

KISSIA STEIN DO NASCIMENTO E JOÃO CARLOS SOUZA

## Rotas de fuga para pessoas com limitações funcionais: experimentando o uso da simulação computacional

*Escape routes for people with functional limitations: experimenting with the use of computer simulation*

*Vías de evacuación para personas con limitaciones funcionales: experimentación con el uso de la simulación computacional*

### Kissia Stein do Nascimento

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Santa Catarina, Especialista em Direito da Cidade e Gestão Urbana pela Universidade Positivo, Mestra em Arquitetura e Urbanismo pela UFSC. Atualmente trabalha na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Atuou na Companhia de Habitação do Paraná e na Secretaria de Planejamento da Prefeitura de Chapecó/SC e foi consultora da UNESCO para o Programa PAC das Cidades Históricas e Programa Monumenta. Também participou da Câmara Temática de Acessibilidade do CAU/SC.

*Architect and Urbanist from the Federal University of Santa Catarina (UFSC), Specialist in City Law and Urban Management from Positivo University, Master in Architecture and Urbanism from UFSC. She is currently working at the Santa Catarina Water and Sanitation Company (CASAN). She worked for the Paraná Housing Company and for the Planning Department of the Municipality of Chapecó/SC, and has provided consultancy to UNESCO on cultural heritage preservation programmes. She also participated in the Accessibility Thematic Chamber of CAU/SC.*

*Arquitecta y Urbanista por la Universidad Federal de Santa Catarina, Especialista en Derecho de la Ciudad y Gestión Urbana por la Universidad Positivo, Máster en Arquitectura y Urbanismo por la UFSC. Actualmente trabaja en la Compañía de Aguas y Saneamiento de Santa Catarina (CASAN). Ha trabajado en la Compañía de Vivienda de Paraná y en la Secretaría de Planificación de Chapecó/SC y ha asesorado a la UNESCO en programas de conservación del patrimonio cultural. También Participó en la Cámara Temática de Accesibilidad del CAU/SC.*

kissiastein@yahoo.com.br

### João Carlos Souza

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestre em Engenharia de Produção pela UFSC e Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC. Atualmente é professor titular do Departamento de arquitetura e Urbanismo da UFSC. Também atua no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (POSARQ) e no PPG em Planejamento de Transportes e Gestão Territorial (PPGTG), ambos da UFSC. Suas principais áreas de pesquisa são Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo, Projeto e Dimensionamento de Estruturas de Edifícios, Prevenção de Incêndios e Desastres, Planejamento de Transportes, Logística Empresarial e Logística Humanitária.

*Civil Engineer from the Federal University of Santa Catarina (UFSC), Master in Production Engineering from UFSC, and PhD in Production Engineering from UFSC. He is currently a full professor at the Department of Architecture and Urbanism at UFSC. He also works at the Graduate Program in Architecture and Urbanism (POSARQ) and at the PPG in Transportation Planning and Territorial Management (PPGTG), both at UFSC. His main research areas are Architecture and Urbanism Technology, Design and Dimensioning of Building Structures, Fire and Disaster Prevention, Transportation Planning, Business Logistics, and Humanitarian Logistics.*

*Ingeniero Civil por la Universidad Federal de Santa Catarina, Máster en Ingeniería de Producción por la UFSC y Doctor en Ingeniería de Producción por la UFSC. Actualmente es profesor titular en el Departamento de Arquitectura y Urbanismo de la UFSC. También trabaja en el Programa de Posgrado en Arquitectura y Urbanismo (POSARQ) y en el PPG en Planificación del Transporte y Gestión Territorial (PPGTG), ambos en la UFSC. Sus principales áreas de investigación son Arquitectura y Tecnología del Urbanismo, Diseño y Dimensionamiento de Estructuras de Edificación, Prevención de Incendios y Catástrofes, Planificación del Transporte, Logística Empresarial y Logística Humanitaria.*

joao.carlos@ufsc.br

### Resumo

As tendências demográficas de envelhecimento da população e as demandas sociais por acessibilidade a todos implicam a revisão da capacidade de acesso e abandono de edificações. A diversidade de perfis de usuários, incluindo pessoas com limitações funcionais, tem impacto potencial na dinâmica do fluxo de caminamento durante uma evacuação, seja pela velocidade de movimento, seja pelo aumento do espaço necessário, ou pela forma como as pessoas se relacionam entre si durante a fuga. A presente pesquisa visa avaliar as condições oferecidas para fuga de população heterogênea, mediante uso do software Pathfinder como ferramenta de simulação computacional de evacuação de edifícios. Foram realizadas simulações com a inserção de ocupantes com perfis variados, incluindo pessoas com limitações funcionais e procedimentos de fuga assistida. Após experimentação do modelo computacional para a definição e calibragem das variáveis de entrada, foi realizado estudo de caso com o projeto para um novo edifício da Fundação Catarinense de Educação Especial – FCEE. Os resultados obtidos destacam a importância da largura adequada de portas e, para casos de circulação vertical, a existência de áreas protegidas, para que pessoas que não tenham autonomia para fuga por escadas possam esperar por auxílio, caso as escadas sejam a única forma de escape vertical. Outro ponto ressaltado é que a simulação computacional pode auxiliar tanto no desenvolvimento de projetos arquitetônicos quanto em treinamentos e na gestão da segurança, contribuindo para avaliar o quantitativo necessário de pessoas capacitadas e treinadas para auxiliar ocupantes vulneráveis durante uma situação de emergência que demande o abandono de edificação.

**Palavras-chave:** Acessibilidade. Evacuação emergencial. Pathfinder.

### Abstract

*Demographic trends of an aging population and social demands for accessibility for all imply a review of the capacity of buildings for access and evacuation. The diversity of user profiles, including the presence of people with functional limitations, has a potential impact on the dynamics of the walking flow during an evacuation, either by the speed of movement, the increased space required, or the way people relate to each other during escape. This research aims to evaluate the conditions offered for the escape of a heterogeneous population, by using Pathfinder software as a tool for computer simulation of building evacuation. Simulations were performed with the insertion of occupants with varied profiles, people with functional limitations, and assisted escape procedures. After experimenting with the computational model and defining and calibrating the input variables, a case study was carried out with the design of a new building for the Fundação Catarinense de Educação Especial - FCEE. The results of this study emphasize the importance of adequate door width, and, for vertical circulation, it was proved relevant to provide for protected areas so that people who do not have the autonomy to escape by stairs can wait for help, if the stairs are the only form of vertical escape. Another aspect highlighted is that computer simulation can help both in the development of architectural projects and in training and safety management, contributing for the evaluation of the necessary amount of trained and capable people to help vulnerable occupants during an emergency situation that demands the evacuation of the building.*

**Keywords:** Accessibility. Emergency evacuation. Pathfinder.

### Resumen

Las tendencias demográficas de envejecimiento de la población y las demandas sociales de accesibilidad para todos implican una revisión de la accesibilidad y la capacidad de abandono de los edificios. La diversidad de perfiles de usuarios, incluidas las personas con limitaciones funcionales, tiene un impacto potencial en la dinámica del flujo de marcha durante una evacuación, ya sea por la velocidad de desplazamiento, el aumento del espacio requerido o la forma en que las personas se relacionan entre sí durante el escape. La presente investigación pretende evaluar las condiciones ofrecidas para el abandono de población heterogénea, mediante el uso del software Pathfinder como herramienta de simulación informática de la evacuación de edificios. Se realizaron simulaciones con la inserción de ocupantes con diversos perfiles, incluyendo personas con limitaciones funcionales y procedimientos de escape asistido. Después de experimentar con el modelo computacional para la definición y calibración de las variables de entrada, se realizó un estudio de caso con el proyecto de un nuevo edificio de la Fundación Catarinense de Educación Especial – FCEE. Los resultados obtenidos destacan la importancia de la anchura adecuada de las puertas y, para los casos de circulación vertical, la existencia de áreas protegidas, para que las personas que no tengan autonomía para escapar por las escaleras puedan esperar ayuda, si las escaleras son la única forma de escape vertical. Otro punto destacado es que la simulación computacional puede ayudar tanto en el desarrollo de proyectos arquitectónicos como en la formación y gestión de la seguridad, contribuyendo a evaluar la cantidad necesaria de personas formadas y capacitadas para asistir a los ocupantes vulnerables durante una situación de emergencia que requiera el abandono del edificio.

**Palabras clave:** Accesibilidad. Evacuación de Emergencia. Pathfinder.

## Introdução

Em situação de emergência em edifícios, todas as pessoas devem ter igualdade de possibilidades para sair e chegar a uma área segura (BOYCE, 2017). Para isso, as rotas de fuga e os planos de evacuação devem considerar possíveis limitações funcionais dos ocupantes. As leis 13.146/2015 e 13.425/2017 estabelecem que as edificações públicas e privadas de uso coletivo devem seguir normas de acessibilidade e proteção contra incêndio.

A NBR 9050:2020 indica que edificações de uso público ou coletivo devem ter uma ou mais rotas acessíveis, mas não há obrigatoriedade de que a rota acessível coincida com a rota de fuga. Conforme a norma, em casos com escadas de emergência ou elevadores de emergência, deve haver área de resgate com espaço para pessoa em cadeira de rodas (PCR). Quando for impraticável a previsão de área de resgate, deve ser definido plano de fuga com procedimentos de resgate para pessoas com diferentes tipos de deficiência.

A exigência dos Sistemas e Medidas de Segurança Contra Incêndio (SMSCI) tem como base: tipo de ocupação, grau de risco, características geométricas e capacidade de lotação. O tipo de ocupação subentende um perfil de ocupante, que varia em relação a familiaridade com a edificação, estado de vigília e condições físicas (NEGRISOLO, 2018). A consideração por pessoas com deficiência (PcD) está vinculada a Serviços de saúde e a Escolas para pessoas com deficiências. Nas demais ocupações, PcD ou pessoa com mobilidade reduzida (PMR) não compõem o perfil de ocupante predominante, e acabam sendo pouco consideradas.

Valentim e Ono (2014) e Silva, Pinto e Holanda (2017) indicam conflitos e lacunas entre normas de acessibilidade e normas de proteção contra incêndio. Essas normativas são prescritivas e referem-se a edificações ainda a serem construídas. Para edificações construídas e edificações muito altas ou complexas, é recomendável empregar análises de desempenho por meio de simulações computacionais de incêndio ou abandono (CANCELLIERE *et al.*, 2018).

As simulações têm sido empregadas cada vez mais na engenharia de segurança contra incêndio (SCI) e podem ser usadas em diferentes fases do desenvolvimento do projeto para garantir a segurança das pessoas (BRAGA, 2018). Quanto antes a análise das saídas de emergência for introduzida no projeto, maiores as possibilidades e alternativas para solucionar algum problema específico (ONO, 2010). No Brasil, há poucas pesquisas sobre modelos de evacuação (MARTINS *et al.*, 2019), e esses modelos carecem de dados relativos à população vulnerável, que inclui crianças, idosos e pessoas com limitações funcionais (VALENTIM, 2018). Apesar disso, atualizações de normativas, como a Nota Técnica nº 58/2020 do Corpo de Bombeiros Militares de Santa Catarina (CBMSC), permitiram a apresentação de estudos baseados em critérios de desempenho e simulação computadorizada da evacuação.

Neste sentido, este trabalho apresenta estudos iniciais para análise de desempenho de rotas de fuga considerando pessoas com limitações funcionais e fuga assistida. Com o objetivo de compreender a influência do movimento humano e do dimensionamento de saídas de emergência, foram avaliados impactos de variações demográficas no fluxo de abandono de edificações, indicando tempos de evacuação e pontos críticos. Através de experimentação com simulação computacional de evacuação em uma edificação voltada para atendimento de PcD, foram analisadas as implicações espaciais no projeto de rotas de fuga, as possibilidades de representação da diversidade humana na simulação computacional de evacuação e as condições de fuga de pessoas com limitações funcionais em uma edificação pública de uso coletivo com mais de um pavimento.

## Simulação computacional de evacuação

Há países que aceitam a quantificação do desempenho de saídas de emergência como parte de uma solução de projeto de engenharia e fornecem orientação para apoiar os projetistas em sua tomada de decisão. A análise pode incluir cálculos manuais simples ou basear-se em modelos mais complexos, com modelagem de propagação de incêndio e movimento de fumaça, modelagem de evacuação e/ou modelagem de comportamento estrutural. A abordagem baseada em desempenho requer a quantificação de ASET (*Available Safe Evacuation Time*) e RSET (*Required Safe Evacuation Time*) para determinar o grau de segurança fornecido, sendo que ambos incluem uma série de estágios e processos que exigem uma variedade de dados de entrada (PURSER, 2003).

A simulação pode quantificar o desempenho usando modelagem estocástica, através de *softwares* desenvolvidos para simular o desenvolvimento do incêndio e/ou o processo de evacuação, permitindo a comparação do desempenho de diferentes projetos e cenários (HUNT *et al.*, 2020). Para aplicação correta das ferramentas e resultados mais próximos da realidade, é necessário conhecimento dos recursos e limitações dos modelos existentes, bem como das normas de SCI e dos comportamentos do fogo e das pessoas (BRAGA, 2018).

O tempo de deslocamento dos ocupantes, componente do RSET, pode ser estimado através de equações de cálculos de vazão e através de ferramentas computacionais mais sofisticadas, que permitem simular o movimento do agente individual. A representação adequada e precisa do comportamento humano em resposta ao fogo é limitada e necessita um modelo conceitual abrangente de tomada de decisão e comportamento dos evacuados durante emergências (KULIGOWSKI *et al.*, 2017).

Vários modelos de simulação de abandono podem ser utilizados. Kuligowski, Peacock e Hoskins (2010) classificaram 26 deles, destacando a finalidade e o método de modelagem e categorizando-os em três tipos: comportamental, de movimento e comportamental parcial. O modelo comportamental considera ações desenvolvidas pelos ocupantes e pode incorporar tomadas de decisões devido a condições da edificação ou mesmo capacidade de análise de risco. O modelo de movimento simula o deslocamento do ocupante de um ponto no interior da edificação para uma saída ou área segura. E o modelo comportamental parcial permite simular comportamentos pouco complexos, como ultrapassagem, tempos de pré-abandono e características únicas dos ocupantes, mas não simula tomadas de decisão ou ações comportamentais. Lovreglio, Ronchi e Kinsey (2020) identificaram mais de 70 modelos de evacuação de pedestres, sendo os três mais conhecidos Pathfinder, FDS+Evac e STEPS, os dois primeiros modelos comportamentais parciais e o último um modelo comportamental.

Estudos contínuos para validação e aprimoramento dos programas de simulação de evacuação comparam dados de exercícios de evacuação real, ou treinamento, com modelos de computador (KULIGOWSKI; PEACOCK; AVERILL, 2013; CUESTA *et al.*, 2017). São coletadas informações básicas sobre os fatores que influem na evacuação: geometria da edificação, população envolvida, procedimentos empregados e organização dos exercícios realizados. São avaliados tempos de pré-evacuação, rotas empregadas, velocidades de deslocamento e horários de chegada.

Legislações prescritivas podem ser exemplificadas e avaliadas através da simulação, como feito com o Código Italiano de SCI por Gissi, Ronchi, Purser (2017) e por Ronchi, Colonna e Berloco (2013). No Brasil, Ono (2010) analisou o impacto do método de dimensionamento das saídas de emergência sobre o projeto arquitetônico de edifícios altos, comparando métodos manuais e simulação. Alves, Campos e Braga (2008),

através de métodos probabilísticos e determinísticos, utilizaram a modelagem da dinâmica do incêndio, associada a modelo computacional de evacuação de pessoas, para avaliar a influência da fumaça e da temperatura na fuga de pessoas, assim como a eficiência dos preceitos normativos da NBR 9077.

### Simulação para pessoas com limitações funcionais

Estudos mais recentes passaram a considerar pessoas com limitações funcionais e/ou diferentes faixas etárias. Christensen e Sasaki (2008) desenvolveram o modelo BUMMPEE (*Bottom-up Modeling of Mass Pedestrian Flows — Implications for the Effective Egress of Individuals with Disabilities*), que considera sete populações distintas: PCR motorizadas e não motorizadas, deficientes visuais, auditivos e de mobilidade, indivíduos sem deficiência familiarizados com o ambiente e indivíduos sem deficiência física ou sensorial, mas menos familiarizados com o meio ambiente (representação rudimentar de indivíduos com deficiência mental leve).

Manley e Kim (2012) desenvolveram o sistema Exitus, baseado no BUMMPEE, para avaliar diferentes estratégias de evacuação, como evacuações assistidas, uso controlado de elevadores, áreas de refúgio e proibição geral de elevadores. O estudo enfatizou a importância de identificar indivíduos vulneráveis durante emergências, como PCR, PMR e aqueles com condições crônicas de saúde ou lesões temporárias que podem não ser facilmente identificáveis. Embora o aumento no número de evacuados não tenha causado aglomerações e congestionamentos, a proporção de PcD foi um fator crítico na reprodução desses fenômenos. Portanto, esse risco deve ser considerado em edifícios que recebem públicos diversificados e podem sediar eventos, como conferências, onde o número de pessoas vulneráveis pode ser ampliado.

Sørensen e Dederichs (2014) compararam o desempenho de experimentos com simulações de evacuação para grupos compostos por adultos aptos e subpopulações com idosos, deficientes auditivos, visuais, de mobilidade e cognitivos. Como resultado, os tempos totais de saída foram semelhantes para a simulação e o experimento (duas vezes mais longos para os grupos mistos do que para o grupo saudável). No entanto, o comportamento humano observado no experimento não foi reproduzido nas simulações.

Hunt *et al.* (2020) apresentaram um modelo de simulação de evacuação assistida, usando o modelo buildingEXODUS, para representar evacuação hospitalar e interações entre equipe e paciente, com quatro dispositivos de movimento usados para auxiliar o transporte por escadas de PMR. Foram apontados os desafios de preparar e transportar pacientes e a inviabilidade de simulações reais de evacuação. Além disso, foi apresentada a teoria de modelagem empregada para aprimoramento do modelo de evacuação, a especificação de dispositivos de evacuação operados por agentes treinados e algoritmos que calculam o movimento dos dispositivos ao longo dos corredores, portas e escadas. A nova funcionalidade do modelo apresentou desempenho dentro da expectativa e permitiu obter informações antes da implementação de um novo procedimento, projeto de construção ou uso de novos dispositivos.

Tinaburri (2022) simulou a rota de fuga horizontal em ambiente hospitalar usando o Pathfinder e uma codificação padrão dos perfis de ocupantes, classificados em cinco categorias, com base em sua mobilidade e habilidades de localização. A fuga assistida e a circulação de pessoas em grupos foram consideradas. As características dos ocupantes e as disciplinas de serviço foram descritas como variáveis estocásticas e distribuições de probabilidade, incluindo perfis autônomos e assistidos. O método Monte Carlo, em conjunto com o Teorema do Limite Central, foi empregado para analisar a incerteza do parâmetro na análise de risco probabilística. Foi estabelecido um esquema preditor-corretor para estimar o número de tentativas necessárias para uma precisão na modelagem.



Uma revisão de dados de engenharia para a simulação computacional de PMR, com tempos de pré-movimento e velocidade de movimento, conforme características de mobilidade, foi apresentada por Geoerg *et al.* (2019). Os autores indicam a limitação dos dados disponíveis e os desafios em considerar populações heterogêneas no projeto de saídas de emergência.

Diante do crescente interesse em pesquisas sobre simulação de evacuação de pessoas com limitações funcionais e a possibilidade de apresentação de estudos baseados em critérios de desempenho e simulação computadorizada trazidos pela atualização da IN 09 CBMSC, o presente estudo utilizou um modelo computacional para analisar as condições de fuga de uma população heterogênea em um estudo de caso com projeto aprovado pelo CBMSC, conforme descrito a seguir.

## Método e etapas de pesquisa

Foi realizada pesquisa exploratória do tipo experimental (GIL, 2010) empregando a modelagem matemática para simular, por meio de um estudo de caso, a dinâmica da presença de pessoas com limitações funcionais em situação de evacuação. A pesquisa foi conduzida em três etapas: Experimentação do modelo computacional; Desenvolvimento do estudo de caso; Avaliação das simulações.

## Experimentação do modelo computacional

Adotou-se uma abordagem baseada em agente, com foco em regras comportamentais atribuídas aos ocupantes em função de suas características e objetivos. A escolha foi pelo *software* Pathfinder, versão 2021.4.1201, desenvolvido pela Thunderhead Engineering (EUA), com uso gratuito disponível por licença acadêmica. O programa possui interface de fácil utilização e permite simular o comportamento de fuga assistida e decisões individuais. São dois os modos de modelagem do movimento dos ocupantes: o SFPE e o Steering. O primeiro emprega um modelo baseado em fluxos e fila de portas, enquanto o segundo utiliza o conceito de comportamento de direção inversa e permite comportamentos mais complexos e interação entre ocupantes. A opção escolhida para esta pesquisa foi o Steering, por permitir uma análise mais próxima ao comportamento humano.

Para caracterizar os ocupantes, são oferecidas opções de modelagem de perfil e comportamento. O perfil define características fixas entre grupos de ocupantes, como velocidade, raio, avatar e cor. O comportamento define uma sequência de ações que o ocupante realizará ao longo da simulação, como mover-se para um determinado ambiente ou saída, esperar determinado tempo ou auxílio, prestar auxílio e sair. Para consolidação do software foi realizada calibragem das variáveis populacionais para seleção dos *inputs* a serem empregados no estudo de caso.

### Calibragem de variáveis populacionais para input

Foram realizadas simulações com modelo geométrico fictício de referência para calibrar as variáveis populacionais relacionadas a diferentes tipos de ocupantes. O Modelo de Referência foi formulado como uma planta retangular composta por 16 módulos de 25m<sup>2</sup>, dispostos com circulação em cruz e ocupantes com configuração padrão do *software*, conforme indicado na figura [1].

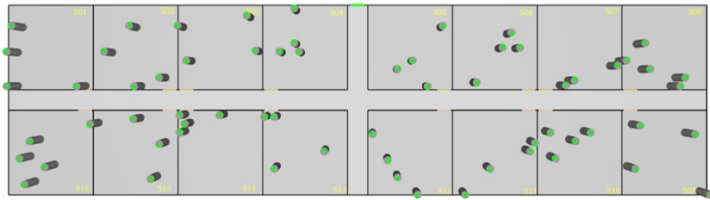
		<b>Input</b>	<b>Referência</b>
Densidade		0,16 pessoas/m <sup>2</sup> (64 ocupantes)	Módulos C2 da IN09CBMSC: galeria comercial 1pessoa/7m <sup>2</sup> (disposição randômica)
Formato	Forma	Cilindro Ø 45,58 cm	Padrão Pathfinder
	Veículo	Sem veículo	Padrão Pathfinder
	Altura	1,8288 m	Padrão Pathfinder
	Fator de redução	0,7	Padrão Pathfinder
	Diâmetro mínimo	33,00 cm	Padrão Pathfinder
Velocidade		1,19 m/s (constante)	Padrão Pathfinder
Comportamento	Tempo de pré-movimento (atraso inicial)	0,0 segundos	Padrão Pathfinder
	Autonomia	não requer assistência para se mover	Padrão Pathfinder
	Ações	"Goto Any Exit" (ir para qualquer saída pela rota mais rápida)	Padrão Pathfinder
	Nível de prioridade	0 (zero)	Padrão Pathfinder
	Restrição a componentes	Nenhum	Padrão Pathfinder
Modelo geométrico da planta			

FIGURA 1 – Dados de entrada do modelo do Módulo de Referência

Fonte: Autores.

Para ajustar um nível de dispersão aceitável para os resultados, é preciso considerar que tempo e distância podem não ser diretamente proporcionais e podem variar de acordo com a posição inicial do ocupante. Para lidar com essa incerteza, foi empregada a simulação Monte Carlo, que gera novos dados aleatórios através de *scripts* que executam as funções *Randomize* e *Randomize Occupants' Positions*. Sendo essa pesquisa experimental, foi realizado o mínimo de 10 repetições (GRANDISON, 2020) e foi utilizado o Coeficiente de Variação (CV) para avaliar a homogeneidade e a representatividade dos dados, sendo aceitáveis valores de CV até 10%.

O Modelo de Referência foi executado com a simulação Monte Carlo de 10 repetições. A figura [2] indica os resultados, para base comparativa na análise das variáveis populacionais.

Tempo máximo de deslocamento (seg)				Distância máxima percorrida (m)			
Intervalo	Média	Mediana	Coef. Variação	Intervalo	Média	Mediana	Coef. Variação
60,2 - 67,2	64,1	65	4%	32,8 - 34,2	33,5	33,45	1%

FIGURA 2 – Resultados do Modelo de Referência após randomização Monte Carlo

Fonte: Autores.

A partir dos dados do Modelo de Referência e do sistema de randomização Monte Carlo associado à análise do CV, foram calibradas as variáveis referentes aos tipos de ocupantes. Os ocupantes foram categorizados conforme o impacto de diferentes limitações funcionais, avaliando-se a possibilidade de autonomia ou a necessidade de auxílio/acompanhamento durante a fuga. Cada categoria gerou tipos específicos de ocupantes que foram comparados entre si e com o padrão do *software*. As categorias de ocupantes são descritas na figura [3].

Variável	Caracterização	Ocupantes variados	
autonomia individual de mobilidade	Formato (F)	F: Cilindro com diâmetro ampliado para 50cm; 55cm; 60cm (NBR 9050:2020 para pessoa em pé sem órtese); 65cm; 70cm; 75cm e 80cm	100%
		F: Poligonal octogonal semelhante ao diâmetro do modelo padrão	
	Velocidade (V)	F: Poligonal 70x115cm (NBR 9050:2020) representando ocupante em cadeira de rodas com mesma velocidade dos demais	1% a 25%
		Ocupante Lento (em marcha lenta) por limitação de mobilidade ou limitação visual, sem uso de dispositivo auxiliar e com autonomia de deslocamento. V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 0,95m/s, $\sigma$ 0,32m/s e intervalo de 0,24-1,68m/s	100%
	Formato (F) e Velocidade (V) ocupantes que utilizam dispositivos auxiliares	Ocupante usando muletas F: cilindro com diâmetro de 95cm (NBR9050) e redução para diâmetro mínimo de 75cm em geometria estreita. V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 0,94m/s; $\sigma$ 0,30m/s e intervalo de 0,63-1,35m/s	1% a 25%
		Ocupante usando uma bengala F: cilindro com diâmetro de 75cm (NBR9050) V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 0,81m/s; $\sigma$ 0,38m/s e intervalo de 0,26-1,601m/s	
Ocupante usando andador F: cilindro com diâmetro de 85cm (NBR9050) e redução para diâmetro mínimo de 75cm em geometria estreita. V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 0,57m/s; $\sigma$ 0,29m/s e intervalo 0,10-1,02m/s			
Ocupante usando de cadeira de rodas manual F: poligonal 70x115cm (NBR9050) com veículo cadeira de rodas manual. V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 0,69m/s; $\sigma$ 0,35 e intervalo 0,13-1,35m/s			
Ocupante usando de cadeira de rodas elétrica F: poligonal 70x115cm (NBR9050) com veículo cadeira de rodas elétrica. V <sup>(1)</sup> : constante 0,89m/s			
acompanhados por amigos, colegas ou familiares	Formato (F)	Ocupante ambulante que necessita auxílio tanto para percepção de alarme, aviso ou evidência quanto para orientação em relação ao deslocamento, seja por limitação funcional cognitiva ou auditiva F: poligonal octogonal com diâmetro semelhante ao do modelo padrão	1% a 25%
	Formato (F) e Velocidade (V)	Ocupante Lento (com marcha lenta), seja por limitação funcional visual ou de mobilidade, sem dispositivo auxiliar F: poligonal octogonal com diâmetro semelhante ao do modelo padrão V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 0,78m/s; $\sigma$ 0,34m/s e intervalo 0,21-1,40m/s Ocupante em cadeira de rodas manual assistida/empurrada F: poligonal 70x115cm (NBR 9050:2020) V <sup>(1)</sup> : distribuição normal $\mu$ 1,30m/s; $\sigma$ 0,34m/s e intervalo 0,84-1,98m/s	
necessitam ser transportados	Formato (F), Assistentes (A), Velocidade (V) e Tempo de preparação (TP)	Transportado por cadeira de transporte F <sup>(2)</sup> : Poligonal 48x61cm A <sup>(3)</sup> : 2 V <sup>(3)</sup> : constante 1,50m/s TP <sup>(3)</sup> : 41,5s	1% a 25%
		Transportado por cadeira de evacuação F <sup>(2)</sup> : Poligonal 52x77cm A <sup>(3)</sup> : 1 V <sup>(3)</sup> : constante 1,46m/s TP <sup>(3)</sup> : 32,7s	
		Transportado por prancha / folha de resgate portátil F <sup>(2)</sup> : Poligonal 75x200cm A <sup>(2)</sup> : 2 V <sup>(4)</sup> : uniforme 0,52-1,23m/s TP <sup>(3)</sup> : 65,2s	
		Transportado por maca de mão F <sup>(2)</sup> : Poligonal 43x166m A <sup>(2)</sup> : 4 V <sup>(4)</sup> : uniforme 0,91-1,23m/s TP <sup>(3)</sup> : 77,7s	
LEGENDA: $\mu$ : média $\sigma$ : desvio padrão			
NOTAS: (1) Referência Boyce, Shields e Silcock (1999)      (3) Referência Hunt, Galea e Lawrence (2015) (2) Referência Hunt <i>et al.</i> (2020)      (4) Referência Tinaburri (2022)			

FIGURA 3 – Variações para tipos de ocupantes

Fonte: Autores.

### Ocupantes com autonomia individual de mobilidade

Esses ocupantes variaram formato e velocidade, mantendo a ação única “Goto Any Exit”. Os resultados indicaram aumento no tempo de deslocamento à medida em que há aumento na área projetada para cada ocupante, seja pela ampliação do diâmetro ou pela inserção gradativa de ocupantes PCR. O formato octogonal apresentou leve aumento no tempo, indicando necessidade de atenção quando for adotado para instrumentalizar a fuga assistida.

A inserção de apenas 1% de ocupantes diferenciados, independentemente do perfil, resultou em aumento pouco expressivo no tempo de deslocamento. A inserção progressiva de até 25% de ocupantes com perfil diferenciado foi acompanhada pelo aumento gradual no tempo, que atingiu 80s no caso do perfil Lento, 90s para os perfis

com uso de Muleta ou Bengala e 100s nas simulações com PCR manual. Os ocupantes com Andador e PCR Elétrica apresentaram CV de até 35%, representando distorção na média, e o aumento do tempo foi significativo, próximo dos 150s. Esses dois perfis exigem maior atenção e detalhamento para serem empregados nas simulações, seja com revisão de todas as randomizações, para avaliar descarte de valores extremos, seja na ampliação do número de randomizações.

A distância máxima percorrida pouco variou, mantendo-se entre 30 e 40m.

As variações propostas em relação a esses ocupantes resultaram em valores que podem ser considerados mais conservadores e que demandam maior atenção a SMSCI.

### Ocupantes acompanhados por amigos, colegas ou familiares

Para esses ocupantes foi utilizado o recurso fuga assistida: ocupantes que recebem auxílio e ocupantes que prestam auxílio. Para cada ocupante que necessita auxílio, foi inserido um acompanhante. A familiaridade entre acompanhante e acompanhado foi definida pelas posições iniciais em um mesmo ambiente, indicando proximidade e evitando a ampliação do tempo de espera pela assistência.

O Acompanhante foi considerado como padrão do *software*, diferenciando-se pela sequência de ações, na qual foi acrescida “*Assist Occupant*” antes de “*Goto Any Exit*”. O ocupante que recebe acompanhamento teve o formato alterado para poligonal com veículo, e foi acrescida a ação “*Wait for Assist*” antes de “*Goto Any Exit*”. O tempo de pré-movimento não foi alterado, pois o tempo de deslocamento do Acompanhante até o Acompanhado pode ser considerado semelhante ao atraso inicial e pode simular a ajuda na percepção de alarme, aviso ou evidência que possa ser prejudicada por alguma limitação funcional.

Os resultados mostraram que o tempo de deslocamento desses ocupantes variou conforme o perfil. O ocupante sem limitação de mobilidade que necessita de auxílio de notificação ou pré-movimento teve o tempo próximo ao ocupante padrão, inclusive apresentado valores inferiores. Nos casos com PCR assistida, houve aumento gradual no tempo de deslocamento. O Lento Assistido apresentou incremento de tempo maior e menos linear, resultante de CV de até 21%, em função da amplitude dos valores de velocidades indicados para esse perfil e da randomização, que altera a posição inicial e a velocidade do ocupante dentro dos limites de cada perfil. Nos casos com tempo de deslocamento mais elevado, o ocupante Lento Assistido acumulou baixa velocidade com maior trajeto, resultando em maior tempo de deslocamento.

Em relação à distância máxima a ser percorrida, houve incremento, pois o acompanhante deve ir ao encontro do acompanhado.

Com base nesses resultados, considerou-se válido simular a presença desses tipos de ocupante no estudo de caso, pois representam limitações variadas, nas quais velocidade e área projetada são fatores a serem considerados no projeto da rota de fuga.

### Ocupantes que necessitam ser transportados

O recurso fuga assistida foi empregado com ocupantes que recebem assistência como poligonal com veículo e perfis de ocupantes que prestam auxílio como equipe de brigada.

Os Brigadistas tiveram posição inicial aleatória em qualquer ambiente do andar estudado e diferenciaram-se do ocupante padrão em relação a: nível de prioridade 1; velocidade horizontal com distribuição normal média 1,35m/s, desvio padrão 0,25 e intervalo entre 0,65m/s e 2,05m/s (TINABURRI, 2022); sequência de ações “*Assist*

**Occupant**” → **Wait** (tempo de preparação conforme o tipo de transporte)” → **Goto Any Exit**”. O número e posicionamento dos Brigadistas foi indicado conforme o dispositivo de transporte.

Os ocupantes a serem transportados tiveram a sequência de ações: **Wait for Assist**” → **Wait** (tempo de preparação conforme o tipo de transporte)” → **Goto Any Exit**”. Foram feitas duas séries de inserção de ocupantes que necessitam ser transportados: com apenas uma equipe e com duas equipes. Em ambas, o deslocamento foi apenas horizontal.

Houve resultados com CVs acima de 10% para a distância com utilização de cadeira de transporte e maca, e para o tempo com emprego de prancha. Em relação ao tempo de deslocamento, com apenas uma equipe, os 150s foram ultrapassados com a inserção de apenas 1% de ocupantes que necessitam maca ou prancha e com 5% de ocupantes que necessitam cadeira de evacuação ou cadeira de transporte. Nos casos com duas equipes, o aumento do número de brigadistas foi significativo para redução do tempo, possibilitando manter o valor abaixo de 150s com a inserção de 1% de ocupantes que necessitam maca ou prancha. O congestionamento não foi relevante, pois muitos ocupantes evacuaram enquanto outros esperavam pelo auxílio ou estavam em tempo de preparação do equipamento.

## Desenvolvimento do estudo de caso

Após se calibrarem as variáveis, foi selecionado um projeto aprovado pelo CBMSC para simular estudo de caso usando os **inputs** testados. O projeto foi modelado no **software** de simulação e foram definidas as variáveis de entrada referentes à população, os cenários a serem simulados e os critérios para análise.

### Escolha da edificação

Foi escolhido projeto de uma edificação pública e de uso coletivo, com mais de um pavimento, aprovado pelo CBMSC. A busca por projetos foi realizada no site oficial de licitações do Governo Estadual de Santa Catarina, procurando-se editais dos anos de 2019 a 2021 que incluíssem a disponibilização de Projeto de Prevenção e Segurança Contra Incêndio e Pânico (PPCI) e Projeto de Acessibilidade. Entre os editais encontrados, destacaram-se dois relativos ao novo prédio da Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE), uma ocupação diferenciada (E6 – Escola para pessoas com deficiências), que inclui atendimento a público com limitações funcionais. Foram selecionados o Edital FCEE 0011/2019, referente à elaboração de projeto legal e projeto executivo da edificação, e o Edital SC SIE 0193-2021, referente à contratação para execução da obra. Esses dois editais permitiram o acesso ao programa de necessidades e aos projetos para o edifício, eleito para o estudo de caso.

A FCEE é uma instituição pública estadual, com sede em São José, SC, e conta com 10 Centros de Atendimento Especializado à pessoa com deficiência. O novo prédio, com três pavimentos, abrigará sete Centros de Atendimento. Cada centro terá uma área de atuação específica, atendendo desde crianças com deficiência ou atraso global do desenvolvimento (CENER), até alunos com indicativos de altas habilidades/superdotação (NAAHS). Oferecerá serviços especializados na área da surdez (CAS), da cegueira e baixa visão (CAP), do espectro autista (CETEA/NAEE), além de capacitação de profissionais e assessoria na área de tecnologia assistiva e educacional (CETEP). A instituição também é responsável por pareceres de elegibilidade para concessão de benefícios a PcD e encaminhamento de indivíduos para prescrição de meios auxiliares de locomoção (CENAE).

A nova edificação proposta apresenta planta com grande compartimentação de ambientes. No térreo predominam salas de consultório/atendimento individualizado, além de áreas administrativas. Nesse piso, estão uma enfermaria compartilhada, o CENER e o CENAE, centros que tratam de ocupantes que têm deficiências cognitivas e físicas que podem afetar a mobilidade. O pavimento intermediário e o pavimento superior são formados por ambientes educacionais, ambientes de consultório/atendimento individualizado e áreas administrativas. No piso intermediário estão o CAS, o CETEP, o NAAHS e uma biblioteca de uso compartilhado. No piso superior estão o CAP e o CETEA, junto com um auditório, uma sala de reuniões e uma central de TI. No CAS e no CAP, há ambientes técnicos de produção de materiais adaptados. Em cada pavimento há uma recepção compartilhada. A circulação vertical principal é composta por uma escada e três elevadores, atendendo às normas de acessibilidade. No entanto, não há rampas ou elevadores de emergência.

O Sistema Integrado de Gerenciamento de Atividades – SIGAT do CBMSC registra que o PPCI foi iniciado com base na IN 09/2014, mas foi aprovado com base na IN 09/2020, após solicitação via ofício. A quantidade e disposição das escadas esteve associada ao caminhamento máximo permitido. No entanto, a IN 09/2014 exigia, no mínimo, duas escadas protegidas para ocupação escolar em geral, com altura entre 6 e 12m, enquanto a IN 09/2020 aceita uma escada comum para ocupações do grupo E entre 6 e 12m (exceção E5 com uma escada protegida). O PPCI aprovado apresenta duas escadas protegidas e sete saídas de emergência no térreo (figura [4]).

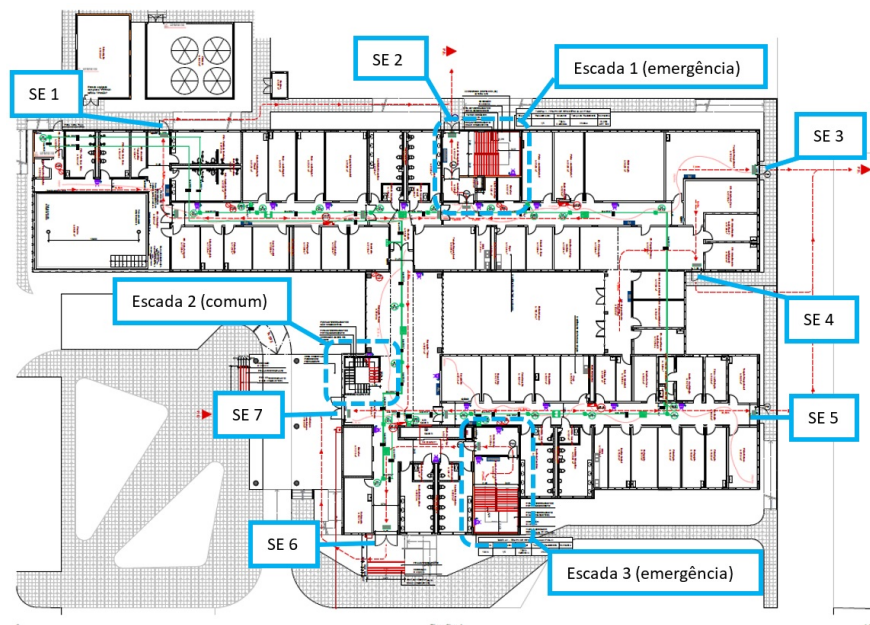


FIGURA 4 – Saídas e escadas de emergência do térreo no novo prédio da FCEE

Fonte: Edital SC SIE 0193-2021 (2021).

As duas escadas de emergência têm largura de 2,40m, a porta da escada 1 tem 1,60m de largura, e a antecâmara da escada 3 apresenta dois acessos com portas de 1,00m de largura. As antecâmaras são amplas, mas sem indicação de área de resgate. Os caminhamentos máximos indicados são de até 30m nos pisos superior e intermediário. No térreo, onde há mais saídas disponíveis, o caminhamento máximo é de 26,80m para uso da saída 5. A largura das áreas de circulação dos centros é de 2,45m, sendo que portas de sanitários acessíveis, quando abertas, reduzem a largura para 1,53m e podem causar acidentes durante a evacuação. O registro no SIGAT do CBMSC destaca que a edificação deve possuir plano de emergência conforme IN 31.

### Inserção de dados do projeto no modelo simulador

As plantas disponibilizadas em formato PDF foram importadas para o programa AutoCad para ajustes de escala e, posteriormente, foram importadas para o programa Pathfinder, onde salas, portas e escadas foram criadas e não foram representados *shafts* nem elevadores.

### Definição das variáveis populacionais de entrada

Foram propostas três diferentes configurações de densidade e foram consideradas duas alternativas em relação aos tipos de ocupante: simulação com a população padrão do *software* e simulação com população composta por oito perfis distintos.

Os projetos disponibilizados não indicaram a lotação prevista para a nova edificação, o que demandou a realização do cálculo populacional seguindo a IN 09 CBMSC. O coeficiente de densidade populacional para ocupação E6 é de 1 pessoa/1,5m<sup>2</sup> de sala de aula. Mas, no caso da FCEE, muitos ambientes se assemelham a consultórios e são de atendimento individual. Em função desse diferencial, foi gerada uma composição populacional inicial cuja lotação resultou da análise de cada ambiente, centro por centro e pavimento por pavimento. A figura [5] mostra a composição inicial que resultou em 704 ocupantes, assim como a configuração secundária, e a terceira configuração com alta densidade.

Foram selecionados oito tipos de ocupantes: Acompanhado, Lento, Lento Assistido, PCR e PCR Acompanhado, Acompanhante, Brigadista e Cadeira de Transporte, sendo os três últimos empregados para simular assistência e fuga assistida. A disposição dos perfis de ocupantes foi configurada com base nas densidades consideradas e no programa de necessidades proposto para a FCEE. A figura [6] exemplifica a composição de perfis para 704 ocupantes diversificados.

COMPOSIÇÃO DOS OCUPANTES DE CADA CENTRO CONFORME CLASSIFICAÇÃO DAS OCUPAÇÕES											
CENTRO		ÁREA (m²)	DIVISÃO OCUPAÇÃO		704 OCUPANTES	1042 OCUPANTES	1.559 OCUPANTES				
TÉRREO	CENAE	403,28	100,74	D1	18	53	183	58	228	15	124
			12,62	E6	10					9	
			14,89	F8	3					15	
			126,58	H6	22					19	
			148,45	não computável	0					0	
	CENER	1144,99	81,72	D1	12	115	183	155	228	12	481
				E3	0					0	
			44,38	E6	20					30	
			15,05	F8	3					16	
			674,59	H6	80					97	
	329,26	não computável	0	0							
	Compartilhada	273,95	81,53	D1	12	15	15	15	15	12	15
18,67			H6	3	3						
173,75			não computável	0							
INTERMEDIÁRIO	CAS	334,43	144,98	D1	28	73	310	109	465	21	127
			101,85	E6	37					68	
			13,79	F8	2					14	
			35,77	H6	6					6	
			38,04	não computável	0					0	
	CETEP	360,11	50,68	D1	8	120	310	201	465	8	216
			260,36	E6	105					174	
			13,70	F8	2					14	
			28,64	H6	5					5	
			6,73	não computável	0					0	
	compartilhada	479,67	81,54	D1	12	42	42	42	42	12	42
			89,03	F1	30					30	
309,10			não computável	0	0						
NAAHS	417,09	63,71	D1	12	75	75	113	113	10	121	
		161,03	E2	57					81		
		18,97	F8	3					19		
		15,21	H6	3					3		
		158,17	não computável	0					0		
SUPERIOR	CAP	755,83	247,87	D1	43	90	211	151	349	36	228
			119,97	E6	22					80	
			13,70	F8	2					14	
			145,76	H6	23					21	
			228,52	não computável	0					0	
	CETEA	419,99	61,40	D1	12	57	211	134	349	9	141
			148,59	E6	38					100	
			21,76	F8	4					22	
			14,51	H6	3					3	
			173,72	não computável	0					0	
	compartilhada	418,41	117,83	D1	17	64	64	64	64	17	64
			22,89	E6	16					16	
43,68			F5	31	31						
234,00			não computável	0							

FIGURA 5 continuação –  
Configurações de densidade  
populacional estudadas para  
FCEE

Fonte: Autores.



## CONFIGURAÇÃO 01 – 704 OCUPANTES

ANDAR E CENTRO		DISTRIBUIÇÃO DE PERFIS PARA LOTAÇÃO 704 OCUPANTES										TOTAL			
		POP. FIXA					POP. FLUTUANTES								
		GEN	ACT	BRI	PCR	LEN	GEN	ACT	ACD	LEN	LEN AC	PCR	PCR AC		
TÉRREO	Recepção	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
		0%	0%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	0%					100%									
	Enfermaria	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
		2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	
	33%					67%									
	CENAE	22	2	1	1	0	10	7	0	1	5	0	4		53
		42%	4%	2%	2%	0%	19%	13%	0%	2%	9%	0%	8%		
	49%					51%									
	CENER	36	7	1	0	1	23	17	6	2	10	4	8		115
		31%	6%	1%	0%	1%	20%	15%	5%	2%	9%	3%	7%		
	39%					61%									
CAS	26	4	1	0	1	21	8	11	0	1	0	0		73	
	36%	5%	1%	0%	1%	29%	11%	15%	0%	1%	0%	0%			
44%					56%										
CETEP	15	0	5	0	1	83	2	2	7	0	5	0		120	
	13%	0%	4%	0%	1%	69%	2%	2%	6%	0%	4%	0%			
18%					83%										
NAAHS	15	0	1	1	0	55	1	1	1	0	0	0		75	
	20%	0%	1%	1%	0%	73%	1%	1%	1%	0%	0%	0%			
23%					77%										
Biblioteca	1	0	1	0	0	20	3	1	1	1	1	1		30	
	3%	0%	3%	0%	0%	67%	10%	3%	3%	3%	3%	3%			
7%					93%										
Recepção	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0		12	
	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
0%					100%										
Sala Reuniões	8	0	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0		16	
	50%	0%	0%	0%	0%	44%	0%	0%	6%	0%	0%	0%			
50%					50%										
Auditório	5	0	0	0	0	17	3	1	1	1	2	1		31	
	16%	0%	0%	0%	0%	55%	10%	3%	3%	3%	6%	3%			
16%					84%										
Central TI	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0		5	
	60%	0%	20%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
100%					0%										
Recepção	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0		12	
	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
0%					100%										
CETEA	37	0	1	0	1	6	6	0	0	6	0	0		57	
	65%	0%	2%	0%	2%	11%	11%	0%	0%	11%	0%	0%			
68%					32%										
CAP	54	3	1	0	1	10	9	6	0	6	0	0		90	
	60%	3%	1%	0%	1%	11%	10%	7%	0%	7%	0%	0%			
66%					34%										
<b>TOTAL</b>		223	16	13	3	5	288	57	28	14	30	12	15	<b>704</b>	
		34%		2%	0,4%	0,7%	49%	4%	2%	4%	2%	2%			

FIGURA 6 – Configurações de perfil populacional estudadas para FCEE

Fonte: Autores.

## Cenários simulados

Foram elaborados seis cenários distintos combinando densidade e tipo de ocupantes: 704 ocupantes diversificados (P1D1), 704 ocupantes padrão (POD1), 1042 ocupantes diversificados (P1D2), 1042 ocupantes padrão (POD2), 1559 ocupantes diversificados (P1D3) e 1559 ocupantes padrão (POD3). Conforme rota de fuga indicada no PPCI, não foi utilizada a escada 2, apenas as escadas 1 ou 3, a fim de evitar o cruzamento pelas áreas de recepção.

## Critérios para análise

O principal critério de avaliação foi o tempo de deslocamento. Visto que as normas brasileiras se baseiam em capacidade de unidades de passagem e distância máxima a ser percorrida, a referência utilizada foi o tempo máximo de 150 segundos, estabelecido pela regulamentação britânica (NBS BUILDING REGULATIONS, 2006), para que qualquer pessoa atinja um local seguro em caso de evacuação emergencial. Foram comparados os tempos totais de deslocamento de todos os ocupantes, por perfil de ocupante e por saída de emergência. Também foram avaliados a distância máxima percorrida, o tempo até os ocupantes atingirem área de relativa segurança e a situação dos ocupantes aos 150s do início da evacuação.

## Avaliação das simulações

Em relação ao tempo total de deslocamento de todos os ocupantes, os seis cenários excederam os 150s. A densidade teve efeito significativo, com aumento em todos os casos. Nos cenários com população padrão, o aumento de tempo de POD1 para POD2 foi superior a 40%. Mas, de POD2 para POD3, o aumento foi pouco significativo, inferior a 5%. Nas simulações com população heterogênea, o aumento de tempo foi maior de P1D2 para P1D3, que de P1D1 para P1D2. Independentemente da densidade, nos cenários com população padrão, o tempo é reduzido em relação aos cenários com população diversificada. Com 704 ocupantes, a redução foi mais significativa, atingindo 30%. Nos casos com 1042 ocupantes, diminuiu 13% e, com 1559 ocupantes, reduziu 25%.

As distâncias máximas de deslocamento variaram entre 122m e 419m. A diferença foi significativa entre os cenários com população heterogênea e os cenários apenas com população padrão. Nos casos com população diversificada, brigadistas precisaram ir até os ocupantes a serem transportados, deslocar cada ocupante transportado e retornar para auxiliar outros ocupantes, o que resultou em maiores distâncias. Em relação à densidade, nos casos com população heterogênea, houve aumento na distância máxima percorrida junto ao aumento da densidade. Nos cenários com população padrão, a distância percorrida foi similar em POD1 e POD3, apresentando pequeno aumento da distância em POD2.

O tempo total de deslocamento foi sistematizado de acordo com o perfil de ocupante. Os resultados mostraram que os únicos perfis com tempo total de deslocamento dentro do limite da NB2006 foram PCR manual e PCR assistida, que contemplam apenas a evacuação horizontal no térreo. A exceção foi o cenário P1D3, que apresentou três PCR ainda tentando sair pela descarga da escada 1 aos 150s. Embora o tempo tenha ultrapassado o limite para o abandono do edifício, os ocupantes chegaram a uma área segura antes dos 150s.

Os perfis Brigadistas e Cadeira de Transporte demandaram mais tempo de deslocamento, devido à espera, preparação e retorno. A posição dos brigadistas foi baseada na densidade dos ambientes e não considerou que os ocupantes que necessitam ser transportados podem estar em ambientes mais distantes e andares distintos dos brigadistas. Isso afeta o tempo total de deslocamento, pois Brigadistas precisam deslocar-se até os ocupantes que precisam de ajuda. A proposta da divisão de equipes de Brigadistas por escada de emergência não correspondeu ao número de ocupantes que precisaram de transporte, apesar de os brigadistas do térreo auxiliarem os outros andares. Para reduzir o tempo total de deslocamento, é necessário readequar o posicionamento e o número de brigadistas disponíveis conforme a localização dos ocupantes a serem auxiliados, ou usar equipamentos de transporte que demandem apenas um operador.

Os perfis Lento e Lento acompanhado tiveram tempos elevados devido à velocidade reduzida desses ocupantes, e, no caso dos Lentos acompanhados, soma-se o tempo inicial para encontro entre acompanhante e acompanhado. Conforme aumenta a densidade, os valores de tempo desses perfis também aumentam. Nos casos com 1042 e com 1559 ocupantes, o perfil Lento teve maior tempo em relação ao Lento acompanhado. No cenário P1D1, houve tempo maior para o perfil Acompanhante junto a PCR, em função de espera por auxílio de Brigadista na escada 3 do piso superior.

Foram avaliados os tempos totais de deslocamento para cada uma das saídas de emergência localizadas no pavimento térreo. Como resultado, as saídas 2 e 7 apresentaram tempo superior aos 150s e foram as com maior tempo total de deslocamento, visto que contemplam os ocupantes localizados no piso intermediário e no piso superior, os quais têm como destino a saída 2 ao usar a escada 1 e a saída 7 ao usar a escada 3. Isso denota a importância de se protegerem os elementos verticais de rota de fuga ou mantê-los externos, para evitar a propagação de fogo e fumaça durante a evacuação. Os ocupantes lotados inicialmente no piso térreo, mesmo com limitações funcionais e em distintas densidades, evacuaram dentro do estabelecido na NBS 2006, em função do maior número e posicionamento de saídas disponíveis. O tempo total de deslocamento empregando as saídas 1, 3, 4, 5 e 6 manteve-se estável, e o uso destas cinco saídas, em sua maioria, refere-se a ocupantes localizados inicialmente no térreo. No cenário P1D3, houve tempo elevado para a saída 4, ultrapassando os 150s, o que decorreu por alguns brigadistas, após auxiliarem no transporte, recusarem a saída 2 e optarem pela saída 4. Essa escolha expõe os ocupantes a transitar no térreo por área não protegida e pode ser tanto um desvio na simulação, a ser corrigido direcionando cada equipe de brigadistas para a saída correspondente à escada pela qual se deslocou, como pode ser considerado que o brigadista optou por outra saída para verificar a presença de ocupantes antes de evacuar. Em função do risco de exposição ao incêndio após terem decorrido os 150s recomendados, considera-se que a simulação deva ser corrigida, pois a verificação por ocupantes que permaneçam no pavimento deve ser feita no início da evacuação e não no final.

Foram avaliados os tempos resultantes, por pavimento, até os ocupantes atingirem uma área de relativa segurança, como as antecâmaras e escadas de emergência. Como resultado, houve trechos com tempo dentro do limite de 150s, o que favorece a segurança dos ocupantes e evidencia a diferença entre o tempo de evacuação do andar e o tempo até a área segura. O tempo de evacuação de cada andar foi elevado, pois considera a espera, o preparo e o início do transporte de PCR através de cadeira de evacuação. Ressalta-se que a espera e o preparo de PCR foram programados para acontecer nas áreas protegidas. O tempo máximo registrado até as antecâmaras do pavimento superior foi inferior a 150s nos cenários com 704 ocupantes. Nas simulações com 1042 ocupantes, o tempo referente à escada 1 está dentro do limite da NBS 2006, e o referente à escada 3 chega próximo de 200s. Nos casos com 1559 ocupantes, o

tempo varia entre 198s a 325s. O tempo até as antecâmaras no piso intermediário é um pouco mais elevado, em função do acúmulo de fluxo do pavimento superior, estando dentro dos limites da NBS 2006 apenas nos casos com 704 ocupantes, exceto escada 1 em P1D1. No geral, o tempo até a área segura no pavimento intermediário varia entre 116s e 190s para casos com 704 ocupantes, entre 192s e 313s para cenários com 1042 ocupantes, e entre 183s e 338s para simulações com 1559 ocupantes. Em relação ao térreo, considerando o trajeto por área desprotegida após o uso da escada 3, foi analisado o tempo apenas em relação à antecâmara da escada 1, que se manteve no limite dos 150s, com exceção do cenário P1D3, que apresentou tempo elevado decorrente de brigadistas que utilizaram a saída 4 após auxiliarem no transporte. Em relação à presença de ocupantes com limitações funcionais, observou-se que os menores tempos foram obtidos nas simulações apenas com ocupantes padrão. Foi registrada diferença de tempo entre o acesso às antecâmaras e o tempo de evacuação do piso nos casos com população diferenciada, em comparação com cenários de população padrão, pois o tempo de espera no interior das antecâmaras por auxílio para transporte de PCR, na maioria dos casos, resulta em tempo de evacuação do piso superando o dobro do tempo para acesso a antecâmaras. Nos cenários com população padrão, em que não há necessidade de espera por auxílio, o tempo de evacuação de cada andar se aproxima do tempo para atingir uma área de relativa segurança. Em relação à densidade, o tempo foi ampliado conforme o número de ocupantes foi expandido.

Foi avaliada a situação de cada pavimento após 150 segundos do início do deslocamento. A figura [7] sintetiza a situação de cada cenário, indicando pontos positivos e pontos críticos, e a figura [8] demonstra as cenas avaliadas para o cenário P1D1 aos 150s da simulação.

O percentual de ocupantes evacuados após 150 segundos do início do deslocamento variou entre 51% no cenário P1D2 e 70% no cenário P0D1. Observa-se que o percentual de evacuados nos cenários com 1159 ocupantes é maior que nos cenários com 1042 ocupantes. Como aspecto positivo, foi indicada, por andar, a presença de ocupantes em área protegida, destacando-se em verde as situações em que foi possível todos os ocupantes estarem protegidos e em vermelho os casos em que apenas parte dos ocupantes atingiram área protegida aos 150s. Em todos os cenários, o pavimento térreo apresentou resultado parcial, pois registrou ocupantes deslocando-se em área desprotegida no trajeto entre a escada 3 e a saída 7. Em relação ao piso intermediário, apenas o cenário P0D1 registrou totalidade de ocupantes protegidos. No pavimento superior, os cenários com 704 ocupantes apresentaram população protegida antes dos 150s.

Entre os pontos críticos observados, destaca-se a presença de brigadistas em espera e pontos de aglomeração/gargalos. Em relação a brigadistas à espera de serem convocados para auxiliar no transporte, o caso em que aguardaram junto a saída 2 ocasionou aglomeração nesta área de descarga. A espera dos brigadistas no pavimento intermediário ocorreu em função dos PCR encontrarem aglomeração ou atraso que não permitiu que atingissem as antecâmaras para solicitar auxílio. A aglomeração de PCR influenciou no percentual de ocupantes evacuados e no tempo total, principalmente nos casos de aglomeração em antecâmaras, que dificultaram a circulação dos demais ocupantes e retardaram o chamado de auxílio dos brigadistas. A questão de os PCR não utilizarem os Módulos de Referência disponíveis para espera junto a escadas, apenas buscarem as antecâmaras, reflete uma falha no comando da simulação, que difere do que se espera em caso real de evacuação. As áreas com gargalos apontaram que a largura das portas da antecâmara da escada 3 gerou aglomerações e ocupantes com maior tempo de permanência em área de risco.

Considera-se que a segurança dos ocupantes da FCEE possa ser aprimorada com a

Cenários		P1D1	POD1	P1D2	POD2	P1D3	POD3
Ocup. Evac. (%)		67%	70%	51%	52%	53%	58%
Ocup. em área protegida	TER.	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL
	INT.	PARCIAL	TOTAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL
	SUP.	TOTAL	TOTAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL	PARCIAL
Brigadista em espera	TER.	SE 2	*	não	*	não	*
	INT.	CETEP	*	CETEP e NAAHS	*	CETEP	*
	SUP.	não	*	não	*	não	*
PCR	INT.	aglomeração	*	aglomeração	*	aglomeração	*
	SUP.	não	*	aglomeração	*	aglomeração	*
Aglomeração/gargalo (área protegida)	TER.	acesso AC esc.3; esc.3	acesso AC esc.3 e esc.3	acesso AC esc.3 e esc.3	acesso AC esc.3 e esc.3	escadas; acesso AC esc.3	acesso AC esc.3; esc.3
	INT.	PCR na AC esc.1	não	não	AC esc.1	não	acesso escadas
	SUP.	não	não	não	acesso esc.3	acesso esc.3	AC esc.1; esc.1
Aglomeração/gargalo (área sem proteção)	INT.	PCR no acesso AC esc.1	não	acesso ACs; circ. CETEP e NAAHS	acesso ACs	acesso ACs; circ. CETEP	acesso ACs; circ. CETEP
	SUP.	não	não	acesso esc.3	acesso AC esc.3	acesso ACs (PCRs)	acesso ACs

FIGURA 7 – Situação das evacuações aos 150 segundos

Fonte: Autores.

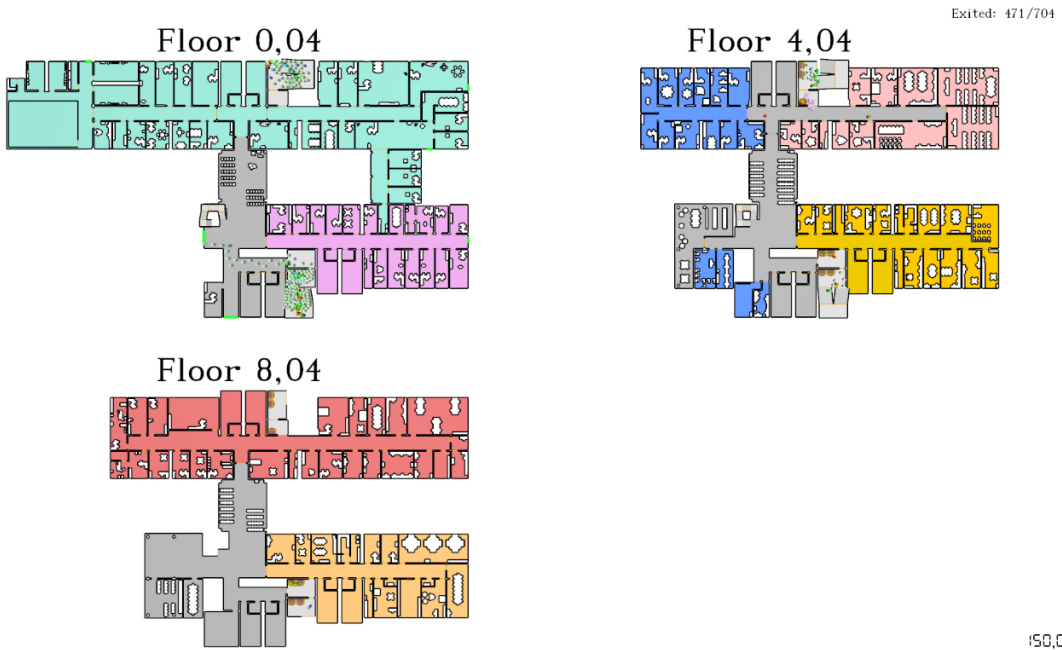


FIGURA 8 – Registro em planta da simulação P1D1 aos 150 segundos

Fonte: Autores.

ampliação das portas da antecâmara da escada 3 e com a formação e treinamento de pessoal para constituição de brigada que possa realizar testes práticos sobre a melhor forma de acompanhar ou transportar ocupantes em caso de emergência.

## Considerações Finais

Ao combinar a fundamentação teórica com exercícios de simulação de evacuação, foi possível observar as condições de fuga emergencial de pessoas com limitações funcionais. A escolha da simulação computacional de evacuação permitiu estimar tempos e dinâmica de movimento durante uma evacuação, com foco na fase de deslocamento. Os dados obtidos contribuem para compor o RSET em uma análise de engenharia de SCI, pois velocidade e área projetada são fatores a serem considerados no projeto da rota de fuga, visto que tempos de evacuação muito elevados são incompatíveis com a segurança dos ocupantes.

Na etapa de calibragem de variáveis, foram observados alguns ajustes que podem ser feitos pelo próprio operador do programa para obter melhores resultados e algumas ferramentas devem ser aprimoradas pelo **software**. Foi identificado que alguns perfis tiveram CV elevado, demandando revisão no número de randomizações para avaliação do descarte de valores extremos. Ressalva-se que os dados de velocidades foram obtidos de referências internacionais e que essas citam limitações de estudos sobre determinados perfis.

No estudo de caso, a distribuição dos brigadistas a partir dos ambientes com maior densidade, sem considerar a localização dos ocupantes que necessitam ser transportados, teve consequência nas simulações e deve ser revisada. Acompanhantes e brigadistas em espera por tempo elevado e PCRs obstruindo trajeto ao se acumularem em antecâmaras são comportamentos que influem no tempo de evacuação, sendo necessário avaliar se correspondem a situações reais.

As simulações apontaram que distância e tempo total de deslocamento podem não ser diretamente proporcionais, em função de congestionamentos, e demonstraram que tanto o aumento da densidade quanto a presença de ocupantes com limitação funcional ampliaram o tempo total de deslocamento, o que demanda maior atenção a SMSCI. É importante avaliar o tempo de evacuação comparativo entre diferentes perfis de ocupantes, para verificar quais os últimos a abandonar a edificação, de forma a avaliar se poderiam ter recebido outro tipo de auxílio.

Foi destacada a importância da largura das portas de descarga e acesso à área protegida, pois, caso não sejam compatíveis com a largura da circulação, podem gerar gargalos, com formação de congestionamentos, e dificultar a evacuação. As áreas de circulação devem permitir a passagem e manobra de pessoas com dispositivos auxiliares de locomoção e de pessoas com necessidade de acompanhamento ou carregamento por outras pessoas.

Em relação a rotas de fuga verticais, a implantação de áreas seguras para espera dos ocupantes em local protegido evidencia a diferença entre o tempo de evacuação do edifício, do andar e o tempo de acesso até essa área segura. Isso permite que ocupantes sejam protegidos mais rapidamente através de trajetos mais curtos, que permitem a continuidade do abandono com maior segurança e disponibilidade de tempo. A descarga das rotas de fuga verticais diretamente para a área externa evita a passagem por área desprotegida no piso de descarga e contribui para que o ocupante mantenha a proteção dentro da edificação por mais tempo, até o abandono total do imóvel.

No estudo de caso com a FCEE, apesar da lotação de alta densidade ser um cenário extremo, que não deve ser a rotina da FCEE, o menor percentual de evacuados aos 150 segundos foi observado nos cenários com 1042 ocupantes. A locação dos centros com maior probabilidade de PMR no térreo, associada a diversidade (quantidade e posicionamento) de saídas disponíveis nesse pavimento de descarga, foi considerada

positiva, pois permitiu a rápida evacuação horizontal, independentemente de limitação funcional. Outro aspecto positivo foram as áreas de circulação largas e as escadas protegidas com antecâmaras de tamanho razoável para comportar ocupantes em espera por auxílio, mesmo que não indicado especificamente no PPCI. Além disso, foi registrada a importância da existência de pessoas treinadas e capacitadas posicionadas em locais estratégicos para acompanhamento e transporte de ocupantes.

Na calibragem das variáveis de entrada, a avaliação foi independente do tipo de ocupação da edificação, enquanto que, no estudo de caso com FCEE, o tipo de ocupação foi considerado e problematizado. A adaptação das rotas de fuga às necessidades específicas do tipo de ocupantes da edificação é fundamental para garantir a segurança em caso de sinistro. A simulação com estudo de caso contribuiu para questionar o enquadramento e as exigências para o novo prédio da FCEE, que em parte se assemelha à classificação E6 e em parte à H6, sendo que estas ocupações possuem índices diferentes para coeficientes de densidade, capacidade de passagem, exigência de tipo de escada e distâncias máximas percorridas. A lotação do prédio, delimitada em função do tipo de ocupação, influi no dimensionamento prescritivo das saídas de emergência.

O uso da simulação computacional necessita calibrar uma grande quantidade de dados específicos sobre o tempo das ações de cada passageiro individual e em grupos, e é imprescindível gestão e treinamento de pessoal para auxílio durante a evacuação. Nesse sentido, a simulação pode contribuir para o gerenciamento de risco em planos de emergência, em treinamentos e em gestão em relação à quantificação de pessoas capacitadas e treinadas para auxiliar ocupantes vulneráveis durante um abandono emergencial.

O objetivo desta pesquisa não foi esgotar as discussões sobre a fuga acessível, mas sim identificar e demonstrar algumas das possibilidades de simulação e seus impactos. Pesquisas futuras podem abranger diferentes formas de assistência para fuga assistida, análise de tempos de pré-movimento, associação RSET e ASET, bem como consolidação de resultados por meio de simulações, *walkthroughs*, passeios acompanhados, entrevistas e questionários com usuários de edificações ocupadas por pessoas com limitações funcionais temporárias ou permanentes. Seria interessante complementar este trabalho avaliando cenários que combinem os parâmetros mais críticos das características populacionais com alternativas projetuais arquitetônicas que apresentem maior redução no tempo de evacuação.

Espera-se, com esta pesquisa, chamar atenção para o tema e contribuir para a oferta de melhores, mais efetivas e mais seguras condições de movimentação de pessoas durante uma evacuação emergencial, minimizando riscos e consequências de acidentes.

## Referências

ALVES, A. B. C. G.; CAMPOS, A. T.; BRAGA, G. C. B. Simulação computacional de incêndio aplicada ao projeto de arquitetura. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU'2008 – Espaço Sustentável: Inovações em Edifícios e Cidades, 2008, Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo. **Anais do [...]**. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/CD/71%20196.pdf>. Acesso em: 1 out. 2019.

BOYCE, K. E.; SHIELDS, T. J.; SILCOCK, G. W. H. Toward the characterization of building occupancies for fire safety engineering: Prevalence, type, and mobility of disabled people. **Fire Technology**, v. 35, n. 1, p. 35-50, Feb. 1999.

BOYCE, K. Safe evacuation for all – Fact or fantasy? Past experiences, current understanding and future challenges. **Fire Safety Journal**, v. 91, p. 28-40, Jul 2017.

BRAGA, G. C. B. Simulação computacional aplicada à segurança contra incêndio. In: COSTA, C. N.; CAMPOS, I. M.; COSTA, J. L. R. da; SANTOS, J. M.; SILVA, S. B. da (Orgs.). **SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações: Recomendações**. 2ª ed. Vitória, ES: Firek, 2018. p. 159-172.

CANCELLIERE, P.; LOMBARDI, M.; PONTICELLI, L.; GISSI, E.; GAI, G.; CACIOLAI, M. Italian hybrid fire prevention code. **Safety and Security Engineering**, v. VII, p. 107-117, 2018. Disponível em: <https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-the-built-environment/174/36506>. Acesso em: 20 out. 2021.

CHRISTENSEN, K.; SASAKI, Y. Agent-based emergency evacuation simulation with individuals with disabilities in the population. **JASSS – The Journal of Artificial Societies and Social Simulation**, v. 11, n. 3, p. 13, Jun 2008.

CUESTA, A.; RONCHI, E.; GWYNNE, S. M. V.; KINSEY, M. J.; HUNT, A. L. E.; ALVEAR, D. School egress data: comparing the configuration and validation of five egress modelling tools. **Fire and Materials**, v. 41, n. 5, p. 535-554, Aug-Sep 2017.

GEOERG, P.; BERCHTOLD, F.; GWYNNE, S.; BOYCE, K.; HOLL, S.; HOFMAN, A. Engineering egress data considering pedestrians with reduced mobility. **Fire and Materials**, v. 43, n. 7, p. 759-781, Nov. 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GISSI, E.; RONCHI, E.; PURSER, D. A. Transparency vs magic numbers: The development of stair design requirements in the Italian Fire Safety Code. **Fire Safety Journal**, v. 91, p. 882-891, Jul. 2017.

GRANDISON, A. Determining confidence intervals, and convergence, for parameters in stochastic evacuation models. **Fire Technology**, v. 56, n. 5, p. 2137-2177, Sep. 2020.

HUNT, A. L. E.; GALEA, E. R.; LAWRENCE, P. J. An analysis and numerical simulation of the performance of trained hospital staff using movement assist devices to evacuate people with reduced mobility. **Fire and Materials**, v. 39, n. 4, p. 407-429, 2015.

HUNT, A. L. E.; GALEA, E. R.; LAWRENCE, P. J.; FROST, I. R.; GWYNNE, S. M. V. Simulating movement devices used in hospital evacuation. **Fire Technology**, v. 56, n. 5, p. 2209-2240, Sep. 2020.

KINSEY, M. J.; GALEA, E. R.; LAWRENCE, P. J. Human factors associated with the selection of lifts/elevators or stairs in emergency and normal usage conditions. **Fire Technology**, v. 48, n. 1, p. 3-26, Jan. 2012.

KULIGOWSKI, E. D.; GWYNNE, S.; KINSEY, M. J.; HULSE, L. Guidance for the model user on representing human behavior in egress models. **Fire Technology**, v. 53, p. 649-672, 2017.

KULIGOWSKI, E. D.; PEACOCK, R. D.; AVERILL, J. D. Modeling the Evacuation of the World Trade Center towers on September 11, 2001. **Fire Technology**, v. 49, p. 65–81, 2013.

KULIGOWSKI, E. D.; PEACOCK, R. D.; HOSKINS, B. L. **Review of building evacuation models**. 2<sup>nd</sup> ed. Technical Note 1680. Gaithersburg, Md: National Institute of Standards and Technology, 2010.



LOVREGLIO, R.; RONCHI, E.; KINSEY, M. J. An online survey of pedestrian evacuation model usage and users. **Fire Technology**, v. 56, p. 1133-1153, 2020.

MANLEY M.; KIM, Y. S. Modeling emergency evacuation of individuals with disabilities (exitus): An agent-based public decision support system. **Expert System with Applications**, vol. 39, n. 9, p. 8300-8311, Jul. 2012.

MARTINS, D. D. S.; RODRIGUES, A. C. L.; BRAGA, G. C. B. Modelagem computacional da dinâmica de evacuação em locais de reunião de público. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 3, p. 147-164, 2019.

NBS BUILDING REGULATIONS. **Approved Document B to the Building Regulations: Fire Safety**. London: Department of Communities and Local Government, 2006.

NEGRISOLO, Walter. A caracterização do “perfil de risco de incêndio” no Brasil e a nova minuta da NBR 9077/2018 – saída de emergência em edifícios. In: COSTA, C. N.; CAMPOS, I. M.; COSTA, J. L. R. da; SANTOS, J. M.; SILVA, S. B. da (Orgs.). **SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações: Recomendações**. 2ª ed. Vitória, ES: Firek, 2018. p. 52-65. Disponível em: <http://www.firek.com.br/scier>. Acesso em: 4 mar. 2021.

ONO, R. **O impacto do método de dimensionamento de saídas de emergência sobre o projeto arquitetônico de edifícios altos: uma análise crítica e proposta de aprimoramento**. 2010. Tese (Livre-Docência em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PURSER, D. A. ASET and RSET: Addressing some issues in relation to occupant behavior and tenability. **Fire Safety Science**, n. 7, p. 91-102, 2003.

RONCHI, E., COLONNA, P.; BERLOCO, N. Reviewing Italian fire safety codes for the analysis of road tunnel evacuations: Advantages and limitations of using evacuation models. **Safety Science**, v. 52, p. 28-36. Feb. 2013.

SILVA, E. C. M.; PINTO, E. M.; HOLANDA, M. C. Conflitos entre as normas brasileira de acessibilidade e saídas de emergência, *In*: CONGRESSO IBERO-LATINO-AMERICANO EM SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS, 4., 9-11 out. 2017, Recife, PE. **Anais do [...]**, p. 455-463. Disponível em: [http://www.jalan.com.br/eventos/cilasci2017/arqAnais/anais\\_cilasci.pdf](http://www.jalan.com.br/eventos/cilasci2017/arqAnais/anais_cilasci.pdf). Acesso em: 22 nov. 2022.

SØRENSEN, J. G.; DEDERICHS, A. S. Evacuation from a complex structure: the effect of neglecting heterogeneous populations. **Transportation Research Procedia**, v. 2, p. 792-800, 2014.

TINABURRI, A. Principles for Monte Carlo agent-based evacuation simulations including occupants who need assistance: From RSET to RiSET. **Fire Safety Journal**, v. 127, p. 103510, Jan. 2022.

VALENTIM, M. V. **Comportamento de crianças em movimento em escadas: subsídios para o dimensionamento dos meios de escape em escolas**. 2018. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

VALENTIM, M. V.; ONO, R. Qualidade do projeto de saídas de emergência em edificações para pessoas com deficiência. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 12-14 nov. 2014, Maceió, AL. **Anais do [...]**, p. 1943-1952. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/>. Acesso em: 20 nov. 2018.

## RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL E DIREITOS AUTORAIS

A responsabilidade da correção normativa e gramatical do texto é de inteira responsabilidade do autor. As opiniões pessoais emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade, tendo cabido aos pareceristas julgar o mérito das temáticas abordadas. Todos os artigos possuem imagens cujos direitos de publicidade e veiculação estão sob responsabilidade de gerência do autor, salvaguardado o direito de veiculação de imagens públicas com mais de 70 anos de divulgação, isentas de reivindicação de direitos de acordo com art. 44 da Lei do Direito Autoral/1998: “O prazo de proteção aos direitos patrimoniais sobre obras audiovisuais e fotográficas será de setenta anos, a contar de 1º de janeiro do ano subsequente ao de sua divulgação”.

O CADERNOS PROARQ (ISSN 2675-0392) é um periódico científico sem fins lucrativos que tem o objetivo de contribuir com a construção do conhecimento nas áreas de Arquitetura e Urbanismo e afins, constituindo-se uma fonte de pesquisa acadêmica. Por não serem vendidos e permanecerem disponíveis de forma *online* a todos os pesquisadores interessados, os artigos devem ser sempre referenciados adequadamente, de modo a não infringir com a Lei de Direitos Autorais.

**Submetido em 21/02/2023**

**Aprovado em 31/05/2023**