

# Capacidade de Carga e Tempo de Evacuação para Eventos nos Espaços Públicos das Cidades

Fernando Brito e Abreu, Duarte Almeida

[ISTAR-Iscte](#)

## Introdução

Têm vindo a ser desenvolvidos no ISTAR-Iscte vários projetos de investigação nos domínios do *Smart Tourism* e das *Smart Cities*, nomeadamente para a monitorização em tempo real da ocupação de espaços públicos [Silva, 2019] e recomendação de circuitos pedestres para os visitantes de zonas históricas, que maximizem a sustentabilidade [Beirão, 2020] [Larga, 2020]. Integrada na estratégia de atração turística das cidades está a realização de eventos gratuitos de massas nos espaços públicos, como por exemplo espetáculos de música, fogo de artifício ou projeções de narrativas animadas. A escolha do espaço público adequado para cada um destes eventos leva geralmente em conta a afluência esperada, o enquadramento cénico, as condições acústicas ou as acessibilidades. Contudo, é fundamental uma análise do risco baseada na capacidade de carga e no tempo de evacuação do espaço público, para o planeamento da alocação (e desmobilização) do efetivo policial responsável pela segurança dos eventos, das equipas de emergência médica e das equipas de limpeza urbana.

A segurança em eventos realizados no espaço público das cidades é dependente de muitos fatores, entre os quais as características do próprio evento e do espaço em que decorrerá. Uma manifestação de cidadãos reformados não terá o mesmo risco que um concerto para jovens. Um comício de um partido com ideais de tolerância não terá o mesmo risco que o de um partido extremista e radical. Um evento de meia hora não terá o mesmo risco do que um evento que dure várias horas. Iremos aqui apenas considerar os fatores que dependem da topologia do espaço público (malha urbana) em que o evento irá decorrer.

O planeamento de medidas de segurança de um evento, como por exemplo o controle de acesso ao mesmo, deve ter em consideração o caso limite, isto é, aquele em que a capacidade de carga do espaço público correspondente for atingida. Outro fator fundamental nesse planeamento, é o tempo de evacuação dos participantes. Em casos de alteração da ordem, como um atentado ou uma explosão, os participantes tentam abandonar rapidamente o local. Quanto mais lento for o escoamento através das aberturas do espaço público em que o evento ocorre, maior a probabilidade de ocorrerem fatalidades, devido aos comportamentos conhecidos de uma multidão em pânico. A estimativa do tempo de evacuação depende do número de pessoas no evento e da dimensão das citadas aberturas.

Para ilustrar este assunto vamos considerar três espaços da cidade de Lisboa, com áreas bastante semelhantes, em que provavelmente já se realizaram mais eventos: Praça do Comércio, Praça Marquês de Pombal e o lado leste da Alameda Dom Afonso Henriques (figura 1). A área útil para a realização de eventos é representada através de uma superfície poligonal. A vermelho representam-se as aberturas para evacuação dos mesmos, que são apenas condicionadas pelo edificado. Por outras palavras, não se considera a colocação de vedações ou cercas a condicionar o acesso ao espaço público. No caso da Praça do Comércio, ainda que seja possível a evacuação na frente de rio em baixa-mar, considerou-se o pior caso (preia-mar) em que tal é inviável. O posicionamento das aberturas é um compromisso entre a maximização do espaço útil do evento e a minimização do comprimento de eventuais vedações que teriam de ser levantadas para o limitar, se tal fosse pretendido.

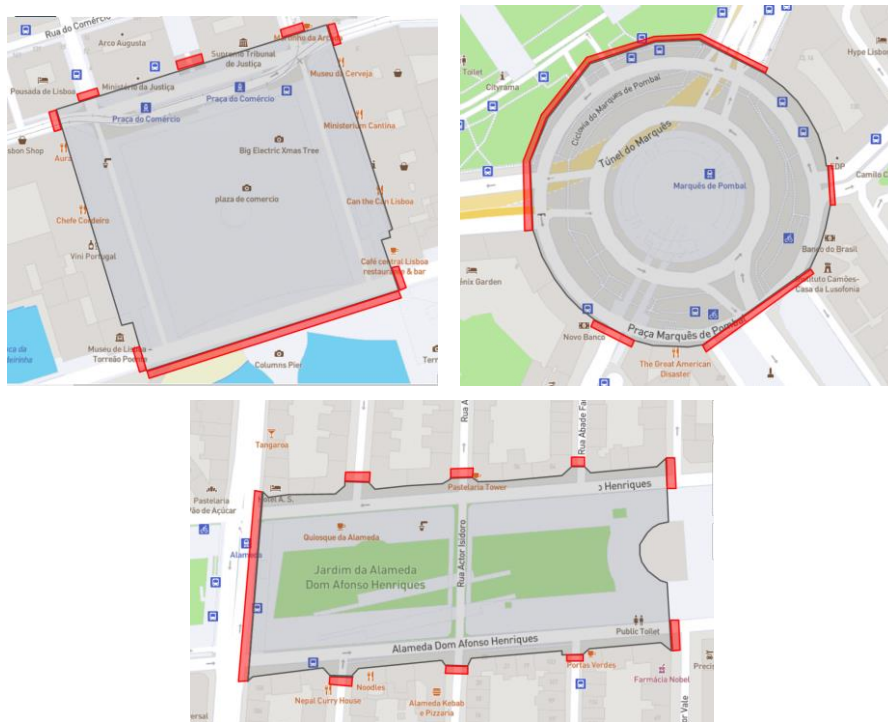


Figura 1 – Praça do Comércio, Praça Marquês de Pombal e Alameda Dom Afonso Henriques (lado leste)

## Capacidade de Carga

Pretendemos calcular a capacidade de carga para dois cenários: o de pandemia COVID-19, que obriga ao distanciamento social, e a situação “normal” sem restrições quanto ao distanciamento. No [documento nº 028/2020 da DGS](#) recomenda-se um distanciamento social de 2m durante a pandemia de COVID-19, o que significa atribuir a cada participante de um evento uma área de 4m<sup>2</sup>. De acordo com a literatura, a capacidade de carga máxima num evento, em situações normais é de cerca de 3 participantes por m<sup>2</sup>, isto é, uma densidade 12 vezes superior à de COVID-19. A tabela seguinte representa essas capacidades para os espaços considerados, onde as áreas foram calculadas com base no sistema de informação geográfica de dados abertos [OpenStreetMap](#). A última coluna da tabela representa o comprimento total das supracitadas aberturas para cada um dos espaços, ou seja, a dimensão das “portas” de evacuação, representadas a vermelho na figura 1.

Espaço Público	Área (m <sup>2</sup> )	Capacidade de carga normal	Capacidade de carga COVID-19	Comprimento total das aberturas (m)
Praça Marquês de Pombal	31261,5	93784	7815	392,4
Alameda Afonso Henriques	33824,3	101473	8456	254,8
Praça do Comércio	35596,5	106789	8899	108,3

## Evacuação dos Espaços Públicos

O cálculo dos tempos de evacuação de cada um dos espaços públicos considerados, para os dois cenários de capacidade de carga, foram obtidos através do modelo analítico proposto em [Hurley, 2015], que a literatura aponta como sendo uma das melhores aproximações para a representação do fluxo de evacuação em situações de pânico. Tal como em todas as abordagens de inspiração hidráulica, este modelo é sensível à taxa de fluxo assumida nos cálculos, que apresenta um máximo em torno de 1,32 pessoas por metro (de largura das portas de evacuação), por segundo. Um congestionamento muito elevado reduz a rapidez da evacuação, o mesmo acontecendo, por razões óbvias, para situações de baixo congestionamento. A figura 2 compara a evolução temporal da taxa de fluxo para as capacidades de carga e espaços públicos considerados. O instante zero corresponde à capacidade de carga máxima, a partir do qual se dá início à evacuação. A redução na taxa de fluxo devida ao congestionamento elevado só é observável na situação de capacidade de carga normal.

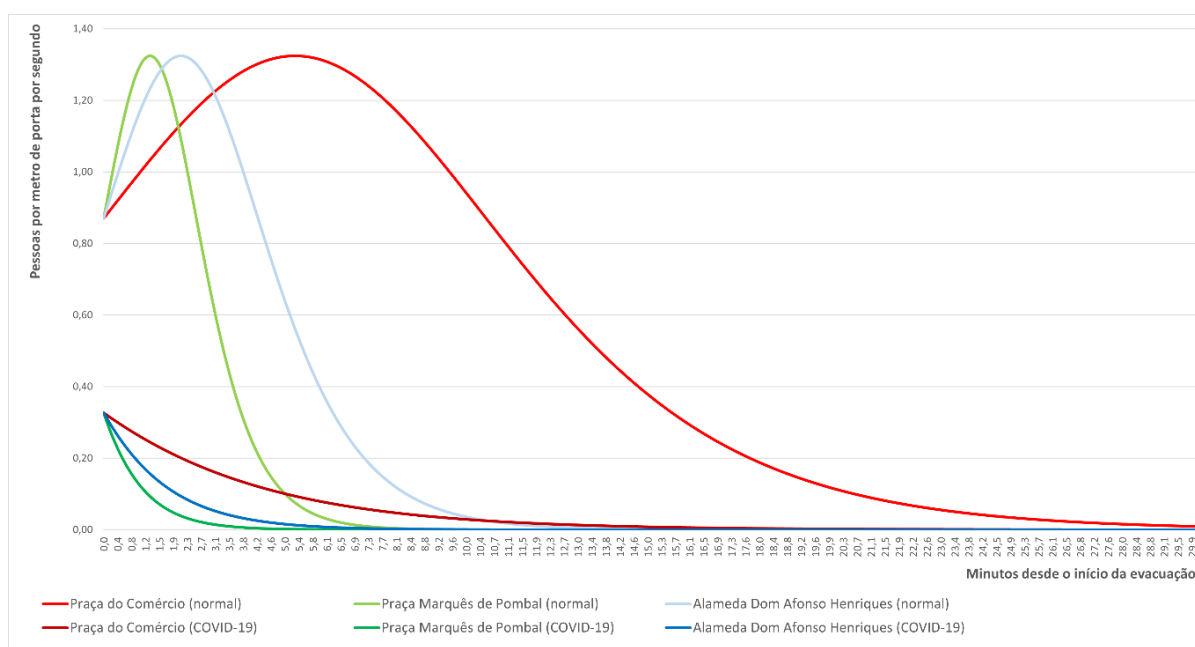


Figura 2 – Comparação da evolução temporal da taxa de fluxo

Aplicando estas taxas de fluxo, obtemos as evoluções temporais (figura 3) da ocupação dos espaços públicos considerados, em fase de evacuação, para os dois cenários (normal e COVID-19).

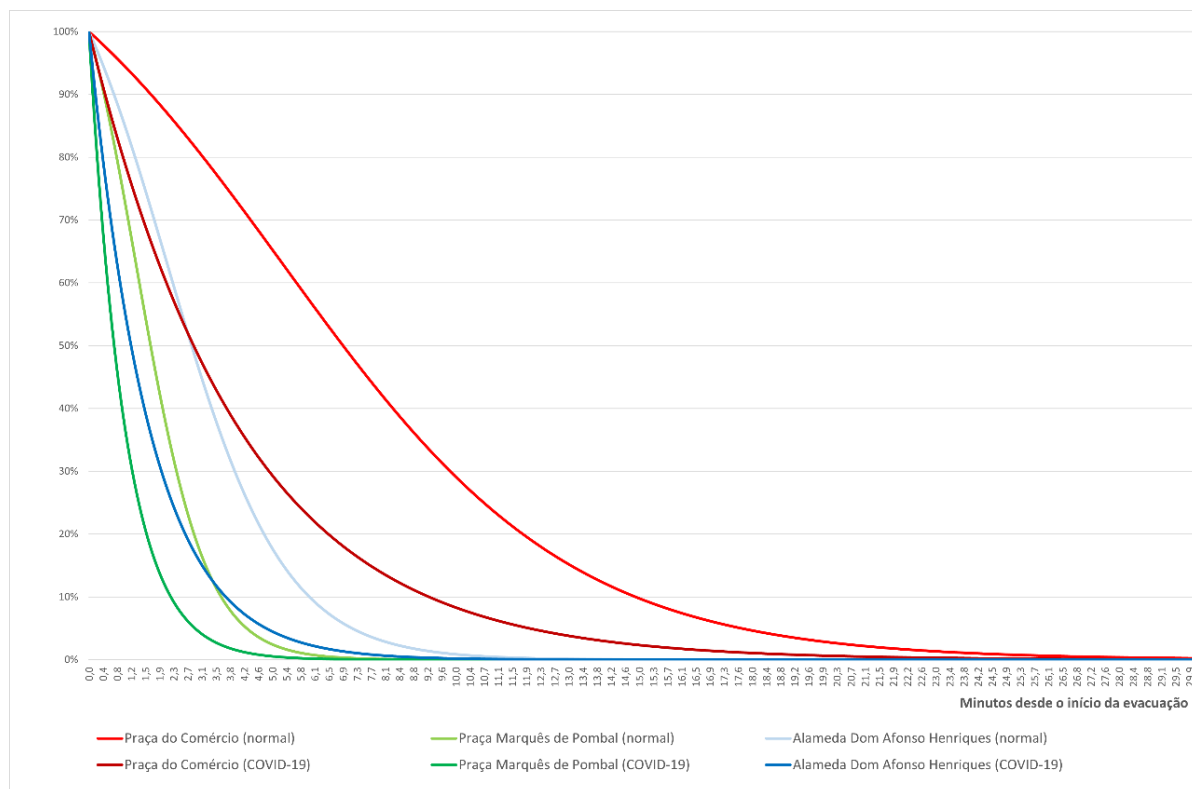


Figura 3 – Comparação da evolução temporal da evacuação

## Conclusão

Dos três espaços considerados, com capacidades de carga semelhantes, o que apresenta maior risco, tendo em consideração o tempo de evacuação, é a Praça do Comércio e o de menor risco é a Praça Marquês de Pombal. Tomando como referência uma ocupação residual de 10%, a mesma é atingida na Praça do Comércio em 14,7 minutos e no Marquês de Pombal em apenas 3,6 minutos (na Alameda será de 5,9 minutos). Na continuação deste trabalho, está em curso no [ISTAR-Iscte](#) um estudo comparado de simulação baseada em agentes, recorrendo a vários modelos, como os “*Optimal Steps*”, “*Gradient Navigation*” e “*Social Force*”, cujos resultados serão confrontados com os do modelo analítico aqui utilizado.

## Bibliografia

- [Silva, 2019] R. Silva, R. N. Marinheiro, F. Brito e Abreu, “[Crowding Detection Combining Trace Elements from Heterogeneous Wireless Technologies](#)”, atas da [22<sup>nd</sup> International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications \(WPMC\)](#), pp. 1-6, Lisboa, Portugal, 24-27 Novembro 2019.
- [Beirão, 2020] R. Beirão, [A Multiple Criteria Route Recommendation System](#), MSc thesis (supervised by F. Brito e Abreu and V. Basto-Fernandes), Iscte – Instituto Universitário de Lisboa, Dezembro de 2020.
- [Larga, 2020] F. Larga, [A Mobile Tour Guide App for Sustainable Tourism](#), MSc thesis (supervised by F. Brito e Abreu and J. L. Silva), Iscte – Instituto Universitário de Lisboa, Dezembro de 2020.
- [Hurley, 2015] M. J. Hurley, D. T. Gottuk et al. (eds.). [SFPE Handbook of Fire Protection Engineering](#). Springer, 2015.