

PERSPETIVAS SOBRE OS INCÊNDIOS NA INTERFACE URBANO-FLORESTAL

(https://doi.org/10.47907/livro2020_03c03)

MIGUEL ALMEIDA, LUÍS MÁRIO RIBEIRO E DOMINGOS XAVIER VIEGAS

Introdução

Face aos importantes impactos decorrentes de grandes incêndios florestais que se têm registado (e.g. Moritz et al., 2014; Bowman et al., 2017; Viegas et al., 2017; Viegas et al., 2019; Ribeiro et al., 2020b), o tema dos incêndios na interface urbano-florestal (IUF) tem merecido uma atenção acrescida nos últimos anos (e.g. Martin and Sapsis, 1995; Blanchi et al., 2006; Syphard and Keeley, 2019; Caggiano et al., 2020; Mietkiewicz et al., 2020; Ribeiro et al., 2020; Syphard et al., 2021). Embora esta seja uma preocupação já antiga, são vários os fatores que a têm agravado, destacando-se o despovoamento das regiões do interior do País e o envelhecimento da sua população residente (INE, 2012; INE, 2021), a que se associam a diminuição das atividades de exploração agroflorestal que são o suporte mais sustentável da gestão de combustíveis florestais na envolvente das povoações. Por outro lado, verifica-se uma tendência crescente pela procura de habitações secundárias nas zonas rurais (Ribeiro, 2016), muitas vezes isoladas, o que frequentemente provoca problemas de desordenamento do território. Refere-se ainda que muitos espaços agrícolas, que há algumas décadas circundavam os aglomerados populacionais, separando-os das áreas florestais, foram invadidos por novas edificações, aproximando a periferia das comunidades às zonas de floresta. Esta realidade, que não se limita a Portugal (WUIWATCH, 2016), mas a vários outros países, levou a que as áreas rurais do interior do País se caracterizem atualmente por um grande número de edifícios abandonados ou de ocupação temporária, muitas casas isoladas e povoações dispersas, aglomerados contíguos a espaços florestais e uma população parca e envelhecida,

que raramente dedica as suas atividades ao setor primário. Perante esta situação, os incêndios rurais passaram a propagar-se em duas zonas principais – o incêndio na floresta, matos e outras zonas naturais ou seminaturais (p.e., zonas agrícolas), doravante designado por “espaço florestal”, e o incêndio na interface urbano-florestal, que pode ser definido como “o espaço onde as estruturas e a vegetação coexistem num ambiente propício aos incêndios” (BRP, 2008).

Os referidos impactos resultantes dos incêndios florestais na IUF revelam-se nos mais variados níveis, sendo a maior atenção dada à salvaguarda da integridade física das pessoas e à proteção de infraestruturas (Oliveira et al., 2020), tais como casas de habitação (Moritz et al., 2014; Syphard et al., 2021), comércio e serviços e instalações industriais (Almeida et al., 2019), entre outras edificações. Destacam-se ainda os danos provocados em infraestruturas lineares, tal como as rodovias (Molina et al., 2019), as ferrovias e as linhas elétricas (Mitchell, 2013) e de telecomunicações (Calkin et al., 2011). O presente texto, que se enquadra no Projeto House Refuge (www.adai.pt/houserefuge), debruça-se essencialmente nas questões voltadas para a proteção de casas isoladas ou em aglomeração próximas de espaços florestais, que irá designar-se simplificada por “interface urbano-florestal” (IUF).

Na IUF podem encontrar-se várias situações que se distinguem em diferentes categorias, bem descritas na bibliografia (e.g. Haight et al., 2004; Stewart et al., 2003; Stewart et al., 2007; Theobald and Romme, 2007; Lampin-Maillet et al., 2010; Mell et al., 2010). Assim, a uma situação em que as estruturas florestais e urbanas se misturam, ou seja, quando os edifícios e as árvores se combinam sem que haja uma linha ou faixa que defina os dois espaços dá-se o nome “*intermix*”; um cenário em que existe uma separação clara entre uma área florestal e uma área urbana designa-se por “interface”. Normalmente os cenários de interface referem-se a situações em que um aglomerado de edifícios é rodeado por floresta; a situação oposta, quando uma mancha florestal se encontra rodeada por uma área urbana, como acontece, por exemplo, com os parques urbanos, tem a designação de “interface oclusa” (Ribeiro, 2016). Existe um outro cenário de interface em que uma estrutura, por exemplo uma casa de habitação, se encontra isolada e rodeada por um espaço florestal.

Pelo descrito o termo de interface urbano-florestal pode ser usado para diferentes escalas espaciais (Johnston et al., 2019), estendendo-se

desde a escala da propriedade ou microescala, que se refere a um edifício e à sua envolvência imediata, passando pela escala da comunidade ou mesoescala, que envolve as várias infraestruturas que dão suporte à vivência social, e até à escala da paisagem ou macroescala, que inclui todo o espaço construído e natural onde a comunidade se encontra implementada. No caso de um edifício inserido isoladamente numa área de interface, a mesoescala pode não ter significado.

Abordagem na definição de medidas de mitigação de risco na IUF

Perante a complexidade e heterogeneidade associadas ao conceito de IUF, a definição de políticas e de medidas legislativas que a envolvam é bastante difícil, exigindo uma abordagem metódica e adaptada a cada realidade. Intini et al., (2020) propuseram uma abordagem definida por vários módulos sequenciais (Figura 1) que permitiu analisar comparativamente as estratégias seguidas em vários países e organizações. De seguida irão desenvolver-se quatro dos setes módulos apresentados, por serem aqueles que melhor poderão contextualizar a realidade Portuguesa face à situação normativa de outros países.

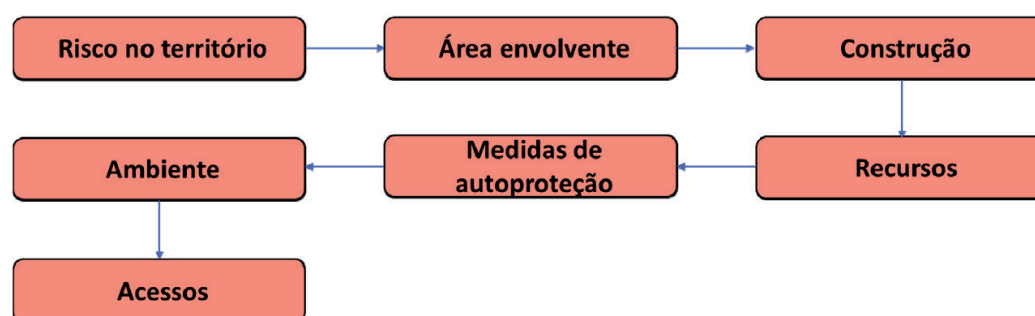


FIGURA 1: Abordagem proposta por Intini *et al.*, (2020) para analisar comparativamente as normas relativas à interface urbano-florestal seguidas em vários países e organizações.

Risco no Território

A probabilidade de ocorrência de um incêndio florestal com uma determinada severidade, conhecida como perigosidade, varia nas várias regiões do território continental, face sobretudo às características orográficas, atingindo classes mais elevadas no interior centro e

norte de Portugal e no norte do Algarve (Figura 2a). Naturalmente que a perigosidade é dependente de outros fatores como a meteorologia e a disponibilidade de combustível florestal, tendo, no entanto, estes, parâmetros uma maior variabilidade no tempo. Se à perigosidade associarmos o potencial de dano provocado por um eventual incêndio rural com determinada severidade, obtemos o risco de incêndio. A cartografia de risco de incêndios na IUF assume-se como essencial para a definição de políticas de planeamento que visem a mitigação do risco.

Uma vez que a ocorrência de um incêndio rural reduz a probabilidade de ocorrência de um novo incêndio num futuro imediato e na mesma zona, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) publica anualmente um mapa de freguesias prioritárias (Figura 2b), que são aquelas sobre as quais é feito um maior esforço de fiscalização da gestão de combustíveis florestais. Esta é uma informação com grande interesse operacional, no entanto, face à sua efemeridade apresenta grandes limitações no que concerne ao planeamento a longo prazo, que deve ser seguido na definição de políticas relativas à IUF.

Existem diversos trabalhos de caracterização do risco específico na IUF, mas usualmente são baseados na análise espacial de informação geográfica (e.g. (Bar Massada et al., 2009); Menakis et al., 2003; Haight et al., 2004; Lampin et al., 2006 Bar Massada et al., 2009; Whitman et al., 2013; Alcasena et al., 2017), muitas vezes a escalas não compatíveis com uma avaliação realista do risco local. Ribeiro (2016) elaborou uma carta de diagnóstico do risco de incêndio na IUF em Portugal (Figura 2c), seguindo uma metodologia baseada na identificação visual de situações tipificadas de risco, e apoiada num catálogo fotográfico desenvolvido para o efeito. A tipificação das situações de risco na IUF envolveu fatores como o tipo de combustível e o modo de inserção das estruturas no espaço, mas também informação auxiliar como a demografia ou o histórico de incêndios. Apresentando uma menor variação ao longo do tempo, considera-se que esta carta deveria ser atualizada a cada cinco anos, constituindo-se como um bom elemento para a definição de políticas de mitigação do risco de incêndio na IUF. Acresce que a metodologia com que foi contruída se adapta a diferentes escalas, permitindo, por exemplo, mapear o risco ao nível local de uma pequena comunidade.

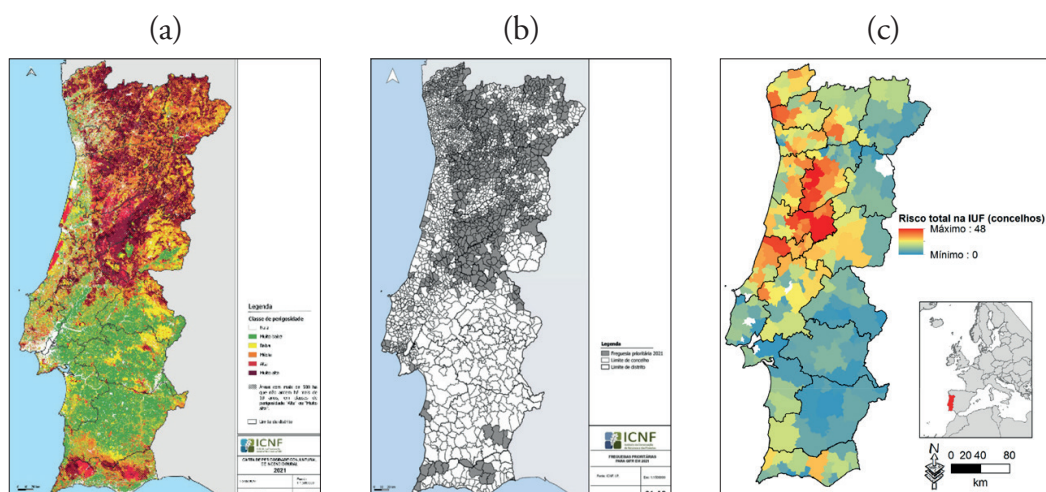


FIGURA 2: a) Carta de perigosidade de 2021 ((ICNF, 2021a)); b) Mapa de freguesias prioritárias ((ICNF, 2021b)); c) Mapa de risco de incêndio na IUF (Ribeiro, 2016).

Área envolvente

Este módulo refere-se essencialmente à gestão de combustíveis na envolvente às comunidades ou às construções. Neste âmbito, a abordagem seguida pelos diversos países segue essencialmente duas tendências: em muitos países Europeus, sobretudo no sul da Europa, existe um conjunto de regras que definem as dimensões das faixas de gestão de combustíveis (FGC) de proteção ao elemento a proteger, referido como *hard law* em (Vitali, 2021); em países como a Austrália, os Estados Unidos ou o Canadá a abordagem segue uma via de *soft law* (Vitali, 2021), que se baseia essencialmente num conjunto de orientações que devem ser seguidas pelos gestores destas áreas de FGC.

A largura das FGC imposta ou recomendada nos diversos países não difere grandemente. Nos Estados Unidos e Canadá, a largura recomendada para a FGC em torno de uma habitação é de 30m, enquanto para vários países europeus como a França, a Grécia ou Portugal, esta largura é de 50m. Os estudos que suportam estas definições são essencialmente norte americanos, e indicam que a probabilidade de ignição de um edifício afastado a mais de 30 m de um contínuo florestal é praticamente nula. A distância permitida entre copas é geralmente de 3 m.

A distância entre a vegetação e o edifício é normalmente referida unicamente à copa das árvores, variando entre 2 m e 4 m. Na Austrália, onde este conceito está muito desenvolvido, é designado o parâmetro *Bushfire Attack Level* (BAL) (WAPC, 2017) que no seu cálculo inclui

a proximidade entre o limite da construção e a vegetação que causa maior exposição do edifício. Este cálculo é feito com base em modelos de combustível (designados por “*vegetation classification*”) que são aplicados ao tipo de vegetação típica daquele país. Em Portugal, esta distância entre o edifício e o limite da copa é de 5 m, não considerando a diferente inflamabilidade das árvores, exceto para eucaliptos e pinheiros em que é exigida uma separação de 10 m. Nos estudos que têm vindo a ser realizados no âmbito do projeto *House Refuge* tem-se vindo a constatar uma grande diferença na inflamabilidade de árvores típicas dos jardins Portugueses, constatando-se que existem espécies que podem ser uma barreira à afetação das casas pelos incêndios (e.g., figueiras e hortênsias), enquanto outras espécies apresentam uma inflamabilidade de tal forma elevada que deveriam levar a um maior afastamento do edifício. Tal como na abordagem australiana, o desenvolvimento de modelos de combustíveis adequados à IUF Portuguesa, tal como está a ser realizada no projeto *House Refuge*, trará maior rigor à legislação neste âmbito.

Ao contrário do que acontece em vários outros países, na legislação nacional não é tido em conta o efeito da topografia na eficiência das FGC. Assim, a largura exigida de 50 m e de 100 m, respetivamente, em torno de uma edificação ou de um aglomerado é a mesma, quer estes elementos se localizem num terreno plano, numa encosta ou num desfiladeiro. Tal como se tem vindo a verificar nos estudos realizados pelos autores, nomeadamente no âmbito do referido projeto *House Refuge*, a importância deste parâmetro deveria levar à sua consideração nas definições da largura da FGC.

Construção

Se a perigosidade associada ao território de implantação e a envolvente mais próxima dos edifícios, abordados anteriormente, são de extrema importância para definição do risco de incêndio na IUF, as práticas construtivas não assumem um papel de menor relevo. São vários os países que colocam restrições ou normas construtivas tendo em vista a mitigação do risco de incêndio rural, considerando normalmente as seguintes componentes: características gerais – ignitibilidade geral do edifício e separação entre edifícios; telhados – material de cobertura e beirados; paredes – ignitibilidade do material usado na

cobertura exterior das paredes; aberturas – ignitibilidade e eventual deformação do material usado; interiores – potencial de ataque por fagulhas; e estruturas de apoio (e.g., alpendres, pérgulas, deques) – material usado.

Como já anteriormente referido, as normas australianas conduzem à determinação do parâmetro BAL, o qual é usado para a definição dos requisitos construtivos. Ao invés, em Portugal, as regras para mitigação do risco de incêndio rural incidem sobretudo na área envolvente, apresentando pouco desenvolvimento relativo às normas construtivas – embora existam diplomas legais no âmbito da segurança contra incêndios em edifícios, mas que se adequam essencialmente a incêndios provenientes do interior da construção. Esta omissão normativa poderá ser uma falha importante, uma vez que o principal fator de exposição dos edifícios aos incêndios rurais está relacionado com a projeção de partículas incandescentes a partir da frente de chama original (Viegas et al., 2017; Ribeiro et al., 2020), e não tanto pelos mecanismos de transferência direta de calor. Uma vez que estas projeções podem ter um alcance de várias dezenas ou centenas de metros, e por vezes mesmo de vários quilómetros, as características intrínsecas da construção assumem um grande relevo na mitigação do risco.

De entre vários aspetos construtivos típicos das habitações rurais, sobretudo as mais antigas, destacam-se alguns que se têm assumido como de maior relevo para a entrada do fogo nas habitações:

- 1) Casas sem placa de betão sob o telhado com armação em madeira (Figura 3a), facilitando a entrada de fagulhas para o interior da casa, o desmoronamento do telhado e a ocorrência de *flashover* – de acordo com Viegas et al. (2017) e Ribeiro et al. (2020), nos incêndios de 2017 em Pedrógão Grande e concelhos limítrofes, 62% das ignições primárias nos edifícios deu-se no telhado;
- 2) Janelas em vidro simples de 3mm de espessura ou menos (Figura 3b), que apresentam uma vulnerabilidade ao fogo muito superior às janelas em vidro simples com espessura igual ou superior a 4mm ou às janelas de vidro duplo;
- 3) Existência de anexos com grande vulnerabilidade ao fogo (Figura 3c) e, frequentemente, com muito material combustível (e.g., lenha ou botijas de gás) muito próximos ou em contacto com o edifício principal;

- 4) Paredes frágeis que podem fraturar com a passagem do fogo (Figura 3d), expondo o interior da casa à entrada de fagulhas;
- e
- 5) Elementos de apoio à casa, como pérgulas de videiras ou kiwis, com grande inflamabilidade (Figura 3d).

Face aos grandes incentivos relacionados com a eficiência energética, verifica-se ainda uma tendência nas construções mais recentes para o uso de alguns materiais e técnicas com grande perigosidade associada, tal como o uso de capoto nas paredes exteriores ou de painéis tipo *sandwich* na cobertura de edifícios. Em contrapartida assistiu-se a um aumento das janelas de vidro duplo, que têm o efeito positivo na redução do risco de incêndio.



FIGURA 3: Fotografias expondo fragilidades construtivas em casas afetadas pelos incêndios de Pedrógão Grande que teve início a 17 de junho de 2017

Medidas de autoproteção

A legislação nacional refere que algumas das medidas regulamentares que visam a mitigação do risco de incêndio na IUF podem ser atenuadas perante a existência de “medidas compensatórias”, cuja

definição concreta não se encontra suficientemente consolidada. Embora pouco claro, o conceito de medidas compensatórias faz muito sentido uma vez que a sua existência pode compensar o incumprimento parcial de algumas exigências legais, não comprometendo o risco aceitável previsto para as construções.

Um exemplo de medidas compensatórias é o uso de sistemas de autoproteção contra incêndios florestais, que podem ser instalados para defesa dos edifícios e/ou das comunidades. A ADAI (Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial) coordenou um projeto designado “FireProtect” (www.adai.pt/fireprotect) em que se desenvolveram vários sistemas de autoproteção baseados na aspersão de água e na utilização de telas ignífugas. Estes sistemas foram testados em ensaios laboratoriais e de campo, demonstrando um grande potencial de aplicação, uma vez que protegeram, entre outras, construções em madeira expostas a uma frente de chamas com uma altura média de 3 m, que se aproximou das suas paredes até a uma distância de 1 m (Figura 4a). Refere-se ainda a instalação de um sistema periférico de defesa contra incêndios na aldeia de Travessas (Figura 4b), no Concelho de Arganil, que foi realizada no âmbito do mesmo projeto de investigação. Felizmente este sistema ainda não foi posto à prova com um incêndio real, mas destaca-se a grande aceitação e entusiasmo manifestados pelos populares desta aldeia. Face a estes indicadores, considera-se que Portugal deveria explorar mais, técnica e juridicamente, estes sistemas de autoproteção, que demonstram ter uma grande potencial para mitigação do risco de incêndio, não apenas no caso de povoações, mas também de zonas industriais e outras estruturas relevantes.

Salienta-se ainda que tem havido em Portugal outros projetos que visam a capacitação das aldeias para a sua autoproteção, uma vez que é unanimemente aceite que em situações de grandes incêndios, as forças de proteção civil não conseguem acudir a todos os pedidos de socorro que são feitos. Destaca-se neste contexto o “Programa Aldeia Segura, Pessoas Seguras” (ANPC, 2018), que tendo como um dos seus objetivos a “proteção aos aglomerados” tem, até esta fase, dedicado a quase totalidade dos seus esforços à sensibilização e aviso à população, aos processos de evacuação e à definição de locais de abrigo e de refúgio (Observatório Técnico Independente, 2020). Espera-se que este programa possa conhecer mais desenvolvimentos no âmbito da dotação das comunidades de capacidades de autoproteção ativa contra os incêndios rurais.

Internacionalmente, este é um módulo igualmente pouco desenvolvido. As normas estadunidenses e australianas referem planos de proteção contra o fogo que incluem sistemas de aspersores e hidrantes para a proteção de casas e comunidades. Tanto nas normas europeias, como nas normas nacionais de países europeus (e.g., França) este tema é praticamente omissivo.



FIGURA 4: Imagens de sistemas de autoproteção: a) ensaios de campo em que uma casa de madeira de pinho sujeita a uma frente de chamas é protegida lateralmente por uma linha de aspersão e frontalmente por uma tela ignífuga; b) linha de aspersores para proteção da aldeia de Travessas, no concelho de Arganil (Coimbra).

Considerações finais

Portugal é um dos países no Mundo com maior área relativa ardi-da, não apenas devido ao seu clima, topografia e tipo de combustíveis, mas também devido a aspetos culturais na utilização do fogo que fazem aumentar o número de ignições registadas. A estes fatores, junta-se o tipo de interface urbano-florestal Portuguesa, com casas e comunidades muito dispersas, maioritariamente de utilização temporária ou habitadas por pessoas com idade avançada.

A estratégia política portuguesa para a prevenção dos incêndios na IUF tem passado essencialmente pela gestão de combustíveis na envolvente das comunidades e edifícios a uma distância mínima de 100 m e 50 m, respetivamente, focando-se menos nos aspetos arquitetónicos das construções. Num estudo realizado pela ADAI em 2021, que envolveu uma amostra com 2000 habitações, verificou-se que o nível de cumprimento destas exigências legais é muito baixo (Rodrigues *et al.*, 2021), sendo muitas vezes mal compreendidas pelos cidadãos. Para

além disso, a descrição legal sobre a largura da faixa de gestão de combustíveis em torno das casas e comunidades é demasiadamente simplista, não considerando aspetos fundamentais como as características do terreno de implantação, i.e., a sua configuração (e.g., em desfiladeiro) e o declive. Acresce ainda que estas exigências se limitam sobretudo a combustíveis espontâneos, e não as espécies jardinadas que muitas vezes apresentam uma inflamabilidade elevada. Nos estudos realizados no âmbito do projeto WUIVIEW (www.wuiview.org) verificou-se a grande perigosidade suscitada pela existência de alguns tipos de sebes junto às habitações, sem que haja regulamentação adequada para este tipo de vegetação. Por último, destaca-se que os requisitos legais incidem sobretudo na distância dos combustíveis à habitação e, portanto, centrando-se essencialmente nos mecanismos de transferência direta de calor, quando é conhecido que o principal mecanismo de ignição dos edifícios é o da projeção de partículas incandescentes – neste caso, as práticas construtivas e um desenho das FGC com escalonamento vertical e horizontal seriam mais adequados. Em suma, consideramos que as regras relativas à gestão de combustíveis na envolvente deveriam ser repensadas e complementadas com regras ao nível da arquitetura dos edifícios localizados em zonas de IUF.

Tal como referido no parágrafo anterior, Portugal, em linha com vários outros países europeus, definiu uma estratégia política primariamente baseada em regulamentos, ao invés de uma política maioritariamente apoiada em recomendações a seguir pelos cidadãos, como acontece noutros países anglo-saxónicos. Embora concordemos com a estratégia regulamentar que tem vindo a ser seguida, deveria haver um maior esforço na elaboração de orientações claras para os cidadãos, acrescidas de mais ações de sensibilização e treino. Como referido anteriormente, muitos cidadãos sentem-se confundidos sobre a forma como devem gerir os combustíveis em redor das suas habitações. O Programa Aldeia Segura, Pessoas Seguras, anteriormente referido, que tem estes temas elencados nos seus objetivos, poderá ser uma excelente plataforma para este propósito, assim seja robustecido. O projeto FireWISE (NFPA, 2021), inicialmente desenvolvido nos Estados Unidos, entretanto estendido a outros países, e o projeto FireSmart (FireSmart Canada, 2021), desenvolvido no Canadá, são dois bons exemplos que demonstram o potencial desta abordagem. Esta temática foi já abordada pelos autores em Viegas et al. (2020).

Face ao abandono e envelhecimento das zonas rurais do interior de Portugal, uma grande percentagem do edificado é antigo e frequentemente mal mantido. Esta realidade contribui decisivamente para os dramáticos impactos que resultam dos incêndios rurais, pelo que é de suma importância que se desenhem políticas com o objetivo de renovar o edificado destas zonas, dotando-os de melhores características para resistirem aos inevitáveis incêndios rurais.

Na última década tem havido programas de incentivo à maior sustentabilidade energética dos edifícios, classificando os edifícios relativamente ao seu desempenho energético e criando um sistema de incentivos para que os cidadãos tornem as suas casas energeticamente mais sustentáveis. Embora este seja um programa com bases europeias, e consequentemente com algumas restrições de adaptação, parece-nos que fazia todo o sentido que à sua vertente energética fossem associados outros temas, entre os quais a mitigação do risco de incêndio rural. Por exemplo, no programa “Edifícios + Sustentáveis” são disponibilizados apoios financeiros para que os proprietários de edifícios mais antigos possam alterar as janelas das suas casas para outras, normalmente de vidro duplo, com melhor desempenho energético. A vantagem deste melhoramento serve igualmente os propósitos relativos à mitigação do risco de incêndio na IUF, no entanto, se aquele programa agregasse as duas áreas – energia e incêndios – os benefícios poderiam ser estendidos à instalação de portadas exteriores, servindo uma vez mais os dois propósitos.

A existência de classes de risco de incêndio associados aos edifícios, tal como acontece para o desempenho energético, também nos parece ser uma medida que deveria merecer uma ponderação profunda. A existência de tal classificação abriria linhas de encorajamento dos proprietários para o investimento em medidas de mitigação do risco de incêndio na IUF, tendo como compensação, por exemplo, uma redução do Imposto Municipal sobre Imóveis ou do prémio de seguro à habitação, podendo constituir-se ainda como um documento essencial para a venda ou arrendamento destes imóveis, ou a sua utilização como alojamento local. Naturalmente que os edifícios localizados em zonas com risco de incêndio rural diminuto, estariam isentos desta classificação.

Por último, refere-se que qualquer nova medida regulamentar deve ser acompanhada de sistemas de incentivos que não desencorajem a

vivência nas zonas rurais, aumentando, ainda mais, o envelhecimento e o empobrecimento destas populações, assim como o abandono das áreas rurais e das atividades agroflorestais, que estão na raiz das dificuldades suscitadas pelos incêndios na interface urbano-florestal.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento do Projeto *House Refuge*, com referência PCIF/AGT/0109/2018, no qual se insere o trabalho que deu origem ao presente texto.

Referências Bibliográficas

- Alcasena, F.; Salis, M.; Ager, A. A.; Castell, R. and Vega-García, C. (2017). Assessing Wildland Fire Risk Transmission to Communities in Northern Spain. *Forests*, 8(2), 30. <http://doi.org/10.3390/f8020030>
- Almeida, M.; Pinto, C.; Rodrigues, A.; Prates, P.; Oliveira, R.; Ribeiro, L. M. and Viegas, D. X. (2019). Industrial facilities affected by the set of wildfires that occurred in Portugal on the 15th of October, 2017 – analysis of the conditions under which the fire reached the facilities. In *6th International Fire Behavior and Fuels Conference*. Marseille, France.
- ANPC. (2018). *Aldeia Segura Pessoas Seguras - Guia de Apoio à Implementação*. Autoridade Nacional de Proteção Civil. Retrieved from <http://www.prociv.pt/bk/EDICOES/OUTRASEDICOES/Documents/Guia de Apoio a Implementacao Web.pdf>
- Bar Massada, A.; Radeloff, V. C.; Stewart, S. I. and Hawbaker, T. J. (2009). Wildfire risk in the wildland-urban interface: A simulation study in northwestern Wisconsin. *Forest Ecology and Management*, 258(9), 1990–1999. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.07.051>
- Blanchi, R.; Leonard, J. E. and Leicester, R. H. (2006). Lessons learnt from post-bushfire surveys at the urban interface in Australia. *Forest Ecology and Management*, 234, S139. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.184>
- Bowman, D. M. J. S.; Williamson, G. J.; Abatzoglou, J. T.; Kolden, C. A.; Cochrane, M. A.; Smith, A. M. S.; Moritz, M. A.; Westerling, A. L.; Jolly, W. M.; ... Rind, D. (2017). Human exposure

- and sensitivity to globally extreme wildfire events. *Nature Ecology & Evolution*, 1(February), 0058. <http://doi.org/10.1038/s41559-016-0058>
- BRP. (2008). *The Blue Ribbon Panel on Wildland/Urban Interface Fire*. Blue Ribbon Panel. International Code Council (ICC), USA.
- Caggiano, M. D.; Hawbaker, T. J.; Gannon, B. M. and Hoffman, C. M. (2020). Building Loss in WUI Disasters: Evaluating the Core Components of the Wildland–Urban Interface Definition. *Fire*, 3(4), 73. <http://doi.org/10.3390/fire3040073>
- Calkin, D. C.; Finney, M. A.; Ager, A. A.; Thompson, M. P. and Gebert, K. M. (2011). Progress towards and barriers to implementation of a risk framework for US federal wildland fire policy and decision making. *Forest Policy and Economics*, 13(5), 378–389. <http://doi.org/10.1016/j.forpol.2011.02.007>
- Firesmart Canada. (2021). About FireSmart | Our history, vision and goals. Retrieved July 5, 2021, from <https://www.firesmartcanada.ca/what-is-firesmart/about-firesmart/>
- Haight, R. G.; Cleland, D. T.; Hammer, R. B.; Radeloff, V. C. and Rupp, T. S. (2004). Assessing fire risk in the wildland-urban interface. *Journal of Forestry*, 102(7), 41–47. <http://doi.org/10.1093/jof/102.7.41>
- ICNF. (2021a). Carta de perigosidade conjuntural de incêndio rural. Retrieved from <https://www.icnf.pt/api/file/doc/ad1416ee10981cce>
- ICNF. (2021b). Freguesias prioritárias para GIFR em 2021. Retrieved from <https://www.icnf.pt/api/file/doc/b318410b2c0da7e5>
- INE. (2012). Censos 2011- Resultados Definitivos - Portugal. Instituto Nacional de Estatística, I.P. Lisboa. Portugal.
- INE. (2021). Censos 2021, Resultados Preliminares, 1–12. Retrieved from file:///C:/Users/Maria J. Conde/Downloads/28Censos2021_preliminares_28julho.pdf
- Intini, P.; Ronchi, E.; Gwynne, S. and Bénichou, N. (2020). Guidance on Design and Construction of the Built Environment Against Wildland Urban Interface Fire Hazard: A Review. *Fire Technology*, 56(5), 1853–1883. <http://doi.org/10.1007/s10694-019-00902-z>
- Johnston, L.; Blanchi, R. and Jappiot, M. (2019). Wildland-Urban Interface. In *Encyclopedia of Wildfires and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires* (pp. 1–13). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-51727-8_130-1

- Lampin-Maillet, C.; Jappiot, M.; Long, M.; Bouillon, C.; Morge, D. and Ferrier, J.-P. P. (2010). Mapping wildland-urban interfaces at large scales integrating housing density and vegetation aggregation for fire prevention in the South of France. *Journal of Environmental Management*, 91(3), 732–741. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.10.001>
- Lampin, C.; Jappiot, M.; Long, M.; Mansuy, N. and Borgniet, L. (2006). WUI and road networks/vegetation interfaces characterizing and mapping for forest fire risk assessment. *Forest Ecology and Management*, 234, S140. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.08.185>
- Martin, R. E. and Sapsis, D. B. (1995). A synopsis of large or disastrous wildland fires. In D. R. Weise & R. E. Martin (Eds.), *The Biswell symposium: fire issues and solutions in urban interface and wildland ecosystems* (pp. 35–38). Walnut Creek (CA), USA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Mell, W. E.; Manzello, S. L.; Maranghides, A.; Butry, D. and Rehm, R. G. (2010). The wildland-urban interface fire problem - Current approaches and research needs. *International Journal of Wildland Fire*, 19(2), 238–251. <http://doi.org/10.1071/WF07131>
- Menakis, James; Choen, Jack; Bradshaw, L. (2003). Mapping wildland fire risk to flammable structures for the conterminous United States. *Proceedings of Fire Conference 2000: The First National Congress on Fire Ecology, Prevention and Management*. <http://doi.org/http://www.firewise.org/Information/Research-and-Guidance/WUI-Home-Ignition-Research/-/media/Firewise/Files/Pdfs/Research/CohenMappingWildlandFireRisk.pdf>
- Mietkiewicz, N.; Balch, J. K.; Schoennagel, T.; Leyk, S.; St. Denis, L. A. and Bradley, B. A. (2020). In the Line of Fire: Consequences of Human-Ignited Wildfires to Homes in the U.S. (1992–2015). *Fire*, 3(3), 50. <http://doi.org/10.3390/fire3030050>
- Mitchell, J. W. (2013). Power line failures and catastrophic wildfires under extreme weather conditions. *Engineering Failure Analysis*, 35(35), 726–735. <http://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.07.006>
- Molina, J. R.; Lora, A.; Prades, C. and Rodríguez y Silva, F. (2019). Roadside vegetation planning and conservation: New approach

- to prevent and mitigate wildfires based on fire ignition potential. *Forest Ecology and Management*, 444, 163–173. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.04.034>
- Moritz, M. A.; Batllori, E.; Bradstock, R. A.; Gill, A. M.; Handmer, J.; Hessburg, P. F.; Leonard, J.; McCaffrey, S.; Odion, D. C.; Schoennagel, T. and Syphard, A. D. (2014). Learning to coexist with wildfire. *Nature*, 515(7525), 58–66. <http://doi.org/10.1038/nature13946>
- NFPA. (2021). NFPA - Firewise USA®. Retrieved July 5, 2021, from <https://www.nfpa.org/Public-Education/Fire-causes-and-risks/Wildfire/Firewise-USA>
- Observatório Técnico Independente. (2020). *Segurança das Comunidades em Incêndios Florestais - Uma Análise dos Programas “Aldeia Segura” e “Pessoas Seguras.”* Castro Rego F., Fernandes P., Sande Silva J., Azevedo J., Moura J.M., Oliveira E., Cortes R., Viegas D.X., Caldeira D., e Duarte Santos F. - Coords. Assembleia da República. Lisboa.
- Oliveira, S.; Gonçalves, A.; Benali, A.; Sá, A.; Zêzere, J. L. and Pereira, J. M. (2020). Assessing risk and prioritizing safety interventions in human settlements affected by large wildfires. *Forests*, 11(8). <http://doi.org/10.3390/F11080859>
- 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.* Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Dinâmicas sociais, riscos naturais e tecnológicos. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Ribeiro, Luís M.; Rodrigues, A.; Lucas, D. and Viegas, D. X. (2020). The Impact on Structures of the Pedrógão Grande Fire Complex in June 2017 (Portugal). *Fire*, 3(4), 57. <http://doi.org/10.3390/fire3040057>
- Ribeiro, Luís M.; Viegas, D. X.; Almeida, M.; McGee, T. K.; Pereira, M. G.; Parente, J.; Xanthopoulos, G.; Leone, V.; Delogu, G. M. and Hardin, H. (2020b). Extreme wildfires and disasters around the world: lessons to be learned. In F. Tedim, V. Leone, & T. McGee (Eds.), *Extreme Wildfire Events and Disasters* (pp. 31–51). Elsevier. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-815721-3.00002-3>

- Stewart, S. I.; Radeloff, V. C.; Hammer, R. B. and Hawbaker, T. J. (2007). Defining the wildland-urban interface. *Journal of Forestry*, 105(4), 201–207. <http://doi.org/10.1093/jof/105.4.201>
- Stewart, S.; Radeloff, V. and Hammer, R. (2003). Characteristics and location of the wildland–urban interface in the United States. In *Proceedings of the “2nd International Wildland Fire Ecology and Fire Management Congress”*. Orlando, FL, 19 November. Boston (MA), USA: American Meteorological Society.
- Syphard, A. D. and Keeley, J. E. (2019). Factors Associated with Structure Loss in the 2013–2018 California Wildfires. *Fire*, 2(3), 49. <http://doi.org/10.3390/fire2030049>
- Syphard, A. D.; Rustigian-Romsos, H. and Keeley, J. E. (2021). Multiple-scale relationships between vegetation, the wildland–urban interface, and structure loss to wildfire in California. *Fire*, 4(1), 12. <http://doi.org/10.3390/fire4010012>
- Theobald, D. M. and Romme, W. H. (2007). Expansion of the US wildland–urban interface. *Landscape and Urban Planning*, 83(4), 340–354. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.06.002>
- Viegas, D. X.; Almeida, M. A. and Ribeiro, L. M. (2020). Faixas de gestão de combustíveis. In M. J. Antunes, D. Lopes, & C. Oliveira (Eds.), *Florestas e legislação: Planos Municipais Da Defesa Da Floresta Contra Incêndios*. Coimbra: Instituto Jurídico Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. Retrieved from <https://www.uc.pt/fduc/ij/publicacoes/pdfs/EbookFlorestas2019pdf>
- 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. and Viegas, C. X. (2019). *Análise dos Incêndios Florestais Ocorridos a 15 de outubro de 2017*. Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEIF/ADAI/LAETA). Coimbra, Portugal. Retrieved from <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/documento?i=analise-dos-incendios-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. and Silva, L. F. (2017). *O complexo de incêndios de Pedrógão Grande e concelhos limítrofes, iniciado a 17 de junho de 2017*. Coimbra, Portugal: Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais (CEIF/ADAI/LAETA). Retrieved from <https://www>.

portugal.gov.pt/pt/gc21/comunicacao/documento?i=o-complexo-de-incendios-de-pedrogao-grande-e-concelhos-limitrofes-iniciado-a-17-de-junho-de-2017

Vitali, K. T. (2021). *Legislação estrangeira aplicada à interface urbano-florestal na dual casa/envolvente*. Relatório nº4 do Projeto House Refuge: Coord. Dulce Lopes. Retrieved from <https://adai.pt/hou-serefuge/resultados/>

WAPC. (2017). *Guidelines for Planning in Bushfire Prone Areas*. Perth. Australia: Western Australian Planning Commission. Retrieved from <http://bit.ly/WUI-069%0Ahttps://apo.org.au/node/102666>

Whitman, E.; Rapaport, E. and Sherren, K. (2013). Modeling fire susceptibility to delineate wildland-urban interface for municipal-scale fire risk management. *Environmental Management*, 52(6), 1427–1439. <http://doi.org/10.1007/s00267-013-0159-9>

WUIWATCH. (2016). *WUIWATCH White Book - Fire prevention and defense in the WUI*. Retrieved from <http://www.safenano.org/research/observatorynano/>