

DANOS EM EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS AFETADOS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS

Rúben F. R. Lopes*
Investigador
Itecons/UC
Coimbra

**João Paulo C.
Rodrigues**
Professor
Itecons/UC
Coimbra

António B. Tadeu
Professor
Itecons/UC
Coimbra

**Cristina Calmeiro
dos Santos**
Professora
Itecons/IPCB
Castelo Branco

SUMÁRIO

Nos últimos anos, o mundo tem observado alguns dos maiores incêndios florestais em termos de dimensão, número de operacionais e meios de socorro necessários no combate, levando, muitas vezes, a perdas patrimoniais e humanas. Os Grandes Incêndios Florestais (GIF) de 2017 em Portugal, pelo seu grau de destruição na floresta, habitações e indústrias e pelo número de vidas que tirou, são exemplos de incêndios florestais de grandes dimensões, similares aos ocorridos nos Estados Unidos da América ou no Canadá. O presente artigo pretende analisar os edifícios industriais danificados pelos GIF de 2017 ao nível das estruturas, materiais usados em fachadas e coberturas e saber a influência que estes tiveram em impedir ou em colaborar na propagação do incêndio florestal. Partindo dessa análise de danos, comparou-se os sistemas construtivos implementados durante a reconstrução com os que existiam à data dos GIF, por forma a verificar se os edifícios industriais ficaram mais resilientes ao risco de incêndio florestal. Verificou-se na reconstrução da maioria dos edifícios industriais a utilização de materiais que demonstraram capacidade reduzida de resistência e reação ao fogo agravada nos GIF de 2017, mantendo assim o risco de sofrerem os mesmos tipos de dano, caso ocorra um incêndio florestal na Interface Industrial-Florestal onde estão inseridos.

PALAVRAS-CHAVE: dano; incêndio florestal; recuperação; interface industrial-florestal

*Autor correspondente – Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade,
Rua Pedro Hispano, 3030-289 Coimbra, Portugal
email: ruben.lobes@itecons.uc.pt <http://www.itecons.uc.pt>

1. INTRODUÇÃO

A Interface Industrial-Florestal (IIF) é um dos casos de Interface Urbano-Florestal (IUF), onde as Zonas Industriais se encontram com as Zonas Florestais que as envolvem [1]. A ocorrência de incêndios florestais na IIF pode levar à sua propagação às Zonas Industriais e provocar danos graves no edificado, em matérias-primas e material acabado armazenado ou, no pior dos cenários, à morte de pessoas. A interrupção da laboração de empresas devido à destruição dos edifícios e equipamentos de produção pelos incêndios, leva à perda de rendimento das empresas e, numa situação extrema, à criação de desemprego.

Nos últimos anos, o mundo tem observado alguns dos maiores incêndios florestais em termos de dimensão, número de operacionais e meios de socorro necessários no combate e, por fim, de perdas financeiras e também humanas, além de um forte impacto na Interface Industrial-Florestal. Em 2011 e 2016, os incêndios florestais no estado de Alberta no Canadá [1] entraram na Interface Industrial-Florestal constituída por campos de areias betuminosas, levando à destruição de indústrias de produção de gás e petróleo, resultando em perdas de milhares de milhão de dólares canadianos. Esta paragem deveu-se à evacuação de trabalhadores, à paragem de serviços de transmissão de eletricidade e de gasodutos ou mesmo à destruição de equipamento crucial e estruturas de produção. O Incêndio de Camp [2], que começou a 8 de novembro de 2018 no condado de Butte, estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América, destruiu pelo menos 13972 habitações, 528 edifícios comerciais e 4293 estruturas de menores dimensões, tendo também causado 88 vítimas mortais. Este foi classificado como o incêndio mais destruidor e mortífero do estado da Califórnia à data do incêndio. Os Grandes Incêndios Florestais (GIF) de 2017 em Portugal ainda estão muito presentes na memória coletiva dos portugueses, pelo seu grau de destruição e pelo número registado de mortos. Os Incêndios de Pedrogão Grande e Góis [3,4] provocaram 64 vítimas e envolveram em chamas aproximadamente 490 casas e quase 50 indústrias, mas os grandes incêndios de 15 de outubro de 2017 [5,6], fortemente influenciados pelo Furacão *Ophélie*, provocaram um total de 48 mortes e afetaram 521 empresas, com perdas financeiras num total de 275 milhões de euros.

Muitas das zonas industriais instaladas em Portugal estão inseridas na Interface Industrial-Florestal, com forte probabilidade de serem expostas ao risco de incêndio florestal, como aconteceu nos incêndios de Pedrogão Grande e Góis ou nos incêndios de 15 de outubro de 2017. Por isso é necessário um estudo cauteloso das zonas de Interface Industrial-Florestal e do ordenamento territorial das Zonas Industriais, tanto numa perspetiva florestal como numa perspetiva das edificações industriais e da Segurança Contra Incêndios em Edifícios. A presente comunicação pretende elencar os danos nos edifícios industriais provocados pelos GIF de 2017, em Portugal. Por forma a realizar este estudo, foram analisados os relatórios de danos [7,8] dos espaços afetados pelos GIF de 2017, nas seis Zonas Industriais visitadas, no âmbito do Projeto FCT PCIF/MOS/0129/2018 – InduForestFire, na Região Centro de Portugal, com a seguinte distribuição geográfica: quatro zonas inseridas na Comunidade Intermunicipal (CIM) da Região de Coimbra (Pólo Industrial do Freixo – Mortágua, Zona Industrial de Mira, Zona Industrial de Oliveira do Hospital e Zona Industrial da Tocha - Cantanhede), uma inserida na CIM Viseu Dão Lafões (Zona Industrial de Oliveira de Frades) e uma inserida na CIM Região de Leiria (Zona Industrial da Graça – Pedrogão Grande). Só com esta análise dos edifícios industriais danificados foi possível conhecer quais os materiais e tipos de estruturas que foram mais afetados pelos incêndios e, por fim, perceber se as reconstruções realizadas

tornaram os edifícios industriais mais resilientes ao risco de incêndio florestal, ou pelo contrário, ficaram ainda mais vulneráveis.

2. ANÁLISE DOS DANOS NOS EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS

A análise dos dados aqui reproduzidos teve como suporte as visitas efetuadas e a consulta dos Relatórios de Avaliação de Danos e Prejuízos das indústrias afetadas pelos Grandes Incêndios Florestais de 2017, realizados pelo Itecons – Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológicos para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade [7,8]. Nas zonas industriais afetadas, foram analisadas um total de 36 indústrias. Esta análise foi realizada em três partes, estruturas, fachadas e coberturas, verificando quais os materiais utilizados e os danos que foram experienciados após a exposição ao incêndio.

2.1 Danos nas estruturas

Nos espaços industriais estudados, verificou-se que a maioria dos edifícios tinham estrutura metálica em aço (61,6%) ou em betão armado (30,4%), verificando-se ainda a utilização de estruturas de madeira (4,6 %), mistas de aço e betão (2,6%), ou alvenaria de pedra (1,1%). Na tabela 1 é apresentado com maior detalhe os tipos de estrutura afetados por Zona Industrial (ZI).

Tabela 1: Tipos de Estruturas existente nos espaços afetados

ZI	Metálica (%)	Mista (%)	Betão Armado (%)	Betão pré-fabricado (%)	Alvenaria de Pedra (%)	Madeira (%)
Mortágua	50,0	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0
Mira	66,2	0,0	33,8	0,0	0,0	0,0
Oliv. Hospital	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0
Tocha	70,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0
Oliv. Frades	68,8	2,8	18,8	0,0	0,0	9,7
Graça – Pedrogão Grande	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

Em relação aos edifícios com estrutura metálica, é possível observar a existência de danos, como deformação e colapso (Figura 1a), que apenas puderam ser resolvidos com remoção dos elementos metálicos afetados, substituindo os mesmos por elementos estruturais novos, durante a reconstrução. A deformação destes elementos deveu-se ao aquecimento não uniforme dos elementos e à extensão térmica que os elementos experienciaram. Quando a extensão térmica e o aquecimento não uniforme se combinaram com a restrição exercida pela restante estrutura do edifício, surgiram fenómenos de encurvadura térmica global e local. Estes efeitos de encurvadura devido ao aquecimento amplificaram os efeitos de encurvadura decorrentes dos processos de fabricação dos elementos metálicos e da aplicação de cargas de serviço e peso próprio. O colapso destes elementos estruturais foi a consequência final dos efeitos de deformação, referidos anteriormente, associados à redução da capacidade resistente mecânica do material. Esta redução foi tanto maior quanto maior foi o aumento de temperatura que o elemento estrutural foi sujeito, deixando de haver capacidade de suportar os esforços

mecânicos que a solicitam. Estes fenómenos não foram uma regra para todos os edifícios com este tipo de estrutura, existindo ainda algumas estruturas metálicas que puderam ser reutilizadas, devido a terem sofrido menor exposição ao incêndio.

Quanto a estruturas de elementos de betão armado, verificou-se a existência de *spalling* e fendilhação nas peças de betão (Figura 1b), mantendo alguma capacidade de suporte na maioria dos casos. O *spalling* do betão provocou a redução da secção de betão dos elementos estruturais, ocorrendo desagregação e perda de material, expondo em algumas situações as armaduras de aço ao incêndio. No fim, o *spalling* do betão não foi o principal contribuinte para o colapso de estruturas em betão armado, mas colaborou na perda de capacidade resistente a cargas mecânicas, quando o tempo de exposição ao incêndio foi muito grande. A fissuração do betão deveu-se novamente à expansão térmica dos materiais. A existência de esforços de tração em elementos de betão armado sujeitos a flexão leva, em circunstâncias normais de serviço, à ocorrência de fendilhação devido à fluência dos materiais. Esta fendilhação do betão normalmente é controlada pelos varões longitudinais de aço, devido à sua capacidade resistente em tração ser muito superior à do betão. O aumento da temperatura do elemento levou à ocorrência de fenómenos de expansão térmica e como o aço tem um coeficiente de expansão térmica superior ao do betão, permitiu a abertura de fissuras no betão. Em algumas situações, ocorreu mesmo ao destacamento de pedaços de betão, quando o recobrimento dos varões de aço era baixo. Nos casos mais extremos de exposição ao incêndio ou de concentração de esforços mecânicos, estes elementos colapsaram, quando os varões de aço deixaram de ter capacidade para resistir às solicitações das cargas de serviço e do peso próprio. Nestas situações, foi necessário proceder à demolição.

Os danos verificados em estruturas mistas aço-betão são similares aos danos sofridos por elementos só metálicos ou de betão armado, com deformação e colapso da parte metálica da estrutura e fissuração e *spalling* das peças de betão armado.



Figura 1: Danos em estruturas – a) colapso dos elementos metálicas que faziam suporte da cobertura e deformação dos elementos verticais; b) elementos em betão armado com sinais de *spalling* e fissuração – Fonte: [8]

No caso de edifícios com estrutura de madeira, confirmou-se a combustão completa dos elementos estruturais, ficando só presente a base em betão onde estas estavam instaladas.

Já os edifícios com estrutura em alvenaria de pedra mantiveram a sua capacidade estrutural, apesar da combustão das estruturas de madeira utilizadas para a realização dos pisos e cobertura.

2.2 Danos em paredes de fachada

As fachadas desempenharam um papel principal tanto na proteção dos edifícios contra a entrada do incêndio como fazendo exatamente o oposto, criando pontos de entrada do incêndio para o interior dos espaços industriais. Na maioria dos edifícios estudados, as fachadas eram constituídas por panos de alvenaria simples em tijolo cerâmico ou de bloco de betão em toda a altura do edifício (34,8%) ou por pano de alvenaria com uma altura média de 2,0 m pelo interior, sendo a fachada revestida em toda a altura com chapa simples de aço (44,9%). Foi possível observar também a utilização de uma solução de pano de alvenaria com uma altura média de 2,0 m pelo interior, mas que utilizava painéis *sandwich* com núcleo de poliuretano (PUR) para fazer o resto do revestimento em altura no edifício (2,5%). Além das soluções com alvenaria simples, existiam ainda edifícios que usavam apenas chapa perfilada simples de aço na fachada (7,4%) ou tinham as fachadas abertas parcialmente ou na sua totalidade (10,3%). Desta análise excluiu-se os edifícios com estrutura em madeira, visto usarem o mesmo material na fachada. Na tabela 2 é apresentado com maior detalhe os tipos de paredes de fachada existentes por Zona Industrial (ZI).

Tabela 2: Tipo de paredes de fachada existente nos edifícios industriais afetados

ZI	Alvenaria (%)	Alvenaria e Chapa Simples (%)	Alvenaria e Pannel Sandwich PUR (%)	Chapa Simples (%)	Aberta (%)
Mortágua	10,0	50,0	0,0	0,0	40,0
Mira	51,6	31,2	0,0	8,3	8,9
Oliveira do Hospital	75,0	6,3	0,0	8,1	10,6
Tocha	30,0	0,0	70,0	0,0	0,0
Oliveira de Frades	17,5	69,4	1,3	8,8	3,1
Graça – Pedrógão Grande	40,0	25,0	0,0	5,0	30,0
Total	34,8	44,9	2,5	7,4	10,3

Nas paredes de fachada com panos de alvenaria simples, confirmou-se a existência de fissuração e destacamento da furação horizontal em alvenarias com tijolo cerâmico ou *spalling* em alvenarias com bloco de betão (Figura 2a). A fissuração e destacamento dos tijolos ocorreu devido a esforços de tração nos septos internos, provocados pela expansão térmica do material cerâmico. O fenómeno de *spalling* em blocos de betão foi igual ao que aconteceu nas peças de betão armado. Quando não ocorreu o colapso total das alvenarias, houve ainda alguma capacidade de estanquicidade à passagem de gases quentes, chamas e matéria inflamada e isolamento térmico. A maioria dos casos em que ocorreu o colapso das alvenarias, esse fenómeno está associado ao colapso de elementos estruturais aos quais as alvenarias estavam amarradas.

As fachadas que tinham chapas perfiladas simples em aço sofreram fenómenos de distorção e encurvadura quando estas sofreram extensão térmica devido às elevadas temperaturas desenvolvidas nos incêndios. Como estas chapas estão aparafusadas ao suporte, os parafusos provocam uma restrição à expansão térmica da chapa perfilada, ocorrendo assim a

encurvadura entre pontos de fixação. Estes fenómenos levaram à criação de aberturas nas juntas das chapas, permitindo a passagem de gases quentes, chamas e matéria inflamada através destas. Nos casos das fachadas de painel *sandwich* com núcleo em poliuretano, verificou-se que estas permitiram a propagação do incêndio ao longo da fachada, devido à natureza combustível do material de isolamento. O núcleo do painel ficou exposto após o destacamento da chapa exterior do painel (Figura 2b), pelos mesmos fenómenos de distorção e encurvadura que ocorreram nas chapas perfiladas simples.



Figura 2: Danos em paredes de fachada – a) Destacamento e *Spalling* em panos de alvenaria; b) Painéis *sandwich* PUR com distorção e encurvadura após combustão do núcleo – Fonte: [8]

A existência de fachadas abertas em zonas de armazenamento em pilhas ou tapetes de transporte de material permitiram a entrada de gases quentes, chamas e matéria inflamada, permitindo a combustão dos materiais armazenados dos edifícios ou mesmo dos tapetes utilizados.

2.3 Danos em Coberturas

Tal como as fachadas, as coberturas desempenharam um papel misto no comportamento do incêndio, em alguns casos garantindo o isolamento térmico e a estanquicidade a passagem de gases quentes, chamas e matéria inflamada e, nos restantes casos, funcionando como ponto de entrada do incêndio no interior dos edifícios industriais. Verificou-se que a maioria dos edifícios afetados tinham cobertura em chapa perfilada de aço simples (78,8%), havendo 8,6% de edifícios com coberturas realizada com painéis *sandwich* com núcleo em poliuretano ou chapa perfilada simples de aço com poliuretano projetado. Havia ainda 12,6% de coberturas realizadas em painéis de fibrocimento, coberturas planas com seixo rolado ou coberturas em telha cerâmica.

Na tabela 3 é reportada a distribuição dos tipos de cobertura existentes nos edifícios afetados por Zona Industrial (ZI).

Tabela 3: Tipo de cobertura existente nos edifícios afetados

ZI	Chapa Simples (%)	Painel Sandwich PUR (%)	Outro Tipo (%)
Mortágua	100,0	0,0	0,0
Mira	81,1	0,0	18,9
Oliveira do Hospital	68,8	0,0	31,3
Tocha	0,0	70,0	30,0
Oliveira de Frades	82,5	15,0	2,5
Graça – Pedrógão Grande	77,5	0,0	22,5
Total	78,8	8,6	12,6

Os danos identificados nas coberturas com chapa perfilada de aço simples são similares aos verificados nas fachadas constituídas pelo mesmo tipo de material, observando-se distorção e encurvadura das mesmas (Figura 3a). Nas coberturas com painéis *sandwich* com núcleo em poliuretano, verificou-se também o destacamento da chapa da face exposta ao incêndio com posterior combustão do núcleo, contribuindo para a propagação do incêndio pelo interior.

Nas coberturas planas com seixo rolado não se verificam quaisquer danos, pela natureza incombustível dos materiais. Verifica-se sim danos em alguns equipamentos instalados nestas coberturas, como máquinas de ar condicionado e isolamento de suas tubagens com sinais de combustão, que poderão ser atribuídos a convecção de gases quentes que existiram durante a passagem do incêndio florestal ou projeção de matéria inflamada. As coberturas com painéis em fibrocimento não contribuíram para a carga de incêndio nem pela entrada dos incêndios nos edifícios, pois não apresentavam sinais de deformação ou encurvadura, mas foram responsáveis pela manutenção da carga térmica existente no interior dos edifícios, levando ao colapso as coberturas (Figura 3b).



Figura 3: Danos em coberturas – a) Distorção e encurvadura de chapas metálicas; b) Cobertura com painéis de fibrocimento colapsada – Fonte: [8]

Para garantir a iluminação natural dos espaços internos durante o período diurno, 75% das coberturas dos edifícios analisados tinham telhas translúcidas em material plástico, como policarbonato. Na tabela 4 apresenta-se em maior detalhe a distribuição da utilização deste tipo de vãos nas diferentes Zonas Industriais (ZI).

Tabela 4: Existência de vãos de iluminação com telhas translúcidas nos edifícios afetados

ZI	Sim (%)	Não (%)
Mortágua	50,0	50,0
Mira	88,9	11,1
Oliveira do Hospital	75,0	25,0
Tocha	100,0	0,0
Oliveira de Frades	75,0	25,0
Graça – Pedrógão Grande	50,0	50,0
Total	75,0	25,0

Verifica-se que a maioria destes vãos foram destruídos durante os incêndios, devido à natureza combustível do material e também à distorção que estes sofreram devido a convecção de gases quentes do incêndio e ao ataque realizado por matéria inflamada. Estes vãos foram também o ponto de entrada de matéria inflamada, provocando a ignição de materiais armazenados no interior.

3. RECONSTRUÇÃO DAS ESTRUTURAS AFETADAS

Nas visitas às zonas industriais realizadas, foi possível observar que grande parte dos espaços industriais afetados já foram recuperados ou, quando o grau de dano era muito grande, reconstruídos.

Nos edifícios reconstruídos ou recuperados, continua a verificar-se uma grande utilização de estruturas metálicas (Figura 4a). Nas situações em que as estruturas de betão armado não foram severamente afetadas pelo incêndio, procedeu-se à sua recuperação, tendo nos casos mais graves sido realizada a demolição e reconstrução com os mesmos materiais, ou então a opção por estruturas em betão pré-fabricado (Figura 4b), que eram praticamente inexistentes em construção anterior além da existência de algumas lajes em vigotas pré-esforçadas de betão. Verificou-se apenas a reconstrução de um edifício com estrutura em madeira em todos os casos identificados neste estudo.



Figura 4: Edifícios reconstruídos – a) Estrutura metálica b) Estrutura em betão pré-fabricado

Quanto às paredes de fachada, o uso de chapa perfilada simples de aço é dominante em reparação dos edifícios danificados pelo incêndio (Figura 5a), usualmente em paredes que já usavam este tipo de material. Nos casos em que houve completa destruição das fachadas em

chapa perfilada simples de aço, verifica-se uma substituição do elemento de revestimento, com uma grande utilização de painéis *sandwich* com núcleo em poliuretano ou em poliisocianurato (PIR), normalmente associada a uma alvenaria de blocos de betão com uma altura média de dois metros pelo interior, por forma a evitar danos com equipamentos de movimentação de cargas. Houve um caso em que se verificou a utilização de painéis *sandwich* com núcleo em lã de rocha, substituindo uma fachada que tinha anteriormente painéis com núcleo em poliuretano. Além disso, observou-se num edifício com a fachada revestida a tijolo cerâmico danificada pelo incêndio, a utilização de painéis *sandwich* com núcleo em poliuretano por cima do pano de alvenaria reconstruído (Figura 5b).



Figura 5: Fachadas após incêndio – a) Reparação pontual de fachada em chapa simples de aço; b) Instalação de painéis *sandwich* com PUR em fachada de alvenaria reparadas

Já em coberturas, apenas se observou a utilização de chapa perfilada simples de aço em edifícios que sofreram danos leves. Nos outros casos, verificou-se uma grande utilização de painéis *sandwich* com núcleo em poliuretano ou poliisocianurato em situação de reconstrução. Apesar disso, há alguns casos da utilização de painéis *sandwich* com lã de rocha ou uma situação mista com lã de rocha entre duas chapas perfiladas de aço simples. As situações de edifícios com cobertura plana em seixo rolado mantiveram essa solução.

4. CONCLUSÕES

Existe ainda muito a fazer por forma a minimizar o risco de incêndio em zonas industriais localizadas na IIF. A reconstrução com materiais que provaram ter um mau desempenho ao incêndio, ainda que pouco existente à data do incêndio nessas zonas industriais, é um sinal de não reconhecimento do seu comportamento em situação de incêndio nem consideração que estes edifícios estavam inseridos em zonas de Interface Industrial-Florestal. Apesar disso, houve edifícios visitados em que verificou uma preocupação com o reconhecimento deste tipo de risco, observando-se a utilização de materiais com comportamento melhorado em situação de incêndio. É urgente melhorar a legislação de Segurança Contra Incêndios em Edifícios (SCIE) para edifícios industriais com forte inserção na Interface Industrial-Florestal, por forma a que os edifícios inseridos na IIF tenham maior resistência ao fogo e que os materiais utilizados nas envolventes tenham melhor classificação de reação ao fogo, bem como a organização do armazenamento de materiais no exterior.

Enquanto a regulamentação de SCIE não sofre alteração no que diz respeito a estes edifícios, recomenda-se a utilização de materiais de fachada e cobertura com classe de Reação ao Fogo A1 e A2 e Resistência ao Fogo EI60. Além disso, recomenda-se também uma melhor organização dos materiais armazenados no exterior por forma a que os mesmos não fiquem junto às fachadas dos edifícios. Muitas das fachadas afetadas nos GIF de 2017 tinham materiais combustíveis armazenados junto a estas, potenciando os danos registados.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento do Projeto PCIF/MOS/0129/2018 "InduForestFire - Metodologias Interdisciplinares para a Protecção de Zonas Industriais a Incêndios Florestais" no âmbito do Concurso de Projetos de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico no Âmbito da Prevenção e Combate a Incêndios Florestais – 2018 e à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro a cedência dos relatórios de avaliação de danos e prejuízos das empresas afetadas pelos GIF de 2017 nas zonas industriais alvo de estudo.

REFERÊNCIAS

- [1] Johnston, L. M. & Flannigan, M. D. (2018). *Mapping Canadian wildland fire interface areas*. International Journal of Wildland Fire, 27(1), 1. <https://doi.org/10.1071/wf16221>
- [2] Woessner J., Lee J., Gyszan C., LaNier J., Houser I., Morgan T., Kennedy S. Rust B. Nicita, E. Roffers P., McCrea S., Stanish S. (2018), *CAMP FIRE Watershed Emergency Response Team Final Report CA-BTU-016737*, State of California, 175 pp.
- [3] Guerreiro J., Fonseca C., Salgueiro A., Fernandes P., Iglésias E., de Neufville R., Mateus F., Ribau M., Silva J., Moura J., Rego F. e Caldeira D. (2017). *Relatório Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrogão Grande, Castanheira de Pera, Ansião, Alvaiázere, Figueiró dos Vinhos, Arganil, Góis, Penela, Pampilhosa da Serra, Oleiros e Sertã, entre 17 e 24 de junho de 2017*. CTI, Assembleia da República, Lisboa, Portugal 297 pp.
- [4] Viegas, D. (2017), *O complexo de incêndios de Pedrogão Grande e concelhos limítrofes, iniciado a 17 de junho de 2017*. CEIF, Universidade de Coimbra, 238 pp.
- [5] Guerreiro J., Fonseca C., Salgueiro A., Fernandes P., Iglésias E., de Neufville R., Mateus F., Ribau M., Silva J., Moura J., Rego F. e Caldeira D. (2018). *Relatório Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental* CTI, Assembleia da República, Lisboa, Portugal, 274 pp.
- [6] Viegas, D. (2019), *Análise dos Incêndios Florestais Ocorridos a 15 de outubro de 2017*. CEIF, Universidade de Coimbra, 260 pp.
- [7] Itecons. (2018). *Avaliação de danos e prejuízos na sequência dos incêndios com início a 17 de junho*. In Relatório de Consultoria Técnica - Universidade de Coimbra.
- [8] Itecons. (2018). *Avaliação de danos e prejuízos na sequência dos incêndios ocorridos no dia 15 de outubro de 2017*. In Relatório de Consultoria Técnica - Universidade de Coimbra.