

COORDENADORES:  
ALINE SILVA OLIVEIRA (ESAC IPC)  
JOÃO PAULO CORREIA RODRIGUES (UC ITECONS)  
JOAQUIM SANDE SILVA (ESAC IPC)  
JOSÉ DE JESUS GASPÁR (ESAC IPC)

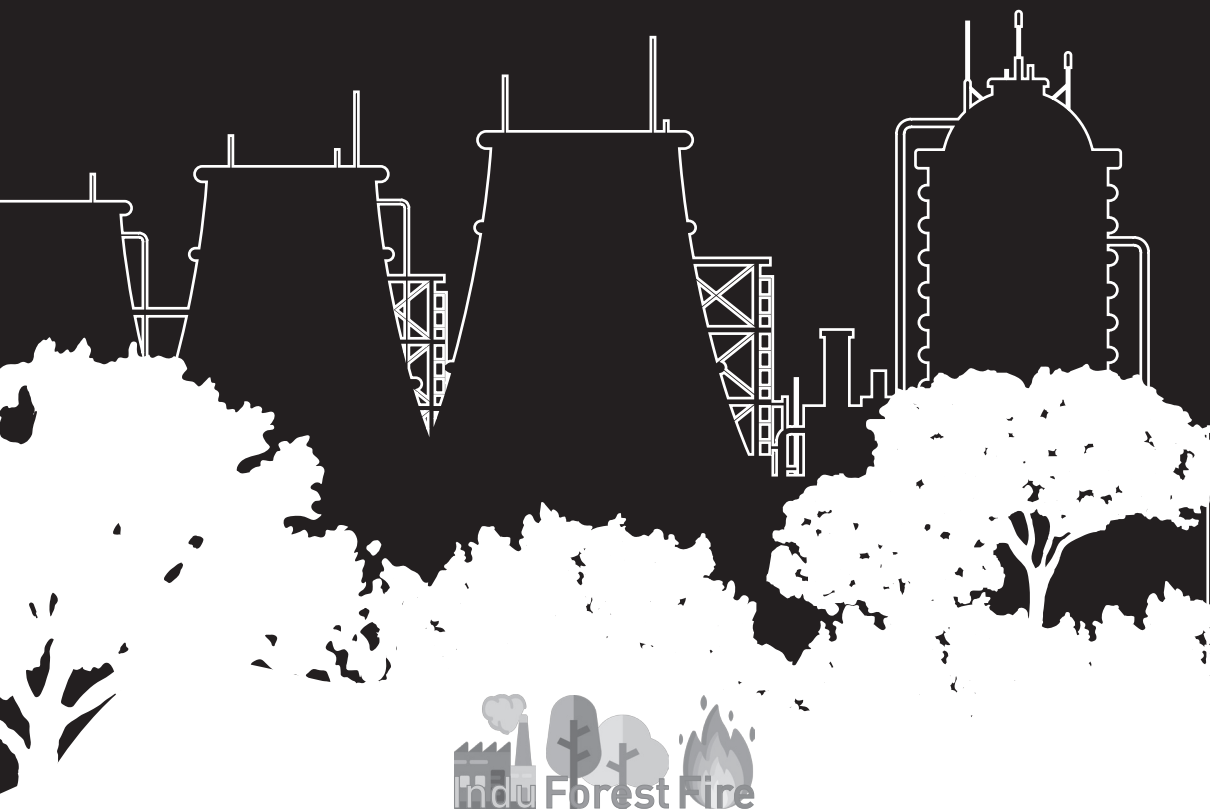
# MITIGAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO NA INTERFACE INDUSTRIAL-FLORESTAL





COORDENADORES:  
ALINE SILVA OLIVEIRA (ESAC IPC)  
JOÃO PAULO CORREIA RODRIGUES (UC ITECONS)  
JOAQUIM SANDE SILVA (ESAC IPC)  
JOSÉ DE JESUS GASPARG (ESAC IPC)

# MITIGAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO NA INTERFACE INDUSTRIAL-FLORESTAL



### **EDIÇÃO**

RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

**Email:** [riscos@riscos.pt](mailto:riscos@riscos.pt)

**URL:** <https://www.riscos.pt/publicacoes/>

### **COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Aline Silva Oliveira (ESAC IPC); João Paulo Correia Rodrigues (UC Itecons);  
Joaquim Sande Silva (ESAC IPC); José de Jesus Gaspar (ESAC IPC).

### **COORDENAÇÃO EDITORIAL**

Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra  
ITeCons - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico  
para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade

### **IMAGEM DA CAPA**

João Laranjeiro  
CRIAMAGIN

### **PAGINAÇÃO E EXECUÇÃO GRÁFICA**

Fernando Félix

### **ACABAMENTOS**

Impressões de Coimbra

### **DEPÓSITO LEGAL**

526001/23

### **ISBN**

978-989-35338-2-6

### **ISBN Digital**

978-989-54499-4-1

### **DOI**

[https://doi.org/10.34037/978-989-54499-4-1\\_05](https://doi.org/10.34037/978-989-54499-4-1_05)

**1.ª Edição**

PCIF/MOS/0129/2018 - Metodologias Interdisciplinares para a  
Proteção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais



©Dezembro 2023, RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

“Dedicamos este livro às 116 vítimas dos grandes incêndios de 2017. Que os resultados deste projeto possam contribuir para evitar outras tragédias no futuro”.



## **AGRADECIMENTOS**

Os editores agradecem ao Miguel Peixoto e à Elisa Moura pela colaboração nos trabalhos de campo realizados pela equipa da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra (ESAC-IPC), ao Ricardo Deus e à equipa do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), pelos dados meteorológicos, que foram sempre enviados com rapidez e empenho, ao Nuno Guiomar pelos dados das isócronas reconstruídas dos incêndios de 2017, à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRC) pelo acesso e autorização para o tratamento dos dados dos relatórios de análise de danos feitos pelo Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (Itecons) e aos Gabinetes de Proteção Civil dos Municípios onde estão instaladas as zonas industriais, por facilitarem o contacto com os proprietários dos edifícios afetados pelo fogo, para que pudessem ser novamente avaliados após a reconstrução, pelo Itecons.



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>PARTE I - GESTÃO DA FLORESTA CONTRA INCÊNDIOS</b> .....	11
1 - Novas tendências no controle de incêndios florestais e gestão de combustíveis de interface urbano-florestal Paulo Fernandes e Bruno Aparício .....	13
2 - Notas sobre o quadro legislativo relativo às faixas de gestão de combustíveis em Portugal José Lopes e Jorge Brito .....	27
3 - Caracterização da envolvente florestal das zonas industriais da Região Centro Aline Oliveira e José Gaspar .....	33
4 - Gestão florestal e prevenção de incêndios em áreas de interface urbano-florestal Aline Oliveira, Joaquim Sande Silva, Miguel Pacheco, Domingos Patacho e Ricardo Neves .....	47
<b>PARTE 2 - COMPORTAMENTO DOS EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS FACE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS</b> .....	85
5 - Incêndios em interface urbano-florestal e regulamentação de segurança contra incêndio Aline Lopes Camargo e José Pedro Lopes .....	87
6 - Segurança contra incêndio em zonas industriais em Portugal Pedro Barbosa .....	105
7 - Caracterização das zonas industriais localizadas junto a zonas florestais Rúben Lopes, Cristina Santos e João Paulo C. Rodrigues .....	111
8 - Recomendações construtivas para a envolvente externa dos edifícios industriais em zonas de IIF Deives de Paula, João Paulo C. Rodrigues e Maria Luíza C. Moreira .....	141
<b>CONCLUSÃO</b> .....	185
<b>SOBRE OS AUTORES</b> .....	187



## INTRODUÇÃO

Os grandes incêndios florestais registados nos últimos anos em Portugal evidenciaram a vulnerabilidade dos aglomerados urbanos e das zonas industriais que possuem florestas na sua envolvente. Os incêndios de 2017 tiveram um enorme impacto com uma elevada perda de vidas humanas, mas também de infraestruturas, nomeadamente nas zonas industriais. Neste contexto, o presente livro reúne os esforços realizados no âmbito do projeto InduForestFire - metodologias Interdisciplinares para a Proteção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais (PCIF/MOS/0129/2018), financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), com vista a apresentar soluções cientificamente validadas, para evitar prejuízos provocados por grandes incêndios em zonas de interface urbano-florestal. Os estudos do projeto InduForestFire envolveram duas componentes distintas, mas complementares. A primeira foi dedicada a avaliar o comportamento do fogo nas florestas em redor das zonas industriais e a segunda foi dedicada a estudar as características das estruturas que compõem essas zonas. O projeto teve assim uma natureza interdisciplinar, com a participação de quatro entidades com papéis complementares. Nesse caso, foi coordenado pelo Itecons - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade, da Universidade de Coimbra, e teve a parceria da ESAC - Escola Superior Agrária do Politécnico de Coimbra, da CIM RC – Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra e da ANEPC – Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil.

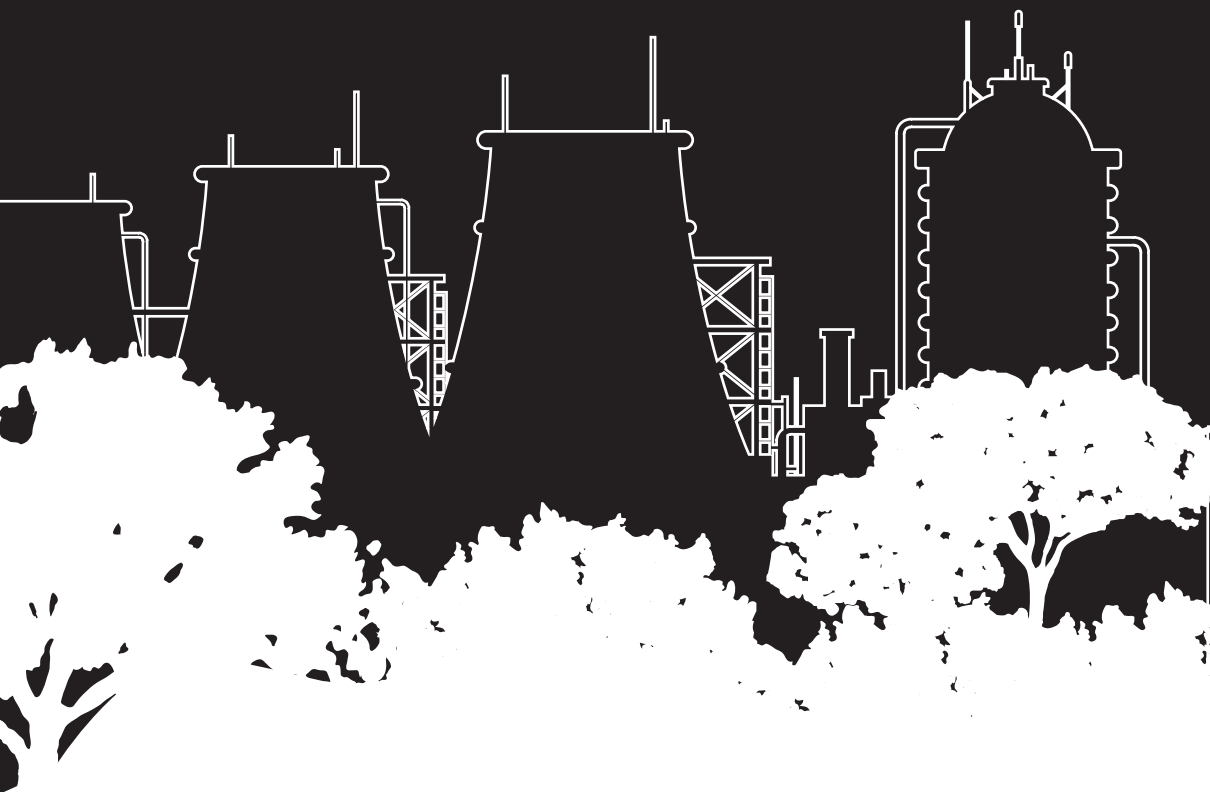
O presente livro reflete a interdisciplinaridade do projeto InduForestFire com duas componentes interligadas por um fenómeno com características comuns, o incêndio. Em relação à componente florestal (Parte 1 da presente obra), a legislação obriga a uma gestão de combustíveis em redor das zonas industriais de acordo com critérios não fundamentados cientificamente. O tipo e a estrutura da vegetação envolvente, influenciam de forma determinante o comportamento do fogo, mas o conhecimento existente a este respeito não tem sido suficiente para orientar uma gestão adequada. Nesse contexto, e tendo por base simulações de comportamento de fogo, são aqui apresentados resultados que apontam para a adoção de soluções alternativas e mais sustentáveis com vista a minimizar os danos em redor das zonas industriais.

Em relação à segunda componente (Parte 2), são descritas soluções alternativas ao nível da construção, com vista a minimizar os danos causados pelo fogo. Tais soluções têm sobretudo a ver com a escolha dos materiais mais adequados, e com a definição de diretrizes de construção que minimizem a probabilidade do incêndio se propagar para o interior ou para edificações adjacentes.

O presente livro resume, portanto, os principais resultados do projeto InduForestFire e foi desenvolvido para orientar e colaborar com os agentes dos setores florestal e industrial e com o legislador na criação de regulamentações baseadas em propostas mais eficazes para a gestão dos incêndios florestais em Portugal. Dividido em oito capítulos, o presente livro aborda para além das recomendações de mitigação dos danos provocados por incêndios florestais em zonas industriais, temas contemporâneos, como as novas tendências no controle de incêndios florestais, os incêndios de interface urbano-florestal no mundo e a legislação vigente em Portugal sobre a gestão de incêndios rurais e segurança contra incêndios.

**PARTE 2**

**COMPORTAMENTO  
DOS EDIFÍCIOS  
INDUSTRIAIS FACE  
AOS INCÊNDIOS  
FLORESTAIS**





# CARATERIZAÇÃO DAS ZONAS INDUSTRIAIS LOCALIZADAS JUNTO A ZONAS FLORESTAIS

---

**Rúben Filipe R. Lopes**

Universidade de Coimbra, Itecons (Portugal)  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento Engenharia Civil  
ORCID: 0000-0003-3423-1950    ruben.lopes@itecons.uc.pt

**Cristina Calmeiro dos Santos**

Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal)  
Escola Superior de Tecnologia, Departamento Engenharia Civil  
ORCID: 0000-0001-9764-2592    ccalmeiro@ipcb.pt

**João Paulo C. Rodrigues**

Universidade de Coimbra, Itecons (Portugal)  
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento Engenharia Civil  
ORCID: 0000-0002-6865-7995    joao.rodrigues@itecons.uc.pt

## 1. Introdução

No ano de 2017, mais de 500 empresas foram afetadas pelos Grandes Incêndios Florestais (GIF) que decorreram a 17 de junho e a 15 outubro, levando à perda parcial ou total de instalações, equipamentos, matéria-prima e produto acabado. A grande maioria destas empresas encontravam-se localizadas em Zonas Industriais. De salientar que nos incêndios, com início no dia 17 de junho, em Escalos Fundeiros, no concelho de Pedrogão Grande e em Alvares, no concelho de Góis, a maioria dos danos patrimoniais que ocorreram foram em edifícios de habitação, verificando-se danos limitados em empresas (Comissão Técnica Independente, 2017). Além destes danos patrimoniais, há que referir que o Incêndio de Pedrogão Grande foi, até hoje, o incêndio florestal em Portugal que mais mortos causou, desde que há registos. Já nos incêndios de 15 outubro, e segundo as informações prestadas pelas Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRN) e Norte (CCDRN)

à 2ª Comissão Técnica Independente e relatadas no seu relatório (Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018), 521 empresas de 30 concelhos destas regiões foram fortemente afetadas. Destas empresas, parte delas estavam localizadas em Zonas Industriais, com perdas estimadas em cerca de 275 milhões de euros, afetando, pelo menos temporariamente, cerca de 4500 postos de trabalho.

Com o objetivo de conhecer como quatro dos Grandes Incêndios Florestais de 2017 afetaram empresas localizadas em Zonas Industriais e como foi realizada a sua reconstrução, analisaram-se seis Zonas, Parques e Polos Industriais da Região Centro de Portugal, conforme TABELA I e figura 1. As Zonas Industriais estão localizadas nas seguintes Comunidades Intermunicipais (CIM): quatro na CIM da Região de Coimbra (CIM-RC); uma na CIM da Região de Leiria (CIM-RL) e uma na CIM Viseu Dão Lafões (CIM-VDL).

TABELA I - Zonas Industriais analisadas no âmbito do Projeto InduForestFire.

Zona Industrial	CIM	GIF
Freixo - Mortágua	Região de Coimbra	Vilarinho
Mira	Região de Coimbra	Quiaios
Oliveira do Hospital	Região de Coimbra	Côja
Tocha - Cantanhede	Região de Coimbra	Quiaios
Oliveira de Frades	Viseu-Dão-Lafões	Campia
Graça - Pedregão Grande	Região de Leiria	Escalos Fundeiros

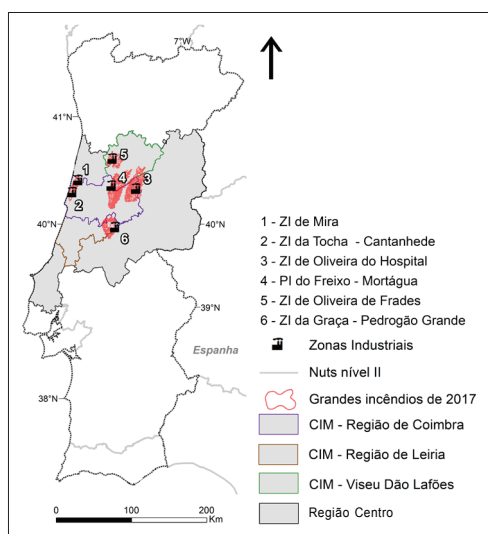


Fig. 1 - Localização das Zonas Industriais analisadas e áreas ardidas pelos incêndios.

A análise dos espaços industriais afetados foi realizada em dois momentos. No primeiro momento, procedeu-se à análise de relatórios de avaliação de danos e prejuízos das empresas afetadas pelos GIF de 2017 localizadas em Zonas Industriais, visto que quando se fez esta análise, a maioria dos espaços industriais já tinham sido recuperados. Estes relatórios foram solicitados pela CCDRC ao Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade (Itecons, 2017, 2018a, 2018b, 2019), no âmbito dos programas CENTRO3201747 e REPOR, com o objetivo da reposição da competitividade e capacidade produtiva das empresas afetadas pelos GIF de 17 de junho e 15 de outubro. Num segundo momento, foram realizadas visitas de campo às Zonas Industriais selecionadas, para avaliar os métodos construtivos utilizados na reconstrução/reposição dos edifícios danificados pelos GIF. Estas visitas serviram também para estudar os *layouts* industriais usados em cada indústria, nomeadamente, o afastamento dos edifícios ao perímetro exterior dos lotes de terrenos, e observar o tipo e quantidade de matérias primas armazenadas e os locais onde se encontravam.

## 2. Grandes incêndios florestais de 2017 que afetaram zonas industriais

O ano de 2017 foi um ano particularmente quente e seco, com baixa pluviosidade ao longo do ano, potenciando a existência de incêndios florestais de grande intensidade. Nos relatórios das Comissões Técnicas Independentes (Comissão Técnica Independente, 2017; Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018), formadas pela Assembleia da República de Portugal para a análise destes incêndios, é corroborada essa situação. Apesar disso, os mecanismos de propagação do Incêndio de Pedrogão Grande, que ocorreu a 17 de junho, são bastante diferentes dos incêndios de 15 de outubro.

O incêndio de Pedrogão Grande foi fortemente influenciado pela existência de temperaturas altas e baixa humidade, dando-lhe assim um forte potencial convectivo. O efeito da interação da coluna de convecção com a atmosfera, levou à criação de pirocúmulonimbo que atingiu o seu pico por volta das 19:15 levando à queda de coluna de convecção, conhecido na comunidade científica por *downburst*, pouco depois. A queda

da coluna da convecção levou ao aumento da intensidade do incêndio, com ocorrência de projeções sucessivas e forte emissão de matéria em combustão. Já os incêndios de 15 de outubro de 2017 foram fortemente influenciados pela passagem do Furacão Ophelia ao longo da costa oeste de Portugal Continental, levando a que os incêndios desse dia tivessem maior amplitude em termos de propagação da frente de fogo. Além disso, verificou-se também a existência de temperaturas muito altas e baixa humidade, pouco comum para aquela época do ano. Na fase de maior propagação, estes incêndios produziram matéria inflamada, levando à ocorrência de projeções sucessivas, que limitaram a capacidade de extinção dos incêndios. A emissão de matéria em combustão, aliada à convecção e radiação produzidas pelo incêndio, alcançaram e queimaram os materiais armazenados ao ar livre nos parques das indústrias afetadas. Posteriormente, estes incêndios também atingiram os materiais armazenados nos espaços internos, como por exemplo nas zonas de produção. É importante salientar que a maioria das fachadas dos edifícios estavam afastadas cerca de 10 a 20 metros dos perímetros dos lotes. No entanto, este afastamento não foi suficiente para proteger os edifícios.

## 2.1 Incêndio de Escalos Fundeiros, Pedrogão Grande

O incêndio rural em povoamento florestal com origem em Escalos Fundeiros, Pedrogão Grande, teve início às 14:43 do dia 17 de junho de 2017. Este incêndio foi fortemente influenciado pela meteorologia que se fazia sentir, com temperaturas do ar ambiente altas e baixa humidade, e também pela orografia do terreno. A ocorrência do colapso da coluna de convecção do incêndio, por volta das 20:00, teve uma grande influência na propagação da frente de fogo. A ocorrência do *downburst* levou ao aumento da intensidade do incêndio, com ocorrência de projeções sucessivas e forte emissão de matéria em combustão em todas as direções.

O incêndio terá chegado aos perímetros norte e este da Zona Industrial da Graça por volta das 20:15, proveniente da direção Nordeste, atingindo as indústrias ali existentes, estimada a partir das isócronas de propagação do incêndio presente no relatório da CTI (Comissão Técnica Independente, 2017). A distância entre a origem e o perímetro da Zona Industrial foi de cerca de 7 km.

## 2.2 Incêndio de Vilarinho, Lousã

O incêndio florestal de Vilarinho, Lousã, teve início às 08:41 do dia 15 de outubro de 2017 (Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018). Segundo relatos, este incêndio florestal atingiu o perímetro sul do Polo Industrial do Freixo, no concelho de Mortágua, por volta das 18:30. Anteriormente, este incêndio já tinha percorrido os concelhos de Lousã, Vila Nova de Poiares e Penacova, que se localizam a sul deste Polo Industrial. A distância entre este Polo Industrial e o local de início deste incêndio foi de cerca de 27 km.

Este foi um incêndio florestal de projeções sucessivas com capacidade, inclusive, de atravessar a albufeira da Barragem da Agueira, que se encontra cerca de 4 km a sul do Polo Industrial do Freixo. O incêndio emitiu fortemente matéria em combustão, o que agravou a propagação da frente de fogo na região.

## 2.3 Incêndio de Côja, Arganil

O Incêndio de Côja, Arganil teve origem no reacendimento de múltiplos focos secundários do Incêndio de Fajão, Pampilhosa da Serra, com início no dia 6 de outubro de 2017 (Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018). As duas novas ignições provocadas por focos secundários do dia 15 de outubro ocorreram primeiro em Monte Redondo, Arganil, às 12:28 e depois em Relva Velha, Arganil, pouco antes das 14:00. Apesar dos dois pontos de ignição distarem cerca de 4 km um do outro, foram agregados numa única ocorrência. A frente oeste, com origem em Monte Redondo, dirigiu-se para nor-noroeste, em direção a Côja, enquanto a frente este, com origem em Relva Velha se deslocou para nor-nordeste até atingir o perímetro sul da Zona Industrial de Oliveira do Hospital, na área central da Zona Industrial. Esta frente atingiu esta Zona Industrial por volta das 22:00, depois de ter percorrido cerca de 17 km desde a sua origem.

## 2. 4 Incêndio de Quiaios, Figueira da Foz

O incêndio florestal de Quiaios, Figueira da Foz, teve início às 14:36 do dia 15 de outubro (Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018). Por volta das 18:00, este incêndio florestal atingiu o perímetro sul da Zona Industrial da Tocha, no concelho de Cantanhede, afetando apenas uma empresa. A distância entre a origem do incêndio e a Zona Industrial foi cerca de 12 km. Segundo relatos, observou-se a existência de ramos de árvores no ar, devido à intensidade do vento, provocado pelo furacão Ophelia. A emissão de matéria em combustão, aliada à convecção e radiação produzidas pelo incêndio, contribuíram para o prejuízo do edifício industrial afetado, tendo provocado a queima de materiais armazenados junto à fachada do edifício. O afastamento existente entre a fachada do edifício e o perímetro do lote (cerca de 25 m), bem como a existência de um pavimento betuminoso circundante impediriam o contacto direto com a frente de chama do incêndio florestal.

Por volta das 00:00 do dia 16 de outubro, este incêndio florestal atinge o perímetro sudoeste e oeste do Polo I da Zona Industrial de Mira. Esta zona industrial encontra-se a cerca de 28 km do ponto de ignição deste incêndio florestal. A frente de chamas de incêndio alcança todas as empresas que confinavam com este perímetro. No local, a emissão de matéria em combustão foi também o principal mecanismo para ignição de materiais combustíveis existentes nos parques das empresas, que causaram os danos observados nos edifícios.

## 2.5 Incêndio de Campia, Vouzela

O incêndio florestal de Campia, Vouzela teve início às 17:21 do dia 15 de outubro (Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018). Por volta das 23:30, do dia 15 de outubro, proveniente da direção su-sudoeste, o referido incêndio atingiu o perímetro sul da Zona Industrial de Oliveira de Frades, tendo afetado algumas das empresas que confinavam com o perímetro. Esta hora de chegada foi relatada durante a visita à Zona Industrial, sendo confirmada pelas informações presentes no

Relatório da CTI 2 (Comissão Técnica Independente *et al.*, 2018) que analisa estes incêndios. A distância entre o perímetro sul da Zona Industrial e o local de origem do incêndio é de cerca de 10 km.

Como verificado nos restantes incêndios deste dia, este incêndio propagouse com projeções sucessivas e forte emissão de material em combustão que aumentaram em grande proporção a sua velocidade. Esta emissão de matéria em combustão, aliadas à convecção e radiação produzidas pelo incêndio em povoamento florestal, contribuíram para a ignição dos combustíveis florestais existentes no perímetro sul da Zona Industrial de Oliveira de Frades.

### 3. Zonas industriais afetadas pelos incêndios florestais

#### 3.1 Polo Industrial do Freixo, Mortágua

O Polo Industrial do Freixo (PIF) (figura 2) está localizado na União de Freguesias de Mortágua, Vale de Remígio, Cortegaça e Almaça, no concelho de Mortágua, sendo a localidade mais próxima é a aldeia de Freixo. Este Polo Industrial é limitado a norte, este e sul pelo Rio Criz e a oeste pela Estrada Nacional 228.

O Polo Industrial do Freixo está numa área classificada como espaço florestal pelo Plano Diretor Municipal (PDM) de Mortágua e nunca foi alvo de Plano de Pormenor (PP). Assim, o único Instrumento de Ordenamento Territorial aplicável é o PDM. O Polo Industrial do Freixo está rodeado em todo o seu perímetro por terrenos classificados como florestais e agrícolas. Apesar disso, nenhum destes terrenos constitui parte da Reserva Agrícola Nacional ou da Reserva Ecológica Nacional. Este Polo é composto por dois lotes, estando ambos já ocupados à data do incêndio florestal que o afetou.

Após a ocorrência do incêndio florestal de Vilarinho, não se observaram mudanças do tipo de indústrias instaladas nem aumento das áreas construídas/ lotes de terreno onde estão instaladas. Os lotes são ocupados por uma empresa de produção de energia elétrica através da queima de biomassa proveniente de resíduos florestais e por uma empresa de produção de *pellets* de madeira.





**Fig. 3** - Ortofotomapa dos Polos I e II da Zona Industrial de Mira.

Na ZIM, aquando afetada pelo incêndio florestal de Quiaios, estavam localizadas empresas de produção de substratos e compostos orgânicos para a agricultura, injeção e moldagem de produtos plásticos, serrações, carpintarias e produção de têxteis. Além destas empresas, ainda existiam lotes ocupados com armazéns de matéria-prima e produtos acabados dos setores alimentar e de construção civil. Em junho de 2020, verificou-se que ainda existiam no Polo II da ZIM lotes sem ocupação, sendo que a maioria das novas instalações de edifícios, após o incêndio de Quiaios, se destinavam ao armazenamento de produtos alimentares.

### 3.3 Zona Industrial de Oliveira do Hospital

A Zona Industrial da Oliveira do Hospital (ZIOH) (figura 4) está localizada na União de Freguesias de Oliveira do Hospital e São Paio de Gramaços, concelho de Oliveira do Hospital, junto à entrada este da Cidade de Oliveira do Hospital.

A Zona Industrial de Oliveira do Hospital está numa área classificada como Espaço de Atividade Económica no Plano Diretor Municipal (PDM) de Oliveira do Hospital, tendo sido alvo de Plano de Pormenor (PP) em 1992, publicado pela Portaria n.º 393/1994. Esta Zona Industrial é rodeada em todo o seu perímetro por uma Área Verde de Proteção e Enquadramento, prevista em sede de PDM e PP, mas que não se encontrava materializada à data do incêndio.

Esta Zona Industrial é composta por 60 lotes para instalação de indústrias, armazéns, comércio e serviços, perfazendo uma área total de ocupação de 236 684 m<sup>2</sup>. Desses lotes, 50 já estavam ocupados com empresas dos setores industrial de comércio e serviços, como carpintarias, produção de produtos de retrosaria, armazéns de materiais de construção, indústria alimentar, oficinas, gráficas e retalhistas de eletrodomésticos. Esta ocupação já se verificava consolidada à data do incêndio. À data, os 10 lotes, obtidos pela revisão do PP de 2010, ainda se encontravam por ocupar.



Fig. 4 - Ortofotomapa da Zona Industrial de Oliveira do Hospital.

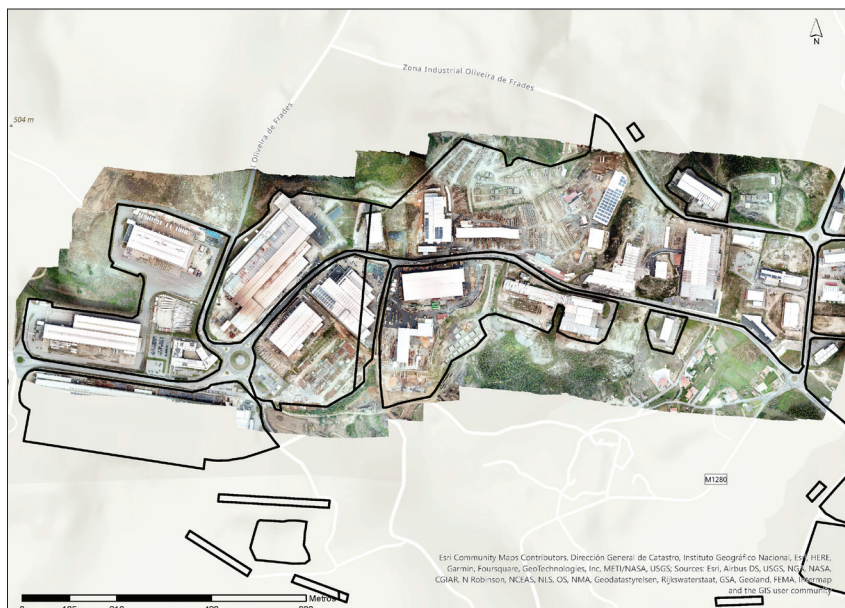


de veículos de recolha de leite e indústria de cerâmica sanitária. Posteriormente ao incêndio foram instaladas mais três empresas, levando à ocupação de lotes vazios. As empresas que se instalaram dedicam-se à indústria de produção de substratos para a agricultura e à prestação de serviços.

### **3.5 Zona Industrial de Oliveira de Frades**

A Zona Industrial de Oliveira de Frades (ZIOF) (figura 6) está localizada na freguesia de Pinheiro e na união de freguesias de Oliveira de Frades, Souto de Lafões e Sejães, no concelho de Oliveira de Frades. Esta Zona Industrial é delimitada a este pelas localidades de Vilarinho e Oliveira de Frades, a sul pelas localidades de Travassós e Couço, a oeste pelas localidades de Porto Ferreiro e Alto da Cumeieira e por fim, a norte pelas localidades de Felgueiras, Pinheiro de Lafões, Travanca e Boavista. Esta ZI está numa área classificada como Espaço de Atividades Económicas pelo Plano Diretor Municipal de Oliveira de Frades e foi alvo de Plano de Pormenor em 1993, aprovado pela Portaria n.º 745/1993. A ZIOF é rodeada no seu perímetro por terrenos arborizados, categorizados no PDM como Espaço Florestal de Conservação e que, portanto, não pertencem à Reserva Agrícola Nacional nem à Reserva Ecológica Nacional.

A ZIOF é composta por 175 lotes, sendo 90 lotes relativos à primeira versão do PP e 85 lotes relativos a retificação realizada em 2014. Estes 175 lotes correspondem a uma área total de 1 644 902 m<sup>2</sup>. Alguns dos lotes contíguos foram unificados, por forma a responder às necessidades das empresas de terem espaços industriais maiores. Com esta unificação permitiu-se que houvesse o cumprimento de regras de área de implantação máxima e afastamento do perímetro dos lotes inscritas no PP. Apesar da existência de 175 lotes, alguns não se encontravam materializados nem ocupados em setembro de 2020. Em termos de atividades instaladas, verifica-se a existência de empresas ligadas à metalomecânica, à transformação de produtos de madeira para a construção e agricultura, carpintarias, produção, armazenamento e venda de produtos para a construção civil, reparação de veículos automóveis e do setor alimentar.



**Fig. 6** - Ortofotomapa da área sul da Zona Industrial da Oliveira de Frades.

Quando comparada com outras Zonas Industriais visitadas, esta é fortemente dominada pela topografia que existe no local. Dessa forma, o local onde foi construída esta ZI não é plano, como tipicamente se encontra em Portugal. Na ZIOF encontra-se uma ocupação mista, existindo edifícios utilizados para a indústria, comércio, armazéns e serviços.

### 3.6 Zona Industrial da Graça, Pedrogão Grande

A Zona Industrial da Graça (ZIG) (figura 7) está localizada na freguesia de Graça, concelho de Pedrogão Grande. A zona é delimitada a norte e a este pela localidade de Outão, a sul pelas localidades de Altardo e Carvalheira Pequena e a oeste pela localidade de Pinheiro Bordalo. A Zona Industrial da Graça está numa área classificada como Espaço de Atividades Económicas no Plano Diretor Municipal de Pedrogão Grande. Essa ZI não foi alvo do Plano de Pormenor, assim como as demais Zonas Industriais do concelho, que seguem apenas as regras preconizadas no PDM.



## 4. Espaços industriais afetados pelos GIF

Os lotes e edifícios de 36 empresas afetadas pelos GIF de 2017 foram objeto de análise nas respectivas zonas industriais visitadas. Nos edifícios, foram avaliados três aspetos principais nestes, o tipo de estrutura, o sistema de fachada e o tipo de cobertura. Esta análise serviu para verificar os materiais utilizados e, por consequência, a extensão dos danos sofridos após a sua exposição ao fogo. Em relação aos lotes, foi avaliado o afastamento dos edifícios ao perímetro dos lotes e a existência de matérias-primas e produtos acabados armazenados no exterior, tentando perceber se estes tiveram contribuição para os danos sofridos pelos edifícios. Além disso, avaliou-se ainda a existência de impermeabilização de áreas não cobertas dos lotes, com pavimentos de betão de cimento ou asfáltico. Por último, verificou-se a existência de equipamentos de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, tanto no interior dos edifícios, como no exterior.

### 4.1 Estruturas

Os edifícios industriais afetados pelos incêndios florestais, na maioria dos casos, tinham estruturas metálicas (61,6 %) ou em betão armado (30,4 %). Em menor percentagem, também se verificou que alguns edifícios industriais tinham estruturas em madeira (4,6 %) ou mistas em aço e betão (2,6 %). A existência de estruturas de alvenaria de pedra estrutural é reduzida, representando 1,1 %. A TABELA II apresenta o tipo de estruturas observadas durante as visitas e a sua distribuição pelas Zonas Industriais visitadas.

Os materiais constituintes das estruturas apresentam diferentes comportamentos em situação de incêndio, pelo que se deve ter um cuidado acrescido aquando da construção dos edifícios. Como se verifica pela análise da TABELA II, a maioria das estruturas existentes na área em estudo são constituídas em aço e betão armado.

Nos edifícios com estruturas de aço, observaram-se danos como a encurvadura ou o colapso (fotografia 1a) de pilares e vigas, cuja reparação só era possível através da substituição por novos elementos estruturais. A encurvadura dos pilares e das

TABELA II - Tipos de estruturas existentes nos edifícios analisados.

Zonas Industriais	Aço (%)	Mista aço-betão (%)	Betão armado (%)	Betão pré-fabricado (%)	Alvenaria de pedra (%)	Madeira (%)
PIF	50,0	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0
ZIM	66,2	0,0	33,8	0,0	0,0	0,0
ZIOH	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0
ZIT	70,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0
ZIOF	68,8	2,8	18,8	0,0	0,0	9,7
ZIG	37,5	0,0	52,5	0,0	10,0	0,0
Total	61,6	2,6	30,4	0,0	1,1	4,3

vigas deveu-se ao aquecimento diferencial e à extensão térmica sofrida por estes elementos estruturais. À temperatura ambiente, as imperfeições da secção de aço inerentes ao processo de fabrico produzem naturalmente excentricidades na carga de serviço aplicada às secções, o que pode levar à encurvadura mecânica. O aquecimento diferencial e a extensão térmica das secções de aço podem aumentar essas excentricidades. Quando combinadas com uma restrição provocada pela estrutura envolvente, os fenómenos de encurvadura induzidos termicamente, tanto locais como gerais, são mais pronunciados nas secções de aço. Na maioria dos casos, o colapso foi, por vezes, o estado final das estruturas desta tipologia. Tal facto deveu-se à encurvadura térmica e mecânica e, também, à redução das propriedades mecânicas do aço quando sujeito a altas temperaturas. Esta redução das propriedades mecânicas foi maior nos elementos estruturais em que a temperatura foi mais elevada, fazendo com que os elementos de aço deixassem de ser capazes de suportar as cargas mecânicas de serviço. No entanto, estes fenómenos não foram uma regra geral para todos os edifícios com estrutura metálica, uma vez que algumas estruturas podem ser reparadas e colocadas novamente a serviço.

Nas estruturas de betão armado, observou-se a existência de *spalling* e fissuração nos elementos de betão (fotografia 1b), mantendo-se, na maioria dos casos, a capacidade de carga dos elementos. O *spalling* no betão traduziu-se numa redução da secção transversal do elemento estrutural, com desintegração e perda de material, levando, em algumas situações, à exposição dos varões de aço das armaduras ao fogo, contribuindo para a redução da capacidade de suporte de cargas estruturais.



**Fot. 1** - Danos em estruturas de edifícios industriais:

- a) Colapso de estruturas de aço sem proteção; b) *Spalling* em elementos de betão armado e destacamento de alvenaria cerâmica (Itecons, 2018).

Nos casos de exposição severa ao fogo, o colapso dos elementos de betão armado deveu-se à perda de resistência das armaduras e consequente perda de resistência, deformação e encurvadura dos vários elementos. A tensão de tração nos elementos de betão armado sob cargas de flexão em situações de serviço conduziu à fissuração do betão devido à extensão térmica transiente. Em situações de serviço, a fendilhação do betão é mantida sob controlo pelos varões longitudinais das vigas devido ao facto de a tensão de tração resistente do aço ser superior à do betão. O aumento da temperatura também conduziu a fenómenos de alongamento térmico e, como a extensão térmica não restringida das armaduras de aço é maior do que a do betão, a fissuração do betão expandiu significativamente. Nalgumas situações, a fissuração do betão levou ao destacamento de blocos do betão, nomeadamente quando o recobrimento das armaduras de aço é muito reduzido, expondo totalmente a armadura ao fogo. Em alguns casos extremos de exposição ao fogo ou de concentração de tensões mecânicas, alguns dos elementos de betão armado colapsaram quando a capacidade mecânica dos varões de aço diminuiu devido à temperatura elevada e deixaram de ter capacidade de carga. Nestes casos, foi necessário proceder à sua demolição.

Nos elementos estruturais mistos de aço e betão, os danos observados foram semelhantes aos verificados nos elementos de aço ou de betão armado, com encurvadura e colapso dos elementos de aço e fragmentação do betão. Os edifícios de estrutura em madeira foram totalmente consumidos pelo fogo, substituindo

apenas as lajes de fundação em betão. Em contrapartida, os edifícios de alvenaria de pedra mantiveram a sua capacidade estrutural, apesar da combustão das estruturas em madeira da cobertura e dos pisos.

## 4.2 Fachadas

As fachadas dos edifícios analisados apresentaram dois comportamentos distintos durante os GIF de 2017. Se, por um lado, algumas fachadas foram estanques ao incêndio, impedindo que as chamas atingissem o interior dos edifícios, por outro lado, algumas fachadas apresentavam baixa resistência ao fogo, não sendo capazes de resistir à exposição ao fogo deixando o mesmo entrar. Uma percentagem significativa dos edifícios observados apresentava fachadas que utilizavam tijolos cerâmicos ou blocos de betão, em paredes de alvenaria não estruturais de pano único em toda a altura do edifício (34,8 %). Outro caso habitual observado era o de paredes de alvenaria, com uma altura média de dois metros, sendo o resto da fachada revestido com chapa de aço perfilada (44,9 %) ou com painéis *sandwich* com núcleo de poliuretano (PUR) (2,5 %). Em outros casos, as fachadas eram apenas revestidas com chapa de aço perfilada (7,4 %) com aberturas, como janelas e pontos de acesso para máquinas (10,3 %). A utilização de madeira nas fachadas apenas se verificou num edifício, no qual a estrutura do mesmo também era de madeira. Visto que este edifício foi consumido completamente pelo fogo, as fachadas de madeira foram excluídas da análise de danos. A TABELA II apresenta pormenores sobre o tipo de revestimento de fachada encontrado nas Zonas Industriais analisadas, bem como a sua distribuição.

TABELA III - Tipos de fachadas afetadas pelos incêndios florestais.

Zonas Industriais	Alvenaria (%)	Alvenaria e chapa simples (%)	Alvenaria e Painel <i>Sandwich</i> (%)	Chapa de aço simples (%)	Aberta (%)
PIF	10,0	50,0	0,0	0,0	40,0
ZIM	51,6	31,2	0,0	8,3	8,9
ZIOH	75,0	6,3	0,0	8,1	10,6
ZIT	30,0	0,0	70,0	0,0	0,0
ZIOF	17,5	69,4	1,3	8,8	3,1
ZIG	40,0	25,0	0,0	5,0	30,0
Total	34,8	44,9	2,5	7,4	10,3

Nas paredes de alvenaria de pano único, verificou-se a ocorrência de fissuração e destacamento da furação horizontal nas unidades de alvenaria de tijolo cerâmico ou de *spalling* nas unidades de alvenaria de blocos de betão (fotografia 2a). A fissuração e o destacamento nos tijolos cerâmicos foram causados por tensões de tração nas suas almas internas, provocadas pela retração térmica do material cerâmico. Os fenómenos de *spalling* nos blocos de betão são semelhantes aos fenómenos ocorridos em elementos estruturais de betão. Apesar da fendilhação, destacamento e *spalling* dos elementos de alvenaria, as fachadas com ambos os tipos de unidades de alvenaria mantiveram alguma capacidade de isolamento térmico e integridade ao fogo na maioria das situações observadas. O colapso das paredes de alvenaria foi, na maior parte dos casos, provocado pelo colapso dos elementos estruturais adjacentes. As fachadas em chapa de aço perfilada sofreram fenómenos de distorção e encurvadura devido à extensão térmica provocada pelas elevadas temperaturas desenvolvidas pela exposição ao fogo. As chapas de aço perfiladas eram fixas ao seu suporte por parafusos, provocando uma restrição à extensão térmica das chapas de aço perfiladas, conduzindo à encurvadura destas entre os pontos de fixação. Estes fenómenos conduzem à separação nas juntas verticais das chapas de aço perfiladas, permitindo a passagem de chamas, gases quentes e matéria inflamada através dos espaços criados pela separação. Nas fachadas com painéis *sandwich*, após a separação da chapa de aço exterior nas juntas verticais dos painéis, de forma semelhante ao que ocorreu nas fachadas com chapa de aço perfilada, observou-se que o material de isolamento do núcleo sustentou a propagação horizontal e vertical do fogo ao longo da fachada, devido à natureza inflamável do poliuretano (fotografia 2b). Quando ocorreu a separação das chapas de aço interior na zona das juntas dos painéis *sandwich*, o fogo entrou nos edifícios, destruindo totalmente equipamentos, matérias-primas e material acabado existente no seu interior.

A existência de aberturas nas fachadas, em zonas de armazenamento de matérias-primas ou com tapetes rolantes, permitiu a passagem de chamas, gases quentes e matéria inflamada para o interior do edifício, queimando todos os materiais combustíveis existentes no interior.



**Fot. 2** - Danos em fachadas: a) Destacamento e *spalling* de paredes de alvenaria; b) Distorção e encurvadura de chapas de aço após a combustão do núcleo de PUR dos painéis *sandwich* (Itecons, 2018).

#### 4.3 Coberturas

Tal como aconteceu com as fachadas, as coberturas apresentaram dois comportamentos distintos quando expostas ao fogo. Alguns revestimentos de cobertura proporcionaram resistência ao fogo em termos de isolamento térmico e estanquidade, impedindo a entrada do fogo nos edifícios industriais. Por outro lado, quando a resistência ao fogo era baixa, a cobertura tornou-se o ponto de entrada para o fogo propagando-se para o interior do edifício. Na maioria dos casos, observou-se que as coberturas apresentavam revestimentos em chapa de aço perfilado (78,8 %). Além disso, verificou-se que 8,6 % das coberturas analisadas tinham painéis *sandwich* com núcleo de poliuretano ou revestimento em chapa de aço perfilada com espuma de poliuretano projetada no interior. Constatou-se também a existência de 12,6 % de coberturas efetuadas com painéis de cimento com fibras de amianto, coberturas planas com seixo rolado e coberturas inclinadas com telha cerâmica. Na TABELA IV, são indicados os diversos tipos de sistema de cobertura que existiam nos edifícios industriais afetados.

Os danos observados nas coberturas com chapas de aço perfiladas foram semelhantes aos verificados nas fachadas com o mesmo material, ou seja, distorção e encurvadura das chapas (fotografia 3a). Nas coberturas com painéis *sandwich* de núcleo de poliuretano

TABELA IV - Tipos de telhados afetados pelos incêndios florestais.

Zonas Industriais	Chapa de aço simples (%)	Chapa de aço + PUR ou Pannel <i>Sandwich</i> PUR (%)	Outros (%)
PIF	100,0	0,0	0,0
ZIM	81,1	0,0	18,9
ZIOH	68,8	0,0	31,3
ZIT	0,0	70,0	30,0
ZIOF	82,5	15,0	2,5
ZIG	77,5	0,0	22,5
Total	78,8	8,6	12,6

observou-se, também, o destacamento da chapa de aço exposta ao fogo com posterior combustão do núcleo de isolamento térmico em poliuretano, contribuindo, assim, para a propagação do incêndio para o interior dos edifícios. Ainda que nas coberturas planas de seixo rolado não se tenham verificado danos devido ao carácter incombustível do material. Apesar disso, foram observados alguns danos em equipamentos instalados neste tipo de coberturas, como aparelhos de ar condicionado e respetivo isolamento da tubagem de cobre. Estes apresentavam marcas de queimaduras que poderão ser atribuídas à convecção de gases quentes ocorrida durante a passagem do incêndio florestal ou à projeção de matéria inflamada destes. As coberturas com chapas de fibrocimento não contribuíram para a propagação ou entrada do fogo nos edifícios, devido à sua natureza incombustível, mas levaram ao aumento da temperatura ambiente interior aquando da ocorrência de incêndio, provocando o colapso dos elementos estruturais que suportavam a cobertura (fotografia 3b).



Fot. 3 - Danos em coberturas: a) Distorção e encurvadura de chapas de aço perfilado; b) Colapso de coberturas com placas de fibrocimento (Itecons, 2018).

Para que houvesse luz natural no interior dos edifícios durante o período diurno, 75 % dos telhados tinham claraboias feitas com telhas translúcidas de policarbonato. A TABELA V mostra a distribuição da existência deste tipo de claraboias nas Zonas Industriais estudadas. A maioria das telhas translúcidas foram danificadas durante o incêndio, devido à natureza inflamável do seu material e à distorção sofrida devido ao ataque de gases quentes e matéria inflamada. Estas claraboias foram também o ponto de entrada de matéria inflamada, provocando a ignição de material armazenado no interior dos edifícios.

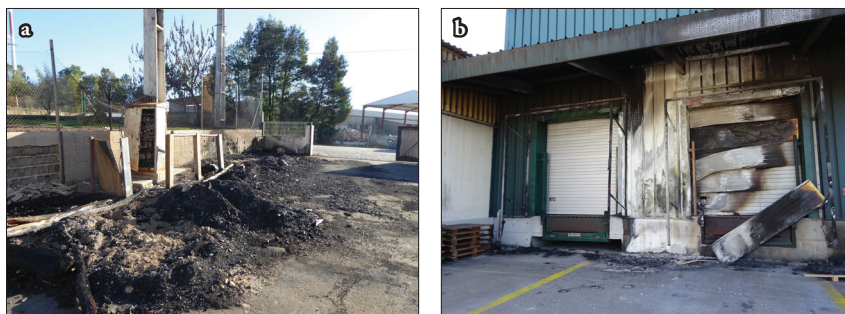
**TABELA V** - Existência de claraboias em edifícios afetados por incêndios florestais.

Zona Industriais	Sim (%)	Não (%)
PIF	50,0	50,0
ZIM	88,9	11,1
ZIOH	75,0	25,0
ZIT	100,0	0,0
ZIOF	75,0	25,0
ZIG	50,0	50,0
Total	75,0	25,0

#### 4.4 Espaços exteriores dos lotes

Nos espaços exteriores, verifica-se que quase todos os edifícios cumpriam os afastamentos ao perímetro dos lotes previstos nos Instrumentos de Ordenamento de Território, que ditam as regras para construção nestas Zonas Industriais. Normalmente este afastamento era de 10 a 20 m nas fachadas principais, sendo usualmente inferior nas fachadas laterais. Os Instrumentos de Ordenamento do Território, como os PDM e os PP, preveem estes afastamentos para garantir um afastamento às vias de circulação e entre edifícios de diferentes lotes. Adicionalmente, os espaços deixados pela criação destes afastamentos têm como intuito serem utilizados como zonas de estacionamento de veículos ou zonas de paisagismo, por forma a que não haja uma impermeabilização total dos lotes. Mas na prática, não era isso que se observava, quando ocorreram os GIF de 2017. Em 77,1 % dos espaços exteriores analisados, verificou-se a existência de armazenamento de matérias-primas e produtos acabados, tendo ardido completamente. Algum deste armazenamento

exterior era feito nas zonas previstas para estacionamento ou para zonas de paisagismo, aumentando assim a área do lote efetivamente ocupada (fotografia 4a). Os materiais armazenados no exterior eram, na sua maioria, combustíveis e encontravam-se armazenados junto às fachadas (fotografia 4b). Cerca de 80,6 % destes materiais foram ignificados por matéria inflamada ou pelo contacto direto com a frente de fogo dos incêndios florestais, contribuindo negativamente para a extensão dos danos causados pelo fogo nas fachadas e coberturas.



**Fot. 4** - Espaços exteriores de lotes com ocupados com materiais armazenados (Itecons, 2018).

Nos espaços exteriores utilizados para armazenamento, 55,3 % tinham pavimentos em betão de cimento ou betuminoso para impermeabilizar o solo (TABELA VI). Esta impermeabilização melhora as condições de circulação dos equipamentos de

**TABELA VI** - Espaços exteriores: armazenamento de material, material queimado e impermeabilização do solo.

Zonas Industriais	Armazenamento de produtos no exterior		Produtos armazenados em espaços exteriores queimados		Impermeabilização do solo de espaços exteriores	
	Sim (%)	Não (%)	Sim (%)	Não (%)	Sim (%)	Não (%)
PIF	100,0	0,0	100,0	0,0	75,0	25,0
ZIM	55,6	44,4	55,6	44,4	33,3	66,7
ZIOH	75,0	25,0	75,0	25,0	56,3	43,7
ZIT	100,0	0,0	100,0	0,0	50,0	50,0
ZIOF	79,7	20,3	87,5	12,5	60,0	40,0
ZIG	100,0	0,0	100,0	0,0	77,5	22,5
Total	77,1	22,9	80,6	19,4	55,3	44,7

movimentação de cargas, mas também contribui para que não ocorra o crescimento de ervas e combustíveis florestais finos que poderiam levar as chamas do incêndio florestal diretamente aos materiais armazenados. Os pavimentos em betão de cimento sofreram um baixo nível de *spalling*, uma vez que têm uma elevada capacidade para suportar as temperaturas elevadas. No betão betuminoso, o betume asfáltico foi queimado, deixando os agregados que o compunham sem coesão. A TABELA VI apresenta a distribuição dos espaços exteriores por Zona Industrial.

#### 4.5 Medidas de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

Relativamente à existência de medidas de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, verificou-se que apenas 36,1 % dos edifícios analisados tinha Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio (SADI). Quando analisada a existência de equipamentos de primeira intervenção, verificou-se que a maioria dos edifícios continham extintores de pó químico ABC. Mas quanto à existência de Redes Incêndio Armada (RIA) ou mesmo de Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndios (SAEI), verificou-se que apenas 22,2 % dos edifícios disponham destes equipamentos, devido ao facto de a maioria dos edifícios terem sido construídos antes da entrada em vigor do Regime Jurídico e do Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios, que em Portugal só ocorreu no ano de 2008 (Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de novembro, 2008; Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro, 2008), não havendo assim uma exigência para a existência deste tipo de equipamentos. A TABELA VII mostra a distribuição da existência de equipamentos de Segurança Contra Incêndios em Edifícios nos casos objeto de análise.

TABELA VII - Existência de SADI e RIA ou SAEI.

Zonas Industriais	Existência de SADI		Existência de RIA/SAEI	
	Sim (%)	Não (%)	Sim (%)	Não (%)
PIF	100,0	0,0	50,0	50,0
ZIM	22,2	77,8	22,2	77,8
ZIOH	0,0	100,0	0,0	100,0
ZIT	100,0	0,0	0,0	100,0
ZIOF	37,5	62,5	12,5	87,5
ZIG	50,0	50,0	75,0	25,0
Total	36,1	63,9	22,2	77,8

## 5. Recuperação de edifícios danificados pelos GIF

Nas visitas às Zonas Industriais efetuadas em 2020, foi possível verificar que a maioria dos edifícios danificados já se encontravam recuperados ou reconstruídos, mesmo nas situações em que os danos dos incêndios foram extensos. Nos próximos pontos são apresentadas as observações realizadas durante as visitas.

### 5.1 Estruturas

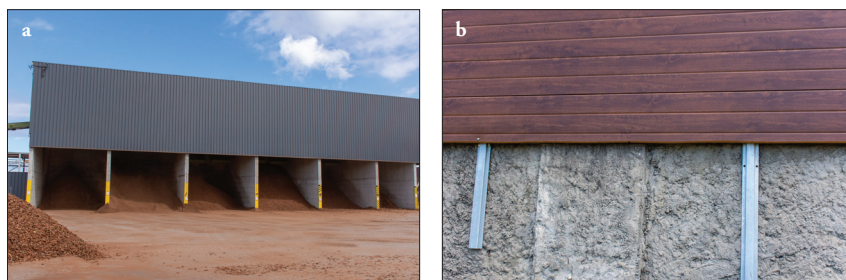
Nos edifícios reconstruídos, optaram, na maioria dos casos, por estruturas de aço (fotografia 5a). As estruturas de betão armado severamente danificadas foram demolidas e reconstruídas com o mesmo tipo de estrutura ou com betão armado pré-fabricado (fotografia 5b). As estruturas pré-fabricadas de betão armado eram praticamente inexistentes antes dos GIF de 2017 nas zonas industriais estudadas, apesar da utilização de algumas vigas pré-fabricadas de betão pré-esforçado em lajes aligeiradas de betão. As estruturas de betão com danos ligeiros de exposição ao fogo foram reparadas com argamassas de cimento, de modo a restaurar a sua capacidade estrutural. Entre os edifícios de estrutura de madeira afetados pelos incêndios, apenas um foi reconstruído com o mesmo tipo de estrutura.



**Fot. 5** - Edifícios reconstruídos:  
a) estrutura em aço; b) estrutura em betão pré-fabricado  
(Fotografias do acervo do projeto, tiradas em julho de 2020).

## 5.2 Fachadas

Nas paredes de fachada, a utilização de chapa de aço perfilada (figura 13a) foi dominante para reparar pequenos danos nos edifícios, uma vez que era o material originalmente utilizado. Quando os edifícios que utilizavam chapa de aço perfilada foram totalmente destruídos, observou-se a substituição por painéis *sandwich* com poliuretano (PUR) ou poliisocianurato (PIR), por forma a aumentar o conforto térmico do interior dos espaços. Os painéis *sandwich* estavam normalmente associados a uma parede interior de alvenaria de blocos de betão com uma altura média de dois metros. Esta alvenaria tem o intuito de evitar danos provocados por empilhadores nos painéis *sandwich*. Houve um único caso em que foram utilizados painéis *sandwich* com núcleo em lã de rocha para substituir a fachada danificada que tinha painéis *sandwich* com núcleo em PUR antes do incêndio. Além disso, foi detetada numa parede de alvenaria de tijolo cerâmico parcialmente danificada a instalação de painéis *sandwich* com núcleo em PUR sobre as paredes de alvenaria reparadas (fotografia 6b).



**Fot. 6** - Fachadas de edifícios após os GIF:

- a) Reparação de fachada com chapas de aço perfiladas;
  - b) Instalação de painéis *sandwich* PUR em parede de alvenaria reparada;
- (Fotografias do acervo do projeto, tiradas em julho de 2020).

## 5.3 Coberturas

Tal como nas paredes de fachadas reparadas com danos ligeiros em chapa de aço perfilada, as coberturas com este material apenas tiveram as chapas danificadas substituídas pelo mesmo material. Quando as coberturas estavam totalmente

danificadas, o revestimento de aço foi substituído, na maioria dos casos, por painéis *sandwich* com núcleo de PIR ou PUR. Apesar da adoção generalizada de painéis *sandwich* com núcleos de PIR ou PUR nas coberturas após os GIF de 2017, houve alguns edifícios em que foram aplicados painéis *sandwich* com núcleo em lã de rocha ou uma solução de cobertura *deck*, com chapa de aço perfilada na face interior, isolamento térmico com mantas de lã de rocha e tela em PVC no exterior. Contudo, para as coberturas planas com seixo rolado (utilizados anteriormente) mantiveram a solução.

#### 5.4 Espaços exteriores dos lotes

Quanto aos espaços exteriores, verificou-se que, na maioria dos edifícios, estes ainda são utilizados para armazenar materiais (maioritariamente, materiais combustíveis, como madeira ou os seus subprodutos). Em alguns edifícios ainda se observou o armazenamento de grandes dimensões de materiais combustíveis (fotografia 7a) e por vezes, próximos de paredes de fachada (fotografia 7b). Apesar disso, maioritariamente, estes materiais já não se encontram armazenados junto a paredes de fachada ou encontram-se, em menores quantidades, debaixo de um espaço coberto, com fachadas vazadas. Após os incêndios, registou-se também um aumento da impermeabilização do solo, criando assim espaços onde herbáceas e outros combustíveis florestais finos não se pudessem desenvolver.



**Fot. 7** - Espaços exteriores: a) Pilhas de material combustível de grande dimensão;  
b) Material combustível armazenado junto a fachadas.  
(Fotografias do acervo do projeto, tiradas em junho e setembro de 2020).

## 5.5 Medidas de Segurança Contra Incêndios em Edifícios

Nos edifícios que foram alvo de recuperação, verificou-se apenas a implementação de meios de primeira intervenção para o combate a incêndios, como extintores de pó químico ABC, ou a recuperação dos Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndio (SADI), Redes de Incêndio Armada (RIA) e Sistemas Automáticos de Extinção de Incêndios (SAEI) existentes. De salientar que nos edifícios objeto de completa reconstrução observou-se a instalação de SADI. Em alguns edifícios reconstruídos, também se verificou a instalação de RIA ou de SAEI. No entanto, detetou-se que um dos edifícios visitados se encontrava a operar sem que a RIA estivesse completamente concluída (fotografia 8).



**Fot. 8** - Rede de Incêndio Armada por concluir  
(Fotografia do acervo do projeto, tirada em junho de 2020).

## 6. Considerações finais

A análise das Zonas Industriais em estudo mostra que nem todas foram alvo de um Plano de Pormenor, fazendo com que as áreas de construção para cada lote e a salvaguarda da distância das fachadas relativamente ao perímetro dos lotes não esteja definida num Plano de Ordenamento do Território específico a cada uma delas. Como não têm um documento orientador, as áreas protegidas e condicionadas à construção não estão definidas. Apesar da ausência de regras de gestão territorial, estas zonas estão a ser ocupadas com espaços verdes. Neste sentido, deve-se precaver o tipo de espécies florestais a plantar nestas áreas.

A análise realizada aos tipos de sistemas construtivos usados em edifícios localizados em Zonas Industriais, antes e após os GIF de 2017, revela a necessidade do aumento da capacidade de resistência destes edifícios a incêndios industriais e florestais. A reparação e reconstrução de edifícios danificados com materiais de fraco desempenho após uma situação de incêndio, mostra que não houve reconhecimento ou preocupação com o seu comportamento quando exposto ao fogo. Os riscos inerentes a estes edifícios quando localizados na interface industrial-florestal foram amplamente ignorados. Em alguns dos edifícios reconstruídos, houve alguma consciencialização de que incêndios florestais como os GIF de 2017, poderiam voltar a acontecer e, por isso, houve a preocupação de utilizar na reconstrução materiais mais nobres, conferindo-lhe maior reação ao fogo e, conseqüentemente, melhor proteção desses edifícios relativamente a este risco. Os espaços de armazenamento exteriores continuam a ser um problema que precisa de análise cuidada, uma vez que alguns não dispõem de equipamentos adequados de deteção e supressão de incêndios que possam atenuar o crescimento e a propagação de incêndios nestas áreas. Além disso, continua a existir o problema dos materiais depositados, com cargas de incêndio elevadas e altamente combustíveis, que devem ser reduzidos e circunscritos, de modo a diminuir o risco de incêndio.

## Referências bibliográficas

- COMISSÃO TÉCNICA INDEPENDENTE (2017). *Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrogrão Grande, Castanheira de Pera, Ansião, Alvaiázere, Figueró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertã, entre 17 e 24 de junho de 2017*.  
URL: [https://www.parlamento.pt/Documents/2017/Outubro/RelatórioCTI\\_VF .pdf](https://www.parlamento.pt/Documents/2017/Outubro/RelatórioCTI_VF.pdf)
- COMISSÃO TÉCNICA INDEPENDENTE, Guerreiro, J., Fonseca, C., Salgueiro, A., Fernandes, P., Lopez Iglésias, E., de Neufville, R., Mateus, F., Castellnou Ribau, M., Sande Silva, J., Moura, J. M., Castro Rego, F., & Caldeira, D. N. (2018). *Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental*.  
URL: <https://www.parlamento.pt/Documents/2018/Marco/RelatorioCTI190318N.pdf>
- Decreto-Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro, 1ª série Diário da República 220 (2008).  
URL: <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/decreto-lei/2008-72828985>
- Itecons - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA A CONSTRUÇÃO, ENERGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (2017). *Avaliação de danos e prejuízos na sequência dos incêndios com início a 17 de junho - Relatórios de Consultoria Técnica*.
- Itecons - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA A CONSTRUÇÃO, ENERGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (2018a). *Avaliação de danos e prejuízos na sequência dos incêndios com início a 17 de junho - Relatórios de Consultoria Técnica*.
- Itecons - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA A CONSTRUÇÃO, ENERGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (2018b). *Avaliação de danos e prejuízos na sequência dos incêndios ocorridos no dia 15 de outubro de 2017 - Relatórios de Consultoria Técnica*.
- Itecons - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO PARA A CONSTRUÇÃO, ENERGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE (2019). *Avaliação de danos e prejuízos na sequência dos incêndios ocorridos no dia 15 de outubro de 2017 - Relatórios de Consultoria Técnica*.
- Portaria n.º 1532/2008 de 29 de dezembro, 1ª série Diário da República 250 (2008).  
URL: <https://dre.pt/dre/legislacao-consolidada/portaria/2008-135056016>

## CONCLUSÃO

Os grandes incêndios florestais registados nas últimas décadas nos Estados Unidos da América, Canadá, Austrália, Sul da Europa e em especial em Portugal, evidenciaram a vulnerabilidade da chamada interface urbano-florestal. Muito embora o fogo possa iniciar-se em edifícios a partir de projeções a longa distância de material vegetal em combustão, em muitas situações as características da vegetação vizinha podem ser determinantes para os danos causados em construções, nomeadamente em zonas industriais. Nestas zonas, para além da possibilidade de perda de vidas humanas e da perda de infraestruturas e equipamentos devido ao fogo, há a acrescentar o drama social da perda de emprego devido ao encerramento das indústrias. Esta soma de efeitos negativos traduz a importância da prevenção de incêndios em zonas industriais, quer através de medidas de gestão da vegetação quer através da melhoria dos padrões de construção.

O projeto PCIF/MOS/0129/2018 InduForestFire - Metodologias Interdisciplinares para a Proteção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais, dedicou-se ao estudo da propagação e efeitos dos incêndios florestais em zonas industriais e a propor medidas de prevenção contra incêndio nestas zonas. Este projeto foi inovador relativamente a outros projetos de investigação sobre risco de incêndio em zonas de interface urbano-florestal, na medida em que pela primeira vez foi possível reunir conhecimentos e valências na área da gestão da vegetação e na área da construção de edifícios. O projeto estudou seis zonas industriais do Centro de Portugal afetadas pelos incêndios de 2017, mas as conclusões são aplicáveis a outras zonas industriais do país localizadas em zonas com elevado risco de incêndio.

No que toca à gestão da vegetação junto a zonas industriais, os resultados do projeto apontam para uma baixa eficácia das normas legais em vigor, na medida em que não foi possível obter diferenças significativas na comparação do comportamento do fogo em faixas de gestão de combustível, relativamente a áreas confinantes não geridas. Em particular, foi demonstrado experimentalmente um agravamento dos fatores meteorológicos (temperatura, vento e humidade) devido à remoção do arvoredo nas faixas de gestão de combustível. Por outro lado, os resultados do projeto reforçam as conclusões já obtidas noutros trabalhos relativamente

às vantagens da manutenção de um coberto de folhosas, em comparação com outro tipo de florestas. Simulações de comportamento do fogo em volta de zonas industriais, demonstraram que incêndios florestais que excedem a capacidade de supressão (comprimento de chama  $>4$  m) em pinhal ou eucaliptal, podem ser eficazmente suprimidos sob meteorologia extrema (comprimento de chama=1,4 m) e facilmente suprimidos sob meteorologia padrão (comprimento de chama=0,8 m), num cenário de substituição por folhosas.

Ao nível das infraestruturas em zonas industriais, foram estudadas e são propostas alternativas de construção de paredes de fachada e cobertura que evitam a ignição e a propagação do incêndio, não só na escolha dos materiais mais adequados para uma reação ao fogo melhorada, como na definição de soluções construtivas que mitigam a probabilidade do incêndio se propagar para o seu interior ou para construções adjacentes. Neste projeto foi ainda estudada a propagação do incêndio no interior da própria zona industrial de forma a propor alternativas ao nível da malha construtiva.

Pretende-se com estes resultados contribuir para uma melhoria no normativo legal quer no que toca às regras de construção quer no que diz respeito à gestão da vegetação para prevenção de incêndios. A implementação destas medidas pode e deve ser feita tanto ao nível do governo central como pelos municípios e suas associações, podendo delas beneficiar as zonas industriais existentes e as que venham a ser construídas no futuro.

## **SOBRE OS AUTORES**

### **Aline Lopes Camargo (Orcid: 0000-0003-4042-5524)**

Professora Auxiliar Convidada na Universidade de Coimbra. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais (2003) e mestrado em Engenharia de Estruturas pela Universidade Federal de Minas Gerais (2010). Doutorado em Arquitetura pela Universidade de Coimbra (2019) e Doutorado em Engenharia de Estruturas pela UFMG (2019), em regime de cotutela.

### **Aline Silva de Oliveira (Orcid: 0000-0002-0586-214X)**

Investigadora no Centro de Ecologia Funcional da Universidade de Coimbra e na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra. Realizou o pós-doutoramento em Gestão da Floresta Contra Incêndios, no âmbito do projeto InduForestFire (PCIF/MOS/0129/2018), financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia). Possui doutoramento em Meteorologia Aplicada pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (Brasil) e mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais pelo Departamento de Cartografia da Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil).

### **Bruno A. Aparício (Orcid: 0000-0002-2958-1430)**

Aluno de doutoramento em Engenharia Florestal e Recursos Naturais no Centro de Estudos Florestais da Universidade de Lisboa e investigador da USDA Forest Service ao abrigo do International Visitor Program em Corvallis, Oregon. Possui o mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

### **Cristina Calmeiro dos Santos (Orcid: 0000-0001-9764-2592)**

Professora Adjunta no Instituto Politécnico de Castelo Branco. Licenciada em Engenharia Civil, em 1995, Mestre em Engenharia Civil, especialização em Ciências da Construção, em 2003, Doutorada em Engenharia Civil, especialização em Estruturas, em 2012, pela Universidade de Coimbra. Título Profissional de Especialista em Engenharia de Segurança, Ordem dos Engenheiros. Orientadora e Revisora de diversos trabalhos publicados, com especial destaque nas áreas segurança contra incêndio em edifícios e segurança de estruturas ao fogo.

**Deives Junior de Paula (Orcid: 0000-0003-0356-4074)**

Investigador e Técnico Superior no Itecons – Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade. Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia Industrial em 2000, Engenheiro de Telecomunicações pela FAAP em 2003, mestrado em Habitação em Tecnologia de Construção de Edifícios em 2014 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Atuou como Investigador do Laboratório de Segurança ao Fogo e a Explosões (LSFEx) do IPT na área de sistemas de proteção e combate ao incêndio entre dezembro/2012 a setembro/2020. Representou o IPT no Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio CB-24, da Associação Brasileira de normas Técnicas (ABNT) em comissões de normalização na área da proteção ativa para edificações. Professor convidado nos cursos de mestrado em Habitação do IPT/SP, de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho do PECE – USP e de Engenharia de Segurança Contra Incêndio na Universidade Federal de Pernambuco. Membro do Conselho Diretor da Albrasci - Associação Luso Brasileira de Segurança ao Incêndio, desde outubro/2019. Atualmente é Doutorando em Engenharia de Segurança ao Incêndio na Universidade de Coimbra desde setembro de 2020. Participou como investigador convidado no projeto "Metodologias Interdisciplinares para a Protecção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais" - IndusForestFire e como Bolseiro de Investigação do Projeto "Desenvolvimento de melhores práticas e normas para construções e suas envolventes em áreas de risco de incêndio florestal" *House-Refuge*.

**Domingos Patacho**

Quadro técnico da ONG Quercus, – Associação Nacional de Conservação da Natureza, para área da conservação dos ecossistemas florestais. É licenciado em Ciências Florestais e Recursos Naturais, pela Escola Superior Agrária, do Instituto Politécnico de Coimbra. Foi Secretário do Direção do FSC Portugal - Associação para uma Gestão Florestal Responsável. Orador e palestrante em dezenas de eventos técnicos e científicos, nomeadamente sobre questões relacionadas com a regulamentação técnica das faixas de gestão de combustível.

**Maria Luiza Calderaro Moreira (Orcid: 0000-0002-8010-0030)**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Brasil, em 2021. Mestranda em Engenharia de Estruturas pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Estruturas (PROPEES), pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil, desde abril/2022. A pesquisa de mestrado, em andamento, aborda a modelagem de incêndio interno e de interface urbano-florestal em edifícios industriais, bem como a avaliação do comportamento ao fogo da estrutura metálica. Investigadora no projeto "Metodologias Interdisciplinares para a Protecção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais" – IndusForestFire.

**Miguel Mendonça Pacheco (Orcid: 0000-0002-0405-7384)**

Técnico Superior no Centro Operacional de Vigilância Sísmica dos Açores, do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. Licenciado em Protecção Civil e Gestão de Riscos pela Universidade dos Açores e mestrado em Gestão Ambiental pela Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra onde colaborou no projeto IndusForestFire, na sua dissertação sobre o “Efeito da Gestão de Combustíveis e da Composição Florestal no Comportamento do Fogo”.

**Paulo M. Fernandes (Orcid: 0000-0003-0336-4398)**

Engenheiro florestal e doutorado em Ciências Florestais. Atualmente é Professor Associado na Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, investigador do Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB) e investigador do Laboratório Colaborativo ForestWISE. Integrou a Direção da International Association of Wildland Fire e as comissões técnicas independentes e observatório técnico independente da Assembleia da República que respetivamente analisaram os incêndios de 2017 e acompanharam os desenvolvimentos subsequentes.

**Pedro Miguel Castiço Barbosa**

Licenciado em Arquitectura pela Faculdade de Arquitectura da Universidade Moderna de Lisboa. Membro da Ordem dos Arquitectos. Formação em segurança contra incêndio – Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Quadro Técnico

superior da Câmara Municipal de Lisboa. Entre janeiro de 2007 e maio de 2011, exerceu funções na área de resposta operacional no Departamento de Proteção Civil de Lisboa - Divisão de Planeamento e Operações. Em maio de 2011 foi nomeado Chefe da Divisão de Operações do Departamento de Proteção Civil da Câmara Municipal de Lisboa, função exercida até 2017. De setembro de 2017 até à presente data, exerce o cargo de Diretor de Serviços de Segurança Contra Incêndio em Edifícios da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. Representante da ANEPC no grupo de trabalho do Código da Construção

**João Paulo Correia Rodrigues (Orcid:0000-0002-6865-7995)**

Licenciado em Engenharia Civil pela UC, em 1991 e concluiu o Mestrado em Engenharia Civil na área de Estruturas pela UC, em 1994. Concluiu o Doutorado em Engenharia Civil no Instituto Superior Técnico (IST) da Universidade Técnica de Lisboa (UTL), em 2001 e a Agregação em Engenharia Civil na Universidade de Lisboa (UL), em 2014. Desenvolveu toda a sua carreira profissional no Departamento de Engenharia Civil (DEC) da UC, tendo ingressado em 1992. As áreas de interesse na investigação concentram-se em: (i) segurança contra incêndio de estruturas; (ii) comportamento de materiais estruturais e não estruturais a altas temperaturas; (iii) engenharia de segurança contra incêndio (projeto de incêndio baseado no desempenho). Professor da Universidade de Coimbra (UC) e da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no Brasil. É também autor de cerca de cinco centenas de publicações científicas e orientou centenas de estudantes de mestrado e doutoramento na área de Engenharia de Segurança contra Incêndios. É coordenador do Mestrado em Engenharia de Segurança aos Incêndios Urbanos e Doutorado em Engenharia de Segurança ao Incêndio da Universidade de Coimbra, em Portugal, tendo sido o responsável pela sua criação. Participou também ativamente em vários grupos de trabalho internacionais: *W014-Fire Safety* do Conselho Internacional de Investigação e Inovação na Construção (CIB), HTC e *HPB-Concrete Properties at High Temperatures* da International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Sistemas e Estruturas (RILEM), *TC3-Fire* da Convenção Europeia para Estruturas Metálicas para Construção (ECCS), TG 4.3-Projeto de Estruturas de

Concreto ao Fogo da Federação Internacional de Concreto Estrutural (fib), TC92 SC4-Engenharia de Segurança contra Incêndios da Organização Internacional de Normalização (ISO) e TU0904-Engenharia e Resposta Integrada a Incêndios e FP1404 – Segurança contra Incêndios de Produtos de Construção de Base Biológica da Cooperação Europeia em Ciência e Tecnologia (COST). Atualmente é coordenador da comissão CIB W014 e Vice-Presidente da Associação Luso-Brasileira de Segurança contra Incêndios (ALBRASCI). Investigador Responsável do projeto "Metodologias Interdisciplinares para a Protecção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais" – IndusForestFire.

**Joaquim Sande Silva (Orcid: 0000-0001-6604-6878)**

Professor com Agregação na Escola Superior Agrária (ESAC) do Instituto Politécnico de Coimbra, onde leciona várias disciplinas sobretudo na área da ecologia do fogo e da prevenção de incêndios. É coordenador na ESAC da Licenciatura em Ciências Florestais e Recursos Naturais e é autor de 44 publicações científicas em revistas indexadas, sobretudo na área da ecologia do fogo e da ecologia das espécies invasoras. Foi corresponsável pelo projeto de investigação InduForestFire, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, tendo coordenado todo o trabalho de investigação realizado pela ESAC no âmbito deste projeto.

**Jorge Brito**

Jorge Brito, Secretário Executivo Intermunicipal da CIM Região de Coimbra, integra a Agenda Urbana da UE - Cultura de Parceria / Património Cultural e é Perito da Comissão Europeia / TAIEX - Assistência Técnica e Intercâmbio de Informações. Foi membro do conselho de administração da incubadora Instituto Pedro Nunes, chefe do Gabinete de Apoio ao Investidor do Município de Coimbra, coordenador do Centro Europa *Direct* na região de Coimbra, Mentor da Rede Nacional de *Mentoring*, vereador permanente do Município de Seia, e membro da Assembleia Intermunicipal da Comunidade Intermunicipal da Serra da Estrela. Foi ainda fundador da Associação para o Desenvolvimento Integrado da Rede de Aldeias de Montanha e Investigador do Centro de Estudos Sociais / OSIRIS da Universidade de Coimbra (UC).

É doutorando em Território, Risco e Políticas Públicas. Instituto de Investigação Interdisciplinar da Universidade de Coimbra, tem um M.S. em Geociências - Especialização em Território Espacial e Ambiente pela Faculdade de Ciências da UC; Pós-graduado em Dinâmica Sociais e Riscos Naturais pela Faculdade de Economia da UC, e é geógrafo - Especialista em Estudos Ambientais pela Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.

**José Gaspar (Orcid: 0000-0002-6500-2918)**

Investigador no Centro de Estudos em Recursos Naturais e Ambiente (Portugal), Professor Coordenador Convidado na Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra (Portugal), Presidente do Conselho de Administração da FlorestGal - Empresa de Gestão e Desenvolvimento Florestal, S.A. Possui o doutoramento em Ciências Aplicadas ao Ambiente pela Universidade de Aveiro e mestrado em *Environmental Remote Sensing* pela Aberdeen University (Scotland- UK).

**José Lopes**

José Lopes, Técnico Superior da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra e responsável pelo Gabinete Técnico Florestal Intermunicipal. Integra como representante técnico da CIM RC a Comissão Regional e Sub-Regional de Gestão Integrada de Fogos Rurais da Região Centro e da Região de Coimbra. Foi Investigador do Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra. É mestre em Dinâmicas Sociais, Riscos Naturais e Tecnológicos pela UC, Pós-Graduado em Proteção Civil pela Universidade Aberta, Pós-Graduado em Coordenador Municipal de Proteção Civil pelo ISCIA e licenciado em Eng. De Recursos Florestais pela ESAC.

**José Pedro Lopes (Orcid: 0000-0001-5954-9768)**

Vogal da Direção da Escola Nacional de Bombeiros e Professor contratado pelo Instituto Superior de Educação e Ciências. Possui licenciatura em Engenharia Civil, pelo Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica Portuguesa (1986). Pós-graduou-se em Segurança aos Incêndios em Edifícios (2006) e concluiu o

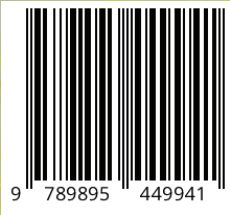
Mestrado em Segurança aos Incêndios Urbanos (2010), pelo Departamento de Engenharia Civil, da Universidade de Coimbra, em conjugação com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil. É Especialista com provas públicas, em Proteção de Pessoas e Bens, pelo Instituto Politécnico de Castelo Branco (2020).

**Ricardo Filipe Jesus Neves (Orcid: 0009-0003-7892-8415)**

Chefe de equipa no Serviço de Salvamento e Luta Contra Incêndios no Aeroporto Humberto Delgado. Licenciado em Engenharia da Proteção Civil pelo Instituto Superior de Educação e Ciências em Lisboa, Pós-Graduado em Incêndios Florestais pelo Instituto Superior de Administração e Gestão de Santarém e Mestrado em Recursos Florestais pela Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra onde colaborou no projeto InduForestFire, na sua dissertação sobre o "Estudo da micrometeorologia e comportamento do fogo em três tipos de floresta da Região Centro de Portugal".

**Rúben F. R. Lopes (Orcid: 0000-0003-3423-1950)**

Investigador e Técnico Superior do Itecons – Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade e do CERIS. Aluno de Doutoramento em Engenharia de Segurança ao Incêndio do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, com mestrado em Segurança aos Incêndios Urbanos pela Universidade de Coimbra e licenciatura em Engenharia Civil pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra do Instituto Politécnico de Coimbra.



9 789895 449941



### COIMBRA 2023



Este livro é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto PCIF/MOS/0129/2018.