



## DESEMPENHO DA LARGURA DAS PORTAS NO TEMPO DE ABANDONO DE COMPARTIMENTOS

**Rosaria Ono (1); Fulvio Vittorino (2)**

(1) Departamento de Tecnologia da Arquitetura – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: rosaria@usp.br

(2) Centro Tecnológico do Ambiente Construído – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT, Brasil – e-mail: fulviov@ipt.br

### RESUMO

A segurança contra incêndio é um dos 14 requisitos de desempenho da edificação, conforme a norma ISO 6241, sendo que as medidas de projeto a serem implantadas para garantir as condições mínimas de segurança são estabelecidas, essencialmente, em regulamentações municipais, estaduais e federais, tendo, portanto, caráter compulsório. Dentre as medidas passivas de segurança contra incêndio, a largura das saídas de emergência é crucial para garantir o abandono eficaz dos ocupantes de edificações, em situação de emergência. No entanto, verifica-se nas regulamentações e normas vigentes no Brasil, uma divergência de parâmetros e critérios para dimensionamento de saídas de emergência, a tal ponto de um mesmo programa de arquitetura resultar em largura e número de saídas totalmente diferentes, dependendo do método considerado. Este trabalho aborda, especificamente, as contradições existentes nos parâmetros de fluxo das saídas de compartimentos de edifícios de escritório, no que se refere ao seu fator mais restritivo, que é a largura das portas. Uma análise da adequação dos parâmetros de dimensionamento de portas propostos em regulamentações e normas vigentes é realizada utilizando-se como ferramenta um modelo de simulação computacional de abandono, considerando várias larguras tipicamente adotadas em projeto. Os resultados obtidos apresentam as variações no tempo de abandono do compartimento em função da largura de porta e permitem determinar as dimensões mínimas e máximas de portas que possibilitam, respectivamente, um abandono sem a obstrução das saídas causada pela aglomeração excessiva de pessoas e uma otimização da dimensão do vão.

Palavras-chave: saídas de emergência, segurança contra incêndio, fluxo de saída, porta, desempenho.

## **1 INTRODUÇÃO**

Considerada uma questão de segurança pública, a segurança contra incêndio do ambiente construído é de responsabilidade do poder público, no que se refere à definição de requisitos mínimos a serem cumpridos para garantir a segurança física das pessoas e a preservação do meio ambiente. Esses requisitos mínimos são estabelecidos por meio de regulamentações e normas, como a Regulamentação Estadual de Segurança contra Incêndio e Áreas de Risco (SÃO PAULO, 2001) e o Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo (SÃO PAULO, 1992), no caso do Município de São Paulo. Além dessas, ainda existem as normas técnicas brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), importante referência para o profissional, pois fornece respaldo técnico para suas decisões de projeto.

Na última década, o poder público e a comunidade envolvida com a questão têm voltado suas atenções mais fortemente ao abandono de edifícios altos em caso de sinistros, devido ao atentado terrorista de 11 de setembro de 2001, nas Torres do World Trade Center de Nova Iorque. Este evento trouxe à tona as discussões relativas aos critérios utilizados para o dimensionamento das saídas de emergência dos edifícios em geral e, em particular, dos denominados “super-elevados” (com mais de 300 m de altura segundo definição do Council of Tall Buildings and Urban Habitat<sup>1</sup>). Neste sentido, discussões sobre novos meios de abandono da edificação com o uso de diferentes tecnologias também têm sido frequentes (TUBBS; MEACHAM, 2009). É importante lembrar que estes projetos de grande porte normalmente não se tornam viáveis com a adoção de métodos de dimensionamento de saídas de emergência tradicionais, onde se considera a evacuação total e simultânea da população do edifício.

Ressalta-se ainda, que a problemática da segurança contra incêndio está sempre presente nas discussões sobre o domínio da tecnologia para construção de edifícios de grande altura no mundo todo. Garantir a segurança dos ocupantes e da própria edificação, em caso de incêndio, é uma das premissas para aprovação desses projetos especiais por parte do poder público (CRAIGHEAD, 1996, p.16).

Especificamente, na cidade de São Paulo, devido ao histórico de incêndios de grande repercussão no país e no mundo, a preocupação em garantir condições para os ocupantes das edificações abandonarem estes locais com segurança começou a ser incorporada nas regulamentações municipais desde 1974.

Nessa mesma linha, a partir da década de 1980, surgiram outras referências técnicas que passaram a estabelecer parâmetros de segurança contra incêndio, como as normas brasileiras da ABNT e as regulamentações estaduais.

No entanto, tem-se verificado que, ao se projetar as saídas de emergência para um edifício alto com um determinado programa arquitetônico, considerando os requisitos de diferentes bases normativas, obtém-se resultados fortemente distintos. As diferenças surgem em praticamente todas as características construtivas, como o tipo e/ou quantidade de escadas, largura de corredores e escadas, distâncias máximas a percorrer admissíveis, grau de resistência ao fogo das compartimentações, etc.

## **2 OBJETIVO**

As citadas diferenças de requisitos dificultam a atuação dos projetistas e tem como consequência uma significativa variação no custo da obra e na área efetiva comprometida com as saídas de emergência (corredores, escadas, etc.), dependendo do documento seguido. Além disso, tais diferenças suscitam dúvidas sobre a fundamentação e coerência técnica da regulamentação ou norma em questão. Assim, verifica-se a necessidade de avaliar e aprimorar os métodos de dimensionamento das saídas de emergência em edificações elevadas.

Este artigo tem como objetivo, especificamente, avaliar as contradições existentes nos parâmetros de fluxo das saídas de compartimentos de edifícios de escritório, no que se refere ao seu fator mais

---

<sup>1</sup> <http://www.ctbuh.org/HighRiseInfo/TallestDatabase/Criteria/tabid/446/language/en-GB/Default.aspx>, acessado em 08/05/2010.

restritivo, que é a largura das portas de saída, no sentido da fuga.

### 3 MÉTODO

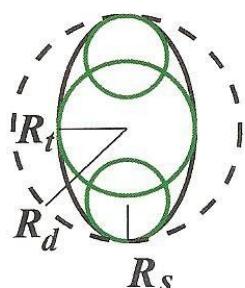
Uma análise da adequação dos parâmetros de dimensionamento de portas propostos em regulamentações e normas nacionais vigentes é realizada utilizando-se como ferramenta um modelo de simulação computacional de abandono, considerando várias larguras tipicamente adotadas em projeto.

#### 3.1 Programa de simulação utilizado

O modelo de simulação computacional utilizado é denominado *Evac*, desenvolvido pelo Centro de Pesquisas Tecnológicas da Finlândia (*VTT Technical Research Centre of Finland*), que está associado ao software de simulação do fenômeno do incêndio denominado *Fire Dynamics Simulator* (FDS), desenvolvido pelo Instituto Nacional de Tecnologia e Padronização dos EUA, NIST (*National Institute of Standards and Technology*). Ambos os modelos estão disponibilizados, de forma já integrada, na internet e são aplicativos de uso livre e gratuito. O FDS utiliza um modelo de campo para simulação do desenvolvimento do incêndio e comportamento dos produtos da combustão (calor, fumaça e gases). Assim, o *Evac*, também se baseia nos conceitos dos modelos de campo, ou seja, considera, inicialmente, o comportamento de cada pessoa como o de uma partícula de fluido seguindo um escoamento principal. Porém, o *Evac* pode ser utilizado de forma independente, apenas para simular o abandono de uma população de um local, sem considerar os efeitos do incêndio sobre os ocupantes, e foi assim utilizado no trabalho apresentado neste artigo.

Neste modelo, cada ocupante é considerado como um “indivíduo”, com características físicas particulares e estratégias próprias de evacuação. O movimento dos “indivíduos” é simulado utilizando um plano bidimensional que representa os pisos dos edifícios. O algoritmo básico do movimento de evacuação é resolvido por uma equação de movimento para cada indivíduo de forma contínua no tempo e no espaço, como uma dinâmica molecular artificial. As forças que agem nos indivíduos são de natureza física, como de contato e da gravidade, e de natureza psicológica, dadas pelas condições ambientais (por exemplo, “reduzir a velocidade devido à presença de fumaça”) e pela interação com outros indivíduos (por exemplo, “mover-se após a chegada de outro indivíduo”).

Adota-se uma malha para compor a geometria do compartimento e os indivíduos têm o seu eixo de movimentação, centrado na cabeça, sobre essa malha. As propriedades físicas atribuídas a cada indivíduo (larguras e velocidade) são distribuídas de forma aleatória pelo modelo entre os membros da população considerada. Cada indivíduo é representado por três círculos sobrepostos, em vista superior, simulando a forma humana (vide Figura 1). As dimensões do corpo e as velocidades de caminhamento livre da população, por tipo, adotadas pelo modelo são apresentadas na Tabela 1, onde  $d_s = R_d - R_s$ . Os ocupantes de um determinado espaço são distribuídos também aleatoriamente por ele. Um grande domínio computacional pode ser subdividido livremente em espaços menores e cada um desses espaços pode receber vários conjuntos de populações diferentes. O usuário do programa pode alterar as propriedades apresentadas na Tabela 1, criando a sua própria população ou condição de movimento.



**Figura 1:** Vista superior do indivíduo (Fonte: Korhonen e Hostikka, 2009, p. 19).

**Tabela 1** - Dimensões do corpo e velocidades de caminhamento livre do FDS+Evac.  
(Fonte: Korhonen e Hostikka, 2009, p. 19)

Elemento da População	Parâmetro				
	R <sub>d</sub> (m)	R <sub>t/R<sub>d</sub></sub>	R <sub>s/R<sub>d</sub></sub>	d <sub>s/R<sub>d</sub></sub>	Velocidade (m/s)
Adulto (média)	0,255±0,035	0,5882	0,3725	0,6275	1,25±0,30
Homem	0,270±0,020	0,5926	0,3704	0,6296	1,35±0,20
Mulher	0,240±0,020	0,5833	0,3750	0,6250	1,15±0,20
Criança	0,210±0,015	0,5714	0,3333	0,6667	0,90±0,30
Idoso	0,250±0,020	0,6000	0,3600	0,6400	0,80±0,30

Dessa forma, cada simulação apresenta resultados diferentes, sendo recomendada a sua repetição em pelo menos 12 vezes, para verificar a faixa de variação dos resultados. A largura mínima para abertura de portas que o modelo recomenda é de 0,70m, sendo necessário que esta tenha valor múltiplo do valor da dimensão da malha. O modelo *Evac* utiliza o programa de visualização tridimensional do *FDS* denominado *Smokeview* (FORNEY, 2010), que permite a verificação da movimentação das pessoas ao longo do tempo.

### 3.2 Ambiente padrão considerado

Para todas as situações, foi considerado um compartimento de 20,0m x 20,0m, no qual foi colocada uma população de adultos, com parâmetros conforme Tabela 1, adotando-se o valor de densidade ocupacional de 5,0 m<sup>2</sup>/pessoa, resultando em 80 pessoas. Considerou-se ainda que todos os ocupantes conhecem a posição da porta de saída e que o espaço não possuía restrições à movimentação dos ocupantes. Neste compartimento, foi instalada uma porta que teve sua largura variada desde a situação mais restritiva, definida em documentos normativos, até uma situação onde o fluxo de saída seria pouquíssimo condicionado pela largura da porta.

A restrição da largura da porta foi comprovada em estudos anteriores (VALENTIN (2008) e SENA (2009) utilizando outro modelo de simulação denominado *buildingExodus* (GALEA et. al., 2004), desenvolvido e comercializado por um grupo de pesquisa da Universidade de Greenwich, do Reino Unido, cujo acesso foi viabilizado pelo apoio financeiro do Centro Brasileiro de Construção em Aço/Instituto Brasileiro de Siderurgia. O estudo de Valentin (2008), realizado em projetos de edifícios escolares e de Sena (2009), em edifícios de escritórios de múltiplos pavimentos, evidenciaram o acúmulo excessivo de pessoas frente às portas de acesso às saídas de emergência, quando essas eram dimensionadas conforme as regulamentações e normas brasileiras consideradas, muitas vezes comprometendo o tempo total para abandono dos edifícios simulados.

Neste estudo, a malha adotada foi de 0,20 m e 0,20 m e a largura da porta variou, dentro de parâmetros de referência da norma e das regulamentações consideradas, entre 1,00 m e 2,00 m. Foram realizadas trinta repetições de cada situação estudada e, em todos os casos, estabeleceu-se um movimento de abandono simultâneo, isto é, todos os indivíduos iniciaram o movimento em direção à saída ao mesmo tempo, após decorridos 10s no domínio do tempo da simulação.

### 3.3 Parâmetros normativos e de regulamentações

Para a definição das dimensões das portas a serem utilizadas nas simulações foram considerados os requisitos para dimensionamento de portas das seguintes documentações: Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo (COE) (BOTELHO; FREITAS, 2008); Regulamento de Segurança contra Incêndio das Edificações e Áreas de Risco do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2005), além da norma brasileira NBR 9077 (ABNT, 1993).

Verificou-se que o COE não aborda, em seu Capítulo 12 intitulado “Circulação e Segurança”, a questão do dimensionamento específico das portas que compõem as rotas de fuga, considerando apenas as questões relativas aos “espaços de circulação”, onde inclui somente escadas, rampas, corredores e vestíbulos. Já, tanto a NBR 9077 como a Instrução Técnica Nº 11 (IT 11) do Regulamento de Segurança contra Incêndio das Edificações e Áreas de Risco do Estado de São Paulo definem as dimensões de todos os elementos que compõem a rota de fuga em termos de “unidades de

passagem". Para escadas e corredores, uma unidade de passagem corresponde a uma largura de 0,55 m, considerada largura suficiente para passagem de uma pessoa na sua maior largura (ombro a ombro). Para portas, contudo, esses documentos, definem uma largura mínima de 1,00 m (vão de luz), definindo que tal valor representa duas unidades de passagem.

Constituem exceção a essa regra os ambientes pequenos, com distâncias a percorrer, dentro do próprio recinto, de menos de 10 m até as portas, onde as rotas de fuga passam a ser consideradas a partir do espaço além dessas portas. Nesse caso, tanto a IT 11 como a NBR 9077 admitem portas com 0,80 m de largura (vão de luz), equivalendo, aqui, a uma unidade de passagem.

Portanto, verifica-se que as referidas documentações admitem uma redução na largura das rotas de fuga nas portas, admitindo-se uma largura menor correspondente às unidades de passagem, com exceção da largura mínima de 0,80 m. A Tabela 2 apresenta as diferenças nas exigências para portas das duas documentações analisadas:

**Tabela 2 - Largura (dimensão mínima de vão de luz) de portas em rotas de fuga.**

Largura (vão de luz)	Documento Normativo	
	NBR 9077	IT 11
0,80 m		Valendo por uma unidade de passagem
1,00 m		Valendo por duas unidades de passagem
1,20 m	-----	Acima dessa largura, a porta deve ter duas folhas
1,50 m		Em duas folhas, valendo por 3 unidades de passagem
2,00 m	-----	Em duas folhas, valendo por 4 unidades de passagem
2,20 m		Para largura igual ou superior a essa, a portas devem ter coluna central.

A menos dessas exceções, a regra geral de cálculo para dimensionamento de saídas é realizado pela seguinte equação:

$$N = P / C \quad (\text{eq.1})$$

N: número de unidades de passagem (arredondado para número inteiro superior mais próximo);

P: população usuária da rota de fuga considerada;

C: capacidade da unidade de passagem.

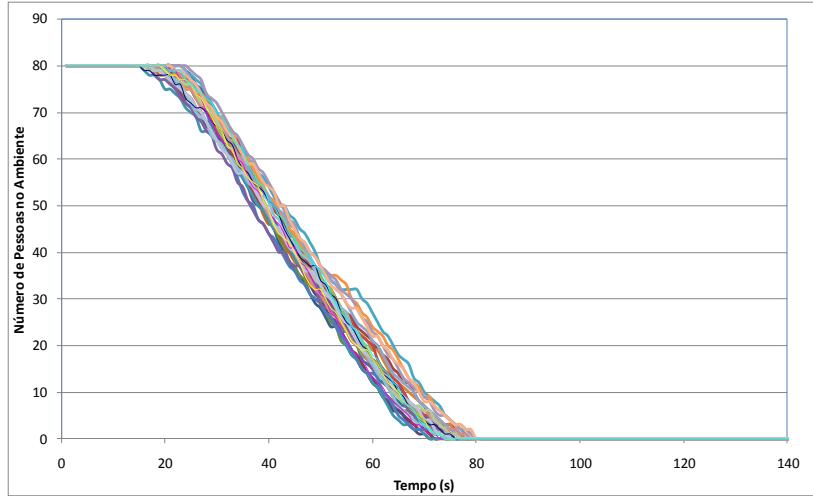
A capacidade da unidade de passagem de porta para o uso de escritórios é de 100, para ambas as documentações consideradas. Assim, o número de unidades de passagem resultante para uma população de 80 pessoas seria de 0,8 ou, arredondando para número inteiro, 1. No entanto, a largura mínima das saídas em rotas de fuga deve ser sempre igual ou maior de 2 unidades de passagem. Portanto, a largura mínima, neste caso, deve ser de 1,00m de vão de luz.

Com o objetivo de verificar a coerência deste método de dimensionamento para portas foram adotados, em ordem crescente, os seguintes valores para a largura da porta no modelo considerado: 1,00m; 1,20m; 1,60m; 1,80m e 2,00m.

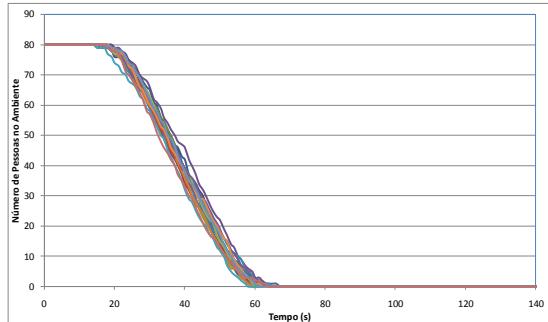
## 4 RESULTADOS

As Figuras 2 a 6 apresentam os resultados das trinta simulações realizadas com cada largura de porta considerada no estudo, onde o início do movimento de saída se dá a 10s do início do tempo de simulação. É possível notar uma dispersão maior nos resultados das simulações para a porta de 1,0 m de largura, onde o grau de acúmulo de pessoas que leva a um congestionamento mais acentuado em frente à porta que se deve à maior influência das características antropométricas dos indivíduos

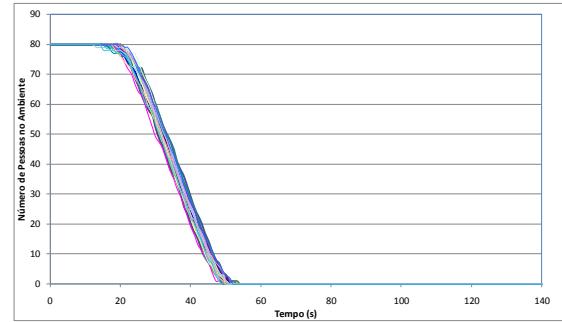
quando há uma restrição dimensional.



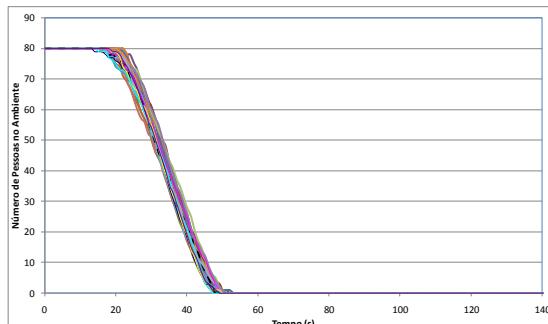
**Figura 2** - Número de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, com o ambiente com uma porta de 1,00m.



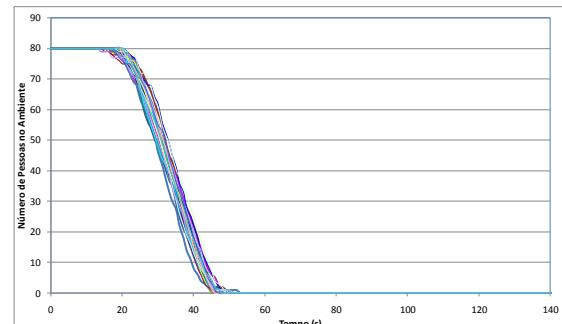
**Figura 3** - Número de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, com o ambiente com uma porta de 1,20 m.



**Figura 4** - Número de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, com o ambiente com uma porta de 1,60 m.



**Figura 5** - Número de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, com o ambiente com uma porta de 1,80 m.

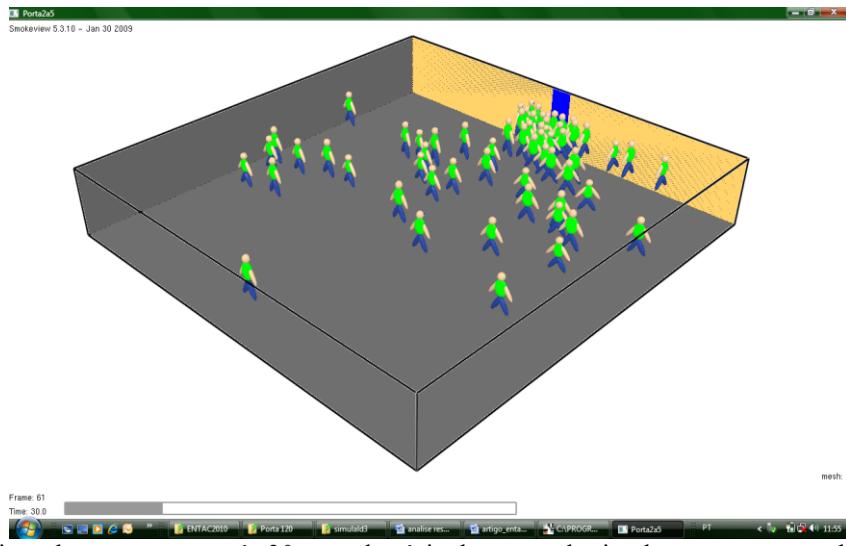


**Figura 6** - Número de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, com o ambiente com uma porta de 2,00 m.

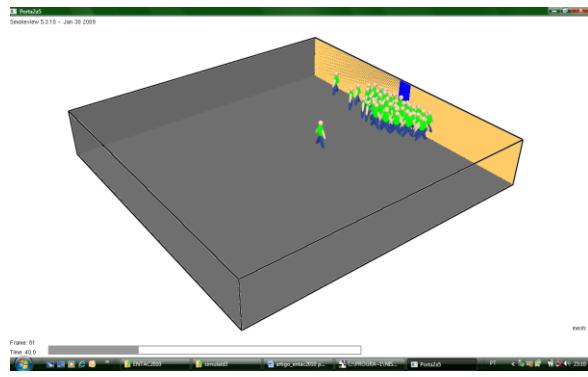
O efeito de obstrução criado por um vão de porta pequeno (1,00 m, neste caso) pode ser visualizado comparando-se as Figuras 7 e 8, que mostram, respectivamente, a posição dos ocupantes da sala aos 30 s e aos 40 s no tempo da simulação. Verifica-se, facilmente o acúmulo de pessoas ao redor da porta nesses dois instantes. Verifica-se, também, que o intervalo de tempo de 10 s não foi suficiente para escoar todas as pessoas que se encontravam acumuladas ao redor da porta e deixar, assim, um espaço livre para aquelas que para lá se dirigiam, fazendo com que, mesmo aos 40 s, ainda houvesse o acúmulo de pessoas ao redor do vão.

Na Figura 9, tem-se a posição das pessoas no espaço, aos 40 s do tempo de simulação, com a porta com vão de 2,00 m. Nessa situação pode-se dizer que não há acúmulo de pessoas ao redor da porta, condição muito diferente daquela apresentada na Figura 8. As vistas das Figuras 7 a 9 foram geradas

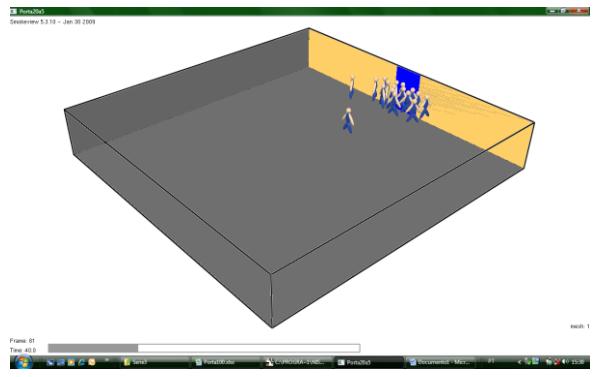
pelo programa *Smokeview* (FORNEY, 2010).



**Figura 7** - Posição dos ocupantes, após 30 s, no domínio do tempo da simulação, para um ambiente com porta de 1,00m de largura.



**Figura 8** - Posição dos ocupantes, após 40 s, no domínio do tempo da simulação, para um ambiente com porta de 1,00m de largura.



**Figura 9** - Posição dos ocupantes, após 40 s, no domínio do tempo da simulação, para um ambiente com porta de 2,00m de largura.

Com os valores obtidos nas 30 simulações, para cada largura de porta, obteve-se o tempo e o fluxo médio calculado e específico, o tempo médio para abandono total e o desvio-padrão sobre o tempo médio de saída (Tabela 3). Como já era de se esperar, quanto maior a largura da porta, menor o tempo para que toda a população deixe o ambiente em questão.

**Tabela 3** - Valores médios das simulações em função da largura da porta

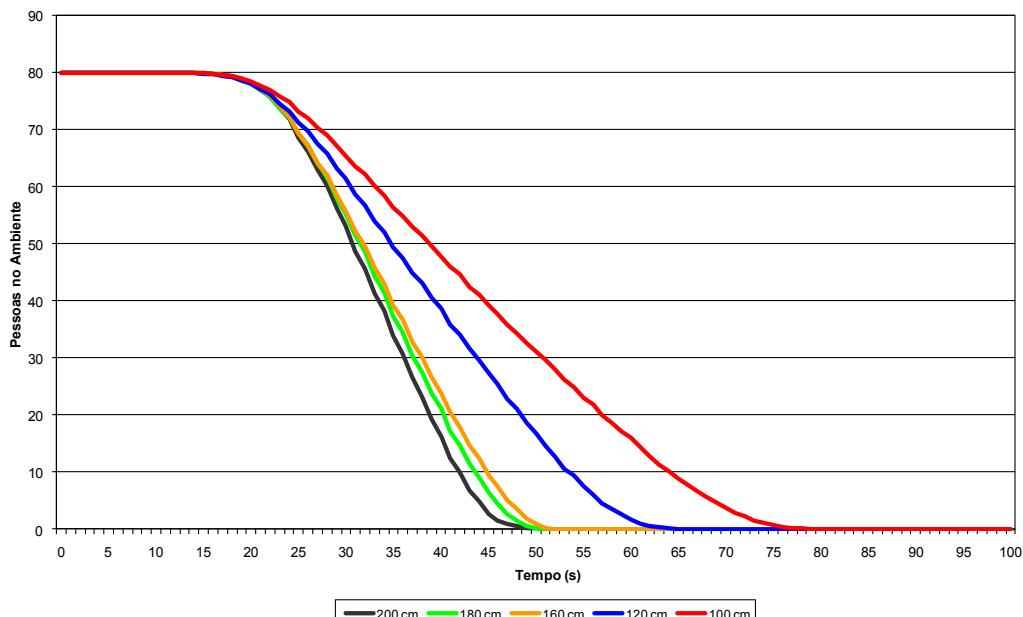
Largura da porta (m)	1,00	1,20	1,60	1,80	2,00
Fluxo calculado (pessoas/s)	1,63	2,20	3,00	3,18	3,44
Fluxo específico médio (pessoas/(m.s))	1,63	1,83	1,88	1,76	1,72
Tempo médio de saída (s) Considerando uma espera de 10 s	74,7	62,0	50,7	49,5	48,5
Tempo médio de saída (s) Sem considerar a espera de 10 s	64,7	52,0	49,7	39,5	38,5
Desvio-padrão do tempo médio (s)	2,6	2,5	1,2	1,3	1,9

Observa-se que o tempo médio para abandono total do ambiente, na melhor situação, foi de 48,5 s e na

pior situação, de 74,7 s, todos considerando o tempo de espera de 10 s para início do movimento. Quanto maior é a largura da porta, menor é o desvio-padrão ao redor do tempo médio; o que comprova a maior influência da variabilidade das características da população nas larguras mais reduzidas.

Obviamente, o fluxo de pessoas calculado é maior, quanto maior a largura da porta, no entanto, é interessante notar que o fluxo específico médio não varia na mesma proporção, sendo maior na largura de 1,60 m e, menor na largura de 1,00 m. Apesar disso, verifica-se que o fluxo específico varia numa faixa relativamente estreita, entre 1,88 e 1,63, para largura igual ou superior a 1,00 m. Essas diferenças nos fluxos específicos podem ser atribuídas tanto à aleatoriedade das características das populações utilizada pelo programa como pelo tempo gasto pelas pessoas para percorrerem a distância desde sua posição inicial até a porta.

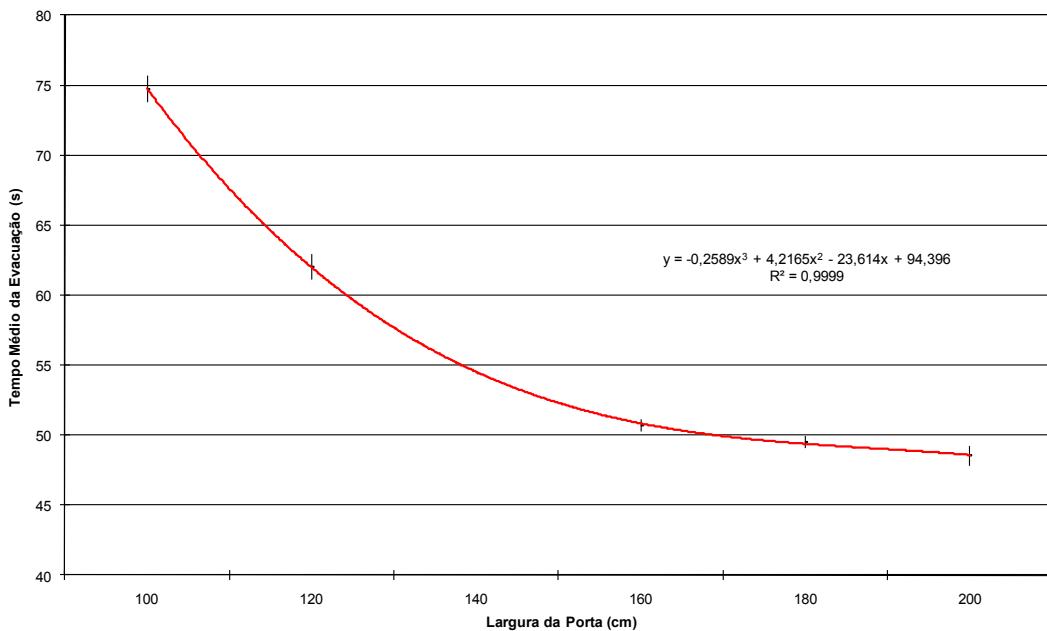
Calculando-se o número médio de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, para cada largura de porta, foram obtidas as suas respectivas curvas médias de abandono dos ambientes, cujas conformações são apresentadas na Figura 10. Essas curvas incluem o período de espera de 10 s antes do início do movimento.



**Figura 10** - Número médio de pessoas no ambiente, ao longo do tempo, para as diferentes larguras de porta.

Ao realizar uma análise das curvas médias, foi possível verificar que todas elas possuem trechos praticamente retos, dentro da faixa que varia entre 70 e 10 pessoas no ambiente (eixo y), sendo possível, para este trecho, obter-se a taxa constante de fluxo para cada largura de porta, apresentado na Tabela 3. Também é possível verificar que as curvas se aproximam significativamente entre si nas larguras de 1,60 m a 2,00 m, o que possibilitaria concluir que, a partir da largura aproximada de 1,60 m, o fluxo passar a ser mais limitado pela velocidade de caminhamento dos indivíduos e não mais pela largura da porta – o que justifica a diminuição no fluxo específico de saída pela porta para larguras maiores.

Aplicando-se a técnica de análise estatística de regressão para os dados médios dos trechos de reta de cada curva da Figura 10 foi obtida a equação que melhor representa o fenômeno, para todas as larguras, apresentada na Figura 11. Para cada largura, a referida figura apresenta também o intervalo de confiança para a média (segmento de reta vertical), considerando uma distribuição normal dos dados e uma abrangência de 95%. Por meio dessa curva, é possível se obter os valores de tempo médio de evacuação para larguras intermediárias, por interpolação.



**Figura 11** - Curva da relação entre largura da porta e tempo médio de evacuação.

Não há definição clara, tanto na NBR 9077 como na IT 11 do que representa, fisicamente, a capacidade de unidade de passagem, impossibilitando, assim, uma comparação direta dos valores lá apresentados com os acima obtidos. Contudo, Faillace (1991, p.17), que participou da comissão que elaborou o texto da NBR 9077, apresenta a seguinte informação:

*"A capacidade de unidade de passagem é o número de pessoas que passa por ela num tempo determinado. Este tempo de fluxo é de 200 segundos a 3,45 minutos (207s), conforme exige a maioria dos códigos."*

Portanto, para uma unidade de passagem de 0,55m e um tempo de 200 a 207s para uma capacidade de 100 pessoas por unidade de passagem, o fluxo específico obtido seria de 0,88 a 0,90 pessoas/(s.m). Nelson e Mowrer (2002, p. 3-371) especificam o fluxo específico máximo para corredores, rampas e portas, de 1,3 pessoas/(s.m) para uma densidade de 1,9 pessoa/m<sup>2</sup>. Galea et al (2004, p. 6.25) adotam, como *default*, no modelo *buildingExodus*, o fluxo fixo de 1,33 pessoas/(s.m) por portas, independentemente de sua dimensão. No entanto, nenhum desses autores admite a redução da largura da unidade de passagem em portas, como visto nas documentações brasileiras em análise.

## 5 CONCLUSÕES

É possível concluir que tanto o valor de fluxo específico de pessoas por portas das documentações consideradas como dos autores citados são inferiores aos valores encontrados nas simulações realizadas. Isso denota, de certa forma, a adoção de valores mais conservadores nos documentos analisados.

É compreensível a adoção de valores conservadores em documentos normativos de ordem prescritiva, pois isso está diretamente relacionado à inserção de fatores de segurança que visam preservar a segurança das pessoas em situações de emergência.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é parte integrante de um extenso estudo, que tem a finalidade de avaliar os critérios de dimensionamento de saídas emergência, considerando a influência de cada componente físico das rotas de fuga no tempo de evacuação da edificação pelos seus ocupantes. Desta forma, a continuidade se dará com a análise de larguras de rotas de saída horizontais (corredores e passagens), acesso e

escoamento pelas escadas, assim como a chegada no piso de saída (descarga) e a saída para o exterior do edifício.

A ampliação da análise apresentada neste trabalho, associando-a aos estudos de outros componentes das saídas de emergência permitirá verificar a influência das diferenças entre valores adotados em projetos com base nos documentos prescritivos considerados e com base em documentos que permitem a adoção dos conceitos de desempenho, como a International Organization for Standardization (1999); a British Standards Institution (2004) ou a Australia Building Codes Board (2005).

## 7 REFERÊNCIAS

- AUSTRALIAN BUILDING CODES BOARD. **International Fire Engineering Guidelines (IFEG)**, Canberra: ABCB, 2005.
- BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings – Part 6: Human factors: Life safety strategies – Occupant evacuation, behaviour and condition** (BS: PD7974-6), London: BSI, 2004;
- CRAIGHEAD, G. **High-rise security and fire life safety**. Newton: Butterworth-Heinemann, 1996.
- FAILLACE, R. R. **Escadas e saídas de emergência**. Porto Alegre: Sagra, 1991.
- FORNEY, G.P. **Smokeview (Version 5) – A tool for visualizing fire dynamics simulation data. Volume I: User's Guide** (NIST Special Publication 1017-1), Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2010.
- GALEA, E. R. et al. **BuildingExodus V. 4.0 – User guide and technical manual**. London: University of Greenwich, 2004.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Fire safety engineering – Part 8: Life safety – Occupant behaviour, location and condition** (ISO/TR 13387-8), Geneva: ISO, 1999.
- KORHONEN, T.; HOSTIKKA, S. **Fire Dynamics Simulator with Evacuation: FDS+Evac**, Technical Reference and User's Guide (FDS 5.4.0, Evac 2.2.0), VTT Technical Research Centre of Finland, 2009.
- NELSON, H. E.; MOWRER, F.W. Emergency Movement. In: DINENNO, P.J. et al. **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**, 3<sup>rd</sup> edition. Quincy: National Fire Protection Association, 2002. Section three, Chapter 14, p. 3-367 - 3-380.
- SÃO PAULO (Estado). Regulamento de Segurança contra Incêndio das Edificações e Áreas de Risco: Decreto Estadual Nº 46.076, de 31 de agosto de 2001. São Paulo: Corpo de Bombeiro, 2005.
- BOTELHO, M.H.C.; FREITAS, S.A. **Código de obras e edificações do município de São Paulo: comentado e criticado: Lei Nº 11.228 e decreto Nº 32.329 com modificações e acréscimos**. 2<sup>a</sup> edição ampliada e atualizada. São Paulo: Pini, 2008.
- SENA, L. F. **Avaliação do dimensionamento de saídas de emergência e tempo de abandono de edificações utilizando método de simulação computacional**. 2009. Relatório Final de Iniciação Científica. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- TUBBS, J.; MEACHAM, B. Selecting appropriate evacuation strategies for super tall buildings: Current challenges and needs. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HUMAN BEHAVIOUR IN FIRE, 4., 2009, London. **Proceedings...** London: Interscience Communications, 2009, p. 41-40.
- VALENTIN, M. V. **Saídas de emergência em edifícios escolares**. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.