA C/TRONCO SAKURA	"0"	
46			1	1	1	1	1	Balona Esférica	100mm	FVAM1005	00904	L23B	PEONIA SAKURA C/PALMA CRACKER C/TRONCO TIME RAIN CRACKL	"0"	
Firemaster															
47															
47			1	1	1	1	1	Bateria 80 Diap	20mm	X0803CF3154F8015	00607	L22B	Bat 80'S TIROS GIRANDULA 15seg 20mm Tã Chrys tall To Crown Me	"0"	
47			10	10	10	10	10	Balona tiro	75mm	B075BNF4.01.TI.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	"15"	
Firemaster															
48															
48							3	Balona tiro	75mm	B075BNF4.01.TI.PLT	01761	L23E	Balona Tiro A (Plastico) C/ T 75mm	"0-5-8"	
Firemaster															
Linha Ocupadas Firemaster															
2.ª MUSICA															
2 - QUEEN MIX															
CONSUMIVEIS + EQUIPAMENTOS															
49															
			285					Ignitores 2 mt	n/a						
			5					Metros de Trincaio plastico	n/a						
								Cores Fogo preso grandes							
			1					PA - PARA EMISSÃO DO SOM						ALUGADO / PALCO / COMISSAO	
Total Linh Ocup Firemaster															
RECEPTORES PI POSTO															
LINHAS DISPONIVEIS															
LINHAS LIVRES															
RECEPTORES OCUPADOS															
Firemaster IV															
RECEPTORES PI POSTO															
LINHAS DISPONIVEIS															
LINHAS LIVRES															
RECEPTORES OCUPADOS															
Firemaster II ou III															
Fim Espectáculo															

Figura 6.6. Esquema de montagem do espetáculo realizado.