

MIGUEL ALMEIDA
COORD.

A GESTÃO DO RISCO DE INCÊNDIO RURAL EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

I|U

Apesar dos investimentos crescentes na gestão de incêndios rurais, estes continuam a aumentar em frequência e intensidade, causando danos graves a infraestruturas e, por vezes, perda de vidas humanas. Este trabalho visa partilhar conhecimento sobre a gestão do risco de incêndios em edifícios localizados em áreas suscetíveis a incêndios rurais, considerando aspetos técnicos e legislativos. Tem como público-alvo, tanto profissionais ligados à gestão de incêndios rurais, como o público em geral, especialmente aos residentes em áreas rurais.

1 | 5

EDIÇÃO

Imprensa da Universidade de Coimbra
Email: imprensa@uc.pt
URL: http://www.uc.pt/imprensa_uc
Vendas online: <http://livrariadaimprensa.uc.pt>

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Imprensa da Universidade de Coimbra

CONCEÇÃO GRÁFICA

Imprensa da Universidade de Coimbra

IMAGEM DA CAPA

Imagem de Mo Farrelly via Pixabay

INFOGRAFIA

Ana Faria

EXECUÇÃO GRÁFICA

Gráfica Ediliber

ISBN

978-989-26-2591-1

ISBN DIGITAL

978-989-26-2592-8

DOI

<https://doi.org/10.14195/978-989-26-2592-8>

MIGUEL ALMEIDA
COORD.

A GESTÃO DO RISCO DE INCÊNDIO RURAL EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

(Página deixada propositadamente em branco)

SUMÁRIO

1. Introdução	17
1.1. A interface urbano-florestal	22
1.2. Gestão do risco de incêndio à escala da propriedade	24
2. Caracterização da IUF em Portugal.....	31
2.1. Condicionamentos à edificação na legislação portuguesa em Interface Urbano-Florestal	33
2.2. Caracterização do espaço envolvente aos edifícios nas zonas rurais em Portugal	47
2.3. Caracterização do edificado e tendências de construção em Portugal	51
2.4. Conclusão	60
3. Boas práticas de gestão de combustíveis na envolvente a construções	61
3.1. Gestão de combustíveis na envolvente a edifícios — abordagens seguidas em diferentes países	64
3.2. Gestão de combustíveis para redução da probabilidade de ignição por transferência direta de calor	69
3.3. Gestão de combustíveis para redução da probabilidade de ignição por focos secundários.....	82
3.4. Conclusão	90
4. Boas práticas construtivas e arquitetónicas	93
4.1. Comportamento ao fogo dos elementos construtivos	98
4.2. Regulamento de produtos de construção na União Europeia.....	99
4.3. Reação e resistência ao fogo na regulamentação portuguesa...	105
4.4. Aspetos arquitetónicos e de projeto a considerar nas construções.....	107
4.5. Considerações finais	121
5. Soluções de autoproteção	123
5.1. Soluções de aspersão a água	127
5.2. Soluções de resistência à transferência de calor.....	144

6. Modelo de classificação de risco de incêndio.....	153
6.1. Fluxo de calor incidente num edifício exposto a uma frente de chamas.....	156
6.2. Reação ao fogo dos materiais de construção e resistência ao fogo dos elementos construtivos.....	162
6.3. Considerações finais.....	172
7. Propostas de melhoramento da legislação portuguesa e das políticas em Portugal	173
7.1. Legislação portuguesa aplicada à interface urbano-florestal	180
7.2. Incêndios na interface urbano-florestal — os seguros como parte da resposta?.....	198
7.3. Conclusões.....	214
8. Conclusões.....	217

**A GESTÃO DO RISCO DE INCÊNDIO RURAL
EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO**

(Página deixada propositadamente em branco)

RESUMO

Apesar de os investimentos na gestão dos incêndios rurais serem cada vez mais avultados, a ocorrência de grandes e mais intensos incêndios rurais tem sido cada vez mais frequente. Consequentemente, os impactos causados nas infraestruturas localizadas em zonas de risco têm conduzido a situações dramáticas, que envolvem a destruição de bens com grande valor económico e social, e, em casos extremos, à perda de vidas humanas.

Na presente obra, pretende-se partilhar conhecimento técnico-científico sobre a forma mais apropriada de gestão do risco de incêndio rural nas habitações, considerando três componentes essenciais — o edifício, a sua envolvente e a capacidade de autoproteção —, associando-as à legislação em vigor e às políticas seguidas em Portugal nesta temática. O seu conteúdo poderá ser prioritariamente de interesse para agentes técnicos e não técnicos que lidem com incêndios na interface urbano-florestal, assim como para sociedade em geral, sobretudo para cidadãos com edifícios localizados em zonas suscetíveis a incêndios rurais.

Palavras-Chave

Incêndios florestais; interface urbano-florestal; edifícios; jardins; sistemas de autoproteção; segurança dos cidadãos; proteção civil; arquitetura; engenharia civil.

ABSTRACT

Although investments in wildfire management are generally increasing, large and more intense wildfires are occurring more frequently. Consequently, the impacts caused on infrastructures located in fire risk areas have led to dramatic situations, involving the destruction of assets with great economic and social value, and, in extreme cases, the loss of human lives.

The aim of this book is to share technical and scientific knowledge on the most appropriate way to manage wildfire risk in dwellings, considering three essential components — the building, its surroundings and self-protection capability —, in association with the current legislation and the policies followed in Portugal on this thematic. The book content may be of interest to technical and non-technical agents dealing with wildland-urban interface fires, as well as to society in general, especially to citizens owning buildings located in areas susceptible to wildfires.

Keywords

Bushfires; forest fires; wildland-urban interface; buildings; gardens; self-protection systems; fire safety; safety zone; civil protection; architecture; civil engineering; home-ignition zone; defensible space.

PREFÁCIO

Por:

Domingos Xavier Viegas

ADAI — Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial
Universidade de Coimbra

A mudança climática em que estamos imersos, juntamente com diversos outros fatores sócio económicos, que estão a modificar-se durante as últimas dezenas de anos, têm conduzido a um aumento da incidência dos incêndios florestais, em várias partes do Mundo e, de um modo particular, em Portugal. Temos vindo a registar no nosso País, incêndios de grandes dimensões, com uma frequência e um impacto crescentes. Em Portugal, a presença das pessoas nos espaços florestados constitui um traço da nossa paisagem, apesar de a situação já não ser a mesma que era há cinquenta ou sessenta anos atrás. Por este motivo não é de estranhar que a incidência crescente dos incêndios florestais esteja associada a um impacto crescente nas comunidades e nos seus habitantes, nalguns casos com a perda de vidas.

Para caracterizar o problema do impacto dos incêndios rurais junto das povoações e das comunidades, introduziu-se na literatura científica uma designação nova, que é a de “*Wildland Urban Interface*”, que traduzimos em português por “Interface Urbano-Florestal” (IUF), a qual é, utilizando uma definição simples, “A IUF é o espaço onde a vegetação, as estruturas [e as pessoas (Ribeiro, 2016)] coexistem, num ambiente propício aos incêndios” (Blue Ribbon Panel, 2008). A presença das pessoas, face ao risco de incêndio, justifica só por si a importância do problema, uma vez que o risco para a saúde e a vida humana que residem ou permanecem em povoações suscetíveis a incêndios florestais é uma realidade,

cujo valor se sobrepõe, de longe, ao dos restantes bens expostos. Os eventos ocorridos em junho e em outubro de 2017 em Portugal, em que 118 pessoas perderam a vida, muitas delas ao tentar fugir das suas casas, ou na proximidade delas, e em Matti na Grécia, em 2018, em que largas centenas de pessoas que estavam naquela vila costeira foram surpreendidas por um incêndio, e pelo menos 102 perderam a vida, colocaram em evidência a importância de cuidar a proteção das pessoas e das suas casas, perante o risco de incêndio. Noutros incêndios, ocorridos nos Estados Unidos da América, em Victoria na Austrália, na Argélia e, recentemente, no Havai (Maui), em que pereceram igualmente várias centenas de pessoas, reforçam esta afirmação.

Em Portugal há algumas dezenas de anos o problema da IUF não tinha uma grande relevância, dado que o espaço em torno das aldeias era constituído, em geral, por zonas agrícolas bem cuidadas e as áreas florestadas tinham o mato no seu sobcoberto, limpo, de forma que os focos de incêndio que ocorriam, nas condições climáticas que então se registavam e com a presença de pessoas na paisagem rural, eram prontamente atacados e não atingiam, grandes dimensões. Os relativamente poucos incêndios de grande extensão que ocorriam, dificilmente atingiam as casas e o interior das aldeias, as quais estavam auto protegidas, por terem a sua envolvente cuidada e limpa. Esta situação mudou a partir da década de 60 do século passado, com a saída de muitas pessoas dos espaços rurais, a utilização de outras fontes de energia e o abandono de práticas agroflorestais, que contribuía para o cuidado dos espaços envolventes das habitações e das aldeias e para a supressão rápida dos focos de incêndio. A partir da década de 1980, com a expansão de áreas florestadas, com a difusão de espécies de grande inflamabilidade, com pouca gestão e, com o aumento da temperatura ambiente, a situação tem-se agravado, com a ocorrência de incêndios cada vez maiores e com maior potencial de destruição.

Nos anos recentes, em particular nas últimas duas décadas, com os incêndios a tornar-se maiores, por vezes com áreas afetadas superiores a vinte mil hectares, facilmente as zonas habitadas nas zonas rurais de Portugal passaram a ser atingidas, ou pelo menos ameaçadas, pelos incêndios, como se viu nos anos de 2003 e 2005. Por esse motivo, o problema da IUF adquiriu uma nova projeção, continuando a agravar-se, embora sem uma reação adequada por parte das autoridades, senão após o desastroso ano de 2017.

O problema da IUF acrescenta várias dimensões ao já complexo desafio dos incêndios florestais, não se podendo isolar ou ser abordado de uma forma separada daqueles. Do ponto de vista científico, existem ainda muitas questões por resolver na temática dos incêndios, como por exemplo o papel dos vários fatores físicos e humanos na ignição e propagação dos incêndios, em especial dos grandes incêndios, sobre como gerir a vegetação para evitar a propagação do fogo e como combater o fogo em segurança, para evitar ou reduzir os seus danos na natureza e no património social e edificado. Na IUF, a estes problemas acrescentam-se outros, que são específicos da presença das pessoas e dos seus bens, cuja prioridade de proteção invoca necessariamente a participação das autoridades de proteção civil, que incluem as autarquias.

Do ponto de vista operacional, igualmente, a multiplicidade de desafios que são levantados pelos incêndios florestais para as entidades que têm de gerir as suas diferentes fases, é acrescentada por novas questões, que têm que ver com a gestão das aldeias e das casas, o comportamento das pessoas, a legislação e a fiscalização das medidas de prevenção preconizadas.

Do mesmo modo como os cientistas não encontraram ainda as leis do comportamento do fogo na IUF, também os Bombeiros não têm uma tática específica para combater os fogos na IUF, face à diversidade de situações que podem surgir. A primeira prioridade é naturalmente a de proteger as pessoas e os animais, em seguida as

casas e outras estruturas, mas persiste a necessidade de evitar que o fogo se propague, na vegetação presente junto das casas, desta para as casas, ou mesmo, por vezes, de umas casas para outras. Nestes processos, a emissão de partículas incandescentes e a sua projeção sobre zonas ainda não atingidas pelo fogo, constitui um dos modos de propagação mais relevantes.

Como é compreensível, têm-se multiplicado em todo o Mundo, estudos, projetos e programas dedicados a analisar o problema dos incêndios na IUF, alguns de caráter nacional, outros de âmbito internacional, por vezes focados em soluções muito específicas, como é o caso da melhoria da construção ou da organização das evacuações, ou de âmbito mais geral, que consideram as diversas escalas do problema, desde o geral, da paisagem, ao local da comunidade ou mesmo da casa.

Uma das questões que persistem, a nível internacional, é o de saber decidir o que fazer com a população, face à iminência de um incêndio grave. As pessoas devem ser retiradas, devem manter-se, ou ao menos parte delas? Por outro lado, os cidadãos, na ausência de informação, ou de indicações por parte das autoridades, podem colocar-se estas mesmas questões: devem retirar-se ou devem ficar?

Não me restam dúvidas de que face à aproximação de um incêndio grave, algumas pessoas, como por exemplo os idosos, os doentes ou as crianças, devem ser retiradas daquele cenário, com a maior antecedência, para não serem expostas ao fumo, ao calor ou ao trauma de uma situação perigosa pela exposição ao fogo, ou para evitar uma retirada precipitada. Dependendo do tipo de edifícios característicos da região ameaçada, assim se pode esperar uma maior ou menor resistência das construções face ao fogo. Felizmente em Portugal a maioria das casas de habitação é construída com tijolos, pedras ou betão, ou sejam materiais com elevada resistência ao fogo, pelo que é admissível que um número importante de pessoas, que reúnam condições físicas e psicológicas para enfrentar o fogo,

optem por permanecer dentro ou junto das suas casas, para as defender. Verifica-se que, quase sempre, o processo de destruição das casas pelos incêndios se inicia algum tempo depois da passagem do incêndio principal, muitas vezes a partir de pequenos focos de ignição, que persistiram durante horas em pontos vulneráveis das casas ou da sua envolvente. A presença de agentes operacionais ou de residentes tem contribuído decisivamente para eliminar estes focos e reduzir as perdas.

Tem de se admitir sempre a possibilidade de que, por falta de tempo ou por opção, algumas pessoas poderão vir a permanecer junto das casas. Nesse caso coloca-se a questão de saber se a edificação onde se encontram oferece condições de segurança para permanecer, ou se se deve procurar refúgio noutra edificação, ou mesmo num espaço exterior.

O Projeto *House Refuge*, que é coordenado pela ADAI e conta com a participação de investigadores do Instituto Jurídico da Universidade de Coimbra e do ITECONS, também da Universidade de Coimbra, constituiu uma contribuição da comunidade científica nacional, com o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia, para encontrar respostas para as atitudes e comportamentos mais adequados, face à prevenção e combate dos incêndios e a gestão do território, incluindo a sua vertente colaborativa. Como o seu nome indica, pretendeu-se neste projeto estudar o problema da IUF, sobretudo na componente das edificações e sua envolvente próxima, para caracterizar a situação das várias regiões de Portugal, e encontrar soluções para a melhoria da segurança das populações, melhorando a gestão dos combustíveis em redor das habitações, cuidando dos vários pormenores construtivos e modificando as atitudes e comportamentos das populações residentes ou visitantes, para evitar que possam vir a ser vítimas de algum acidente.

(Página deixada propositadamente em branco)

1.
INTRODUÇÃO

(Página deixada propositadamente em branco)

Miguel Almeida & Luís Mário Ribeiro
ADAI — Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial,
Universidade de Coimbra

Os incêndios rurais sempre foram uma preocupação, tanto em Portugal, como em vários outros países com propensão para a ocorrência deste tipo de eventos. No entanto, na(s) última(s) década(s), os incêndios rurais têm merecido uma maior atenção face à sua maior extensão, severidade e, sobretudo aos maiores impactos que têm provocado, destacando-se a ocorrência de vítimas mortais e feridos, assim como a destruição de património edificado e natural. Para além disso, países como a Alemanha, o Reino Unido ou a Suécia, onde no passado os incêndios rurais eram secundarizados face à sua menor frequência e dimensão, têm, nos últimos anos registado incêndios maiores e mais regulares, causando grande preocupação no seio destas sociedades.

As causas para o agravamento dos incêndios devem-se a vários fatores, destacando-se as alterações climáticas e alterações de cariz social. As alterações climáticas têm conduzido a períodos mais frequentes e duradouros de episódios meteorológicos extremos, como sejam as ondas de calor ou os períodos prolongados de seca. Estas condições meteorológicas levam a que a vegetação vá perdendo humidade, entrando em *stress* hídrico e, conseqüentemente, se torne mais propensa a ignificar e mais disponível para sustentar a propagação do fogo. Para além disso, quando em *stress* hídrico, a vegetação sujeita a uma frente de chamas apresenta uma

tendência maior para libertar partículas incandescentes passíveis de provocarem focos secundários, i.e., as plantas libertam mais folhas, cascas, pequenos ramos, etc., que, quando em combustão, podem provocar novas ignições, acelerando a propagação da frente de chama que lhe deu origem ou criando um novo foco de incêndio independente do original. Quando estes episódios meteorológicos extremos se associam a condições de ventos fortes, a probabilidade de uma qualquer ignição se converter num grande incêndio rural é elevada.

No passado, as comunidades rurais eram normalmente rodeadas por terrenos agrícolas devidamente cuidados, e as casas de habitação eram habitualmente cercadas por hortas apropriadamente mantidas. Este desenho era fundamental para que os incêndios travassem a sua progressão quando atingiam estas áreas que, sendo regadas ou isentas de combustíveis com inflamabilidade¹ alta, serviam como um escudo protetor contra o fogo. No entanto, sobretudo nos últimos 30 anos, as comunidades rurais sofreram alterações profundas nas suas características, que levaram a que as anteriores hortas se transformassem primeiramente em terrenos incultos e, numa segunda fase, em zona de matos ou floresta. Noutras situações, o crescimento das povoações levou a que aqueles espaços agrícolas se transformassem em superfícies construídas. Assim, os incêndios rurais passaram a ter uma “via aberta” para atingirem as áreas edificadas das comunidades e, conseqüentemente, os seus impactos começaram a ser maiores, por vezes trágicos.

As razões para o abandono destes terrenos agrícolas são variadas. O desenvolvimento das capacidades de transporte de

¹ Inflamabilidade de um elemento é entendida como sua capacidade para arder, o que é traduzido pela facilidade com que ignifica e com que sustenta o processo de combustão, a quantidade de energia libertada e a velocidade com que a combustão ocorre e a massa é consumida durante o processo.

alimentos a longas distâncias, a proliferação de supermercados, e, inclusivamente, o aumento de frigoríficos nas nossas casas, levaram à redução da necessidade do cultivo de hortas e da produção pecuária com dimensões familiares — as antigas dispensas vivas mesmo ao pé das cozinhas. Por outro lado, a atratividade das cidades, proporcionada pelas aparentes melhores condições de vida oferecidas, causaram um êxodo rural que foi decisivo para a diminuição drástica das atividades agropecuárias familiares que, como foi descrito, eram decisivas para o controlo do risco de incêndio nas comunidades. De acordo com os dados da Pordata (<https://www.pordata.pt>), nos últimos 30 anos, várias zonas rurais do Alentejo, Centro e Norte de Portugal perderam mais de 40% da sua população, sobretudo a mais jovem. Tudo isto resultou em áreas rurais mais empobrecidas, menos desenvolvidas, mais despovoadas e mais envelhecidas, sem capacidade de exploração ou manutenção dos terrenos, que, ao abandono, foram inevitavelmente acumulando combustíveis naturais espontâneos. Para além disso, no interior das comunidades ou de forma dispersa nos espaços rurais, passaram a existir mais casas desabitadas ou abandonadas, que, sem uma gestão regular e apropriada, passaram a estar altamente expostas e vulneráveis aos incêndios.

Os desenvolvimentos tecnológicos, que facilitam o trabalho remoto, assim como a pressão inflacionista das condições de vida nas grandes cidades, deixam em aberto a possibilidade do retorno da população jovem aos aglomerados rurais, o que será positivo, nem que seja pelo maior dinamismo que podem gerar nestas comunidades. No entanto, o estilo de vida desta eventual população rural futura raramente se coaduna com a exploração agropecuária de subsistência e assim, os desafios relacionados com a gestão dos espaços em torno das áreas edificadas deverá manter-se, salvo se houver uma transformação da nossa sociedade para uma cultura em que a gestão destes espaços seja objetivamente favorecida.

Este livro pretende constituir-se como um apoio para a definição de boas práticas na gestão de risco de incêndio rural em edifícios. Assim, direciona-se a todos os profissionais que, de forma direta ou indireta, lidem com o perigo de incêndio rural em edifícios, tais como técnicos de autarquias, projetistas, arquitetos, engenheiros civis, entre outros. Também o cidadão comum, sobretudo os proprietários ou usufrutuários de edifícios localizados em áreas suscetíveis a incêndios rurais terão interesse nesta publicação, uma vez que as boas práticas aqui descritas pretendem ser de implementação universal. Por último, também o poder político poderá usufruir da leitura deste livro, uma vez que o seu conteúdo técnico-científico permite apoiar a definição de regulamentação nestas matérias. Para além disso, o Capítulo 8 foca-se no desenvolvimento de propostas de melhoramento da legislação portuguesa e das políticas em Portugal.

1.1. A interface urbano-florestal

A “Interface Urbano-Florestal” (IUF) pode ser entendida como a área com presença temporária ou permanente de pessoas, onde as infraestruturas e a vegetação coexistem de forma expressiva. A presença conjunta de pessoas, vegetação e infraestruturas aumentam a propensão destas áreas para a ocorrência e propagação de incêndios, uma vez que aumentam a probabilidade de ignições, face às atividades humanas desenvolvida², num cenário de combustíveis naturais e antropogénicos, estes últimos, por vezes, com inflamabilidade³ superior à da vegetação. Por outro lado, face ao maior valor social e patrimonial dos elementos presentes, relativamente

² Em Portugal, segundo os dados do ICNF, cerca de 98% das ignições têm uma origem antrópica.

³ Inflamabilidade é um parâmetro que traduz a capacidade dos materiais em ignificar e manter a chama libertando energia (Pausas et al., 2017).

àqueles existentes nos espaços naturais, o risco⁴ de incêndio rural na IUF é também normalmente superior.

Embora seja vulgarmente associada à coexistência de vegetação e edifícios, a IUF pode ser constituída por outro tipo de infraestruturas, como as estradas, as ferrovias, as linhas de transporte de energia ou as linhas de telecomunicações, que se estendem longitudinalmente, assumindo a designação “IUF linear”. Pelas suas características particulares, destaca-se ainda a interface “indústrio-florestal”, em que os edifícios são do tipo industrial. O presente livro foca-se na IUF em que as infraestruturas não são lineares, nem industriais, sendo edifícios usados para comércio, serviços ou para a habitação. Naturalmente que várias das indicações e conceitos descritos podem ser estendidos a todas as tipologias de IUF.

Em função da disposição da vegetação e das infraestruturas, a IUF pode apresentar-se em vários cenários que são normalmente categorizados como (L. Johnston, R. Blanche, 2019) 1) *Intermix* (Figura 1a), quando as construções e a vegetação se misturam numa mesma área — um cenário de casas dispersas numa área



Figura 1. Imagens obtidas em Chat GPT 4 exemplificando cenários de intermix (a), interface-padrão (b) e interface oclusa (c).

⁴ Risco de incêndios é entendido como o produto da perigosidade e o dano potencial.

florestada é igualmente considerada de *intermix*; 2) Interface-padrão (Figura 1b), quando se verifica uma demarcação clara entre um espaço com um contínuo de vegetação que circunda uma área predominantemente ocupada por construções; e 3) interface oclusa (Figura 1c), que se caracteriza por cenários em que as áreas construídas cercam um contínuo de vegetação — esta categoria surge frequentemente associada aos parques verdes existentes no interior dos espaços urbanos.

A gestão do risco de incêndio na IUF pode considerar diversas escalas com diferentes complexidades, nomeadamente: 1) “microescala” ou “escala da propriedade”, que se refere a cada infraestrutura e ao seu espaço envolvente com uma largura até 50m — exemplo: uma casa de habitação com jardim; b) “mesoescala” ou “escala da comunidade”, que abrange um aglomerado de infraestruturas, com utilização predominantemente habitacional, comércio e serviços, para além de outras infraestruturas de apoio às atividades que ali se desenvolvem — exemplo: aldeia servida por estradas; e 3) “macroescala” ou “escala da paisagem”, que integra a(s) comunidade(s) e os espaços naturais (matos, floresta, prados, etc.) de onde a ameaça de incêndio rural provém essencialmente. Este livro foca-se na microescala, ou escala da propriedade, abordando questões relacionadas com o edifício, a sua envolvente até 50m e os sistemas de autoproteção contra incêndios rurais. No entanto, muitos dos conceitos aqui descritos poderão ser estendidos às restantes escalas de análise da IUF.

1.2. Gestão do risco de incêndio à escala da propriedade

A gestão do risco na microescala da IUF tem como objetivo principal minimizar os danos, pessoais e patrimoniais, provocados pelo impacto de um eventual incêndio rural que a atinja.

O conceito de IUF apresentado anteriormente enfatiza a presença simultânea de estruturas/infraestruturas e vegetação, usualmente com presença humana, num ambiente propício ao desenvolvimento de incêndios rurais. No entanto, é importante referir que o impacto do fogo não depende obrigatoriamente do contacto da vegetação com as estruturas. Inúmeros estudos acerca dos mecanismos de ignição destas (por ex., Leonard *et al.*, 2009; Maranghides *et al.*, 2015; Westhaver, 2017; Ribeiro *et al.*, 2020), demonstram que, na maioria dos casos de incêndios na IUF, os impactos são devidos à deposição, em zonas vulneráveis da estrutura ou adjacentes à mesma, de partículas incandescentes (ou fagulhas) provenientes da frente de fogo, que pode estar a dezenas, centenas ou mesmo milhares de metros de distância. Ainda assim, é frequente que a proximidade da frente de chamas provoque algum grau de destruição, mesmo sem contacto direto.

Nos últimos anos temos presenciado uma frequente associação do termo “incêndio rural” a destruição, muito por força dos catastróficos eventos que têm ocorrido em Portugal (por ex., junho e outubro de 2017), mas também noutros países (por ex., Grécia e EUA em 2018, Austrália em 2019 e 2020, ou Canadá em 2016 e 2023). No entanto, como refere Cohen (2000), ao contrário de outros desastres naturais, por exemplo as enxurradas, avalanches ou erupções de vulcões, o incêndio não arrasta tudo à sua passagem, antes propaga-se porque no seu caminho encontra as condições necessárias para a combustão. Isto é verdade num incêndio florestal, num incêndio estrutural ou num incêndio de interface. Ou seja, o simples facto de um incêndio atingir uma zona de IUF não é forçosamente sinónimo de destruição. Esta destruição, ou o dano, está dependente de um conjunto de fatores, fundamentalmente relacionados com a vulnerabilidade das estruturas, a sua manutenção, o espaço envolvente à mesma, a existência de sistemas ativos ou passivos de defesa ou mesmo a presença de pessoas com capacidade física e mental para

defender a estrutura do fogo (Ribeiro *et al.*, 2021). É importante notar que a vulnerabilidade das estruturas não depende apenas da resistência dos materiais com que ela é construída. Na verdade, esta vulnerabilidade depende também, entre outros, da manutenção da própria estrutura e, mais importante, do espaço envolvente. Esta envolvente próxima é designada na literatura internacional, científica e técnica, por *Home Ignition Zone* (HIZ — Zona de Ignição da Casa ou Estrutura) (Cohen, 1995; Gollner *et al.*, 2015; Westhaver, 2017). Na HIZ incluem-se usualmente combustíveis naturais, espontâneos ou plantados (plantas de jardim, acumulação de matéria vegetal, matas e povoamentos florestais circundantes, etc.), mas também combustíveis artificiais (depósitos de lenha, mobiliário de plástico ou de madeira, sobrados, alpendres, etc.). A definição da largura desta HIZ em torno da habitação (ou estrutura) foi originalmente definida em 100 pés (30 metros) com base em extensos trabalhos de simulação computacional e ensaios de campo (Cohen, 2004). Graham *et al.* (2012) observaram que muito dificilmente uma estrutura entraria em ignição por transferência de calor, i.e., excluindo os mecanismos associados à projeção de fagulhas, de um fogo que esteja a mais do que aquela distância, que é assumida como a do “pior cenário”, mas para terreno plano ou com declive suave. Um pouco por todo o Mundo, esta zona de segurança ao redor das habitações foi sendo assumida ou adaptada a partir daqui. Em Portugal a sua definição fixa-se nos 50 m, e é definida legalmente, à data da edição deste livro, no *Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de Outubro, da Presidência Do Conselho de Ministros*. Outras distâncias são também identificadas para outro tipo de estruturas ou infraestruturas, como as zonas industriais, os aglomerados populacionais, a rede viária, ferroviária, elétrica e de gás, entre outros.

Ao contrário de Portugal, há países que de uma maneira geral não têm legislação que obriga os proprietários das habitações a gerir os combustíveis. Antes optam por programas e campanhas de

formação e sensibilização, por vezes com incentivos à adoção de boas práticas. Dois dos exemplos mais conhecidos são os programas *Firewise* (EUA) e *Firesmart* (Canadá), que se constituem como bons exemplos da ligação do conhecimento científico à adoção de melhores comportamentos e práticas na sociedade civil. Os dois programas têm características semelhantes, e baseiam-se na compartimentação do conceito de HIZ em zonas de intervenção diferenciada na gestão de combustíveis.

O programa *Firewise* USA[®], nos Estados Unidos da América, é baseado em voluntariado de indivíduos e comunidades, distinguindo os que cumprem com uma série de critérios de boas práticas de medidas de mitigação, atribuindo-lhes o galardão “*Firewise*”. O programa assenta numa estrutura colaborativa para ajudar as populações que vivem em áreas propícias à ocorrência de incêndios rurais, a organizarem-se, a aumentarem a resistência à ignição das suas casas e da sua comunidade e a reduzirem os riscos de incêndio rural a nível local (NFPA, 2023). São definidas 3 zonas para gestão de combustíveis, com critérios mais alargados à medida que nos afastamos da habitação. As indicações emanadas pelo programa *Firewise* referem ainda que, em caso de áreas declivosas, estas zonas podem ter de ser alargadas, devendo para isso os moradores esclarecer-se junto dos serviços florestais da zona.

O programa Canadano *FireSmart* teve origem nos Serviços Florestais da província de Alberta, em 1990, e os seus membros originais eram uma série de Organizações e Agências Governamentais dessa Província. Este agrupamento intitulava-se “*Partners in Protection*”, e o seu objetivo era facilitar a cooperação entre agências na promoção da consciencialização e educação com o objetivo de reduzir o risco de perda de vidas e de propriedades por incêndios na IUF (*Firesmart* Canada, 2021). A marca *Firesmart* Canada[®] é atualmente uma referência mundial, e em muitos países os conteúdos que o programa foi produzindo ao longo dos anos é utilizado com

propósitos semelhantes, como por exemplo, em algumas Agências de Gestão do Fogo na Austrália e Nova Zelândia. Em 2021, a gestão do programa passou para administração do *Canadian Interagency Forest Fire Centre* (CIFFC), com o objetivo de estender o programa a mais comunidades em todo o Canadá.

Mais detalhes acerca da implementação destes dois programas, nomeadamente no que concerne à gestão de combustíveis, serão apresentados mais à frente neste livro.

Em Ribeiro *et al.* (2021), num documento produzido para a Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais, I.P. (AGIF), é sugerido que se adote em Portugal um sistema de compartimentação semelhante, conforme exemplificado na Figura 2, ao invés de preconizar medidas de gestão indiferenciadas para toda a envolvente das habitações.

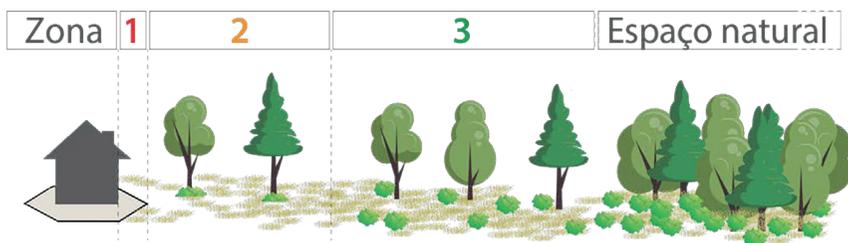


Figura 2. Esquemática da localização das três zonas de gestão de combustíveis proposta em Ribeiro *et al.* (2021).

Seja qual for a abordagem que se adote para a gestão do risco na IUF, o princípio será sempre o mesmo: modificar a envolvente de forma que o comportamento do fogo, na eventualidade de um incêndio rural se aproximar, apresente características (intensidade, velocidade, comprimento de chama, calor libertado) que não causem danos de maior nas estruturas, e conseqüentemente nos seus ocupantes.

Para finalizar, não podemos deixar de mencionar a existência, em Portugal, dos Programas “Aldeia Segura” e “Pessoas Seguras”, usualmente referidos como um só, e que se encontram documentados em

“Aldeia Segura Pessoas Seguras — Guia de Apoio à Implementação”, (ANPC, 2018), bem como do Programa “Condomínio de Aldeias”. Quer um quer outro foram analisados pelo Observatório Técnico Independente da Assembleia da República em 2020 (OTI, 2020) e representam instrumentos que, bem aplicados, podem potenciar o aumento da salvaguarda das pessoas e bens na IUF.

(Página deixada propositadamente em branco)

2.

CARACTERIZAÇÃO DA IUF EM PORTUGAL

(Página deixada propositadamente em branco)

2.1. Condicionamentos à edificação na legislação portuguesa em Interface Urbano-Florestal

Dulce Lopes

Instituto Jurídico da Faculdade de Direito

Universidade de Coimbra

Níveis de consideração dos condicionamentos à edificação na legislação portuguesa

Tendo em vista a especial perigosidade associada às interfaces urbano-florestais (ou, em sentido mais amplo, às interfaces urbano-florestais)⁵, é comum encontrar-se nas várias legislações nacionais condicionamentos à edificação, tendo em vista o objetivo de diminuir e gerir o risco de ocorrência de incêndios rurais. Estes condicionamentos, na legislação portuguesa, assumem essencialmente três configurações distintas: a) a primeira, resultante das normas de planeamento do território; b) a segunda, referente às disposições específicas que estabelecem condicionamentos à edificação em sede de gestão urbanística; c) e a terceira relativa aos requisitos estabelecidos para as próprias edificações.

Cada uma destas dimensões pertence um domínio temático principal: o planeamento do território é parte componente do direito do urbanismo; os condicionamentos à edificação podem ser integrados num emergente direito das florestas pois, ainda que impactem a

⁵ Não debateremos este conceito, já abundantemente analisado nesta Publicação. Chamamos apenas a atenção que nos referimos ao conceito de interface urbano-florestal numa perspetiva de microescala, isto é, de verificação no terreno de um fenómeno de contacto ou transição entre ocupações urbanas e terrenos rurais (integrando os florestais e, eventualmente, os agrícolas), não nos reportando às representações geométricas que uma interface pode assumir e às respetivas metodologias utilizadas para o efeito.

gestão urbanística (e, por isso, o direito do urbanismo), têm os seus fundamentos e função estabelecidos à luz dos objetivos da defesa da floresta, pessoas, animais e bens contra incêndios⁶; e as regras aplicáveis aos próprios edifícios, sua conceção, edificação e manutenção ao direito da construção.

A interação destas três dimensões é essencial.

A primeira — a do planeamento territorial — visa a definição das vocações do território para receber certos usos e ocupações do solo, definindo classes (solo urbano e solo rústico) e categorias de espaços (residencial, florestal, agrícola, etc.) tendo em consideração as suas utilizações dominantes. Nesta medida, os planos, ao regular essas áreas, definem já o tipo de edificações permitidas, os respetivos parâmetros e índices e utilizações possíveis. Deste modo, é expectável que, fora de perímetros urbanos (e, eventualmente, fora de aglomerados rurais e de algumas áreas de edificação dispersa), as regras de ocupação do solo sejam mais restritivas, prevendo-se espaços em que não se pode de todo edificar; estabelecendo-se índices e parâmetros mais difíceis de satisfazer; ou impedindo-se a localização de certos usos em solo rústico (por exemplo usos comerciais, de serviços — com exceção do turismo, que tem tido grande implantação em solo rústico por todo o país — e industriais não ligados ao filão agrícola ou florestal, ou de habitação que não seja de agricultor). Assim, o planeamento territorial, ao ordenar o território, estabelece os vetores base em que irá assentar a evolução das interfaces já existentes ou a criação de novas interfaces urbano-florestais.

A segunda — a dos condicionamentos à gestão urbanística — visa impedir ou limitar em casos concretos a formação ou a ampliação de zonas de interface urbano-florestal, intervindo, assim, sobre

⁶ Cf. LOPES, Dulce, VITALI, Karoline — Direito das Florestas, In Tratado de Direito do Ambiente, Vol. II - Parte Especial, GOMES, Carla Amado, MADEIRA, Heloísa (coord.), 2.ªed, ICJP, 2024, pp. 583-634.

pretensões concretas dos interessados, de natureza pública ou privada, de construir ou infraestruturar em áreas abrangidas por cartografia de perigosidade de risco de incêndio e consoante a respetiva classificação. Assim, estes condicionamentos, impedem ou limitam a efetiva criação ou agravamento de focos de perigosidade, em face da contiguidade ou proximidade de áreas florestais com os usos urbanos pretendidos.

A terceira — a das regras aplicáveis às edificações em si — visa, nos casos em que as edificações sejam admitidas, a fixação de regras sobre características edificativas, materiais de construção e, em particular, de segurança contra incêndios que devem ser observadas, tendo em consideração a sua maior resistência no caso de ocorrência de incêndios rurais. Assim, estas regras visam ser o último escudo de defesa, usualmente individual, contra incêndios rurais⁷.

Vejamos, seguidamente, cada uma destes níveis de proteção de forma abreviada.

Planeamento territorial

As nossas considerações sobre o planeamento territorial serão necessariamente limitadas, dado o escopo do presente texto⁸. Limitamo-nos a referir que, à luz da Lei de Bases — a Lei n.º 31/2014, de 30 de maio — e um novo RJIGT — aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, apenas os planos municipais

⁷ Naturalmente existem outras medidas de natureza mais coletiva e comunitária, como o programa aldeias seguras ou os condomínios de aldeia, mas que têm natureza mais pontual.

⁸ Para maiores desenvolvimentos sobre o direito das florestas, cf. OLIVEIRA, Fernanda Paula, LOPES, Dulce — *Florestas (Algumas Questões Jurídicas)*. 2.ª ed., Coimbra: Almedina, 2023, 268 p., ISBN: 978-989-40-0987-0; e LOPES, Dulce — *As Políticas Florestais em Portugal, Bases e Principais Instrumentos*. E-Publica, ISSN 2183-184x, vol. 7, n. 2 (2020), pp. 5-26.

e intermunicipais de ordenamento do território produzem efeitos vinculativos relativamente aos particulares. O que não significa, porém, que o sistema de gestão territorial seja tão linear, já que conta com um nível nacional (incorporado no Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território e em programas setoriais e especiais), com um nível regional (incorporado em programas regionais), com um nível intermunicipal (que integra, além dos planos intermunicipais, os programas intermunicipais), com um nível municipal (que inclui os planos diretores municipais, os planos de urbanização e os planos de pormenor).

Neste quadro de instrumentos de planeamento assume particular relevo, na área florestal, a categoria genérica dos programas *setoriais*, de tipologia aberta, abrangendo instrumentos muito diferenciados, designadamente do ponto de vista do respetivo conteúdo, já que a eles se reconduzem (continuam a reconduzir) quer *estratégias de desenvolvimento* respeitantes aos diversos setores da Administração central, nomeadamente, no que aqui importa, o setor florestal (*v. g.*, Estratégia Nacional para as Florestas), quer os programas respeitantes aos diversos setores (portanto, também das florestas), quer os regimes territoriais definidos ao abrigo de lei especial (o caso do regime florestal total e parcial), entre outros.

Para além destes instrumentos, existem outros planos de gestão florestal e de gestão integrada de fogos rurais, dos quais os planos municipais de defesa da floresta como incêndios são, ainda, um exemplo a considerar pois a sua substituição por programas sub-regionais de ação e programas municipais de execução encontra-se ainda por concretizar, como resulta do artigo 79.º, n.º 1 do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (aprovado pelo Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, SGIFR).

Um dos elementos importantes a referir é que o adequado ordenamento do território tem como pressuposto a consideração dos vários interesses que nele se manifestam incluindo, naturalmente, o

interesse florestal, enquanto interesse público com expressão territorial que deve ser identificado e harmonizado com outros interesses públicos com repercussão no território (artigos 9.º e seguintes do Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio).

Outro ponto essencial relativo ao planeamento territorial prende-se com a sua natureza e função, por relação com a legislação relativa aos incêndios rurais — que é uma legislação setorial por visar a salvaguarda de interesses específicos resultantes dos riscos de incêndio rural. Não há uma coincidência entre a perspetiva destas legislações e pelos respetivos instrumentos de planeamento. Enquanto que nos planos territoriais o que se encontra é uma projeção do território para o futuro, que deve ser programada e, desejavelmente executada; na legislação florestal, em especial naquela que se preocupa com os riscos de incêndio que lhe estão associados, o território é perspetivado tendo em vista a identificação de situações existentes de riscos de incêndios rurais para as quais devem ser tomadas medidas adequadas de prevenção, de minimização ou de reação.

Ou seja, e dito de outro modo, comparando o sistema de gestão territorial e o sistema atinente aos incêndios rurais, estamos perante regimes cujos instrumentos devem perspetivar o território de modo diferenciado: o primeiro visa, por via dos seus instrumentos de planeamento, projetar uma realidade que há de acontecer; o outro o levantamento e tratamento da realidade que existe.

Entre cada uma das soluções previstas nestas legislações deve procurar-se estabelecer uma concordância prática, de modo que a evolução prevista para o território tome em consideração os riscos territoriais e situações de perigosidade existentes e devidamente cartografadas, mas sem que, em situações justificadas (e com aqueles riscos devidamente mitigados) se possam alterar os planos territoriais de modo a prever soluções que promovam o melhor ordenamento do território. Assim, apesar das condicionantes ao planeamento

(inter)municipal resultantes da cartografia de perigosidade de incêndio rural (cf. artigo 17.º, n.º 1, alínea s) do SGIFR), é possível que aqueles planos venham a classificar algumas dessas áreas como solo urbano e, mesmo quando sejam solo rústico, permitir-lhes alguma edificabilidade. É este o principal ponto de intersecção e eventualmente de conflito entre ordenamento do território e interfaces urbano-florestais, isto porque se hoje os planos territoriais têm uma função nítida de contenção dos perímetros (e de não extensão dos aglomerados rurais e de áreas de edificação dispersa), não há um impedimento absoluto a que, ainda que de forma devidamente justificada, aqueles planos possam viabilizar a criação ou ampliação de zonas de interface urbano-florestal, alterando, por isso, os pressupostos em que assenta a gestão integrada dos fogos rurais.

Condicionamentos à gestão urbanística

Do ponto de vista dos condicionamentos à gestão urbanística, são aplicáveis hoje os artigos 60.º e 61.º do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais, dependendo o carácter restritivo destes condicionamentos da dicotomia estabelecida entre áreas prioritárias de prevenção e segurança (APPS) correspondentes às classes de perigosidade de incêndios rural “alta” e “muito alta” e delimitados nos termos do artigo 42.º daquele diploma; e áreas fora de APPS (que recolhem as demais classes de perigosidade de incêndio rural)⁹.

⁹ Um dos pontos problemáticos deste diploma tem residido, precisamente, na questão de saber onde se encontra plasmada a cartografia de perigosidade de incêndio relevante para efeitos de aplicação destes artigos. Tem havido alguma instabilidade legislativa entre a manutenção e reentrada em vigor, nesta parte, dos anteriores planos municipais de defesa da floresta contra incêndios, e a vigência de uma carta nacional de perigosidade que foi muito contestada e rapidamente suspensa. Na formulação atual do SGIFR, refere-se a uma metodologia a aprovar pela comissão nacional de gestão integrada de fogos rurais que permitirá uma adaptação das APPS à realidade territorial e necessidades de priorização das ações de proteção

No que se refere ao âmbito territorial de aplicação destes normativos, eles apenas têm aplicabilidade em *solo rústico fora de aglomerados rurais*¹⁰ (não obstante a formulação menos clara dada ao artigo 60.º, n.º 1 pelo Decreto-Lei n.º 56/2023, de 14 de julho, que omite a referência a solo rústico). Acresce que o artigo 61.º, aplicável fora de APPS, para que possa ser convocado, carece ainda do preenchimento de outras exigências de ordem territorial, na medida em que apenas se aplica quando o edifício se situe em “*território florestal ou a menos de 50 m de territórios florestais*”. Assim se o terreno onde se pretende edificar estiver integrado e rodeado de terrenos agrícolas (ou, admitimo-lo, em face do princípio da proporcionalidade, na parte em que se estender para terrenos com esta natureza) não haverá lugar à aplicação dos condicionamentos previstos no artigo 61.º.

Do ponto de vista do seu âmbito material, i.e. do tipo de operações que são abrangidas pelos condicionamentos, o artigo 61.º é claro ao restringir o seu âmbito de aplicação a *edifício ou edifícios* (construção, ampliação e reconstrução), delineados nos termos do Decreto Regulamentar n.º 5/2019, de 27 de setembro (incluindo, portanto, apenas a “construção permanente, dotada de acesso independente, coberta, limitada por paredes exteriores ou paredes-meeiras que vão das fundações à cobertura, destinada a utilização humana ou a outros fins”). Já o artigo 60.º é de

contra incêndios rurais (artigo 42.º, n.º 3) bem como uma diferenciação ao nível dos condicionamentos à edificação em APPS.

¹⁰ Note-se que a noção de solo rústico, nos casos em que a classificação do solo nos planos municipais não tenha sido ainda feita à luz do novo Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial, é determinada à luz do disposto no artigo 79.º, n. 10 do SGIFR (limitando-se, assim, às áreas que possam ser caracterizadas como área urbana consolidada ou área urbanizada). Assim, é possível aplicar os artigos 60.º e 61.º a pretensões urbanísticas em solo formalmente classificado como urbano, mas que mantém características rústicas. Além disso, a norma não se aplica a áreas delimitadas nos instrumentos de planeamento como aglomerados rurais, mas já se aplica a áreas de edificação dispersa.

mais difícil interpretação, na medida em que proíbe os “*usos e as ações de iniciativa pública ou privada que se traduzam em operações de loteamento e obras de edificação*”. Desde logo, os loteamentos estariam à partida excluídos em solo rústico, pelo que apenas se entende a referência a esta operação urbanística se se tratar de loteamentos urbanos para instalação de empreendimentos turísticos (artigo 38.º do RJUE). Quanto à noção de obras de edificação, as mesmas não se encontram definidas no SGIFR, tendo, por isso de ser lidas — como em causa está uma matéria de gestão urbanística — em consonância com o conceito amplo disposto no Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro, de que se alinha com a grande limitação à ocupação urbanística das áreas em APPS. Assim, serão proibidas, em princípio, todas as obras de “*construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de um imóvel destinado a utilização humana, bem como de qualquer outra construção que se incorpore no solo com caráter de permanência*” [alínea a) do n.º 2].

Destas exceciona o artigo 60.º, do SGIFR as obras de conservação e de escassa relevância urbanística [n.º 2 alínea a)], entendendo-se que do âmbito de aplicação do artigo 61.º, ainda que não textualizadas, também devem, por maioria de razão, ser excecionadas as obras de escassa relevância urbanística.

A diferença essencial entre ambas as disposições está na amplitude das limitações à edificação. Sem entrarmos nas especificidades técnico-jurídicas destes dois artigos, o artigo 60.º, quanto às condições de edificabilidade em APPS, parte do princípio que, nestas áreas, dada a sua maior perigosidade de incêndio, *não devem ser permitidas quaisquer operações urbanísticas*, mesmo que sejam de reconstrução [operações estas que a alínea b) do n.º 2 do artigo 60.º apenas admite de forma muito restritiva], a não ser que se trate de obras fins não habitacionais que pela sua natureza não

possuam alternativas de localização [alínea c)] ou de obras destinadas a utilização exclusivamente agrícola, pecuária, aquícola, piscícola, florestal ou de exploração de recursos energéticos ou geológicos, desde que a câmara municipal competente reconheça o seu interesse municipal e verifiquem as condições previstas na lei [alínea d)].

Já no artigo 61.º, o pressuposto é distinto: serão admitidas obras de edificação posto que, sendo possíveis à luz dos instrumentos de planeamento aplicáveis, cumpram os requisitos gerais previstos no n.º 1 daquele artigo (sabendo-se que, nos casos específicos previstos no n.º 3, alguns daqueles requisitos podem ser aligeirados).

Apesar das diferenças entre estas disposições e a variedade de situações que as mesmas regulam, as formas que o legislador pre-dispõe para acautelar os interesses na interface urbano-florestal passam essencialmente por:

- assegurar um afastamento dos edifícios à estrema dos prédios correspondentes, em regra de cinquenta metros, tentando uma coincidência (nem sempre perfeita) entre a obrigação de gestão de combustível à volta de edifícios e aquele afastamento, de modo a assegurar que seja o seu proprietário a assumir aquela gestão e não os proprietários contíguos do prédio. É certo que estes afastamentos formalmente não diminuem a perigosidade de incêndio; mas presume o legislador que materialmente a gestão de combustível será levada a cabo de forma mais assídua e eficaz, na medida em que não é feita em benefício de terceiros, mas do próprio titular da operação urbanística. Além disso, a prática urbanística que conhecemos tem mostrado que, sobretudo em áreas de pequena e média propriedade, é difícil cumprir com a exigência de afastamento à estrema, o que tem sido um fator decisivo para a limitação

de mais edificabilidade em solo rústico, mesmo nos casos em que os instrumentos de planeamento o admitiriam;

- obrigar à adoção de medidas de proteção relativas à resistência do edifício à passagem do fogo, de acordo com os requisitos estabelecidos por despacho do presidente da ANEPC e a constar em ficha de segurança ou projeto de especialidade no âmbito do regime jurídico de segurança contra incêndio em edifícios, de acordo com a categoria de risco, sujeito a parecer obrigatório da entidade competente e à realização de vistoria. Anote-se, a este propósito, que foi publicado o Despacho n.º 8591/2022, que estabelece os requisitos para adoção de medidas de proteção relativas à resistência do edifício à passagem do fogo, a constar em ficha de segurança ou projeto de especialidade no âmbito do Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios, a que aludiremos *infra*.
- impelir à adoção de medidas relativas à contenção de possíveis fontes de ignição de incêndios no edifício e respetivo logradouro. Apesar de o Sistema de gestão Integrada de Fogos Rurais não fornecer maiores indicações quanto a estas medidas, existem já múltiplas fontes de identificação de algumas delas, por exemplo, incorporação de redes de hidrantes e aspersores, de mecanismos de deteção de incêndios, de geradores de energia autónomos, etc.

O objetivo será, portanto, assegurar que o novo edifício ou edifícios intervencionados, caso venham a ser admitidos, se encontram triplamente protegidos: pela envolvente ao edifício, cujo combustível estará devidamente gerido; pelas características do edifício em si, que será resistente à passagem do fogo; e pela adoção de medidas adicionais ou compensatórias que sejam consideradas necessárias para conter possíveis fontes de ignição de incêndios.

Condicionamentos à edificação em si

A ocorrência cada vez mais frequente de catástrofes relacionadas com incêndios na interface urbano-florestal tem vindo a destacar a necessidade e a relevância da específica regulamentação deste tipo ocupação.

Tradicionalmente, a regulamentação da edificação em si mesma centrava-se nos incêndios com origem no próprio edifício — os incêndios internos —, não considerando adequadamente as exigências colocadas por incêndios com fonte de ignição externa — como os florestais. Nestes, vistos como “ameaças externas”, a proteção de edificações era objeto essencialmente de regulamentação através do estabelecimento de regras referentes à gestão de combustível em torno dos edifícios e infraestruturas.

Mas se a gestão de combustíveis em torno dos edifícios e estruturas, bem como a gestão e o ordenamento florestal são cruciais na prevenção e na proteção de vidas e bens contra os fogos, as características hoje assumidas pelos incêndios rurais — designadamente em termos de dimensão, rápida capacidade de propagação e propensão para atingir cada vez mais as interfaces urbano-florestais e as estruturas ali presentes — não recomendam a sua abordagem dissociada da regulamentação de regras e técnicas construtivas resistentes à exposição do edifício aos incêndios e aos diferentes riscos advindos dos fogos (seja o contacto direto com as chamas, os fluxos de calor ou as brasas e partículas em chamas advindas dos incêndios)¹¹.

¹¹ ALMEIDA, M., RIBEIRO, L., MODARRES, M. e VIEGAS, D. X. — *Regras para o Edificado e Envolvente nos Territórios Rurais*. ForestWISE (Coord.) — Projetos AGIF 2021 (P32100231), Vila Real, 2021, disponível em <https://www.agif.pt/app/uploads/2022/07/Relat%C3%B3rio-Regras-para-o-Edificado-e-Envolvente-dos-Territ%C3%B3rios-Rurais_FW_final.pdf>, último acesso em 5 de setembro de 2023.

Daí a necessidade do estabelecimento de regras específicas de segurança dos próprios edifícios contra incêndios rurais, destinadas a reduzir a vulnerabilidade destes, uma vez que, nestes casos, o risco de incêndio vem também do exterior, tornando necessário colocar novas exigências aos projetos de edificação, seja no que se refere à sua envolvente, seja à sua própria arquitetura seja, por fim, quanto aos materiais de construção a utilizar.

Em Portugal vigora imediatamente o Regulamento Europeu de Produtos de Construção [Regulamento (UE) n.º 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2011], o qual estabelece condições para a colocação ou disponibilização no mercado de produtos de construção, bem como a harmonização de regras sobre a expressão do desempenho dos produtos de construção e sobre a utilização da marcação CE nesses produtos. Especificamente no que se refere ao tema que aqui nos convoca, o referido Regulamento destaca, no seu Anexo I, ser a segurança contra incêndios um dos requisitos básicos das obras de construção, devendo estas serem concebidas e realizadas de acordo com determinados requisitos de segurança contra incêndios. No entanto, como aludimos, tais requisitos têm em conta, essencialmente, os incêndios com origem dentro dos próprios edifícios, nomeadamente em termos de capacidade de carga/suporte, geração e propagação de fogo e fumo, limitação da propagação do fogo às obras adjacentes, garantia de evacuação adequada dos ocupantes e níveis de segurança para as equipas de resgate. Sem prejuízo de uma regulamentação essencialmente voltada para o interior do edifício, não podemos esquecer a importância que algumas destas exigências assumem a propósito de fontes de ignição externa, designadamente provenientes de incêndios rurais. É o caso, a título de exemplo, da valia dos produtos corta-fogo (tais como as portas corta-fogo) — nomeadamente daqueles voltados também para a parte externa dos edifícios, que evitam que faíscas ou pequenas

brasas entrem no interior de um edifício — e, ainda, da importância de sistemas fixos de detecção e combate de incêndios no interior dos edifícios.

No âmbito nacional, é o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios — SCIE (Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro) o diploma que regulamenta os padrões mínimos dos materiais de construção e dos equipamentos de um edifício, atendendo às especificidades destes e utilizando critérios como as características dos produtos, os materiais, bem como a identificação de locais ou categorias de risco. Também ele contém, no seu essencial, uma regulamentação voltada quase exclusivamente para a proteção dos edifícios contra os incêndios que tenham origem no próprio edifício e à respetiva propagação, não considerando os níveis de risco de fogos rurais ou o do fluxo de calor destes a que o edifício possa estar sujeito. Note-se, a esse respeito, que o Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios utiliza, para a identificação dos locais de risco, critérios relacionados principalmente com o tipo e número de público, às características dos produtos, materiais ou equipamentos existentes e à localização dos meios, não ponderando aspetos como a localização do edifício e sua envolvente.

Maior relevo a este propósito assume o Despacho 8591/2022, de 13 de julho, elaborado no âmbito do Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais e que tem aplicação para efeitos da regulamentação dos condicionamentos à edificação que este diploma veio estabelecer, nomeadamente nos previstos na subalínea iv), alínea b), n.º 2, do artigo 60.º, e na alínea c), n.º1, artigo 61.º¹². Com as exigências constantes deste despacho procura-se adotar medidas

¹² Maiores desenvolvimentos em OLIVEIRA, Fernanda Paula, LOPES, Dulce, VITALI, Karoline — *Direito da Construção e Incêndios Florestais*, In *Atas do Encontro Ad Urbem 2022*, Atas do Encontro Anual da Ad Urbem 2022, ISBN 978-989-40-1466-9, 2023, p. 163-184.

de proteção dos edifícios à passagem do fogo, tomando já em consideração o desempenho dos elementos e materiais de construção quando se trate de edifícios expostos (ou vulneráveis) a incêndios rurais.

Assim, o Despacho 8591/2022, de 13 de julho inova no contexto português ao regular a utilização de materiais de construção tendo em consideração o risco de incêndio rural e, principalmente, ao estabelecer uma classificação do risco de incêndio de um edifício individualmente considerado — que poderá corresponder à classe de risco *baixa ou média, alta ou muito alta e extrema*¹³ —, classificação que serve para guiar os padrões que deverão ser atendidos pelos elementos da construção e que são essencialmente dois: a *resistência ao fogo* e a *reação ao fogo*.

Apesar do Despacho 8591/2022, de 13 de julho representar um passo relevante na regulação das construções tendo em consideração riscos provenientes de incêndios rurais, existe ainda um (longo) caminho a ser percorrido, quer no que se refere à valoração do tipo de vegetação que está próxima à construção e à possível especificação dos critérios construtivos, como no que se refere à consideração da relevância do *design* dos edifícios e não apenas dos materiais de construção, além da ponderação dos demais riscos, tendo em consideração que em Portugal a maior parte dos danos mais graves que ocorrem nas construções se relacionam com o contacto dos incêndios com brasas levadas pelo fogo, que dão início a novos incêndios na propriedade, ou com o contacto direto com as chamas.

¹³ O diploma não faz referência explícita à adoção da referida classificação em classes de risco baixa ou média, alta ou muito alta, e extrema. No entanto, esta classificação está presente em todas as tabelas em que é realizada uma categorização das diferentes *Classes de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)*.

2.2. Caracterização do espaço envolvente aos edifícios nas zonas rurais em Portugal

Miguel Almeida

ADAI — Associação para o desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial
Universidade de Coimbra

Apesar de a atual regulamentação portuguesa (DL82/2021 de 13 de outubro) sobre a gestão do risco de incêndio rural na IUF obrigar os proprietários ou usufrutuários dos edifícios e dos terrenos contíguos a assegurar a existência de uma faixa de gestão de combustíveis (FGC) em torno da construção, com uma largura mínima de 50m, esta obrigação nem sempre é cumprida pelos cidadãos.

Embora a referida legislação não indique os detalhes técnicos de como a gestão de combustíveis deve ser realizada, várias entidades (e.g., ICNF) e campanhas (e.g., “Portugal Chama”) publicam regularmente diretrizes relativas à construção e manutenção das FGC. No entanto, de uma forma geral, os cidadãos demonstram grande desconhecimento, desleixo, ou por vezes incapacidade, para gerir apropriadamente os combustíveis na envolvente das suas construções.

Uma vez que um dos objetivos do presente livro passa pela disseminação de boas práticas na gestão dos combustíveis na envolvente dos edifícios (Capítulo 3), é importante ter um diagnóstico da situação que ajude a caracterizar os cenários que podem ser encontrados na envolvente aos edifícios em Portugal. Num trabalho realizado para a Agência para a Gestão Integrada de Fogos Rurais (Almeida *et al.*, 2021), foi feita uma caracterização destas áreas em Portugal Continental, envolvendo uma amostra de 2000 construções isoladas e localizadas em áreas suscetíveis a incêndios rurais, espalhadas por todo o território. Esta análise baseou-se em imagens de satélite captadas entre os anos de 2018 e 2021, tendo sido feita uma validação estatística *in loco* da interpretação dessas imagens.

A envolvente de cada edifício da amostra foi analisada com o objetivo de perceber a sua perigosidade em função da distância entre a vegetação existente e a periferia do edifício, considerando: 1) o tipo de vegetação — árvores, arbustos ou herbáceas; 2) o seu arranjo — em contínuo, em grupo ou isoladamente; e 3) o modelo de manutenção — vegetação espontânea ou malcuidada, ou vegetação cuidada, incluindo jardins. Foi então definido um valor de perigosidade para cada situação, tal como se apresenta na Tabela 1.

Tabela 1. Perigosidade associada ao distanciamento entre a periferia dos edifícios e a vegetação na sua envolvente. (baseado em Almeida et al., 2022)

Vegetação			< 2 m	< 5 m	< 10 m	> 10 m
Árvores	Contínuo	Espontânea ou malcuidada	15	12	10	5
		Cuidada/jardim	11	9	5	2
	Grupos	Espontânea ou malcuidada	12	10	6	3
		Cuidada/jardim	10	8	5	2
	Isoladas	Espontânea ou malcuidada	10	8	5	2
		Cuidada/jardim	9	7	3	1
Arbustos	Contínuo	Espontânea ou malcuidada	12	10	7	4
		Cuidada/jardim	10	8	3	2
	Grupos	Espontânea ou malcuidada	10	7	4	2
		Cuidada/jardim	8	6	2	1
	Isolados	Espontânea ou malcuidada	8	6	2	1
		Cuidada/jardim	6	4	1	1
Herbáceas	Espontânea ou malcuidada	6	3	1	1	
	Cuidada/jardim	2	1	1	1	

Tabela 2: Relação entre os valores de perigosidade da Tabela 1 e as classes de perigosidade.

Valor	1 – 2	3 – 5	6 – 8	9 – 11	12 – 15
Classe	Baixa	Moderada	Alta	Muito alta	Extrema

As cores de cada célula representam a classe de perigosidade de cada situação, de acordo com a tabela seguinte.

O valor médio de perigosidade e a respetiva classe foram determinados para cada distrito de Portugal Continental, tal como se apresenta na Figura 3. Poderá verificar-se que os valores médios de perigosidade para Portugal Continental são 1,5; 5,1 e 6,5, consoante se trate de herbáceas, arbustos ou árvores, respetivamente. Conclui-se, portanto, que, em termos médios, a vegetação arbustiva e arbórea típica da envolvente das casas em Portugal, é aquela que primordialmente facilita a propagação do fogo rural para as casas e que, havendo um incêndio na zona, a probabilidade de o edifício ser afetado, caso não haja qualquer forma de intervenção, é normalmente "Alta".

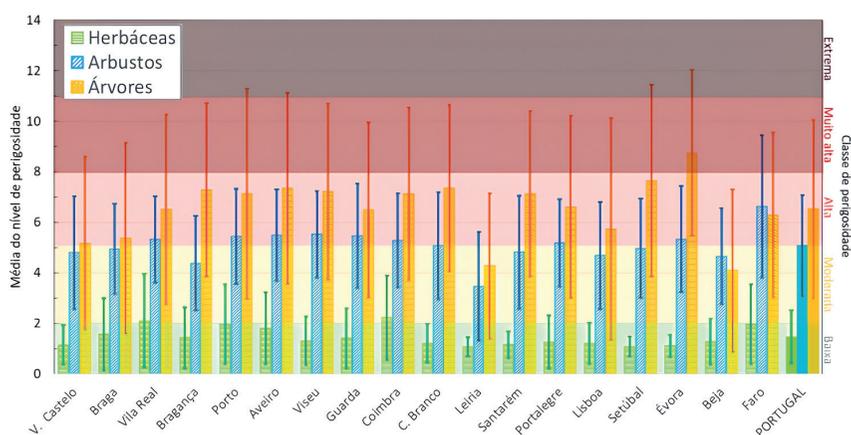


Figura 3: Valor médio da perigosidade e respetiva classe de perigosidade para cada Distrito de Portugal Continental. (baseado em (Almeida et al., 2021).

Na Figura 4 apresenta-se a distribuição das classes de perigosidade para os diferentes tipos de combustível, nos vários distritos, de acordo com a tabela anterior. Para facilitar a discussão, inclui-se nesta figura a carta de perigosidade estrutural para o período de

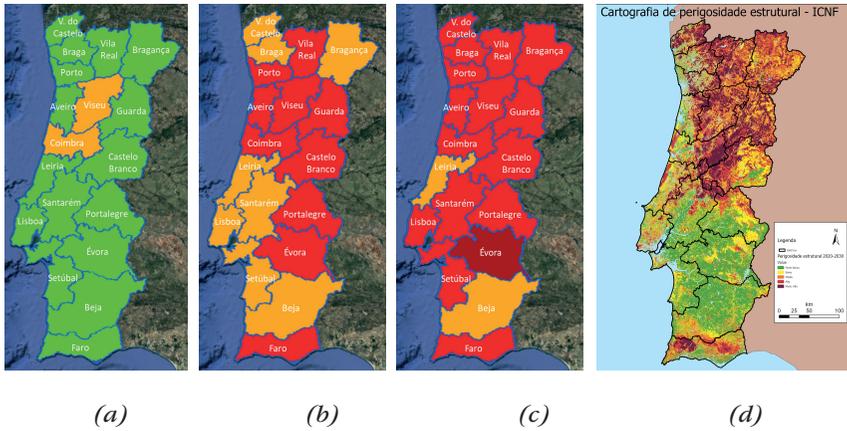


Figura 4: Distribuição das classes de perigosidade por distritos para: a) herbáceas, b) arbustos, e c) árvores; d) mapa de perigosidade estrutural.

2020 a 2030, elaborada pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF).

A Carta de perigosidade (Figura 4d) permite verificar que o distrito de Faro e os distritos do Norte e Centro do interior de Portugal são aqueles que apresentam maior perigosidade estrutural relativamente a incêndios rurais. Por outro lado, constata-se que há vários distritos com perigosidade estrutural menor, com maiores défices de gestão dos combustíveis na envolvente às construções, destacando-se os distritos de Évora, Portalegre, Setúbal, Lisboa e Santarém. A menor perigosidade estrutural poderá levar os cidadãos a algum desleixo relativamente às suas obrigações. No entanto, a maior preocupação recai sobre os distritos de Vila Real, Viseu, Guarda, Coimbra e Castelo Branco, onde a alta perigosidade estrutural coincide com classes de perigosidade resultantes da maior proximidade de combustíveis às construções.

2.3. Caracterização do edificado e tendências de construção em Portugal

Cristina Calmeiro¹, Miguel Almeida², Luís Mário Ribeiro²

¹ Itecons — Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade

Universidade de Coimbra

² ADAI — Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, Universidade de Coimbra

A presente secção pretende caracterizar o parque habitacional e envolvente (inferior a 2m) em regiões rurais de Portugal mais suscetíveis a incêndios rurais. Ainda que as técnicas construtivas em ambiente rural possam divergir significativamente de uma localização geográfica para outra, refletindo as condições locais, recursos disponíveis, fatores climáticos, culturais e tradições arquitetónicas, é fundamental o conhecimento exaustivo do uso e da funcionalidade de uma habitação rural para garantir a segurança dos habitantes e a proteção das edificações. Uma avaliação assente nas condições do edifício, na resistência estrutural, fachadas, vãos, coberturas e acessos, bem como as condições exteriores da envolvente e a maior ou menor proteção e resiliência, permite verificar se o edifício e a envolvente apresentam um risco aceitável.

De um modo mais abrangente, destacam-se os estudos desenvolvidos por Ribeiro (2016) e Ribeiro *et al.* (2020) sobre o impacto do fogo nas estruturas e nos elementos construtivos, os métodos de ignição e a taxa de combustibilidade dos materiais aplicados na envolvente. Tanto os relatórios da ADAI (D. X. Viegas *et al.*, 2017) e (D. X. Viegas *et al.*, 2019), como o relatório da Comissão Técnica Independente (CTI, 2018), analisam o impacto dos incêndios de 2017 nas habitações e instalações empresariais, tendo em conta

a defesa e proteção dos aglomerados populacionais, assim como a gestão da interface entre edificações e floresta.

Tipologia de uso e estado de conservação

A ocupação das habitações pode variar em função de fatores como propriedade da residência (própria ou arrendada), agregado familiar, localização geográfica, entre outros. Neste sentido e tendo em conta a informação dos Censos 2021 (Censos, 2022), o parque habitacional é maioritariamente considerado como residência familiar habitual (1^a habitação), apresentando as residências familiares secundárias (2^a habitação) uma percentagem pouco significativa. De modo similar, os restantes usos apresentam valores residuais. Esta classificação é importante relativamente à ocorrência de incêndios, uma vez que os edifícios que estão ocupados permanentemente (por constituírem a primeira habitação) poderão ter uma intervenção mais imediata, ao contrário dos edifícios de segunda habitação, que por estarem ocupados apenas em determinados períodos do ano, podem não estar acessíveis em situações de emergência.

De modo a caracterizar o edificado em zonas rurais com propensão a incêndios, a ADAI desenvolveu um questionário participativo (Almeida *et al.*, 2021), o qual foi disseminado pelo envio de um email a várias centenas de destinatários. Foram obtidas 291 respostas, distribuídas¹⁴ por todo o território continental português, relativas a edifícios localizados exclusivamente em ambientes propícios a incêndios rurais, dos quais 74% eram de 1^a habitação e 18% de 2^a habitação (Figura 5). Todas as respostas foram obtidas

¹⁴ Aveiro (16), Beja (0), Braga (7), Bragança (9), Castelo Branco (12), Coimbra (52), Évora (4), Faro (34), Guarda (14), Leiria (15), Lisboa (6), Portalegre (3), Porto (8), Santarém (18), Setúbal (6), Viana do Castelo (11), Vila Real (4) e Viseu (70)

eletronicamente, nos meses de outubro e novembro de 2021, e reportavam-se a edifícios localizados exclusivamente em ambientes propícios a incêndios rurais.

O estado de conservação de uma habitação também pode influenciar diretamente a sua vulnerabilidade ao risco de incêndio. Efetivamente, a progressiva degradação do parque edificado, a falta de inspeções regulares e de manutenção dos sistemas e equipamentos, e a inexistência de medidas preventivas para mitigar o risco de incêndio, conduzem a um grau de risco mais elevado.

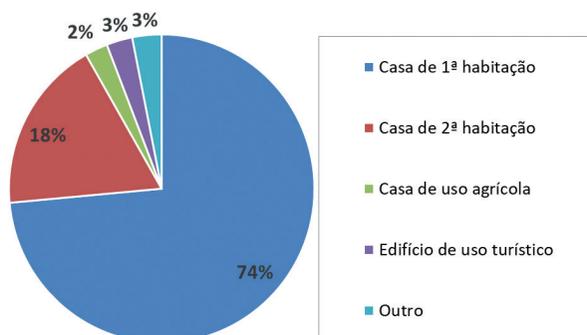


Figura 5. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — tipologia (Almeida et al, 2021).

Cobertura e fachada

A propagação de um incêndio pelo exterior da habitação deve-se essencialmente a dois elementos construtivos, as coberturas e as fachadas.

Em situação de incêndio, a cobertura é um elemento construtivo vulnerável em função do tipo de material utilizado na sua construção e do próprio revestimento. As estruturas de madeira e revestimento em telhas cerâmicas são mais suscetíveis a danos causados pelo incêndio quando comparados com estruturas de betão e revestimento

com telhas metálicas por apresentarem maior resistência ao fogo. No entanto, em contexto rural, quase um terço das construções apresenta as coberturas em estrutura de madeira revestidas a telhas cerâmicas (Figura 6).

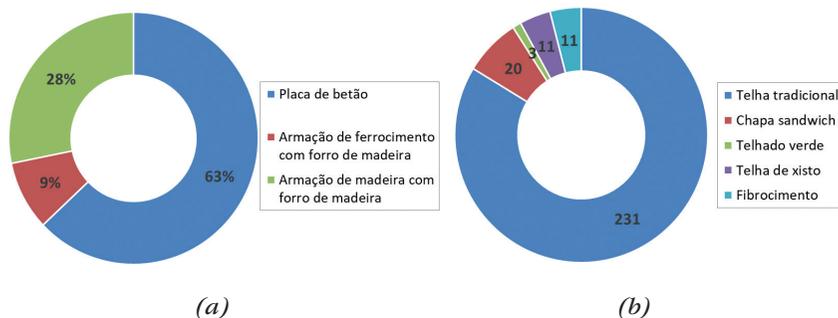


Figura 6. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — revestimento da cobertura (Almeida et al, 2021).

Por norma, é nas coberturas do edificado que surgem novas ignições, uma vez que as fagulhas, pela ação do vento, tendem a depositar-se nelas. Para reduzir a vulnerabilidade do telhado em situações de incêndio é crucial a escolha de materiais resistentes ao fogo e a devida manutenção e limpeza periódica de resíduos.

A fachada de uma habitação pode-se tornar uma fonte de combustível em caso de incêndio. Se o sistema de fachada, incluindo revestimento e/ou isolamento, for constituído por materiais inflamáveis, como madeira, painéis de PVC ou compósitos de madeira-plástico, pode aumentar o risco de incêndio, contribuindo para a propagação de chamas e aumento da temperatura, colocando rapidamente em perigo o edifício e os ocupantes. Estes são apenas alguns exemplos de materiais utilizados em fachadas de uma habitação que, embora ofereçam vantagens em termos de estética e durabilidade, apresentam riscos de incêndio, sendo necessário adotar medidas adequadas de segurança e prevenção, privilegiando a utilização de materiais de baixa inflamabilidade.

Se, pelo contrário, a fachada for constituída por materiais incombustíveis, as chamas podem atingir os vãos, mas a propagação do fogo será comparativamente mais lenta, uma vez que a fachada não irá contribuir para a propagação (não aumenta a velocidade da chama ou do fumo). Uma propagação do fogo mais lenta e menos intensa, possibilita uma evacuação mais segura e uma atuação mais eficaz. Isto é especialmente importante nos edifícios rurais onde os moradores são maioritariamente idosos e com maiores dificuldades em reagir a uma situação de incêndio.

Felizmente, em Portugal a maioria dos edifícios apresenta um sistema de fachada que apresenta um comportamento favorável face aos incêndios rurais, tal como se pode verificar na Figura 7.

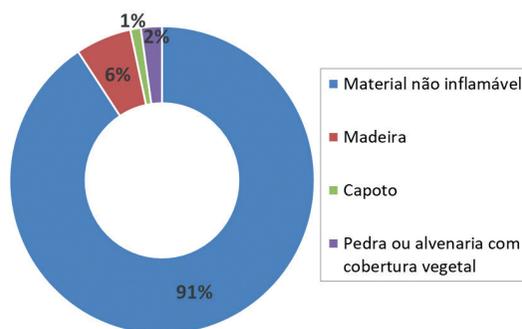


Figura 7. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — fachada (Almeida et al, 2021).

Portas e Janelas

As portas e janelas são elementos críticos pela vulnerabilidade que apresentam aos incêndios rurais. As altas temperaturas que se fazem sentir numa situação de incêndio afetam a capacidade estrutural das portas e janelas exteriores, fazendo com que elas se degradem ou até colapsem, especialmente se forem de madeira, material facilmente inflamável em caso de incêndio. É importante

utilizar na construção destes elementos materiais com capacidade resistente ao fogo. Além disso, manter as portas e janelas fechadas durante um incêndio pode evitar a entrada de partículas incandescentes e ajudar a retardar a ignição e a propagação das chamas.

O tipo de vidro das portas e das janelas contribui decisivamente para o nível de vulnerabilidade da construção. A alta temperatura atingida durante um incêndio pode fazer com que o vidro sofra fraturas, criando aberturas que permitem a entrada de fumo, fagulhas e chamas na habitação, facilitando o desenvolvimento do incêndio no interior. A ação do vento, que durante um incêndio tende a ser mais intenso pelos efeitos convectivos provocados pelo fogo, podem levar essas fraturas à quebra do vidro. As portas e janelas com vidros partidos permitem a entrada de fagulhas que podem provocar ignições e admitem a entrada de ar, contribuindo para o aumento da intensidade e da propagação do fogo, tornando mais difícil a extinção.

Embora a maioria das construções em Portugal tenha janelas com vidro duplo, o vidro simples ainda pode ser encontrado, sobretudo em construções mais antigas (Figura 8a).

As portadas, estores e persianas são elementos construtivos que, por serem verticais, impedem a acumulação de fagulhas, minimizando

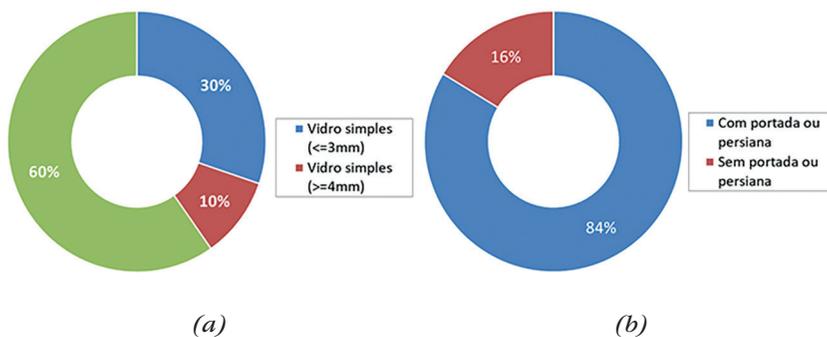


Figura 8. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — janelas (a) e proteção das janelas (b) (Almeida et al, 2021).

a possibilidade de ignição e contribuindo para o bom desempenho das janelas numa situação de incêndio. Ao fechar as portadas, estores e persianas durante um incêndio, evita-se a entrada de calor, fumo e chamas para o interior da habitação, protegendo a estrutura do edifício e os ocupantes contra os efeitos diretos do fogo. Como poderemos verificar na Figura 8b, a maioria das habitações tem proteção da janela. É no entanto importante sensibilizar a população para fechar as persianas ou portadas numa situação de incêndio rural.

Envolvente dos edifícios

A acumulação de detritos e vegetação seca próxima do edifício, como árvores, arbustos e gramíneas, também aumentam o perigo de incêndio, por serem materiais inflamáveis, com uma ignitabilidade elevada, que podem conduzir o fogo até à construção.

Como poderemos verificar na Figura 9, quase metade das construções apresenta vegetação na sua envolvente mais próxima, i.e., até 2 m da periferia do edifício. Este aspeto assume maior gravidade quando se verifica que esta vegetação é de herbáceas altas e arbustos

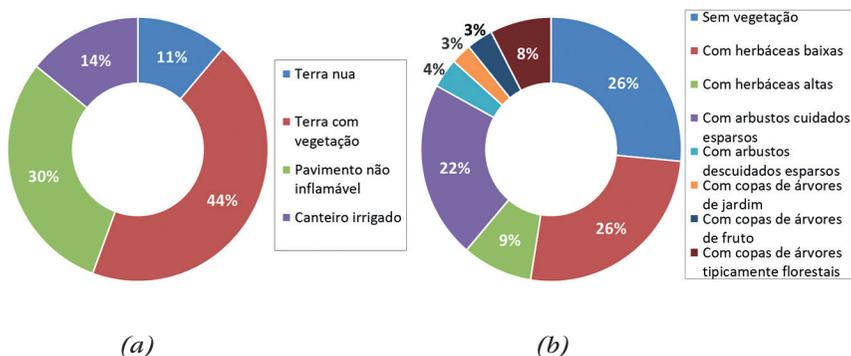


Figura 9. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — envolvente mais próxima (<2 m) do edifício (Almeida et al, 2021).

descuidados em 9% e 4% dos casos, respetivamente, e que em 8% das casas está demasiadamente próxima de árvores tipicamente florestais.

Capacidade de autoproteção

Para aumentar a segurança e a resiliência face aos incêndios rurais e outras emergências é fundamental desenvolver capacidades de autoproteção dos indivíduos, para que se possam defender e atuar sem dependerem inteiramente da intervenção dos agentes públicos de proteção civil. Para o efeito, o reconhecimento dos riscos e a adoção de medidas preparatórias que visem o uso adequado de equipamentos de primeira intervenção, a existência e compreensão dos planos de evacuação e de emergência, mostram-se essenciais para a capacidade de autoproteção.

As capacidades de autoproteção instaladas nas construções do meio rural português traduzem-se sobretudo na existência de mangueiras (Figura 10) que podem humidificar a casa e sua envolvente quando ameaçadas pelo incêndio. Destaca-se que cerca de um terço dos edifícios não tem qualquer capacidade de autoproteção, ficando a segurança dos seus ocupantes totalmente entregue aos meios de proteção civil, que numa grande ocorrência podem não ter capacidade para acudir a todos os pedidos de socorro.

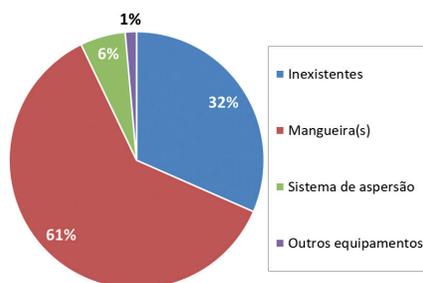


Figura 10. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — capacidade de autoproteção (Almeida et al, 2021).

A capacidade de autoproteção contra incêndios rurais exige, normalmente, o recurso a dois elementos fulcrais, a água e a energia/eletricidade. Assim, a autonomia das construções em água é fundamental enquanto medida preparatória de combate a incêndios, uma vez que a água da rede pública pode faltar durante uma ocorrência, sobretudo se for de grandes dimensões, face ao seu uso massivo que se verifica nestas situações, tanto pelos meios de proteção civil, como pelos cidadãos. Por outro lado, vários equipamentos de autoproteção (e.g., sistemas de bombagem de água) exigem o fornecimento de energia, seja elétrica ou não. A destruição que o fogo provoca na rede elétrica, ou porque o abastecimento foi interrompido por questões de segurança, leva a que frequentemente as casas fiquem sem eletricidade durante os incêndios. Caso não haja uma fonte alternativa de energia, vários sistemas de autoproteção tornam-se inoperacionais, inviabilizando as capacidades de defesa. Assim, torna-se fundamental que as casas disponham de soluções como geradores elétricos ou outros, que lhes confirmam autonomia energética.

De acordo com a Figura 11, muitas vezes as casas apresentam uma autonomia razoável no que respeita a água, no entanto, a autonomia energética é muito reduzida. Nesta situação, em caso de incêndio, as casas podem ter medidas de autoproteção instaladas, podem ter

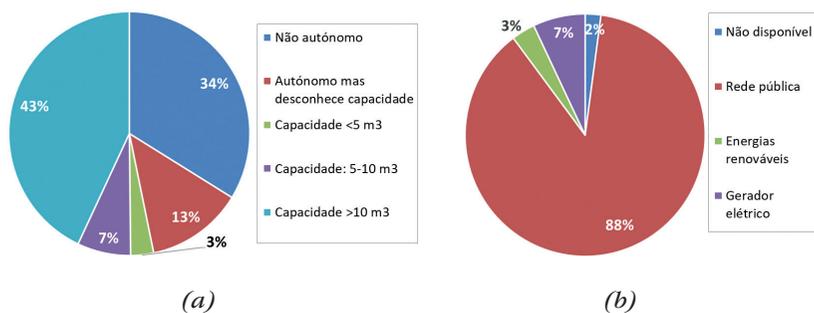


Figura 11. Caracterização dos edifícios habitacionais no meio rural em Portugal Continental — autonomia em água (a) e energia (b) (Almeida et al, 2021).

água para enfrentar os incêndios, mas a atuação pode estar limitada ou impedida por não haver energia para usar os recursos existentes.

2.4. Conclusão

As práticas de construção em ambiente rural têm-se vindo a adaptar às condições locais, à disponibilidade de materiais e às exigências de segurança, especialmente no que diz respeito à prevenção e combate a incêndios rurais. Contudo, ainda é possível desenvolver estratégias eficazes para melhorar a proteção contra incêndios e preservar o património rural, incentivando a aplicação de materiais inovadores e com capacidade de reação ao fogo melhorada bem como o cumprimento das normas de segurança.

A par da adoção de novas práticas de construção, é igualmente relevante a integração de sistemas de deteção de incêndios e aspersores ou outros meios de autoproteção, bem como a consciencialização e a capacitação da população para os riscos existentes e as medidas de emergência a adotar em situação de incêndio rural.

Independentemente do tipo de construção existente nas zonas rurais, a população tem um papel indispensável na resposta aos incêndios enquanto peça fundamental no sistema de proteção civil.

3.

**BOAS PRÁTICAS DE GESTÃO DE COMBUSTÍVEIS
NA ENVOLVENTE A CONSTRUÇÕES**

(Página deixada propositadamente em branco)

MohammadReza Modarres & Miguel Almeida
ADAI — Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial,
Universidade de Coimbra

A gestão de combustíveis na envolvente às construções é realizada numa área, designada “faixa de gestão de combustíveis” (FGC), onde se devem ter em consideração aspetos como os materiais e espécies de vegetação existentes, assim como a sua concentração e dispersão, de forma a dificultar a propagação do fogo, afastando-o de elementos de maior valor, como os edifícios, ou mesmo as pessoas e animais. Deve ser tida em consideração não apenas a existência de combustíveis naturais, como a vegetação, mas também a presença de combustíveis antropogénicos, como viaturas ou coberturas plásticas, que são comuns na envolvente das construções.

A faixa de gestão de combustíveis tem dimensões que variam de país para país. Em Portugal, a FGC em torno do edificado está definida com uma largura mínima de 100m para a proteção das comunidades e de determinadas infraestruturas turísticas e industriais, devidamente especificadas no decreto-lei 82/2021 de 13 de outubro, e de 50m para edifícios isolados, que é o principal foco deste livro.

Neste capítulo, depois de uma breve descrição generalista de esquemas usados para a gestão de combustíveis na envolvente a edifícios, segue-se uma apresentação mais detalhada de boas práticas, abordando duas perspetivas distintas. A primeira visa descrever práticas de gestão de forma a evitar que o calor emanado pela frente

de chamas que possa incendiar o edifício. A segunda secção visa reduzir a turbulência na envolvente ao edifício de forma a mitigar a probabilidade de ignição por focos secundários.

3.1. Gestão de combustíveis na envolvente a edifícios — abordagens seguidas em diferentes países

No Canadá

De acordo com as definições de zonas prioritárias do Programa FireWise¹⁵ para mitigar o risco de incêndio na IUF, as zonas de gestão de combustíveis na envolvente a construções são definidas da seguinte forma:

1. Definição Prática (Figura 12)

- i. **Zona prioritária 1A** — Inclui um anel até uma distância de 1,5 metros do limite exterior do edifício.

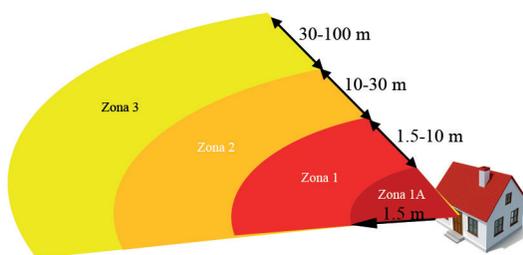


Figura 12. Esquema de zonas prioritárias para aplicação na vegetação ao redor de edifícios de acordo com o Código canadiano (Almeida et al., 2021; FireSmart).

¹⁵ FS_Structure-Ignition-Zone-Poster-11x17-JULY2019BCVersion.pdf (firesmartbc.ca)

ii. **Zona prioritária 1** — Esta zona inclui um anel com raio entre 1,5 e 10 metros no qual devem ser seguidos os seguintes procedimentos:

- a) Vegetação, incluindo arbustos, árvores e galhos de árvores, devem ser totalmente removidos;
- b) Não devem ser armazenados materiais combustíveis, e a acumulação de detritos combustíveis sob o edifício deve ser evitado;
- c) Materiais não combustíveis, como cascalho, tijolo e cimento devem reduzir o crescimento de vegetação; pode igualmente ser usada uma tela que evite o crescimento de vegetação sob este material inerte;
- d) As herbáceas devem ser cortadas a uma altura não superior a 10 cm;
- e) Os detritos no solo e árvores caídas devem ser removidos pelo menos uma vez por ano;
- f) As árvores muito envelhecidas, mortas ou moribundas, assim como as espécies de árvores altamente inflamáveis devem ser removidas;
- g) A vegetação deve ser desbastada e podada para evitar que o fogo se possa propagar ao edifício;
- h) A vegetação restante deve ser convertida em espécies menos inflamáveis, se compatível com considerações ecológicas;
- i) Detritos e materiais combustíveis, incluindo pilhas de lenha, materiais de construção, móveis, materiais decorativos, reboques, veículos recreativos, galpões de armazenamento e estruturas auxiliares, não devem estar presentes;

iii. **Zona prioritária 2** — Esta zona começa num raio de 10 metros à volta da casa e continua até uma distância de 30 metros, devendo nela ser consideradas os seguintes procedimentos de gestão de combustível:

- a) Desbaste e poda de árvores perenes;
- b) Remoção de árvores perenes de forma a criar um distanciamento mínimo de 3m entre as copas das árvores individuais ou agrupadas e desrame até uma altura de 2 metros.

iv. **Zona prioritária 3** — Esta zona tem um raio de 30 a 100 metros e envolve as seguintes ações:

- a) Poda das árvores até 100 metros de casa;
- b) Limpeza regular para evitar a acumulação de galhos caídos e vegetação seca.

Nos Estados Unidos da América

A Associação Nacional de Proteção contra Incêndios (NFPA): Firewise USA¹⁶, define três zonas para o espaço defensável de forma a reduzir a vulnerabilidade aos incêndios florestais (Figura 13). De acordo com este guia, a “zona imediata” começa na extremidade do edifício até 1,5 m; a “zona intermédia” circunda a Zona 1 e até 9 m da casa; e a “zona estendida” até 30 m.

Para cada uma destas zonas são dadas as seguintes orientações:

¹⁶ <https://www.nfpa.org/en/education-and-research/wildfire/preparing-homes-for-wildfire>



Figura 13. Espaço defensável e as zonas correspondentes definidas pelo Programa Firewise.

i. Zona imediata

- a) Remover todos os materiais combustíveis, tais como arbustos, ramos cortados, manta morta e resíduos;
- b) Não armazenar lenha e materiais combustíveis;
- c) Podar os ramos das árvores projetados sobre o telhado;
- d) Remover caruma de pinheiro, folhas e outros detritos que possam cair no telhado, *deck*, caleiras e na margem até 1,5 m de todos os *decks* e estruturas acessórias;
- e) Não utilizar o espaço sob *decks* e outros estrados para armazenamento de combustíveis antropogênicos.

ii. Zona intermédia:

- a) Cortar herbáceas com altura superior a 10 cm;
- b) Evitar a acumulação de combustíveis de superfície, como troncos, ramos, restos de árvores e palha;
- c) Remover árvores de forma que as copas estejam afastadas em pelo menos 3m;
- d) Manter um espaçamento mínimo de 9 m entre grupos de árvores (dois ou três indivíduos);
- e) Remover os combustíveis de superfície sob as árvores;
- f) Desramar árvores a uma altura de 1,8 a 3 m do solo ou um terço da altura total da árvore;

- g) Manter arbustos a pelo menos 3 m de distância da copa projetada das árvores;
- h) Podar e fazer a manutenção periódica dos arbustos para evitar o seu crescimento excessivo.

iii. Zona alargada:

- a) Garantir o espaçamento entre copas de árvores de 1,8 a 3 m;

Em Portugal

O Artigo 49º do Decreto-Lei n.º 82/2021 de 13 de outubro, no seu ponto 7, obriga à gestão de combustíveis em torno de edifício numa faixa com largura padrão de “50 m, medida a partir da alvenaria exterior do edifício, caso esta faixa abranja territórios florestais” e “10 m, medida a partir da alvenaria exterior do edifício, caso a faixa abranja territórios agrícolas”. O Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) elaborou um guia para a gestão de combustíveis na envolvente às construções com as seguintes orientações:

1. As copas das árvores deverão ter distância mínima de 4 m entre si, exceto pinheiros e eucaliptos cujas copas devem ter 10 m de separação mínima;
2. A altura mínima da base da copa é de 4 m; nas árvores com menos de 8 m de altura a desramação deve ser feita até metade da sua altura;
3. Os arbustos não devem exceder 50 cm de altura;
4. As árvores e arbustos devem ser afastadas do edifício em pelo menos 5 m, com exceção daquelas localizadas em áreas agrícolas ou jardins;

5. Deve ser construída uma área com pavimento não inflamável com 1 a 2 m de largura em redor do edifício;
6. Deve ser criada uma faixa de 10 m (até 20 m em situações de declive mais acentuado) sem combustível. Na faixa entre os 5 e 10 m poderão existir arbustos ou árvores de baixa inflamabilidade, isolados, desde que devidamente regados. Nesta faixa deve evitar-se a acumulação de quais materiais inflamáveis, naturais ou antropogénicos.
7. Os combustíveis mortos e secos, assim como qualquer material inflamável deve ser retirado da proximidade do edifício;
8. Os combustíveis arbustivos não devem exceder 2.000 m³/ha na presença de árvores, devendo garantir-se descontinuidade horizontal dos combustíveis em toda a faixa de gestão de combustíveis, e uma altura máxima que varia em função da percentagem de coberto do solo: < 20% ⇒ 1 m, 20% a 50% ⇒ 50 cm, e > 50% ⇒ 20 cm.

3.2. Gestão de combustíveis para redução da probabilidade de ignição por transferência direta de calor

Um incêndio rural pode ignificar um edifício por dois mecanismos distintos, nomeadamente, pela projeção de partículas incandescentes, que será desenvolvida na Secção 3.3., e pela transferência direta de calor, sobretudo através da radiação e convecção (Figura 14). Na radiação, o calor propaga-se através de ondas eletromagnéticas até ao elemento onde incidem, não necessitando de um meio interveniente. No caso da transferência de calor, a radiação térmica, que é a radiação emitida por corpos devido à sua temperatura, é aquela com maior interesse. A radiação incidente num elemento, como por exemplo a casa, pode ser refletida, absorvida ou transmitida (Figura 14). Um corpo pode

absorver energia, aumentando a sua temperatura até ao seu ponto de ignição, entrando em combustão.

A convecção é a forma de transferência de energia verificada entre uma superfície sólida e um fluido adjacente que está em movimento. No caso do fogo, a convecção resulta no aquecimento do ar pelo combustível a arder e a transferência de calor do ar quente convectivo (convecção natural) ou do vento aquecido pelas chamas (convecção forçada) para o elemento a que a eles está exposto. As chamas, que resultam da libertação de gases voláteis que se incendiam, são uma manifestação da convecção.



Figura 14. Esquema exemplificativo dos mecanismos de transferência de calor libertado por uma frente de chama.

Faixas de gestão de combustível

As faixas de gestão de combustíveis são áreas que permitem controlar a propagação do fogo, dificultando a sua propagação, e diminuindo a sua intensidade através da conversão, redução ou eliminação dos combustíveis presentes (Figura 15). Além disso, as FGC facilitam o acesso à casa, à frente de chamas e aos vários espaços, criando oportunidades de intervenção, tanto para os bombeiros (Agee *et al.*, 2000), como para os cidadãos.

Na envolvente aos edifícios, a gestão de combustíveis é normalmente realizada tendo em vista os seguintes propósitos:



Figura 15. Interface urbano-florestal sem gestão de combustível; redução e conversão das árvores; e eliminação dos combustíveis na proximidade da casa.

- Proteger caminhos de acesso ao edifício, pela remoção de combustíveis nas suas margens, facilitando assim uma eventual operação de evacuação;
- Proteger elementos potenciadores de perigo, como por exemplo os locais de armazenamento de combustíveis (e.g., botijas de gás ou depósito de GPL), removendo combustíveis nas proximidades;
- Proteger o edifício do calor libertado pela frente de chama, utilizando vegetação com baixa inflamabilidade numa concentração que impeça a propagação do fogo, e removendo combustíveis na proximidade imediata ao edifício;
- Eliminar ignições junto ao edifício causadas pela projeção de partículas incandescentes, removendo material facilmente ignificável;
- Evitar que o fogo transite da superfície para a copa das árvores, desramando-as e eliminando combustíveis sob as suas copas;
- Evitar que o fogo se propague entre copas criando distâncias de separação entre as árvores.

Não existe uma largura ótima e única para a dimensão das FGC (Butler, 2014) uma vez que existem inúmeros cenários possíveis para a construção e sua envolvente. Uma vez que intensidade do

fogo, e conseqüentemente o fluxo de calor libertado, varia em função das condições meteorológicas e topográficas, os requisitos de gestão de combustíveis também variam na mesma medida. Para além disso, as características da construção (Capítulo 4) ou a existência de medidas de compensação do risco, como os sistemas de autoproteção (Capítulo 5), também interferem nas exigências da gestão de combustíveis.

Embora sejam de fácil compreensão, os esquemas de gestão de combustíveis apresentados na Secção 3.1. apresentam uma grande limitação, por assumirem que o terreno de implantação da construção é homogéneo e, como tal, a faixa de gestão de combustíveis na sua envolvente deve apresentar simetria, i.e., igual distância em torno do edifício. No entanto, esta prática faz pouco sentido para configurações heterogéneas do terreno, que é a situação comum. Por exemplo uma construção localizada numa encosta requer uma largura maior na vertente em que o fogo ameaça a construção quando sobe, do que na vertente oposta (Figura 16). Para além disso, a regra única de 50m como largura máxima da FGC pode ser



Figura 16. Imagem da ameaça de uma casa por uma frente de chama que se desenvolve a descer (a) ou a subir (b) uma encosta.

exagerada em determinados casos, como, por exemplo, uma casa localizada num terreno plano, mas poderá ser insuficiente para uma casa localizada num desfiladeiro (Figura 17), onde o fogo pode assumir comportamento eruptivo.

Almeida *et al.* (2021) propuseram uma largura mínima das faixas de gestão de combustíveis em função do declive do terreno onde o edifício está implantado. Como se poderá verificar na Tabela 3, e como seria de esperar, a largura mínima aumenta com a inclinação do terreno. Para declives descendentes (Figura 16b), a largura mínima proposta para a FGC é de 30m¹⁷. No entanto, esta indicação não tem em consideração aspetos significativos como as características da construção ou a eventual existência de medidas de autoproteção, que serão descritas nos capítulos 4 e 5.



Figura 17. Fotografia de uma casa localizada num desfiladeiro.

¹⁷ realça-se a exigência regulamentar portuguesa atualmente em vigor que é de 50m ou 10m (Capítulo 3.1.2.) e que deve ser cumprida

Tabela 3. Largura mínima das faixas de gestão de combustíveis (FGC) para diferentes declives do terreno onde o edifício está implantado. (Almeida et al., 2021)

Inclinação (%)	Largura mínima da FGC (m)
≤ 5	30
]5 - 15]	40
> 15	50

Exposição da construção ao fluxo de calor

A norma australiana AS3959:2018 relativa à gestão do risco de incêndios em edifícios localizados em áreas propensas a incêndios rurais é uma referência regulamentar mundial. Esta norma baseia-se num parâmetro que designa o nível de exposição do edifício a incêndios rurais (BAL¹⁸), definindo requisitos de construção que visam a redução da sua vulnerabilidade. O BAL é calculado em função da distância à vegetação mais próxima ou que mais ameaça o edifício, das características dessa vegetação e do declive que o terreno apresenta, assim como do nível de perigosidade da região onde o edifício está implantado. Tal como se especifica na Tabela 4, o BAL é classificado em seis níveis.

A adaptação da norma australiana à realidade portuguesa não pode ser feita de forma direta, dado que o tipo de vegetação que deu origem à tabela anterior se refere àquela que é típica da Austrália. Uma vez que Portugal tem um tipo de vegetação diferente da Austrália, torna-se importante analisar a taxa de libertação de calor da vegetação típica neste país, a qual é comparável à de vários outros países mediterrânicos. Esta análise é apresentada no ponto seguinte.

¹⁸ Bushfire attack level

Tabela 4. Tabela de definição de BAL, fluxo de calor radiativo e explicação de cada índice. (Wier, 2018).

BAL	Exposição da construção ao fluxo de calor radiante (kW/m ²)	Descrição
Baixo	baixo fluxo de calor	Risco insuficiente para existência de requisitos específicos de construção
12.5	até 12,5	Probabilidade baixa de ataque por fagulhas e baixo fluxo de calor incidente
19	12,5 a 19	Probabilidade moderada de ataque por fagulhas; fluxo de calor incidente inferior a 19 kW/m ²
29	19 a 29	Probabilidade alta de ataque por fagulhas; fluxo de calor incidente inferior a 29 kW/m ²
40	29 a 40	Probabilidade muito alta de ataque por fagulhas; fluxo de calor incidente inferior a 40 kW/m ² ; possibilidade de exposição direta ao fogo
ZC ¹⁹	> 40	Probabilidade extrema de ataque por fagulhas; fluxo de calor superior a 40 kW/m ² ; exposição direta ao contato com chama

A norma australiana considera a proximidade de vegetação como um fator que aumenta a exposição do edifício ao fluxo de calor proveniente de um incêndio rural. No entanto, a presença de árvores e arbustos nas faixas de gestão de combustíveis poderá ser benéfica, uma vez que esta vegetação, não apenas reduz a turbulência atmosférica na envolvente ao edifício (cf. Seção 3.3), como também se constitui como um obstáculo à transferência de calor por radiação e por convecção (Figura 18), dificultando a passagem de calor e, conseqüentemente, desacelerando o aquecimento do edifício. No entanto, é importante perceber qual a distância mínima que deve existir entre as plantas, e entre as plantas e a construção, de forma a evitar que o fogo se propague de forma sustentada ao longo da FGC. Esta distância é designada “distância mínima de segurança” (DMS) e é o tópico central seguidamente discutido.

¹⁹ Zona de chama.

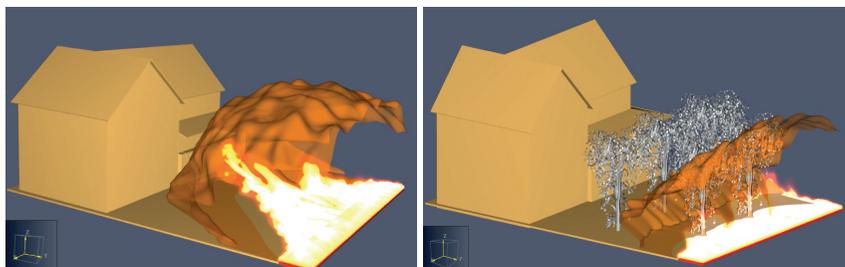


Figura 18. Demonstração do papel da vegetação enquanto obstáculo à transferência de calor proveniente de uma frente de chamas: a) cenário sem vegetação na faixa de gestão de combustíveis; b) cenário com vegetação na faixa de gestão de combustíveis. Este estudo foi realizado usando o simulador de dinâmica de fogo (FDS 6.8.0.).

Distância mínima de segurança

Como referido anteriormente, o calor libertado por uma frente de chamas é transferido para um elemento a ele exposto através da radiação e convecção. A quantificação dessa quantidade de energia em função da distância entre a fonte de calor e o alvo (e.g., construção) é de grande utilidade para uma gestão racional de combustíveis na IUF. Esta distância, a “distância mínima de segurança”, pode ser determinada com base nos valores do limiar de vulnerabilidade das pessoas e das componentes do edifício, conforme representado na Tabela 5 e ilustrado na Figura 19. A DMS pode ser definida como a distância mínima que deve ser mantida em relação a uma frente de chamas, com base nas características do alvo, nos valores de fluxo de calor e tempo de exposição de limiar.

Butler & Cohen (1998) propuseram um modelo teórico, aplicado a Bombeiros, para quantificar a energia radiativa que um incêndio pode emitir. Noutro estudo, realizado por Butler & Cohen (2000), foram feitas medições para análise da distância de segurança com base na radiação emitida em fogos de copas, a partir de ensaios realizados por Alexanderci *et al.* (1998). Em qualquer dos casos foi

Tabela 5. Efeitos do fluxo radiativo (Ψ) incidente para pessoas e elementos construtivos típicos (Barry, 2000).

Ψ (kW/m ²)	Efeitos	
1,6	Não causa desconforto durante exposições longas	Pessoas
4,0	Pode causar dor e formação de bolhas ou queimaduras de segundo grau para uma exposição superior a 20 s	
4,7	Possível formação de lesões graves para uma exposição superior a 25 s	
7,0	Valor máximo de exposição para bombeiros com equipamento de combate – exposição de poucos minutos	
12,5 – 15,0	Início da combustão com chama da madeira; destruição total de tubos plásticos	Materiais e equipamento
18,0 – 20,0	Degradação de isolamentos de PVC	
25,0	Queima completa de madeira mediante exposição prolongada	
35,0 – 37,5	Danos em tanques de aço, equipamentos de processamento químico e maquinaria	

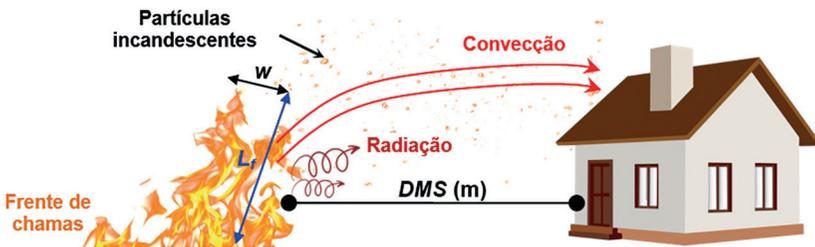


Figura 19. Esboço da frente de chamas, modos de transferência direta de calor (radiação e convecção) e distância mínima de segurança (DMS) relativamente a uma casa como elemento alvo. L_f e w representam, respectivamente, o comprimento e a largura da chama.

considerado que a radiação é o modo dominante de transferência de calor proveniente dos incêndios rurais.

Partindo do modelo matemático de transferência de calor radiativo de Zárate *et al.* (2008), Rossi *et al.* (2011) desenvolveram uma formulação analítica para determinar a DMS, com base nos valores de fluxo de calor radiativo provenientes de frentes de chamas com largura finita e infinita — perímetro de incêndio extenso. Knight & Sullivan (2004) propuseram um modelo semifísico, considerando a emissividade da chama como uma função da sua geometria e das suas propriedades óticas.

Para aplicação dos modelos anteriormente apresentados à realidade portuguesa, foram realizadas várias centenas de ensaios laboratoriais para determinação da taxa de libertação de calor de várias espécies típicas da envolvente às construções em Portugal. Os ensaios foram realizados nos meses de verão, usando exemplares com manutenção típica de jardins, áreas agrícolas ou áreas naturais (silva e esteva), cortados poucas horas antes dos ensaios de queima. Utilizando as formulações de Rossi *et al.* (2011), efetuou-se a determinação da distância mínima de segurança com base no fluxo de calor máximo captado nos ensaios com cada espécie, tal como se apresenta na Tabela 6. Por questões de segurança, e tendo como base a legislação portuguesa, foi definido um valor mínimo de 5 m para a DMS. Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos, foi definido um índice de perigo correspondente a cada espécie, com cinco classes que variam de baixo a extremo, às quais foram associadas cores de perigosidade.

O modelo de Rossi *et al.*, 2011 foi aplicado na determinação dos fluxos de calor considerando um limiar de exposição (Ψ^{th}) de 7 kW/m², que é o valor a partir do qual a atuação dos Bombeiros deixa de ser feita em segurança (Tabela 5). Assim, a DMS foi calculada para comprimentos de frente de chamas de 5, 10, e 15 m, tal como apresentado na Figura 20. O alvo hipotético está

Tabela 6. Distância mínima de segurança (DMS) e classes de perigosidade para diferentes espécies típicas da envolvente às construções em Portugal. A altura da copa ou altura do combustível (AC) com massa inicial de (M_0) e o teor de humidade do combustível (THC) correspondem a valores médios das amostras adultas utilizadas nos ensaios realizados durante o verão. Nestes cálculos, a largura da frente de chama é considerada infinita.

	Espécies	THC (%)	M_0 (kg)	AC (m)	Fluxo de calor máximo (kW/m²)	DMS (m)
Baixo	Kiwi (<i>Actinidia deliciosa</i>)	65	2,2	0,7	1,1	5
	Hortênsia (<i>Hydrangea macrophylla</i>)	77	2,1	1,2	2,1	5
	Abrunheiro (<i>Prunus spinosa</i>)	43	2,3	1,8	2,6	5
	Azevinho (<i>Ilex aquifolium</i>)	47	3,7	1,6	3,3	5
	Figueira (<i>Ficus carica</i>)	56	5,6	1,5	4,7	5
Médio	Videira (<i>Vitis vinifera</i>)	58	1,1	0,2	5,1	6
	Limoeiro (<i>Citrus limon</i>)	46	3,8	1,8	5,5	6
	Acácia (<i>Acacia dealbata</i>)	44	8,1	1,8	5,9	8
	Cerejeira (<i>Prunus avium</i>)	59	6,5	1,6	6,2	8
	Esteva (<i>Cistus ladanifer</i>)	30	2,1	1,5	6,6	8
	Oleandro (<i>Nerium oleander</i>)	36	4,5	1,8	6,7	8
Alto	Hera (<i>Hedera helix</i>)	46	11,8	0,8	7,2	10
	Macieira (<i>Malus sylvestris</i>)	51	6,2	2,1	7,8	10
	Nespereira (<i>Eriobotrya japonica</i>)	50	4,8	1,6	8,9	10
Muito alto	Oliveira (<i>Olea europaea</i>)	45	4,8	1,9	9,7	14
	Silva (<i>Rubus ulmifolius</i>)	14	3,1	0,3	10,6	14
	Tília (<i>Tilia tomentosa</i>)	57	4,4	1,9	10,8	14
Extremo	Medronheiro (<i>Arbutus unedo</i>)	54	4,9	1,7	11,5	16
	Sumagre (<i>Staghorn sumac</i>)	48	3,7	1,2	11,6	17
	Loureiro (<i>Laurus nobilis</i>)	58	3,8	2,0	31,8	26

localizado a uma altura de 1,7 m em relação à base da chama, em ambos os casos.

Para frentes de fogo consideravelmente amplas, pode ser estabelecida uma regra prática em que a distância mínima de segurança deve ser de aproximadamente 8,5 vezes o comprimento da chama espectável. Esta razão será menor se for diminuída a vulnerabilidade do edifício ou do elemento exposto, uma vez que aumenta a resistência ao fluxo de calor incidente, ou se forem utilizados sistemas de autoproteção que diminuam a incidência do fluxo de calor. Para além disso, a distância mínima de segurança pode ser reduzida se os combustíveis na fronteira externa da envolvente à construção forem de espécies com queima menos intensa ou se se apresentarem em menor quantidade, uma vez que o comprimento de chama será menor.

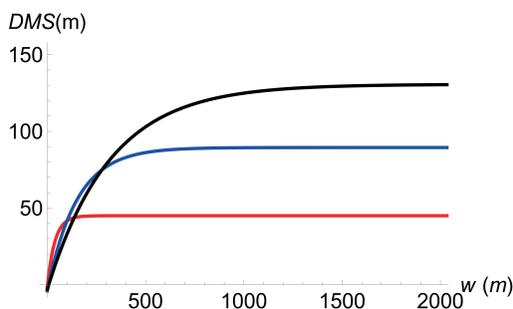


Figura 20. Distância mínima de segurança (DMS) para frentes com comprimentos de chama (L_f) de 5, 10, e 15 m para um limiar de fluxo de calor incidente de 7 kW/m^2 . (cf. Tabela 5). O eixo das ordenadas, w , representa a largura da chama.

3.2.2. Utilização de sebes

A utilização de sebes é um dos métodos mais usados na delimitação exterior de propriedades ou na criação de setores no seu interior. No entanto, normalmente, a escolha das espécies é feita tendo em consideração aspetos estéticos, sem que seja feita qualquer reflexão

sobre o perigo que podem trazer em caso de incêndio. No âmbito de um projeto europeu designado WUIVIEW (<https://wuiview.webs.upc.edu>) foi realizado um estudo, que teve sequência no projeto *House Refuge*, para avaliação da inflamabilidade de várias espécies tipicamente usadas nas sebes. As espécies analisadas foram as que se apresentam na Figura 21.

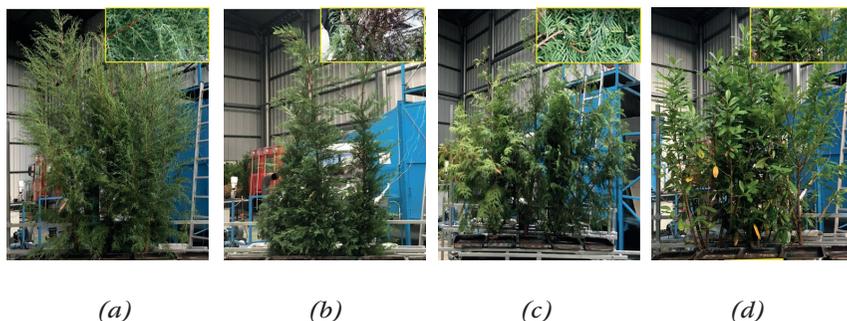


Figura 21. Fotografias de exemplares de: a) Cipreste do Arizona (*Cupressus arizonica*), b) Cipreste do Ceilão (*Cupressocyparis leylanddi*), c) Tuia Vulgar (*Thuja occidentalis*) e d) Louro Cerejo (*Prunus laurocerasus*).

Uma vez mais, foram determinadas as distâncias mínimas de segurança para as diferentes espécies. Os resultados são os que se apresentam na Tabela 7. Os ensaios laboratoriais de queima das plantas realizados e a definição das classes de perigosidade seguiram a mesma metodologia usada para obtenção dos valores presentes na Tabela 6 (acima). Embora os valores DMS apresentados tenham sido calculados para uma frente de chama com largura infinita, e as sebes apresentem normalmente uma largura de poucos metros, é possível perceber que muitos edifícios têm as sebes demasiadamente próximas das construções e que, numa situação de incêndio, esta situação pode tornar-se muito perigosa.

A grande perigosidade de algumas espécies como por exemplo a *Cupressus arizonica*, deve-se, em parte, ao aparo que frequentemente é feito nas sebes para obtenção de determinada forma. Quando as

Tabela 7. Distância mínima de segurança (DMS) e classes de perigosidade para diferentes espécies tipicamente usadas em sebes. A altura da coroa ou altura do combustível (AC) e o teor de humidade do combustível (THC) correspondem a valores médios para as amostras dos experimentos na temporada de verão. Nestes cálculos, a largura da frente de chama é considerada infinita.

Espécie	THC (%)	AC (m)	Fluxo de calor máximo (kW/m ²)	DMS (m)	Classe de perigosidade
Louro-cerejeiro (<i>Prunus Laurocerasus</i>)	60	1,7	4,7	6	Médio
Cipreste do Ceilão (<i>Cupressocyparis leylandii</i>)	57	2,3	4,9	8	
Tuia comum (<i>Thuja Occidentalis</i>)	58	2,0	6,7	9	Alto
Cedro-branco (<i>Cupressus Arizonica</i>)	56	2,7	8,2	10	

sebes são aparadas superficialmente, criam-se muitos rebentos na superfície da sebe, que depois de desenvolvidos impedem a passagem de luz para o seu interior. Assim, a folhagem interior da sebe morre e seca. Ao contrário de outras (e.g., *Prunus laurocerasus*), estas plantas mantêm as folhas e ramos secos agarrados durante muito tempo, o que as torna altamente inflamáveis. A Figura 22 permite verificar o efeito que o aparo das sebes causa no aumento de material seco no interior da sebe, com o conseqüente aumento da sua inflamabilidade.

3.3. Gestão de combustíveis para redução da probabilidade de ignição por focos secundários

Numa primeira reflexão mais intuitiva sobre os fatores potenciadores do risco de incêndio rural nas construções, o pensamento mais comum é direcionado para o cenário em que a frente de chamas atinge o edifício. No entanto, os diversos estudos de análise a



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 22. Fotografias do exterior (a, c) e interior (b, d) de sebes com ciprestes em que as plantas foram aparadas (a, b) e no seu estado natural, sem aparo (c, d).

episódios em que as construções foram danificadas no decurso de incêndios rurais demonstram que a projeção de partículas incandescentes, desde a frente de chamas do incêndio até às construções ou à sua vizinhança adjacente, é o principal mecanismo de ignição dos edifícios. A título de exemplo, no seu estudo sobre os danos na IUF provocados pelo complexo de incêndios de Pedrógão Grande em 2017, das 946 construções analisadas, Ribeiro *et al.* (2020) verificaram que 61% foram ignificadas pela deposição de partículas incandescentes, enquanto apenas 21% dos casos teve uma ignição primária pelo impacto direto do fogo. No relatório sobre o conjunto

de incêndios rurais de 15 de outubro de 2017, Viegas *et al.* (2021) concluíram que 53% das 140 instalações industriais danificadas pelo fogo que foram analisadas neste estudo, foram primeiramente ignificadas pela projeção de partículas incandescentes, contra 27% dos casos em que a ignição se deu pela transferência direta de calor. Assim, torna-se evidente a importância fundamental que a projeção de partículas incandescentes tem na proteção dos edifícios contra incêndios rurais.

Para uma melhor descrição das melhores práticas de gestão de combustíveis na envolvente às construções com vista à redução da probabilidade de ignição por projeção de partículas incandescentes, divide-se este processo em três fases fundamentais — libertação, transporte das partículas e ignição do leito onde aterram. As duas primeiras fases serão descritas de seguida. A fase ignição após aterragem das partículas será descrita na Secção 4.

Produção/libertação das partículas incandescentes

A ação erosiva do vento meteorológico ou dos escoamentos convectivos provocados pelo incêndio pode levar à separação de partículas de um corpo sólido original, como por exemplo uma árvore ou arbustos. Esta separação é facilitada no momento da passagem da frente de chama, uma vez que o calor cria fragilidades que facilitam o desprendimento destas partículas. No momento de libertação, ou nos instantes iniciais, cada partícula pode seguir o seu trajeto num estado incandescente, se tiver sido ignificada, ou num estado inerte, i.e., sem combustão, o que não representa uma situação de perigo. Intensidades da frente de chama mais elevadas produzem maior libertação de partículas incandescentes, não apenas porque produzem correntes convectivas mais fortes, mas também porque facilitam o desprendimento e a ignição das

partículas incandescentes. Quando os ventos meteorológicos são mais fortes, o desprendimento das partículas também é consequentemente maior, para além do efeito que o vento tem no aumento da intensidade das chamas.

Como se pode perceber, a turbulência atmosférica em torno da frente de chama é altamente determinante para a libertação das partículas. Assim, o planeamento da gestão do risco de incêndio na IUF deve passar pela diminuição da turbulência, de forma a reduzir o número de partículas libertadas.

Num ambiente arborizado, as árvores são por si só bons defletores de escoamentos e redutores da turbulência por se constituírem como obstáculos à passagem do ar. Claro que as árvores são inflamáveis, podendo conduzir a fogos de copas, que são muito intensos e apresentam um grande potencial para a libertação de partículas incandescentes. No entanto, os fogos de copas independentes, i.e., cenários em que o fogo se propaga em espaços arborizados sem ser alimentado por combustíveis de superfície, como arbustos ou herbáceas, são extremamente raros, pelo que se pode depreender que uma área com árvores de baixa inflamabilidade (cf. subcapítulo 3.2.), com a base do copado a uma altura adequada ($>4\text{m}$) e sem combustíveis sob as copas (sobcoberto) tem uma probabilidade de arder e consequentemente libertar partículas incandescentes que é praticamente nula.

Quando a frente de chamas atinge a periferia de uma zona arborizada verifica-se normalmente uma grande libertação de partículas incandescentes. A Figura 23 ajuda a perceber melhor este comportamento que será explicado de seguida. Quando uma massa contínua de ar, deslocando com baixa velocidade sobre um corpo sólido, encontra uma queda abrupta (Figura 23a) poderá criar linhas de corrente que contornam esse obstáculo. No entanto, para velocidades maiores, as linhas de corrente não acompanham a superfície do terreno, criando uma zona de

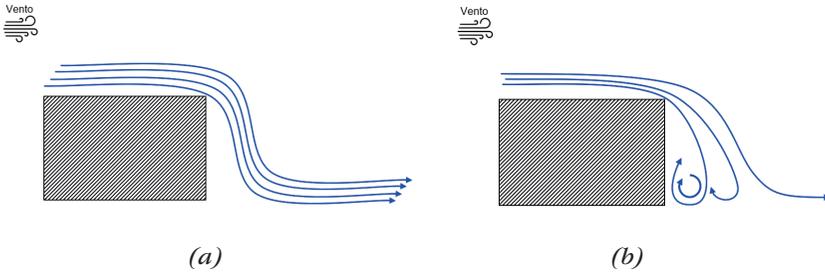


Figura 23. Esquema exemplificativo da formação de linhas de corrente de escoamento e da formação de vorticidade horizontal formadas numa situação em que um escoamento aerodinâmico de baixa intensidade (a) ou de forte intensidade (b) encontra uma depressão abrupta.

subpressão que conduz ao aparecimento de vorticidade horizontal (Figura 23b).

Um contínuo arbóreo, como por exemplo uma floresta, não é propriamente um corpo sólido uma vez que é porosa, mas o efeito de vorticidade horizontal criado é similar. Assim, a turbulência criada na periferia das zonas densamente arborizadas, e sobretudo os escoamentos ascensionais da célula de vorticidade, ainda mais se forem agudizados pelas correntes convectivas da frente de chama, libertam muitas partículas incandescentes que poderão ter potencial para provocar focos secundários na vizinhança. A semelhança entre o corpo sólido e a área arborizada vai se perdendo na medida em que a vegetação aparece mais espaçada, não apenas porque permite a penetração do escoamento, mitigando o efeito de queda abrupta anteriormente referenciada, como também porque diminui o aparecimento da zona de subpressão. Assim, uma boa prática para a mitigação de libertação de partículas incandescentes é a criação de uma faixa na orla das áreas arborizadas com menor densidade de árvores.

A redução gradual da altura da vegetação na orla da área arborizada é igualmente uma excelente prática para a diminuição da formação de vorticidade horizontal, uma vez que cria condições que favorecem a criação de correntes paralelas à superfície (Figura 24), em detrimento da criação do vórtice. Assim, a libertação de partículas

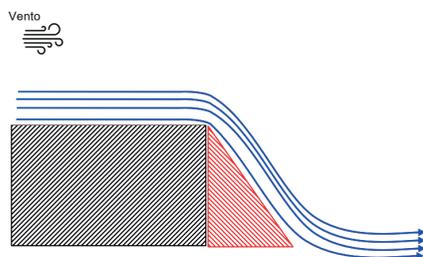


Figura 24. Esquema exemplificativo das linhas de corrente de escoamento formadas pelo escoamento aerodinâmico numa situação de redução gradual da altura do corpo sólido.

incandescentes com potencial para ignificarem uma construção numa vizinhança próxima reduz-se drasticamente.

As partículas libertadas podem ser de diversas dimensões e formas, tais como pinhas, pedaços de ramos, cascas e folhas, entre várias outras. Quando a sua dimensão é muito pequena, dá-se o nome de fagulhas.

As plantas em maior stress hídrico ou mais frágeis apresentam uma predisposição maior para produzir partículas incandescentes. Por outro lado, existem espécies com maior potencial para libertar partículas incandescentes. Por exemplo, o eucalipto mais comum em Portugal (*Eucalyptus globulus*) é conhecido por produzir muitas partículas, sobretudo a distâncias mais longas, que podem chegar a vários quilómetros. No entanto, estudos laboratoriais realizados por Almeida *et al.* (2020) permitem verificar o grande potencial dos sobreiros (*Quercus suber*) ou do carvalho roble (*Quercus robur*) para libertar partículas incandescentes com capacidade para criar novas ignições, conhecidas por focos secundários, a curta e médias distâncias, i.e., de alguns metros a poucas centenas de metros. A ideia de que as espécies folhosas junto às construções são isentas de perigo deve ser abandonada, embora, como analisaremos de seguida, a presença de espécies arbóreas perto das construções possa ser benéfica para a redução do risco de incêndio.

Nos ensaios laboratoriais para análise da inflamabilidade de várias espécies típicas dos jardins portugueses, apresentados no subcapítulo anterior, foi igualmente feita uma análise ao número e dimensão das partículas incandescentes libertadas durante a queima das várias espécies ensaiadas. Na tabela seguinte apresentam-se os principais resultados a que este estudo conduziu.

Tabela 8. Potencial de libertação de partículas incandescentes de várias espécies típicas de jardins portugueses. As classes representadas têm o seguinte significado: Baixo potencial: [0 – 125] partículas durante um ensaio de queima; Potencial moderado: [125 – 200] partículas; Potencial alto: [200 – 300] partículas; Potencial muito alto: [300 – 400] partículas; Potencial extremo: > partículas. Os nomes específicos das espécies são os mesmos da Tabela 6.

Baixo potencial	Potencial moderado	Potencial alto	Potencial muito alto	Potencial extremo
Limoeiro	Cerejeira	Azevinho	Sumagre	Loureiro
Figueira	Macieira	Acácia	Silva	
Nespereira	Abrunheiro			
Tileira	Medronheiro			
Hortênsia	Oliveira			
	Oleandro			
	Hera			
	Kiwi			
	Videira			
	Esteva			

Tal como anteriormente foi revelado, as espécies frutíferas apresentam um perigo relativamente reduzido para as casas, não apenas devido à sua inflamabilidade menor, visto anteriormente, como pelo seu baixo potencial para libertação de partículas incandescentes. O mesmo se aplica às plantas ornamentais testadas. Em sentido contrário, o loureiro apresenta um potencial para libertação de

focos secundários extremo, o que o coloca como uma das espécies que não deverá estar presente na envolvente a edifícios, quando situados em ambientes propícios a incêndios rurais.

Transporte e aterragem das partículas incandescentes

Depois de libertadas, as partículas são transportadas aerodinamicamente até à sua aterragem. As partículas que conjugam boas características aerodinâmicas com alta inflamabilidade e tempo de combustão são propícias de causar focos secundários a distâncias maiores. Frentes de chama mais intensas produzem fortes escoamentos convectivos ascensionais, que elevam as partículas a alturas mais elevadas na pluma térmica, para que então se possa dar o transporte em queda com componente horizontal a maiores distâncias.

A distância a que as partículas são transportadas é muito variável, podendo ir de alguns centímetros até vários quilómetros — nos incêndios de 15 de outubro de 2017, duas das várias ocorrências analisadas por Viegas *et al.* (2019) apresentam indícios de terem sido causadas por projeções de partículas a uma distância de aproximadamente 21kms. No entanto, numa perspetiva de gestão de combustíveis na envolvente às construções, as projeções com distâncias de transporte até algumas dezenas de metros são aquelas que assumem maior significado. Nesta gama de distâncias, assumem maior relevo: 1) as partículas incandescentes que aterram na zona de interface com aproximadamente 50m entre o limite da faixa de gestão de combustíveis e o edifício, e 2) as partículas que caem sobre o edifício.

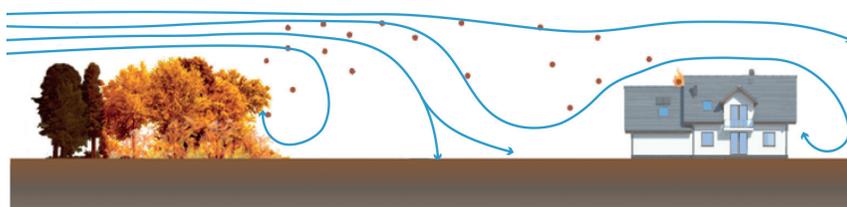
Para além da minimização da libertação de partículas incandescentes, tal como foi analisado em 3.2.1., os principais objetivos da gestão de combustíveis na envolvente a edifícios passam pela redução da distância de transporte/projeção das partículas incandescentes

libertadas e pela diminuição da probabilidade de aparecimento de novas ignições, i.e., formação de novos focos secundários, após a aterragem de uma ou de um conjunto de partículas incandescentes. A redução da distância de transporte das partículas consegue-se sobretudo de três modos:

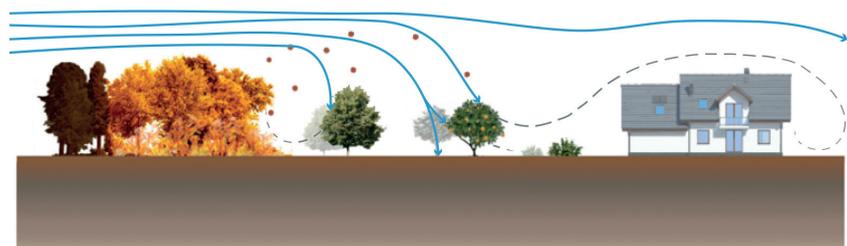
- Diminuindo a intensidade da frente de chama através da redução da disponibilidade de combustíveis naturais e antropogênicos, de modo a evitar colunas térmicas muito altas que elevem as partículas.
- Minimizando a formação de vorticidade horizontal, sobretudo a jusante de um aglomerado arbóreo, através da redução gradual da altura da vegetação e da sua densidade de árvores (aumento da porosidade), tal como foi explicado anteriormente em 3.2.1.
- Diminuição da turbulência evitando grandes áreas na faixa de gestão de combustíveis que estejam isentas de obstáculos como a vegetação. A Figura 25 permite perceber como a presença de árvores pode ser benéfica para a diminuição de turbulência.

3.4. Conclusão

A gestão de combustíveis na envolvente com vista à proteção passiva de edifícios contra incêndios rurais deve considerar dois aspetos fundamentais: 1) o arranjo dos combustíveis naturais e antropogênicos de forma que a frente de chama não se propague sustentadamente até atingir o edifício; 2) a existência de obstáculos naturais (e.g., vegetação) ou artificiais (e.g. muros) que dificultem a transferência de calor da frente de chama por radiação e convecção, e que reduzam simultaneamente a turbulência local e consequentemente a libertação e transporte de partículas incandescentes para



(a)



(b)

Figura 25. Esquema representativo do transporte de partículas incandescentes num cenário de faixa de gestão de combustíveis sem vegetação (a) e com vegetação (b).

o edifício. A diminuição da probabilidade de ignição dos edifícios pode ainda ser conseguida através de boas práticas construtivas ou de medidas ativas de proteção (e.g., aspersão de água) serão tratados no capítulo seguinte.

Chama-se especial atenção aos combustíveis antropogénicos que frequentemente rodeiam as construções e que podem conduzir o fogo até à construção. Entre os combustíveis antropogénicos destacam-se as viaturas, os cobertos e outros materiais, sobretudo poliméricos que, salvo quando apresentam características de inflamabilidade adequadas, que devem ser afastados das construções. Outros elementos como lenha ou botijas de gás, entre outros, devem ser guardados em construções acessórios sem estarem expostos a frentes de chama ou fagulhas — a ventilação destes espaços pode

ser conseguida através da instalação, nos respiradouros, de uma rede metálica com abertura inferior a $5 \times 5 \text{mm}^2$.

Embora a presença de vegetação possa ser benéfica para mitigar o risco de incêndio rural, as espécies presentes devem apresentar baixa inflamabilidade e ter um potencial de produção de partículas incandescentes reduzido. O espaçamento entre plantas deve ser tal que evite a propagação sustentada do fogo através da vegetação — o ICNF preconiza um afastamento mínimo de 4m entre as copas das árvores ou 10m se forem eucaliptos ou pinheiros. Para além disso, as árvores não devem ter vegetação ou qualquer material combustível sob as suas copas e devem ter uma altura da base da copa que evite a transição vertical do fogo para a copa, o que poderia levar a uma grande libertação de calor e eventualmente à produção de partículas incandescentes — o ICNF indica uma altura de base de copa não inferior a 4m ou a 50% da altura da árvore se esta tiver menos de 8m. Os arbustos e as herbáceas não podem exceder uma altura de 50cm e de 20cm, respetivamente, devendo-se ter especial cuidado para que não apresentem continuidade que permita a propagação do fogo.

Em suma, a presença de vegetação, e sobretudo de árvores, na envolvente das construções poderá ser benéfica para a proteção das construções contra partículas incandescentes, no entanto, as espécies existentes devem ser de baixa inflamabilidade, apresentar baixo potencial de produção de focos secundários, e devem estar devidamente separadas entre si para evitar a propagação sustentada do fogo. Naturalmente que o cumprimento das regras de gestão de combustíveis definidas pelas autoridades competentes deve ser garantido.

4.

**BOAS PRÁTICAS CONSTRUTIVAS
E ARQUITETÓNICAS**

(Página deixada propositadamente em branco)

Deives Júnior de Paula & João Paulo C. Rodrigues
Itecons — Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para
a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade
Universidade de Coimbra

A investigação dirigida ao estudo do comportamento dos elementos construtivos das habitações e dos seus materiais face aos incêndios rurais mostra que a maioria dos incêndios no edificado se inicia através de pequenas ignições. As ignições têm a progressão lenta no início e podem encontrar condições para evoluir progressivamente por toda a habitação.

Controlar as pequenas fontes de ignição é fundamental sob o aspeto da segurança contra incêndio. Evitando a sua ocorrência os danos na habitação podem ser menores. Portanto, retardar a ignição dos componentes externos da habitação aumenta a resiliência das construções e contribui para a sua preservação em relação a eventos desta natureza.

Qualquer parte da envolvente da habitação onde as partículas incandescentes penetrem e/ou se acumulem, são pontos em que se estabelecem condições suscetíveis a ignição e propagação do incêndio para o interior da habitação. Os pormenores construtivos podem influenciar a acumulação de vegetação morta, criando condições de vulnerabilidade, aumentando a quantidade de material combustível e proporcionando condições para que as partículas incandescentes consigam propagar o incêndio para os elementos de construção que incorporem materiais combustíveis. Os principais

componentes construtivos das habitações com maior vulnerabilidade aos incêndios rurais são: coberturas, paredes exteriores, janelas, projeções e beirados, grelhas de ventilação, caleiras, decks e varandas, cercas e garagens.

Para que esta ignição ocorra nestes pontos vulneráveis, é necessária a combinação de dois fatores. Um deles é a capacidade de os materiais usados na construção não resistirem ao ataque térmico. O segundo fator está relacionado com as condições de ignição destes materiais com a acumulação de folhas e detritos da vegetação circundante nesses componentes.

A Figura 26 apresenta os pontos nas habitações em que se deve direccionar a atenção principal para a conceção do projeto arquitetónico, de uma forma mais sistemática, no sentido de evitar a acumulação de folhas, galhos e outros detritos nas habitações.

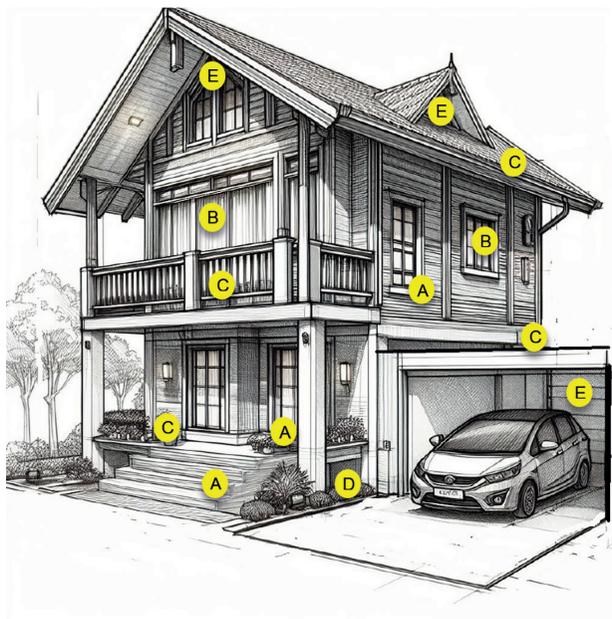


Figura 26. Pontos de acumulação de folhas e detritos nas habitações.

- **Cantos reentrantes (A):** Os cantos reentrantes de um edifício, onde confinam com superfícies horizontais, como o solo, *decks*, soleiras de portas e peitoris de janelas, acumulam detritos.
- **Superfícies verticais (B):** As superfícies verticais, como paredes, portas, caixilhos de janelas, colunas, rodapés e treliças, acumulam detritos, principalmente onde encostam com as superfícies horizontais ou quase horizontais, como o solo, telhados, varandas, *decks*, soleiras de portas e peitoris de janelas.
- **Superfícies horizontais ou quase horizontais (C):** Superfícies horizontais ou quase horizontais, como coberturas planas, varandas, caleiras, *decks*, degraus, patamares, pérgulas, soleiras de portas e peitoris de janelas, podem acumular detritos, especialmente onde encostam com as superfícies verticais, como as paredes, portas, caixilhos de janelas e colunas.
- **Partes sob pavimentos das habitações (D):** Estas partes podem acumular detritos em zonas que encostam em superfícies verticais, como no caso de troncos de árvores, colunas da estrutura do edifício e rodapés.
- **Interior da habitação (E):** A cobertura e as áreas de vivência podem acumular detritos transportados pelo vento. A presença de aberturas na cobertura, nas caleiras, nas paredes, nas portas e janelas podem permitir a entrada de partículas incandescentes que se acumulem na proximidade destas aberturas.

Ao longo das últimas décadas, novos sistemas construtivos para a melhoria do desempenho das habitações, em termos de conforto térmico e acústico, têm sido incorporados na construção, usando, por vezes, materiais potencialmente combustíveis e com pior desempenho ao fogo. Tais materiais, em função da componente da habitação em que estejam inseridos (parede externa, cobertura, portas e janelas, etc.), têm mais facilidade para a ignição e propagação do incêndio. No caso de as habitações apresentarem aspetos

de vulnerabilidade, como os anteriormente citados, quando situadas em zonas de maior perigosidade, apresentam condições favoráveis para serem danificadas pelos incêndios rurais.

Portanto, a seleção dos materiais de construção e dos sistemas construtivos, e a sua conjugação com os aspetos arquitetónicos para mitigação dos pontos vulneráveis nas habitações inseridas em zonas de interface urbano-florestal tornará a habitação mais segura em relação aos incêndios rurais.

4.1. Comportamento ao fogo dos elementos construtivos

A segurança da construção e da sua estrutura em relação ao incêndio, centra-se essencialmente em medidas de proteção passiva relacionadas com a reação ao fogo dos materiais e a resistência ao fogo dos elementos construtivos.

A reação ao fogo corresponde à verificação da contribuição dos materiais para a propagação e desenvolvimento do incêndio. As quatro principais características que são avaliadas, separadamente ou em simultâneo, são: incombustibilidade, inflamabilidade, propagação das chamas e a taxa de libertação de calor. Tais avaliações podem ser complementadas com medições relacionadas aos produtos da combustão no que diz respeito a opacidade e a toxicidade dos fumos. Destaca-se que todas essas características são fortemente dependentes das condições de combustão. Por exemplo, metais leves (alumínio ou magnésio) podem ser considerados incombustíveis em algumas condições de ensaio, mas podem ser considerados combustíveis em condições de queima a altas temperaturas, enriquecidas com oxigénio.

A resistência ao fogo refere-se ao tempo durante o qual um determinado elemento construtivo pode desempenhar as funções para o qual foi concebido quando submetido a um processo térmico normalizado. A sua avaliação engloba três características principais:

capacidade de suporte à carga (integridade estrutural), estanquidade às chamas e gases quentes, e isolamento térmico. Podem ser adicionadas outras características à avaliação de resistência ao fogo, como por exemplo, a resistência à radiação ou a passagem de fumo.

Para a melhoria da resistência das habitações relativamente aos incêndios rurais, as medidas de proteção contra o incêndio devem-se concentrar, essencialmente, nas medidas de proteção passiva, uma vez que tais medidas reagem sem atuação humana contra os estímulos do fogo. Todavia, este facto não inviabiliza a utilização de medidas de proteção ativa que em alguns casos podem mostrar-se até mais eficientes.

Na fase de conceção e projeto da habitação deve pensar-se em selecionar materiais e sistemas construtivos com melhor comportamento aos incêndios rurais. Ramsay e Rudolf (2003) descrevem que uma conceção mais cuidada do projeto das habitações para que as soluções construtivas exijam o mínimo de ações de manutenção e tenham maior durabilidade, tornando a habitação mais resistente ao fogo. Neste aspeto se incluem a consideração de paredes de alvenaria, pavimentos em betão, coberturas inclinadas de uma ou duas águas sem reentrâncias.

A atuação dos utilizadores da habitação inclui ações no sentido de evitar a acumulação de detritos e de procurar não acondicionar materiais combustíveis, de forma a evitar a sua ignição por meio de fontes de calor externas, tais como os incêndios rurais.

4.2. Regulamento de produtos de construção na União Europeia

A avaliação dos produtos da construção quanto ao seu desempenho ao fogo, na Comunidade Europeia, foi harmonizada de forma a permitir o comércio destes produtos dentro do mercado comum

européu. O regulamento do CEN¹⁹/CENELEC²⁰ estabelece que a série de normas EN 13501 tem abrangência nos organismos de normalização dos estados-membros signatários.

Euroclasses de reação ao fogo

A norma EN 13501-1 (2018) — *Fire classification of construction products and building elements — Classification using data from reaction to fire tests* estabelece os ensaios laboratoriais necessários para classificar a reação ao fogo dos materiais de construção conforme a sua aplicação, sendo divididos em três grupos: o primeiro que inclui os produtos de construção de forma geral e exclui os revestimentos de piso e os produtos lineares para isolamento térmico de condutas; o segundo que trata exclusivamente dos revestimentos de piso; e o terceiro que trata exclusivamente dos produtos lineares para isolamento térmico de condutas. Esta separação é feita porque o desenvolvimento do incêndio em cada um destes três grupos de materiais ocorre de maneira distinta nos compartimentos e, portanto, os parâmetros para avaliar e classificar são diferentes.

As classes de reação ao fogo, previstas no sistema normativo europeu, são as seguintes:

- **Produtos de construção de forma geral, excluindo pavimentos e produtos lineares para isolamento de condutas:** São classificados como A1, A2, B, C, D, E e F. A Classe A1 é para materiais incombustíveis, ou seja, o melhor comportamento em termos de reação ao fogo. A partir da classe A2 até a classe

¹⁹ European Committee for Standardization — <https://www.cenelec.eu/about-cen/>

²⁰ European Committee for Electrotechnical Standardization — <https://www.cenelec.eu/about-cenelec/>

E, há uma graduação em termos da contribuição do material para o desenvolvimento do incêndio, sendo que a classe A2 é o melhor desempenho para materiais combustíveis (baixa contribuição para desenvolvimento do incêndio) e a classe E é o pior desempenho (contribuição significativa para o desenvolvimento do incêndio). A Classe F representa que o produto não tem qualquer desempenho positivo ou foi ensaiado.

- **Produtos de construção de pavimentos e seus revestimentos (fl):** São classificados como A1_{fl}, A2_{fl}, B_{fl}, C_{fl}, D_{fl}, E_{fl} e F_{fl}. A graduação das classes de reação ao fogo é feita de forma análoga a dos produtos de construção de forma geral, porém existem requisitos técnicos específicos que os revestimentos de piso devem cumprir nos ensaios laboratoriais.
- **Produtos lineares, cabos e condutas (L):** São classificados como A1_L, A2_L, B_L, C_L, D_L, E_L e F_L. A graduação das classes de reação ao fogo é feita de forma análoga à dos produtos de construção de uma forma geral, porém há requisitos técnicos específicos que estes produtos devem cumprir nos ensaios laboratoriais.

Para além disso, os produtos da construção podem ser classificados quanto à produção de fumo(s), sendo: s₁ para uma produção baixa, s₂ intermédia e s₃ sem limite de produção de fumo; e quanto a produção de gotas e partículas inflamadas (d), sendo: d₀ a ausência de gotas ou partículas inflamadas, d₁ quando a queda de gotas ou partículas inflamadas tem uma duração inferior a 10 segundos, e d₂ quando isto persiste por mais de 10 segundos.

Os ensaios laboratoriais estabelecidos para a classificação da reação ao fogo segundo a EN 13501-1 (2015), são:

- **ISO 11925-2 (2020)** — *Reaction to fire tests — Ignitability of products subjected to direct impingement of flame — Part 2: Single-flame source test*: Este ensaio avalia a capacidade de o

material de construção ignificar e propagar chamas quando colocado numa parede. O material é submetido a uma pequena chama, com um queimador padronizado, aplicada no bordo inferior do provete, durante 15 ou 30 s, dependendo do pretendido para a classificação do produto em termos de reação ao fogo.

- **ISO 1182 (2020)** — *Reaction to fire tests for products — Non-combustibility test*: Este ensaio avalia se o material contribui ou não para o desenvolvimento do incêndio.
- **ISO 1716 (2018)** — *Reaction to fire tests for products — Determination of the gross heat of combustion (calorific value)*: Este ensaio determina o calor de combustão utilizando uma bomba calorimétrica, a qual consegue determinar o calor libertado na combustão completa (rica em oxigénio) para a quantidade de massa do material ensaiado. A determinação deste valor é relevante para que se possa conhecer a energia libertada por unidade de massa o material, normalmente expressa em megajoules por kilograma (MJ/kg). Na classificação de produtos de construção relativamente à reação ao fogo, na classe A1 (materiais incombustíveis), o ensaio tem de apresentar valores inferiores a 2,0 MJ/kg. Para a Classe A2 (com combustibilidade limitada), os valores têm de ser inferiores a 4,0 MJ/kg.
- **EN 13823 (2020)** — *Reaction to fire tests for building products — Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI)*: Este ensaio avalia a contribuição do material para o desenvolvimento do incêndio a partir de um foco de fogo isolado no canto de um compartimento e inclui diferentes parâmetros tais como a taxa de libertação de calor em 600 s, taxa de produção de fumo, propagação lateral das chamas e queda de partículas, entre outros.
- **ISO 9239-1 (2010)** — *Reaction to fire tests for floorings — Part 1: Determination of the burning behaviour using a radiant heat source*: Este ensaio avalia os produtos da construção

aplicados como revestimentos de pisos, e tem como objetivo determinar o fluxo de calor radiante crítico para a ocorrência de chama sustentada sobre uma superfície horizontal.

Euroclasses de resistência ao fogo

A resistência ao fogo dos elementos construtivos pode ser determinada por meio de ensaios laboratoriais normalizados, onde são submetidos a um processo térmico normalizado, durante um tempo até que deixem de cumprir as exigências funcionais para os quais foram projetados.

As normas para a determinação da resistência ao fogo de elementos construtivos na Comunidade Europeia, incluem:

- **EN 1364-1 (2015)** — *Fire Resistance Tests for Non-loadbearing Elements — Part 1: Walls*: estabelece o método de ensaio para a determinação da resistência ao fogo de paredes não-estruturais, internas ou externas, com ou sem painéis de vidro.
- **EN 1364-2 (2018)** — *Fire Resistance Tests for Non-loadbearing Elements — Part 2: Ceilings*: estabelece o método de ensaio para a verificação da resistência ao fogo de coberturas, expostas ao incêndio na sua face interna ou externa à edificação.
- **EN 1365-1 (2012)** — *Fire Resistance Tests for Loadbearing Elements — Part 1: Walls*: estabelece o método de ensaio para a determinação da resistência ao fogo de paredes resistentes.
- **EN 1365-2 (2014)** — *Fire Resistance Tests for Loadbearing Elements — Part 2: Floors and roofs*: estabelece o método de ensaio para a determinação da resistência ao fogo de pavimentos e coberturas, cujos sistemas podem ser, ou não, ventilados. Prevê também sistemas de pisos e coberturas com elementos de vidro e exposição ao fogo pela face inferior.

- **ISO 834 (1975)** — *Fire Resistance Tests for Elements of Building Construction*: além da definição da elevação padronizada da temperatura, esta norma prevê um método de ensaio e critérios para a determinação da resistência ao fogo dos seguintes elementos construtivos: paredes, divisórias, pavimentos, coberturas, vigas e pilares.
- **ISO 3009 (2003)** — *Fire Resistance Tests for Elements of Building Construction — Glazed elements*: apresenta o método de ensaio para avaliar a resistência ao fogo de elementos, isolados ou não, que contenham painéis de vidro, com a ação do fogo numa das faces. É aplicável a elementos de separação envidraçados, paredes com blocos de vidro e outras soluções construtivas com objetivo de iluminação, sejam elas verticais, inclinadas ou horizontais.

As classes de resistência ao fogo, previstas no sistema normativo português, são as seguintes:

- R** — Capacidade de suporte de carga;
- E** — Estanqueidade a chamas e gases quentes;
- I** — Isolamento térmico;
- W** — Radiação;
- M** — Ação mecânica;
- C** — Fecho automático;
- S** — Passagem de fumo;
- P** ou **PH** — Continuidade de fornecimento de energia e/ou de sinal;
- G** — Resistência ao fogo;
- K** — Capacidade de proteção contra o fogo;
- D** — Duração da estabilidade a temperatura constante;
- DH** — Duração da estabilidade na curva tipo tempo-temperatura;
- F** — Funcionalidade dos ventiladores elétricos;
- B** — Funcionalidade dos ventiladores naturais de fumo e calor.

As classes acima apresentadas estão associadas a nove escalões de tempo a que o elemento construtivo resiste para as funções para o qual foi concebido (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360 min.). Para caracterizar a classe de resistência ao fogo, é indicada a letra correspondente à classe do elemento seguida do número em minutos a que resiste como por exemplo, “REI 60”. Esta classe indica que este elemento tem uma capacidade de suporte de carga (R), estanquicidade a chamas e gases quentes (E) e isolamento térmico (I), durante um tempo mínimo de 60 minutos. O gráfico da Figura 27 apresenta algumas curvas de incêndio normalizadas que podem ser usadas em ensaios de resistência ao fogo. A curva mais utilizada para avaliar a resistência ao fogo de elementos é a curva ISO 834-1 (1975), embora possa ser usada a curva de incêndio externo, se o elemento for externo a envolvente à construção, ou a curva de hidrocarbonetos, se o elemento não estiver sujeito a um incêndio de materiais celulósicos.

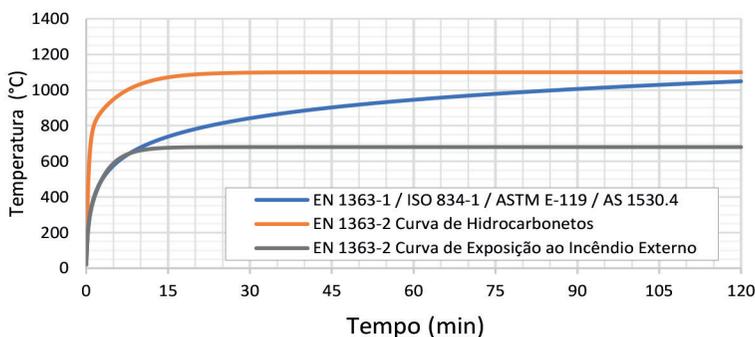


Figura 27. Curvas de incêndio normalizadas para ensaios de resistência ao fogo.

4.3. Reação e resistência ao fogo na regulamentação portuguesa

A atual regulamentação portuguesa de segurança contra incêndio em edifícios em Portugal é composta pelo conjunto de diplomas descritos a seguir:

- **Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndios (RJ-SCIE)**, com a 1ª publicação através do Decreto-Lei nº 220/2008, de 12 de novembro, sendo alterado posteriormente nos seguintes diplomas: Decreto-Lei n.º 224/2015, de 9 de outubro (1ª alteração), Decreto-Lei nº 95/2019 de 18 de julho (2ª alteração), Lei n.º 123/2019 de 18 de outubro (3ª alteração, em vigor) e pelo Decreto-Lei nº 9/2021 de 29 de janeiro (4ª alteração, em vigor).
- **Regulamento Técnico de Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RT-SCIE)**, inicialmente publicado na Portaria nº 1532/2008, de 29 de dezembro, posteriormente alterado com a publicação da Portaria nº 135/2020 de 2 de junho e retificado com a Declaração de Retificação n.º 26/2020, de 2 de junho (em vigor).

Nesta regulamentação, as ocupações são separadas por Utilizações-Tipo (UT)²¹, nomeadamente: UT I — habitacionais; UT II — estacionamento; UT III — administrativos; UT IV — escolares; UT V — hospitalares e lares de idosos; UT VI — espetáculos e reunião pública; UT VII — hoteleiros e restauração; UT VIII — comerciais e gares de transporte; UT IX — desportivos e de lazer; UT X — museus e galerias de arte; XI — bibliotecas e arquivos e UT XII — industriais, oficinas e armazéns. Para as diferentes utilizações tipo são feitas exigências de resistência ao fogo dos elementos construtivos e de reação ao fogo dos materiais a utilizar, em função das quatro categorias de risco, por ordem numérica crescente de exigência.

As medidas de proteção passiva definidas no RT-SCIE, em termos de reação e de resistência ao fogo, requerem uma alteração para contemplarem as construções que estejam inseridas na interface

²¹ *Utilizações-tipo: classificação do uso dominante de qualquer edifício ou recinto, incluindo os estacionamento, os diversos tipos de estabelecimentos que recebem público, os industriais, oficinas e armazéns, em conformidade com o Art. 8º do RJ-SCI*

urbano-florestal, pois não consideram a vulnerabilidade destas frente aos incêndios rurais. As bases técnicas que definiram os requisitos de reação e de resistência ao fogo na regulamentação de SCIE vigente consideram que o desenvolvimento do incêndio ocorre, de forma geral, no interior da habitação.

4.4. Aspectos arquitetônicos e de projeto a considerar nas construções

O incêndio rural desenvolve-se do exterior para o interior da habitação, apresentando particularidades que o distinguem dos incêndios iniciados no interior dos edifícios. É, portanto, necessário estabelecer princípios de projeto que deem suporte às soluções que devem ser consideradas nas habitações. Tendo em conta a complexidade dos mecanismos de ataque dos incêndios rurais às habitações, em função da sua vulnerabilidade, é necessário ter uma abordagem distinta dos incêndios urbanos.

Os principais objetivos para que as construções nas zonas de interface urbano-florestal sejam mais resistentes aos incêndios rurais, tem em conta as seguintes premissas:

- Reduzir as ignições por partículas incandescentes transportadas pelo vento;
- Reduzir as ignições pelos efeitos do calor radiante;
- Reduzir as ignições por convecção, incluindo o contato direto com a chama;

Os pormenores construtivos devem ser elaborados, aplicando-se alguns princípios descritos a seguir, relativos às componentes das construções que estejam expostas a incêndios rurais, tendo em conta uma abordagem sistémica e integrada entre a arquitetura e a engenharia:

- Reduzir os pontos de acumulação de partículas incandescentes;
- Evitar a entrada de partículas incandescentes transportadas pelo vento;
- Reduzir a utilização de materiais combustíveis na envolvente exterior;

Em projetos de novas construções ou de remodelação de edifícios existentes, alguns dos desafios descritos são de resolução normalmente fácil e económica. Assim, é importante que desde a sua fase inicial, os projetos de arquitetura dos edifícios localizados em zonas de maior suscetibilidade a incêndios rurais sejam feitos tendo em conta esse facto. Nos pontos seguintes, são apresentadas algumas soluções arquitetónicas e de projeto para edifícios em zonas de interface urbano-florestal.

Geometria da envolvente exterior

As decisões sobre a geometria da planta do edifício são tomadas aquando do projeto arquitetónico de construção ou reconstrução das construções. De um modo geral, a planta com um desenho mais simples, com menos cantos e reentrâncias, apresenta menos pontos de potencial ignição.

Desenvolvimento da planta do edifício com o menor número possível de cantos reentrantes

A planta de um edifício deve ser desenvolvida com o menor número de cantos reentrantes possível, uma vez que a acumulação de partículas incandescentes pode levar à ocorrência de ignições nesses cantos, sobretudo na zona em que as bordas inferiores das

paredes encontram as superfícies horizontais, como o solo ou o topo de um *deck* ou varanda (Figura 28).

Caso a existência de cantos reentrantes seja indesviável, deve ser equacionado o uso de materiais incombustíveis nos locais de acumulação potencial das partículas incandescentes.

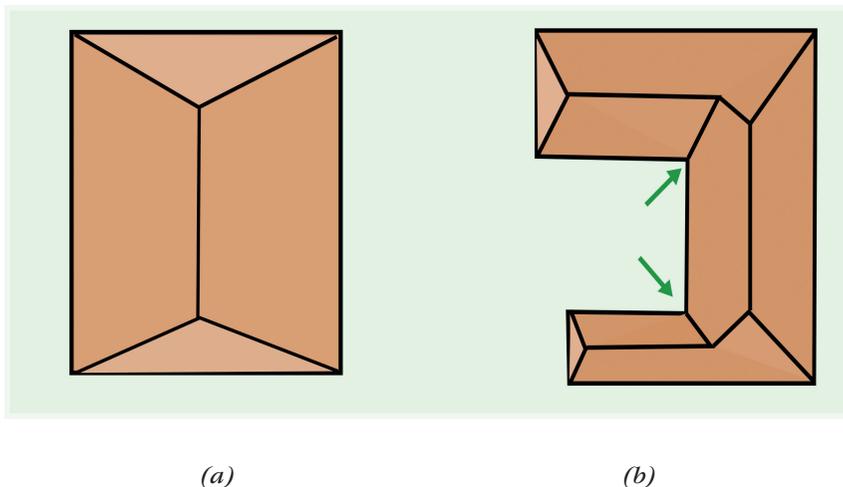


Figura 28. Simplificação da planta (a) e minimização dos cantos reentrantes (b) na geometria da habitação.

Cobertura

Perfil da cobertura

O perfil da cobertura é, em grande parte, influenciado pela geometria da planta de um edifício. No entanto, há situações em que as coberturas são desnecessariamente complexas e podem ser projetadas de maneira mais simples. Um perfil de cobertura mais complexo trará consigo uma série de pormenores que se traduzem em potenciais pontos de ignição. O objetivo é que a cobertura tenha a capacidade de escoar com facilidade os detritos e a vegetação

morta que nela se deposite. As coberturas com maior inclinação são mais eficazes neste objetivo.

Pode-se obter um perfil de cobertura mais simples estendendo-se toda a cobertura para fora de forma contínua, evitando as quebras no perfil. As calceiras internas e os parapeitos são normalmente mais propensos a acumular detritos e fagulhas, especialmente se houver árvores com ramos sobre o edifício ou na sua proximidade. A Figura 29 mostra alguns perfis de cobertura indesejáveis (edifícios em azul) e os pontos de acumulação (círculos em verde), apresentando-se a algumas sugestões de resolução dessas situações (edifícios em amarelo). O acréscimo de áreas a edifícios existentes, pode levar ao surgimento de novos pontos vulneráveis para

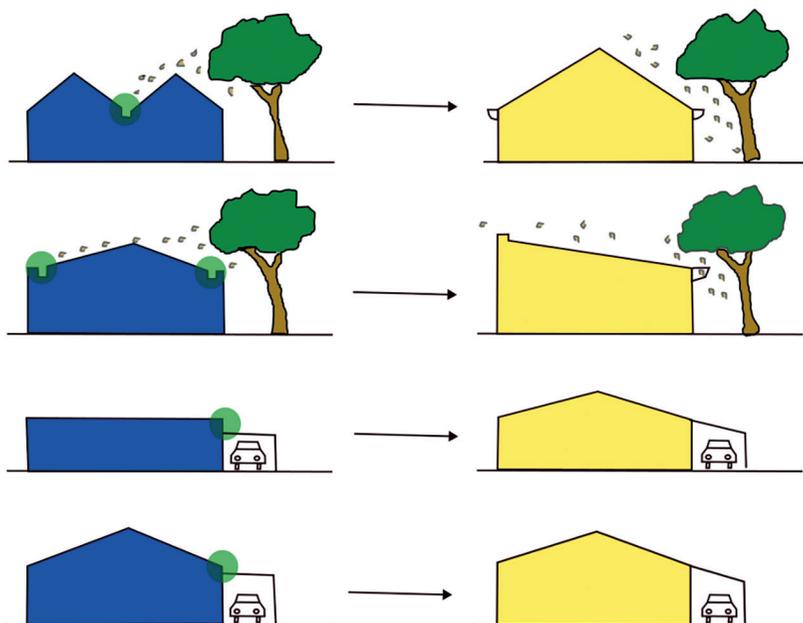


Figura 29. Perfis de cobertura indesejáveis (lado esquerdo — a azul) e propostas de simplificação em projeto (lado direito — a amarelo). Os círculos a verde representam os pontos de acumulação potencial de detritos.

a acumulação de detritos na junção entre o edifício existente e a área acrescentada. Esta situação pode ser agravada pelo fato desta junção estar fora do ângulo de visão e ser de difícil alcance para ações de manutenção.

Os problemas com os perfis de cobertura mostrados na Figura 29 podem ser reduzidos se forem utilizados materiais incombustíveis nos pontos de acumulação potencial de detritos. Nas situações em que existam, por exemplo, painéis de madeira, que sejam necessários por razões estruturais ou para fixações, estes locais podem ser revestidos por material não combustível como uma chapa metálica.

Revestimento da cobertura

Grande parte dos incêndios nas habitações começa nos telhados e nos vãos. A falta de manutenção destas componentes pode levar à acumulação de folhas e detritos que são um fator de perigo, uma vez que partículas incandescentes transportadas pelo vento podem penetrar em pequenos orifícios onde esse detritos estão acumulados, causando uma nova ignição. Dependendo do revestimento do telhado, com a ação de ventos mais intensos resultantes do incêndio, a cobertura do telhado pode ser deslocada ou danificada, por exemplo, pela quebra ou deslocação de telhas cerâmicas, permitindo a entrada de partículas incandescentes no interior da habitação. Quanto mais inclinada for a cobertura, menos propensa é a acumulação de detritos, mas maior é a possibilidade de penetração de fagulhas. Ensaios laboratoriais mostram que nos telhados menos inclinados as fagulhas são mais facilmente arrastadas pelo vento, passando sobre o telhado, e não penetrando tão facilmente pelas interceções das telhas. Assim, a vedação da cobertura a fagulhas é muito importante para reduzir a possibilidade de ignições no interior da habitação.

Substituição ou proteção de componentes de madeira

A madeira usada como painel debaixo do revestimento do telhado pode ser substituída por chapa metálica.

Utilização de manta de isolamento contra a humidade e vento

Em alguns países, para coberturas com telhas asfálticas (tipo *shingle*), são usadas mantas de isolamento contra a ação da humidade e do vento, para melhoria do desempenho térmico na habitação. Em Portugal, esta solução pode também ser utilizada, com as devidas adaptações. Quando utilizada, esta manta de isolamento deve ter propriedades de baixa inflamabilidade, para não permitir a sustentação do fogo após ignição na sequência do depósito de partículas incandescentes. A Figura 30 ilustra a posição de instalação (a verde) da manta de isolamento entre o revestimento da cobertura e sua estrutura.

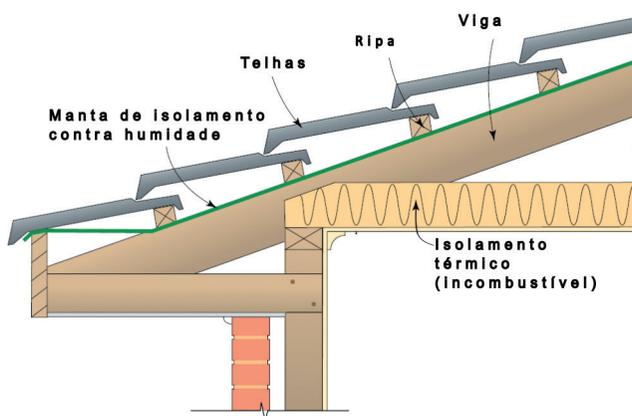


Figura 30. Manta de isolamento contra humidade e vento

Vedação do espaço da cobertura

Nas situações em que a cobertura contém aberturas, como claraboias, chaminés e equipamentos de ar condicionado, entre outras situações equivalentes, a entrada de fagulhas pode ser evitada com técnicas de remates para formar uma barreira do tipo corta-fogo. Esta barreira corta-fogo deve ser feita nas cumeeiras e beirados com material incombustível (e.g., lã de rocha). O seu acabamento exterior deve ser feito com argamassa, no caso das cumeeiras, e com chapas metálicas e mantas contra humidade, no caso dos beirados. A Figura 31 apresentam estas situações nas coberturas.

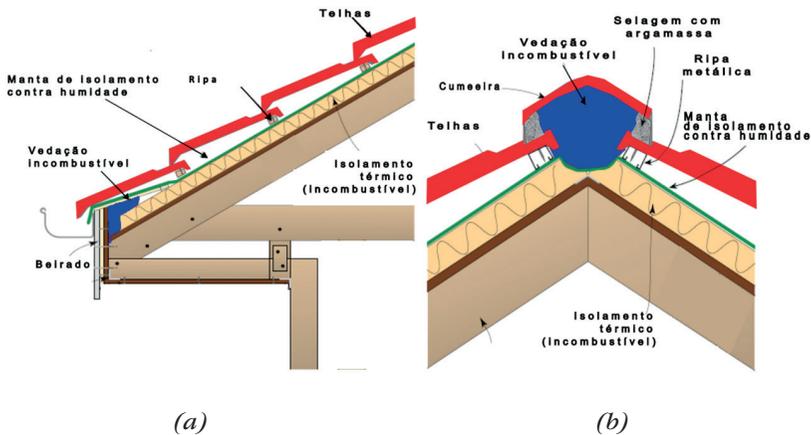


Figura 31. Vedação do revestimento da cobertura.

Utilização de claraboias resistentes ao fogo

Os materiais termoplásticos usados no revestimento de algumas coberturas, sobretudo para iluminação natural (e.g., claraboias, telhas translúcidas), podem sofrer a fusão e colapsar sob a ação do calor intenso resultante de um incêndio rural, permitindo a

entrada de partículas incandescentes. Propõe-se que em casos de maior exposição aos incêndios rurais se utilizem elementos de iluminação zenital com materiais com maior resistência ao calor, tais como vidros térmicos, com estrutura de fixação e remates igualmente resistentes.

Projeto e instalação do revestimento da cobertura e sua estrutura para a ação de ventos intensos resultantes do incêndio

Numa situação de incêndio rural, o vento pode ser mais forte como resultado dos fenômenos convectivos característicos deste tipo de ocorrências. Assim, as fixações do revestimento e da estrutura devem ser inspecionadas e mantidas regularmente para verificar qualquer folga entre revestimento da cobertura e a sua estrutura. A vedação dos pontos descritos no item anterior reduz a possibilidade de o vento deslocar a cobertura e os seus elementos.

Caleiras e tubos de queda para águas pluviais

As caleiras nos sistemas de águas pluviais nas coberturas são um ponto de acumulação de detritos, podendo também concentrar partículas incandescentes durante um incêndio rural. O seu dimensionamento, largura, modo de instalação, visibilidade e acessibilidade para limpeza periódica são questões importantes.

Em locais onde a captação e a descarga de água pluvial da cobertura não são efetivamente necessárias, como numa pequena cobertura próxima a habitação, deve equacionar-se a eliminação de caleiras, modificando o perfil da cobertura, de forma a escoar a água para fora da projeção da habitação, ao invés de utilizar caleiras internas à cobertura ou atrás de platibandas. Se forem necessárias

a captação e descarga da água pluvial proveniente da cobertura, esta queda poderá ser direcionada para valas com brita (ou seixos rolados) e, dentro destas, conduzir o escoamento em tubos de drenagem instalados no fundo das valas (Figura 32).

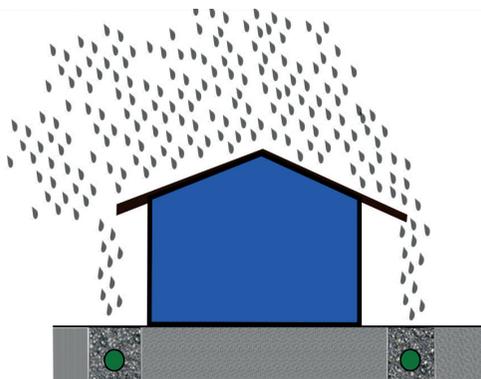


Figura 32. Eliminação de caleiras e tubos de queda. Os círculos a verde representam os tubos de drenagem das águas recolhidas.

Deve-se igualmente evitar o uso de caleiras estreitas, uma vez que a remoção de folhas e outros detritos combustíveis em ações de manutenção é mais difícil. Caleiras em vales estreitos e reentrantes, especialmente aqueles com projeções irregulares dos materiais na cobertura, podem propiciar condições para a acumulação de partículas incandescentes.

Devem criar-se condições para a manutenção regular de caleiras instaladas na cobertura, sobretudo quando não estejam à vista ou estejam dificilmente acessíveis, como, por exemplo, caleiras atrás de paredes de platibandas. Nestas situações, é necessário um acesso permanente, como uma escada nas proximidades, para se proceder à sua limpeza. Se os tubos de queda e as bocas de descarga dos tubos de queda da água da chuva ficarem entupidos com detritos, as caleiras ficarão sujas e os detritos e materiais combustíveis irão acumular-se. Uma forma de manter os tubos de queda limpos, é

incluir uma abertura de drenagem coberta com uma tela, e entre esta abertura de descarga e a tela de drenagem existir um espaço para a limpeza. Isso permitirá que as folhas sejam removidas permitindo o escoamento do tubo de queda (Figura 33).

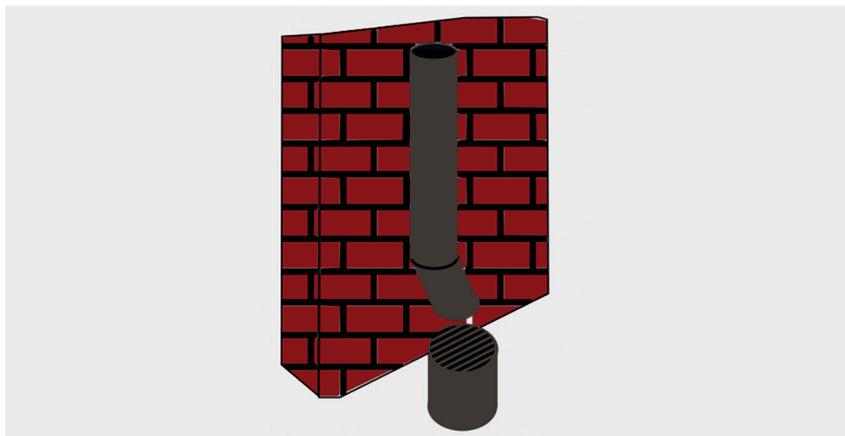


Figura 33. Tubo de queda livre de possível entupimento.

Existem soluções de tampão ou proteção das caleiras do telhado para reduzir a entrada de detritos, tais como tampas de chapa metálica; telas com malha de metal ou plástico. No entanto, mesmo com a utilização dessas tampas e filtros pode acontecer que alguns detritos entrem na caleira, pelo que a manutenção regular e frequente destas componentes é necessária.

Varandas, *decks*, degraus, patamares, pérgulas e treliças

Em muitas situações, as varandas, *decks*, degraus, patamares, pérgulas e treliças são construídos em madeira e podem conter superfícies horizontais ou praticamente horizontais nas quais os detritos se podem acumular. A probabilidade de acumulação de detritos aumenta quando a superfície do piso de um *deck* exterior, por exemplo, encontra outra

superfície vertical, como por exemplo, paredes, portas ou caixilhos de janela em madeira ou PVC. A ignição dos detritos pode propagar o fogo ao edifício. Assim, anexos como varandas e pérgulas devem estar afastados de superfícies verticais. Alternativamente poderão ser protegidos com materiais resistentes ao fogo (e.g., chapas de aço)

Muitas vezes as habitações são afetadas pelo fogo que se desenvolve numa construção anexa. A real necessidade destes anexos deve ser equacionada considerando alternativas que atendam à mesma função. Por exemplo, fazer a extensão dos beirados, em vez de ter elementos pergulados para fazer o sombreamento, é uma solução que evita a transição de estrutura e de material de construção, deixando-a mais uniforme e protegida da envolvente externa.

Se a eliminação não for solução, deve equacionar-se a sua separação do edifício principal. Também os *decks*, patamares, pérgulas e elementos treliçados poderão ser tratados como parte da paisagem ao redor de um edifício garantindo-se a devida separação. Os degraus e *decks* que normalmente têm de estar ligados ao edifício deverão ser construídos com materiais resistentes ao fogo, tais como betão, e os seus gradeamentos serem metálicos.

Paredes Exteriores

A construção em madeira, nas situações em que os revestimentos de parede fazem junção com as superfícies horizontais e estejam grosseiramente rematados, lascados, rachados, desgastados ou deteriorados, é mais propensa à ignição por partículas incandescentes que ali se possam depositar.

As paredes, na sua transição com outros elementos de construção, podem propiciar a acumulação de partículas incandescentes, nos pontos indicados na Figura 34. Essas transições devem ser evitadas, se possível logo em fase de projeto.

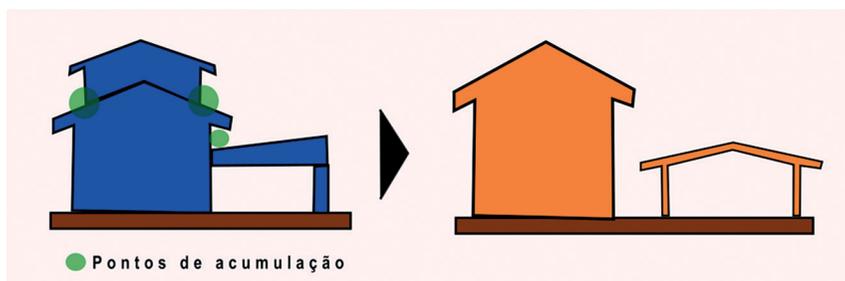


Figura 34. Remoção de transições entre paredes e outros elementos de construção.

Nos casos de elementos em que a madeira esteja lascada, rachada, desgastada ou deteriorada, deve o acabamento destas superfícies ser melhorado e preenchido com uma pintura que proporcione uma superfície mais lisa e reduza esta condição.

Os blocos cerâmicos ou de betão, frequentemente usados em paredes exteriores, apresentam um bom comportamento ao fogo, dada a natureza incombustível de seu material base. Este comportamento depende da espessura da parede e do seu revestimento. Estes são materiais que reduzem as ações de manutenção ao longo da vida do edifício.

Portas e Janelas

As portas, frequentemente feitas de materiais combustíveis, têm soleiras nas quais as partículas incandescentes podem acumular-se, e mesmo penetrar para o interior do edifício. As portas e janelas de vidro estão sujeitas a quebrar sob o impacto do calor e dos objetos transportados pelo vento, permitindo a entrada de partículas incandescentes. Também as esquadrias, por vezes feitas de materiais combustíveis, apresentam vulnerabilidades em relação ao incêndio.

Ventiladores e outras pequenas aberturas também oferecem oportunidades para a entrada de partículas incandescentes.

As portas e janelas externas devem estar niveladas com a extremidade exterior das soleiras e peitoris, respetivamente, de forma a evitar a acumulação de detritos e de fagulhas nessas superfícies horizontais. A instalação de uma tela mosquiteira metálica na face externa da soleira também é uma boa alternativa (Figura 35).

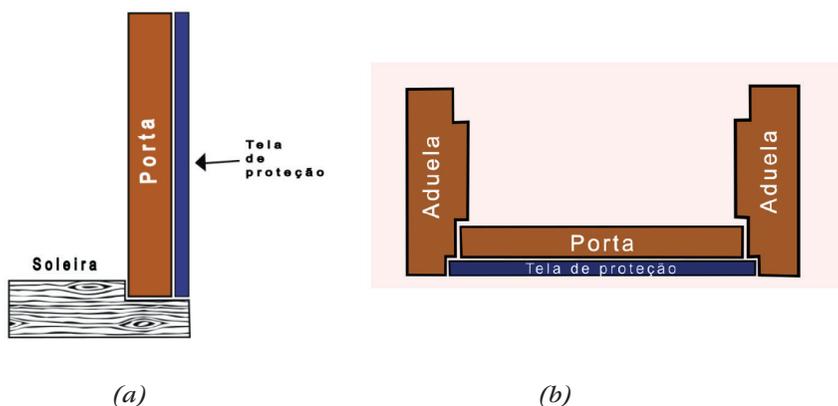


Figura 35. Proteção de soleiras em portas: a) Vista lateral da porta e pormenor do remate entre soleira e porta; b) Vista em planta da porta e pormenor do remate entre as aduelas e porta.

O uso de vidro duplo em portas e janelas pode ser uma boa alternativa ao uso de vidros simples. O uso de vidro simples, sobretudo aquele com espessura inferior a 4mm, não é o mais adequado, devido à grande propensão que tem para quebrar quando exposto às condições típicas de incêndios rurais. O uso de vidro aramado pode ser uma boa opção para casas de banho, lavandarias e similares. Outra opção é reduzir a área de vidro nos painéis de forma a reduzir a probabilidade da quebra dos mesmos.

A utilização de persianas ou portadas exteriores nas janelas protege o vidro e consequentemente reduz a vulnerabilidade destes elementos aos incêndios rurais. No entanto, são um sistema semiativo

por exigirem intervenção humana no seu fecho. As persianas em material mais resistente ao fogo, como aço ou alumínio, articuladas, deslizantes ou do tipo estore, são alternativas apropriadas. As portadas de madeira com maior espessura são normalmente mais resistentes à passagem do incêndio rural. No entanto, na sua base exterior deve existir uma pequena rampa metálica que impeça a acumulação de partículas incandescentes junto à madeira.

O uso de telas do lado de fora das portas e portadas para proteção contra insetos (Figura 35) é algo que pode ser adequado também para proteção das portas e janelas contra os incêndios rurais, desde que sejam feitas de materiais com bom comportamento ao fogo, como por exemplo, telas em malha metálica com malha inferior a 2 mm de abertura.

As portas devem ser devidamente vedadas. Apresenta-se na Figura 36 um exemplo que evita a existência de frestas na base das portas e nas aduelas por onde as partículas incandescentes podem penetrar.

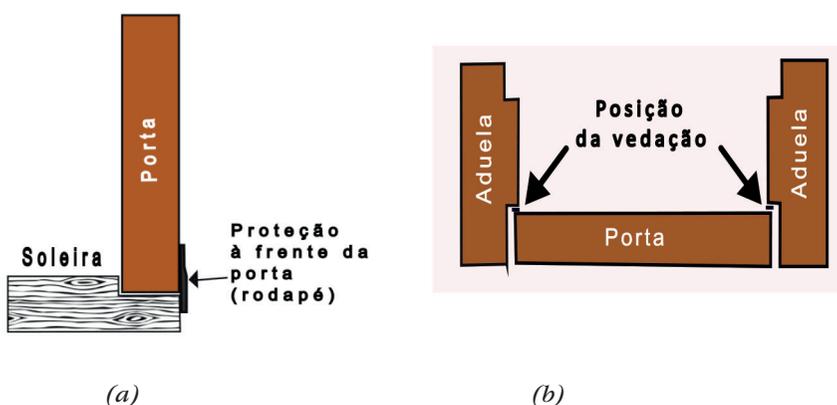


Figura 36. Vedação na base das portas e nas aduelas: a) Vista lateral da porta e pormenor do remate entre soleira, porta e rodapé; b) Vista em planta da porta e pormenor do remate das vedações entre aduelas e porta.

4.5. Considerações finais

A classificação da reação ao fogo dos materiais é normalmente apresentada nos documentos de homologação dos produtos da construção, de acordo com as exigências definidas para os mesmos, em função da sua aplicação. Já a resistência ao fogo dos elementos construtivos pode ser determinada por via de cálculo ou de experimentação. A regulamentação portuguesa de segurança contra incêndio indica quais as classes de reação ao fogo dos materiais e de resistência ao fogo dos elementos construtivos a serem usadas na construção. Infelizmente, não existe ainda uma base de dados sistematizada com a reação ao fogo de todos os materiais e a resistência ao fogo dos elementos construtivos usados na construção.

Observou-se que, com exceção das coberturas inclinadas, as exigências no RT-SCIE, em termos de reação ao fogo para revestimentos de paredes exteriores, coberturas em terraço e elementos de ventilação e iluminação natural, são pouco exigentes, exigindo-se a classe E de reação ao fogo. Tal exigência, quando se trata de uma habitação em zona de interface urbano-florestal, permite a utilização de produtos da construção que contribuem, de forma significativa, para o desenvolvimento do incêndio na habitação.

Quando um profissional não tem contacto ou vivência prática com a segurança contra incêndio em edifícios, pode fazer uma seleção de soluções não adequadas, e que contribuam de forma favorável para o desenvolvimento de incêndios nas construções. Portanto, é importante que o projetista perceba a importância dos requisitos em termos de comportamento ao fogo dos elementos da construção para tornar a habitação mais segura relativamente aos incêndios rurais. Ou seja, o projetista deve identificar e aplicar corretamente os requisitos de reação e de resistência ao fogo exigidos.

Os aspetos arquitetónicos e de projeto apresentados pretendem mitigar ou reduzir os pontos de ignição nas habitações, tendo como base a aprendizagem adquirida na investigação científica e na análise a episódios anteriores em que incêndios rurais danificaram ou destruíram edifícios. Tais aspetos podem ser aplicados ao cenário de construção em Portugal e serem incorporados em novos projetos ou na remodelação de construções existentes para a sua proteção passiva a incêndios rurais.

5.

SOLUÇÕES DE AUTOPROTEÇÃO

(Página deixada propositadamente em branco)

Miguel Almeida, Carlos Viegas, Luís Lança, Hafsae Lamsaf
ADAI — Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial,
Universidade de Coimbra

Com os incêndios florestais a tornarem-se cada vez mais devastadores nos últimos anos, representando ameaças significativas tanto para o edificado como para a vida dos cidadãos, tornou-se necessário enveredar por novos métodos de gestão do risco de incêndio, em complemento aos métodos tradicionais de prevenção e combate que vêm sendo usados desde há várias décadas. Como referido no capítulo introdutório, em situações de simultaneidade de ocorrências ou de ocorrências com grande extensão e/ou severidade, os meios públicos de proteção civil serão sempre insuficientes para acudir a todos os pedidos de socorro feitos pelos populares.

Há algumas décadas, os incêndios rurais pouco ameaçavam as comunidades e casas isoladas, sobretudo devido à boa gestão de combustíveis que era feita em redor das construções no meio rural, frequentemente agricultadas, devidamente mantidas e regadas. Assim, durante um incêndio, a defesa periférica de proteção das construções isoladas ou das comunidades era facilitada ou mesmo desnecessária. Os incêndios vividos em Portugal, em 2017, trouxeram à tona a necessidade de preparar as comunidades rurais para situações extremas de incêndio. Surgiram então os programas “Aldeia Segura” e “Pessoas Seguras” (<https://aldeiasseguras.pt>) com o objetivo de capacitar as comunidades e sensibilizar e treinar as pessoas de forma a otimizar os procedimentos de emergência em

caso de ameaça de incêndio. Embora muito interessantes e com grande potencial, estes programas não foram implementados em todas as aldeias, para além de serem pouco incisivos na proteção de casas isoladas. Entre outros fatores que têm vindo a prejudicar a implementação deste programa, destaca-se a pouca disponibilidade ou capacidade dos cidadãos para assumirem o papel de oficial de segurança, o qual é essencial para o bom desempenho dos programas. Assim, a autonomização dos sistemas de proteção revela-se importante para a proteção de comunidades e bens.

Uma das grandes dificuldades que os meios de proteção civil enfrentam é a frequente dispersão do edificado nos territórios rurais, o que obriga a uma proporcional dispersão de meios de proteção. O novo SGIFR — sistema de gestão integrada de fogos rurais (decreto-lei 82/2021 de 13 de outubro) tenta mitigar este problema proibindo novas construções e restringindo a reconstrução de edifícios existentes em áreas de maior perigosidade, designadas APPS — áreas prioritárias de prevenção e segurança. No entanto esta medida poderá conduzir os territórios rurais a uma situação de ainda maior abandono e empobrecimento, fatores que estão na génese do desafio crescente que os incêndios rurais têm proporcionado. Estas restrições têm enfrentado grande oposição por parte do poder autárquico, sobretudo das regiões interior norte e centro, pelas dificuldades que irá causar no licenciamento de novas construções, podendo dificultar o desenvolvimento das localidades destas regiões.

O aumento da capacidade de autoproteção dos cidadãos surge como uma possível solução de resposta aos desafios expostos, representando um complemento de excelências aos restantes métodos usados para a gestão de incêndios rurais. Por um lado, torna os cidadãos mais autónomos na sua proteção, diminuindo as necessidades de socorro público, enquanto os envolve na gestão deste desafio. Para além disso, têm uma abrangência ampla de aplicação, desde as

construções isoladas, às comunidades. Por outro lado, a instalação de sistemas de autoproteção poderão mitigar o risco de incêndio, mesmo em construções localizadas em APPS, viabilizando o desenvolvimento dos territórios com maiores carências sócio econômicas.

Existem vários sistemas de autoproteção. Neste capítulo irão ser abordados dois tipos principais. O primeiro é baseado na aspersão a água para humidificação do elemento a proteger ou da sua envolvente, limitando a progressão do fogo e mitigando a probabilidade de ignição por focos secundários. O segundo sistema consiste na instalação de barreiras protetoras à transferência de calor, nomeadamente a instalação de telas ignífugas nos elementos construtivos mais vulneráveis, tais como as janelas ou portas. Estes sistemas poderão funcionar separada ou simultaneamente.

5.1. Soluções de aspersão a água

Estes sistemas têm um princípio de funcionamento e configuração idêntica aos sistemas de rega utilizados na agricultura, pelo que se pode perceber que a sua implementação apresenta um custo relativamente acessível e um funcionamento intuitivo com que boa parte dos cidadãos do mundo rural está familiarizada. Nesta solução, uma ou mais aspersores humidificam o elemento a proteger ou a sua área envolvente, de modo a extinguir ou diminuir a intensidade de uma frente de chamas que o atinja ou de uma partícula incandescente que ali caia.

Os sistemas de aspersão podem ter uma configuração radial (Figura 37a), em que a zona molhada é um círculo ou um segmento de círculo, ou ter uma configuração linear (Figura 37b), em que um conjunto de aspersores são dispostos lado a lado criando uma linha perimétrica de defesa. Enquanto na configuração radial os aspersores são habitualmente colocados no meio do elemento a

proteger, na configuração linear é normalmente criada uma faixa molhada periférica de proteção externa ao elemento. Naturalmente que a flexibilidade desta solução permite a criação de configurações diferentes das padronizadas.

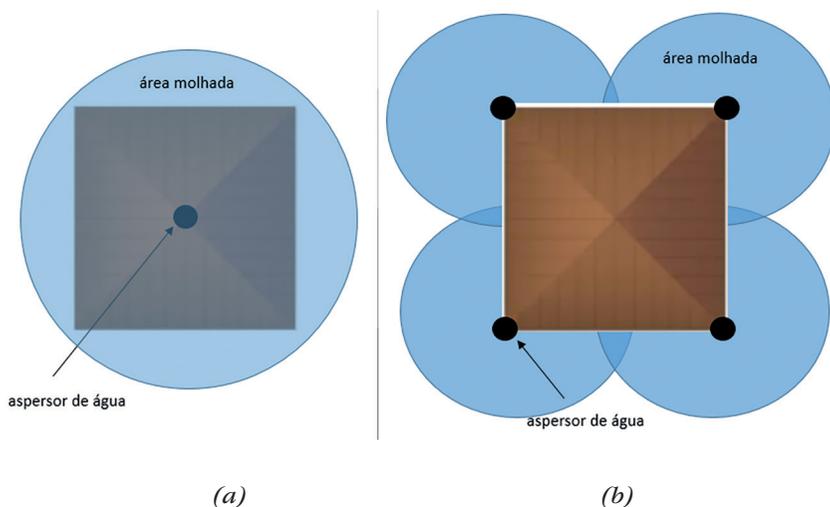


Figura 37. Configurações usuais dos sistemas de proteção por aspersão de água: a) configuração radial; b) configuração linear.

Os sistemas de aspersão usados na proteção contra incêndios rurais apresentam especificidades que os distinguem daqueles usados em espaços interiores, no âmbito da segurança contra incêndios em edifícios. Uma das principais diferenças está relacionada com o vento, uma vez que em espaços confinados, os escoamentos aerodinâmicos são quase inexistentes, quando comparados com os incêndios rurais onde os ventos meteorológicos e convectivos podem afetar a eficiência do sistema de proteção. Um dos principais efeitos do vento é o seu potencial de arrastamento das gotas de água aspergida desviando-as da zona que deveria ser molhada para uma melhor proteção (Figura 38). Para além disso, enquanto um sistema de aspersão no interior do edifício é ativado pela presença

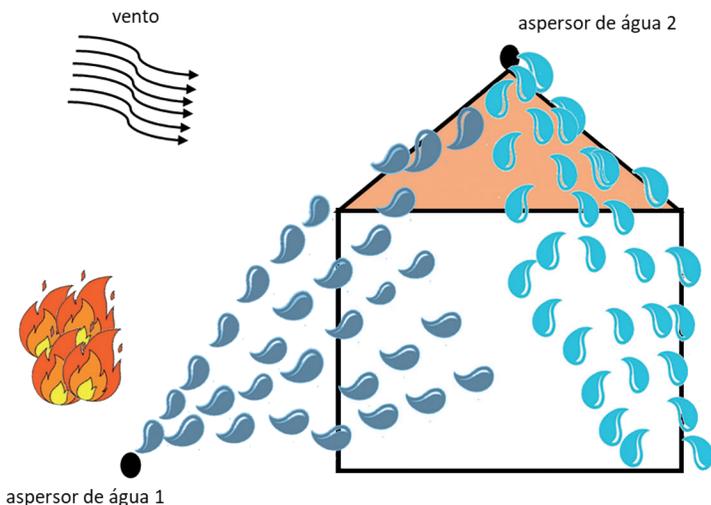


Figura 38. Esquema exemplificativo do desvio da água proveniente de dois aspersores numa situação de vento. Os dois aspersores foram colocados estrategicamente de forma a molharem o telhado e a fachada mais exposta (parede do lado esquerdo), mesmo nesta situação de vento que é mais desfavorável.

de chamas, fumo ou aumento de temperatura, a ativação de um sistema de aspersão vocacionado para incêndios rurais apenas na chegada da ameaça poderá ser tardia, sobretudo se a frente de chamas tiver uma aceleração abrupta, perto do elemento a proteger. Por outro lado, a queda de partículas incandescentes no edifício pode ocorrer muito antes da chegada da frente de chamas, pelo que a ativação do sistema pode ser necessária antecipadamente. Assim, é necessário encontrar um algoritmo de ativação e funcionamento que torne a aspersão mais eficiente, usando a menor quantidade de água possível numa atuação eficaz.

Destaca-se que a eficácia dos sistemas de aspersão relativamente às ignições por projeção de partículas incandescentes é limitada, uma vez que estas poderão facilmente passar sobre a cortina de aspersão. No entanto, a aspersão cria um ambiente húmido que poderá reduzir o potencial de ignição de algumas fagulhas.

Tipos de sistemas de aspersão

Existem vários tipos principais de sistemas de aspersão para proteção contra incêndios rurais. Os sistemas húmidos mantêm água pressurizada na rede, i.e., a tubagem até aos aspersores está permanentemente em carga, o que poderá provocar danos nos equipamentos por congelação da água no seu interior, sobretudo se estiverem ao ar livre, expostos às condições frias de inverno. Este tipo de sistemas difere dos sistemas de inundação permanentemente abertos, controlados por válvulas, a partir das quais os tubos estão sem água quando em descanso. Este último tipo de sistemas poderá causar menos problemas, sobretudo nas regiões mais frias do Norte e Centro de Portugal. No entanto, os sistemas húmidos apresentam uma atuação mais rápida após ativação, nomeadamente nos sistemas lineares uma vez que todos os aspersores estão sobre carga. Assim, deve encontrar-se uma solução que combine as vantagens de ambos os sistemas, protegendo da exposição ao frio as tubagens em carga permanente e instalando válvulas tão a jusante quanto possível para garantir um funcionamento rápido do sistema.

Em vez de aspersores, são por vezes usados nebulizadores, que emitem uma nébula que humifica o espaço na envolvente. Embora estes sistemas funcionem bem em espaços confinados, nos espaços exteriores a sua atuação é limitada porque a dita nébula é facilmente arrastada pelos ventos. De qualquer forma, se colocados em locais estratégicos, o vento pode enviar a nébula na direção do elemento a proteger conduzindo assim à sua humidificação, que é o efeito desejado. Salienta-se que os sistemas nebulizadores consomem menos água do que os aspersores, o que pode ser um fator a ter em conta na sua escolha. Por outro lado, a sua atuação é mais prolongada, pelo que podem ser pouco eficazes em situações de avanço repentino das chamas, mas ser muito interessantes para a proteção contra a projeção de fagulhas que, como referido anteriormente, é uma ameaça

duradoura, uma vez que pode ocorrer quando a frente de chamas ainda está longe do elemento a proteger. Este capítulo terá o seu principal foco nos aspersores, sugerindo-se o relatório de (Potter & Leonard, 2010), sobre os nebulizadores, como consulta de referência.

Para além dos aspersores, que são frequentemente usados nas explorações agrícolas de escala familiar, existem canhões de água que são muitas vezes usados na proteção de instalações industriais. Enquanto os aspersores consomem um caudal em torno de algumas dezenas de litros por minuto, exigindo pressões de água perfeitamente compatíveis com os sistemas normalmente instalados nas casas, os canhões de água exigem normalmente caudais e pressões muito superiores, exigindo investimentos maiores. Assim, embora se reconheça a eficácia destes últimos sistemas, não são abordados neste capítulo por se considerar que a sua aplicação pelo cidadão comum, para proteção dos seus bens, é limitada.

Funcionamento operacional do sistema de aspersão

A definição do sistema de aspersão inicia-se com a análise à exposição do elemento a proteger, como a casa ou toda a propriedade, relativamente aos incêndios rurais, o que permitirá priorizar as componentes a proteger. As componentes mais vulneráveis, como por exemplo os telhados, e as componentes estratégicas, como as portas e acessos que são fundamentais para a evacuação, devem ser protegidos na íntegra, i.e., devem ser totalmente molhados pelo sistema de aspersão. Uma componente também poderá ter de ser totalmente protegida se o seu nível de exposição for muito alto. Por exemplo, na definição de um sistema para autoproteção de uma casa, poderá optar-se por concentrar aspersores que protejam as paredes mais expostas, em detrimento das paredes que dificilmente serão sujeitas ao fogo.

Depois de conhecidos os elementos a proteger e as áreas a aspergir, deve definir-se a configuração do sistema de aspersão — radial, linear ou outra. Esta definição é dependente da escolha dos aspersores, em função do seu alcance e da pressão e caudal de água disponível. Se o raio de alcance de um aspersor for suficiente para cobrir toda a área a proteger, então deve optar-se por um sistema radial do tipo apresentado na Figura 37a. No entanto, a complexidade da planta das casas ou dos terrenos ou a sua dimensão poderão exigir uma proteção linear ou com outra configuração. Quando vários aspersores são instalados de forma complementar, como por exemplo na configuração em linha, é importante que na zona intermédia entre dois aspersores haja redundância da área molhada (Figura 39a) de forma a evitar a ocorrência de zonas secas por onde o fogo possa progredir (Figura 39b). A redundância deve ter um valor mínimo de 10% do raio de alcance do aspersor.

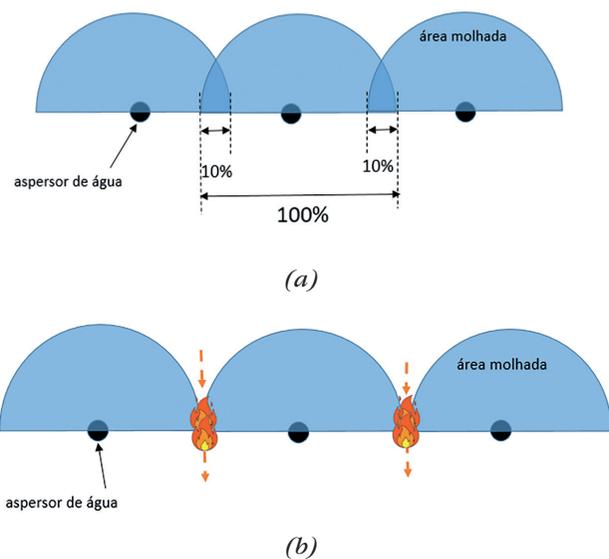


Figura 39. Esquemas exemplificativos de configurações lineares de aspersores com redundância de área molhada (a) e sem redundância (b).

Quando o perímetro do elemento a proteger é muito extenso, como acontece por exemplo na proteção de toda a propriedade, as necessidades de caudal e pressão de água são muito elevadas. Assim, poderá ser benéfico criar setores de aspersão (Figura 40) que vão sendo ativados em função da chegada da frente de chama. Os aspersores de cada setor são ativados simultaneamente. Os setores poderão ser ativados individualmente ou em grupo. No caso limite de um incêndio generalizado, todos os setores poderão ter de ser ativados em simultâneo. A setorização do sistema de aspersão permite economizar água e funcionar com maiores pressões, garantindo maiores distâncias de projeção da água pelos aspersores.

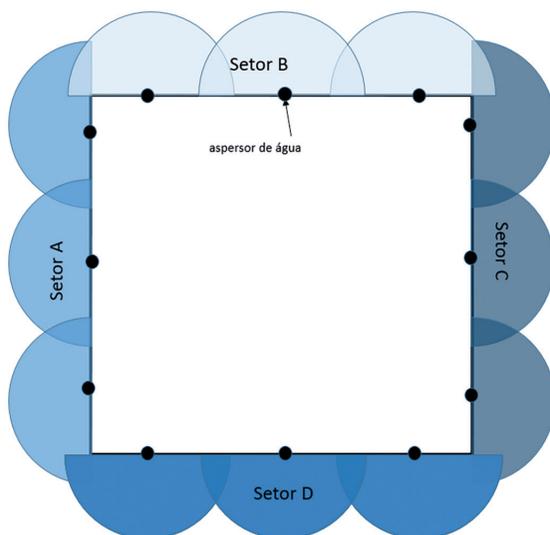


Figura 40. Esquema exemplificativo de setorização de um sistema de aspersão. Cada setor deve poder ser ativado individualmente ou em grupo.

A ativação do sistema poderá ser feita manualmente, remotamente ou de forma automática. A ativação manual envolve o acionamento do sistema por pessoal no local. Esta abordagem prática permite uma resposta imediata por parte de indivíduos treinados para avaliar a

situação e ativar o sistema rapidamente, ideal para incidentes localizados ou cenários em que o julgamento humano é crucial. A ativação remota utiliza sistemas ou estações de controlo centralizadas para acionar o sistema de combate a incêndios. Este método permite que autoridades ou pessoal designado ativem o sistema a partir de um local remoto, aumentando o controlo e coordenação em cenários de incêndio maiores ou mais complexos. A ativação automática depende de sensores, detetores ou algoritmos especializados para acionar o sistema autonomamente quando condições predefinidas, como limites de temperatura ou deteção de fumo, são atendidas. Esta abordagem automatizada garante uma resposta rápida sem intervenção humana, crucial em situações que exigem ação imediata, especialmente em áreas não vigiadas ou fora do horário normal.

Pela sua facilidade e fiabilidade, a ativação manual deve ser possível em qualquer caso. A ativação remota apresenta a vantagem de poder ser feita à distância através de um telemóvel ou outro sistema de telecomunicação. A ativação remota por telemóvel é interessante porque permite que seja feita a grandes distâncias, por exemplo, quando o proprietário está noutra cidade ou noutro país, no entanto, este sistema está dependente da rede de telemóveis que poderá falhar, sobretudo em caso de incêndio. A ativação automática, baseada em sensores de temperatura, inteligência artificial ou outro, tem grande potencial de utilização porque elimina a necessidade de ação humana, no entanto, no atual estado, a fiabilidade ainda levanta algumas desconfianças. Uma vez que todos os sistemas apresentam vantagens e desvantagens, o que se sugere é a instalação de tantos sistemas de ativação quanto possível, de forma que uns colmatem as falhas de outros.

A instalação da tubagem que alimenta o aspersor é igualmente de grande importância uma vez que se for danificada pelo fogo, o funcionamento do sistema de aspersão fica comprometido. Assim, sugere-se que a tubagem seja de um material com boa resistência

ao fogo, como por exemplo o aço inox, ou que estejam devidamente protegidas, por exemplo, enterrando-as no solo em pelo menos 20 cm de profundidade.

Para o funcionamento do sistema e aspersão é fundamental que haja uma fonte de energia, salvo se a pressurização for totalmente gravítica, o que é raro acontecer, e uma fonte de água. Como é sabido, o abastecimento público de eletricidade e água pode falhar durante um incêndio, pelo que se torna essencial que o sistema de aspersão seja alimentado por fontes autónomas. O sistema de bombagem define a potência que é necessária para a fonte de energia, a qual pode ser conseguida através de baterias, de um gerador elétrico, de uma motobomba ou qualquer outro sistema. Para garantir autonomia em água é necessária a existência de um reservatório como um poço, um furo artesiano ou um tanque. O volume necessário é calculado em função do consumo de cada aspersor, do número de aspersores e do tempo de funcionamento durante um incêndio, o que será detalhado no ponto seguinte. É fundamental que a água dos reservatórios não apresente sujidade que possa obstruir o sistema de aspersão, reduzindo a pressão ou mesmo colmatando os aspersores.

Anualmente, antes da chegada do período mais crítico dos incêndios rurais, o sistema de aspersão deve ser verificado e posto em funcionamento. Uma experimentação excessiva do sistema de aspersão pode acelerar o crescimento da vegetação em torno do elemento a proteger, o que obriga a um corte de vegetação mais frequente.

Algoritmo de aspersão e volume de água a aspergir

Sendo a água um recurso tão importante para enfrentar os incêndios rurais, é fundamental que o seu uso nos sistemas de aspersão seja tão eficiente quanto possível. O pânico gerado pela ameaça do fogo pode levar as pessoas a ativarem o sistema de

aspersão durante um período mais longo do que o necessário ou tão antecipadamente, que as reservas de água se esgotam antes da total supressão do fogo.

De forma a otimizar o consumo de água foram realizados vários ensaios laboratoriais e ensaios de queima no sentido de perceber qual a melhor sequência de aspersão que melhor resultado apresenta no combate ao fogo (Figura 41). Este estudo permitiu perceber que a aspersão deve ser feita em duas fases: 1) fase de humidificação dos combustíveis, que antecede a chegada da frente de chama ao perímetro aspergido; 2) fase de supressão, que acontece durante o período em que a frente de chamas permanece na área aspergida.



(a)



(b)

Figura 41. Fotografias de ensaios de otimização do sistema de aspersão com água realizados no Laboratório de Estudos sobre Incêndios Florestais, da ADAI, sito no Aeródromo da Lousã.

Na análise à fase de humidificação tentou perceber-se qual o momento indicado para a sua realização, partindo do pressuposto de que a aspersão realizada 15 a 20 minutos antes da chegada da frente de chama poderia aumentar a eficiência da aspersão, uma vez que o combustível teria tempo de absorver a humidade. Verificou-se não haver qualquer vantagem na aspersão tão antecipada que apenas conduzia à evaporação de água durante o período de espera

das chamas. Mesmo os ensaios em que a aspersão acontecia a dois tempos — antecipação de: 1) 15 a 20 minutos e 2) 5 minutos antes da chegada da frente de chamas — não aumentavam a eficiência da aspersão, levando a um aumento do consumo de água. Assim, o processo de humidificação mais eficiente é aquele que acontece imediatamente antes da chegada das chamas.

A Figura 42 apresenta a média das humidades de leitos de palha ao longo do tempo de aspersão, para cargas de combustível de 600g/m² e 1500g/m², usando densidades de aspersão de 0.65, 0.26, 0.16, 0.07 mL_{água}/m², que são valores típicos de aspersores de rega por impacto. Poderá verificar-se que a saturação da palha é atingida por volta dos 5 minutos de aspersão. Para mato, este valor é de cerca de 10 minutos. Assim, em função do tipo de combustível existente na envolvente ao elemento a proteger, sugere-se que o tempo da fase de humidificação deverá ser de 5 a 10 minutos.

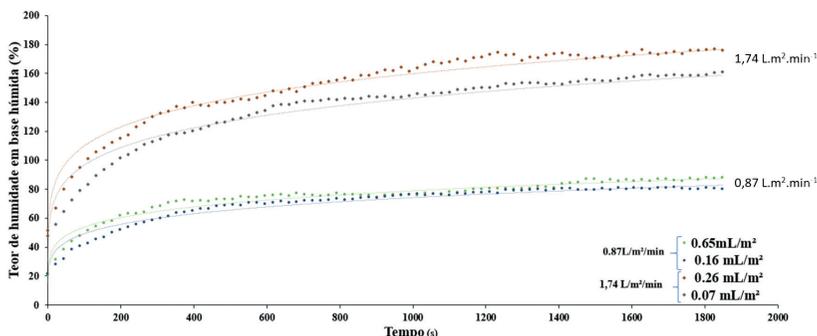


Figura 42. Humidade de leitos de palha ao longo do tempo de aspersão.

Considerando um período típico de permanência da frente de chamas na área aspergida de 20 minutos, para efeitos de cálculo, o valor de referência para o tempo de aspersão é de 30 minutos. Assim, o volume de referência de água necessário para aspersão pode ser calculado multiplicando o tempo de aspersão (~30 minutos) pelo número de aspersores e pelo consumo médio nominal de cada aspersor.

Naturalmente que os tempos de cada fase devem ser adaptadas às características da envolvente. Por exemplo, combustíveis mais grossos, como lenha ou matos adultos, exigem um tempo de humificação e supressão superiores. Os tempos sugeridos referem-se a envolventes com combustíveis convenientemente geridos, de acordo com as especificações do Capítulo 3.

Ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas de aspersão para proteção de edifícios contra incêndios reais

O dimensionamento de um sistema hidráulico como o de aspersão requer alguns conhecimentos técnicos e a compreensão de alguns conceitos nem sempre acessíveis ao cidadão comum. De forma a facilitar este processo, foi criada uma folha de cálculo para apoio ao dimensionamento do sistema de aspersão até cinco aspersores, para proteção de casa isoladas. Esta folha de cálculo pode ser obtida através do seguinte link: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10633959> (Duarte *et al.*, 2023).

A folha de cálculo foi dividida em vários separadores, nomeadamente “Instruções”, “Aspersores”, “Fonte de Abastecimento de Água”, “Detalhes Geométricos”, “Tubos”, “Bomba Hidráulica”, “Resultados”, “Lista de Materiais” e “Conversor de Unidades”.

O separador “Instruções” (Figura 43) tem o objetivo de guiar o utilizador na utilização da folha de cálculo, apoiando-o na navegação entre até chegar aos “Resultados” e à “Lista de Materiais”. Foi ainda incluído um botão de “Reiniciar” (Figura 43), que permite ao utilizador apagar todos os registos que efetuou no programa e começar do início a dimensionar o seu sistema de aspersão.

No separador “Aspersores” (Figura 44), o utilizador define o número e tipo de aspersores que pretende para o seu sistema. Por defeito, surge o aspersor de impacto que foi usado nos ensaios, contudo



Figura 43. Imagem do separador "Instruções".

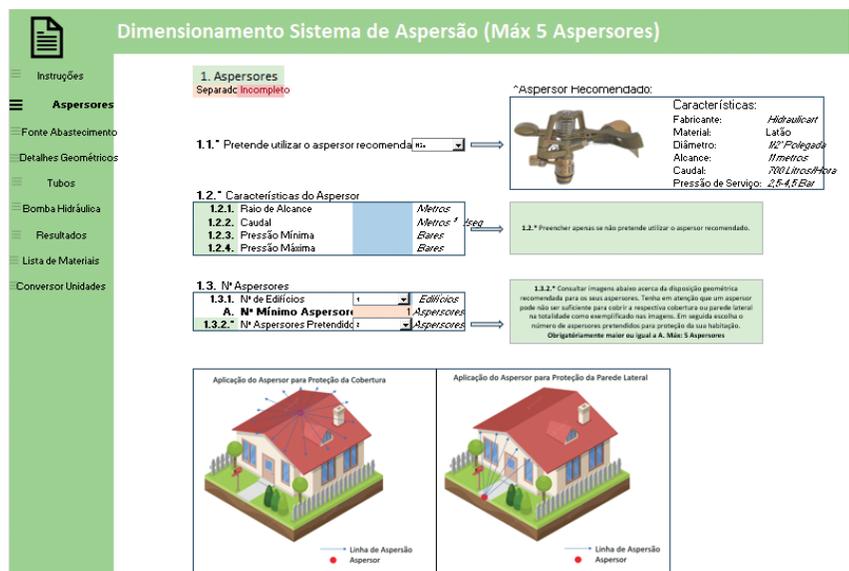


Figura 44. Imagem do separador "Aspersores".

é dada possibilidade para que o utilizador escolha outro aspersor desde que forneça as suas especificações técnicas, nomeadamente, o alcance, caudal, pressões máxima e mínima de funcionamento. É também possível que o utilizador escolha o número pretendido de aspersores, mas só após consultar as disposições geométricas recomendadas para os seus aspersores.

A “Fonte de Abastecimento de Água” (Figura 45) é a página mais simples da folha de cálculo, apresentando ao utilizador as opções possíveis para o abastecimento de água do seu sistema, incluindo a utilização da água da rede pública de distribuição.

No separador “Detalhes Geométricos” (Figura 46), o utilizador é orientado para efetuar um esquema simples do sistema de aspersores que pretende. Neste separador é necessário seleccionar o número de intersecções da linha principal da tubagem, assim como o número de saídas para ramais secundários dessas mesmas intersecções. Com esta informação é possível determinar os caudais correspondentes em cada secção de tubagem e as uniões que serão necessárias para a construção do sistema, quer sejam uniões em “T” como em uniões em cruz. De forma a efetuar o cálculo das perdas por elevação manométrica, o utilizador deverá introduzir a altura a que cada aspersor será instalado e a altura das intersecções da linha principal, considerando a fonte de abastecimento como o zero absoluto. Finalmente, é feita a determinação das perdas de

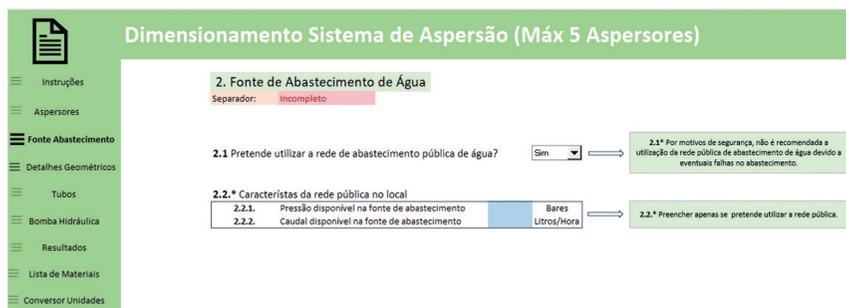


Figura 45. Imagem do separador “Fonte de Abastecimento de Água”.

Dimensionamento Sistema de Aspersão (Máx 5 Aspersores)

3. Detalhes Geométricos

Separador: Exemplo 1

Obrigatório:

Desenhar um esquema simples 3D das ligações desde a fonte de abastecimento até aos aspersores, nas localizações pretendidas. (Consultar as ligações recomendadas no separador "Aspersores").

Começar por criar uma Linha Principal que transporte a água desde a Fonte de Abastecimento até uma local próximo dos Aspersores.

De seguida efetuar a ligação de cada aspersor até à Linha Principal, cada um com o seu próprio ramal condutor.

Resposta de quantos segmentos de acordo com o seu esquema 3D. São disponibilizados três exemplos de esquemas 3D, cujo objetivo é servir de referência e facilitar a resposta de quando separador interactivos com o seu próprio esquema 3D.

3.1. Número de interseções da Linha Principal

3.2. Nº de aspersores por interseção

3.2.1. Interseção 1	1	2	3	4
3.2.2. Interseção 2	1	2	3	4
3.2.3. Interseção 3	1	2	3	4
3.2.4. Interseção 4	1	2	3	4

3.3. Classificação dos aspersores

3.3.1. Aspersor 1	AbcDef
3.3.2. Aspersor 2	AbcDef
3.3.3. Aspersor 3	AbcDef
3.3.4. Aspersor 4	AbcDef
3.3.5. Aspersor 5	AbcDef

3.3.6. Interseção 1	AbcDef
3.3.7. Interseção 2	AbcDef
3.3.8. Interseção 3	AbcDef
3.3.9. Interseção 4	AbcDef
3.3.10. Total	AbcDef

3.3.1. Considerar a fonte como o nome utilizado. Utilizar abreviações de abreviaturas indicadas entre a fonte fonte. Não se esquecer de indicar a localização de cada aspersor, caso aplicável.

3.3.2. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.3. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.4. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.5. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.6. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.7. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.8. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.9. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.3.10. Aspersores localizados com o mesmo identificador em diferentes localizações, utilizá-los como aspersores localizados.

3.4. Perdas Localizadas

3.4.1. Perda de Carga Localizada por velocidade de

3.4.2.

Linha Principal	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
Perda 1ª Interseção							
Perda 2ª Interseção							
Perda 3ª Interseção							
Perda 4ª Interseção							
Ramais secundários							
Conector 1							
Conector 2							
Conector 3							
Conector 4							
Conector 5							

3.4.2. Se o comprimento "Total" com 3.4.1. for maior que o comprimento total do sistema, o comprimento total do sistema será o comprimento total do sistema.

Exemplo 1

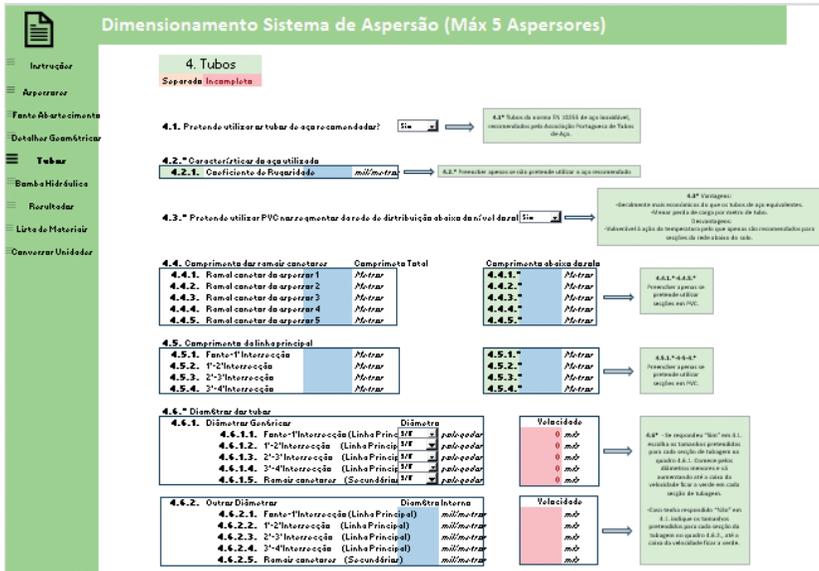
Exemplo 2

Exemplo 3

Figura 46. Imagem do separador “Detalhes Geométricos”.

carga localizadas, sendo disponibilizado um método simplificado, que consiste na mera assunção de que estas correspondem a 25% das perdas de carga contínuas, e um método mais elaborado em que o utilizador terá de inserir os coeficientes de perda de carga localizada dos elementos presentes.

No separador “Tubos” (Figura 47) são definidos os comprimentos e diâmetros dos tubos utilizados em cada secção da linha principal e dos ramos secundários (conectores). Por defeito, surgem os tubos de aço inoxidável da norma 10255:2004, no entanto é possível a utilização de outros tubos, mediante o fornecimento do seu coeficiente de rugosidade. É ainda sugerida ao utilizador a utilização



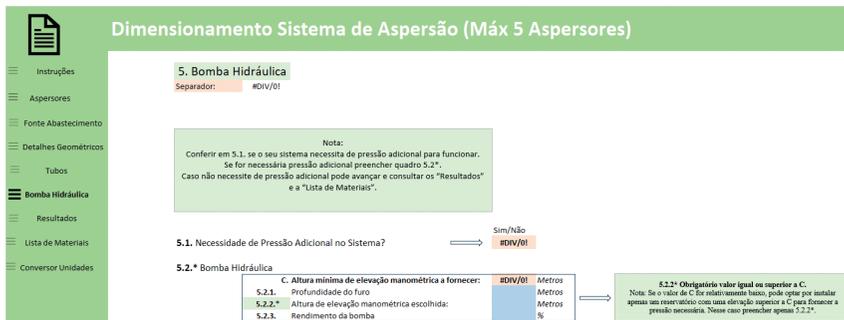


Figura 48. Imagem do separador “Bomba Hidráulica”.

depósito de água e é fornecida a elevação manométrica a adicionar ao sistema para o correto funcionamento.

forma numérica e gráfica os resultados obtidos para o sistema de aspersores. Para além disso, consoante os resultados obtidos, é indicado ao utilizador se o sistema está ou não corretamente dimensionado, e em caso de dimensionamento incorreto, apresenta a lista do(s) erro(s) que lhe deram origem.

O separador “Lista de Materiais” consiste na lista dos materiais necessários para o sistema de aspersão dimensionado, determinada através da compilação das escolhas efetuadas ao longo da folha de cálculo para os elementos do sistema, indicando as características e quantidades necessárias de cada um. O separador “Conversor de Unidades” serve apenas de apoio ao utilizador para que rapidamente converta as unidades especificadas nos equipamentos nas unidades requeridas na folha de cálculo.

Naturalmente que esta folha de cálculo exige alguns conhecimentos técnicos por parte do utilizador, uma vez que alguns conceitos como a “perda de carga” ou a “altura manométrica” não são do conhecimento comum. No entanto, considera-se que esta ferramenta poderá ser uma ferramenta útil para que qualquer cidadão, com conhecimentos técnicos básicos, possa projetar um sistema de aspersão para proteção da sua casa.

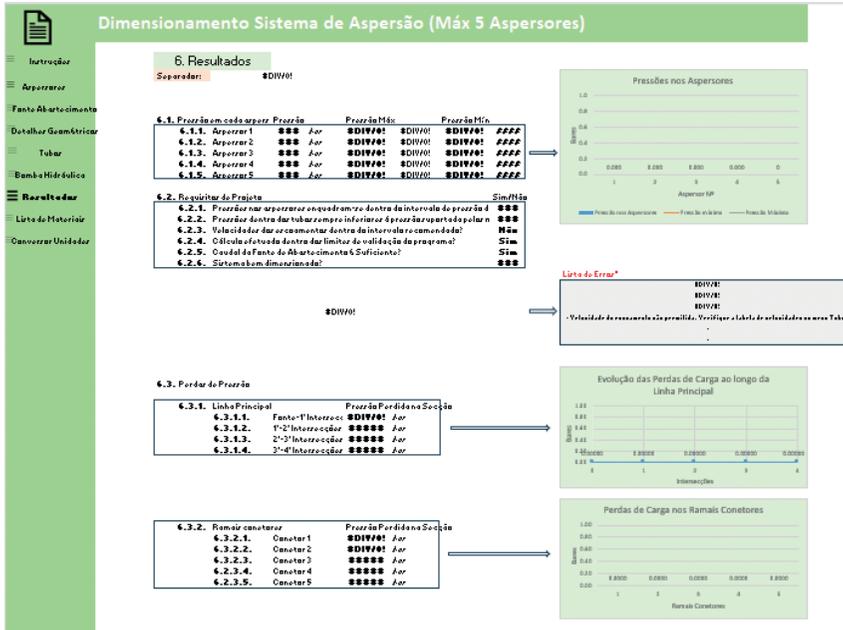


Figura 49. Imagem do separador “Resultados”.

5.2. Soluções de resistência à transferência de calor

Como referido no Capítulo 4, nos incêndios rurais, a transferência de calor emitido dá-se essencialmente por meio de radiação e convecção. Os sistemas de resistência à transferência de calor visam dificultar a passagem do calor da frente de chamas para o elemento a proteger, evitando que este atinja uma temperatura que conduza à sua ignição ou destruição. Ao contrário dos métodos tradicionais que se concentram diretamente na supressão das chamas, os sistemas de resistência à transferência de calor atuam de forma passiva, sem uma interferência direta na chama. A sua atuação baseia-se na criação de uma barreira entre a fonte de calor, i.e., as chamas, e o elemento a proteger, refletindo, absorvendo ou dissipando o calor produzido pelo fogo. São igualmente eficazes na proteção contra

o embate de partículas incandescentes, sobretudo se estiverem dispostas na vertical, o que evita a sua acumulação.

Neste capítulo, a solução de resistência à transferência de calor que será explorada baseia-se no uso de telas ignífugas. Estas telas podem ser constituídas por um ou mais materiais, dispostos em camadas sobrepostas, com propriedades distintas que permitam refletir o calor radiativo incidente, ou isolar do calor convectivo. Explicando de forma simplista, parte da radiação emitida pelas chamas que incide sobre a superfície da tela é refletida (Figura 50). A fração de radiação que não é refletida e o calor convectivo que atinge a tela propaga-se pelo seu interior através de um terceiro mecanismo de transferência de calor designado “condução”. Como a tela é constituída por materiais com baixa capacidade de condução de calor, i.e., com alto coeficiente de resistência à condução térmica, o calor que incide sobre o lado a montante da tela, dificilmente chega ao lado a jusante, que é o que está mais próximo do elemento a proteger, num tempo razoável que é aquele em que a ameaça subsiste.

As telas ignífugas são normalmente usadas na proteção de elementos de menor dimensão como janelas ou portas. Também

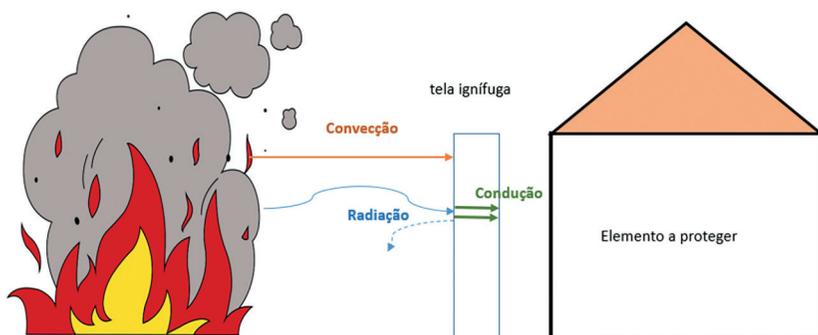


Figura 50. Esquema explicativo dos três mecanismos de transferência de calor. Esta imagem pode ser complementada com a apresentada na Figura 14 relativa aos mecanismos de radiação e convecção.

poderão ser utilizadas na proteção de *decks* ou outros elementos de maior dimensão, no entanto, deve ter-se um especial cuidado na sua fixação porque numa situação de evento mais forte, a tela pode ser deslocada ou arrancada do elemento protegido.

Naturalmente que a utilização de telas ignífugas não substitui a necessidade do cumprimento de todas as obrigações legais, nomeadamente aquelas relativas à gestão dos combustíveis na envolvente ou de requisitos construtivos. As telas são sobretudo um bom complemento à utilização de outras técnicas de proteção, ativa ou passiva, contra incêndios rurais.

Fatores críticos

A taxa de transferência de calor em incêndios rurais é influenciada por vários fatores críticos, cada um desempenhando um papel significativo na determinação do comportamento do fogo e no fluxo de calor por ele libertado. O entendimento desses fatores é crucial para a compreensão do funcionamento dos sistemas de resistência à transferência de calor. Listam-se de seguida os principais fatores críticos:

- Tipo de combustível e seu teor de humidade, que afetam a velocidade e propagação do fogo, assim como a facilidade de ignição.
- Velocidade e direção do vento relativamente ao elemento a proteger, os quais, para além de afetarem a velocidade de propagação, afetam significativamente a transferência de calor por convecção. Estes fatores, em conjugação com o tipo de combustível, influenciam também o tempo de residência da chama, que determina também o tempo de exposição de um determinado ativo a elevados fluxos de calor, aumentando o risco de ser destruído.

- Inclinação e configuração do terreno, com impacto significativo na velocidade e intensidade de propagação, afetando a transferência de calor por convecção devido ao movimento ascendente do ar quente e ao encaminhamento do escoamento.

Resultados de ensaios laboratoriais com telas ignífugas

Um exemplo de utilização de telas ignífugas para proteção pessoal é o abrigo contra incêndio ou “*fire shelter*” (Leslie Anderson, 2003). Este dispositivo, feito de camadas de folha de alumínio, tecido de sílica e fibra de vidro, em forma de saco, dentro da qual uma pessoa pode permanecer protegida do fogo, fumo e ar quente por um período em torno de 54 s, conforme determinado por testes de laboratório de sobrevivência (Gabbert, 2018). Este material multicamadas de proteção é também usado para proteção de veículos (Nichols *et al.*, 2003) (*Sistema de protección integral para salvar vidas de aquellas personas que queden atrapadas por el fuego con su vehículo*, 2020) ou sistemas de proteção interior, em edifícios (*Industrial Doors Ltd. Fire-gard curtain.*, 2020).

Apesar dos vários estudos realizados sobre a eficácia destes materiais para proteção contra fontes de calor de alta intensidade (Hsu *et al.*, 2011), não existem ainda soluções comerciais disponíveis para a utilização destes sistemas no exterior, contra incêndios rurais. Recentemente foram realizados alguns estudos sobre a eficácia deste tipo de soluções na proteção de infraestruturas, como o trabalho realizado por (Takahashi, 2019). Neste trabalho, ele cobriu uma pequena estrutura de madeira com diferentes tipos de telas ignífugas aluminizadas e, em seguida, realizou um ensaio com fogo real para observar os danos sofridos pela estrutura protegida.

Apesar de estar totalmente coberta pela tela, a estrutura de madeira sofreu danos causados pelo fogo nos seus vários lados, uma

vez que cada lado está exposto a diferentes modos predominantes de transferência de calor, temperaturas dos gases, velocidades de fluxo, projeções e cargas de combustível.

Porém, o autor constatou que o fator mais relevante para os danos verificados foi o tempo de exposição. A parede mais danificada foi a localizada na direção oposta à propagação da frente de chamas. A região da esteira atrás da casa era uma área de velocidade de escoamento relativamente baixa com um longo tempo de residência para o processo de combustão em comparação com a parte frontal. O autor concluiu então que o tempo de residência da chama é de grande importância e foi a causa da falha de proteção nos testes de campo. Concluiu ainda que as mantas antifogo podem ser eficazes para proteção contra incêndios rurais, desde que a sua integridade não seja comprometida. Efetivamente, estas telas, no geral, são classificadas para suportar temperaturas de até 600°C. No entanto, frentes de incêndio de alta intensidade podem ultrapassar essas temperaturas, muitas vezes atingindo 1000°C. O sucesso do sistema de proteção contra incêndio depende da redução do tempo de exposição a tais cargas térmicas, através de um mecanismo de arrefecimento ativo. Este mecanismo pode ser composto por aspersores de água, que projetam água na superfície da tela, formando uma fina película líquida capaz de baixar a temperatura da superfície e absorver parte do calor incidente. A água que cai da tela para o solo pode ainda aumentar a umidade da vegetação na proximidade da barreira, dificultando assim a ignição e evitando que o fogo se propague abaixo da barreira.

O trabalho de (C. Viegas *et al.*, 2021), centrou-se no teste e implementação de barreiras ativas de proteção contra incêndios florestais, que combinam telas ignífugas com um sistema de aspersores de água para resfriar a superfície exposta, como ilustrado na Figura 51.

Foram realizados vários ensaios de laboratório, ilustrados na Figura 52, para avaliar o desempenho do sistema em função do tipo e características da tela, bem como do método de resfriamento a água.

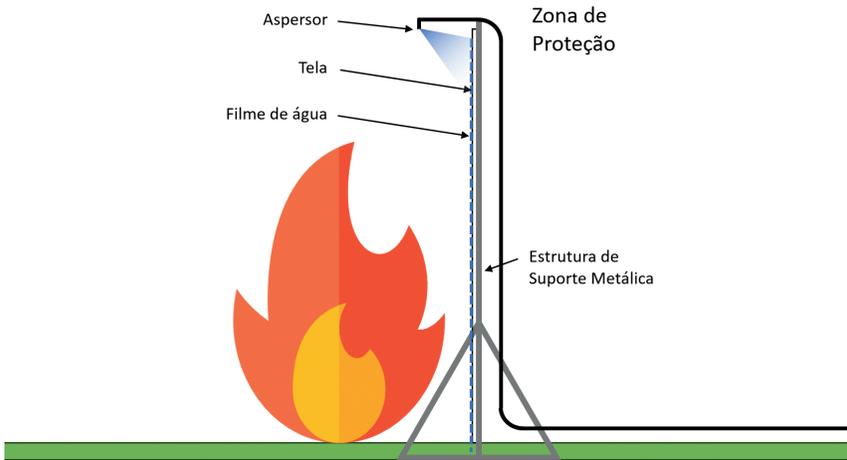


Figura 51. Solução proposta por (C. Viegas et al., 2021) de uma barreira ativa de proteção contra incêndios florestais.



(a)



(b)

Figura 52. Montagem experimental dos ensaios laboratoriais. Foram usados vários tipos de tela, com e sem alumínio, e feitos ensaios com e sem arrefecimento de água. Em cada ensaio, foram utilizados 10kg de combustível florestal (mato e urze), 2m² de tela ignífuga e uma velocidade de escoamento de ar de 2m.s-1. As temperaturas na superfície da tela foram medidas com recurso a termopares e câmaras de infravermelhos. O fluxo de calor foi medido por intermédio de um fluxómetro

No final, dois protótipos de barreira contrafogo foram testados em campo numa escala real. Os resultados revelaram que o desempenho de tais sistemas é muito influenciado pela composição do tecido da tela e pelo efeito de arrefecimento de superfície do sistema de aspersão de água. Os tecidos com camada de revestimento de alumínio foram capazes de refletir uma fração considerável do fluxo de calor incidente, atingindo temperaturas cerca de 200°C mais baixas, em média, no verso e na frente, quando comparados aos tecidos sem a camada de revestimento de alumínio. Em relação ao mecanismo de arrefecimento a água, os resultados mostraram que vazões de água tão baixas quanto 1,7 L/min por metro linear permitem reduzir as temperaturas máximas do tecido, em média, em cerca de 450°C, durante a duração do ensaio.

Além das temperaturas na superfície mais baixas, a degradação da tela é consideravelmente inferior quando esta é arrefecida com água, como demonstram as imagens das telas após os ensaios laboratoriais da Figura 53.



(a)



(b)

Figura 53. Degradação da tela ignífuga nas mesmas condições de exposição ao fogo, a) sem e b) com arrefecimento da superfície com água.

Os resultados dos testes de campo, ilustrados na Figura 54, mostram que o sistema proposto pode ser utilizado de forma eficaz para conter o progresso de uma frente de incêndio. Para o conseguir, o mecanismo de aspersão é essencial, pois aumenta o nível de humidade do combustível florestal nas proximidades da barreira, evitando que o fogo passe por baixo da barreira.

Num sistema em que as condições a que a tela não são tão desafiantes, ou seja, quando a frente de chamas não se aproxima tanto e com tamanha intensidade da tela, a utilização de uma tela ignífuga sem sistema de arrefecimento poderá ser suficiente, uma vez que o calor a que a tela está sujeita é menor. A escolha da tela deve considerar o valor de calor e temperatura a que poderá estar exposta no decurso de um incêndio rural.



(a)



(b)

Figura 54. Ensaios de campo da barreira ativa de proteção contra incêndios florestais, a) sem arrefecimento com água e b) com arrefecimento. Apenas no segundo caso a frente de fogo foi contida pela barreira.

(Página deixada propositadamente em branco)

6.

**MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DE RISCO
DE INCÊNDIO**

(Página deixada propositadamente em branco)

João Paulo C. Rodrigues¹, Deives Paula¹, Luís Mário Ribeiro²
e Miguel Almeida²

¹Itecons — Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico
para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade

²ADAI — Associação para o desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial
Universidade de Coimbra

Neste capítulo apresentam-se as atuais medidas regulamentares de proteção das edificações localizadas em zonas de interface urbano-florestal à passagem de um incêndio rural, tal como descrito no Decreto-Lei 82/2021, de 13 de outubro, respeitante ao Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR) no território continental português. Estas medidas foram consignadas no Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho.

Os resultados do projeto *House Refuge* apoiaram a realização do referido despacho, tendo dado origem a dois estudos: 1) análise do valor típico do fluxo de calor incidente num edifício resultante à passagem de uma frente de chamas para diversos cenários da envolvente às construções; e 2) definição de medidas de proteção passiva relativas à resistência de um edifício à passagem de uma frente de chamas que emita um fluxo de calor típico dos cenários analisados no estudo anterior.

Os cenários utilizados para determinação do fluxo de calor incidente num edifício diferenciam-se pelo declive do terreno e pelo tipo de vegetação na envolvente à construção. As propostas relativas aos requisitos construtivos são formuladas em termos de medidas de proteção passiva, considerando as seguintes situações:

i) resistência ao fogo de elementos estruturais exteriores à envolvente, ii) desempenho sob a ação de fogo exterior de coberturas e telhados, iii) desempenho sob a ação de fogo exterior em revestimentos exteriores de paredes de fachada e iv) desempenho sob a ação de fogo exterior em vãos de cobertura e em portas e janelas.

Nas secções seguintes desenvolvem-se os dois principais tópicos abordados nos estudos referidos, nomeadamente: 1) análise do fluxo de calor incidente num edifício para diferentes cenários típicos da envolvente a construções no meio rural; 2) requisitos construtivos específicos para os edifícios que estejam inseridos em áreas de interface urbano-florestal. Tal como no Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho, não foram consideradas as questões relativas às medidas ativas, que possam atuar na supressão do fogo, seja por meios de intervenção manual, seja ou por ativação automática, para a proteção da habitação propensa ao incêndio rural.

6.1. Fluxo de calor incidente num edifício exposto a uma frente de chamas

O processo de cálculo do calor incidente num edifício foi precedido pela determinação do fluxo de calor libertado por uma suposta frente de chama na sua envolvente e na transferência de calor desde a sua origem até ao edifício.

De forma a manter a simplicidade dos cálculos, foram selecionados dois cenários base da envolvente, que se apoiaram na classificação NFFL — *Northern Forest Fire Laboratory* (Anderson, 1982), nomeadamente:

- Modelo de combustível M1 — Herbáceas — “Pasto fino, seco e baixo, com altura abaixo do joelho (<20cm), que cobre completamente o solo. Os matos ou as árvores cobrem menos de 1/3 da superfície” (DGRF, 2007).

- Modelo de combustível M4 — Matos — “Matos ou árvores jovens muito densas, com cerca de 2 metros de altura. Continuidade horizontal e vertical do combustível. Abundância de combustível lenhoso morto (ramos) sobre as plantas vivas” (DGRF, 2007).

Esses dois cenários foram então subdivididos, alternando dois parâmetros — 1) a presença ou ausência de árvores; e 2) a inclinação do terreno, variando de 0% a 40%, em intervalos de 10% — originando 20 cenários distintos, conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Descrição dos vários cenários de combustível utilizados no estudo para determinação do fluxo de calor libertado.

Cenário de combustível	Declive	Descrição
M1, com árvores	0°	Herbáceas, com árvores e sem declive
M1, sem árvores	0°	Herbáceas, sem árvores e sem declive
M1, com árvores	10°	Herbáceas, com árvores e declive=10%
M1, sem árvores	10°	Herbáceas, sem árvores e declive=10%
M1, com árvores	20°	Herbáceas, com árvores e declive=20%
M1, sem árvores	20°	Herbáceas, sem árvores e declive=20%
M1, com árvores	30°	Herbáceas, com árvores e declive=30%
M1, sem árvores	30°	Herbáceas, sem árvores e declive=30%
M1, com árvores	40°	Herbáceas, com árvores e declive=40%
M1, sem árvores	40°	Herbáceas, sem árvores e declive=40%
M4, com árvores	0°	Matos, com árvores e sem declive
M4, sem árvores	0°	Matos, sem árvores e sem declive
M4, com árvores	10°	Matos, com árvores e declive=10%
M4, sem árvores	10°	Matos, sem árvores e declive=10%
M4, com árvores	20°	Matos, com árvores e declive=20%
M4, sem árvores	20°	Matos, sem árvores e declive=20%
M4, com árvores	30°	Matos, com árvores e declive=30%
M4, sem árvores	30°	Matos, sem árvores e declive=30%
M4, com árvores	40°	Matos, com árvores e declive=40%
M4, sem árvores	40°	Matos, sem árvores e declive=40%

Face à sua variabilidade espacial e temporal, o vento não foi considerado neste estudo. A humidade dos combustíveis adotada corresponde ao cenário "D2L2" do *BehavePlus*, i.e., humidade baixa nos combustíveis mortos, com percentagens de 6%, 7% e 8% nas classes de dimensão de 1hr, 10hr e 100hr, respetivamente. Nas classes de combustíveis vivos herbáceos e lenhosos, as humidades são fixadas em 60% e 90%. Dentro da classe das herbáceas vivas, o cenário considera um nível de senescência de 2/3. No caso dos cenários com árvores, as características do copado são as seguintes: cobertura de 60%, altura de 15m, altura da base de 1m e densidade efetiva da copa de 0,2kg/m³.

As características da frente de chama em cada um dos cenários previamente definidos foram obtidas através de simulação numérica, utilizando o sistema *BehavePlus* (Heinsch & Andrews, 2010; Andrews, 2014). O *BehavePlus* é um software fundamentado numa coleção de modelos matemáticos que descreve o comportamento do fogo e os seus efeitos no ambiente natural. Os parâmetros resultantes das simulações, presentes na Tabela 10, incluem os seguintes descritores do comportamento do fogo:

- Velocidade de propagação (ROS, m/min) do fogo nos combustíveis de superfície e nas copas das árvores;
- Intensidade linear (I_B , kW/m), que representa a libertação de energia térmica por unidade de tempo e de largura da frente de chama
- Comprimento médio das chamas (F_L , m).
- Libertação de energia (ψ , kJ/m²), que é o calor libertado por unidade de área horizontal projetada da chama, sendo função da carga de combustível disponível para arder.

Uma fração do calor libertado na frente de chamas é transferido por radiação e convecção para o edifício. Naturalmente, a

Tabela 10. Resultados dos descritores do comportamento do fogo obtidos nas simulações efetuadas, discriminados pela propagação do fogo nos combustíveis de superfície (Sup) e nas copas (Cop), para os 20 cenários de combustíveis definidos na Tabela 9 — ROS: velocidade de propagação da chama, I_B : Intensidade, F_L : Comprimento da chama, ψ : Energia libertada por unidade de área horizontal projetada da chama, Sup: superficial

Cenário	\angle	ROS (m/min)		I_B (kW/m)		F_L		ψ	
		Sup	Cop	Sup	Sup	(m)	Cop	(kJ/m ²)	Cop
M1 com árvores	0°	1,4	0,9	24	840	0,3	2,4	1030	53173
M1 sem árvores	0°		--		--		--		
M1 com árvores	10°	2,0	0,9	34	840	0,4	2,4	1030	53173
M1 sem árvores	10°		--		--		--		
M1 com árvores	20°	3,7	0,9	64	840	0,5	2,4	1030	53173
M1 sem árvores	20°		--		--		--		
M1 com árvores	30°	6,6	0,9	113	840	0,7	2,4	1030	53173
M1 sem árvores	30°		--		--		--		
M1 com árvores	40°	10,6	0,9	183	840	0,9	2,4	1030	53173
M1 sem árvores	40°		--		--		--		
M4 com árvores	0°	1,5	0,9	749	1299	1,6	3,2	30110	82253
M4 sem árvores	0°		--		--		--		
M4 com árvores	10°	1,9	0,9	959	1299	1,8	3,2	30110	82253
M4 sem árvores	10°		--		--		--		
M4 com árvores	20°	3,2	0,9	1588	1299	2,3	3,2	30110	82253
M4 sem árvores	20°		--		--		--		
M4 com árvores	30°	5,3	0,9	2636	1299	2,9	3,2	30110	82253
M4 sem árvores	30°		--		--		--		
M4 com árvores	40°	8,2	0,9	4104	1299	3,6	3,2	30110	82253
M4 sem árvores	40°		--		--		--		

eficiência da transferência de calor depende da distância entre a frente de chamas e o edifício. O fluxo de calor radiativo incidente na construção pode ser determinado através do modelo proposto por Rossi *et al.* (2011) (cf. Capítulo 3). No cálculo do fluxo de calor convectivo, adotou-se a aproximação sugerida em Zarate *et al.* (2008), que consiste em acrescentar 20% à distância de segurança (SD) calculada a partir da radiação.

Na Figura 55 apresentam-se os resultados do cálculo do fluxo de calor incidente para os diferentes cenários analisados em função da distância entre a frente de chamas e o edifício. O fluxo de calor incidente para distâncias inferiores a 5 m, não foi determinado pelo baixo desempenho dos modelos utilizados para estas distâncias.

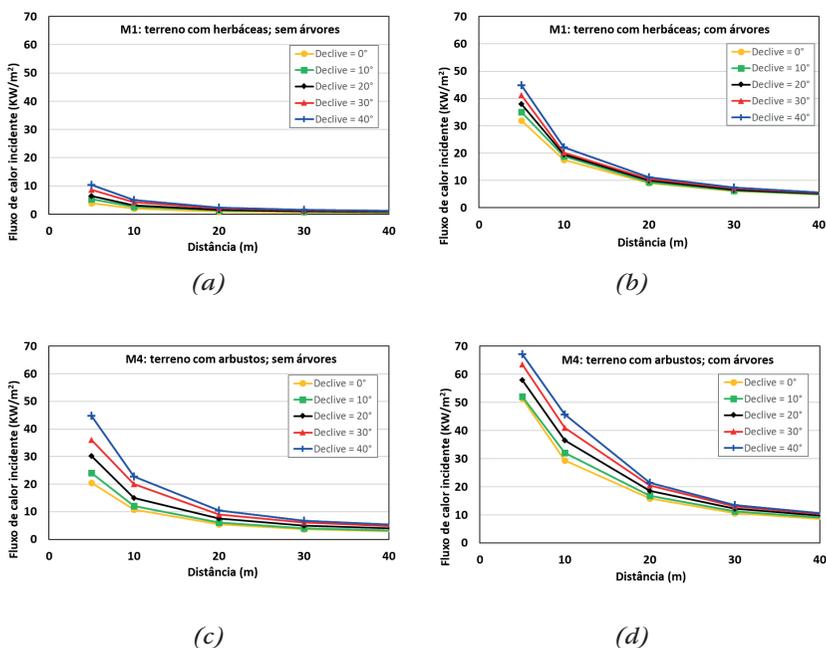


Figura 55. Variação do fluxo de calor incidente em função da distância entre a frente de chama e o elemento alvo (i.e., edifício) para os vários cenários considerados.

Os resultados obtidos para o fluxo incidente poderão ser simplificados através da Equação 1, cujos valores dos coeficientes se encontram descritos na Tabela 11.

$$\Phi = \Phi_0 \times DS^{-k_0\Phi} \quad [Equação 1]$$

Tabela 11. Valores dos parâmetros empíricos Φ_0 e k_0 (equações 1 e 2) para os 20 cenários considerados. Um valor do coeficiente de correlação r^2 próximo de 1 indica um bom ajuste do modelo.

Cenário de combustível	Declive	Φ_0	k_0	r^2
M1, sem árvores	0°	19,838	0,995	1,000
	10°	26,981	1,000	1,000
	20°	32,852	1,008	1,000
	30°	45,156	1,024	1,000
	40°	55,444	1,044	1,000
M1, com árvores	0°	150,224	0,945	0,999
	10°	172,869	0,975	0,999
	20°	191,280	0,993	1,000
	30°	214,532	1,017	1,000
	40°	248,897	1,049	0,999
M4, sem árvores	0°	100,423	0,978	1,000
	10°	120,021	0,997	1,000
	20°	152,027	1,005	1,000
	30°	196,851	1,026	0,995
	40°	257,110	1,070	0,999
M4, com árvores	0°	227,004	0,901	0,998
	10°	233,772	0,863	0,992
	20°	274,666	0,916	0,987
	30°	318,759	0,939	0,980
	40°	361,464	0,964	0,965

Face à maior perigosidade associada à envolvente aos edifícios localizados nas APPS (áreas prioritárias de prevenção e segurança), que de acordo com o Decreto-Lei 82/2021 de 13 de outubro, são áreas com perigosidade alta ou muito alta, o Despacho n.º 8591/2022 sugere uma majoração de 25% como segurança para o cálculo do calor incidente.

Tabela 12. Intervalos de fluxo de calor incidente propostos para definição das classes de exposição de um edifício aos incêndios rurais.

Classes de exposição	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Extrema
Fluxo de calor incidente (kW/m ²)	[0 – 12,5]	[12,5 – 19]	[19 – 29]	[29 – 40]	> 40

As classes de exposição ao fluxo de calor incidente nos edifícios sugeridas para a definição dos requisitos construtivos, detalhada na secção seguinte, seguiram os mesmos intervalos de valor da norma australiana AS 3959 (2018).

Na Figura 56 apresenta-se o algoritmo que deve ser usado na determinação da classe de exposição ao calor incidente proveniente de uma frente de chamas, designada no Despacho n.º 8591/2022 como “Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)”. Esta classificação é essencial para a definição dos requisitos construtivos que serão descritos na secção seguinte.

6.2. Reação ao fogo dos materiais de construção e resistência ao fogo dos elementos construtivos

A necessidade de definição de regras de proteção ao fogo das construções para as zonas de interface foi motivada pelo Decreto-Lei 82/2021 de 13 de outubro. Para uma melhor compreensão desta temática, foram analisados dois documentos internacionais, os quais são referências técnicas à temática dos incêndios rurais.

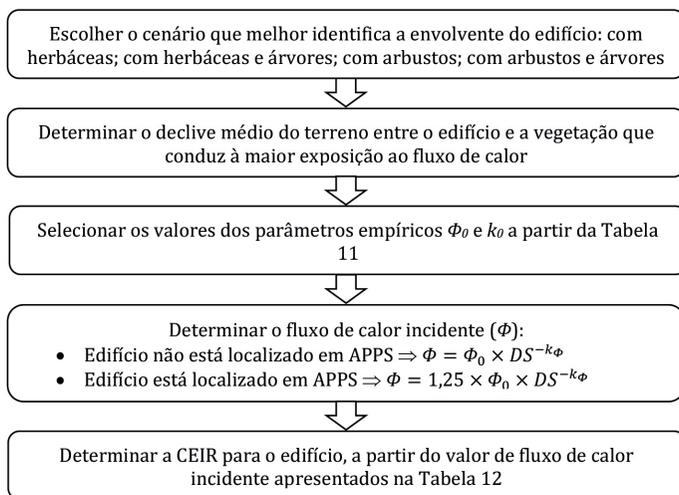


Figura 56. Sequência de procedimentos para determinação da Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR) que reflete o fluxo de calor incidente num edifício.

Nomeadamente, a norma australiana AS 3959 (2018) e o código de construção norte americano *Wildland Urban Interface Code* (2021). Estes dois documentos propõem requisitos construtivos específicos para os edifícios que estejam inseridos em áreas de interface urbano-florestal, conforme o seu nível exposição ao risco de incêndio rural.

De forma geral, nos dois documentos, a determinação do nível de exposição do edifício ao incêndio rural é obtida com base na sua localização geográfica, caracterizando-se os seguintes elementos: a perigosidade de incêndio da localização em questão, por meio de dados estatísticos ou cartas de perigosidade, o tipo de vegetação na envolvente ao edifício, e a distância e declive da faixa de terreno entre o edifício e a vegetação na sua envolvente.

Os principais passos da norma australiana AS 3959 (2018), propostos no método simplificado, são os seguintes:

1. Determinar o valor de FDI (*Fire Danger Index*) mais relevante para o local em estudo;

2. Determinar o tipo de vegetação predominante na envolvente;
3. Determinar a distância do edifício à vegetação envolvente;
4. Determinar o declive do terreno entre o edifício e a vegetação predominante na envolvente;
5. Verificar o valor de BAL (*Bushfire Attack Level*) de acordo com as tabelas da norma, em termos de fluxo de calor radiante;
6. A partir do valor de BAL, verificar quais os requisitos construtivos que devem ser adotados para o edifício em relação à sua envolvente, incluindo as paredes de fachada, coberturas, portas, janelas e aberturas.

Relativamente ao código de construção norte americano *Wildland Urban Interface Code* (2021), os passos para definir as exigências construtivas dos edifícios localizados em áreas propensas a incêndios rurais, são os seguintes:

1. Determinar o tipo de vegetação predominante na envolvente;
2. Determinar a distância do edifício à vegetação envolvente;
3. Determinar o declive do terreno entre o edifício e a vegetação predominante na envolvente;
4. Verificar em cartas específicas de perigosidade de incêndio, o número de dias por ano em que podem ocorrer condições propícias a incêndios rurais;
5. Determinar a severidade de incêndio rural (*Fire Hazard Severity*), com os dados obtidos nos passos 1 a 4, em que a severidade pode ser classificada como: Baixa, Moderada ou Alta.
6. Determinar o tipo de construção resistente à ignição (*Ignition-Resistant Construction — IR*), a partir da classificação obtida no passo 5, e da distância entre o edifício e a vegetação envolvente.
7. A partir da definição do tipo de construção resistente à ignição, verificam-se os requisitos construtivos que devem ser

adotados para o edifício, incluindo as paredes da fachada, coberturas, portas, janelas e aberturas.

As abordagens descritas nos documentos referidos são equivalentes, em termos de proposta, pelo que podem ser utilizadas para elaboração de requisitos específicos, em termos de classes de resistência ao fogo dos elementos construtivos e de reação ao fogo dos materiais, tendo em conta a realidade da construção civil e a tipologia de incêndios rurais em Portugal.

A definição das classes de reação ao fogo dos materiais e de resistência ao fogo dos elementos construtivos, teve por base o cálculo do fluxo de calor incidente num edifício para diferentes cenários típicos da envolvente a construções no meio rural, descrito anteriormente, e a regulamentação de segurança contra incêndios em edifícios em vigor em Portugal, que, para além do referido Decreto-Lei 82/2021 de 13 de outubro, inclui:

- Portaria 1532/2008, de 29 de dezembro — Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE)
- Portaria 135/2020, de 2 de junho — Alteração ao Regulamento Técnico de Segurança contra Incêndio em Edifícios (SCIE).

Seleção dos requisitos técnicos

Os requisitos técnicos propostos, consideraram o fluxo incidente no edifício, i.e., a Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR), descrito no ponto anterior, abordando os seguintes aspetos:

- a) Resistência ao fogo de elementos estruturais exteriores à envolvente;

- b) Reação ao fogo para desempenho sob a ação de fogo exterior de coberturas/telhados;
- c) Reação ao fogo para o revestimento exterior de parede de fachada submetido ao fogo exterior;
- d) Resistência ao fogo de vãos de cobertura (claraboias) janelas submetidas ao fogo exterior;
- e) Resistência ao fogo em portas e janelas submetidas ao fogo exterior.

Os requisitos construtivos foram selecionados de forma essencialmente qualitativa, sendo atribuídas as características de resistência ao fogo dos elementos construtivos e reação ao fogo dos materiais, sistemas construtivos e materiais de construção (sistemas de revestimento e de parede de fachada) apresentados nos requisitos técnicos das normas AS-3959 (2018) e *Wildland-Urban Interface Code* (2022), por meio da análise da descrição destes e da sua correlação com outras referências bibliográficas reconhecidas internacionalmente.

Tais requisitos foram assim definidos por não haver uma correlação direta entre as Euroclasses de reação ao fogo e as classes de reação ao fogo utilizadas na AS-3959 (2018) ou no *Wildland-Urban Interface Code* (2021). Para além disso, para se caracterizar os efeitos nocivos do incêndio nos diferentes materiais utilizados nas construções em Portugal, seria necessária uma intensa campanha de ensaios para fazer a verificação do comportamento ao fogo destes, submetendo-os à exposição ao calor radiante a diferentes distâncias.

Neste contexto, os materiais de construção deveriam ser classificados segundo as Euroclasses, conforme a norma EN 13501-1 — *Fire classification of construction products and building elements — Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests*. Foram identificados como materiais incombustíveis característicos, em termos de Euroclasses de reação ao fogo: pedra

(A1), betão (A1), placas de gesso cartonado com núcleo isolante em lã de rocha (A2-s₁, d₀) (Jones e Brischke, 2018).

Quanto à resistência ao fogo, de acordo com o *Wildland Urban Interface Code* (2021), e relativamente à resistência das paredes exteriores à ignição, estas devem ser construídas com material incombustível ou, caso sejam construídas com material combustível, devem ser avaliadas e classificadas quanto à resistência ao fogo por, no mínimo, 60 min, conforme os requisitos da norma ASTM E119-20: *Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials*.

Na definição dos requisitos construtivos relativamente à resistência ao fogo dos elementos estruturais exteriores, reação ao fogo para o revestimento exterior de parede de fachada submetido ao fogo, e resistência de vãos de cobertura (claraboias), janelas e portas sujeitas ao fogo exterior, consideram-se as seguintes variáveis:

- a) utilização-tipo do edifício;
- b) categoria de risco;
- c) Classificação de Exposição ao Incêndio Rural (secção anterior).

Para a definição dos requisitos construtivos relativamente à reação ao fogo exterior de coberturas/telhados, consideram as seguintes variáveis:

- a) distância de separação (DS) do edifício em relação à vegetação envolvente;
- b) utilização-tipo do edifício;
- c) categoria de risco.

A proposta apresentada para a reação ao fogo das coberturas/telhados foi baseada na classificação apresentada na norma CEN/

EN 13501-5 — *Fire classification of construction products and building elements — Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests*, sendo possível selecionar os sistemas de coberturas e telhados para cada um dos quatro métodos de ensaio disponíveis na norma CEN/TS 1187:2012 — *Test methods for external fire exposure to roofs*.

Resistência ao fogo dos elementos estruturais

Nas situações em que a distância de separação (DS) entre o edifício e a mancha de vegetação que poderá causar o maior fluxo de calor incidente seja menor que 50 m, em função da sua Utilização-Tipo (UT), Categoria de Risco (CR) e respetiva Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR), os elementos estruturais dos edifícios, conforme a sua função, devem cumprir as classes de resistência ao fogo indicadas na Tabela 13. As classes de reação ao fogo são as definidas no Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio em Portugal (RJ-SCI) e descritas no Capítulo 4. Quando a distância DS é superior a 50 m, considera-se que o fluxo de calor incidente no edifício é desprezável.

Reação ao fogo de telhados e coberturas

As coberturas e telhados devem cumprir, em função da sua utilização-tipo e categoria de risco, as classes de reação ao fogo indicadas nas Tabela 14 e Tabela 15, conforme estejam inseridas ou não em áreas prioritárias de prevenção e segurança (APPS), respetivamente, e a sua distância de separação (DS) seja menor ou igual a 300 m. As classes de reação ao fogo estão descritas no Anexo 1 e vão de encontro à Norma Europeia EN 13501-5:2016.

Tabela 13. Resistência ao fogo dos elementos estruturais dos edifícios.

Utilização-Tipo (UT)	Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)	Categoria de Risco (CR)			
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
I, III, IV,V, VI, VII, VIII, IX e X	Baixa ou Média	R 60	R 60	R 90	R 120
		REI 60	REI 60	REI 90	REI 120
	Alta ou Muito Alta	R 60	R 60	R 90	R 120
		REI 60	REI 60	REI 90	REI 120
	Extrema	R 90	R 90	R 120	R 180
		REI 90	REI 90	REI 120	REI 180
II, XI e XII	Baixa ou Média	R 60	R 90	R 120	R 180
		REI 60	REI 90	REI 120	REI 180
	Alta ou Muito Alta	R 90	R 120	R 180	R 180
		REI 90	REI 120	REI 180	REI 180
	Extrema	R 90	R 120	R 180	R 240
		REI 90	REI 120	REI 180	REI 240

Tabela 14. Reação ao fogo de coberturas e telhados dos edifícios inseridos em áreas prioritárias de prevenção e segurança (APPS) e com uma distância de separação (DS) igual ou inferior a 300 m. As classes de reação ao fogo estão descritas no Anexo.

Utilização-Tipo (UT)	Categoria de Risco (CR)			
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a
I, II, III, IV,V, VI, VII, VIII, IX, X e XI	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)
XII	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou B _{ROOF} (t ₃) ou B _{ROOF} (t ₄)

Tabela 15. Reação ao fogo de coberturas e telhados dos edifícios não inseridos em áreas prioritárias de prevenção e segurança (APPS) e com uma distância de separação (DS) igual ou inferior a 300 m. As classes de reação ao fogo estão descritas no Anexo.

Utilização-Tipo (UT)	Categoria de Risco (CR)			
	1ª	2ª	3ª	4ª
I, II, III, IV,V, VI, VII, VIII, IX, X e XI	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)
XII	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)	B _{ROOF} (t ₁) ou B _{ROOF} (t ₂) ou C _{ROOF} (t ₃) ou C _{ROOF} (t ₄)

Reação ao fogo de revestimentos exterior de paredes, portas, janelas, claraboias e elementos de cerramento de vãos exteriores

Nas situações em que a distância de separação (DS) do edifício seja menor que 50 m, e em função da sua utilização-tipo e respetiva classe de exposição ao incêndio rural, os revestimentos exteriores de paredes, portas e janelas exteriores, claraboias e elementos de cerramento dos vãos exteriores, devem cumprir a classe de reação ao fogo indicada na Tabela 16.

Resistência ao fogo de claraboias, portas e janelas exteriores

Nas situações em que a distância de separação (DS) do edifício seja menor que 50 m, e em função da sua utilização-tipo e respetiva Classe de Exposição ao Incêndio Rural, as claraboias, e as portas e janelas exteriores, devem cumprir a classe de resistência ao fogo indicadas nas Tabela 17 e Tabela 18, respetivamente.

Tabela 16. Reação ao fogo de revestimentos exteriores de paredes, portas, janelas, claraboias e elementos de cerramento de vãos exteriores.

Utilização-Tipo (UT)	Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)	Aplicado a todas as Categorias de Risco (CR)
I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X e XI	Baixa ou Média	C-s2, d ₀
	Alta ou Muito Alta	B-s2,d ₀
	Extrema	A1 ou A2-s ₁ , d ₀
XII	Baixa ou Média	B-s ₂ , d ₀
	Alta ou Muito Alta	A1 ou A2-s ₁ , d ₀
	Extrema	A1

Tabela 17. Resistência ao fogo de elementos utilizados em vãos de coberturas (claraboias).

Utilização-Tipo (UT)	Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)	Categoria de Risco (CR)			
		1^a	2^a	3^a	4^a
I, III, IV, V, VI, VII, VIII, X e XI	Baixa ou Média	EI 45	EI 60	EI 90	EI 120
	Alta ou Muito Alta	EI 60	EI 60	EI 90	EI 120
	Extrema	EI 90	EI 90	EI 120	EI 180
II, IX e XII	Baixa ou Média	EI 60	EI 90	EI 180	EI 180
	Alta ou Muito Alta	EI 90	EI 120	EI 180	EI 180
	Extrema	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240

Tabela 18. Resistência ao fogo de portas e janelas exteriores.

Utilização-Tipo (UT)	Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)	Categorias de Risco (CR)			
		1^a	2^a	3^a	4^a
I, III, IV, V, VI, VII, VIII, X e XI	Baixa ou Média	EI 45	EI 60	EI 60	EI 90
	Alta ou Muito Alta	EI 60	EI 60	EI 60	EI 90
	Extrema	EI 60	EI 60	EI 90	EI 120
II, IX e XII	Baixa ou Média	EI 45	EI 60	EI 120	EI 120
	Alta ou Muito Alta	EI 60	EI 90	EI 120	EI 120
	Extrema	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180

6.3. Considerações finais

Neste capítulo foi apresentada a proposta de requisitos construtivos tendo em vista a redução dos impactos dos incêndios rurais nas edificações localizadas em zonas de interface urbano-florestal em Portugal, a qual deu suporte ao Despacho nº 8591/2022 de 13 de julho.

É importante esclarecer que as medidas contidas nesta proposta não garantem que um edifício escapará totalmente incólume a um incêndio rural, uma vez que há vários outros fatores que podem originar condições que ultrapassem as condições fronteira de vulnerabilidade da construção, onde a gestão da vegetação na envolvente e as condições meteorológicas assumem uma grande importância. As capacidades de intervenção dos meios de combate ao fogo incêndio (e.g., pontos de água ou acessos), as capacidades medidas de autoproteção, os cuidados de manutenção e conservação do edifício, entre outros fatores, são elementos que fazem diferença na probabilidade de sobrevivência de uma construção a um incêndio rural, e que não são considerados neste capítulo.

No entanto, o respeito pelas exigências aqui descritas, delineadas em função da localização do edifício e das condições a que a construção pode ser sujeita no decurso de um incêndio rural, assume-se como de relevância fulcral para a salvaguarda da construção e dos seus ocupantes.

7.

**PROPOSTAS DE MELHORAMENTO DA LEGISLAÇÃO
PORTUGUESA E DAS POLÍTICAS EM PORTUGAL**

(Página deixada propositadamente em branco)

Dulce Lopes, Inês de Oliveira Martins e Karoline Vitali
Instituto Jurídico da Faculdade de Direito
Universidade de Coimbra

As políticas e legislação portuguesa relevantes em matéria de interface urbano-florestal encontram-se em progressiva mudança. Apesar de hoje estarem essencialmente condensadas no Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, este diploma ainda não se encontra plenamente vigente, uma vez que, em matéria de faixas de gestão de combustível continua a aplicar-se, por força da sua norma transitória (artigo 79.º) o anterior Sistema de Defesa da Floresta contra Incêndios (Decreto-Lei n.º 12/2006, de 4 de abril).

Além desta questão que na prática assume grande importância, dadas as consequências contraordenacionais para aqueles que não cumprem as suas obrigações de gestão de combustível, outra vertente em que o SGIFR tem tardado em ser concretizado prende-se com a delimitação, de acordo com novos critérios, das áreas de perigosidade de incêndio rural, em especial das áreas prioritárias de prevenção e segurança (APPS). Quanto a estas, tem havido uma sucessão de cartas aplicáveis: planos municipais de defesa da floresta contra incêndios elaborados ao abrigo do anterior regime legal; carta de perigosidade estrutural de incêndio rural, entretanto aprovada e suspensa; de novo os planos municipais de defesa da floresta contra incêndios; esperando-se agora a aplicação da metodologia da cartografia de risco de incêndio rural, de modo que

aquela cartografia, enfim, se estabilize. Até lá, as dúvidas colocadas na prática, sobretudo quanto aos condicionamentos à edificação (artigos 60.º e 61.º do SGIFR) têm-se sucedido a um ritmo vertiginoso.

Por último, e de forma intimamente relacionada com o ponto anterior, ainda não se encontram elaborados e aprovados os programas sub-regionais de ação e, igualmente, os programas municipais de execução, que colocariam em marcha todo o sistema de governança delineado no SGIFR. O que significa, enfim, que a atual situação em Portugal é de grande expectativa quanto à aplicação destes instrumentos, pois só com eles se poderá testar se as alterações legislativas introduzidas pelo SGIFR se transmutam em medidas reais que têm um impacto qualitativo positivo na gestão, em todas as suas dimensões, dos incêndios florestais.

Acentue-se que, mesmo que esse impacto venha a existir — e é essa a nossa expectativa —, há um conjunto de dimensões de políticas públicas e legislativas que não se esgotam na concretização do SGIFR. Vê-las-emos de seguida:

1. Por um lado, é importante que as revisões dos planos municipais em curso tenham em linha de conta, por se tratar de uma condicionante ao planeamento, a cartografia de perigosidade de incêndio vigente à data daquela revisão, classificando e qualificando o solo de modo que a visão prospetiva do território acautele os interesses da gestão de fogos rurais, não agravando as situações de perigosidade e, desejavelmente, concorrendo no sentido da sua diminuição. Para o efeito seria necessário que aquela cartografia de perigosidade estivesse estabilizada, o que ainda não sucedeu, o que poderá vir a implicar alterações posteriores aos planos municipais (entretanto já revistos), com as consequências que tal comporta em termos de instabilidade normativa para entidades públicas e privadas.

2. Por outro lado, há que ter em conta que, em face das características hoje assumidas pelos incêndios florestais — designadamente em termos de dimensão, rápida capacidade de propagação e propensão para atingir cada vez mais a interface urbano-florestal e as estruturas ali presentes —, é importante insistir na regulamentação de regras e técnicas construtivas resistentes à exposição do edifício aos incêndios e aos diferentes riscos advindos dos fogos, tendo em consideração os valores sociais, ambientais e económicos em causa e, em especial, o facto de aquelas construções poderem desempenhar uma função de refúgio e proteção de vidas. Sem prejuízo do desafio que a incorporação de diretrizes técnicas coloca ao direito, como ocorre na regulamentação jurídica dos materiais e de técnicas construtivas, o Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho fez já uma aproximação a esta matéria ao fixar os requisitos para adoção de medidas de proteção relativas à resistência do edifício à passagem do fogo, a constar em ficha de segurança ou projeto de especialidade no âmbito do Regime Jurídico de Segurança contra Incêndio em Edifícios. Seria importante que este exercício fosse alargado a outras temáticas, inclusive a uma regulamentação mais abrangente dos materiais de construção.

3. Outro ponto que nos parece importante ressaltar do ponto de vista jurídico prende-se com o registo e cadastro da propriedade, uma vez que o sistema jurídico apenas funcionará adequadamente se cada um dos intervenientes no mesmo, incluindo os “proprietários ou arrendatários florestais e agrícolas e os proprietários de edifícios” (nos termos do artigo 5.º, n.º 2 do SGIFR) cumprirem as suas obrigações legais e regulamentares (seja no âmbito do cumprimento das obrigações de gestão de combustível, seja no âmbito da gestão ativa dos

espaços florestais). Tendo em consideração que, em Portugal, a esmagadora maioria da propriedade florestal em Portugal é privada e se encontra grandemente fragmentada (sobretudo a norte e a centro) é importante que prossigam e se concretizem os esforços de proceder a um cadastro abrangente da propriedade rústica (que tem vindo a ser tentado, ainda que de forma parcelar, pelo BUPi — Balcão Único do Prédio) e de resolver os múltiplos problemas subsistentes, o que tem sido objeto da atividade do Grupo de Trabalho para a Propriedade Rústica (GTPR), que visa reforçar os mecanismos jurídicos e fiscais que incentivem o redimensionamento e a concentração da propriedade rústica (debruçando-se, de momento ainda de forma teórica, sobre os temas das heranças jacentes, vagas e indivisas, da compropriedade, do fracionamento e do abandono e renúncia ao direito de propriedade). Adicione-se a este panorama de grande debate — mas ainda de reduzidas concretizações — a necessidade de considerar de forma séria e efetiva a questão dos prédios sem dono ou com dono desconhecido e a possibilidade da sua utilização (estimando-se que mais de 20% do território se enquadra nesta categoria, de acordo com dados veiculado pelo ICNF, I. P. — <https://www.icnf.pt/api/file/doc/1f924a3c0e4f7372>). Esta é uma temática que tem sido objeto de sucessiva regulamentação legal, mas sem efeitos práticos relevantes, tendo a mais recente sido aprovada pela Lei n.º 49/2023, de 24 de agosto.

4. Seguidamente, gostaríamos de ressaltar a necessidade de concretizar ativamente formas de gestão florestal adequada. Apesar de existirem vários instrumentos, como os planos de gestão florestal, as zonas de intervenção florestal, e, mais recentemente, as áreas integradas de gestão de paisagem, é indiscutível que esta é a dimensão mais subdesenvolvida

da legislação com impacto na interface urbano-florestal e, em geral, do direito e política florestal como um todo. Particularmente no SGIFR, a dimensão da recuperação de áreas ardidas não nos parece suficientemente regulada — não se compreendendo, do disposto no artigo 45.º, a quem incumbe, e como, a execução daquela recuperação, sobretudo no caso, expectável, de os proprietários a não levarem a cabo —, não obstante ser aquela uma das dimensões mais relevantes da gestão de fogos rurais, pois apenas por seu intermédio se assegurará a longevidade dos resultados de uma adequada ocupação florestal.

5. Por último, a legislação portuguesa fica muito aquém do desejável em matéria de seguros em situações de interface urbano-florestal. Nesta matéria, e não obstante os elevados danos provocados pelos incêndios florestais em edifícios (para além dos danos provocados a outros bens jurídicos, como pessoas, animais e à própria natureza e biodiversidade), o SGIFR apenas conseguiu incluir uma norma com caráter comendativo: “O disposto nos artigos 60.º e 61.º não dispensa o interessado do dever de adotar as medidas ao seu alcance no sentido de, na medida do possível, minorar os prejuízos potencialmente decorrentes de incêndio rural, designadamente através da contratação de seguro de incêndio que assegure a cobertura de danos causados nos edifícios, em função do grau de risco e, em especial, nos casos previstos na alínea b) do n.º 2 do artigo 60.º e no artigo anterior” (artigo 62.º, com a epígrafe “minoração de prejuízos”). Pensamos, como será mais bem tratado subseqüentemente, por Inês Oliveira Martins, que o legislador poderia, e deveria, ter ido mais longe, ao criar condições para a oferta de seguros específicos nesta matéria.

7.1. Legislação portuguesa aplicada à interface urbano-florestal

O atual regime jurídico aplicável à interface urbano-florestal foi estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, que estabeleceu o Sistema de Gestão Integrada de Fogos Rurais (SGIFR), e pode ser qualificado como um regime jurídico de direito público, especificamente de direito administrativo, perpassando diversos ramos do direito administrativo, como o direito do urbanismo, do ambiente e o direito da proteção civil. Lida, também, com o direito privado, tendo em vista a íntima relação da gestão de fogos rurais com a necessidade de observância e execução de medidas nas propriedades e construções localizadas na IUF, bem como a caracterização da titularidade da propriedade florestal em Portugal, maioritariamente privada²² — o que tem importantes reflexos na execução das regras relativas às faixas de gestão de combustível, na observância dos condicionamentos à edificação e na regulação e implementação das regras construtivas aplicáveis na IUF.

Quanto ao seu conteúdo, o SGIFR trouxe importantes alterações de paradigmas e de estratégia em relação ao seu antecessor — o Sistema Nacional de Defesa da Floresta Contra Incêndio (SNDFCI) cujo regime jurídico fora estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 124/2006, de 28 de junho —, nomeadamente quanto à perspetivação da gestão de fogos rurais em sua globalidade²³, considerando os impactos

²² Os dados do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) indicam que 91% das florestas portuguesas são de titularidade privada, enquanto 6% é de titularidade comunitária (nos terrenos conhecidos como baldios) e apenas 3% são de titularidade pública, isto é, detida pelo Estado e outras entidades públicas. Cfr. ICNF, Portugal: Perfil Florestal, 2021, disponível em: <https://www.icnf.pt/api/file/doc/1f924a3c0e4f7372>, último acesso em 23 de agosto de 2023; ICNF, 6.º Inventário Florestal Nacional, 2015, disponível em <https://www.icnf.pt/api/file/doc/c8cc40b3b7ec8541>, último acesso em 23 de agosto de 2023.

²³ Muito embora o sistema anterior, isto é, o SNDFCI reconhecesse, em seus considerandos, que a defesa da floresta contra incêndios precisaria assumir duas

dos incêndios rurais na interface urbano-florestal e a consequente necessidade de proteção de vidas, casas, estruturas e a proteção de animais — mudanças essas que se revelaram necessárias diante dos incêndios de 2017, que desafiaram as medidas adotadas no sistema anterior e a forma como o mesmo estava estruturado.

Como decorrência do novo paradigma adotado, o SGIFR trouxe mudanças significativas quanto à estrutura do sistema no que concerne à distribuição de competências, preocupando-se em identificar exaustivamente os atores que integram o sistema e as suas responsabilidades — sejam elas exclusivas ou partilhadas —, do artigo 5.º ao artigo 23.º do Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, e em desenhar um modelo de governança na gestão dos incêndios florestais, com a necessidade de articulações e colaborações entre as diferentes entidades que integram o SGIFR

Não obstante as competências estejam distribuídas de acordo com o *princípio da especialização do conhecimento* trazido no artigo 4.º, n.º 4 — segundo o qual as entidades passam a deter competências mais centradas em sua área de especialização — ainda permanecem dúvidas quanto ao exercício das competências que são atribuídas às numerosas entidades que compõem o SGIFR e, sobretudo, quanto à forma como se dará as articulações entre elas, o que não foi desenvolvido no âmbito do Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro.

dimensões: a defesa das pessoas e dos bens, além da defesa da floresta e de seus recursos, todo o sistema estava desenhado com base numa estratégia que tinha como eixo o interesse florestal. E, como apontou o relatório da Comissão Técnica Independente sobre os incêndios de julho de 2017, a discrepância entre o desenho do sistema, as estratégias adotadas, e o que se buscava fazer na prática — isto é, ter em consideração também a proteção de pessoas e bens — conduziram a erros de orientação estratégica e organizacional, que resultaram em falhas tanto na proteção da floresta como na proteção de pessoas e bens. Cfr. GUERREIRO, J. (*et. al.*) — *Análise e apuramento dos factos relativos aos incêndios que ocorreram em Pedrógão 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*, Relatório Final, COMISSÃO TÉCNICA INDEPENDENTE, Lisboa: Assembleia da República, 2017, p. 154.

Trouxe, também, o SGIFR um modelo de governança em quatro níveis que, de acordo com o artigo 25.º, é realizado através das comissões de gestão integrada de fogos rurais.

Assim, a governança desenvolve-se nos seguintes níveis: (i) o nível nacional, realizado pela Comissão Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais; (ii) o nível regional, realizado pelas Comissões Regionais de Gestão Integrada de Fogos Rurais; (iii) o nível sub-regional, a cargo das Comissões Sub-Regionais de Gestão Integrada de Fogos Rurais; e (iv) o nível municipal, de responsabilidade das Comissões Municipais de Fogos Rurais.

Ainda, é possível verificar uma articulação horizontal no nível nacional, com a previsão legal da possibilidade de audição de entidades técnicas e organizações para o exercício das atribuições da Comissão Nacional²⁴. Nos níveis regionais, sub-regionais e municipais, há alguma articulação horizontal com o apoio de equipas técnicas no desenvolvimento de suas atividades²⁵.

Em matéria de instrumentos de planeamento, como pontuam Fernanda Paula Oliveira e Dulce Lopes, o SGIFR desenhou um sistema de planeamento baseado num modelo de *planos em cascata*, no qual a cada nível cabe a concretização do conteúdo dos planos de nível superior, adotando também um “*modelo de classificação dos instrumentos de planeamento de acordo com o binómio direção/ execução, que pressupõe um sistema de hierarquia entre os vários planos (designados de programas), que se concretizam sucessivamente de modo a que a elaboração de um instrumento de planeamento de um determinado nível pressupõe a existência prévia do nível superior. Teremos, assim, instrumentos de planeamento cuja função é determinar orientações para os de nível inferior (planificação*

²⁴ Consoante o artigo 26.º, n.º 3, SGIFR.

²⁵ Como é possível identificar no estabelecido pelos artigos 27º e seguintes do SGIFR.

diretiva); outros cuja função é executar os de nível superior e fornecer, simultaneamente, diretivas para os de nível inferior (planificação operativa) e outros ainda que, por estarem no final da escala, se limitam a executar as diretivas ‘vindas de cima’ (planificação de execução)” ²⁶.

Outras mudanças em sede de planeamento englobam dois instrumentos distintos no nível nacional: o Plano Nacional de Gestão Integrada de Fogos Rurais (PNGIFR) e o Programa Nacional de Ação (PNA). No entanto, este último não é totalmente autónomo, integrando o PNGIFR, nos termos do nº1 do artigo 32.º, SGIFR.

Agora, a elaboração do PNGIFR já não está a cargo do ICNF, I.P., mas da AGIF, I.P., em articulação com a Comissão Nacional e aprovado pelo Conselho de Ministros. Já a elaboração do PNA cabe à AGIF, I.P., em articulação com a Comissão Nacional.

O PNGIFR é um instrumento abrangente, plurianual, que define a visão, missão e políticas de gestão do fogo rural e de proteção contra os incêndios rurais, além da estratégia, objetivos, metas e calendário de ações a realizar por todas as entidades que compõe o SGIFR. Abrange, ainda, o PNA, o qual define os grandes projetos nacionais por objetivo estratégico, indicando as entidades com responsabilidades na sua execução e os recursos necessários para tanto. Na sequência, os demais níveis, seguindo o referido modelo de *planos em cascata*, adaptam as orientações à sua escala e convertem-nas em orientações para os demais níveis, à exceção do nível municipal, que aparece aqui como um nível de execução.

Já mais ao nível de intervenção direta sobre os territórios situados na IUF para redução do risco de fogos rurais, o SGIFR traz importantes normas que visam conformar o exercício de direitos

²⁶ OLIVEIRA, Fernanda Paula; LOPES, Dulce — Florestas (Algumas Questões Jurídicas), Coimbra, Almedina, 2023, p. 38.

subjetivos de particulares, como ocorre com as faixas de gestão de combustível, com as regras de direito da construção trazidas pelo Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho, e com os condicionamentos à edificação. Esses domínios trazem o referido desafio de, na conformação dos direitos subjetivos e interesses legítimos que se verifiquem nas ações e processos ínsitos à gestão de fogos rurais, observar de situações e posições jurídicas estabelecidas consoante as regras de direito privado, além da dificuldade de incorporação de aspetos técnicos na regulamentação jurídica e da adoção de uma regulamentação eficaz. Assim, dada a relevância da regulamentação jurídica dos domínios mencionados, abordaremos em seguida de forma mais pormenorizada a regulamentação das faixas de gestão de combustível e de regras construtivas²⁷ para a redução do risco à escala da propriedade.

Regulamentação das faixas de gestão de combustível

As faixas de gestão de combustível integram as redes de defesa do SGIFR e, de acordo com o n.º 2 do artigo 46.º do SGIFR, seu escopo é infraestruturar o território²⁸ para reduzir a perigosidade de fogo rural na área por elas abrangidas, e proteger os usos urbanísticos preexistentes²⁹. Entre as infraestruturas que compõem as redes de defesa do SGIFR, as redes de faixas de gestão de combustível são

²⁷ Não olvidamos aqui a relevância dos condicionamentos à edificação para a proteção de vidas e bens. No entanto, este aspeto específico será abordado no capítulo subsequente (para o qual remetemos o leitor), cabendo a nós, neste momento, abordar tão somente a regulação das faixas de gestão de combustível e das regras construtivas para a proteção de construções na IUF.

²⁸ Ao lado das áreas estratégicas de mosaicos de gestão de combustível, da rede viária florestal, da rede de pontos de água e da rede de vigilância e deteção.

²⁹ OLIVEIRA, Fernanda Paula, LOPES, Dulce, *Florestas (Algumas Questões ...)*, p. 78-79.

aquelas que têm mais impacto na ocupação do território³⁰, dada a sua extensão e as restrições à ocupação do solo que impõem — como as restrições à livre escolha da cobertura vegetal.

De acordo com a específica função que pretendem cumprir³¹, as faixas de gestão de combustível assumem características e são categorizadas de formas distintas, classicamente em faixas de gestão de combustível primárias, secundárias e terciárias³². A primeira visa criar descontinuidades e acessos que facilitem a supressão do fogo, enquanto as faixas secundárias buscam, além da redução dos efeitos da passagem do fogo, a proteção de comunidades e bens, e as faixas terciárias se destinam a isolar potenciais focos de ignição de incêndios, possibilitando a rápida supressão de ignições³³.

Quanto às suas características, podem assumir a forma de *fire breaks*, consistindo numa faixa de terreno usualmente sem combustível vegetal (muito utilizada nas faixas primárias de gestão de combustível); em *fuel breaks*, que consistem em faixas com

³⁰ *Idem, ibidem*, p. 77. Entretanto, as citadas autoras ressaltam, na nota n.º 56, que olhando a questão a médio ou longo prazo, são as áreas estratégicas de mosaicos de gestão de combustível, previstas no artigo 52.º do SGIFR, que terão mais potencial para minimizar os efeitos e a dimensão dos fogos.

³¹ LOPES, Dulce; VITALI, Karoline — “Legal Regulation of Fuel Management Areas”, *In Advances in Forest Fire Research*, Domingos XAVIER VIEGAS; Luis Mário RIBEIRO (Eds.), Imprensa da Universidade de Coimbra, 2022, p. 661-665.

³² Apesar de ser usual realizar a referida classificação, ela não se aplica obrigatoriamente ao estabelecimento das redes de defesa de faixas de gestão de combustível, podendo inclusive verificar-se a previsão e a regulação de faixas de gestão de combustível não necessariamente divididas desta forma. Isso porque, as particularidades das diferentes áreas, nomeadamente em função de elementos como sua topografia, vegetação e meteorologia, e tendo em vista a necessidade de ter em consideração essas características para o desenho de uma rede de defesa que seja adequada às necessidades locais, podem dar origem a modelos um pouco diferentes. VIEGAS, Domingos Xavier. 2005. “Os incêndios florestais e as leis”, *in Polícia e Justiça*, n. 6, pp. 337-346.

³³ ASCOLI, Davide, et. al. — “Firebreaks and Fuelbreaks”. *In Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*, MANZELLO, Samuel (ed.), Vol. I, Springer, Cham, 2020, p. 445. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_151-1

vegetação baixa; ou faixas em que há a gestão de vegetação baixa e de árvores, intituladas pela doutrina como *shaded fuel breaks*³⁴.

Nesta linha, a legislação portuguesa também classifica as redes de defesa de acordo com a função a que são destinadas a desempenhar — as quais estão descritas no artigo 47, n.º 2 —, mas acaba por não considerar aspetos de âmbito territorial que se afiguram fulcrais na gestão de combustível, como a topografia do terreno, o clima e a vegetação, não abordando a questão de modo suficientemente multidisciplinar e multifuncional³⁵, e adotando atualmente uma regulação demasiadamente simplista ao levar em consideração apenas o tipo de atividade desenvolvida e, quanto à sua envolvente, o tipo de terreno em causa (florestal ou agrícola)³⁶, especificamente no que tange à rede secundária de faixas de gestão de combustível.

Tendo em vista as diferentes especificidades de cada uma dessas redes, realizaremos a seguir uma breve análise sobre as regras que incidem em cada uma delas, com especial atenção às faixas secundárias de gestão de combustível, que ao buscar realizar a proteção de pessoas, bens e animais à escala da propriedade, se relacionam de forma mais direta com o objeto do Projeto *House Refuge*, mas também suscitam maiores desafios e têm especial relevância sob a ótica jurídica, tanto por revelar de forma mais palpável a intersecção entre o direito público e o direito privado, nomeadamente o direito de propriedade, como por estabelecer deveres de gestão

³⁴ ASCOLI, Davide, et. al. — “Firebreaks and Fuelbreaks”. In *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires*, MANZELLO, Samuel (ed.), Vol. I, Springer, Cham, 2020, p. 445. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_151-1

³⁵ VIEGAS, Domingos Xavier et al. — “Faixas de Gestão de Combustíveis”, In: *Florestas e Legislação — Planos Municipais de Defesa das Florestas contra Incêndios*, ANTUNES et al. (coord), Instituto Jurídico da Universidade de Coimbra, 2020. Disponível em: https://www.uc.pt/site/assets/files/433549/lc_florestas_e_legislac_a_o-planos_municipais.pdf

³⁶ LOPES, Dulce; VITALI, Karoline — “Legal Regulation of Fuel Management Areas”, In *Advances in Forest Fire Research*, Domingos XAVIER VIEGAS; Luis Mário RIBEIRO (Eds.), Imprensa da Universidade de Coimbra, 2022, p. 661-665, p. 664.

de combustível a particulares e a entidades públicas, consoante a relação que têm com um determinado prédio que se encontra onerado com a obrigação de gestão de combustível³⁷.

Rede primária de faixas de gestão de combustível

As redes primárias de faixas de gestão de combustível no âmbito do SGIFR³⁸ são aquelas que cumprem a função de diminuição da superfície percorrida por grandes incêndios, permitindo e facilitando uma intervenção direta de combate ao fogo e, portanto, sua instalação visa criar condições, em espaços estratégicos, para o combate aos fogos rurais

Por isso, assumem aqui as características de uma *fire break*, isto é, uma parcela do solo em regra despida de vegetação³⁹, em regra lineares, cuja largura padrão no SGIFR é de 126m, a compartimentar áreas que devem, preferencialmente, ter entre 500 e 10.000 hectares⁴⁰.

Sua definição faz-se no nos programas regionais de ação, devendo ser obrigatoriamente integrada nos programas sub-regionais de ação⁴¹. Seu planeamento, instalação e manutenção deve observar: (i) a sua eficácia na supressão de incêndios de grandes dimensões; (ii) a segurança das forças em operação; (iii) o valor socioeconómico, paisagístico e ecológico dos territórios rurais; (iv) as características

³⁷ Destacando a relevância da rede secundária de faixas de gestão de combustível que advém dessas especificidades, cfr. OLIVEIRA, Fernanda Paula; LOPES, Dulce — *Florestas (Algumas Questões Jurídicas)*, Coimbra, Almedina, 2023, p. 78 e ss.

³⁸ Nos termos do artigo 48.º, n.º 1, em conjunto com o artigo 47.º, n.º 2, alínea a), do Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro

³⁹ OLIVEIRA, Fernanda Paula, LOPES, Dulce, *Florestas (Algumas Questões Jurídicas)*, Coimbra, Almedina, 2023, p. 77.

⁴⁰ As medidas padrões das faixas e das áreas a serem compartimentadas são estabelecidas pelo n.º 2 do artigo 48.º, SGIFR.

⁴¹ Por força do n.º 4 do artigo 48.º, SGIFR.

fisiográficas e as particularidades da paisagem local; (v) o histórico de grandes incêndios na região e o seu comportamento previsível em situações de meteorologia favorável à progressão do fogo; (vi) as atividades que nelas se possam desenvolver e contribuir para a sua sustentabilidade técnica e financeira. O SGIFR preocupou-se em estabelecer também a competência⁴² para a execução e gestão de combustível na rede primária, atribuindo tal responsabilidade ao ICNF, I.P.⁴³.

No entanto, é importante destacar que recentemente, o Decreto-Lei n.º 56/2023, de 14 de julho, que trouxe importantes alterações ao SGIFR, acrescentou o n.º 6 ao artigo 48.º, dispondo que até a definição da rede primária de gestão de combustível nos programas regionais de ação, “*mantém-se em vigor a rede primária de faixas de gestão de combustível aprovada em sede de plano distrital de defesa da floresta contra incêndios*”⁴⁴.

⁴² Nesse ínterim, Fernanda Paula Oliveira e Dulce Lopes destacam o mérito dessa definição de competências realizada, pois no âmbito do sistema anterior, isto é, o SNDFCI, por vezes se discutia a quem caberia a gestão das áreas das redes primárias de faixas de gestão de combustível, principalmente quando incidissem no âmbito de projetos de arborização e rearborização. Cfr. OLIVEIRA, Fernanda Paula, LOPES, Dulce, *Florestas (Algumas Questões Jurídicas)*, Coimbra, Almedina, 2023, p. 77-78.

⁴³ Sem prejuízo da possibilidade de delegação ao município, a entidade intermunicipal, a entidade do setor empresarial do Estado ou a entidades do setor empresarial local os poderes relativos à execução, manutenção, monitorização das faixas de gestão de combustível que integram a rede primária, consoante o disposto no artigo 53.º, n.º 2, do SGIFR.

⁴⁴ Embora o Decreto-Lei n.º 56/2023, de 14 de julho, que inseriu as alterações ao Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, tenha identificado em seu preâmbulo ser o seu escopo principal permitir a possibilidade de categorização das Áreas de Prevenção em tipologias distintas, tendo em vista a metodologia para adaptação das APPS aos territórios sub-regionais, aprovada em 24 de fevereiro de 2023 pela Comissão Nacional de Gestão de Fogos Rurais. No entanto, não tendo ainda sido elaborados os Planos Regionais de Ação — no âmbito dos quais, de acordo com o n.º 4 do referido artigo 48.º, são definidas a rede primária de faixas de gestão de combustível — o novo n.º 6 deste dispositivo legal veio estabelecer que até a elaboração dos Planos Regionais de Ação, mantém-se em vigor a rede primária de gestão de combustível aprovada em sede de plano distrital de defesa da floresta contra incêndios.

Assim, não deixa de introduzir ou de prolongar uma complexidade no âmbito da gestão integrada de fogos rurais, que mesmo estando em vigor desde janeiro de

Rede secundária de faixas de gestão de combustível e a redução do risco na IUF à escala da propriedade

Por sua vez, a rede secundária de faixas de gestão de combustível cumpre a função de redução dos efeitos da passagem de incêndios, protegendo de forma passiva as vias de comunicação, infraestruturas e equipamentos sociais, zonas edificadas e formações florestais agrícolas de valor especial, além da função de isolamento de potenciais focos de ignição de incêndios⁴⁵, se desenvolvendo sobretudo nas envolventes de infraestruturas e áreas edificadas⁴⁶.

É, portanto, a rede de faixas de gestão de combustível que visa proteger pessoas, bens e animais através de restrições à livre escolha da cobertura vegetal do solo à nível da propriedade para reduzir ou minimizar os riscos. Essas restrições são estabelecidas de forma dinâmica pelo artigo 49.º do Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, levando em consideração três aspetos basilares: a existência de infraestruturas e construções nos edifícios; as atividades ali desenvolvidas; e a proximidade com territórios florestais. De semelhante modo, os deveres de concretização das operações de gestão de combustível da rede secundária são

2022, ainda conta com instrumentos de planeamento e redes de defesa do instrumento anterior e, portanto, planos elaborados e redes de faixas de gestão de combustível desenhadas de acordo com a estratégias anteriores que se buscavam superar.

⁴⁵ Artigo 47º, nº 2, alíneas b) e c) do SGIFR.

⁴⁶ A rede secundária, nos termos do artigo 49º, n.º 1, SGIFR, desenvolve-se nas envolventes: a) da rede rodoviária e ferroviária; b) das linhas de transporte e distribuição de energia elétrica e de transporte de gás e de petrolíferos; c) das áreas edificadas; d) dos estabelecimentos hoteleiros, parques de campismo e parques de caravanismo, das infraestruturas e parques de lazer e de recreio, das áreas de localização empresarial e dos estabelecimentos industriais, dos estabelecimentos abrangidos pelo Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto, dos postos de abastecimento de combustível, das plataformas logísticas e dos aterros sanitários; e) Das instalações de produção e armazenamento de energia elétrica e de gás; f) Das infraestruturas de suporte ao Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal (SIRESP).

atribuídos pelo mencionado artigo 49.º tanto a particulares como a entidades públicas, em razão relação que têm com um determinado prédio que se encontra onerado com a obrigação de gestão de combustível⁴⁷.

Assim, nos termos do n.º 7 do artigo 49.º, SGIFR, se estivermos diante de edifícios que estejam a ser utilizados para habitação ou atividades económicas não previstas no n.º 5, deve ser assegurada uma faixa de gestão de combustível (i) com largura padrão de 50m, medida a partir da alvenaria exterior do edifício, caso a faixa abranja territórios florestais; ou (ii) largura de 10m, medida a partir da alvenaria exterior do edifício, caso abranja territórios agrícolas. A execução dessa faixa é, nestes casos, de responsabilidade dos proprietários, arrendatários, usufrutuários ou entidades que, a qualquer título, detenham terrenos a menos de 50m daqueles edifícios — portanto, onerando os proprietários do prédio e/ou terceiros que detenham terrenos inseridos num raio de 50 ou 10 metros a partir da alvenaria exterior do edifício, e não apenas aqueles que, de algum modo, detenham poderes dominiais sobre o edifício a proteger.

Em outro giro, aqueles que detém poderes dominiais sobre territórios florestais confinantes com áreas edificadas devem assegurar, nos termos do n.º 6, do artigo 49.º, SGIFR, devem assegurar a gestão de combustível na envolvente destas áreas, numa faixa com largura padrão de 100 m a partir da interface de áreas edificadas⁴⁸.

A definição espacial dos deveres de gestão de combustível relativos à rede secundária de faixas de gestão de combustível, estabelecidos

⁴⁷ Cfr. OLIVEIRA, Fernanda Paula; LOPES, Dulce — *Florestas (Algumas Questões Jurídicas)*, Coimbra, Almedina, 2023, p. 78 e ss.

⁴⁸ Onerando predominantemente terceiros àqueles que detém poderes dominiais sobre os prédios inseridos no aglomerado que se pretende proteger. Cfr. OLIVEIRA, Fernanda Paula; LOPES, Dulce — *Florestas (Algumas Questões Jurídicas)*, Coimbra, Almedina, 2023, p. 81.

nos n.ºs 4 a 7 do artigo 49.º, SGIFR, deve ser realizada nos programas sub-regionais, consoante o n.º 2 do mesmo dispositivo legal.

Contudo, em função da perigosidade e do risco de incêndio rural, o n.º 2 do artigo 49.º, SGIFR, traz uma flexibilização⁴⁹ das larguras de faixas de gestão de combustível, permitindo que em casos devidamente justificados sejam adotadas faixas de largura até 50% superior ou inferior à estabelecida nos n.ºs 4 a 7 do artigo 49º, SGIFR. Verifica-se, também, uma outra forma de flexibilização das regras gerais de gestão de combustível com a admissão usos compatíveis do solo nas faixas de gestão de combustível⁵⁰.

Tendo em vista o leque de destinatários de obrigações de gestão de combustível em função das atividades desempenhadas no território, assim como as respetivas e diferentes regras de gestão de combustível, o quadro normativo desenhado no âmbito das faixas secundárias de gestão de combustível, é mais complexo e extenso, mas pode ser sintetizado na tabela abaixo⁵¹, para melhor compreensão do referido quadro jurídico:

⁴⁹ LOPES, Dulce; VITALI, Karoline, “Legal Regulation of Fuel ...”, p. 664; e OLIVEIRA, Fernanda Paula; LOPES, Dulce — Florestas (Algumas Questões...), p. 83.

⁵⁰ Isto é, a “ocupação do solo de modo diverso do previsto nas normas de gestão de combustível, desde que conciliável com o objetivo de gestão de combustível, reduzindo a sua disponibilidade para a ignição e progressão do fogo, e geradora de valor para os proprietários ou para as comunidades”, consoante a definição trazida pelo artigo 3.º, n.º 1, “l)”, SGIFR.

⁵¹ A tabela a seguir foi elaborada com base nas disposições do artigo 49.º do SGIFR, e na tabela que elaboramos em LOPES, Dulce; VITALI, Karoline, “Legal Regulation of Fuel ...”, p. 663-664.

Tabela 19. Resumo do quadro normativo no âmbito rede secundária das faixas de gestão de combustíveis.

Atividade no território	Regras gerais de gestão de combustível	Entidade responsável
Rede Rodoviária	Gestão de combustível nas faixas laterais de terreno confinantes ao limite exterior da plataforma de rodagem, com uma largura padrão de 10m	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas
Rede Ferroviária em exploração	Gestão de combustível nas faixas laterais de terreno confinantes, contadas a partir dos carris externos, com uma largura padrão de 10m	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas
Linhas de transporte e distribuição de energia elétrica em muito alta tensão e em alta tensão	Gestão do combustível numa faixa correspondente à projeção vertical dos cabos condutores exteriores, acrescidos de uma faixa de largura não inferior a 10m para cada um dos lados;	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas
Linhas de distribuição de energia elétrica em média tensão	Gestão de combustível numa faixa correspondente à projeção vertical dos cabos condutores exteriores acrescidos de uma faixa de largura não inferior a 7m para cada um dos lados	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas
Linhas de distribuição de energia elétrica em baixa tensão, com cabos condutores sem isolamento elétrico	Gestão de combustível numa faixa de largura não inferior a 3m para cada um dos lados da projeção vertical do cabo condutor	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas
Redes de transporte de gás e de produtos petrolíferos	Gestão de combustível numa faixa lateral de terreno confinante numa largura não inferior a 7 m para cada um dos lados, contados a partir do eixo da conduta	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas

Atividade no território	Regras gerais de gestão de combustível	Entidade responsável
Locais de instalação de infraestruturas de suporte ao Sistema Integrado de Redes de Emergência e Segurança de Portugal	Gestão de combustível numa faixa envolvente com largura padrão de 7 m	Entidades públicas ou privadas responsáveis pelas respetivas infraestruturas
Parques de campismo e caravanismo, estabelecimentos hoteleiros, nas áreas de localização empresarial, estabelecimentos industriais, postos de abastecimento de combustível, plataformas de logística, instalações de produção e armazenamento de energia elétrica ou de gás e aterros sanitários	Gestão de combustível numa faixa envolvente com uma largura padrão de 100 m	Entidades gestoras ou, na falta destas, os proprietários das instalações.
Na envolvente das áreas edificadas, quando confinante com territórios florestais	Gestão de combustível numa faixa envolvente com largura padrão de 100 m a partir da interface de áreas edificadas	Proprietários, arrendatários, usufrutuários ou entidades que, a qualquer título, aí detenham terrenos
Edifícios que estejam a ser utilizados para habitação ou atividades económicas	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de combustível numa faixa com largura padrão de 50 m, medida a partir da alvenaria exterior do edifício, caso esta faixa abranja territórios florestais; • Gestão de combustível numa faixa com largura de 10 m, medida a partir da alvenaria exterior do edifício, caso a faixa abranja territórios agrícolas. 	Proprietários, arrendatários, usufrutuários ou entidades que, a qualquer título, aí detenham terrenos

Para a execução das faixas de gestão de combustível, o artigo 56.º, n.º 1, “b”, do SGIFR traz a solução de constituição de servidões administrativas⁵² nos terrenos abrangidos pela rede secundária⁵³ de faixas de gestão de combustível, estabelecendo o “*dever de facultar aos terceiros responsáveis pela execução dos deveres de gestão de combustível a cargo das entidades gestoras das infraestruturas e dos estabelecimentos de atividades económicas, equipamentos e centrais electroprodutoras, nos termos previstos nos n.ºs 4 e 5 do artigo 49.º, o acesso aos terrenos necessários para o efeito, mediante notificação com antecedência mínima de 10 dias úteis*”.

No entanto, à semelhança do que ocorre com as redes primárias de gestão de combustível, quanto às redes secundárias, os critérios de gestão de combustível em vigor a serem observados na execução e manutenção destas faixas são por ora aqueles estabelecidos no anexo ao SNDFCI, conforme dispõe o artigo 79.º, n.º 7, do SGIFR.

⁵² O artigo 56.º, n.º1, SGIFR dispõe o seguinte: “Nos terrenos abrangidos pela rede primária de faixas de gestão de combustível, pelas áreas estratégicas de mosaicos de gestão de combustível, pela rede secundária de faixas de gestão de combustível, pela rede de pontos de água e pela RNPV, previstas nas alíneas a), b), d), f) e g) do n.º 2 do artigo 46.º **são constituídas servidões administrativas**, estabelecendo o seguinte para os respetivos proprietários, usufrutuários, superficiários e para os arrendatários ou detentores a outro título” (grifo nosso)

A solução adotada, do estabelecimento de servidões administrativas na totalidade dos terrenos abrangidos pela rede secundária de faixas de gestão de combustível é controversa. Ademais, não nos parece que faça sentido, pela própria natureza do instituto da servidão, estabelecer tal ônus real sobre os prédios onde se verifiquem “apenas” obrigações de gestão de combustível imputadas aos seus respetivos proprietários, arrendatários, usufrutuários ou entidades privadas, como decorrência da função social e função ecológica do direito que possuem, não implicando necessariamente a diminuição dos seus poderes dominiais sobre o bem com o qual se relaciona. Cfr. VITALI, Karoline, “A ‘Prova de Fogo’ das Servidões Administrativas: Contributos para o seu estudo a propósito das limitações ao domínio de propriedade no âmbito da gestão de incêndios florestais”, no prelo.

⁵³ A mencionada possibilidade também se aplica aos terrenos abrangidos pela rede primária de faixas de gestão de combustível e para a execução dos mosaicos de gestão de combustível determinados no artigo 52.º, n.ºs 2 e 3, SGIFR, consoante o n.º 1 do artigo 56.º, SGIFR. No entanto, os deveres decorrentes dessas servidões são aqueles estabelecidos na alínea a), n.º 1, do artigo 56.º, SGIFR.

At last but not the least, não podemos deixar de pontuar que, muito embora seja o SGIFR o regime jurídico da gestão de incêndios, aplicável à interface urbano-florestal, em vigor e a produzir efeitos desde janeiro de 2022, nos casos em que se verifiquem Planos Municipais de Defesa da Floresta Contra Incêndio que atendam aos requisitos dos números 1 e 2 do artigo 79.º do SGIFR⁵⁴, ainda são aplicáveis, especificamente nesses casos, as disposições do SNDFCI, quanto aos deveres de gestão de combustível na rede secundária de faixas de gestão de combustível e às respectivas contraordenações.

Rede terciária de faixas de gestão de combustível

As faixas de gestão de combustível que integram a rede terciária cumprem a função de isolamento de potenciais focos de ignição incêndios, assumindo, portanto, um interesse nitidamente local.

A rede terciária de faixas de gestão de combustível é constituída pelas redes viária, divisional, e outras infraestruturas das unidades locais de gestão florestal ou agroflorestal. Por força do artigo 51.º, n.º 2, SGIFR, a rede em apreço é definida nos instrumentos de gestão florestal.

⁵⁴ Os n.ºs 1 e 2 do artigo 79.º, SGIFR, foram recentemente alterados pelo Decreto-Lei n.º 56/2023, de 14 de julho, que alargou os prazos de vigência dos PMDFCI que atendam às seguintes hipóteses:

“1 — Os planos municipais de defesa da floresta contra incêndios em vigor produzem efeitos até 31 de dezembro de 2024, sendo substituídos pelos programas sub-regionais de ação e programas municipais de execução previstos no presente decreto-lei.

2 — Os planos municipais de defesa da floresta contra incêndios cujo período de vigência tenha terminado até 31 de dezembro de 2021, mantêm-se em vigor até 31 de dezembro de 2024, sem prejuízo da sua atualização ou da sua revogação pelos programas sub-regionais de ação e por programas municipais de execução de gestão integrada de fogos rurais.”

Regulamentação das regras construtivas tendo em consideração o risco de incêndio rural

Uma das inovações⁵⁵ do SGIFR consiste na regulamentação de regras de direito da construção a ser observadas pelas construções situadas na IUF, que veio a ser realizada pelo Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho, como forma de densificar o disposto nos artigos 60.º e 61.º do SGFIR, os quais fazem referência à “*adoção de medidas de proteção relativas à resistência do edifício à passagem do fogo*”, dispondo sobre as medidas de proteção à passagem do fogo nas obras de edificação considerando o desempenho dos elementos e materiais de construção do edifício à exposição aos incêndios rurais.

O Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho busca, assim, realizar a classificação do risco de incêndio de um edifício individualmente considerado, tendo em conta a sua exposição ao fluxo de calor estimado, através da determinação da Classe de Exposição ao Incêndio Rural (CEIR)⁵⁶, que poderá corresponder à classe de risco

⁵⁵ Até a sua publicação, os diplomas aplicáveis no território português que versavam sobre a adoção de medidas para a proteção dos edifícios contra incêndios tinham em consideração os incêndios com origem no próprio edifício, não ponderando aspetos como a localização do edifício e a sua envolvente, e tampouco os níveis de risco de fogos rurais ou o do fluxo de calor destes a que o edifício possa estar sujeito. É o caso do Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndios em Edifícios — SCIE (Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de novembro), e do Regulamento Europeu de Produtos de Construção [Regulamento (UE) n.º 305/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 9 de março de 2011]. Para maiores desenvolvimentos acerca destes diplomas, cfr. OLIVEIRA, Fernanda Paula [et. al.], “Direito da Construção e Incêndios Florestais: A Necessária Regulamentação Jurídica dos Materiais e Técnicas Construtivas na Interface Urbano-Rural”, in *O Direito da Construção — Questões e Desafios*, Atas do Encontro Anual da Ad Urbem, Fernanda Paula OLIVEIRA [et. al.] (Coord.), Coimbra: Almedina, 2023, pp. 163-183.

⁵⁶ Nos termos do Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho, a definição da Classe de Exposição ao Incêndio Rural tem como base (i) o cenário de combustível onde o edifício se localiza (que poderá ser *terreno com herbáceas; terreno com herbáceas e árvores; terreno com arbustos; terreno com arbustos e árvores*) e (ii) o declive médio do terreno.

baixa ou média, alta ou muito alta e extrema. E, para a determinação do fluxo de calor a que um edifício está sujeito, importa a determinação da “Distância de Separação” (DS), que corresponde à distância em metros entre a vegetação mais próxima e o edifício. E, com base nos diferentes cenários de CEIR e de DS, o referido Despacho especifica, nos seus artigos 5.º a 8.º e no seu anexo, os elementos que devem atender aos padrões de resistência ao fogo e de reação ao fogo, bem como os respetivos padrões — os quais podem variar, no caso dos telhados e coberturas, consoante estejam dentro ou fora de APPS.

Apesar da inovação e do reconhecido avanço trazido pelo referido despacho, ainda há um caminho a ser percorrido para a melhor regulação dos materiais e técnicas construtivas para a proteção de edifícios na IUF. É necessário, por exemplo, ter em consideração o *tipo de vegetação* para a melhor definição da CEIR e da DS, bem como a necessária “*consideração integrada*” dos riscos de fogos rurais a que uma construção está sujeita — isto é, o fluxo de calor, risco de ser atingido por brasas ou faíscas e o risco de contato direto com as chamas — e não apenas do fluxo de calor, como se verifica hodiernamente.

E, por força da garantia do existente, as regras trazidas pelo Despacho n.º 8591/2022, de 13 de julho, aplicam-se apenas às novas construções ou intervenções permitidas ao abrigo do SGIFR. Assim, permanece ainda o desafio relacionado à adequação das operações já concretizadas às novas exigências construtivas para a proteção dos edifícios contra os fogos rurais.

7.2. Incêndios na interface urbano-florestal — os seguros como parte da resposta?

O papel dos seguros no problema dos incêndios em habitações na interface urbano-florestal: da compensação à prevenção de danos

Podemos descrever o contrato de seguro como o contrato através do qual o segurador se obriga, mediante remuneração (o prémio), a cobrir o risco de ocorrência de um evento incerto (sinistro), que pode provocar consequências desfavoráveis na esfera do segurado (perturbando por isso um interesse do segurado)⁵⁷. O modo como o segurador cobre o risco, protegendo o interesse do segurado, é obrigando-se a efetuar uma prestação (normalmente) ao segurado, em caso de sinistro.

Daqui já decorre que os seguros são uma via de *compensação de perdas*⁵⁸. A compensação é *importante desde logo pelos seus efeitos económicos e sociais*. Mantém as atividades económicas em funcionamento (vg., permitindo a reparação ou substituição de bens afetados) e evita assim o empobrecimento dos sujeitos atingidos.

A compensação tem também efeitos sobre a prevenção de danos. O pagamento da prestação seguradora pode permitir a reconstrução expedita do imóvel, evitando que este permaneça degradado e

⁵⁷ Principais abreviaturas utilizadas: ASF: Autoridade de Supervisão de Seguros e Fundos de Pensões; EIOPA: *European Insurance and Occupational Pensions Authority*.

⁵⁸ Sobre o seguro como instrumento de compensação e de prevenção de danos, Maria Inês de Oliveira Martins, "Seguro e responsabilidade civil", BFDUC, 2020, pp. 241-290, pp. 242-267. Para uma análise mais alargada dos efeitos da falta de compensação seguradora, ECB/EIOPA, *Policy options to reduce the climate insurance protection gap, Discussion Paper*, ECB

EIOPA, 2023, disponível em https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/ecb_policyoptions_EIOPA~c0adae58b7.en.pdf (consultado pela última vez a 01.09.2023), pp. 9-14.

exposto a riscos; e pode mesmo permitir uma reconstrução que o torne mais resistente ao fogo.

Por outro lado, os seguros desempenham também uma *função de prevenção de danos*, podendo incentivar a adoção de medidas de controlo do risco pelos proprietários. Os seguradores são peritos na análise de riscos e podem condicionar quer o acesso ao seguro, quer a oferta de melhores condições (cobertura mais ampla, ou sobretudo mais barata), à adoção de medidas de controlo do risco⁵⁹. Poderia tratar-se da adoção de técnicas e modelos construtivos mitigadores do risco (vg., instalação de vidros duplos, de isolamento não inflamável sob a cobertura do mercado), de medidas de autoproteção (instalação de aspersores, de cortinas ignífugas, gestão de materiais combustíveis em torno da casa)⁶⁰.

A falta de disponibilidade dos seguros na cobertura de riscos de incêndio em habitações na interface urbano-florestal

Identificado o interesse prático na proteção seguradora, resta saber se esta está disponível para os riscos em análise. Foi com essa preocupação que, no âmbito da colaboração da Associação Portuguesa de Seguradores com o Projeto *House Refuge*, fizemos circular um questionário entre as participantes do mercado de

⁵⁹ Usa-se a este respeito o termo "*impact underwriting*" — ECB/EIOPA, *Policy options...*, cit., pp. 18-19.

⁶⁰ Cfr. respetivamente Deives de Paula/João Paulo C. Rodrigues, Relatório no. 6, *Melhores práticas construtivas para mitigação do risco de incêndio rural*, Projeto *House Refuge*, 2023, disponível em https://adai.pt/houserefuge/wp-content/uploads/2023/07/Deliverable-6-Fire-Wise-Tecnologies_V1.pdf (consultado pela última vez a 25.08.2023), pp. 8 e ss., e Miguel Almeida/José Góis/Hadassa Lima, *Análise da gestão de combustíveis naturais na envolvente imediata às habitações isoladas em Portugal Continental*, Projeto *House Refuge*, 2020, disponível em https://adai.pt/houserefuge/wp-content/uploads/2021/03/Deliverable_2_padroes-casa_envolvente.pdf (consultado pela última vez a 25.08.2023), pp. 19 e ss.

cobertura destes riscos. Os resultados foram claros, demonstrando uma postura cautelosa, tendo a larga maioria das respondentes (9/14) afirmado que se a habitação estiver exposta a incêndios rurais, a aceitação do risco é *a priori* recusada, admitindo-se situações de exceção em que será feita uma análise casuística⁶¹.

Com menor granularidade, o ”*Dashboard on insurance protection gap for natural catastrophes*” elaborado pela EIOPA, e lançado em dezembro de 2022, identifica convergentemente em relação a Portugal uma lacuna de proteção contra riscos de incêndio⁶².

A situação não é, portanto, a desejável, cumprindo diagnosticar razões para a lacuna e modos de a superar.

Razões para uma lacuna de proteção e vias para as superar — o lado da procura

No questionário realizado, detetámos problemas que provêm do lado da *oferta de seguros*. A lacuna é, contudo, também produto do outro lado do mercado: da falta de *procura de seguros*. Está em falta uma análise empírica exaustiva das causas e extensão da lacuna.

⁶¹ A pesquisa foi respondida por um total de 14 seguradoras, correspondendo, segundo informação prestada pela Associação Portuguesa de Seguradores, a 93% da quota de mercado em termos de prémios de seguros de Multiriscos Habitação em 2020 (Dulce Lopes/Karoline Vitali/Luís Mário Ribeiro/Maria Inês de Oliveira Martins/Miguel Almeida, Relatório no. 4, Resultados do questionário sobre a situação atual do mercado de cobertura seguradora do risco de incêndio em habitações rurais — práticas e perceções presentes, Projeto House Refuge, 2021, p. 4 e p. 15.

⁶² Cfr. https://www.eiopa.europa.eu/tools-and-data/dashboard-insurance-protection-gap-natural-catastrophes_en Com dados relativos a Dezembro de 2022, EIOPA, The Dashboard on insurance protection gap for natural catastrophes in a nutshell (EIOPA-22/507), 2022, disponível em <https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2022-12/dashboard-on-insurance-protection-gap-for-natural-catastrophes-in-a-nutshell.pdf> (consultado pela última vez a 24.08.2023), pp 5-7. Para uma crítica da metodologia seguida no Dashboard, cfr. porém <https://www.insuranceeurope.eu/mediaitem/526fff3d-d83c-45f1-937a-27824b8b50a9/Response%20to%20EIOPA%20consultation%20on%20insurance%20protection%20gap%20dashboard%20for%20natural%20catastrophes.pdf>.

Na base da informação disponível, faremos uma problematização em termos gerais.

A análise poderá, deste modo, ser prestável para compreender os problemas da cobertura de riscos com características similares: os que implicam *unidades de exposição de pequena dimensão*, ou seja, cujo valor é pequeno e que correspondem a prémios de baixo valor, mas se encontram *expostas a eventos catastróficos*.

Falta de procura suficiente

Na falta de procura de seguros entram tanto fatores subjetivos, relativos à *perceção da importância da cobertura*; como fatores materiais, relativos à sua acessibilidade financeira ("*affordability*")⁶³.

De entre os fatores subjetivos, salientam-se enviesamentos cognitivos que levam à aquisição de *menos cobertura* do que a que corresponderia a uma escolha racional. Trata-se, por exemplo, da tendência para *hipervalorizar o consumo atual do dinheiro, para ser excessivamente otimista*, ou para *temer especialmente o arrependimento*, sobrevalorizando a cobertura a perdas frequentes e menos graves e subvalorizando a cobertura de perdas mais raras e graves. Pode também intervir a aversão a decisões que impliquem complexidade, ou que confrontem os sujeitos com tópicos que gerem medo ou sejam tabu⁶⁴.

⁶³ Com outra sistematização, mas resultados convergentes, EIOPA, Measures to address demand side aspects of the natcat protection gap, Staff Paper, 2023, disponível em <https://www.eiopa.europa.eu/system/files/2023-07/EIOPA-BoS-23-217-Staff%20paper%20on%20measures%20to%20address%20demand-side%20aspects%20of%20the%20NatCat%20protection%20gap.pdf> (consultado pela última vez a 01.09.2023), p. 11.

⁶⁴ Tom Baker/Peter Siegelman, "Chapter 19, Behavioral economics and insurance law, The importance of equilibrium analysis", in The Oxford handbook of behavioral economics and the law, Eyal Zamir/Doron Teichman (coord.), Oxford University Press, New York, 2014, 491- pp. 498-502; Colin F. Camerer/Howard Kunreuther, "Decision

O enviesamento no sentido da aquisição de menos cobertura do que o racional tem sido diagnosticado justamente a propósito da cobertura de riscos ligados a eventos catastróficos, raros e causando perdas gravosas⁶⁵.

Estas preferências podem ser ditadas por fatores culturais, exprimindo-se num plano "macro" e levando a que, perante circunstâncias idênticas, a população de um grupo (vg., os habitantes de um país) tenda a adquirir mais cobertura do que a população de outro grupo.

Uma procura de cobertura abaixo do adequado pode também decorrer do facto de os sujeitos *confiarem que não suportarão os danos a final, já que o Estado tratará de os compensar*. Trata-se de uma manifestação do fenómeno de risco moral, que retrata a atuação aquém da diligência devida, quando os sujeitos não suportam todas as consequências das suas condutas⁶⁶. Por outro lado, a falta de procura pode decorrer de uma perceção geralmente negativa do mercado segurador, não se confiando em que honrará os seus compromissos; ou da crença em que os prémios são mais elevados do que o seu valor real.

Encontramos, por outro lado, fatores materiais que limitam a procura, relativos à acessibilidade da cobertura face ao poder de compra da população. Nesta relação interferem por um lado variáveis que modelem o poder de compra dos sujeitos — a maior ou menor riqueza do país e as desigualdades na sua distribuição.

processes for low probability events, Policy implications", *Journal of Policy Analysis and Management*, 4, 1989, pp. 565-592, pp. 568 e ss.

⁶⁵ David Krantz/Howard Kunreuther, "Goals and plans in decision making", *Judgment and Decision Making*, 3, 2007, pp. 137-168, pp. 140 e ss.; EIOPA, *Measures to address...*, cit., pp. 4 e 20-21.

⁶⁶ EIOPA, *Measures to address...*, cit., pp. 4 e 21 e, sobre o que dizemos abaixo, 17-19 e 12-14. Sobre o risco moral na contratação de seguros, Maria Inês de Oliveira Martins, "Risco moral e contrato de seguro", in Volume de Homenagem ao Prof. Doutor Aníbal de Almeida, António José Avelãs Nunes/Luís Pedro Cunha/Maria Inês de Oliveira Martins (coord.), Coimbra Editora, Coimbra, 2012, 637-676, passim.

Por outro lado, variáveis relativas ao lado da oferta, que travem a redução do preço — a falta de competitividade do mercado, ou de viabilidade de o segurador o segmentar, oferecendo preços mais baixos aos riscos também mais baixos⁶⁷.

Possíveis respostas

a) Medidas de apoio da autonomia privada

O enviesamento na *avaliação da importância da aquisição de seguros* pode ser contrabalançado por medidas que encaminhem a decisão dos sujeitos no sentido mais desejável.

Em primeiro lugar, servem aqui *campanhas de informação*, dirigindo-se Estados ou regiões, ou aos indivíduos diretamente afetados. A eficácia de medidas informativas exige o recurso a estratégias de comunicação. Por exemplo, exigir a divulgação, nos anúncios de venda de imóveis, do grau de risco de incêndio que corresponde a cada um, e dos custos para o mitigar (com medidas de adaptação de construções antigas, instalação de meios de autoproteção, ...)⁶⁸.

Coloca-se também a adoção de técnicas de "*nudging*"⁶⁹, dando destaque à informação sobre coberturas, para que esta seja

⁶⁷ Sobre a segmentação do mercado, Maria Inês de Oliveira Martins, "Sobre a discriminação dos portadores de VIH/sida na contratação de seguros de vida", BFDUC, 2, 2013, pp. 749-800, pp. 750-754.

⁶⁸ EIOPA, Measures to address..., cit., pp. 5 e 24-26.

⁶⁹ Para a definição original do termo, Richard H. Thaler/Cass R. Sunstein, Nudge, Improving decisions about health, wealth, and happiness, Yale University Press, New Haven/ London, 2008, pp. 6-8; para as suas limitações, e flexibilização de algumas notas da definição original, Luca Congiu/Ivan Moscati, "A review of nudges, Definitions, justifications, effectiveness", Journal of Economic Surveys, 36, 2022, pp. 188-213, pp. 191-197.

sobrevalorizada⁷⁰; ou obrigando à oferta combinada da cobertura de danos de incêndio com outros produtos bancários ou seguradores, tendo o proprietário que manifestar preferência diversa (“*opt out*”) caso não queira adquirir também a proteção contra riscos de incêndio (enviesamento a favor do *status quo*)⁷¹.

Trata-se, porém, de medidas muitas vezes limitadas aos novos adquirentes de casas. Para além disso, a real eficácia das medidas de “*nudging*” tem sido difícil de comprovar⁷². Por sua vez, as ofertas combinadas aumentam a complexidade dos produtos, o que dificulta a sua escolha racional.

Por último, cabem as medidas de simplificação da própria experiência de compra, digitalizando o processo e oferecendo comparadores de preço. A prática de descontos para que adote medidas de controlo do risco poderá ela própria ser um estímulo para adquirentes diligentes⁷³.

b) Seguros obrigatórios

Para lá do plano da voluntariedade, está a previsão de seguros obrigatórios. Para que seja efetiva, a obrigação tem de vir acompanhada

⁷⁰ Ainda se considera como estratégia de “*nudging*” a prestação de informações que tanto fornecem parâmetros úteis para o cálculo racional, como acionam enviesamentos cognitivos, L. Congiu/I. Moscati, “A review of nudges...”, cit., pp. 191-197; Peter Gulborg Hansen, “The definition of nudge and libertarian paternalism: does the hand fit the glove?”, *European Journal of Risk Regulation*, 1, 2016, pp. 155-174, pp. 168-169.

⁷¹ R. H. Thaler/C. R. Sunstein, *Nudge*.... cit., pp. 34-35. EIOPA, *Measures to address...*, cit., p. 29

⁷² Cfr. por um lado L. Congiu/I. Moscati, “A review of nudges...”, cit., p. 200; para uma panorâmica, Michael Hallsworth, “Making Sense of the “Do Nudges Work?” Debate” (<https://behavioralscientist.org/making-sense-of-the-do-nudges-work-debate/>). Sobre o que dizemos de seguida, EIOPA, *Measures to address...*, cit., pp. 16, 22-23.

⁷³ EIOPA, *Measures to address...*, cit., pp. 5, 27-30.

de um sistema de aceitação obrigatória de riscos pelo mercado segurador, à semelhança do que existe para o seguro automóvel⁷⁴.

O *dever de contratar* não garante que o seguro se torne *economicamente acessível a toda a população afetada*. O maior ou menor embaratecimento dos prémios depende também de quanto se consiga dissolver os riscos agravados num conjunto mais alargado de riscos.

A previsão de um seguro a preço mais baixo exigiria, pois, que o *universo de segurados cujos prémios suportassem o risco agravado fosse mais alargado*. Em lugar de distribuir os prémios agravados também pelos adquirentes de seguro facultativo — o que levaria ao seu encarecimento e indesejável quebra da sua procura — poderá ser mais vantajoso abordar os riscos catastróficos de modo integrado. Por exemplo, criando um sistema de cobertura obrigatória de vários riscos entre si não correlacionados (sismos, incêndios florestais, inundações, tempestades)⁷⁵, que possa trazer vantagens para os proprietários espalhados por todo o território.

Ainda assim, os prémios poderão permanecer incomportáveis para parte da população, colocando-se a questão difícil do ponto de vista do direito constitucional da sanção para a falta de cobertura.

O sistema de seguro obrigatório deve manter o incentivo dos proprietários na prevenção do dano⁷⁶. A cobertura não deve, pois, ser integral, e deve ser sensível ao grau de risco que o imóvel enfrente.

⁷⁴ Colocação obrigatória, de acordo com listagem anual elaborada pela ASF, do risco que seja recusado por pelo menos três seguradores (art. 18.º do Regime do seguro obrigatório de responsabilidade civil automóvel, Decreto-lei 291/2007, de 21 de agosto, e Norma 9/2006-R, de 24 de Outubro de 2006, da ASF).

⁷⁵ A mutualização de riscos catastróficos de natureza diferente (inundação, terremoto, maremoto, erupção, terrorismo, rebelião,...) é a abordagem seguida em Espanha pelo Consorcio de Compensación de Seguros (cfr. https://www.conorseguros.es/web/documents/10184/232010/SEGURO_RREE_2019ES.pdf/86b4dd09-815e-4914-aa0f-f252f457bede).

⁷⁶ ECB/EIOPA, Policy options..., cit., pp. 26-27.

c) Financiamento público

A superação da falta de poder de compra pode requerer a subsídio pública da cobertura, quer através da subvenção direta dos prémios, quer através de créditos fiscais em relação ao montante despendido neles. A previsão de créditos fiscais apenas terá efeitos práticos para a população que ultrapasse limiares mínimos de rendimento, tendo imposto a pagar.

Razões para uma lacuna de proteção e vias para as superar — o lado da oferta

Falta de oferta suficiente

Está aqui em causa tanto a falta de disponibilidade de qualquer cobertura, mesmo básica, quanto a sua falta de disponibilidade para eventos de maior gravidade.

a) Falta de parâmetros fiáveis para cálculo do prémio

Na cobertura de riscos pequenos e massificados, como os riscos de incêndio em habitações na interface urbano-florestal, o segurador serve-se fundamentalmente da técnica da mutualização. Servindo-se de estatísticas e de estimativas, o segurador calcula quais as perdas prováveis que um conjunto de sujeitos expostos ao mesmo risco sofrerá, e divide então esse valor pelo conjunto de segurados. Uma vez que nem todos os sujeitos serão atingidos por sinistros o prémio pago pelos que ficam incólumes serve para pagar as prestações devidas aos sinistrados.

Em relação aos seguros contra incêndios florestais, aponta-se para que, no contexto atual de alterações climáticas, não estão

ainda disponíveis bons modelos para prever as perdas prováveis nos próximos anos⁷⁷. Por outro lado, os riscos de incêndio na mesma região poderão estar positivamente correlacionados entre si — o fogo que atinge uma propriedade pode propagar-se para propriedades vizinhas —, exigindo que as projeções sejam corrigidas por margens de segurança para absorver esta complexidade acrescida.

A dificuldade em obter parâmetros fiáveis exprime-se na ausência total de oferta, ou no aumento do prémio, por precaução — o que, poderá afastar a procura necessária a tornar o negócio sustentável.

b) Má qualidade dos riscos em geral

Os riscos em causa são percebidos como de elevada perigosidade, ou seja, de "má qualidade". Assinala-se a da alteração dos padrões climáticos, a baixa resistência dos edifícios ao fogo (dadas as técnicas de construção utilizadas), e o incumprimento de regras administrativas, sobretudo relativas à gestão de combustíveis, sem haver devida fiscalização do cumprimento.

c) Inviabilidade da seleção de "bons riscos"

O segurador poderá contrariar estas tendências procurando que na sua carteira existam apenas segurados de risco baixo — ditos "bons riscos". Isso permite-lhe cobrar um prémio mais baixo também, podendo captar mais procura e procura de baixo risco (que não se dispõe a pagar prémios elevados).

Como referimos acima, é através da *avaliação dos riscos, feita no início e no curso do contrato*, que o segurador incentiva a adoção de *boas práticas*, e se prossegue a finalidade da *prevenção de danos por incêndio*.

⁷⁷ Conforme apontado no contexto de reuniões preparatórias do webinar "The insurance sector and the protection of dwelling houses against wildfires", organizado no âmbito do projeto House Refuge (<https://adai.pt/houserefuge/webinar-o-setor-dos-seguros-e-a-protecao-de-habitacoes-contraincendios-rurais/>).

Para avaliar a probabilidade de sinistro e a dimensão da perda associada, o segurador pode tomar em consideração certos *fatores*, quer "dinâmicos" (vg., gestão de faixas limpas de vegetação), quer "estáticos" (vg., localização da casa, tipo de construção), conforme requeiram ou não que o segurado adote medidas para a sua preservação.

É *muito limitada a possibilidade de absorver estes custos de verificação, num segmento onde a procura não se mantém perante cobrança de prémios elevados*. Mesmo os métodos de *avaliação do risco menos dispendiosos* — os que se fazem uma única vez e através da simples consulta de documentos (por exemplo, através de fotografias, projetos e descritivos de obra para atestar as características da construção) — são vistos, por alguns seguradores, como *excessivos para os prémios do segmento em causa*.

Respostas possíveis

a) Melhorias técnicas

Foi várias vezes salientado que introdução de melhorias no plano técnico poderá suportar uma expansão da cobertura⁷⁸. Desde logo, no *plano da técnica atuarial*, através de *modelos atualizados* para previsão de riscos de incêndio rural.

Em segundo lugar, no plano da avaliação dos riscos singulares, a introdução de técnicas automatizadas pode diminuir *significativamente os custos de verificação*. Será o caso, por exemplo, da verificação de documentos através de inteligência artificial, com capacidade de reconhecimento de texto; ou a análise de imagens

⁷⁸ Cfr. D. Lopes/K. Vitali/L. M. Ribeiro/M. I. de Oliveira Martins/M. Almeida, Relatório no. 4, cit., pp. 16-17, e nota anterior.

(inclusivamente recolhidas por satélite) para avaliar, por exemplo, o cumprimento das medidas de gestão de combustíveis.

b) Certificação por terceiros

Trata-se de colocar a avaliação e certificação do risco individual a cargo de terceiro, que não o segurador, para que os seus custos não se repercutam sobre os prémios.

A certificação poderia ficar a cargo de entidades privadas, sendo custeada pelos segurados individuais. Terá então de superar os óbices da falta de procura de cobertura, quer por falta de perceção da sua importância, quer por falta de acessibilidade financeira. Poderá, em alternativa, ficar a cargo de entidades públicas, ou ser subsidiada — o que depende da existência de meios técnicos e humanos na Administração pública, ou da canalização de meios financeiros para o efeito.

Seguros paramétricos

Os seguros paramétricos são contratos pelos quais o segurador se obriga a efetuar pagamentos pré-determinados aos segurados, assim que se supere um certo índice (vg., intensidade de um sismo, volume de pluviosidade, força de tempestades, intensidade de incêndios) ⁷⁹. Estes pagamentos são automáticos e são independentes de o segurado sofrer um dano em concreto. No entanto, não se

⁷⁹ Sobre a figura, Emmanuel Berthelé, "Chapter 5. Using big data in insurance", in *Big data for insurance companies*, Marine Corlosquet-Habart/Jacques Janssen (coord.), ISTE/ Wiley, 2018, 131-161, pp. 145-146; Swiss RE, *What is parametric insurance?*, 2023, disponível em https://corporatesolutions.swissre.com/insights/knowledge/what_is_parametric_insurance.html (consultado pela última vez a 01.09.2023).

trata de um simples instrumento financeiro derivado, já que *o seguro apenas é contratado com sujeitos expostos a riscos associados àquele índice*. Por exemplo, convencionou-se que o segurado terá direito a um montante x se ocorrer um furacão com intensidade superior a y num raio de 50 milhas contadas em torno do local de risco (vg., instalações do segurado). No caso do incêndio, seriam apenas proprietários de habitações situadas na região em relação à qual o índice fosse calculado.

Uma grande vantagem destes seguros é a sua *simplicidade*, dispensando-se a aferição do nível específico de risco enfrentado por aquele segurado, e dispensando-se todo o processo de regulação do sinistro, no qual se procede ao apuramento dos danos sofridos⁸⁰. Acelera-se assim *grandemente o processo de pagamento*, permitindo que os segurados rapidamente obtenham liquidez para reparar os seus danos; e embaratece-se os prémios, já que remove boa parte dos custos administrativos.

Este produto tem, porém, limitações. Desde logo, embora o produto funcione de modo simples, ele *assenta em cálculos complexos*, associados à previsão de eventos muito incertos. Como tal, o negócio tem sido mais desenvolvido por *insurtechs*, e menos por seguradores "incumbentes".

A limitação decisiva — que é também a virtude central do produto — é a de que, logo por desenho, *as prestações seguradoras não se definem por um dano sofrido pelo segurado*⁸¹. Tal é problemático quando o *evento não tem a intensidade necessária a acionar a cobertura, apesar de o segurado sofrer danos*. Tem-se tentado minorar o problema através da construção de produtos em escada, dando lugar a pagamentos progressivamente maiores à medida que

⁸⁰ Jannis Gutbrod/Andreas Göhl, "Parametrische Risikotransferlösung für Forderungsausfallrisiken ART, Option für alle Unternehmen?", VW, 2023, pp. 100-105, pp. 101, 103-104.

⁸¹ Swiss RE, What is parametric, cit., passim.

o índice superado aumenta também, ou da sua associação a múltiplos eventos acionadores de pagamento ("*triggers*")⁸². Tal aumenta, porém, a complexidade dos cálculos para o ofertante do produto.

É, pois, fundamental sublinhar que o produto não serve para eixo central da cobertura⁸³. O seu papel é o de complemento das coberturas base, fornecidas por seguros convencionais.

Acresce que o facto de o produto não ter tido ainda uma penetração substancial no mercado nacional gera dúvidas quanto ao seu funcionamento. Os índices que regem os seguros paramétricos mais convencionais não são influenciáveis por atuação humana individualizável (vg., o fato de ocorrer um sismo ou tempestade para lá de certa intensidade não é atribuível à atuação de um sujeito em particular); mas a ocorrência de um incêndio acima de certa intensidade pode já ser causada por ação do segurado ou de terceiro. Coloca-se, pois, a questão de saber até que ponto se aplicam aqui certos aspetos do regime típico do seguro, como o da não cobertura de factos dolosos (art. 46.º RJCS), ou o da sub-rogação do segurador nos direitos do segurado contra o causador do dano (art. 136.º RJCS). A natureza deste produto, entre o seguro e o contrato derivado, é de molde a deixar dúvidas, especialmente quanto ao segundo ponto.

Expansão do mercado de resseguros

O resseguro é um seguro que protege o património dos próprios seguradores, face ao risco de terem de fazer desembolsos por

⁸² Cfr. https://corporatesolutions.swissre.com/insights/knowledge/10_myths_about_parametric_insurance.html, myth 1.

⁸³ Swiss RE, What is parametric, cit., passim.

ocorrência de sinistros⁸⁴. É, pois, um modo de distribuir por mais patrimónios os impactos da ocorrência de sinistros.

A obtenção de resseguro é fundamental para que o segurador se disponha a aceitar riscos cuja evolução pode ser imprevisível e implicar grande sinistralidade. Mas mesmo o mercado ressegurador tradicional (o património dos resseguradores) tem limites. Uma das vias para aumentar a oferta de resseguros é o de colocar os riscos fora do mercado de seguros, no mercado de capitais, emitindo valores mobiliários (vg., *cat-bonds*) ou distribuindo contratos derivados associados a índices de sinistralidade (vg., *cat options*)⁸⁵. Consegue-se assim aceder ao financiamento no mercado de capitais, e aumentar a oferta de resseguro, baixando o seu preço e assim também os prémios.

Salienta-se, porém, que os mercados financeiros são voláteis, não se podendo confiar numa procura continuada deste tipo de instrumentos. Uma acumulação de eventos catastróficos, ou um contexto de taxas de juro elevadas, poderá reduzi-la consideravelmente⁸⁶.

Parcerias público-privadas

Quando falamos de parcerias público-privadas neste contexto, falamos da afetação de fundos sob administração pública à cobertura de riscos⁸⁷. Podem ser *mecanismos de resseguro público*, determinando prestações a favor dos seguradores; ou *mecanismos de seguro público*, efetuando prestações diretamente a favor dos segurados.

⁸⁴ Margarida Lima Rego/Diogo Costa Seixas, "O contrato de resseguro", in *Temas de Direito dos seguros*, A propósito da nova Lei do Contrato de Seguro, Margarida Lima Rego (coord.), Almedina, Coimbra, 2016, 287-326, pp. 287-304 para as notas gerais.

⁸⁵ Com grande enfoque nas *cat-bonds*, ECB/EIOPA, *Policy options...*, cit., pp. 20-24.

⁸⁶ ECB/EIOPA, *Policy options...*, cit., p. 21.

⁸⁷ ECB/EIOPA, *Policy options...*, cit., pp. 25-27.

Os mecanismos de resseguro público podem ter particular importância fornecendo *proteção de última linha em caso de eventos de alta gravidade e baixa frequência*. Pondera-se mesmo estabelecer um fundo europeu para cobertura de catástrofes de grande impacto, associadas às alterações climáticas⁸⁸. Entre os mecanismos de seguro público, pode citar-se o seguro de riscos extraordinários fornecido pelo espanhol *Consórcio de Compensación de Seguros*, que funciona como um adicional obrigatório de cobertura de riscos catastróficos, para quem contratar seguros de habitação⁸⁹.

Uma limitação destes modelos reside no facto de não ajustarem o nível de proteção conferido à adoção de medidas de controlo do risco por parte de cada segurado, ou mesmo de cada país. Tem-se proposto, porém, que a arquitetura dos fundos seja desenhada para estimular a prevenção, deixando obrigatoriamente parte dos danos a descoberto e condicionando-os à adoção de medidas preventivas, por particulares ou por Estados⁹⁰.

Uma questão que frequentemente se levanta a propósito de fundos de garantia em geral concerne à sua sustentabilidade financeira. Caso os fundos sejam levados a prestar em larga escala — porque se materializaram vários eventos catastróficos —, isso poderá exaurir as suas disponibilidades, obrigando a um reforço do património por parte dos poderes públicos.

⁸⁸ ECB/EIOPA, Policy options..., cit., pp. 3-4, 28 e ss.

⁸⁹ Cfr. https://www.conorseguros.es/web/documents/10184/232010/SEGURO_RREE_2019ES.pdf/86b4dd09-815e-4914-aa0f-f252f457bede. Conforme informação obtida no *webinar* referido na nota 28, neste momento o seu custo é de 15 euros.

⁹⁰ ECB/EIOPA, Policy options..., cit., pp. 3-4, 27. Sobre a promoção de finalidades de prevenção do dano através de fundos de garantia, Jonas Knetsch, *Le droit de la responsabilité et les fonds d'indemnisation, Analyse en droits français et allemand*, L. G. D. J., Paris, 2013, pp. 359 e ss.

Regras de ordenamento do território de construção, sua fiscalização e coercibilidade

O papel das regras de ordenamento do território e de construção será tão mais importante quanto mais elas forem adequadas (vg., fazendo exigências de construção e gestão de combustíveis adequadas), e quanto mais efetiva for a sua fiscalização⁹¹. Podem valer medidas de estímulo positivo, como a subvenção, eventualmente através de créditos fiscais, das medidas de adaptação das habitações⁹².

A sociedade civil

Por último, cumpre realçar o papel da sociedade civil, ou seja, das organizações de base das comunidades especialmente afetadas. Estas organizações poderão ter um papel importante enquanto interlocutor direto dos seguradores, negociando soluções conjuntas de cobertura e organizando processos de prova do cumprimento de requisitos de controlo do risco.

7.3. Conclusões

Reconhecida a importância dos seguros na compensação e prevenção de danos causados por incêndios florestais em habitações na interface urbano-florestal, a sua contratação efetiva está, contudo, aquém do nível adequado. A lacuna provém tanto de falta de procura, como de falta da oferta desejáveis. A sua colmatação parece

⁹¹ D. Lopes/K. Vitali/L. M. Ribeiro/M. I. de Oliveira Martins/M. Almeida, Relatório no. 4, cit., p. 16-17.

⁹² Cfr. a referência em ECB/EIOPA, Policy options..., cit., p. 30.

depende, mais do que de uma receita precisa, de uma combinação de soluções que possam alterar as percepções da procura e estimular a oferta, aliando o poder público, financiador, prestador e fiscalizador, e as comunidades afetadas. O controlo do risco será mais eficaz se for suportado em todo um ecossistema de intervenções administrativas, da sociedade civil, e do mercado segurador. E a distribuição do dever de compensar poderá também ser mais sustentável quando distribuída entre fundos administrativos e do mercado segurador.

(Página deixada propositadamente em branco)

8.
CONCLUSÕES

(Página deixada propositadamente em branco)

Miguel Almeida

ADAI — Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial,
Universidade de Coimbra

Os elevados impactos ambientais, económicos e sociais decorrentes dos incêndios rurais têm recebido considerável atenção por parte da comunidade científica, do poder político e da sociedade em geral. Entre esses impactos, destacam-se os danos causados pelo fogo na interface urbano-florestal, especialmente nas áreas edificadas, devido à maior presença de pessoas e bens essenciais ao funcionamento da sociedade. A compreensão do comportamento do fogo nessas áreas e as melhores práticas de gestão do risco de incêndio são, portanto, de importância vital.

Esta publicação compila os principais resultados do projeto *House Refuge*, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, o qual foi desenvolvido em Portugal. O seu objetivo principal é partilhar conhecimento sobre a gestão do risco de incêndio rural em construções isoladas e na sua envolvente, até uma distância de 50 m. Os conteúdos descritos serão certamente úteis para os cidadãos com edifícios localizados em áreas suscetíveis a incêndios rurais, resumindo boas práticas que podem ser adotadas para proteger as suas residências. Além disso, neste livro, são apresentadas medidas de minimização do risco, as quais podem ser aplicadas em estudos técnicos e projetos de arquitetura, visando construir edifícios e espaços menos vulneráveis aos incêndios rurais, resultando em territórios mais preparados para os inevitáveis incêndios rurais. Os

conceitos e resultados apresentados também podem servir de base para a autoridade reguladora no estabelecimento de requisitos regulamentares de gestão do risco de incêndio tendo o conhecimento científico como suporte.

A abordagem adotada considera o risco de incêndio na construção e sua envolvente, dividindo-o em três componentes essenciais integradas para uma estratégia única de gestão de risco. Estas componentes incluem a envolvente ao edifício, com foco na gestão de combustíveis; a construção, com especial atenção aos materiais utilizados e ao projeto arquitetónico; e os sistemas de autoproteção, que podem assumir-se como medidas compensatórias viáveis, para edifícios construtivamente mais vulneráveis ou localizados em áreas com suscetibilidade extrema a incêndios rurais.

Em conclusão, destaca-se a significativa vulnerabilidade do edificado rural em Portugal, sobretudo dos edifícios mais antigos e sem manutenção adequada. Muitas vezes, essas estruturas são a residência da franja de população mais envelhecida e carenciada, para as quais melhorias efetivas só podem ser alcançadas com o apoio do Estado e da Sociedade.

O benefício da presença de vegetação na envolvente das construções, nomeadamente faixas de gestão de combustíveis, foi evidenciado neste livro. Essa vegetação pode atuar como obstáculo à transferência direta de calor por radiação e convecção, reduzindo simultaneamente a propagação do fogo por projeções de partículas incandescentes, em função da diminuição da turbulência atmosférica junto à construção. As várias espécies típicas da IUF portuguesa foram classificadas quanto à sua inflamabilidade e potencial para a libertação de partículas incandescentes, tendo sido determinadas distâncias mínimas de segurança que devem existir entre a vegetação e as construções.

Os aspetos arquitetónicos dos edifícios em zonas suscetíveis a incêndios rurais são determinantes para a vulnerabilidade a

incêndios rurais. Partes do edifício onde partículas incandescentes podem acumular-se são propensas ao surgimento de novas ignições e devem ser evitadas. Além disso, os materiais de construção devem ter classes de resistência elevada, especialmente aqueles usados nas fachadas mais expostas ao fogo. As componentes construtivas mais vulneráveis devem ser protegidas com elementos mais resistentes ao fogo, como por exemplo através do uso de portadas exteriores na proteção de janelas ou do uso de lajes resistentes ao fogo sob telhas para tornar os telhados menos vulneráveis.

Os sistemas de autoproteção contra incêndios rurais, embora pouco comuns, possuem um elevado potencial na proteção de edifícios. Foram apresentadas duas soluções acessíveis ao cidadão comum, tanto pela sua simplicidade e facilidade de instalação, como pelos custos razoáveis que apresentam. Esses sistemas, embora não garantam uma proteção absoluta do edifício, complementam eficazmente outras estratégias de proteção do edificado e podem ser usados como medidas compensatórias quando o cumprimento de algumas exigências regulamentares é difícil.

O uso de soluções de autoproteção com utilização de água são os mais frequentemente usados pelos cidadãos quando, pelos seus meios, enfrentam um incêndio rural. Estas soluções podem ser mais elaboradas, como os sistemas de aspersão ou de nebulização de água, como tão simples, como mangueiras. É, no entanto, importante que haja consciência de que, tanto a água, como a eletricidade, quando alimentadas por redes públicas, podem falhar em caso de incêndio. Assim, destaca-se a importância da autonomia em água e energia que todas as casas localizadas em zonas de maior perigosidade a incêndios devem ter.

Se este livro tiver servido para salvar pelo menos uma vida, tiver evitado a destruição de um casa, ou de alguma forma tiver contribuído para minimizar o sofrimento causado pelos impactos do incêndios rurais, já mereceu a pena ter sido escrito.

(Página deixada propositadamente em branco)

ANEXO

Classificação de reação ao fogo de coberturas e telhados em relação à ação de fogo exterior conforme a EN 13501-5:2016

Método de teste	Classificação	CrITÉrios de classificaÇão
CEN/TS 1187 Teste 1	B _{ROOF} (t1)	<p>Incêndio externo e interno propagado para cima <0,700 m; Incêndio externo e interno propagado para baixo <0,600 m; Comprimento máximo ardido externo e interno <0,800 m; Nenhum material em chamas (gotículas ou detritos) caindo do lado exposto; Sem partículas em chamas / incandescentes penetrando na construção do telhado; Nenhuma abertura de passagem > 25 mm²; Soma de todas as aberturas de passagem <4500 mm²; A propagação lateral do fogo não atinge as bordas da zona de medição; Sem combustão incandescente interna; Raio máximo de propagação do fogo em telhados “horizontais”, externos e internos <0,200 m</p>
	F _{ROOF} (t1)	Desempenho não determinado
CEN/TS 1187 Teste 2	B _{ROOF} (t2)	<p>As seguintes condições devem ser satisfeitas, tendo em conta as velocidades de vento durante o teste, de 2 m/s e de 4 m/s:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprimento médio danificado da cobertura e substrato <0,550 m; • Comprimento máximo danificado da cobertura e substrato <0,800 m.
	F _{ROOF} (t2)	Desempenho não determinado
CEN/TS 1187 Teste 3	B _{ROOF} (t3)	TE ≥ 30 min e TP ≥ 30 min.
	C _{ROOF} (t3)	TE ≥ 10 min e TP ≥ 15 min.
	D _{ROOF} (t3)	TP > 5 min.
	F _{ROOF} (t3)	Desempenho não determinado

Método de teste	Classificação	Critérios de classificação
CEN/TS 1187 Teste 4	$B_{ROOF}(t_4)$	Nenhuma penetração do sistema de telhado em 1 h. No teste preliminar, após a retirada da chama de teste, as amostras queimam num tempo <5 min. No teste preliminar, propagação da chama <0,38 m na região de queima.
	$C_{ROOF}(t_4)$	Sem penetração do sistema de telhado em 30 min. No teste preliminar, após a retirada da chama de teste, as amostras queimam por <5 min. No teste preliminar, propagação da chama <0,38 m na região de queima.
	$D_{ROOF}(t_4)$	O sistema de telhado é penetrado dentro de 30 min, mas não é penetrado no teste preliminar. No teste preliminar, após a retirada da chama de teste, as amostras queimam por <5 min. No teste preliminar, propagação da chama <0,38 m na região de queima.
	$E_{ROOF}(t_4)$	O sistema de telhado é penetrado dentro de 30 min, mas não é penetrado no teste preliminar. A propagação da chama não é controlada.
	$F_{ROOF}(t_4)$	Desempenho não determinado

(Página deixada propositadamente em branco)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M., Ribeiro, L. M., Modarres, M., & Viegas, D. X. (2021). *Regras para o Edificado e Envolvente nos Territórios Rurais*. 93. https://www.agif.pt/app/uploads/2022/07/Relatório-Regras-para-o-Edificado-e-Envolvente-dos-Territórios-Rurais_FW_final.pdf
- American Society for Testing Materials. ASTM E119-20: Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials, DOI: 10.1520/E0119-20, 2020.
- ANPC. (2018). *Aldeia Segura, Pessoas Seguras — Guia de Apoio à Implementação Edição*. Autoridade Nacional de Proteção Civil.
- AS 3959:2018 — Construction of buildings in bushfire-prone areas, Australian Standard 2018.
- International Code Council. 2021 International Wildland-Urban Interface Code, ISBN 978-60983-974-1, 2020.
- Banac, I. (1995). Nacionalismo no Sul da Europa. In *Nacionalismo e Nacionalismos na Nova Europa*. Itaca: Cornell University Press, 1995. p. 50-56.
- BRP. (2008). The Blue Ribbon Panel on Wildland/Urban Interface Fire. Blue Ribbon Panel. International Code Council (ICC), USA
- CEN/TS 1187:2012 — Test methods for external fire exposure to roofs, European Committee for Standardization (CEN).
- Cohen, J. D. (1995). Structure Ignition Assessment Model (SIAM). In R. E. Weise, David R.; Martin (Ed.), *The Biswell Symposium: Fire Issues and Solutions in Urban Interface and Wildland Ecosystems* (pp. 85–92). Walnut Creek, California. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-158. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Cohen, J. D. (2000). Preventing disaster: home ignitability in the wildland-urban interface. *Journal of Forestry*, 98(3), 15–21.
- Cohen, J. D. (2004). Relating flame radiation to home ignition using modeling and experimental crown fires. *Canadian Journal of Forest Research*, 34(8), 1616–1626. <https://doi.org/10.1139/x04-049>
- Colorado Springs Fire Department (2020), *Ignition Resistant Construction Design Manual*, 4th Printing, Colorado Springs, Colorado, USA. <https://coloradosprings.gov/fire-department/page/wildfire-risk-reduction-requirements-within-wildland>
- Decreto-Lei n.º 82/2021, de 13 de outubro, da Presidência do Conselho de Ministros* (Diário da República n.º 199/2021, Série I de 2021-10-13). (2021).

- Duarte, L. L., Miranda Góis, J. C., Almeida, M. (2023). AsperFire: Ferramenta de Apoio à Conceção de Sistemas de Aspersão contra Incêndios Rurais. <http://doi.org/10.54499/PCIF/AGT/0109/2018>
- EN 13501-5:2016 — Fire classification of construction products and building elements — Part 5: Classification using data from external fire exposure to roofs tests, European Committee for Standardization (CEN).
- EN 13501-1:2018 — Fire classification of construction products and building elements — Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests, European Committee for Standardization (CEN).
- EN 15725:2010 — Extended application reports on the fire performance of construction products and building elements, European Committee for Standardization (CEN).
- EN ISO 13943:2010, Fire safety — Vocabulary (ISO 13943:2008), European Committee for Standardization (CEN).
- European Committee for Standardization (CEN), CEN/TS 1187:2012 — Test methods for external fire exposure to roofs, 2012.
- Firesmart Canada. (2021). *About FireSmart | Our history, vision and goals*.
- Gabbert, B. (2018). *New versions of fire shelters to be tested this year*. 1–2.
- Gollner, M. J., Hakes, R., Caton, S., & Kohler, K. (2015). *Pathways for Building Fire Spread at the Wildland Urban Interface* (Issue March). Fire Protection Research Foundation. <https://doi.org/http://www.nfpa.org/research/fire-protection-research-foundation/projects-reports-and-proceedings/for-emergency-responders/fire-prevention-and-administration/pathways-for-building-fire-spread-at-the-wildland-urban-interface>
- Graham, R., Finney, M., McHugh, C., Cohen, J. D., Calkin, D., Stratton, R., Bradshaw, L., Nikolov, N., Behavior, F., Finney, M., McHugh, C., Cohen, J. D., Calkin, D., Stratton, R., Bradshaw, L., & Nikolov, N. (2012). Fourmile canyon fire findings. In *USDA Forest Service — General Technical Report RMRS-GTR* (Issue General Technical Report RMRS-GTR-289).
- 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. Relatório Final. Comissão Técnica Independente. Assembleia da República. Lisboa. 274 pp
- Hsu, S.-Y., T'ien, J. S., Takahashi, F., & Olson, S. (2011). Modeling heat transfer in thin fire blanket materials under high external heat fluxes. *Fire Saf Sci*, 10, 973–986.
- Instituto Nacional de Estatística — Censos 2021. (2022). XVI Recenseamento Geral da População. VI Recenseamento Geral da Habitação: Resultados definitivos. Lisboa: INE, 2022. Disponível na www.ine.pt/xurl/pub/65586079. ISSN 0872-6493. ISBN 978-989-25-0619-7
- Jones, D., Brischke, C. Performance of the bio-based materials, Woodhead Publishing, 2017, Pages 249-333, ISBN 9780081009826, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100982-6.00005-7>
- Keirstead, C. (1987). Lowell looks for answers. Equity and Choice. Boston: Institute for Responsive Education. ISSN 0882-3863. Vol. 3, nº 2 (1987), p. 28-33.

- L. Johnston, R. Bianchi, M. J. (2019). Wildland-Urban Interface. https://doi.org/http://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_130-1
- Leonard, J., Bianchi, R., Lipkin, F., Newnham, G., Siggins, A., Opie, K., Culvenor, D., Cechet, B., Corby, N., Thomas, C., Habili, N., Jakab, M., Coghlan, R., Lorenzin, G., Campbell, D., & Barwick, M. (2009). *Building and land-use planning research after the 7th February 2009 Victorian bushfires*. Bushfire CRC.
- Leslie Anderson. (2003). *The New Generation Generation Fire Shelter. January 2001*.
- Maranghides, A., McNamara, D., Vihnanek, R., Restaino, J., & Leland, C. (2015). A Case Study of a Community Affected by the Waldo Fire — Event Timeline and Defensive Actions. *NIST Technical Note 1910*. <https://doi.org/10.6028/NIST.TN.1910>
- NFPA. (2023). *NFPA — Firewise USA®*.
- Nichols, D., Canderle, A., Knight, I., & Leonard, J. (2003). Development of fire fighting vehicle crew protection systems. *3rd International Wildland Fire Conference*, 3–6.
- Observatório Técnico Independente. (2020). *Segurança das Comunidades em Incêndios Florestais — Uma Análise dos Programas “Aldeia Segura” e “Pessoas Seguras.”*
- Pausas, J. G., Keeley, J. E., & Schwillk, D. W. (2017). Flammability as an ecological and evolutionary driver. *Journal of Ecology*, *105*(2), 289–297.
- Potter, M., & Leonard, J. (2010). *Spray System Design for Ember Attack — Research Findings and Discussion Paper. D*, 30.
- Ramsay and Rudolph (2003)
- Ribeiro, L. M. (2016). Os incêndios na interface urbano-florestal em Portugal: uma análise de diagnóstico [Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Dinâmicas sociais, riscos naturais e tecnológicos. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra]. https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36976/1/2016_Risco_IUF_Ribeiro.pdf
- Ribeiro, L. M., Rodrigues, A., Lucas, D., & Viegas, D. X. (2020). The Impact on Structures of the Pedrógão Grande Fire Complex in June 2017 (Portugal). *Fire*, *3*(4), 57. <https://doi.org/10.3390/fire3040057>
- Ribeiro, L. M., Viegas, D. X., Almeida, M., Alves, D., Barbosa, T., & Modarres, M. (2021). Planeamento da gestão de combustíveis: Efeito da distância e da frequência das limpezas na proteção das estruturas e rede viária. *ForestWISE (Coord.) – Projetos AGIF 2021 (P32100231)*. Vila Real, 160p.
- Silva, A. M (2006). *Sidónio e Sidonismo: vol. II história de um caso político*. Coimbra: *Imprensa da Universidade de Coimbra*, 2006. 415 p. ISBN 972-8704-54-2.
- Takabashi, F. (2019). Whole-House Fire Blanket Protection From Wildland-Urban Interface Fires. *Frontiers in Mechanical Engineering*, *5*, 60. <https://doi.org/10.3389/fmech.2019.00060>
- Viegas, C., Batista, R., Albino, A., Coelho, M., Andrade, J., Alves, D., & Viegas, D. X. (2021). Active barrier combining fire-resistant fiberglass fabric and water sprinkler system for protection against forest fires. *Fire Technology*, *57*, 189–206.
- Viegas, D. X., Almeida, M. A., Ribeiro, L. M., Raposo, J., Viegas, M. T., Oliveira, R., Alves, D., Pinto, C., Rodrigues, A., Ribeiro, C., Lopes, S., Jorge, H., & Viegas, C. X. (2019). *Análise dos Incêndios Florestais Ocorridos a 15 de outubro de 2017*.
- Viegas, D. X., Almeida, M. F., Ribeiro, L. M., Raposo, J., Viegas, M. T., Oliveira, R.,

- Alves, D., Pinto, C., Jorge, H., Rodrigues, A., Lucas, D., Lopes, S., & Silva, L. F. (2017). *O complexo de incêndios de Pedrógão Grande e concelhos limítrofes, iniciado a 17 de junho de 2017*. Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEIF/ADAI/LAETA).
- Westhaver, A. (2017). Why some homes survived: Learning from the Fort McMurray wildland/urban interface fire disaster. In *ICLR research paper series* (Issue 56). Institute for Catastrophic Loss Reduction Research paper series (56).
- Sistema de protección integral para salvar vidas de aquellas personas que queden atrapadas por el fuego con su vehículo, (2020).
- Weir, I. (2018). AS 3959: 2018: Construction of buildings in bushfire-prone areas: Standards Australia

A GESTÃO DO RISCO DE INCÊNDIO RURAL EM EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

Miguel Almeida

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
miguelalmeida@adai.pt

Luís Mário Ribeiro

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
luis.mario@adai.pt

João Paulo C. Rodrigues

Itecons — Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para
a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade, Universidade de
Coimbra
jpaoloc@dec.uc.pt

Dulce Lopes

Instituto Jurídico da Faculdade de Direito, Universidade de Coimbra
dulcel@fd.uc.pt

Domingos Xavier Viegas

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
xavier.viegas@adai.pt

MohammadReza Modarres

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
mohammad@adai.pt

Cristina Calmeiro

Itecons — Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para
a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade, Universidade de
Coimbra
ccalmeiro@ipcb.pt

Hafsae Lamsaf

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
hafsae.lamsaf@adai.pt

Deives Júnior de Paula

Itecons — Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico para a Construção, Energia, Ambiente e Sustentabilidade, Universidade de Coimbra
deives.paula@itecons.uc.pt

Inês de Oliveira Martins

Instituto Jurídico da Faculdade de Direito, Universidade de Coimbra
mi.oliveiramartins@gmail.com

Karoline Vitali

Instituto Jurídico da Faculdade de Direito, Universidade de Coimbra
karolvitali@gmail.com

Carlos Viegas

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
carlos.viegas@adai.pt

Luís Lança

Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI),
Universidade de Coimbra
luislancaduarte@gmail.com

Miguel Almeida é doutorado em Engenharia Mecânica, na especialidade de Risco Naturais e Tecnológicos pela Universidade de Coimbra, onde também é Professor Auxiliar Convidado. É igualmente Investigador Sénior e Membro do Conselho de Administração da ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, onde, desde 2003, tem vindo a dedicar a sua investigação aos incêndios rurais, com especial ênfase nos incêndios na interface urbano florestal, sendo autor de várias dezenas de publicações técnicas e científicas.

1 2



9 0



IMPRENSA DA
UNIVERSIDADE
DE COIMBRA
COIMBRA UNIVERSITY PRESS