



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Ana Filipe Oliveira Cavaco

**ANÁLISE DA INTERAÇÃO ENTRE DOIS FOCOS
DE INCÊNDIO - APLICAÇÃO PRÁTICA NO CASO
DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS NOS
PARQUES DE CAMPISMO E CARAVANISMO**

**Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica na
especialidade de Energia e Ambiente orientada pelo Professor Doutor Domingos
Xavier Filomeno Carlos Viegas e pelo Doutor Miguel Abrantes de Figueiredo
Bernardo de Almeida e apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica da
Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra.**

Setembro de 2019

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Análise da Interação entre dois focos de incêndio – Aplicação prática no caso da segurança contra incêndios nos parques de campismo e caravanismo

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

**Analysis of the interaction between two spot fires – Practical
application in the case of fire safety in campsites and caravanning.**

Autor

Ana Filipe Oliveira Cavaco

Orientadores

Domingos Xavier Filomeno Carlos Viegas

Miguel Abrantes de Figueiredo Bernardo de Almeida

Júri

Presidente Professor Doutor José Manuel Baranda Moreira da Silva Ribeiro
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Orientador Professor Doutor Miguel Abrantes de Figueiredo Bernardo de
Almeida

Investigador Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Doutor Carlos Xavier Pais Viegas
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Professor Doutor Gilberto Cordeiro Vaz

Professor do Instituto Politécnico de Coimbra

Colaboração Institucional



Associação para o
Desenvolvimento da
Aerodinâmica
Industrial



Centro de estudos
sobre Incêndios
Florestais

Coimbra, Setembro, 2019

Aos meus pais.

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível graças ao contributo de várias pessoas e entidades, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Em primeiro lugar agradecer ao Professor Doutor Domingos Xavier Viegas e ao Doutor Miguel Almeida por terem aceitado ser meus orientadores de tese de mestrado e por toda a disponibilidade e transmissão de conhecimentos ao longo destes meses.

À equipa do CEIF, em especial ao Carlos Ribeiro, ao Gonçalo Rosa e ao Rafael Braz, por toda a ajuda prestada nos ensaios laboratoriais. Agradeço também a toda a restante equipa do CEIF/ADAI pela simpatia e bom ambiente proporcionado.

Um agradecimento especial à Andreia Balsas e à Joana Xu, que me acompanharam nestes seis anos e que tornaram todo este percurso mais fácil.

Aos amigos do Seixo, que mesmo estando longe fizeram sempre questão de estar presentes nos momentos importantes.

Ao Tiago, por ter estado ao meu lado nos momentos bons e maus desta etapa, e por me incentivar a fazer sempre melhor.

À minha família, pelo apoio incondicional e por sempre acreditarem em mim. Em especial aos meus pais e aos meus irmãos, que nesta reta final nunca me deixaram desistir, e que tornaram os dias menos difíceis.

Resumo

O presente trabalho tem como principal objetivo analisar a interação entre dois focos de incêndio, sem a presença de vento e de declive, associando esta análise ao risco de incêndios em parques de campismo e/ou caravanismo (PCC). Neste momento, a maior ameaça aos PCC, são os incêndios provenientes do exterior, que podem originar focos secundários. Surgiu assim a preocupação de interligar o trabalho laboratorial, e as conclusões retiradas relativas ao comportamento dos focos secundários com a gestão do risco de incêndio nos PCC.

O estudo foi dividido em duas fases: 1) realização de ensaios laboratoriais e 2) participação em visitas e sessões relativas ao tema do risco de incêndio em parques de campismo e/ou caravanismo.

No trabalho laboratorial, relativo ao comportamento do fogo, foi estudado o efeito da variação da distância entre dois focos de incêndio. Nestes ensaios, de um e dois focos de incêndios, foram determinadas e analisadas a velocidade de propagação, o ângulo e altura das chamas, a intensidade do fogo e as temperaturas atingidas. Com este trabalho verificou-se que, ao fim de algum tempo, os dois focos interagem entre si e que a variação da distância entre os mesmos afeta o comportamento global do fogo.

No caso dos parques de campismo e/ou caravanismo foi feita uma análise das práticas que afetam o risco de incêndio e das principais dificuldades sentidas pelos gestores no cumprimento da legislação, tendo como objetivo final, a diminuição do risco de incêndio nestes empreendimentos turísticos.

Palavras-chave: Incêndios Florestais, Focos Secundários, Foco Pontual, Comportamento do fogo, Parques de Campismo, Risco de incêndio.

Abstract

The main objective of this work is to analyze the interaction between two fire outbreaks, without the presence of wind nor slope. Associated with this laboratory work is the study of the fire safety in campsites. At this point, the biggest threat to the PCC are the fires from the outside, which can lead to secondary outbreaks. Thereby, the concern to interconnect the laboratory work, and the conclusions withdrawn concerning the behavior of secondary focus with the management of the risk of fire in the PCC has emerged.

The study was divided into two phases: 1) conducting laboratory tests and 2) participation in visits and sessions related to the theme of fire risk in campsites.

In the laboratory work related to the behavior of the fire, we studied the effect of the distance variation between two fire outbreaks. In these trials, with one and two spot fires, the propagation velocity, the angle and height of the flames, the intensity of the fire and the temperatures reached were determined and analyzed. With this work it was found that after some time the two focuses interact with each other and that the variation of the distance between them affects the overall behavior of the fire.

In the part related to camping, an analysis of the practices affecting the risk of fire and the main difficulties experienced by the managers in complying with the legislation was carried out, with the final objective of reducing the risk of fire in these tourist ventures.

Keywords Forest fires, Spot fires, Fire behaviour, Campsites, Fire risk, Point ignition.

Índice

Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
Simbologia e Siglas	xiii
Simbologia.....	xiii
Siglas	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Motivação	1
1.2. Definição do trabalho.....	1
1.3. Estado de Arte.....	3
2. ENSAIOS EXPERIMENTAIS	5
2.1. Condições de ensaio.....	5
2.1.1. Ensaios com 1 foco.....	6
2.1.2. Ensaios com 2 focos	7
2.2. Metodologia	8
2.3. Ensaios de campo.....	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
3.1. Ângulo e altura de chama	19
3.2. Velocidade de Propagação.....	22
3.3. Intensidade do fogo.....	25
3.4. Temperaturas atingidas	27
3.5. Velocidade de escoamento.....	29
4. PARQUES DE CAMPISMO E CARAVANISMO	33
4.1. O projeto	33
4.2. Objetivos e metodologia	34
4.3. Trabalho desenvolvido.....	35
4.4. Áreas de risco potencial de incêndio	37
5. CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXO A – TRAÇADO DO PERÍMETRO DE FOGO	45
ANEXO B – INTENSIDADE DO FOGO	49
ANEXO C - TEMPERATURAS	51
ANEXO D – FOLHETOS PCC	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Vista superior do leito para a realização de ensaios com 1 foco.	7
Figura 2 - Vista superior do leito para a realização de ensaios com dois focos (dimensões em metros).....	7
Figura 3 - Túnel de vento com um dos ensaios realizados.....	8
Figura 4 – Esquema de colocação das câmaras, vista superior	9
Figura 5 - Esquema de colocação das câmaras, vista frontal do túnel de vento.....	9
Figura 6 - Analisador de humidades A&D ML50.....	10
Figura 7 - Leito de combustível para ensaio.....	10
Figura 8 – Ignição simultânea de dois focos pontuais.....	11
Figura 9 - Plataforma elevatória com câmara de filmar e câmara de Infravermelhos.....	11
Figura 10 - Esquema de determinação do ângulo β	12
Figura 11 - Imagens utilizadas para calibração da câmara de infravermelhos	12
Figura 12 - Traçado do perímetro de fogo (ensaio 2FOCO_D0.5_R2).....	13
Figura 13 - Direções da análise da velocidade de propagação dos focos de incêndio	13
Figura 14 - Localização da câmara de filmar	14
Figura 15 – Imagem utilizada para cálculo da altura de chama para o ensaio 1FOCO_DO.5, após 10s da ignição.....	14
Figura 16 - Esquema utilizado para cálculo da altura real de chama, h_R	15
Figura 17 – Mesa para realização de ensaio de referência	15
Figura 18 - Distância dos termopares em relação ao centro do leito.....	16
Figura 19 - Tubos de <i>Pitot</i>	17
Figura 20 - Plano de ensaios, Montemor-o-Velho	18
Figura 21 - Ângulo de chama para ensaios com dois focos pontuais.....	19
Figura 22 - Altura de chamas para os focos pontuais.....	20
Figura 23 - Altura das chamas em metros, para os ensaios com dois focos pontuais	21
Figura 24 - Altura das chamas para ensaio de 1 e 2 focos, com as mesmas condições experimentais.....	21
Figura 25 - Velocidades de propagação adimensionais para os ensaios com dois focos	22
Figura 26 – Velocidades de propagação adimensionais para ensaios com um foco	23
Figura 27 - Velocidade (R_E) em função da distância entre focos.....	25
Figura 28 – Intensidade do fogo para ensaios com um e dois focos	26

Figura 29 – Relação entre intensidades de fogo, para ensaios com dois focos.....	26
Figura 30 - Temperaturas atingidas nos ensaios com um foco	27
Figura 31 - Temperaturas atingidas nos ensaios com dois focos	28
Figura 32 - Temperaturas sentidas no termopar colocado no centro do leito de combustível	29
Figura 33 - Velocidade de escoamento, ensaios com um foco pontual	30
Figura 34 - Velocidade de escoamento, ensaios com dois focos pontuais.....	31
Figura 35 - Localização geográfica dos parques de campismo seleccionados	35
Figura 36 - a) localização geográfica dos PCC; b) índice de perigosidade de incêndio em Portugal Continental (imagem retirada do site do ICNF)	36
Figura 37 - Imagens relativas à gestão de combustíveis na envolvente dos PCC.....	37
Figura 38 - Imagens relativas a instalações de permanência prolongada	38
Figura 39 - Imagens relativas à confeção de alimentos	39
Figura 40 - Folheto STAFF	54
Figura 41 - Folheto Utilizadores PCC.....	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Condições dos ensaios laboratoriais.....	6
Tabela 2 - Formula de cálculo das velocidades adimensionais de propagação, a partir de R_i	14
Tabela 3 - Média e desvio padrão das velocidades adimensionais determinadas para os ensaios com um foco	24
Tabela 4 - Listagem de Parques de campismo que fizeram parte do estudo	35

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

α – Ângulo inclinação

a – Distância entre focos [m]

A – Média da velocidade de propagação R₂ e R₃

dV_i – Sinal em Voltagem [V]

E – Média da velocidade de propagação R₁ e R₂

H – Poder calorífico [kJ.kg⁻¹]

h₀ – Altura de chama [m]

h_R – Altura real de chama [m]

I – Intensidade [kW.m⁻¹]

J – Média da velocidade de propagação R₄ e R₅

m_{BS} – Massa de combustível em base seca [kg]

m_t – Massa total do combustível [kg]

Pi – Tubo de Pitot

R – Velocidade de propagação [cm.s⁻¹]

R' – Velocidade de propagação adimensional

R₀ – Velocidade básica de propagação [cm.s⁻¹]

R_i – Velocidade de propagação segundo a direção i [cm.s⁻¹]

T – Temperatura [°C]

t – Tempo [s]

T_a – Temperatura ambiente [°C]

T_i – Temperatura inicial [°C]

U_i – Velocidade de escoamento medida pelo tubo de Pitot Pi [m.s⁻¹]

w – Carga do combustível [kg.m⁻²]

Siglas

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

AGIF – Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais

APSEI – Associação Portuguesa de Segurança

CCL – Clube de Campismo de Lisboa

CEIF – Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

FCMP – Fundação de Campismo e de Montanhismo de Portugal

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

LEIF – Laboratório de Estudos sobre Incêndios Florestais

PCC – Parques de Campismo e/ou Caravanismo

RJSCIE – Regulamento Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

ROS – *Rate of Spread*

TdP – Turismo de Portugal

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação

Os incêndios florestais têm vindo a ser, cada vez mais, um motivo de preocupação, devido aos danos que têm causado. Nos últimos anos, a necessidade de compreensão dos fenómenos relacionados com o comportamento do fogo tem vindo a aumentar. Os incêndios de 2017, foram dos incêndios mais trágicos em Portugal, devido ao número de vidas perdidas e aos bens materiais destruídos. Segundo o relatório da análise dos incêndios florestais ocorridos a 15 de outubro de 2017, “os focos secundários tiveram um papel preponderante na propagação do fogo”. Embora haja este conhecimento intuitivo de que os focos secundários são um dos principais meios de propagação de incêndios, não existe conhecimento suficiente a nível científico. Por esta razão surgiu a motivação para a realização deste trabalho. Uma vez que a maioria dos PCC estão inseridos em zonas de elevado risco de incêndio, e a maior ameaça que estes encontram são os incêndios vindos do exterior, surgiu também o interesse na gestão de risco de incêndio feita pelos parques, visto que está diretamente relacionado com o tema dos focos secundários. Na continuidade de estudos já realizados pela Universidade de Coimbra, este relatório tem como objetivo acrescentar conhecimento que permita melhorar a segurança em caso de incêndio

1.2. Definição do trabalho

Este trabalho tem como principal objetivo a compreensão da evolução dos focos secundários e a forma como estes interagem entre si. O processo de formação de focos secundários divide-se em quatro etapas (Almeida, 2011): 1) libertação de partículas, 2) elevação das partículas em combustão na pluma térmica, 3) transporte, pelo vento, das partículas em combustão, 4) contacto da partícula com o solo. Assim que a partícula chegue à etapa 4, e exista ignição, estamos perante um foco secundário.

No trabalho laboratorial, estudou-se o efeito da variação da distância entre dois focos, no comportamento do fogo. Assim, depois de feita a análise, foram retiradas conclusões sobre o comportamento do fogo, mais especificamente sobre a interação entre os

focos através da velocidade de propagação de cada foco, o ângulo e altura das chamas, a intensidade do fogo, as temperaturas atingidas e a velocidade de escoamento.

A aplicação prática deste trabalho, relativa aos parques de campismo e caravanismo, consistiu no levantamento e análise das situações de maior risco de incêndio nos PCC e das dificuldades sentidas pelos gestores dos mesmos, relativamente ao cumprimento da legislação em vigor. O objetivo final deste estudo é o de apresentar algumas soluções que possam vir a ser implementadas nos parques de campismo e caravanismo, com o intuito de diminuir o risco de incêndio nestes empreendimentos turísticos.

1.3. Estado de Arte

O trabalho realizado neste projeto, teve por base um comportamento extremo do fogo, mais especificamente a projeção de partículas.

Consoante a forma de propagação e o tipo de combustível envolvidos, os incêndios florestais podem ser divididos em três tipos: fogos subterrâneos, fogos de superfície e fogos de copas. Contudo, em Viegas (2012), surge uma nova proposta de classificação, que divide o comportamento do fogo em normal e extremo. Assim, com comportamento de fogo extremo consideram-se os fogos eruptivos, fogo de copas, frentes convergentes e focos secundários. No comportamento de fogo normal, incluem-se os fogos subterrâneos e os fogos de superfície.

Nos incêndios florestais de grande intensidade é muito comum o fenómeno de projeção de partículas. A distância que as partículas percorrem pode variar entre poucos metros ou dezenas de quilómetros, e podem causar diversos danos. Caso estas caiam junto à frente de chama original, pode fazer com que este acelere e seja mais difícil de controlar. No caso de uma partícula ser projetada para uma maior distância, poderá iniciar novos focos de incêndio, dispersos. Em ambas as situações, os danos causados podem ser de grande relevância, uma vez que, para além de dificultarem a gestão do combate aos incêndios, os focos secundários podem também atingir zonas habitacionais e pôr em risco vidas humanas e bens materiais, (Tarifa et al., 1967); (Porterie et al., 2007). Um exemplo deste acontecimento, são os incêndios que ocorreram a 15 de Outubro de 2017, no nosso país. Segundo o relatório realizado pela Associação de Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI), sobre os incêndios ocorridos nesse dia, a principal causa de propagação do fogo foi por focos secundários, o que levou a que se formassem várias frentes de chama que progrediam paralelamente e, que após interação, se juntavam e formavam zonas não ardidadas, vulgarmente conhecidas por “ilhas”.

A projeção de partículas, de acordo com (Almeida, 2011), pode ser dividida em quatro fases: 1) libertação de partículas, 2) elevação das partículas em combustão na pluma térmica, 3) transporte, pelo vento, das partículas em combustão, 4) contacto da partícula com o solo. Após a fase 4, se ocorrer ignição do combustível, então estamos perante a formação de um foco secundário.

Segundo (McRae, 2002), o crescimento deste foco irá depender de diversos fatores como: humidade dos combustíveis, área do leito, distribuição do combustível, taxa de

combustão e tempo de queima dos combustíveis, velocidade do vento, estabilidade atmosférica, topografia e processo de projeção das partículas. O tempo de queima dos combustíveis, é definido como o intervalo de tempo que decorre desde o momento em que ocorre a ignição, até ao momento em que a combustão termina. A estabilidade atmosférica, é determinada, comparando a variação de temperatura de uma parcela de ar ascendente ou descendente, com o perfil de temperatura do ar ambiente. Numa camada de ar estável, o que acontece é que uma parcela de ar ascendente se torna mais fria que o ar ambiente e uma parcela de ar descendente torna-se mais quente. No caso dos incêndios, quanto mais instável for a atmosfera, mais facilmente a frente de fogo se irá propagar, uma vez que predominam os movimentos convectivos ascendentes.

Nos focos secundários que se desenvolvem em leitos homogêneos de combustível, em condições de ausência de declive e vento, tal como será analisado ao longo deste trabalho, é de esperar que o perímetro de fogo mantenha uma forma circular com centro no ponto de ignição, e que o raio da circunferência aumente com o tempo, (Porterie et al., 2007).

Em trabalhos anteriores, foram estudados a evolução de dois focos pontuais em função do declive e da distância entre eles (Rosa, 2011) e a interação de focos secundários com uma frente de fogo (Abrunheiro, 2011). No seguimento destes dois trabalhos, e com o objetivo de complementar os resultados obtidos anteriormente, surgiu o tema aqui proposto que consiste na análise da interação entre dois focos de incêndio, sem a presença de declive e vento, em função da distância entre eles.

2. ENSAIOS EXPERIMENTAIS

A realização dos ensaios experimentais teve como principal objetivo a análise da interação entre dois focos de incêndio, em plano horizontal, sem a presença de vento. As informações recolhidas da análise realizada foram a velocidade de propagação de cada um dos focos (interação entre focos), a altura e o ângulo de inclinação das chamas e o comportamento do fogo em cada uma das situações.

Estes ensaios foram realizados no Laboratório Estudos sobre Incêndios Florestais (LEIF), na Lousã.

2.1. Condições de ensaio

Para estudar o comportamento do fogo quando ocorre interação entre dois focos, foram realizados dois tipos de ensaios experimentais. Inicialmente foram realizados ensaios com apenas um foco de incêndio para servirem de referência em relação aos ensaios com dois focos. Ao realizarmos ensaios com um e dois focos de incêndio podemos analisar as diferenças no comportamento do fogo quando este se propaga sozinho ou quando interage com outro foco.

Ao todo foram escolhidas seis configurações diferentes e realizados um total de 17 ensaios. No sentido de minimizar o erro, foram efetuadas três repetições para cada uma das seis configurações, à exceção do ensaio “1FOCO_D1.5” que só foi repetido duas vezes.

A nomenclatura utilizada para representar os ensaios foi a seguinte: “NFoco_Da_Ry”, em que “N” corresponde ao número de focos, “Da” corresponde à distância entre os focos, sendo que “a” pode variar entre 0,5; 1,0; 1,5 metros e “Ry” representa a ordem em que o ensaio foi realizado, sendo que “y” pode ter o valor 1, 2 ou 3. (exemplo: 2FOCO_D1_R1, corresponde ao primeiro ensaio realizado com dois focos pontuais e com distância de 1 metro entre eles)

Tabela 1 - Condições dos ensaios laboratoriais

Ordem	Referência	Distância entre focos [m]	Área [m ²]	T _{ar} [°C]	HR [%]	Humidade combustível [%]	R0 [cm.s ⁻¹]	Nº tubos de pitot
1	1FOCO_D0.5_R1	Foco pontual	0,81	25,2	31,0	7,80	0,75	5
2	2FOCO_D0.5_R1	0,50	1,50	25,2	31,0	8,90	0,75	5
3	1FOCO_D0.5_R2	Foco pontual	0,81	21,1	42,0	9,80	0,93	5
4	2FOCO_D0.5_R2	0,50	1,50	25,2	34,0	8,70	0,93	5
5	1FOCO_D0.5_R3	Foco pontual	0,81	24,6	34,0	9,00	0,81	5
6	2FOCO_D0.5_R3	0,50	1,50	23,9	36,0	9,00	0,81	5
7	2FOCO_D1.0_R1	1,00	3,75	23,9	32,0	8,00	0,68	7
8	1FOCO_D1.0_R1	Foco pontual	1,96	24,2	32,0	8,00	0,68	7
9	2FOCO_D1.0_R2	1,00	3,75	24,5	32,0	8,00	0,68	7
10	1FOCO_D1.0_R2	Foco pontual	1,96	24,4	32,0	8,00	0,68	7
11	1FOCO_D1.0_R3	Foco pontual	1,96	23,4	34,0	8,00	0,68	7
12	2FOCO_D1.0_R3	1,00	3,75	23,4	34,0	9,70	0,68	7
13	1FOCO_D1.5_R1	Foco pontual	4,00	20,5	50,0	11,9	0,68	7
14	2FOCO_D1.5_R1	1,50	7,00	22,1	42,0	9,20	0,68	7
15	2FOCO_D1.5_R2	1,50	7,00	22,1	47,0	11,9	0,68	7
16	1FOCO_D1.5_R2	Foco pontual	4,00	23,0	45,0	11,9	0,68	7
17	2FOCO_D1.5_R3	1,50	7,00	23,4	44,0	9,70	0,68	7

2.1.1. Ensaios com 1 foco

Foram realizados 3 ensaios diferentes com apenas um foco, para que as dimensões do leito correspondessem às dimensões a utilizar posteriormente nos ensaios respetivos com dois focos. Ao ajustarmos estas dimensões, a análise que foi feita posteriormente tornou-se mais fácil, pois as distâncias entre o local da ignição e os limites do leito eram semelhantes nas duas situações.

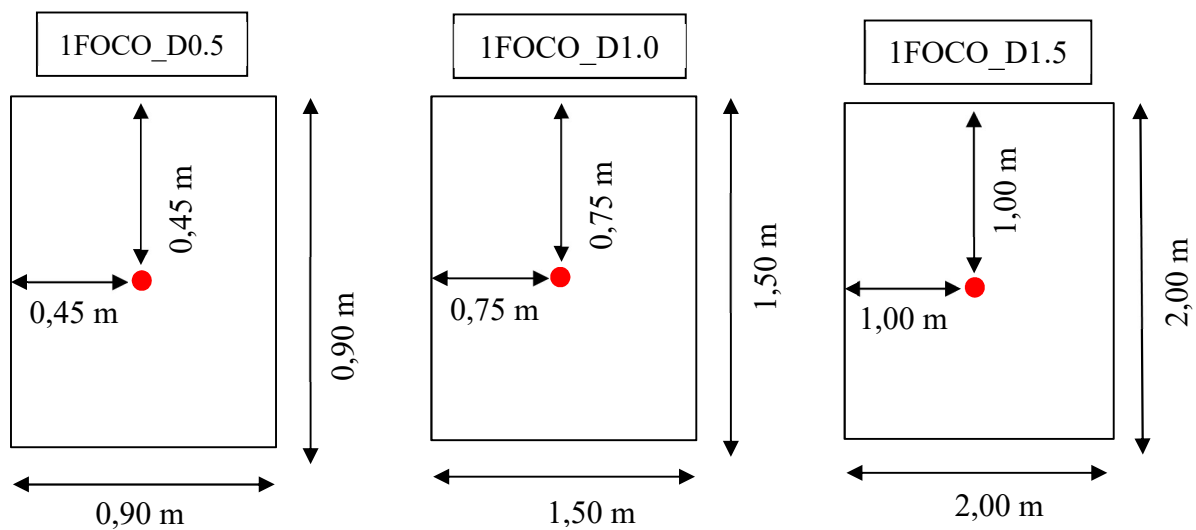


Figura 1 - Vista superior do leito para a realização de ensaios com 1 foco.

2.1.2. Ensaios com 2 focos

Nos ensaios com dois focos pontuais, recorreu-se às equações representadas na Figura 2 para a determinação das dimensões do leito. As dimensões do leito poderiam ter sido as mesmas para todos os ensaios, mas por uma questão de poupança de combustível e garantia de que a chama não atingia o limite do leito antes de os focos se fundirem, optou-se por alterar as dimensões consoante o valor da distância entre os dois focos.

Nos ensaios realizados, a distância entre os dois focos de incêndio “a” variou entre 0,5; 1,0 e 1,5 m.

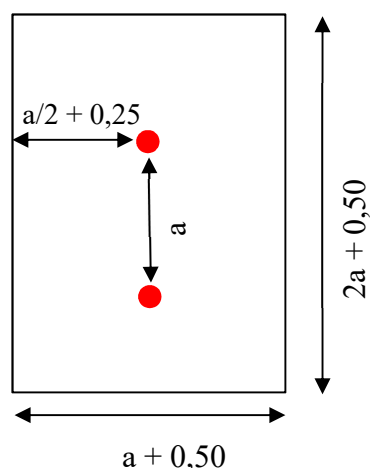


Figura 2 - Vista superior do leito para a realização de ensaios com dois focos (dimensões em metros)

2.2. Metodologia

Estrutura para a realização dos ensaios

A estrutura utilizada para a realização dos ensaios (Figura 3) foi o túnel de vento existente no LEIF, que tem 6m de largura, 8m de comprimento e 2m metros de altura.



Figura 3 - Túnel de vento com um dos ensaios realizados.

Para aquisição de dados, foram utilizadas duas câmaras de filmar, uma câmara de infravermelhos e uma máquina fotográfica.

Para o tratamento de dados foram utilizados os programas *Fire Ros Calculator*, *FLIR ResearchIR*, Adobe Photoshop e Excel.

O *Fire Ros Calculator* e o *FLIR ResearchIR* permitiram fazer toda a análise relativa à evolução do fogo, mais especificamente a criação dos mapas de propagação e o cálculo da velocidade de propagação do fogo.

O Adobe Photoshop foi a ferramenta utilizada para analisar as imagens adquiridas nos ensaios e determinar a altura e ângulo de chama.

Por fim, o Excel permitiu fazer toda a parte de cálculos que foi necessária para a análise final dos resultados obtidos. A Figura 4 e a Figura 5 representam o aparato experimental utilizado na realização dos ensaios.

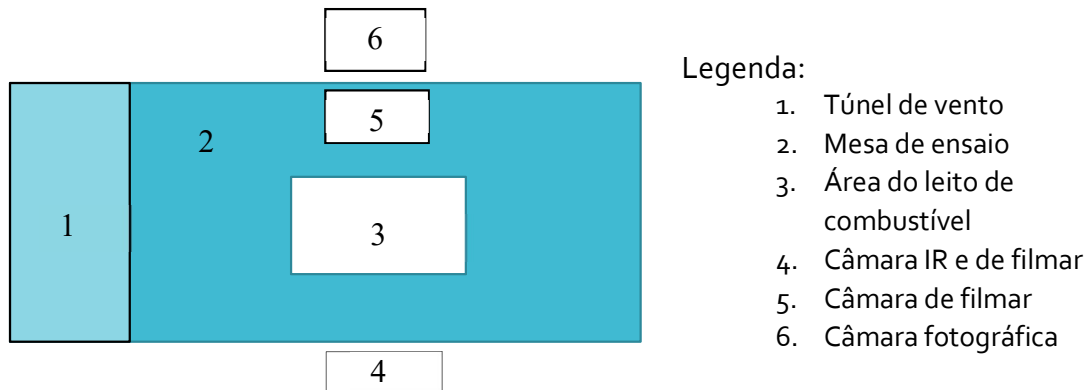


Figura 4 – Esquema de colocação das câmaras, vista superior

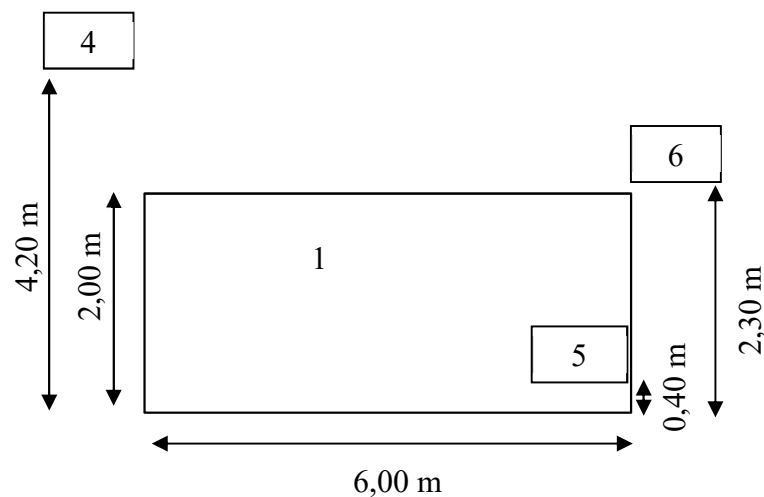


Figura 5 - Esquema de colocação das câmaras, vista frontal do túnel de vento.

Preparação do leito de combustível

Nestes ensaios, a carga utilizada foi de $0,6 \text{ kg.m}^{-2}$ e o combustível foi palha.

Antes de se proceder à distribuição do combustível na mesa de ensaio, foi preciso calcular o valor da massa de palha necessário (m_{BS}), em função da área do leito e da carga de combustível pretendida.

Para evitar erros relativos à humidade presente nos combustíveis, foi medida a humidade existente através de um analisador de humidades A&D ML50 (Figura 6), que ao fim de 10 minutos, indica a percentagem de água existente no combustível.



Figura 6 - Analisador de humidades A&D ML50.

Depois de obtida essa percentagem, calculou-se a massa necessária (m_t) para a realização do ensaio, com base na equação (1):

$$m_t = \left(\frac{\text{humidade}}{100} \times m_{BS} \right) + m_{BS} \quad (1)$$

em que,

m_t - massa total necessária

humidade – valor obtido na balança de humidades

m_{BS} – massa de combustível em base seca.

Para facilitar a colocação da palha de maneira a que a área do leito fosse cumprida, foram utilizados fios de algodão para marcar os limites do leito. Depois da palha estar espalhada de uma maneira uniforme, os fios foram retirados para que pudessem voltar a ser reutilizados. Na Figura 7 podemos observar um leito de combustível pronto para que fosse realizado um ensaio.



Figura 7 - Leito de combustível para ensaio

Ignição

Para fazer a ignição dos focos, foram utilizadas bolas de algodão embebidas numa mistura de gasolina e gasóleo, que foram colocadas em pontos previamente definidos (consultar Figura 2) consoante o ensaio a realizar.

O processo de ignição dos focos pontuais, foi realizada por uma pessoa. No caso dos ensaios em que tínhamos dois focos, a ignição foi feita simultaneamente por duas pessoas (Figura 8).



Figura 8 – Ignição simultânea de dois focos pontuais

Velocidade de propagação

Para gravar os ensaios utilizou-se uma câmara de infravermelhos, FLIR SC660, que foi configurada para temperaturas entre os 300 e os 1500 °C, e a uma frequência de 15 Hz. Esta câmara foi colocada a uma altura de 4,20 m, de maneira a que ficasse o mais perpendicular possível à superfície do leito de combustível. O ângulo de inclinação da câmara em relação à vertical (β) é de 35,54°.

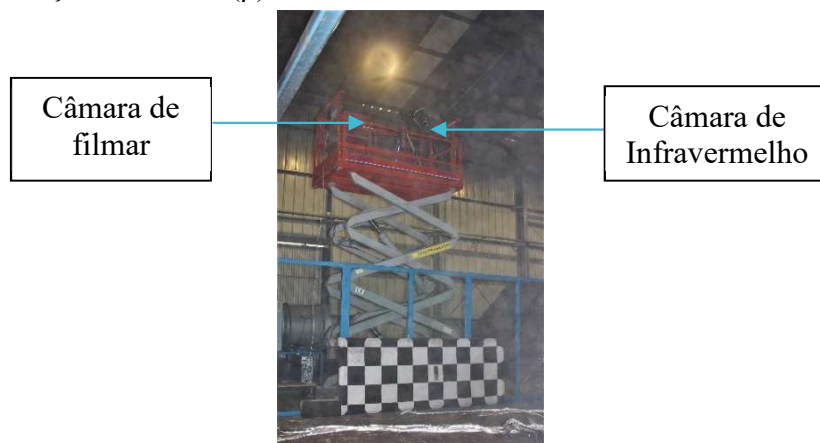


Figura 9 - Plataforma elevatória com câmara de filmar e câmara de Infravermelhos.

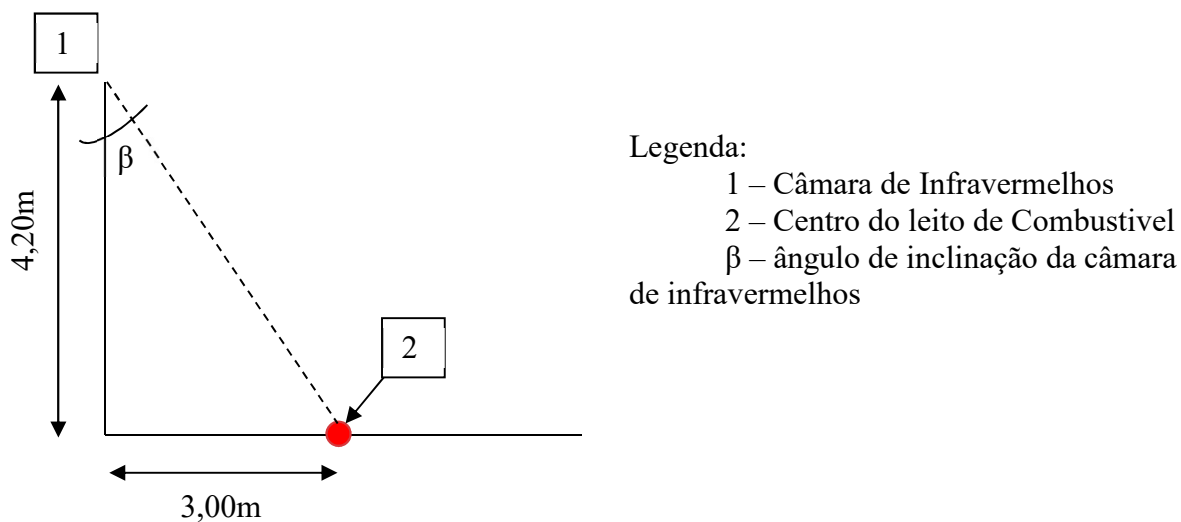


Figura 10 - Esquema de determinação do ângulo β

Depois de recolhidos os vídeos, foram retiradas imagens com intervalos de tempo de 10 s, para serem analisadas no *software Fire ROS Calculator* (Abouali, 2017). Este software permite obter os valores da velocidade de propagação média e dinâmica.

Para que o programa possa analisar as imagens foi necessário fazer a calibração diária da câmara cada vez que a sua posição foi alterada em cada dia. A calibração foi feita tirando cerca de 11 fotografias com uma placa retangular (Figura 11) colocada em diferentes posições.



Figura 11 - Imagens utilizadas para calibração da câmara de infravermelhos

A velocidade de propagação para cada ensaio foi determinada com base em linhas isócronas da evolução da frente de chama, tal como se apresenta na Figura 12. Todos os traçados de perímetro de fogo relativos aos restantes ensaios encontram-se no anexo A.

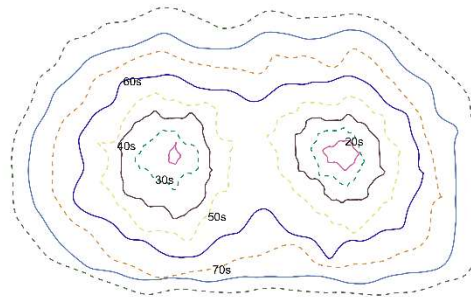


Figura 12 - Traçado do perímetro de fogo (ensaio 2FOCO_D0.5_R2)

Na Figura 13 mostram-se as direções de propagação do fogo que foram analisadas, para o cálculo da velocidade de propagação.

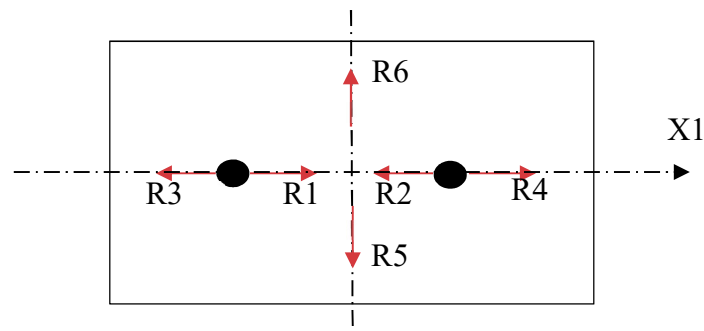


Figura 13 - Direções da análise da velocidade de propagação dos focos de incêndio

Os valores de R_i são obtidos pelo programa *Fire Ros Calculator*.

De forma a obter um valor adimensional da velocidade de propagação R' , dividiu-se o valor obtido para R_i , pela velocidade básica de propagação, R_0 .

Isto é:

$$R' = \frac{R_i}{R_0} \quad (2)$$

Posteriormente, nos casos em que os ensaios contavam com a presença de dois focos, as velocidades foram agrupadas e calculada a sua média, como podemos observar na Tabela 2.

Tabela 2 - Formula de cálculo das velocidades adimensionais de propagação, a partir de R_i

R_E	$\overline{R'_1:R'_2}$
R_A	$\overline{R'_3:R'_4}$
R_J	$\overline{R'_5:R'_6}$

Altura e ângulo de inclinação das chamas

Durante a realização dos ensaios experimentais, foram adquiridas imagens de vídeo, com uma câmara de filmar Sony de alta definição, que depois de analisadas permitiram o cálculo do ângulo de inclinação e da altura máxima atingida pelas chamas. Estas imagens foram recolhidas, através de uma câmara de filmar, colocada lateralmente ao ensaio, a uma altura de 0,40 m (Figura 14).

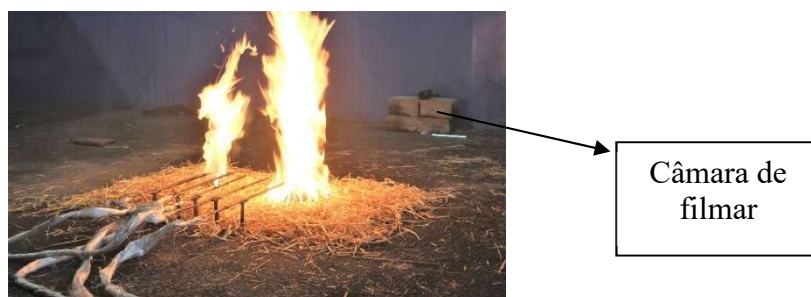


Figura 14 - Localização da câmara de filmar

Do vídeo resultante de cada ensaio, foram retiradas imagens, com intervalos de 10 s, e foi medida a altura da chama e o ângulo de inclinação, com a ajuda de uma escala, que foi colocada perpendicularmente ao plano da mesa e por trás dos focos pontuais, como podemos observar na Figura 15.

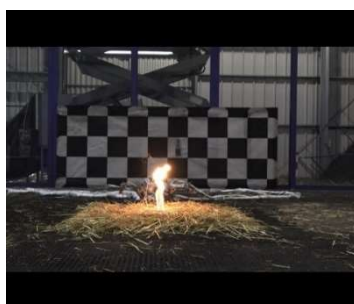


Figura 15 – Imagem utilizada para cálculo da altura de chama para o ensaio 1FOCO_DO.5, após 10s da ignição

Uma vez que a câmara não se encontrava ao mesmo nível que o leito de combustível, foi utilizada uma equação de correção da altura determinada, em função do ângulo e da distância existentes, entre a câmara, o foco e a escala. A Figura 16 representa o esquema utilizado para o cálculo da altura real, resultante na equação.

Pela Figura 16 podemos então concluir que a altura real de chama, h_R , pode ser determinada pela equação (3):

$$h_R = 2,70 \times \frac{h_0}{5,70} \quad (3)$$

em que h_0 representa a altura de chama medida nas imagens recolhidas.

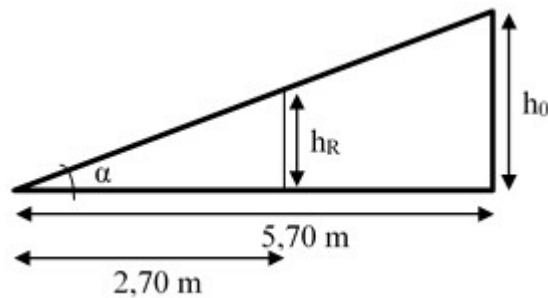


Figura 16 - Esquema utilizado para cálculo da altura real de chama, h_R .

Velocidade básica de propagação

Para adimensionalização dos valores das velocidades obtidas, é necessário realizar-se um ensaio de referência antes de cada ensaio referido anteriormente. O objetivo principal deste ensaio de referência é de determinar a velocidade média de propagação das chamas.



Figura 17 – Mesa para realização de ensaio de referência

A velocidade básica de propagação, R_0 , foi determinada através de um ensaio de referência, realizado com as mesmas condições que os restantes ensaios, sem vento e sem declive, numa mesa de 1 m^2 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$). Para o cálculo desta velocidade, colocaram-se fios de algodão espaçados de 10 cm por cima do leito de combustível e contou-se o tempo que a frente de fogo demorou a cortar cada um dos fios.

Termopares

Foram colocados termopares, na linha reta que une os focos pontuais de maneira a adquirir dados relativos às temperaturas atingidas nos pontos representados na Figura 18. Com os dados obtidos pelos termopares também foi possível analisar os tempos que as frentes do fogo demoraram a alcançar as distâncias marcadas na Figura 18.

Na Figura 18 podemos observar as distâncias a que os termopares se encontravam, consoante o ensaio que foi realizado. A Figura 18 (a) representa as medidas para os ensaios em que os focos estavam distanciados de 0,5 m entre si e a Figura 18 (b) representa as medidas para os ensaios em que os focos estavam distanciados de 1,0 e 1,5 m entre si. A cada termopar associado a um tubo *Pitot*, foi dado uma referência, P_{iE} ou P_{iD} , consoante a sua localização à esquerda ou à direita do termopar central (P_0), para facilitar a posterior leitura dos dados recolhidos.

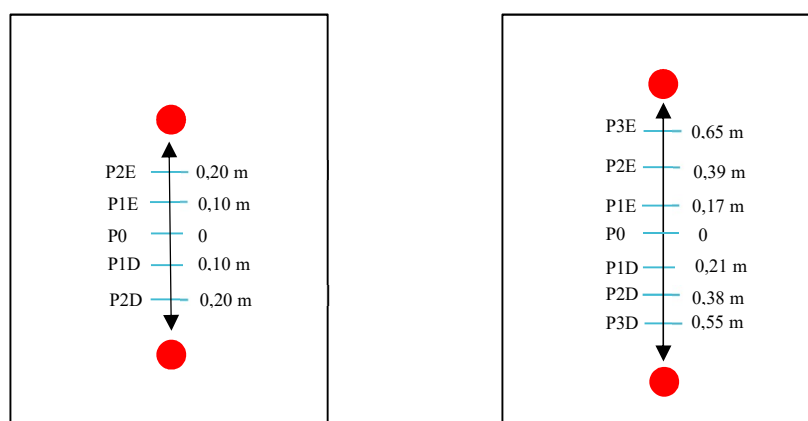


Figura 18 - Distância dos termopares em relação ao centro do leito

Tubos de Pitot

Os tubos de *Pitot* utilizados foram do tipo S, que já tinham sido construídos e calibrados anteriormente. Estes tubos foram desenhados especialmente para medir diferenças de pressão em escoamentos de altas temperaturas. A equação (4) foi utilizada para compensar as diferenças de temperatura junto às chamas, relativamente à temperatura ambiente foi a mesma adotada em estudo anteriores, em que os mesmos tubos de *Pitot* foram utilizados (Raposo, 2016):

$$U_i(m.s^{-1}) = 2,80 \cdot \left(\frac{T_i}{T_a} \right) \cdot dV_i \quad (4)$$

Os tubos foram colocados exatamente às mesmas distâncias que os termopares (Figura 18), a 15 cm de altura, para permitir que estivessem sobre o leito de combustível, mas sem afetar a homogeneidade do mesmo.

Cada tubo estava ligado por tubos a um transdutor de pressão diferencial, Gems 5266-100L Transmissor de Baixa Pressão Diferencial (0 a 100 Pa). Os transdutores encontravam-se ligados à NI cDAQ-9174 com um módulo de entrada de tensão NI9205 que regista o sinal numa frequência de 1 Hz. Os transdutores são bidirecionais, para que quando o escoamento seja no sentido normalizado, isto é, na direção do centro do leito, os valores obtidos sejam positivos, e quando ocorrer o oposto, os resultados sejam negativos. O objetivo principal da utilização dos tubos de *Pitot* é a determinação da velocidade de escoamento através das diferenças de pressão e de temperaturas sentidas ao longo dos ensaios.



Figura 19 - Tubos de *Pitot*

2.3. Ensaios de campo

Visto que os ensaios de campo são o mais próximo que existe de uma situação real de incêndio, houve uma tentativa de realização dos mesmos para validar os ensaios realizados no laboratório. Contudo, numa primeira tentativa realizada na Gestosa, as condições ambientais não se encontravam favoráveis e os ensaios tiveram de ser cancelados. Houve ainda uma segunda tentativa, em Montemor-o-Velho, mas os resultados obtidos não foram analisados, uma vez que o local da realização dos mesmos não era o mais adequado para este estudo, pois o leito de combustível não se encontrava nas condições pretendidas. Na Figura 20 podemos ver o plano que foi definido para os ensaios de campo realizados em Montemor-o-Velho.

Sugiro que em trabalhos futuros estes ensaios sejam realizados, de modo a validar os dados obtidos nesta dissertação.



Figura 20 - Plano de ensaios, Montemor-o-Velho

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Ângulo e altura de chama

O ângulo e a altura de chama foram ambas determinadas pelo mesmo método, descrito anteriormente na subsecção 2.2, com o objetivo de analisar o comportamento das chamas nos ensaios em que existia interação entre dois focos pontuais.

Pela Figura 21 podemos concluir que os dois focos apresentam comportamentos semelhantes, e que o ângulo de chama tem tendência a diminuir com o decorrer do ensaio. Da análise, também se verifica que quanto maior for a distância entre os focos, menor será o ângulo de chama no momento em que estes se unem. Isto acontece porque as chamas têm propensão para se aproximarem da zona de maior calor, que neste caso é a zona onde se encontra o outro foco. Logo, quanto maior for a distância entre os focos, mais “deitadas” estarão as chamas, de maneira a se encontrarem uma com a outra, ou seja, menor será o ângulo que as chamas fazem com o leito.

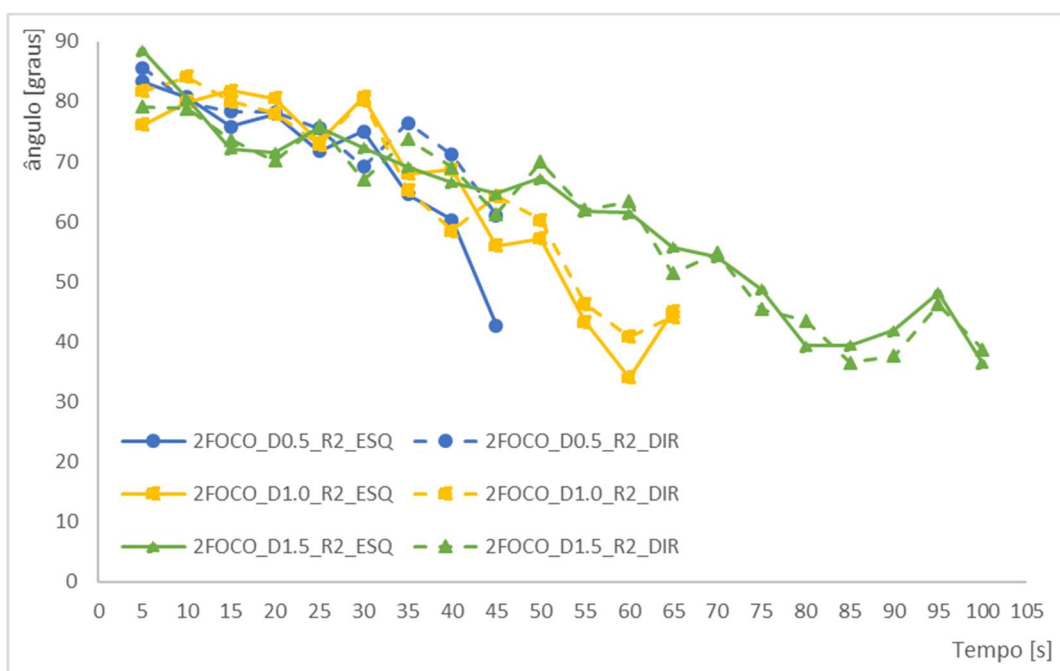


Figura 21 - Ângulo de chama para ensaios com dois focos pontuais

Da análise da Figura 22 podemos concluir que as chamas apresentam uma altura semelhante e com valores inferiores a 0,8 m, no início e no fim do ensaio. Durante o ensaio, a altura das chamas atinge valores superiores. Esta tendência acontece uma vez que no início o foco pontual tem pouca intensidade, mas vai “crescendo” com o evoluir do tempo, o que faz com que as chamas aumentem. Quando a frente de fogo se começa a afastar do local onde ocorreu a ignição, a altura das chamas começa a diminuir, uma vez que as chamas começam a inclinar-se para o centro do perímetro do foco pontual.

Conseguimos também verificar, pelas diversas alturas medidas nos ensaios, que os focos pontuais apresentam diversos picos de variação da altura, e não um comportamento constante.

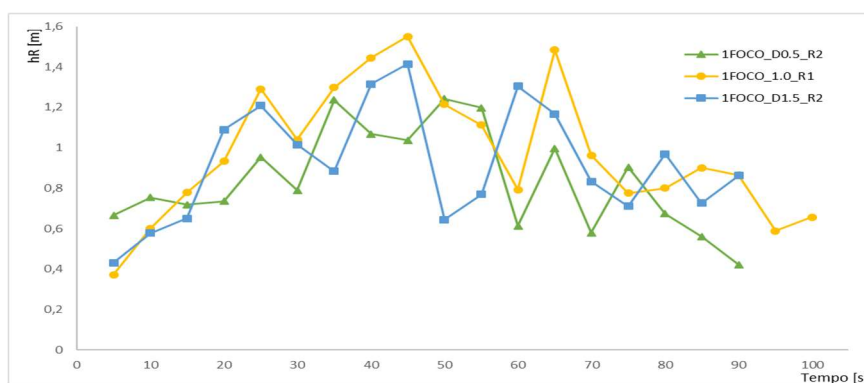


Figura 22 - Altura de chamas para os focos pontuais

Da Figura 23 podemos ver a variação da altura de chama até ao ponto em que os dois focos se unem, passando a formar um único foco de fogo. O instante em que ocorre a união dos focos, encontra-se assinalado a vermelho e com um marcador de tamanho superior.

É possível concluir que existe um crescimento da altura de chama no início do ensaio, mas que assim que começa a haver interação entre os dois focos de fogo, a altura tem tendência a estabilizar e a diminuir. Imediatamente antes da união dos focos, ocorre um pico, em que é atingida a altura máxima para cada ensaio, e de seguida há um decréscimo contínuo da altura até ao fim do ensaio. Este comportamento era de esperar, uma vez que vimos que o ângulo de inclinação das chamas é cada vez menor, até ao instante da união dos focos. No caso do ensaio em que a distância entre os dois focos de fogo era de 0,5 m, podemos observar que nos instantes finais, existe um aumento da altura de chama. Contudo, nas repetições realizadas com as mesmas condições experimentais, o comportamento já é semelhante ao

dos restantes ensaios realizados com as distâncias de 1 e 1,5m. Possivelmente o ensaio foi afetado por fatores externos, que levaram a esse acontecimento.

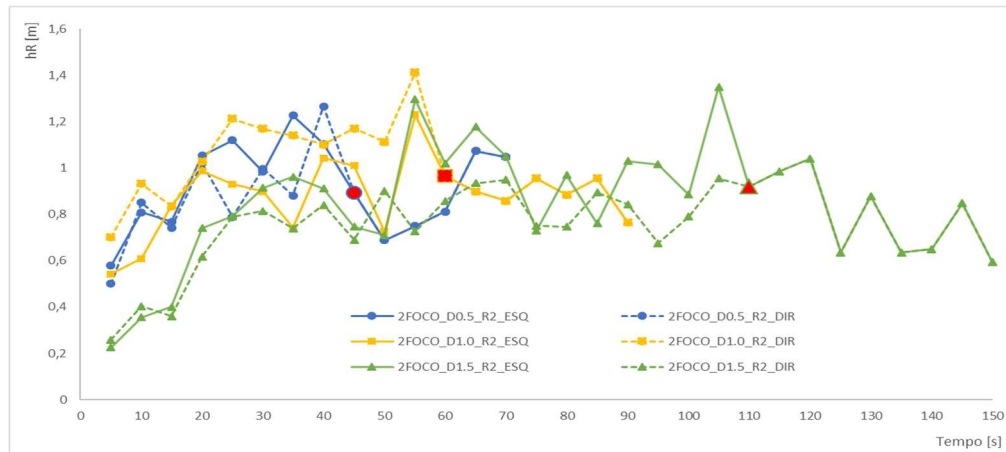


Figura 23 - Altura das chamas em metros, para os ensaios com dois focos pontuais

No caso da Figura 24, temos a comparação entre a altura de chama de um ensaio de foco pontual e a de um ensaio com interação entre dois focos, ambos com as mesmas condições experimentais. Da análise da figura podemos então concluir que estes apresentam um comportamento muito semelhante, com a diferença de que o foco pontual mantém o seu comportamento com picos de altura até ao final, enquanto que no caso do ensaio da interação dos dois focos, a partir do momento em que estes se encontram, a altura de chama começa a diminuir. Esta diminuição acontece porque depois de ocorrer a interação entre os focos, grande parte da área do leito já se encontra ardida, ou seja, as chamas perdem intensidade, e tendem a inclinar-se para a zona do centro do leito, que se encontra a uma temperatura superior. No caso dos ensaios em que só temos um único foco, estes apresentam um comportamento semelhante do início ao fim, porque não existe interação.

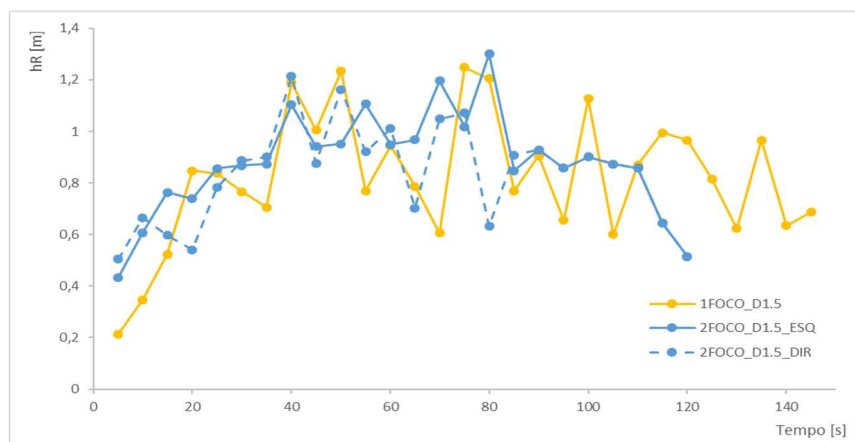


Figura 24 - Altura das chamas para ensaio de 1 e 2 focos, com as mesmas condições experimentais

3.2. Velocidade de Propagação

Os resultados obtidos para as velocidades de propagação nas direções analisadas, são os apresentados na Figura 25 e Figura 26.

Para os ensaios com dois focos, Figura 25, podemos observar uma velocidade de propagação, R_A , bastante estável, que nunca se afasta muito do valor 1. A velocidade R_E , que é a velocidade medida na direção do ponto onde os focos se encontram, apresenta uma diminuição de velocidade inicial, seguida de um crescimento constante até os dois focos se juntarem. No momento em que os dois focos se unem, podemos ver que a velocidade R_J , apresenta um valor muito superior aos obtidos até este instante, seguido de um decréscimo abrupto. Podemos também concluir que quanto maior for a distância entre os focos, maior será a velocidade de propagação atingida até ao instante da junção.



Figura 25 - Velocidades de propagação adimensionais para os ensaios com dois focos

Nos ensaios com apenas um foco, Figura 26, podemos confirmar que estes apresentam comportamentos muito semelhantes, nas duas direções analisadas. Este comportamento é caracterizado por oscilações constantes da velocidade de propagação, mas mantendo-se quase sempre no intervalo de 0,5 a 1,5. Podemos também constatar que à medida que o tamanho do leito vai aumentando, a velocidade de propagação tem tendência a ser mais constante.

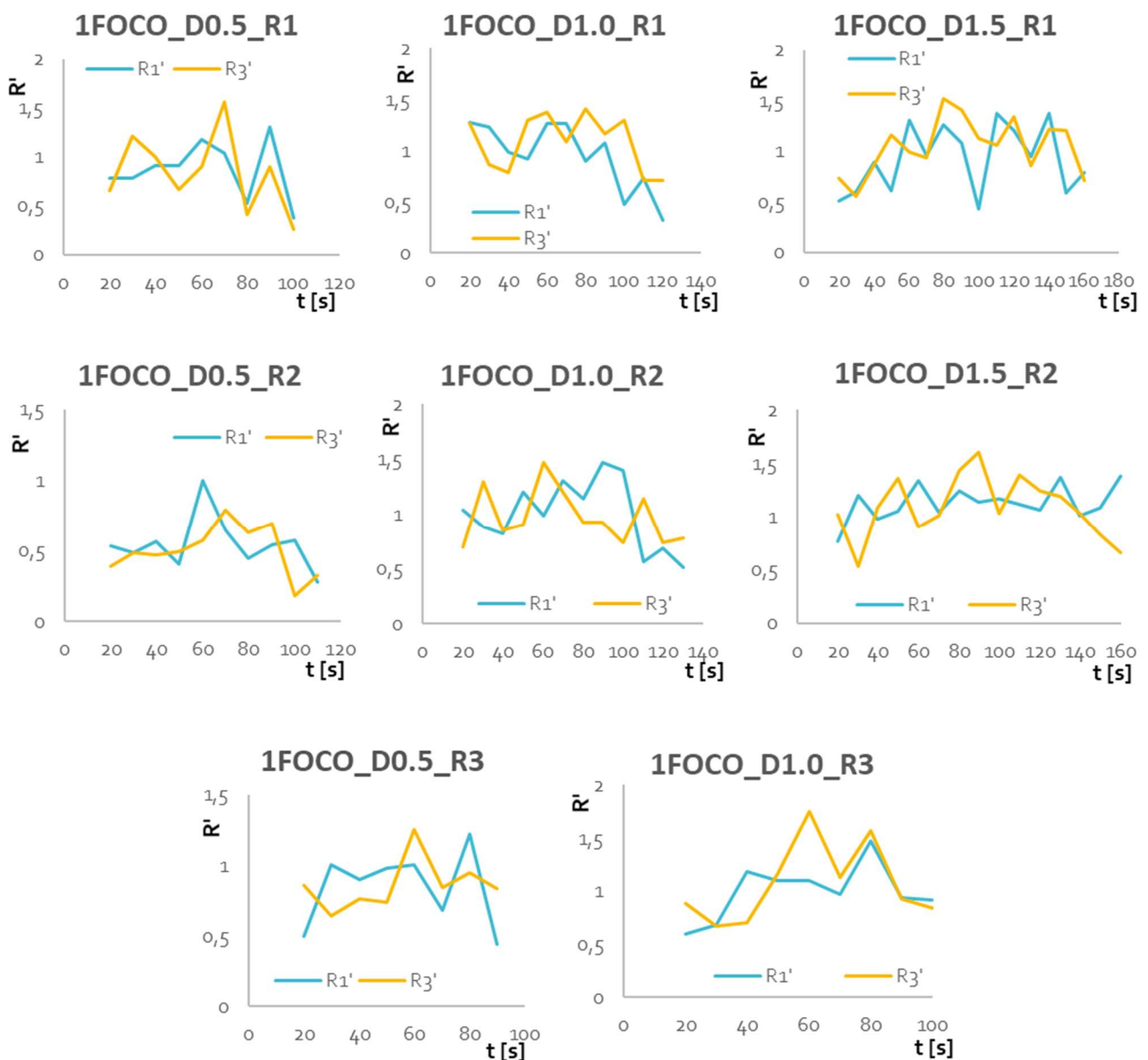


Figura 26 – Velocidades de propagação adimensionais para ensaios com um foco

Da Tabela 3 podemos concluir que para os ensaios com as mesmas condições experimentais, os valores obtidos para as velocidades adimensionais R'_1 e R'_3 são bastante coerentes entre si. A questão da simetria radial dos focos, pode mais uma vez ser confirmada, uma vez que os valores médios das velocidades são bastante próximos, o que indica que a propagação é feita uniformemente em todas as direções.

Tabela 3 - Média e desvio padrão das velocidades adimensionais determinadas para os ensaios com um foco

Referência	R'_1		R'_3	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
1FOCO_D0.5_R1	0,867	0,278	0,840	0,378
1FOCO_D0.5_R2	0,549	0,179	0,504	0,171
1FOCO_D0.5_R3	0,843	0,255	0,860	0,171
1FOCO_D1.0_R1	0,949	0,314	1,086	0,261
1FOCO_D1.0_R2	1,001	0,304	0,972	0,237
1FOCO_D1.0_R3	0,997	0,249	1,074	0,354
1FOCO_D1.5_R1	0,928	0,319	1,044	0,264
1FOCO_D1.5_R2	1,132	0,159	1,090	0,284

Na Figura 27 foi relacionada a velocidade adimensional (R_E) com a distância também adimensional entre os focos ($x1/a$), para podermos ter uma melhor percepção de como a distância entre focos influencia esta velocidade. No caso dos focos com 0,5 e 1,0 m de distância a diferença não é significativa, mas na situação em que a distância é de 1,5 metros, a velocidade já é superior, o que indica que quanto mais afastados estiverem os focos, maior será a velocidade atingida por eles, de maneira a se unirem. Este comportamento deve-se ao facto de a intensidade ser mais elevada, algo que será comprovado na subsecção seguinte, ao relacionar a intensidade com a velocidade média de propagação.

Podemos então concluir que a distância entre focos é um fator que apresenta uma grande influencia no comportamento do fogo.

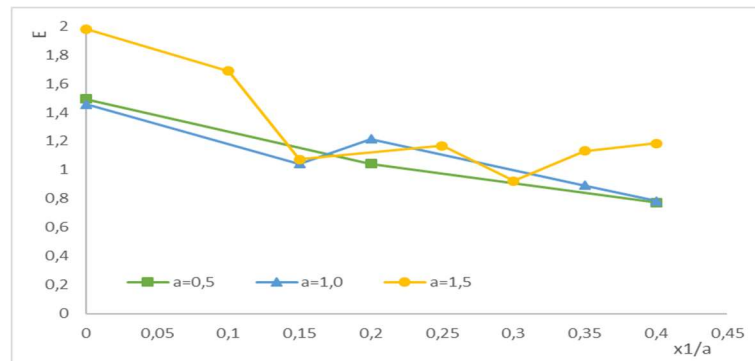


Figura 27 - Velocidade (Re) em função da distância entre focos

3.3. Intensidade do fogo

Segundo (Byram, 1959; Alexander, 2011), a intensidade do fogo, I [$W.m^{-1}$], é determinada pela seguinte equação:

$$I = H w R \quad (5)$$

em que, H é o poder calorífico do combustível [$kJ.kg^{-1}$], w corresponde à carga de combustível consumido [$kg.m^{-2}$] e R representa a velocidade de propagação [$m.s^{-1}$].

Considerando um poder calorífico, para o combustível, de $17,65 MJ.kg^{-1}$ (*Phyllis2, database for biomass and waste*), uma carga de $0,6 kg.m^{-2}$ e as velocidades de propagação adimensionais calculadas anteriormente, foram obtidos os resultados apresentados nas Figura 28 e Figura 29. Os pontos evidenciados a vermelho, representam o instante em que os dois focos se encontraram.

Os dados relativos aos restantes ensaios realizados, encontram-se no Anexo B. Da Figura 28, podemos confirmar que os ensaios realizados com dois focos têm uma intensidade bastante superior aos ensaios de apenas um foco. Os ensaios com dois focos chegam a atingir picos de intensidade duas vezes superior ao valor máximo atingido em ensaios com apenas um foco.

Analisando agora os gráficos, só para os ensaios com dois focos, podemos concluir que estes apresentam um aumento de intensidade até ao momento em que os dois focos se unem, seguido de um pico de intensidade, e de seguida uma diminuição abrupta.

Este pico de intensidade, chega a atingir valores 85% superiores à média da intensidade calculada para cada ensaio.

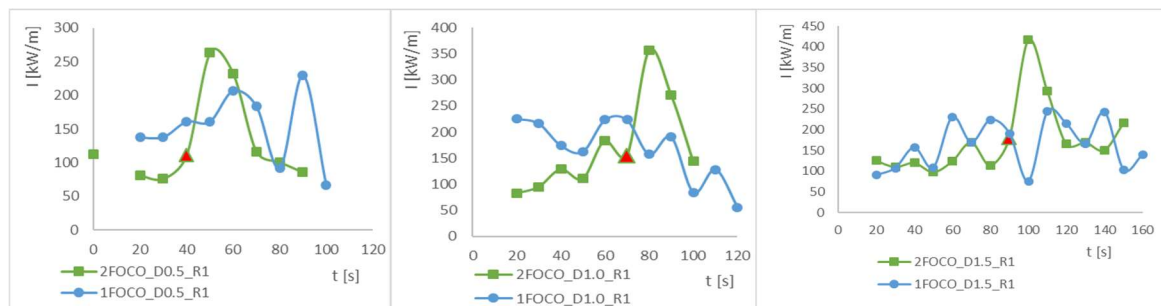


Figura 28 – Intensidade do fogo para ensaios com um e dois focos

Por outro lado, é possível observar que os ensaios com um foco, têm uma intensidade muito mais constante, rondando sempre um mesmo intervalo, independentemente do tamanho do leito. Nos ensaios realizados em que o leito variou entre 0,5 m; 1,0 m e 1,5 m a intensidade nunca ultrapassou os 250 kW.m-1.

Na Figura 29 temos a comparação entre os três ensaios realizados com dois focos pontuais. Deste gráfico podemos concluir, que quanto maior a distância entre os focos, maior será a intensidade máxima que o fogo irá atingir. Este comportamento deve-se ao facto de que nos ensaios em que a distância entre os focos é superior, no momento da junção, os dois focos individuais já têm uma intensidade mais elevada, pois demoraram mais tempo até ao ponto de encontro, o que permitiu que a sua intensidade fosse crescendo.

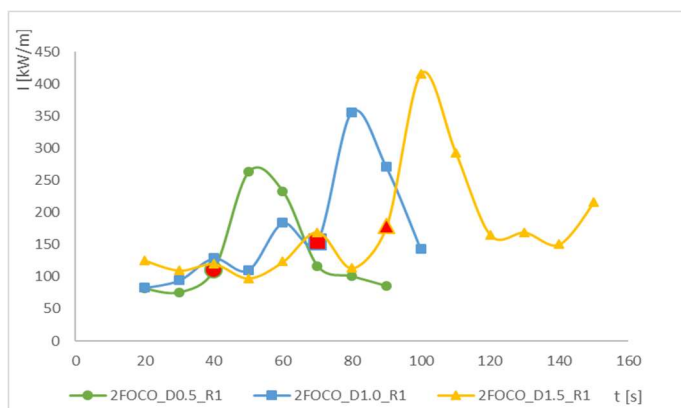


Figura 29 – Relação entre intensidades de fogo, para ensaios com dois focos

3.4. Temperaturas atingidas

Através dos dados recolhidos pelos termopares, foi possível analisar as temperaturas atingidas pelos focos, durante os ensaios realizados. A nomenclatura utilizada para distinguir as posições dos termopares foi a descrita na secção 2.2.1.

Estas temperaturas foram utilizadas para o cálculo da velocidade de escoamento, que será tratado na subsecção seguinte, daí a importância da análise das mesmas.

As Figura 30 e Figura 31 representam os dados obtidos nos diferentes ensaios. Os gráficos relativos aos restantes ensaios realizados, que não foram incluídos nesta subsecção, encontram-se disponíveis no anexo C.

Pela análise da Figura 30, podemos concluir que os termopares que se encontram à mesma distância do foco inicial, detetam sempre temperaturas muito próximas, o que indica que o fogo tem um comportamento muito semelhante em todas as direções. No caso destes ensaios com apenas um foco, o que acontece é que temos uma temperatura máxima logo no local onde ocorre a ignição (termopar P0), e depois disso uma constante diminuição da temperatura, à medida que a frente de fogo vai evoluindo.

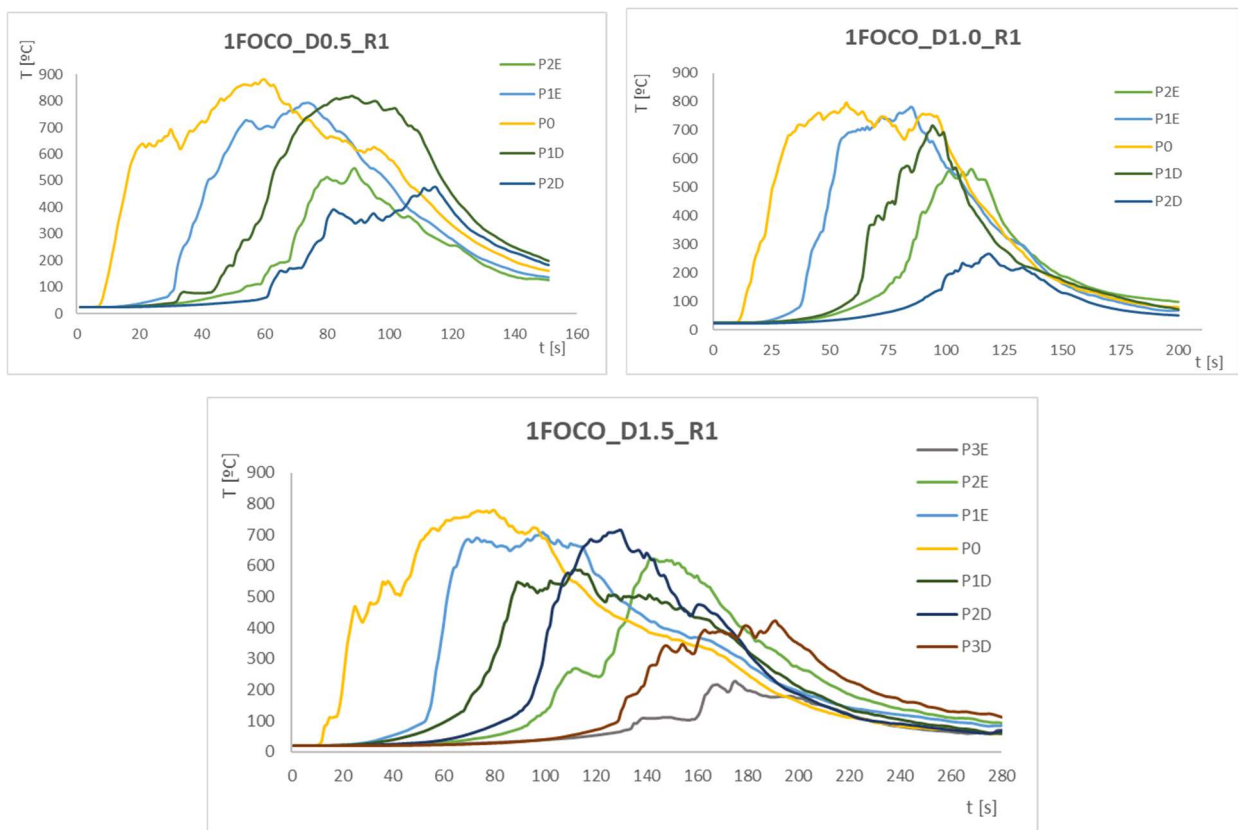


Figura 30 - Temperaturas atingidas nos ensaios com um foco

Nas situações da Figura 31, o comportamento já é diferente, do caso anterior, uma vez que agora existe interação entre os dois focos. Como podemos ver, apesar de haver interação, as temperaturas máximas continuam a ser nos locais onde são feitas as ignições. Mesmo no momento em que os dois focos se unem, que podia ser de esperar que a temperatura aumentasse, uma vez que vimos anteriormente que a intensidade irá ser maior neste momento, isto não acontece. Pelo contrário, a temperatura vai sempre diminuindo à medida que o tempo passa.

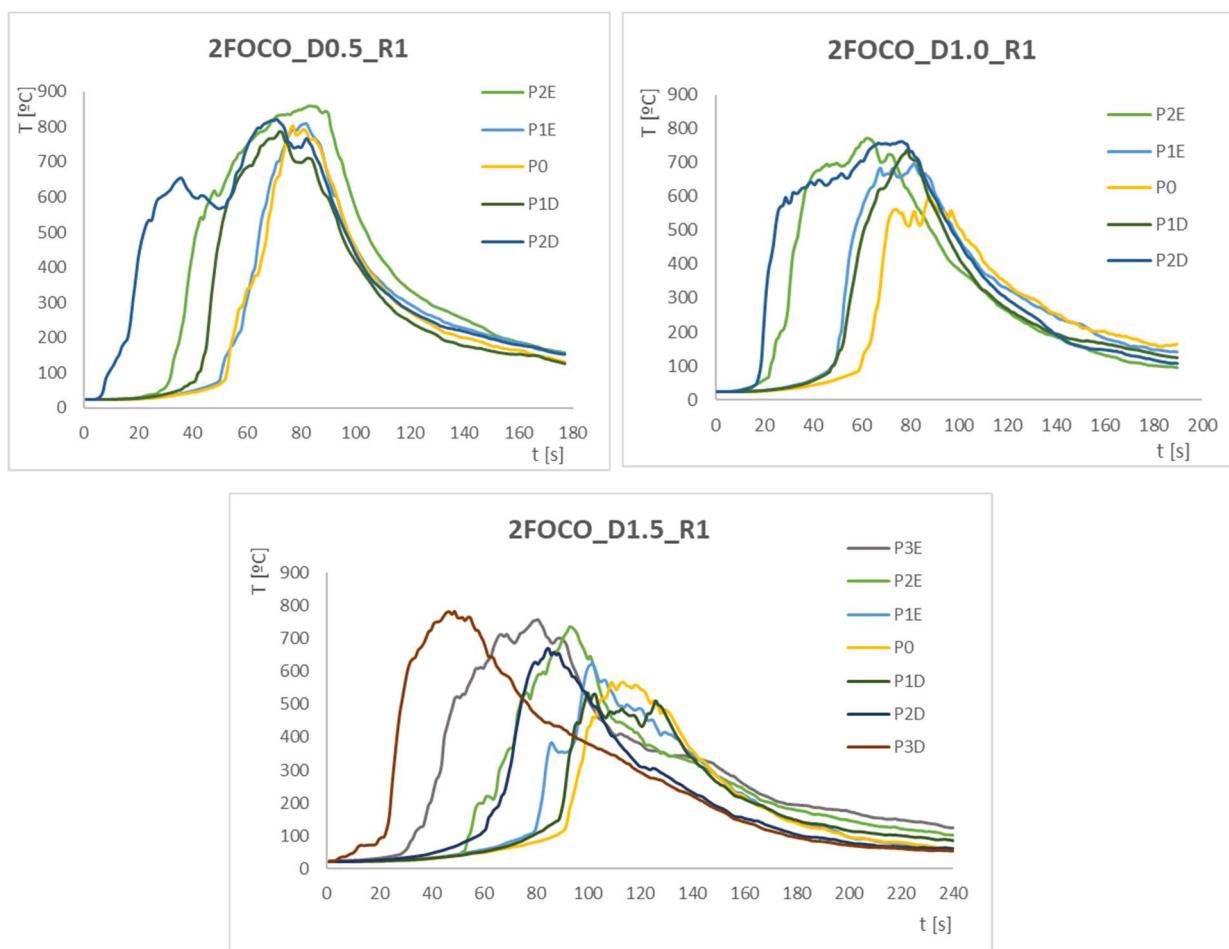


Figura 31 - Temperaturas atingidas nos ensaios com dois focos

Da Figura 32, podemos também concluir, que quanto maior for a distância entre os focos, menor será a temperatura atingida, aquando da junção. Algo que já seria de prever, visto que dos gráficos anteriores percebemos que a temperatura é máxima no momento inicial, e depois vai diminuindo. Logo, quanto maior for a distância, mais tempo ocorre até à junção, e maior será a diferença de temperatura entre o momento da ignição e o momento da junção dos focos.

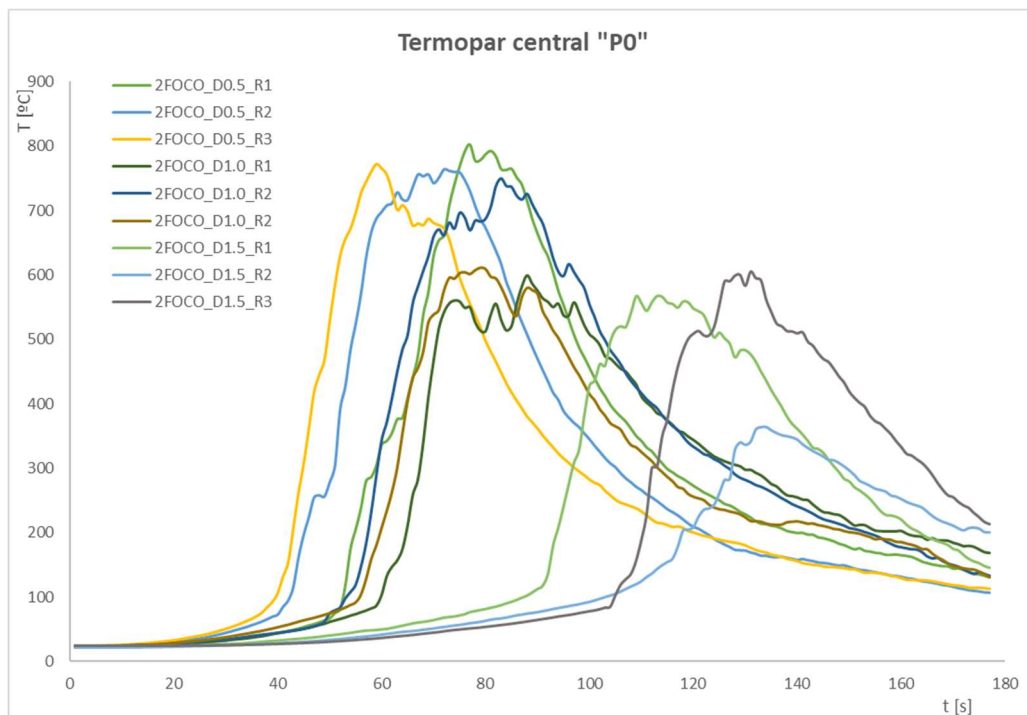


Figura 32 - Temperaturas sentidas no termopar colocado no centro do leito de combustível

3.5. Velocidade de escoamento

Sabendo que estes ensaios foram realizados sem a presença de vento, a velocidade de escoamento foi apenas influenciada pelo fogo e pelos seus fenómenos característicos, nomeadamente a convecção.

Na Figura 33, encontramos os gráficos relativos à velocidade de escoamento para os ensaios realizados com apenas um foco pontual. Sabendo que a ignição se deu junto ao tubo de *Pitot* “P0”, começaremos por analisar esse mesmo gráfico. Podemos observar que assim que ocorre a ignição, existe um aumento da velocidade de escoamento, que com o evoluir do tempo tende para valores negativos, o faz todo o sentido, uma vez que a frente de fogo formou uma espécie de anel, que se encontra cada vez mais afastada do centro do leito e por essa razão o escoamento ocorre agora na direção do limite do leito, ou seja, no sentido contrário ao normalizado. No caso dos restantes tubos de *Pitot*, concluímos que existe um pico, no momento de passagem da frente de fogo, mas de seguida o escoamento volta a valores próximos de zero.



Figura 33 - Velocidade de escoamento, ensaios com um foco pontual

A Figura 34 resume os dados obtidos para a velocidade de escoamento, nos ensaios com dois focos de fogo. Analisando primeiro os ensaios com distancia entre focos de 0,5 m e 1,0 m, em que as ignições são feitas junto aos tubos de *Pitot*, “P2”, é possível concluir que mais uma vez existe um pico no momento da passagem da frente de fogo, que é tanto mais notório quanto mais evoluído estiver o ensaio. Isto é, quanto maior for a intensidade das chamas, maior será a velocidade de escoamento sentida, uma vez que as massas de ar movimentadas devido à convecção, também serão superiores. Este pico de velocidade volta a repetir-se no instante da união dos focos. Entre a ignição e o momento em que ocorre a união, os tubos de *Pitot* continuam a detetar valores diferentes de zero para o escoamento, o que indica que existe convecção durante todo o ensaio.

Nos ensaios em que a distancia entre focos era de 1,5 m, o comportamento é muito semelhante. É preciso ter em atenção, que neste caso as ignições se deram junto aos tubos de *Pitot* “P3”. A principal diferença, sentida neste ensaio, é que a velocidade de escoamento atinge valores superiores aos medidos nos ensaios em que a distância entre focos era menor.

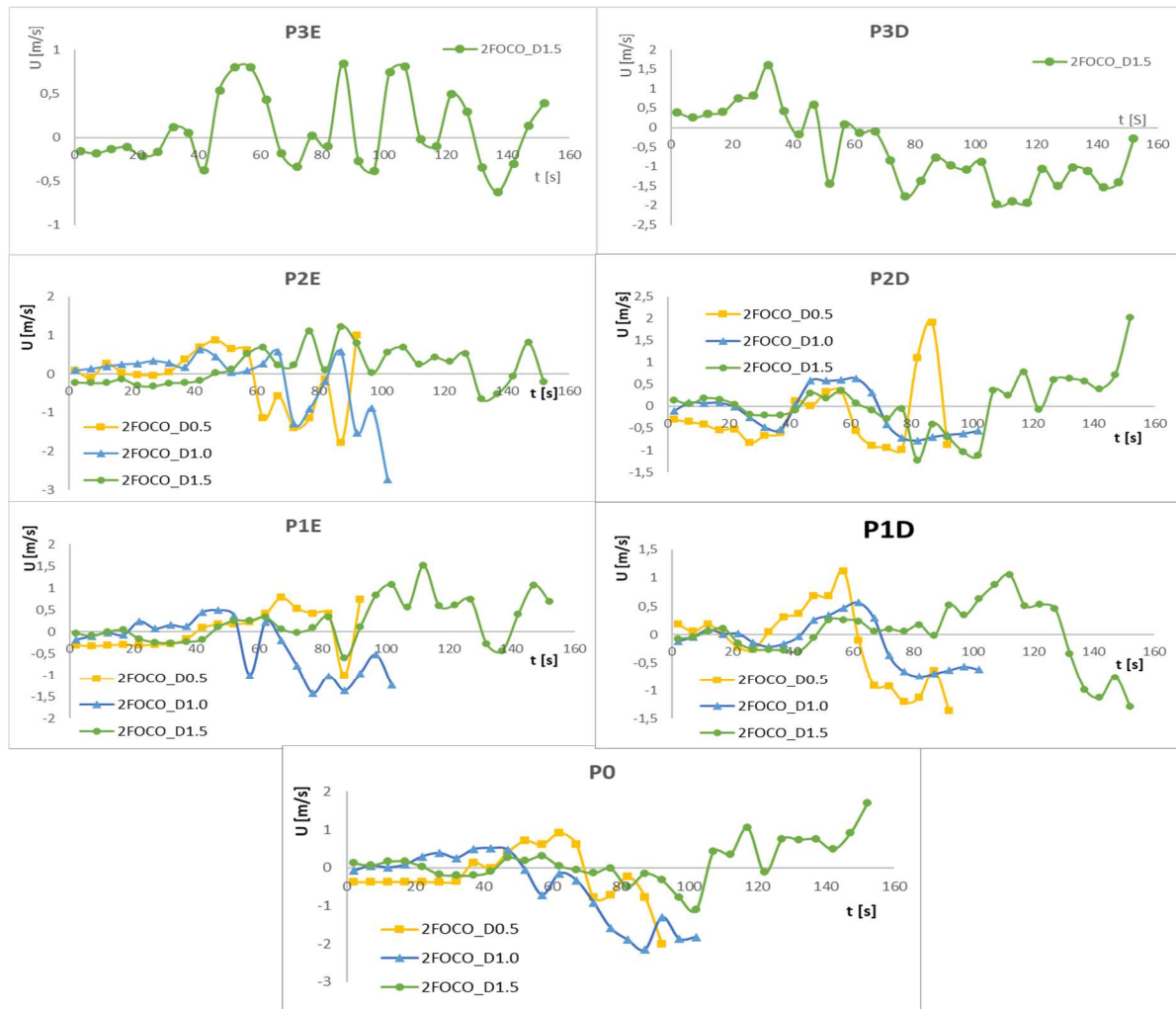


Figura 34 - Velocidade de escoamento, ensaios com dois focos pontuais

Assim, de uma maneira geral, pode-se assumir que aumentado a distância entre focos, a velocidade de escoamento também aumenta. Por outro lado, é possível também confirmar os fenómenos de convecção, em que o fogo puxa o oxigénio da envolvente e liberta o calor produzido na combustão, uma vez que não havendo presença de vento, o escoamento é uma consequência deste fenómeno.

4. PARQUES DE CAMPISMO E CARAVANISMO

A maior ameaça aos parques de campismo e caravanismo (PCC), a nível de incêndios, são os fogos provenientes do exterior que podem gerar projeções de partículas e consequentes focos secundários. Várias estratégias de combate a incêndio incluem a existência de uma faixa de descontinuidade de combustível, contudo no caso dos focos secundários, esta faixa pode tornar-se ineficaz, o que leva a uma maior preocupação com a questão das medidas de prevenção e autoproteção que, no caso dos PCC é de extrema importância.

Uma vez que o trabalho laboratorial ia de encontro ao tema dos focos secundários, entendeu-se interessante interligar estas duas componentes.

Neste capítulo, será abordada a questão da segurança contra incêndios nos PCC e apresentado o resultado do trabalho desenvolvido num estudo realizado pela ADAI, e do qual eu fui parte integrante em algumas etapas do processo, que darei a conhecer.

4.1. O projeto

Os parques de campismo, principalmente na época alta, são uma grande fonte de rendimento para o turismo em Portugal, daí a preocupação relativamente às questões de segurança dos seus utilizadores. Devido à sua localização, muitos dos parques têm grande risco de incêndio florestal, em consequência da sua envolvente.

Uma vez que não foi dedicado muito esforço até então, para analisar o risco de incêndio nestas situações, surgiu da parte da ADAI, uma preocupação com as condições de prevenção e segurança contra incêndios nos PCC. Esta preocupação foi levada avante e o turismo de Portugal foi chamado à atenção sobre o assunto, pois se alguma catástrofe ocorrer num parque, provavelmente todo o setor em Portugal será afetado.

O trabalho realizado resulta de uma colaboração entre a Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais (AGIF) e o Turismo de Portugal (TdP) que solicitaram à ADAI, um estudo sobre a prevenção de incêndios em empreendimentos turísticos do tipo parques de campismo e/ou caravanismo (PCC).

Os parques que fizeram parte deste estudo, foram aqueles que se encontravam registados no Registo Nacional de Turismo. Os resultados obtidos, não garantem assim, que as condições de risco se enquadrem nos restantes parques que não se encontram legalmente registados.

4.2. Objetivos e metodologia

Tendo como objetivo final, a diminuição do risco de incêndio nos PCC, o projeto teve como base, quatro objetivos:

- 1) analisar o risco nos parques de campismo e caravanismo;
- 2) aumentar a perceção dos gestores e dos proprietários (querem melhorar a proteção dos PCC, mas nem sempre sabem como o fazer ou a quem recorrer);
- 3) levantamento de riscos potenciais associados aos parques e à envolvente (onde são as zonas de maior risco e como este risco pode ser mitigado);
- 4) permitir a incorporação de conhecimento científico.

Para que estes objetivos fossem alcançados, foi seguida uma metodologia, que consistiu na análise e visita a 14 PCC, seguida de uma sessão de *brainstorming* que envolveu diversas entidades relacionadas com o tema, e por fim a realização de um relatório final com os resultados obtidos pelo estudo. Destas três etapas que integravam o projeto, eu estive presente em 5 visitas a PCC, na sessão de reflexão que se realizou em Lisboa e contribui para a recolha e análise da legislação em vigor, que será referida a seguir.

Sendo que este estudo teve como base de análise também toda a legislação em vigor, é importante salientar os diplomas legais com potencial de aplicação nos PCC. O diploma central, é a Portaria 1320/2008, de 17 de Novembro, que estabelece os requisitos específicos de instalação, classificação e funcionamento dos parques de campismo e caravanismo. Esta portaria é uma consequência do Decreto-Lei nº 39/2008, de 7 de Março, que aprovou o regime jurídico da instalação, exploração e funcionamento dos empreendimentos turísticos, e que mais tarde foi alterado pelo Decreto-Lei nº 228/2009, de 14 de Setembro. É também importante salientar o Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro (Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios em Edifícios - RJSCIE), o Decreto-Lei nº 124/2006, de 28 de Junho (Medidas e ações a desenvolver no âmbito do Sistema Nacional de Defesa da Floresta contra Incêndios) e o Decreto-Lei nº 393/85, de 9

de Outubro (Regulamento de Segurança em Instalações Elétricas de Parques de Campismo e Marinas).

4.3. Trabalho desenvolvido

O trabalho desenvolvido ao longo do decorrer do estudo, seguiu a metodologia apresentada na subsecção anterior.

Sendo assim, numa primeira abordagem, foram selecionados os parques de campismo e caravanismo a visitar, com base nos seguintes critérios:

- a) Os PCC deveriam fazer parte do Registo Nacional de Turismo;
- b) A amostra deveria ter uma boa distribuição geográfica no território continental;
- c) Os PCC selecionados deveriam apresentar vários tipos de administração;
- d) Os PCC deveriam estar localizados em zonas de perigosidade alta e muito alta de risco de incêndio, de acordo com a cartografia de risco elaborada pelo ICNF.

Depois de analisada a listagem dos PCC que satisfaziam as condições anteriores, foram selecionados os seguintes:

Tabela 4 - Listagem de Parques de campismo que fizeram parte do estudo

Referência	Localização	Tipo de administração
PCC_01	Algarve	Empresarial
PCC_02	Algarve	Empresarial
PCC_03	Alentejo Litoral	Empresarial
PCC_04	Área Metropolitana de Lisboa	Associativa (CCL/FCMP)
PCC_05	Área Metropolitana de Lisboa	Associativa (CCL/FCMP)
PCC_06	Área Metropolitana de Lisboa	Empresarial/ C. Municipal
PCC_07	R. Centro – Médio Tejo	Familiar; estrangeiros
PCC_08	R. Centro – Beira Baixa	Empresarial/ C. Municipal
PCC_09	R. Centro – Região de Coimbra	Empresarial (Orbitur)
PCC_10	R. Centro – Região de Coimbra	Familiar; estrangeiros
PCC_11	R. Norte – A.M. do Porto	Empresarial
PCC_12	R. Norte – Douro	Familiar; estrangeiros
PCC_13	R. Norte – Alto Minho	Familiar; estrangeiros
PCC_14	R. Norte – Alto Minho	Familiar; estrangeiros

Após a seleção, foram realizadas visitas, a cada parque de campismo. Visitas essas que contavam com a presença de vários elementos da ADAI e por vezes, com alguns elementos da AGIF, ANEPC, Bombeiros, GNR e elementos das câmaras municipais da área onde o PCC se localizava. Nestas visitas existia uma reunião inicial, seguida de uma visita guiada ao PCC. Durante estes momentos, o objetivo era tentar perceber quais as situações de risco potencial naquele parque, quais as medidas de autoproteção planeadas e implementadas e quais as principais dificuldades sentidas na implementação dos requisitos legais.

Na Figura 36 podemos ver a localização geográfica dos PCC visitados, e como a maioria deles se encontram em zonas de risco de incêndio elevado. Os parques rodeados a vermelho na Figura 36, e que se encontram também evidenciados, a negrito, na Tabela 4, foram aqueles em que participei nas visitas.

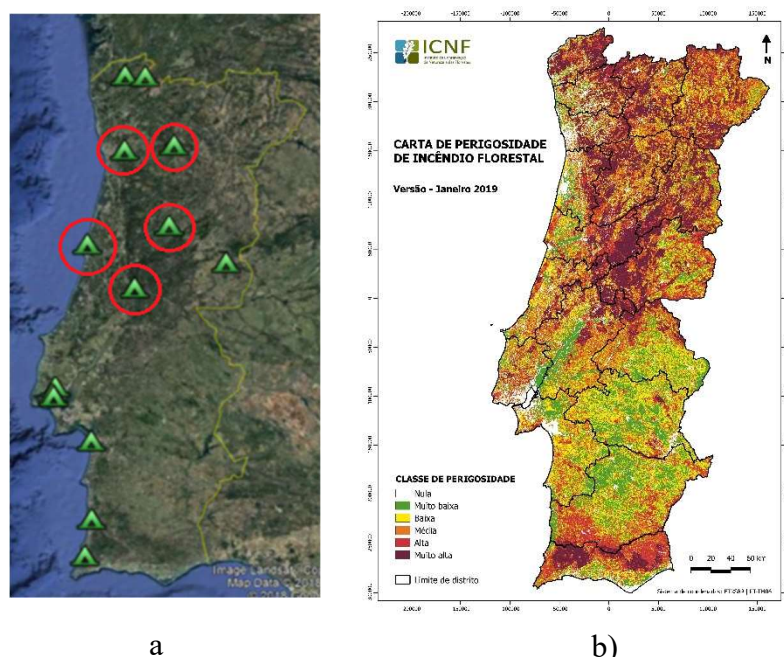


Figura 36 - a) localização geográfica dos PCC; b) índice de perigosidade de incêndio em Portugal Continental (imagem retirada do site do ICNF)

A sessão de *brainstorming*, foi o passo seguinte e o último deste projeto no qual eu estive presente. Esta sessão contou com a presença da ADAI, da AGIF, do TdP, e várias entidades ligadas a esta matéria, nomeadamente a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC), a Guarda Nacional Republicana (GNR), o Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), a Associação Nacional de Freguesias, a

Federação de Campismo e Montanhismo de Portugal (FCMP), a associação *Safe Communities* Portugal e a Orbitur Intercâmbio de Turismo, SA. O objetivo desta sessão foi a realização de uma apresentação preliminar do projeto, seguida de uma partilha de reflexões sobre o tema, que resultou em diversas contribuições vindas das entidades participantes, as quais foram tidas em consideração, para posterior análise e inclusão no relatório final do estudo.

Por fim, foi então realizado um relatório final pela ADAI, com todo o trabalho desenvolvido e com as conclusões tiradas da realização do estudo. Como produto final, foram também criados dois folhetos informativos, um para os gestores dos PCC, e outro para os utilizadores, com boas práticas para diminuir o risco de incêndio, e algumas indicações em caso de emergência. Apesar de já não ter feito parte desta fase do estudo, considerei importante colocar os folhetos para serem consultados no Anexo D, uma vez que são um resumo das informações que foram adquiridas e analisadas nas visitas aos PCC e na sessão de *brainstorming*, nas quais participei.

4.4. Áreas de risco potencial de incêndio

Durante as visitas realizadas aos PCC, foram detetadas várias situações de risco, sendo que algumas delas foram consideradas mais preocupantes que outras.

As principais ameaças resultam de incêndios vindos do exterior, logo a gestão de combustíveis na envolvente (Figura 37) torna-se um dos fatores de maior risco, uma vez que os gestores dos PCC consideram ser de extrema dificuldade fazer a sua gestão. Esta dificuldade é muitas vezes agravada, porque os terrenos envolventes não pertencem aos PCC, e os proprietários não permitem o acesso para que a mesma seja feita. Por outro lado, os PCC de menor capacidade não apresentam condições financeiras para garantir a faixa de descontinuidade de combustíveis de 100 metros, exigida pelo DL n°124/2006, de 28 de Junho.



Figura 37 - Imagens relativas à gestão de combustíveis na envolvente dos PCC

Para além dos incêndios vindos do exterior, também existem fatores de risco dentro do PCC que podem causar situações de incêndio.

As instalações com permanência prolongada (Figura 38), são aquelas que estão sujeitas a realização de um contrato que permite que a tenda ou caravana ocupe um determinado espaço por um período de tempo acrescido. Este tipo de instalações são as que mais preocupações causa, uma vez que o principal motivo de ocorrência de ignições dentro de PCC são os curto-circuitos em equipamentos elétricos. Na maioria das vezes esses incidentes ocorrem, porque os eletrodomésticos utilizados neste tipo de habitações já não se encontram nas devidas condições de funcionamento. O facto de este tipo de instalações também se encontrar delimitado por material combustível, como arbustos, facilita a propagação do fogo, em caso de incêndio



Figura 38 - Imagens relativas a instalações de permanência prolongada.

A confeção de alimentos também é um fator de risco, quando realizada em fogueiras ou em fogões a gás. O uso de fogo para confeção de alimentos é proibido, nos PCC, durante o período crítico ou em dias com níveis de índice de risco temporal de incêndio muito elevado e máximo, exceto quando realizado em infraestruturas previamente construídas e identificadas para tais efeitos. No entanto, apesar de muitos parques proibirem a realização de fogueiras para confeção de alimentos junto às instalações, os campistas não cumprem as regras e não sofrem qualquer tipo de chamadas de atenção. Em alguns parques já existem áreas específicas para fazer fogueiras/churrascos, o que contribui positivamente para a diminuição do risco, uma vez que os utilizadores têm preferência por utilizar este tipo de infraestruturas previamente construídas. Relativamente ao uso de gás, alguns parques impõem uma limitação no tamanho de botija que pode ser utilizado, contudo, independentemente da dimensão, o risco de fugas ou explosão, neste contexto, é bastante elevado. Provavelmente, uma melhor opção aos fogões a gás seriam as placas elétricas para

confeção de alimentos, uma vez que até ao momento não há conhecimento de nenhum acidente ou ignição provocada por estes equipamentos. Apesar de ter sido falado que os curtos-circuitos eram uma das principais causas de ignição, considero que mesmo assim estas placas seriam mais seguras, uma vez que quando não estão a ser utilizadas podem ser simplesmente desligadas da corrente, ou pode existir um disjuntor que em caso de curto-circuito corte o fornecimento de corrente à unidade em questão.



Figura 39 - Imagens relativas à confeção de alimentos

Para além das situações de risco enunciadas anteriormente, outro ponto que suscitou preocupação foram as medidas de autoproteção. Segundo a Associação Portuguesa de Segurança (APSEI), as medidas de autoproteção “consistem em procedimentos de organização e gestão da segurança e têm duas finalidades principais: a garantia da manutenção das condições de segurança definidas no projeto e a garantia de uma estrutura mínima de resposta a emergências”. A maioria dos parques não tem estas medidas aprovadas nem implementadas, e mais preocupante ainda, é que muitos proprietários não sabem da sua obrigatoriedade. Este é um aspeto que merece atenção, pois o facto de não haver medidas de autoproteção faz com que os PCC não se encontrem devidamente protegidos contra incêndios e preparados para agir em situações de emergência.

5. CONCLUSÕES

Este trabalho tinha como objetivo o estudo da interação entre dois focos secundários e a análise de risco de incêndio em parques de campismo e caravanismo. Com a sua realização foi possível participar em diversos projetos desenvolvidos pela equipa do CEIF/ADAI no âmbito do estudo do comportamento do fogo, a salientar a participação no estudo “Risco de incêndio em festivais de verão e parques de campismo e/ou caravanismo tendo em vista a segurança dos seus ocupantes”, nos ensaios de campo realizados na Gestosa, no Seminário sobre os incêndios de 15 de Outubro e nos ensaios laboratoriais realizados no LEIF, aos quais pude assistir antes de iniciar o processo de dissertação.

Na realização dos ensaios utilizou-se uma carga de $0,6 \text{ kg.m}^{-2}$, e variou-se a distância entre as ignições. Da análise de resultados obtidos por este estudo, podemos concluir que a distância entre focos influencia o comportamento do fogo. Os dados adquiridos nos ensaios permitiram a determinação da velocidade de propagação e da intensidade do fogo. Deste modo, verificamos que a velocidade de propagação inicia num valor elevado, que decresce até que os dois focos comecem a interagir, e a partir desse momento aumenta constantemente até ao momento da junção dos focos. Assim que os focos se unem, ocorre um pico de velocidade que é tanto mais elevado quanto maior for a distância entre os focos. Depois deste pico, a velocidade sofre uma diminuição abrupta até o fogo se extinguir. No caso dos ensaios com um foco, foi confirmado o que já tinha sido determinado em trabalhos anteriores, de que na ausência de vento e declive, o fogo propaga-se de maneira semelhante em todas as direções com uma simetria radial. Relativamente à intensidade, no caso dos focos individuais, estes apresentam baixa intensidade e sempre muito constante, enquanto que nos ensaios com dois focos, a intensidade aumenta constantemente até ao momento da união, em que existe um pico de intensidade, seguido de diminuição até o fogo se extinguir. Este pico é tanto maior, quanto maior for a distância entre os dois focos, e chega a atingir valores 85% superiores ao valor médio calculado durante o restante ensaio.

Em relação aos PCC, ao longo da realização do estudo, foi possível concluir que a gestão do risco de incêndios em parques de campismo e/ou caravanismo merece uma especial atenção, visto que é um assunto ainda pouco tido em consideração. Verificou-se

também que muitas imposições legais não são cumpridas, sendo que algumas delas não são adequadas, e outras novas devam ser criadas. De todas as situações de risco encontradas, as que se tomam como de maior preocupação, são a gestão de combustíveis na envolvente dos PCC, o uso de fogueiras e de gás, e as medidas de autoproteção. Considera-se que é um tema de grande importância e que deve continuar a ser tratado para que os PCC se possam tornar mais seguros nesta questão dos incêndios.

Para trabalhos futuros, aconselha-se a continuação do estudo do comportamento do fogo, uma vez que este é muito complexo, e só traz mais valias para o seu combate e prevenção. Aconselha-se a realização de mais ensaios, com diferentes combustíveis, com presença de vento e diferentes escalas, para que seja possível, cada vez melhor, prever o comportamento do fogo. Também seria bastante interessante, e uma mais valia, a realização de simulações numéricas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrunheiro, J. P. (2011), “Interação de focos secundários com uma frente de fogo.”. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Alexander, M. E. (2011). Erratum: Calculating and interpreting forest fire intensities. *Canadian Journal of Botany*, 60 (10), 2185–2185. <https://doi.org/10.1139/b82-267>
- Almeida, M. (2011), “Propagação de incêndios florestais por focos secundários”. Tese de Doutoramento em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Byram, G. M. (1959), “Some principles of combustion and their significance in forest fire behaviour.” Reprinted from: Fire Control Notes
- Decreto-Lei nº 39/2008, de 7 de Março. “Diário da República nº 48/2008 – I Série”. Ministério da Economia e da Inovação.
- Decreto-Lei nº 124/2006, de 28 de Junho. “Diário da República nº 123/2006 – I-A Série”. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de Novembro. “Diário da República nº 220/2008 – I Série”. Ministério da Administração Interna.
- Decreto-Lei nº 228/2009, de 14 de Setembro. “Diário da República nº 178/2009 – I Série”. Ministério da Economia e da Inovação.
- Decreto-Lei nº 393/8,5 de 9 de Outubro. “Diário da República nº 232/1985 – I Série”. Ministério da Indústria e Energia.
- Manzello, S. L., Maranghides, A., & Mell, W. E. (2007). Firebrand generation from burning vegetation. *International Journal of Wildland Fire*, 16 (4), 458–462. <https://doi.org/10.1071/WF06079>
- McRae, D. J. (2002). Point-source fire growth in Jack Pine slash. *International Journal of Wildland Fire*, 9 (1), 65. <https://doi.org/10.1071/wf99006>
- Phyllis2, database for biomass and waste, acedido a 5 de Agosto de 2019, em <https://phyllis.nl/Biomass/View/3161>

Portaria nº 1320/2008 de 17 de Novembro. “Diário da República nº 223/2008 – I Série”.
Presidência do Conselho de Ministros e Ministérios da Economia e da Inovação
e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

Porterie, B., Zekri, N., Clerc, J. P., & Loraud, J. C. (2007). Modeling forest fire spread and spotting process with small world networks. *Combustion and Flame*, 149 (1–2), 63–78. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2006.12.008>

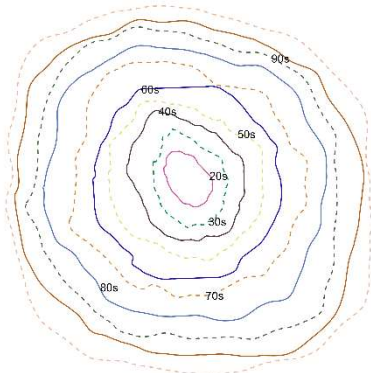
Rafael, J.(2016). “*Extreme fire behaviour associated with the merging of two linear fire fronts.*”. Tese de Doutoramento em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Rosa, C. V. (2011), “Análise da evolução de dois focos pontuais, em função do declive e da distância entre eles.”. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Departamento de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra.

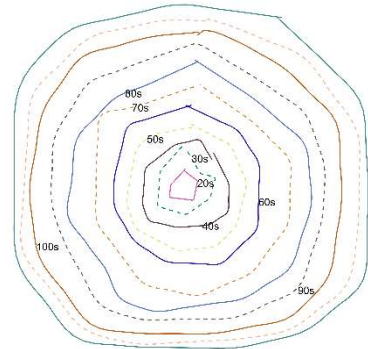
Tarifa, C. S., Notario, P. P., Del Moreno, F. G., & Villa, A. R. (1967). Transport and combustion of firebrands. *U.S. Department of Agriculture, Forest Service, II.*

Viegas, D. X. (2012). Extreme Fire Behaviour. *LAETA-ADAI Departamento de Engenharia Mecânica Da Universidade de Coimbra*, (v), 56.

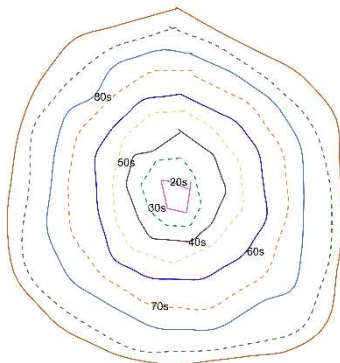
ANEXO A – TRAÇADO DO PERÍMETRO DE FOGO



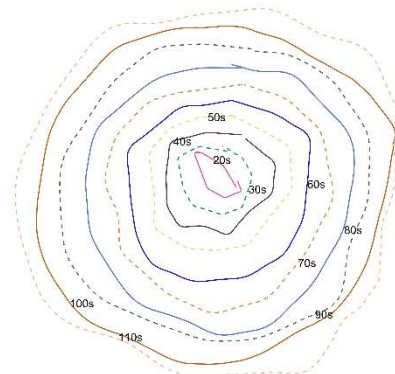
1FOCO_D0.5_R1



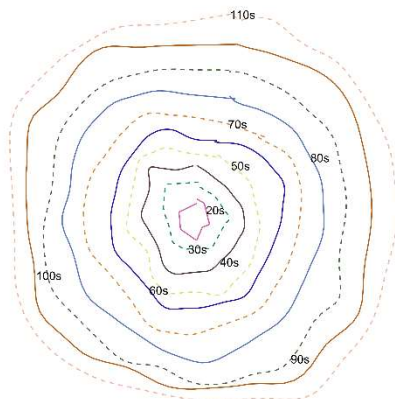
1FOCO_D0.5_R2



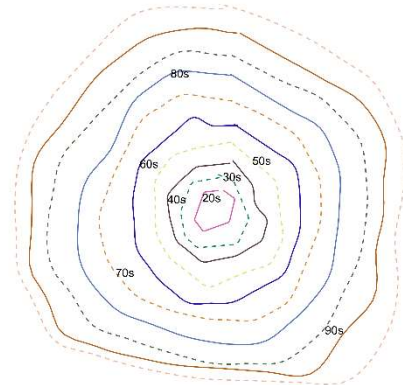
1FOCO_D0.5_R3



1FOCO_D1.0_R1

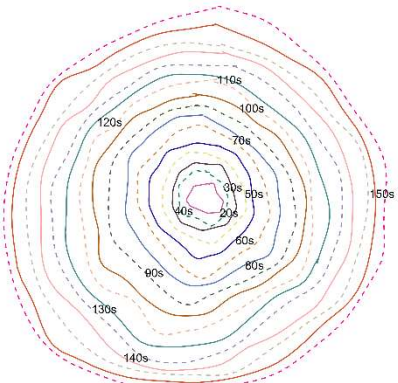


1FOCO_D1.0_R2

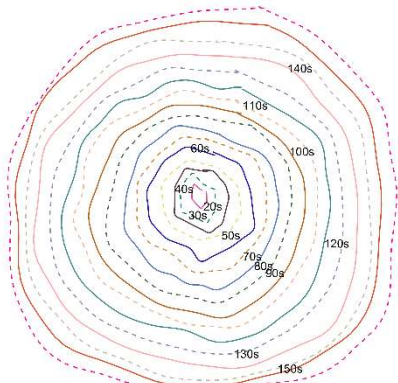


1FOCO_D1.0_R3

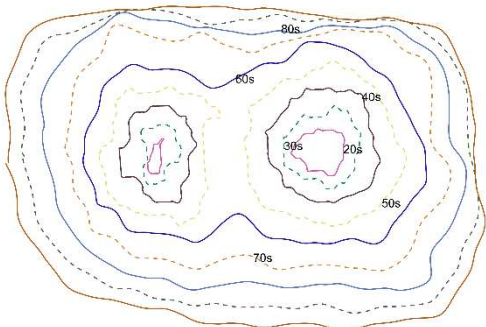
Análise da interação entre dois focos de incêndio – Aplicação prática no caso da segurança contra incêndios nos Parques de Campismo e Caravanismo



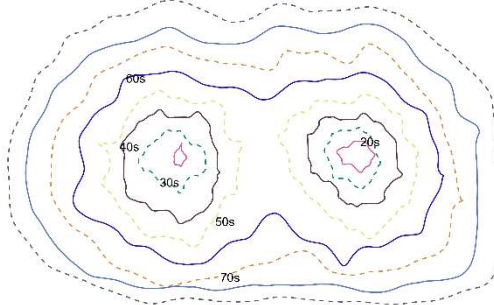
1FOCO_D1.5_R1



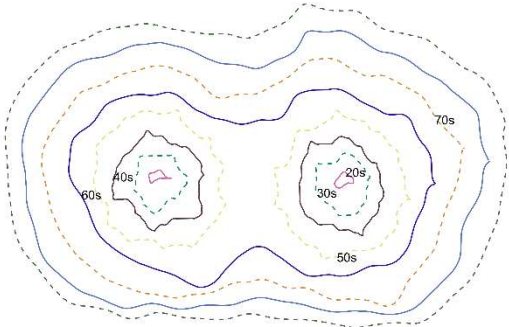
1FOCO_D1.5_R2



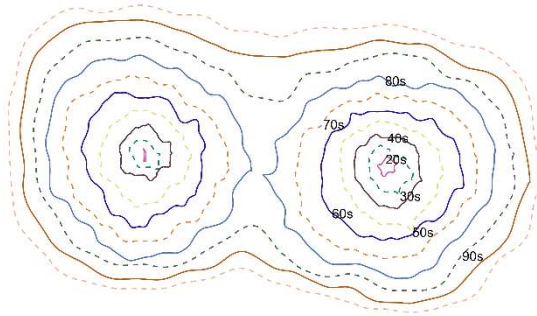
2FOCO_D0.5_R1



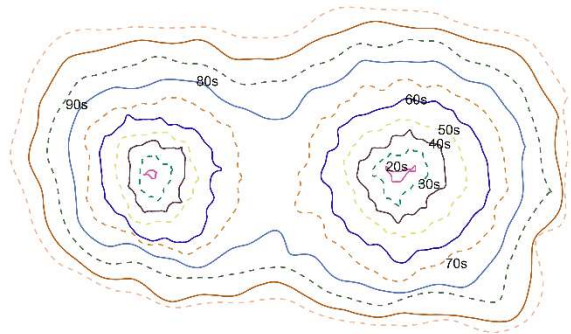
2FOCO_D0.5_R2



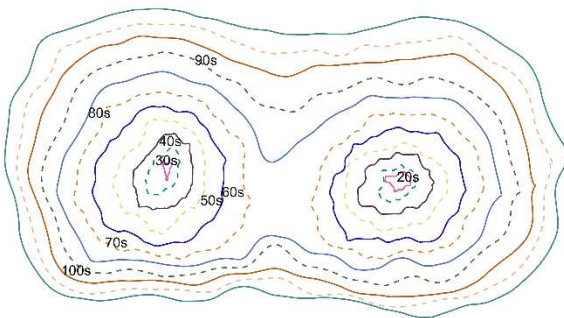
2FOCO_D0.5_R3



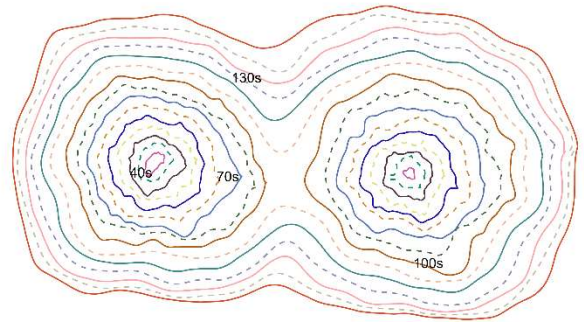
2FOCO_D1.0_R1



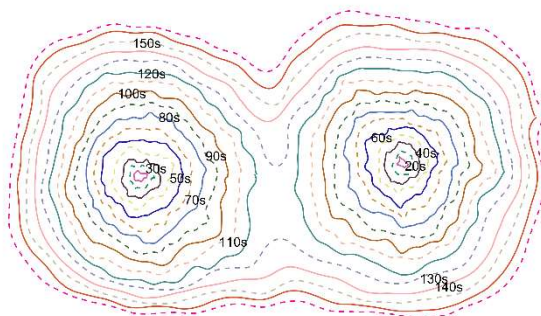
2FOCO_D01.0_R2



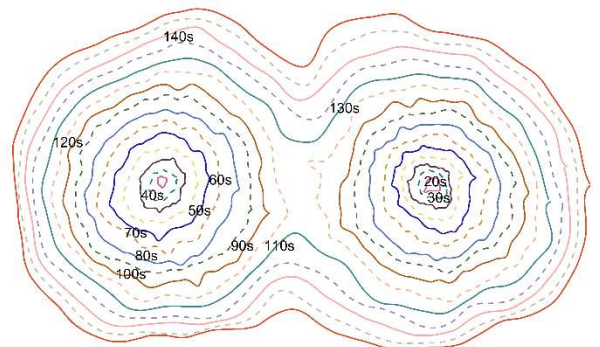
2FOCO_D1.0_R3



2FOCO_D1.5_R1

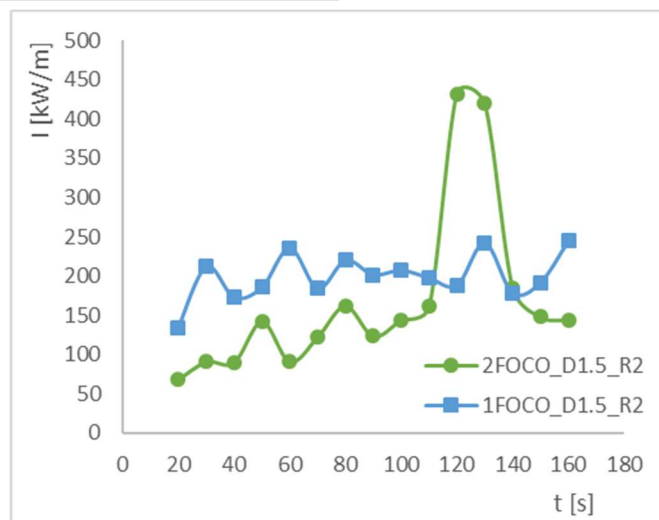
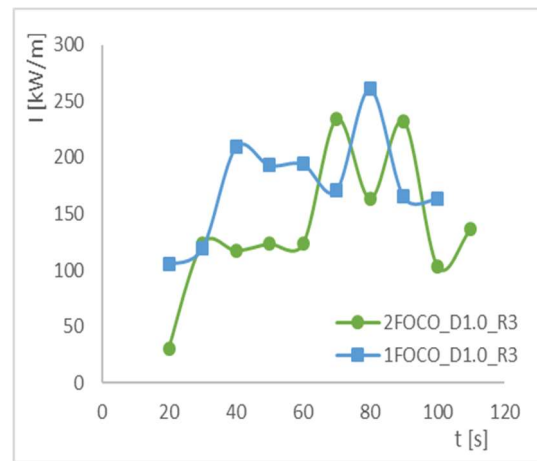
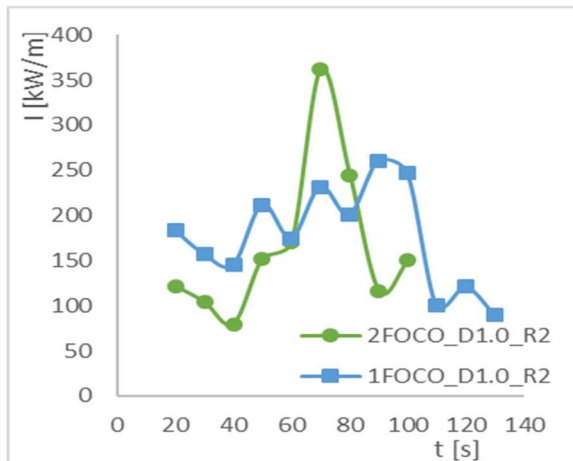
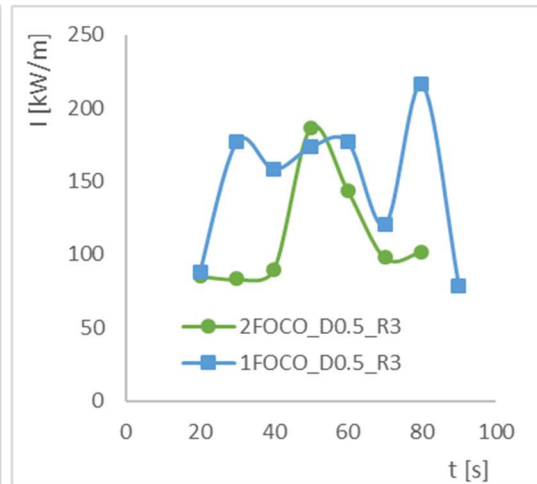
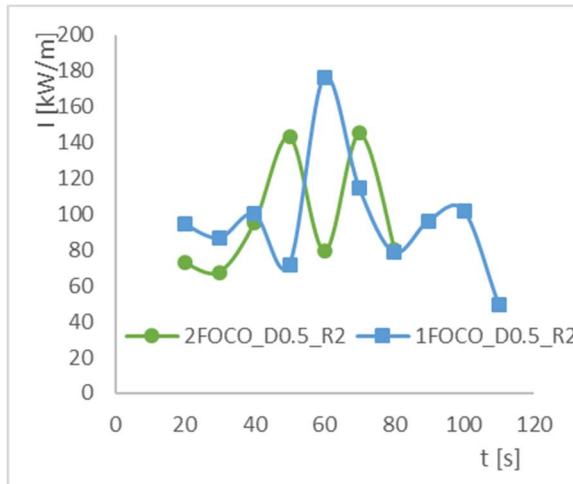


2FOCO_D1.5_R2

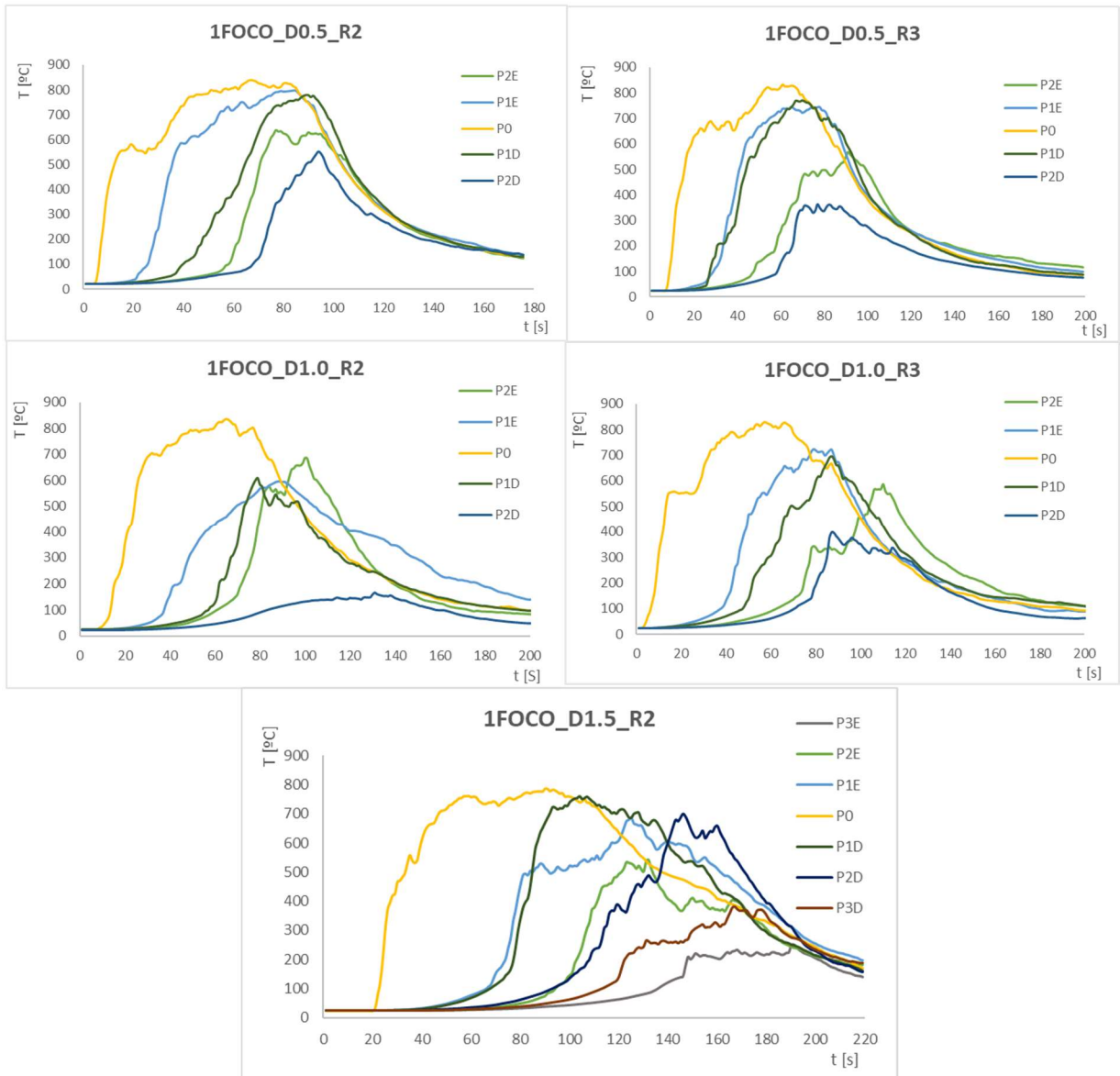


2FOCO_D1.5_R3

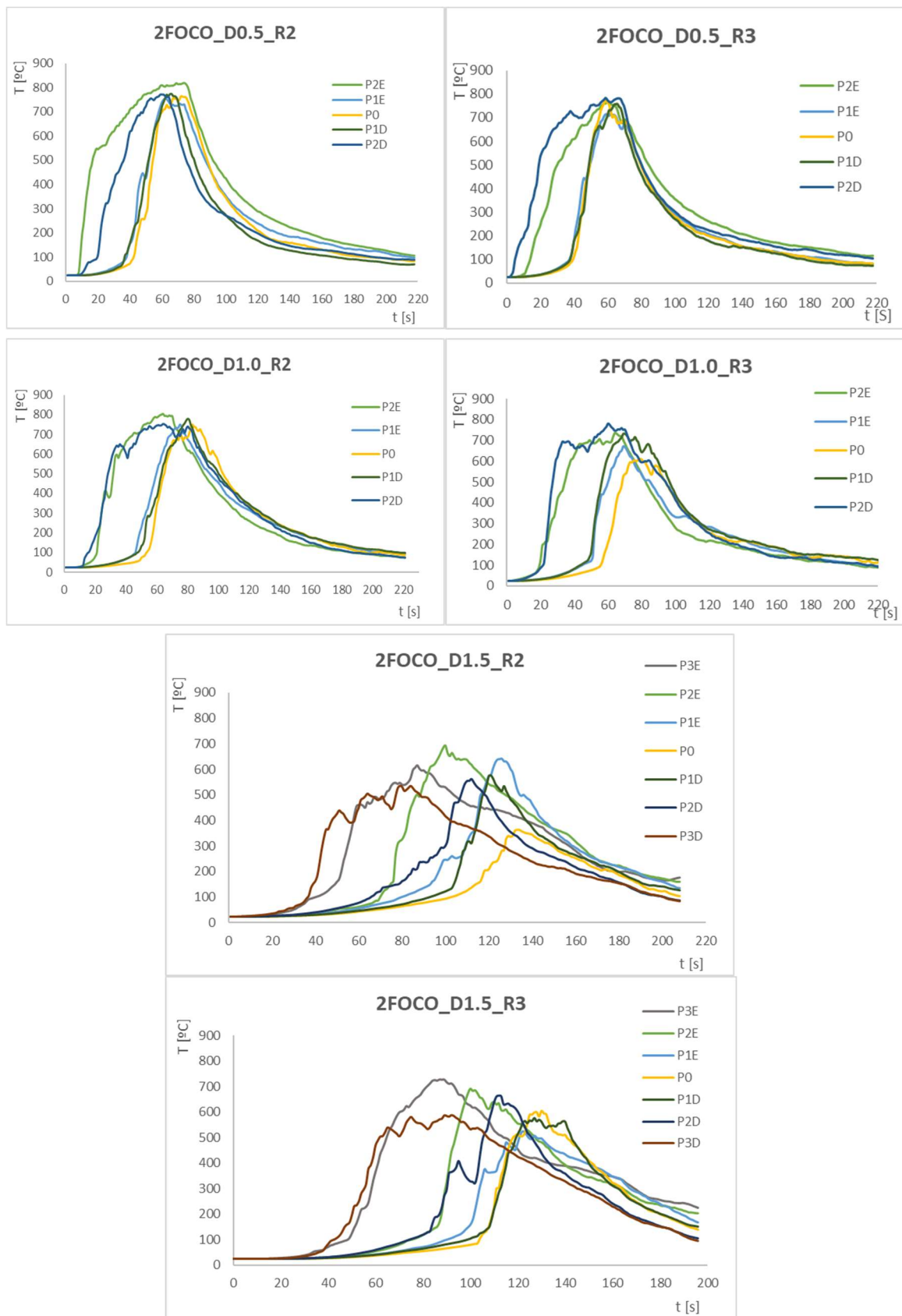
ANEXO B – INTENSIDADE DO FOGO



ANEXO C - TEMPERATURAS



Análise da interação entre dois focos de incêndio – Aplicação prática no caso da segurança contra incêndios nos Parques de Campismo e Caravanismo



ANEXO D – FOLHETOS PCC

PORTUGAL CHAMA. POR SI. POR TODOS.

www.portugalchama.pt



AGÊNCIA PARA A
GESTÃO INTEGRADA
DE FOGOS RURAIS



Informação destinada a gestores e produzida com base em contributos técnicos ADAJ, ICNF e ANEPC. Para mais detalhes consulte estas instituições e legislação.

PORTUGAL CHAMA: SE É RESPONSÁVEL PELO PARQUE, SEJA RESPONSÁVEL PELA SEGURANÇA.



GARANTA A SEGURANÇA DOS SEUS CLIENTES.



É fundamental que os utilizadores do parque saibam o que fazer em caso de emergência. E isso é da sua responsabilidade.

EM CASO DE NECESSIDADE DE EVACUAÇÃO



- Disponibilize a informação mais relevante de prevenção e emergência no website do parque e no espaço de registo de entrada;
- No ato do registo, distribua um folheto com toda a informação relevante. Este deve conter uma planta geral do parque que inclua a localização dos pontos de emergência (pontos de encontro, saídas de emergência, extintores, etc.);
- No ato do registo, preste uma breve sessão de esclarecimento sobre os principais procedimentos de prevenção e emergência;
- Disponibilize toda a informação em português, inglês e idealmente nas línguas dos principais clientes.



PREPARE A SUA EQUIPA PARA RESPONDER AOS INCÊNDIOS.



Portugal é um dos países europeus com maior percentagem de área florestal sendo um destino favorito para quem gosta de passar férias na natureza. É fundamental valorizar o que estes espaços nos propiciam e cuidar do seu valor. Desta forma, o Turismo de Portugal e a AGIF uniram esforços na sensibilização das empresas turísticas e turistas para a prevenção de incêndios rurais e para a segurança de pessoas e bens. **Leia atentamente este folheto. Faz toda a diferença.**



AGÊNCIA PARA A
GESTÃO INTEGRADA
DE FOGOS RURAIS



Todos os colaboradores do Parque de Campismo devem saber responder às mais diversas situações de emergência.

- Defina previamente e dê a conhecer o papel de cada elemento do staff em caso de incêndio e necessidade de concentração, confinamento e evacuação, considerando a eventual rotatividade laboral por turnos;
- Certifique-se que cada elemento do staff conhece os procedimentos de prevenção e emergência, assim como as restantes medidas de autoproteção do estabelecimento;
- Assegure-se que há um cartaz exposto e visível com o fluxo de procedimentos de emergência, respetivas responsabilidades e demais informação relevante num espaço frequentemente usado pelos elementos do staff;
- Anualmente, antes da chegada de maior fluxo de campistas, realize pelo menos um simulacro de forma a criar uma rotina no seio do staff sobre os procedimentos a seguir em situação de emergência;
- Registe em formulário próprio todas as atividades de formação e treino realizadas.

MAIS VALE PREVENIR



- Afixe diariamente, em locais bem visíveis (e.g. recepção, supermercado, bar, restaurante), o nível do risco de incêndio previsto para o dia em decurso e para os dias seguintes – poderá juntar esta informação às previsões meteorológicas que são de interesse para os turistas;
- Proíba a realização de fogueiras para recreio, lazer ou confeção de alimentos, exceto em locais próprios para o efeito, devidamente assinalados e identificados na planta do parque, não é permitido realizar fogueiras em zonas críticas (i.e. manchas florestais descritas no DL 124/2006 de 28 de Junho) inseridas em espaços rurais durante o período crítico de incêndios e em dias de risco muito elevado ou máximo fora deste período – nestes dias, essa informação deve ser afixada nas infraestruturas destinadas à realização de fogueiras;
- Instale uma rede anti fagulhas nas chaminés das infraestruturas construídas para realização de fogueiras, cuja envolvente deve estar isenta de qualquer material inflamável;
- Instale sistemas que viabilizem o uso das saídas de emergência – muitas vezes as saídas encontram-se fechadas a cadeado – tais como sistemas de abertura remota, chaves em caixas de abertura em caso de emergência, vedações de derrube facilitado, etc.
- Nos dias de risco Muito Elevado e Máximo confirme que as saídas de emergência e as rotas de evacuação estão libertas de obstáculos e com baixa carga de vegetação nas imediações, permitindo uma circulação segura em caso de incêndio; coloque placas de proibição de estacionamento ou de instalação de tendas ou caravanas junto às saídas de emergência;
- Não permita a acumulação de materiais e resíduos inflamáveis no interior ou exterior da instalação;
- Limite o uso de botijas de gás com menor capacidade (e.g. <4kg) e assegure, com visitas regulares, que o seu uso está afastado de áreas inflamáveis, caso o equipamento tombe;
- Assegure uma correta gestão de combustíveis florestais nas áreas de estacionamento de automóveis – o toque de um cano de escape a alta temperatura poderá ignificar a palha seca;
- Garanta a selorização de áreas de campismo e caravanismo impedindo o ajuntamento de mais de 20 instalações, de forma a confinar a área afeta a um eventual incêndio;
- Obrigue os ocupantes a garantirem uma separação de pelo menos 2m entre instalações;
- Para além do interior do parque, assegure a gestão dos combustíveis florestais (ervas, matos e árvores) na sua envolvente de acordo com a legislação vigente, visto que o maior risco de incêndio resulta de incêndios provenientes do exterior;
- Equipamentos de maior perigosidade como geradores de energia devem estar isolados do público e com a sinalética devida (e.g. proibição de fumar) perfeitamente visível;

CASAS MÓVEIS OU BUNGALOWS E INSTALAÇÕES SEMIPERMANENTES
(COM ALOCAÇÃO SUPERIOR A 3 MESES)



PREPARAÇÃO PARA INCÊNDIO



- Certifique-se do bom estado das instalações elétricas e das instalações a gás;
- Verifique que eventuais churrasqueiras estão localizadas em zonas seguras, longe de materiais combustíveis como tendas, copas de árvores, arbustos, etc.
- Confirme que as coberturas e caleiras estão devidamente limpas sem carumas ou folhas secas acumuladas;
- Imponha um limite à amperagem do abastecimento de energia elétrica a cada instalação e respeite as exigências do Decreto-Lei n.º 393/85, de 09 de Outubro;
- Obrigue os campistas/caravanistas a desligarem todos os equipamentos elétricos e a desligarem a ligação ao gás sempre que se ausentem por um período superior a 24 horas;



- Os materiais de resposta a incêndio não devem estar expostos às chamas – por exemplo, tubagem de plástico para circulação de água deve estar enterrada;
- Garanta que as principais vias de circulação permitem a passagem de veículos pesados (largura mínima da via de 3,5m) impedindo, por exemplo, o estacionamento de automóveis na bermas destas vias. Garanta também que os pórticos, não impedem passagem de camiões de bombeiros (4m);
- Inspeccione regularmente e teste o funcionamento a todos os equipamentos de resposta a incêndio – exemplo: vespas poderão nidificar nas caixas dos extintores e alguns componentes dos hidrantes poderão estar calcificados;
- Equacione reforçar o equipamento de extinção;
- Tenha ao seu dispor um ou mais megafones para, em caso de emergência, dar instruções a multidões;
- Em caso de incêndio, é possível que haja corte de energia elétrica e que as bombas de água deixem de funcionar. Preveja um gerador a gasolina, para manter capacidade de utilização das bombas de água e equipamentos básico de extinção.

EM CASO DE INCÊNDIO



- Dê de imediato o alerta para o **112**, mesmo que o sinistro pareça de menor dimensão;
- Coloque em ação todos os procedimentos previamente definidos até à chegada dos meios públicos de socorro, os quais assumirão o controlo da situação;
- Providencie toda a informação e meios solicitados pelo comandante das operações de socorro.



Figura 40 - Folheto STAFF

PORTUGAL CHAMA. POR SI. POR TODOS.

www.portugalchama.pt




Informação destinada ao público e produzida com base em contributos técnicos ADAL, ICNF e ANEFC. Para mais detalhes consulte estas instituições e legislação.

PORTUGAL CHAMA: NA ÉPOCA DE INCÊNDIOS, NÃO DÊ BARRACA.



ANTES DE SE DIRIGIR PARA O PARQUE

Visite a página do Parque de Campismo na internet e inteire-se das regras e dos planos de prevenção e emergência, com especial atenção para a planta geral onde deve constar a localização das saídas de emergência, pontos de encontro, extintores, locais próprios para uso do fogo, etc.

Confirme que todos os equipamentos elétricos e a gás estão em boas condições de funcionamento; familiarize-se e teste o seu modo de funcionamento.



NO PARQUE DE CAMPISMO



- Informe-se e cumpra todas as regras do Parque;
- Informe os responsáveis do parque caso tenha algum problema de saúde que necessite de uma atenção especial em caso de incêndio ou evacuação;
- Pergunte ao responsável do Parque sobre regras de concentração, confinamento e procedimentos de evacuação em caso de incêndio;
- Combine com as pessoas que eventualmente estejam consigo sobre o ponto de encontro para onde se devem dirigir em caso de necessidade;
- Instale-se numa zona afastada de arbustos ou de outros materiais combustíveis e suficientemente afastado de outras tendas/caravanas de forma a evitar a propagação de um eventual foco de incêndio entre tendas ou caravanas – 2m a 5m em função da sua tipologia e dimensão;
- Estacione o seu veículo nos locais apropriados de forma a não obstruir as vias de circulação e a permitir a passagem de um veículo pesado de emergência; preferencialmente estacione o veículo com a frente voltada para o local de saída;

EM CASO DE EVACUAÇÃO OU CONCENTRAÇÃO



- Evite cozinhar dentro de uma tenda sobretudo de menores dimensões – ao longo do tempo, as gorduras alimentares vão-se acumulando nos tecidos da tenda tornando-os inflamáveis;
- Quando mudar os cartuchos de gás, faça-o fora da tenda ou da caravana; não permita que crianças realizem esta tarefa;
- Use sempre uma base plana e estável para suportar o fogão ou equipamentos de iluminação a gás e coloque num local, onde caso tombe não caia sobre materiais inflamáveis (caruma ou nylon pe.);
- Sempre que se ausentar do parque de campismo por mais de 24 horas desligue todos os equipamentos elétricos e a gás;
- Use de grelhadores apenas em locais autorizados;
- Sempre que estiver ausente ou quando for dormir, suspenda o carregamento de baterias de telemóveis ou outros equipamentos e desligue qualquer equipamento a gás (e.g. iluminação);
- Não fume ou acenda velas dentro de tendas ou caravanas;
- Informe-se diariamente sobre o nível de risco de incêndio.

EM CASO DE SINISTRO



- Antes de qualquer ação, mantenha a calma, concentre-se e avalie a situação;
- Informe os responsáveis do Parque de qualquer situação que tenha ocorrido, mesmo que aparentemente já tenha sido debelada;
- Se a sua integridade não ficar em risco, tente controlar a situação, de forma calma e assertiva, peça ajuda a outras pessoas;
- Caso se depare com uma ignição perigosa (e.g. dentro de uma tenda) ou de difícil controlo, grite para dar o alarme local, verifique se há pessoas em perigo, ligue para o número de emergência **112** e alerte o staff do parque;
- Após a chegada dos meios de socorro, salvo se a sua permanência for solicitada, afaste-se do local do sinistro;
- Não entre em pânico ou fuja de forma irracional – frequentemente, o parque é o local mais seguro naquela área.

Figura 41 - Folheto Utilizadores PCC