



## Modelling the Portuguese population behaviour under fire situation A modelação do comportamento dos portugueses em caso de incêndio

Elisabete da Cunha Cordeiro - [ecordeiro@gmail.com](mailto:ecordeiro@gmail.com)

Universidade da Beira Interior

António Leça Coelho - [alcoelho@lnec.pt](mailto:alcoelho@lnec.pt)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Miguel Nepomuceno - [mcsn@ubi.pt](mailto:mcsn@ubi.pt)

Universidade da Beira Interior

João Craveiro - [jcraveiro@lnec.pt](mailto:jcraveiro@lnec.pt)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

### Abstract

The people behaviour under fire situation has a strong impact on the risk, and the recognition of this fact is the existence of several studies and buildings evacuation models where they intend to simulate this behaviour. In this paper we present an ongoing study in Portugal (doctoral thesis) for the construction of a model for people behaviour under fire situation, which will quantify the increase of time in the evacuation of the buildings due to this behaviour. The model will be developed based on individual profiles of people's behaviour, constructed from the analysis of data acquired in the course of the study. These individual profiles depend mainly on the people characteristics, for example, age, gender, training, mobility capacity, familiarity with fire drills and the relationship they have with the building.

### Resumo

O comportamento das pessoas em caso de incêndio tem um forte impacto no risco, sendo o reconhecimento desse facto a existência de dezenas de estudos sobre esta matéria e de diversos modelos da evacuação de edifícios que pretendem simular esse comportamento. Nesta comunicação apresenta-se um estudo em curso em Portugal (tese de doutoramento) com vista à construção de um modelo relativo ao comportamento de pessoas em caso de incêndio, o qual permitirá quantificar o acréscimo de tempo na evacuação dos edifícios devido a esse comportamento. O modelo será desenvolvido com base em perfis individuais de comportamento das pessoas, construídos a partir da análise de dados adquiridos no decurso do referido estudo. Esses perfis individuais dependem, essencialmente, das características das pessoas como, por exemplo, da idade, do género, da formação, da capacidade de mobilidade, da familiarização com exercícios de evacuação e da relação que têm com o edifício.

### Keywords

Buildings, fire, occupants, behaviour, evacuation

### Palavras-chave

Edifícios, incêndio, ocupantes, comportamento, evacuação

# A modelação do comportamento dos portugueses em caso de incêndio

## 1. Introdução

A evolução tecnológica ocorrida na indústria da construção tem permitido a concretização de edifícios cada vez mais complexos, com cargas de incêndio que representam um acréscimo do risco resultante da utilização de novos materiais, distintos dos tradicionais celulósicos que pontificavam até há algumas décadas atrás. Também a frequente coexistência no mesmo edifício de vários tipos de ocupação tem contribuído para o aumento do risco. Os factos enunciados implicam a necessidade de avaliar o risco de incêndio com maior rigor de modo a otimizar as soluções a adotar quando analisadas na ótica custo/segurança, pois o recurso à atual legislação, ou outra idêntica de natureza prescritiva, não permite encontrar essa otimização.

A necessidade de conseguir soluções de segurança otimizadas exige o desenvolvimento de metodologias que permitam avaliar com maior rigor, quer os perigos que se colocam, quer a capacidade de desempenho dos meios de segurança que venham a ser instalados.

Essas metodologias, baseadas numa engenharia de segurança, devem permitir, por um lado, quantificar o perigo mediante a determinação de grandezas associadas ao desenvolvimento do incêndio como, por exemplo, a evolução da temperatura e a quantidade de fumo e gases tóxicos libertados e, por outro, calcular o tempo durante o qual os ocupantes ficam expostos a esse perigo, isto é, o tempo de evacuação do edifício. A determinação desse tempo deve ser concretizada com base em modelos de simulação que tenham em consideração todos os fatores com influência na evacuação, um dos quais é o comportamento das pessoas quando confrontadas com um incêndio. É conhecido que numa situação de incêndio nem todos os ocupantes decidem abandonar este logo que têm conhecimento do sinistro, efetuando um conjunto de ações que se refletem no tempo total de evacuação.

Nesta comunicação apresenta-se um estudo em curso em Portugal (tese de doutoramento) com vista à construção de um modelo relativo ao comportamento de pessoas em caso de incêndio, que permitirá quantificar o acréscimo de tempo na evacuação dos edifícios devido a esse comportamento. O modelo será desenvolvido com base em perfis individuais de comportamento das pessoas, construídos a partir da análise de dados adquiridos no decurso do referido estudo. Esses perfis individuais dependem, essencialmente, das características das pessoas como, por exemplo, da idade, do género, da formação, da capacidade de mobilidade, da familiarização com exercícios de evacuação e da relação que têm com o edifício. No que se refere à relação com o edifício o estudo procura avaliar se o comportamento das pessoas no seu edifício, ou naquele onde trabalham, é diferente do que que teriam noutra qualquer distinto destes dois.

Porque o estudo ainda está numa fase de aquisição e sistematização da informação que permitirá o seu desenvolvimento, é feita somente uma descrição sumária da metodologia adotada e a apresentação de resultados de um outro concretizado há algum tempo e que serviu para consolidar a estrutura de inquéritos agora desenvolvida, para além do estado da arte sobre o comportamento de pessoas em caso de incêndio.

## 2. O comportamento das pessoas em caso de incêndio

### 2.1 Como o comportamento afeta a evacuação do edifício

O comportamento das pessoas quando confrontadas com um incêndio é a resposta a uma situação complexa caracterizada por uma variabilidade das condições com que é confrontada, quer no tempo quer no espaço.

A variabilidade das condições no tempo surge com os primeiros sinais do incêndio e termina quando o ocupante já não está em situação de risco ou com a chegada dos bombeiros. Quanto à variabilidade das condições no espaço ela depende da separação existente entre o ocupante e o foco do incêndio, sendo as condições diferentes de espaço para espaço. O processo de evacuação de um edifício, embora caracterizado por uma assinalável complexidade, pode ser representado de forma aproximada considerando a existência de 3 fases distintas, conforme se esquematiza na Figura 1.

A Fase 1 decorre entre o instante em que tem início o incêndio e aquele em que o ocupante toma conhecimento do mesmo. A duração desta fase depende do tipo de utilização do edifício, do tipo de incêndio que ocorre, dos meios ativos instalados e da organização e gestão da segurança, mas não das características dos ocupantes.

Quanto à Fase 2, corresponde ao período de tempo em que o ocupante interpreta os sinais que recebe e executa uma série de ações que não têm como objetivo deixar o edifício. Esta fase está fortemente dependente das características dos ocupantes, embora também possa ser influenciada, em menor grau, pelas características dos edifícios, do incêndio que deflagrou e, ainda, dos meios de segurança instalados.

Finalmente, a Fase 3 corresponde ao período de tempo que decorre desde o instante em que o ocupante decide deixar o edifício e o momento em que já se encontra no exterior deste, ou num local protegido. Esta fase depende das características dos ocupantes, dos edifícios, do incêndio que deflagrou e, ainda, dos meios de segurança instalados. Nesta fase importa conhecer quais os fatores que ditam a escolha do percurso que os ocupantes irão fazer e, ainda, o que pode provocar a alteração desses percursos por parte dos ocupantes.

Porque nem todos os ocupantes têm o mesmo comportamento numa situação de incêndio, pode acontecer que num determinado momento existam ocupantes, quer na Fase 2 quer na Fase 3.

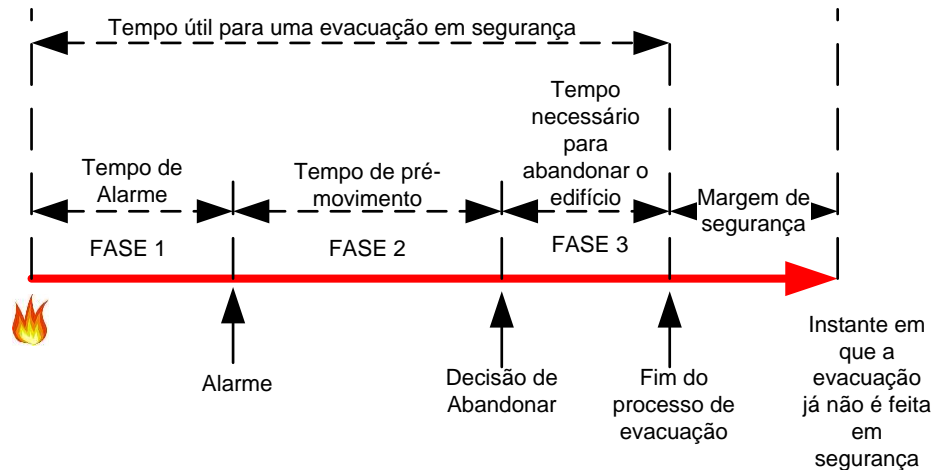


Figura 1 - Diferentes fases da evacuação de um edifício

Assim, pode considerar-se que o tempo total de evacuação de um determinado ocupante é o somatório dos seguintes tempos parciais:

$$T_{TE} = T_A + T_R + T_T$$

em que:

$T_{TE}$  - Tempo total de evacuação;

$T_A$  - Tempo de alarme;

$T_R$  - Tempo de reação dos ocupantes;

$T_T$  - Tempo de trajeto dos ocupantes.

A antecipação do comportamento humano e a previsão da sua reação no decurso da evacuação é das áreas mais complexas nos estudos de segurança ao incêndio, pois cada incêndio e cada pessoa são únicos. Não apenas os locais (disposição, escadas, altura e outros)

são diferentes, como também os eventos (meio onde o incêndio começa, intensidade, fumo, toxicidade e outros) e as pessoas (idade, sexo, características psíquicas e físicas) são distintas de incêndio para incêndio. São, portanto, muitos os fatores que condicionam o comportamento humano em caso de incêndio, sendo este comportamento distinto de país para país, o que contribui para condicionar ainda mais o desenvolvimento desta área do conhecimento.

Em muitas situações o comportamento das pessoas dependerá, em grande medida, do que elas esperam que ocorra e isso é claramente influenciado pela envolvente do local onde se encontram. Assim, a análise e a previsão do comportamento humano na resposta a uma situação de incêndio implica o estudo de um sistema complexo constituído pelas pessoas, pelo edifício e seus meios de segurança e pelo tipo de incêndio.

As pessoas irão responder de forma diferente a situações distintas de incêndio, sendo influenciadas pelo conhecimento que têm do edifício e da percepção sobre a gravidade do incidente.

A maioria das pessoas só tem noção de parte dos aspetos que envolvem a segurança ao incêndio dos edifícios, pelo que quando se confrontam com uma situação de perigo, não é crível que foquem a sua atenção nas pequenas informações que conhecem.

Para ilustrar as dificuldades referidas sobre o conhecimento do comportamento dos ocupantes, apresenta-se na Tabela 1 uma previsão de Friedman, citada por Curtat [1], feita em 1990, sobre o progresso científico que diversas áreas da segurança ao incêndio conheceriam entre o ano de 1969 e 2009. Os valores apresentados na Tabela 1 surgem em percentagem, correspondendo os 100% à consolidação absoluta do conhecimento sobre uma dada matéria. Da análise da referida tabela constata-se que a temática do comportamento das pessoas em caso de incêndio é aquela que, em matéria de previsão da evolução, mais afastada está da consolidação do conhecimento.

Tabela 1 - Previsão, segundo Friedman, da evolução de áreas da segurança ao incêndio

Áreas do conhecimento	Percentagens por anos		
	1969	1989	2009
Desenvolvimento do incêndio	10	20	40
Resistência ao fogo das estruturas	50	60	70
Comportamento das pessoas em caso de incêndio	0	5	10
Efeitos dos gases tóxicos	10	30	50
Conceção de sistemas de deteção	20	50	75
Conceção de sistemas de extinção	5	10	25
Sistemas de controlo de fumo adequados ao incêndio	5	25	50
Análise de risco de incêndio	0	5	20

Apesar desta constatação, são muitos os estudos desenvolvidos sobre esta matéria em diferentes países e vários os modelos de simulação da evacuação de edifícios que já incorporam alguns aspetos comportamentais das pessoas, ainda que sejam muitas as limitações que apresentam.

## 2.2 Estado do conhecimento

### 2.2.1 Estudos teóricos

Apesar da evidente dificuldade de caracterização do comportamento humano numa situação de incêndio e do estado do conhecimento ser ainda limitado, têm sido muitos, desde a já longínqua década de setenta do século passado, os estudos realizados sobre esta temática.

Desses estudos destacam-se os relacionados com as ações desenvolvidas após o conhecimento do incêndio [7], com a identificação das ações prioritárias desencadeadas pelos ocupantes [8], com a associação íntima entre o comportamento das pessoas e o espaço temporal em que tomam decisões [9], com a influência do fumo nas ações empreendidas [17], com a correspondência entre as ações realizadas e os instantes críticos do desenvolvimento do incêndio [13], com a relação entre os ocupantes e fatores como o espaço, o tempo e a

informação [2], com a capacidade de elaboração de uma estratégia de evacuação [3] e com a relação dos ocupantes com o edifício [4].

Referem-se, finalmente, os estudos decorrentes dos atentados ao World Trade Center, o primeiro a 26 de fevereiro de 1993 [16] e o segundo em 11 de setembro de 2001 [14 e 15] e que permitiram consolidar conhecimentos existentes e adquirir novos.

### 2.2.2 Modelos de simulação

Dos diversos modelos de simulação da evacuação conhecidos, alguns deles incorporam aspetos comportamentais associados, quer à Fase 2 quer à Fase 3, ainda que o conhecimento teórico que suporta essa modelação seja incipiente.

Relativamente à Fase 2, a generalidade dos modelos considera um tempo de atraso, umas vezes fixado pelo utilizador, outras já pré-definido no modelo, sendo esse tempo em alguns casos dependente da atividade que o ocupante está a desenvolver [10 e 11].

Relativamente à Fase 3 há modelos em que a determinação dos percursos é influenciada pelas características das pessoas, pelo conhecimento que têm do edifício e da informação que podem obter a partir da sinalização, da iluminação e do sistema de alarme [10 e 11]. Em alguns casos os ocupantes reagem às condições ambientais, escolhendo percursos alternativos se aquele que tinham adotado se encontra bloqueado sendo, frequentemente, os tempos associados à tomada de decisões com vista à alteração do percurso determinados aleatoriamente [10 e 11].

Alguns dos modelos consideram as interações que se estabelecem, quer entre as pessoas, quer entre estas e o incêndio, em função das condições ambientais, podendo ser introduzido pelo utilizador um tempo de atraso que provoca uma paragem do ocupante.

Em síntese nenhum dos modelos já analisado contempla na plenitude as três fases referidas. Havendo vários modelos que contemplam de alguma forma a fase 1 e a fase 2; 4 modelos apenas contemplam a fase 1 e nenhum modelo contempla as 3 fases [10 e 11].

Na Tabela 2 apresenta-se uma síntese das características fundamentais, em matéria de comportamento, de 32 modelos de simulação conhecidos.

Tabela 2 - Características, do ponto de vista de simulação do comportamento, de modelos conhecidos

Modelos/Caraterísticas							
Agora	Allsafe	Aseri	B.Exodus	BFires -2	BGRAF	C. Theos	CRISP
N	N	C, P	C, P	C, P	C, P	N	C
Modelos/Caraterísticas							
EEscape	Egress	EgressPro	Egress Comp.	EgressPro	E-Scape	Exitt	Exitt 99
N	C	N	N	N	C, P	C	C
Modelos/Caraterísticas							
Evanecet4	FPEToll	GridFlow	Legion	Myriad	Magnetic Mod.	PathFinder	PedGo
N	N	I	IA	N	I	N	I
Modelos/Caraterísticas							
Ped/Pax	SGEM	Simulex	STEPS	Takahashis F.	TimeTEX	Wayout	Vegas
I	I	I	I	N	N	N	IA

Os rótulos, indicados para cada um dos modelos da tabela anterior, têm o seguinte significado:

N - O modelo não simula o comportamento dos ocupantes;

I - O modelo simula, de forma implícita, alguns aspectos do comportamento dos ocupantes como, por exemplo, características dos ocupantes ou atrasos de resposta destes que afetam o movimento ao longo da evacuação;

C - O modelo simula, individualmente ou em grupo, a capacidade dos ocupantes empreenderem algumas ações que são influenciadas por condições ambientais;

IA - O modelo simulada determinados comportamentos recorrendo para isso a técnicas do domínio da inteligência artificial;

P - O modelo simula alguns comportamentos a partir de regras baseadas em condições estocásticas.

### 2.2.3 Os jogos sérios

A evolução conhecida no domínio da inteligência artificial e, em particular, dos jogos sérios, tem permitido construir ambientes virtuais nos quais as pessoas são imersas de modo a que se possa avaliar com maior realismo as suas reações a acontecimentos que dificilmente se podem inferir em condições reais [5].

Contudo, para além do número de estudos no domínio da segurança ao incêndio conduzidos com base nos jogos sérios ser ainda muito limitado, os ambientes virtuais que têm sido desenvolvidos com base nesses jogos não são suficientemente realistas para que os “jogadores” se sintam transportados para o ambiente de incêndio real, pelo que os resultados conhecidos não permitem ainda tirar conclusões relevantes.

## 3. Características do estudo em desenvolvimento

### 3.1 Metodologia adotada para aquisição de dados

A evidente dificuldade de aquisição de informação fiável sobre o comportamento em caso de incêndio decorre da quase impossibilidade de reproduzir as condições com que as pessoas são confrontadas. Com vista a minimizar essa dificuldade estabeleceu-se uma metodologia para aquisição de informação que assenta em vários inquéritos com destinatários distintos e, ainda, em alguns resultados obtidos a partir dos designados jogos sérios.

Relativamente aos inquéritos foram desenvolvidos 4 tipos distintos. O primeiro, designado de inquérito Tipo 1, tem como público-alvo as pessoas que estiveram envolvidas em incêndios e deverá ser preenchido pelos comandantes das operações de combate ao incêndio. O preenchimento do inquérito far-se-á no decurso de uma entrevista que o referido comandante terá com os ocupantes que estiveram envolvidos no incêndio. Nos casos em que as vítimas não estão em condições de responder ao inquérito procede-se unicamente à sua identificação para, posteriormente, serem contactadas com vista à recolha da informação que possam prestar. Esse inquérito foi distribuído pelas principais corporações de bombeiros do País, tendo até ao momento sido recolhidas as respostas de 32 inquéritos.

Quanto ao inquérito Tipo 2, é o resultado do aperfeiçoamento de um outro que já foi objeto de aplicação no âmbito de uma dissertação de mestrado [11] e que na altura registou cerca de 300 respostas, tendo a conseqüente análise das respostas evidenciado algumas insuficiências do inquérito em causa. Este inquérito é aberto ao público em geral, com exceção daqueles que viveram uma situação de incêndio, tendo até ao momento sido recolhidas cerca de 500 respostas.

Um terceiro inquérito, com a designação Tipo 3, destina-se a pessoas que participaram em simulacros, tendo até ao momento atual sido recebidos algumas dezenas.

Finalmente, foi desenvolvido um quarto inquérito, designado de Tipo 4, destinado exclusivamente a bombeiros que tenham participado em ações de combate a incêndios urbanos.

O objetivo destes quatro inquéritos é o de tentar perceber se existem diferenças entre o que é o comportamento real das pessoas numa situação de incêndio e aquele que julgam ter antes de serem confrontados com essa experiência e, por outro lado, a influência que a formação na área de segurança ao incêndio pode ter nesse comportamento, pois a partir do início de 2009 passou a ser necessária para muitos dos edifícios.

De modo a que os inquéritos possam fornecer informação que represente com fidelidade aceitável o comportamento dos ocupantes, foram incluídos no inquérito um extenso conjunto de fatores como, por exemplo, o tipo de utilização, o conhecimento do edifício, o perfil dos ocupantes (idade, género, mobilidade, formação em segurança ao incêndio, outro tipo de formação em emergência, condições no momento do incêndio, sozinho vs acompanhado, ativo vs passivo, alerta, personalidade, influenciável pelos outros, líder, ansioso, negativa em relação à autoridade, relação com o edifício), os meios de segurança existentes e as



manifestações associadas ao incêndio, com destaque para o fumo e gases, para a chama, para o cheiro e para o ruído decorrente do crepitar do material que sofre combustão, Procurar-se-á, ainda, adquirir informação complementar recorrendo para isso aos jogos sérios e a alguns cenários virtuais construídos no âmbito de uma tese de doutoramento que está a terminar [12].

### 3.2 Análise dos dados

Para a concretização do modelo comportamental das pessoas começou por definir-se a estrutura das bases de dados que irão conter a informação recolhida.

Como consequência natural do tipo de inquéritos anteriormente referidos, foram consideradas duas bases de dados. Uma relativa à informação recolhida a partir dos inquéritos Tipo 2 e Tipo 4 (Base 1) e a outra com a informação resultante dos inquéritos Tipo 1 e Tipo 3 (Base 2), tendo já começado a ser introduzidos dados na primeira das referidas bases.

A informação constante dessas bases será objeto de um tratamento estatístico de ordem descritiva e correlacional, estabelecendo-se diversas correlações entre os diferentes tipos de ocupantes e as ações que desenvolvem.

Como a Base 2 resulta de informação prestada por pessoas que estiveram envolvidas em incêndios e de bombeiros que participaram em ações de combate, durante o qual podem observar o comportamento dos ocupantes, ela servirá para aferir a validade dos resultados obtidos a partir da Base 1.

A partir da informação resultante do tratamento de dados e da comparação entre diversos tipos de resposta e de respondentes, serão definidos padrões comportamentais de reação perante um incêndio, relacionando-se variáveis de ordem individual (pelas características dos respondentes) com variáveis situacionais (afetas às características do edificado e às circunstâncias dos usos e densidades de ocupação humana) e, também, com as variáveis mais fortemente relacionadas com os dispositivos de informação e aviso acionados. Torna-se igualmente pertinente proceder-se a uma referência do contexto territorial dos diversos tipos de incêndio, por zonas de ocupação urbana ou industrial. Estudos recentes de Guldaker e Hallin em 2014 [6] têm, aliás, chamado a atenção para a estratificação socioeconómica das cidades e de como fatores de ordenamento do território e de segregação, social e espacial, reforçam a vulnerabilidade de certos lugares ao risco de incêndio urbano. Deste modo, a análise situacional dos diversos tipos de incêndio e de edificado, assim como do comportamento expectável ou observado por parte das pessoas, deve ser complementada com referências a variáveis de carácter territorial, embora a incidência do estudo aponte fundamentalmente para a compreensão do comportamento humano e dos tipos de resposta para uma evacuação dos edifícios em tempo útil. Assim, uma análise sobre os tempos de resposta e reação, que parte das variáveis situacionais do comportamento humano, deve atender também às tipologias do território e modelos de uso e ocupação humanas.

A partir da informação contida na Base 1 procurar-se-á ainda avaliar se a organização e gestão de segurança ao incêndio e a conseqüente formação dos ocupantes, obrigatória a partir de 2009 em praticamente todos os edifícios, influencia o comportamento das pessoas. Será, ainda, feita uma comparação entre alguns dos resultados obtidos a partir do tratamento estatístico referido e os equivalentes obtidos a partir de um outro trabalho, que está na fase final de conclusão, desenvolvido com base nos jogos sérios [12].

### 3.3 Descrição genérica do modelo

Com base nos resultados decorrentes do tratamento estatístico dos dados recolhidos será desenvolvido um modelo comportamental de natureza probabilística, que permitirá quantificar os tempos gastos pelos ocupantes na designada Fase 2 e, ainda, identificar os fatores que influenciam a escolha dos percursos que os ocupantes adotam na Fase 3.

O tempo gasto por cada um dos ocupantes na Fase 2 ( $T_{R_i}$ ) será obtido a partir da seguinte expressão:

$$T_{R_i} = T_i + T_g + T_r$$

em que:

$T_i$  - Tempo que o ocupante demora a interpretar o que está a acontecer;

$T_g$  - Tempo “gasto” pelo ocupante na decisão da ação a tomar;

$T_r$  - Tempo que o ocupante demora a realizar a ação (este tempo é igual a zero quando a ação tomada pelo ocupante é deixar o edifício até alcançar o exterior ou um lugar considerado seguro).

O modelo a desenvolver terá a possibilidade de efetuar, quer uma análise macroscópica do movimento das pessoas (não há conhecimento do movimento individual de cada pessoa, fazendo-se a análise em grupo) quer uma análise microscópica (há conhecimento do movimento de cada pessoa, individualizado e perfeitamente caracterizado).

Serão, assim, criadas duas bibliotecas de perfis comportamentais: uma relativa a perfis individuais a outra a perfis coletivos.

O perfil individual depende de vários fatores como, por exemplo, a idade, género, formação capacidade de mobilidade, conhecimento do edifício e dele constarão não só as reações necessárias para a modelação da designada Fase 2, mas também as relacionadas com a Fase 3 que conduzirão à escolha de um percurso, de entre os possíveis, que os ocupantes irão fazer. Porque nem sempre é possível conhecer antecipadamente os ocupantes de um determinado edifício, e noutros porque têm uma ocupação fluente, serão construídos perfis médios por tipo de ocupação, com base nos perfis individuais.

#### 4. Resultados provisórios

Na sequência da análise de aproximadamente 300 respostas a um inquérito inicial [11] (inquérito que posteriormente veio a dar origem ao designado inquérito Tipo 2), resultaram algumas conclusões gerais que serviram sobretudo para aperfeiçoar esse inquérito e menos para apoiar o desenvolvimento do modelo comportamental.

Dessas conclusões genéricas destacam-se as seguintes:

- a) os ocupantes comportam-se de uma forma distinta consoante estão no edifício que habitam ou num outro desconhecido;
- b) as ações executadas em primeiro lugar não variam significativamente com o género, a idade, as habilitações literárias;
- c) as ações executadas em segundo lugar já dependem dos fatores referidos anteriormente; mais de metade dos inquiridos (51%) escolheriam os caminhos que utilizam normalmente para deixar o edifício; um número significativo dos inquiridos referiu a possibilidade de ocorrer o pânico;
- d) cerca de 36% dos inquiridos afirmou conhecer os planos de evacuação dos edifícios que frequentam;
- e) a generalidade os inquiridos sabe identificar as saídas de emergência e conhece a sua localização;
- f) as interpretações dadas ao sinal de alarme não dependem significativamente do género, da idade e das habilitações literárias e sendo a mais indicada considerar que se trata dum incêndio, mesmo quando não têm a certeza;
- g) reação mais frequente ao sinal de alarme é procurar saber o que se passa, não havendo grandes alterações independentemente do género, idade, habilitações literárias e caso o inquirido tenha estado envolvido numa situação de incêndio;
- h) relativamente ao “alerta” a opção mais indicada foi “cheiro a fumo”, havendo aqui diferenças entre as faixas etárias, isto é, na faixa etária do 20 e 40 anos a opção mais indicada foi “alarme” e na faixa etária dos 50 anos foi a “visualização do fumo”;
- i) as duas ações referidas como sendo as mais frequentes na sequência do alarme foi investigar o que estava a acontecer e abandonar o local, estando as respostas dependentes das



habilitações literárias, formação em segurança ao incêndio, experiência anterior e faixa etária;

j) relativamente à reação dos ocupantes na presença de fumo ou de incêndio a ação mais indicada foi a de tentar encontrar outro caminho para abandonar o edifício.

## 5. Conclusões

O comportamento das pessoas em caso de incêndio tem um forte impacto no risco, sendo o reconhecimento desse facto a existência de dezenas de estudos sobre esta matéria e de diversos modelos da evacuação de edifícios que pretendem simular esse comportamento.

Porque, por um lado, os comportamentos variam de país para país e, por outro, o estado dos conhecimentos sobre esta temática não está ainda consolidado, torna-se necessário adquirir informação nacional que permita ultrapassar as limitações de conhecimento existentes de modo a tornar possível o desenvolvimento dum modelo comportamental adaptado às condições da população portuguesa.

Com vista a minimizar as dificuldades associadas à aquisição de informação fiável que permita concretizar o modelo em causa, foi estabelecida uma metodologia própria assente, por um lado, em diferentes tipos de inquéritos destinados a um público-alvo distinto e, por outro, recorrendo a resultados obtidos a partir de jogos sérios.

Com base na informação recolhida serão estabelecidos perfis individuais de comportamento em função dos principais fatores que o influenciam, com destaque para as características dos ocupantes (por ex. físicas, psíquicas e cognitivas), dos edifícios (por ex. tipo de utilização, características geométricas, existência ou não de uma organização e gestão de segurança) e do incêndio.

A partir desses perfis será possível determinar o tempo gasto pelos ocupantes na designada Fase 2 e a influência das manifestações associadas ao incêndio (por ex. condições de visibilidade, de radiação, de temperatura e de concentração de gases tóxicos) na escolha dos percursos correspondentes à Fase 3 do processo de evacuação.

## Bibliografia

### Livros

[1] Curtat, M. *Traité de Physique du Bâtiment*” Tome 3 *Physique du feu pour l’ingénieur*. p. 31, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Paris, França, 2001.

### Artigos em revistas:

[2] ZELTZER, E.: - “L’homme dans l’incendie : pour un modèle explicative”. *Face au Risque. Dossier Spécial*, novembre, (1985), p. 53-55.

[3] Weisman, J. - *Evaluation Architectural Legibility, Way-Finding in the Built Environment. Environment and Behaviour*, Vol. 13, n.º. 2, March 1981, p. 189-204.

[4] ZELTZER, E. (1985) “*Etude des Comportements Humains en Situation de Sinistre (Incendie)*”, *Ministere de L’Interieur et de la Decentralisation, Marché*: n.º 83-21-300.

[5] Lo, S.M.; Liu, M.; Yuen, R. K.K.: “*An Artificial Neural-network Bases Predictive Model for Pre-evacuation Human Response in Domestic Building Fire*”. *Fire Technology*, 2009, Vol. 45, pp. 431-449.

[6] Guldäker, N.; Hallin, P.: ‘*Spatio-temporal patterns of intentional fires, social stress and socio-economic determinants: A case study of Malmö, Sweden*’, *Fire Safety Journal* 70 (2014): pp. 71-80.

[7] Bickman, E.: “*A Model Fires and Behaviour in Fires Applied to a Nursing Home*”. *Fires and Human Behaviour*, Canter, 1980.

[8] Canter, D.: “*Studies of human behavior in fire: empirical results and their implications for education and design*”, Department of the Environment, Building Research Establishment, 1985.

[9] Sime, J.: "Escape Behavior in Fires: 'Panic' or Affiliation?". Department of Psychology, University of Surrey, 1984.

#### Dissertações

[10] Coelho, A. L.: "Proposta de uma nova metodologia de abordagem à segurança ao incêndio em Portugal". Programa Conjunto de Investigação e de Pós-Graduação a apresentar às provas públicas para obtenção do título de habilitado para o exercício de funções de Coordenação Científica. p. 19-22 e p. 41-65. Lisboa, LNEC, 2006.

[11] Cordeiro, E. C.: "Modelação do comportamento das pessoas em caso de incêndio". P. 12-51. Tese de Mestrado em Segurança Contra Incêndios Urbanos. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2010.

[12] João Emílio Santos Carvalho de Almeida. Serious Games as a Behaviour Elicitation Tool: Applications to Evacuation Scenarios . Tese de doutoramento, FEUP, (a publicar em 2015)

#### Sítios Web

[13] Kuligowski, E.: "The process of Human Behavior in Fires", National Institute of Standards and Technology. NIST Technical Note 1632, 2009.

<http://www.mingerfoundation.org/downloads/mobility/nist%20world%20trade%20center.pdf> (17/07/2015)

[14] AVERILL, Jason D., MILETI, Dennis S., PEACOCK, Richard D., KULIGOWSKI, Erica D., GRONER, Norman, PROULX, Guylène, RENEKE, Paul A. and NELSON, Harold E., (2005), "Occupant Behavior, Egress, and Emergency Communications", Federal Building and Fire Safety Investigation of World Trade Center Disaster, NIST NCSTAR 1-7.

<http://www.mingerfoundation.org/downloads/mobility/nist%20world%20trade%20center.pdf> (15/07/2015)

[15] FAHY, Rita F. e PROULX, Guylène. "Analysis of Published Accounts of the World Trade Center Evacuation". NIST NCSTAR 1-7A, 2005.

<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05126.pdf> (15/07/2015).

#### Acta de Congressos

[16] Fahy, R. F. e PROULX, G.: (1997) "Human Behavior in The Word Trade Center Evacuation", International Association for Fire Safety Science. Fire Safety Science. Proceedings. Fifth (5th) International Symposium. March 3-7, Melbourne, Australia, Intl. Assoc. for Fire Safety Science, Boston, MA, Hasemi, Y., Editor(s), 713-724 pp.

[17] Fahy, R. F.; e Proulx, G.: "Human Behavior in The Word Trade Center Evacuation", International Association for Fire Safety Science. Fire Safety Science. Proceedings. Fifth (5th) International Symposium. March 3-7, 1997, Melbourne, Australia, Intl. Assoc. for Fire Safety Science, Boston, MA, Hasemi, Y., Editor(s) (713-724 pp).