

Velocidade de evacuação pedonal em cenário de incêndio - caso de estudo de Cabanões

Andreia Rodrigues¹

Bolseira de
Investigação
ISISE, ARISE
UC - Coimbra

Aldina Santiago

Professora Auxiliar
ISISE, ARISE
UC - Coimbra

Luís Laím

Investigador
Doutorado
ISISE, ARISE
UC - Coimbra

**Domingos Xavier
Viegas**

Professor
Catedrático
ADAI, UC - Coimbra

José Luís Zêzere

**Professor
Catedrático**
IGOT, ULisboa -
Lisboa

SUMÁRIO

Os incêndios rurais representam um risco crescente não só em Portugal, mas quase em todo o Mundo, afetando cada vez mais as populações residentes em áreas rurais, sendo de registar um crescente número de vítimas mortais. Em Portugal, especialmente no interior norte e centro, muitas são as aldeias dispersas, com acessos débeis e onde a evacuação apenas é possível de forma pedonal. Este estudo visa a obtenção das velocidades e consequente estimativa de tempos de evacuação pedonal deste tipo de aldeias, habitadas maioritariamente por idosos.

PALAVRAS-CHAVE: incêndios rurais; caracterização da população; idosos; velocidade; evacuação

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os incêndios rurais têm apresentado velocidades de propagação e intensidades cada vez mais elevadas, aproximando-se com maior frequência dos aglomerados urbanos [1], e causando a movimentação temporária de milhares de pessoas em todo o

¹ Autor correspondente – Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, R. Luis Reis dos Santos 290, 3030-790 Coimbra, Portugal
email: andreia.rodrigues@dec.uc.pt

mundo. Países como os Estados Unidos da América e a Austrália tem vindo a ser assolados por estes fenómenos extremos que obrigam a ações de evacuação extensas e complexas. Na Europa, apesar de haver um histórico significativo de incêndios rurais, a necessidade de evacuação de populações é uma realidade relativamente recente e verifica-se um hiato nos procedimentos de intervenção e combate a incêndios rurais, nomeadamente no que concerne aos esquemas e ações de evacuação.

A necessidade de evacuação torna-se mais relevante nas aldeias que não se encontram estruturalmente preparadas para abrigar os seus habitantes em segurança. A opção da evacuação é influenciada pela localização e comportamento do incêndio, pela vegetação, topografia, infraestruturas da comunidade e contexto social, onde muitas vezes existem vulnerabilidades, como infraestrutura de transporte e serviços frágeis ou inexistentes, originando desafios significativos durante evacuações em grande escala [1].

Apesar da existência de vários estudos internacionais de modelação da evacuação, assim como propostas de metodologias para estimativa de tempos de evacuação em situações de incêndio em grandes aglomerados habitacionais, tendo por base a auto-evacuação com uso de viaturas particulares [2], são ainda escassas as informações e os estudos adaptados à realidade portuguesa, nomeadamente quanto à evacuação pedonal.

Em Portugal, as necessidades de evacuação em situação de incêndio rural estão relacionadas sobretudo com aldeias isoladas, com difíceis acessos e habitadas maioritariamente por pessoas idosas. A medida de proteção deste tipo de aldeias é geralmente de confinamento em um local de abrigo, onde a evacuação é feita normalmente de forma pedonal, primeiramente até uma zona de concentração dentro do aglomerado – refúgio- e posteriormente para um abrigo, localizado no exterior ou no interior da própria aldeia. As aldeias com estas características carecem de evacuações atempadas e sobretudo preventivas, de modo a não colocar em risco os seus habitantes e as forças de socorro, evitando as fugas de última hora.

Este trabalho corresponde à 1ª fase de um estudo de evacuação preventiva na aldeia de Cabanões no município da Lousã onde o objetivo principal foi compreender o comportamento de idosos em situação de evacuação, medir o tempo médio de deslocação até chegarem ao abrigo e assim proceder ao cálculo das suas velocidades pedonais, para posterior modelação do tempo necessário de evacuação e criação de metodologias de apoio à decisão.

2. EVACUAÇÃO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIOS RURAIS

Ao longo dos anos tem havido um aumento de ocorrências associadas a incêndios florestais com necessidade de evacuação de pessoas. Nos Estados Unidos da América esta é já uma realidade frequente nas últimas quatro décadas. Os incêndios da Califórnia obrigaram à

evacuação de mais de 10 000 pessoas na sequência de 11 grandes incêndios entre 2017 e 2019 [3]. Mais recentemente, em 2021, um incêndio de grandes dimensões na região de South Lake Tahoe, na Califórnia ameaçou a área urbana, havendo registo de tentativa de evacuação de 22 000 pessoas. Durante este evento, as autoridades tentaram acalmar a população à medida que conduziam as evacuações de um bairro, mas devido ao desespero e ao pânico, muitas pessoas decidiram abandonar a cidade de forma autónoma, provocando engarrafamentos com centenas de carros parados durante horas.

Em Portugal, a maior dificuldade para analisar esta problemática é a falta de informação sobre as ocorrências passadas. O registo sistematizado dos teatros de operações é uma realidade relativamente recente e essa informação é ainda muito pouco coerente.

Em 2012 um relatório, a pedido pelo Ministério da Administração Interna, analisou um dos incêndios com maior área ardida até então. Este incêndio desenvolveu-se numa área caracterizada por um elevado número de aglomerados populacionais dispersos, quase todos com um número reduzido de habitantes, em geral idosos e sem recursos nem mobilidade para fazer frente ao perigo que se avizinhava [4]. Este incêndio obrigou a evacuação de aldeias nos primeiros 40 minutos de incêndio. Devido à dispersão dos aglomerados e a necessidade de proteção das populações, durante a fase de ataque inicial aos incêndios, grande parte dos meios disponíveis estiveram exclusivos à proteção das pessoas e das suas habitações.

Passados 4 anos, ocorreram os trágicos incêndios de 2017, que vieram novamente obrigar a refletir sobre a importância da análise de incêndios, para preparação e intervenção futura. Também no incêndio de Monchique em 2018 considerou-se que *“a segurança das populações foi, neste incêndio, uma preocupação fundamental, um esforço de evitar a repetição, ainda que em menor escala, das tragédias de 2017”* [5]. Este relatório [5] refere uma evacuação massiva de lugares com potencial de risco, traduzida numa evacuação de 608 pessoas distribuídas por 75 lugares.

Também o ano 2022 foi marcado por incêndios muito intensos e de grandes dimensões, levando à necessidade de evacuação de um elevado número de pessoas. De referir ainda que as duas únicas vítimas mortais civis a lamentar foram um casal de idosos, durante o seu percurso de fuga da sua aldeia pelos seus próprios meios, contrariando as ordens das autoridades.

É assim claro que após 2017 se verificou um aumento significativo da decisão operacional de evacuação em situação de incêndio rural. O aumento da intensidade, velocidade e o comportamento errático dos incêndios, fazem com que os operacionais optem por evacuação como forma de proteção das populações, baseado as suas decisões em perceções empíricas da dinâmica do incêndio.

3. ANÁLISE DE TEMPOS DE EVACUAÇÃO

Em Portugal, aldeias isoladas, com poucos habitantes, maioritariamente idosos preocupam especialmente as autoridades. Muitas destas aldeias encontram-se longe das áreas urbanas e os seus acessos são muitas vezes realizados por vias estreitas, degradadas e em forte envolvente florestal.

Aliada às questões relativas aos acessos, a organização da aldeia e o tipo de construções são também fatores que contribuem para a forte exposição ao risco. Muitas delas foram construídas e organizadas a pensar apenas no acesso pedonal, não havendo possibilidade de acesso de viaturas ao interior da aldeia. Nestes casos, a única alternativa viável é a evacuação pedonal até um local onde seja possível o acesso de viaturas que, posteriormente transportará os habitantes para local seguro.

Da análise da bibliografia, verificou-se que existem estudos de velocidade de evacuação para outros riscos, em outros contextos, como casos de incêndios em edifícios [6] e também para evacuação em situação de incêndio rural, mas com recurso a viaturas [7] [8]. Relativamente à evacuação pedonal em situação de incêndio rural, adaptado à realidade portuguesa verifica-se efetivamente uma lacuna. Numa caminhada em ambiente urbano e sem qualquer declive, a velocidade média de pessoas sem dificuldades de mobilidades e sem fator de *stress* é de 5 km/h [9]. Com base neste valor médio, considera-se fundamental testar as velocidades de acordo com as características da população residente e as condicionantes do ambiente rural.

Na tentativa de apuramento dos tempos de evacuação necessários à evacuação de aldeias com as características apresentadas, foram realizados testes de tempos de evacuação com habitantes da própria aldeia e figurantes. Estes ensaios permitiram estudar a velocidade de movimentação de pessoas idosas (mais de 65 anos), com e sem limitações de mobilidade, de modo a prever o tempo necessário para a evacuação da aldeia.

3.1 Enquadramento Geográfico

A aldeia de Cabanões localiza-se na união de Freguesias da Lousã e Vilarinho, pertencendo especificamente à antiga freguesia de Vilarinho localizada a norte do Município da Lousã, que possui cerca de 2513 hectares e um grande número de localidades. Cabanões é uma dessas aldeias que, não sendo conhecida informação sobre a sua origem, foi em tempos uma aldeia com muitos habitantes que se dedicavam sobretudo a agricultura e exploração florestal.

Com o passar dos anos, a aldeia foi perdendo população e atualmente conta somente com 26 habitantes, dos quais apenas 9 com residência permanente. Dos restantes destaca-se 6 pessoas que, não sendo habitantes permanentes, passam grande parte do ano na aldeia, pois são casais reformados, com habitação e morada fiscal em grandes cidades, nomeadamente Lisboa, Setúbal e Marinha Grande. Este grupo específico de pessoas apresenta uma preocupação pelas condições de segurança da aldeia e mostra interesse em saber mais sobre as medidas a adotar. Importa ressaltar que dois dos habitantes não permanentes, apesar de manterem a habitação, optaram por residir na vila da Lousã, permanecendo apenas na aldeia durante o dia, alguns dias por semana. No centro da aldeia existe uma casa dedicada a alojamento local, com capacidade para 4 pessoas, que apesar de atualmente não estar em funcionamento pleno, encontra-se ocupado por um casal que se dedica a artes plásticas, podendo pontualmente receber visitantes. Um dos habitantes permanentes é estrangeiro, mas apesar das dificuldades linguísticas, está perfeitamente enquadrado na aldeia. Destes 26 habitantes (permanente e não permanentes), 75 % têm mais de 65 anos. Na data de realização do exercício, nenhum dos habitantes estava condicionado quanto à mobilidade, havendo apenas dois dos habitantes que se deslocavam com auxílio de muleta como função de apoio. Apenas reside na aldeia uma criança.

A aldeia localiza-se a meia encosta, em zona de vale encaixado, com apenas um acesso pavimentado e estreito, com poucos locais com possibilidade de passagem de duas viaturas.

A sua orografia e a envolvente com matos e floresta, tornam esta aldeia muito exposta a incêndios florestais (figura 1).



Figura 1- Enquadramento da aldeia de Cabanões

3.2 Metodologia

Tal como já referido, os ensaios realizados tiveram como objetivo determinar o tempo médio de evacuação de diferentes tipos de pessoa, com maior ênfase para idosos e pessoas com dificuldade na mobilidade.

Para a realização destes ensaios, estabeleceram-se protocolos de colaboração com a Junta de Freguesia de Lousã e Vilarinho e outras entidades locais, que permitiram a divulgação da atividade e a possibilidade de angariar voluntários para realizarem os percursos. Participaram neste estudo 15 idosos, com idades compreendidas entre os 65 e os 86 anos. Neste grupo a maioria era autónomo e sem problemas de mobilidades, havendo apenas 5 dos participantes que utilizavam equipamentos de apoio à marcha.

Foram estudados 3 percursos independentes com diferentes características tendo-lhe sido atribuída a codificação: Troço 1, Troço 2 e Troço 3 (figura 2).



Figura 2- Identificação dos troços

O Troço 1 representa o percurso a percorrer pela população desde o ponto mais extremo da aldeia até ao ponto de reunião, junto à fonte da aldeia. Este percurso apenas pode ser feito a pé ou com recurso a veículo ligeiro. O acesso de uma ambulância ou de uma carrinha é de extrema dificuldade. Este tem sentido ascendente e apresenta um declive médio de 17%. O Troço 2 representa o percurso a percorrer pela população desde o ponto mais alto da aldeia até ponto de reunião. Este percurso apenas pode ser feito a pé ou com recurso a veículo ligeiro, sendo que a única opção de inversão de marcha é já em caminho de terra batida. Este troço dá acesso a zona florestal e à cumeada, tem sentido descendente e um declive médio de 10%. Já o Troço 3 é o percurso a percorrer pela população desde o ponto de reunião, no interior da aldeia, até ao abrigo (capela). Este percurso deverá ser feito preferencialmente com recurso a viatura ligeira de passageiros (9 lugares) mas poderá haver necessidade de ser feito a pé, caso este recurso não esteja disponível. O declive deste 3º troço é de apenas 1% em sentido descendente, não tendo sido considerado o impacto do declive no estudo. Reunidos no abrigo, já seria possível o uso de um autocarro para retirar a população para fora da aldeia.

Para cada um dos percursos foram analisados 2 ensaios com grupos diferentes: um grupo de indivíduos com mais de 65 anos, sem dificuldades de mobilidade e sem problemas de saúde que influenciem a marcha e um outro grupo, também com mais de 65 anos, com dificuldades de mobilidade e uso de equipamento de apoio à marcha. Desta forma, foi feita uma medição de tempo em troços previamente medidos e identificados, de modo a permitir o cálculo da velocidade média de percurso de cada um dos troços. No troço 3 todos os participantes foram organizados em três grupos de forma aleatória, de modo que todos os grupos contemplassem pessoas com e sem dificuldades de mobilidade. Os ensaios foram cronometrados por

observadores e registado o tempo que cada pessoa demorava a percorrer o mesmo percurso. Cada um dos participantes apenas percorreu cada percurso uma vez, no mesmo dia e com o mesmo grupo de pessoas. Foi atribuído um código a cada participante, por salvaguarda dos dados pessoais, que consentiram fornecer sob a condição de não serem divulgados.

3.3 Apresentação e discussão dos resultados

A tabela 1 apresenta os resultados do ensaio 1, onde foi realizado um ensaio de velocidade de movimento do Troço 1 por pessoas sem dificuldades de mobilidade e outro com figurantes que usam equipamentos de apoio à marcha.

Tabela 1 – Resultados ensaio 1

Ensaio 1		
Indivíduos com mais de 65 anos, sem dificuldades de mobilidade e sem problemas de saúde que influenciem a marcha. Sentido ascendente. Temperatura sentida: 29 °C. Distância:100 metros Declive:17%		
Código de individuo	Tempo de percurso (minutos)	Velocidade média
#C002	01:31:00	3,13 km/hora
#C003	01:58:18	
#C005	01:32:39	
#C006	01:10:36	
#C008	02:19:59	
#C012	01:25:14	
#C014	01:00:06	
#C015	01:15:00	

A tabela 2 apresenta os resultados do ensaio 2, onde foi realizado um ensaio de evacuação do troço 1 por pessoas que usam equipamentos de apoio à marcha.

Tabela 2 – Resultados do ensaio 2

Ensaio 2		
Indivíduos com mais de 65 anos, com dificuldades de mobilidade e uso de equipamento de apoio à marcha. Sentido ascendente. Temperatura sentida: 29 °C. Distância:100 metros Declive:17%		
Codigo de individuo	Tempo de percurso (minutos)	Velocidade média
#C001	02:19:00	2,24km/hora
#C003	02:42:00	
#C004	03:08:00	
#C009	02:39:00	
#C010	02:07:00	
#C013	06:13:00	

A tabela 3 e 4 apresentam os resultados do ensaio 3 e 4 respetivamente, onde se realizou o mesmo tipo de ensaio que relatado nos ensaios 1 e 2, mas desta vez no troço 2. Neste caso trata-se de um troço desceute com declive acentuado.

Tabela 3 - Resultados do ensaio 3

Ensaio 3		
Indivíduos com mais de 65 anos, sem dificuldades de mobilidade e sem problemas de saúde que influenciem a marcha. Sentido descendente. Temperatura sentida: 29 °C. Distância:100 metros. Declive:10%		
Código de individuo	Tempo de percurso (minutos)	Velocidade média
#C002	01:40	3,65 km/hora
#C003	01:37	
#C006	01:06	
#C008	02:50	
#C012	01:40	
#C014	01:15	

Tabela 4 - Resultados do ensaio 4

Ensaio 4		
Indivíduos com mais de 65 anos, com dificuldades de mobilidade e uso de equipamento de apoio à marcha. Sentido descendente. Temperatura sentida: 29 °C. Distância:100 metros Declive:10%		
Código de individuo	Tempo de percurso (minutos)	Velocidade média
#C002	01:40	2,47 km/hora
#C004	03:10	
#C009	02:26	
#C010	02:40	
#C011	01:52	
#C011	01:52	

A tabela 5 apresenta os resultados do ensaio 5, onde se testou o tempo e o comportamento dos habitantes da aldeia, desde o ponto de reunião (refúgio) no centro da aldeia até ao abrigo (capela). Neste caso em específico simulou-se a ordem de evacuação dada pelas autoridades competentes e foi contabilizado o tempo desde essa ordem até à chegada ao abrigo.

Tabela 5 - Resultados do ensaio 5

Ensaio 5		
Evacuação em Grupo para o Abrigo. Indivíduos com mais de 65 anos. Temperatura sentida: 29 °C. Distância: 250 metros		
Código de individuo	Tempo de percurso (minutos)	Velocidade média
Grupo 1	00:05:02	2,5 km/hora
Grupo 2	00:06:01	
Grupo 3	00:07:26	

Com base nos resultados apresentados verifica-se que as velocidades atingidas são superiores quando se trata de troços descendentes em ambos os grupos, mas é de ressaltar que no caso dos idosos com dificuldade de mobilidades, as velocidades em declives ascendentes e descendentes são muito próximas. Durante os testes, verificou-se que estas pessoas mostram muito receio em percorrer percursos a descer por receio de queda, tendo mesmo havido necessidade de apoio de outra pessoa, para percorrer o troço. Já a subir, apesar do esforço físico exigido ser maior, sentem-se mais seguros ao fazer o percurso.

Quanto à evacuação em grupo, foi possível apurar que as velocidades diminuem – velocidade média de 2,5 km/h – facto este que poderá ser explicado pelo facto de os idosos sem dificuldades de mobilidade esperarem e apoiarem os idosos com mais dificuldades. Esta observação permite antever que, em casos reais, a evacuação até ao abrigo, quando possível, deve ser feita com recurso a viaturas.

5. CONCLUSÕES

Com estes ensaios foi possível apurar que os idosos sem problemas de mobilidades apresentam uma velocidade média de 3,13 km/h em sentido ascendente e 3,65 km/h em sentido descendente. Já os idosos com dificuldade de mobilidade apresentam velocidades médias menores tanto a subir como a descer: 2,24 km/h e 2,47 km/h, respetivamente.

Os idosos com dificuldades de mobilidade apresentam velocidades muito próximas para diferentes declives. Durante os testes, verificou-se que estes mostram muito receio em percorrer percursos a descer por receio de queda.

Quando inseridos em grupo misto, a velocidade diminui drasticamente pois os idosos autónomos tendem a esperar pelos idosos com dificuldades. Neste estudo não foi possível testar o tempo de saída das pessoas das suas habitações, que empiricamente se apresenta como bastante significativo, dada a relutância cultural que o habitante tem em deixar as suas habitações e os seus bens [10].

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação para a Ciência e Tecnologia o financiamento do Projeto PCIF/AGT/0061/2019 “EvacuarFloresta - Decisões e planos de evacuação em cenários de incêndio florestal”.

REFERÊNCIAS:

- [1] Wang, Y. *at al. Case studies of large outdoor fires involving evacuations*, Emergency Management & Evacuation (EME) Subgroup, Large Outdoor Fires & the Built Environment (LOF&BE) Working Group of the International Association for Fire Safety Science, 2022 July. Doi: 10.5281/zenodo.6544760
- [2] Dapeng L., *A data-driven approach to improving evacuation time estimates during wildfires for communities with part-time residents in the wildland-urban interface*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 82, 2022, 103363, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103363>.
- [3] Wong, D. *at al, Review of California Wildfire Evacuations from 2017 to 2019*. UC Office of the President: University of California Institute of Transportation Studie, 2020.
- [4] Viegas, D., *Relatório do Incêndio de Tavira/São Brás de Alportel*. Coimbra. Centro de Estudos de Incêndios Florestais – ADAI, 2012.
- [5] Comissão Técnica Independente. *Avaliação do Incêndio de Monchique*. 2019.
- [6] Kobes M. *at all Building safety and human behaviour in fire: A literature review*, Fire Safety Journal, Volume 45, Issue 1, 2010, Pages 1-11, ISSN 0379-7112, <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.08.005>.
- [7] Dapeng L., *A data-driven approach to improving evacuation time estimates during wildfires for communities with part-time residents in the wildland-urban interface*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 82, 2022, 103363, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103363>.
- [8] Niu C. *at all, Are wildfire fatalities related to road network characteristics? A preliminary analysis of global wildfire cases*, International Journal of Disaster Risk Reduction, Volume 80, 2022, 103217, ISSN 2212-4209, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103217>.
- [9] Tobler, W. *Three presentations on geographical analysis and modeling: Non-isotropic geographic modeling, speculations on the geometry of geography, global spatial analysis*, Technical report (National center for geographic information and analysis). 1993.Vol. 93-1.
- [10] Tedim, F. *O futuro dos incêndios rurais em Portugal: Será possível construir uma sociedade resiliente a eventos extremos? O rural depois do fogo*, 2018.