



## CIVIL

### **Amanda de Menezes Mariano**

Discente de Engenharia Civil - itt Performance - Unisinos

### **Aimée Christine Neis**

Discente de Engenharia Civil - itt Performance - Unisinos

### **Isadora Cordeiro Bassani**

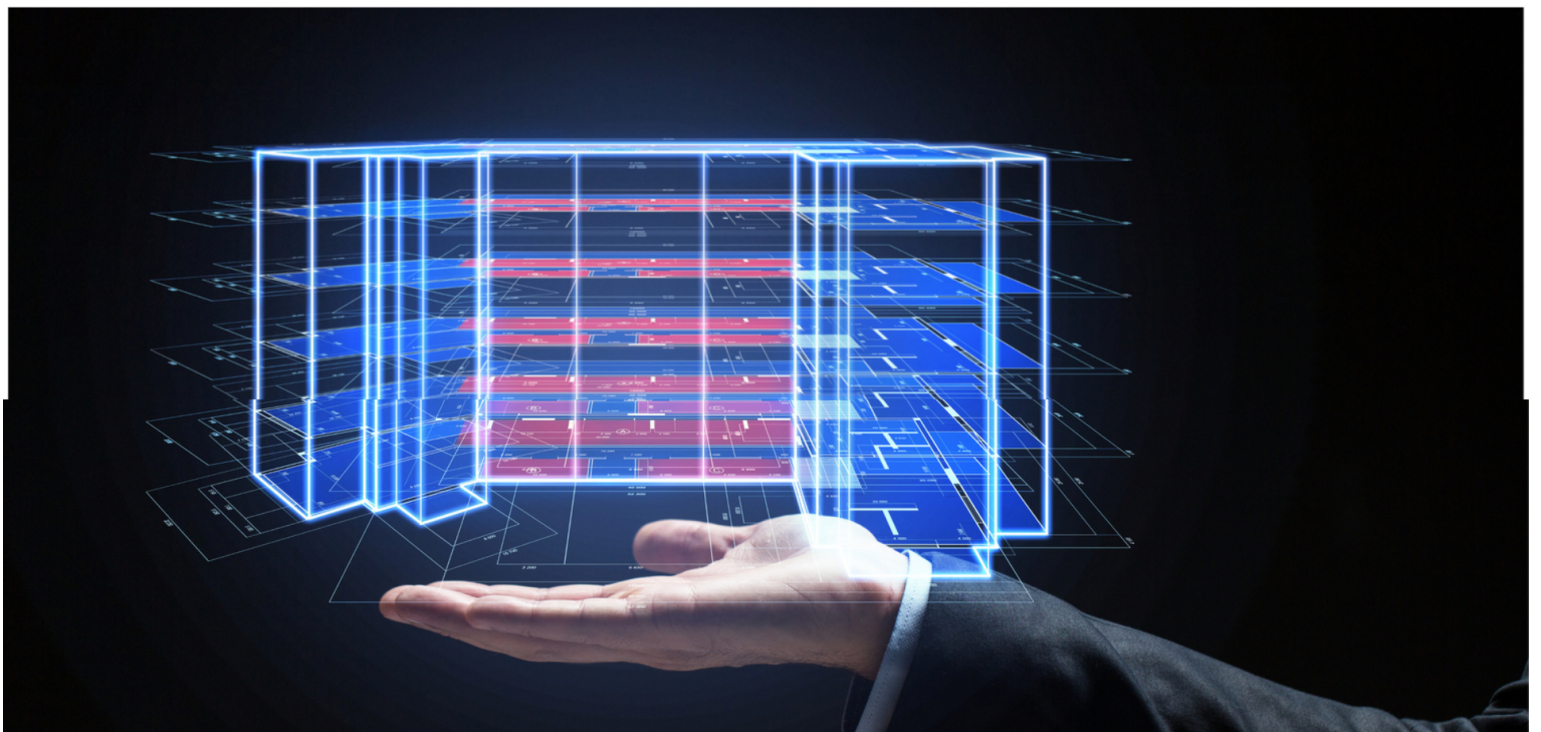
Discente de Arquitetura e Urbanismo - itt Performance - Unisinos

### **Henrique dos Santos Kramer**

Me. Eng. Civil - itt Performance - Unisinos (CREA RS 244379)

### **Roberto Christ**

Prof. Dr. Eng. Civil - itt Performance - Unisinos (CREA RS 182890)



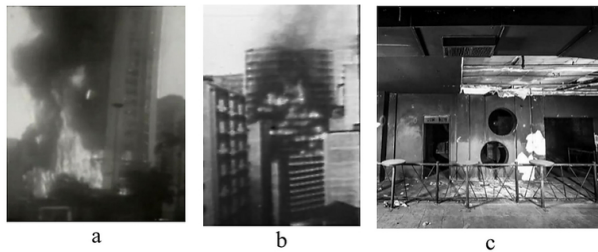
# A REALIDADE VIRTUAL APLICADA À SEGURANÇA DOS USUÁRIOS NA EVACUAÇÃO EM CASO DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES



## INTRODUÇÃO

A evacuação segura dos usuários de um empreendimento é um critério decisivo em casos de incêndio, uma vez que a escolha para a saída é essencial para que as pessoas fiquem protegidas. Há diversos registros de casos de incêndios em que uma evacuação rápida poderia ter evitado o grande número de vítimas. São, por exemplo, os casos nos edifícios Andraus (1972) e Joelma (1974), e a Boate Kiss (2013). Então, tendo em vista que o comportamento humano frente às situações é um fator importante e decisivo, deve-se prever as inúmeras reações em uma emergência. Estas condições podem ser previstas utilizando simulações computacionais, as quais são métodos cada vez mais utilizados pelos projetistas.

Figura 1 - Os edifícios Andraus (a), Joelma (b) tendo sua estrutura consumida pela propagação do fogo e Boate Kiss (c) após o combate ao incêndio



Fonte Imagem à esquerda: O Globo, 2021. Disponível em:

<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/coveragens/incendio-no-edificio-andraus/noticia/incendio-no-edificio-andraus.ghtml>. Acessado em 08 de Jun. de 2023.

Fonte Imagem ao centro: O Globo, 2021. Disponível em:

<https://www.telegraph.co.uk/news/2017/06/14/grenfell-tower-inferno-disaster-waiting-happen-concerns-raised/>. Acessado em 08 de Jun. de 2023.

Fonte Imagem à direita: BBC, 2023. Disponível em:

<https://www.bbc.com/portuguese/brasil/64397110>. Acessado em 08 de Jun. de 2023.

Devido aos casos de incêndios ocorridos, a busca por sua mitigação torna-se cada vez mais necessária, principalmente pelo fato de as chamas possuírem maior propagação conforme os materiais construtivos do local e, nessa análise, muitos estudos (Nunes, 2020; Gomes, 2019) buscam auxiliar a área. Porém, caso o sinistro ocorra, a população do local deve ser direcionada a uma rota preferencial para evacuação eficaz (rápida e segura), contando com iluminação de emergência, sinalizações visuais e alertas sonoros.

Por consequência, essa rota deve ser estudada com atenção, considerando o local e a população que utilizam o espaço. Na análise do tempo de evacuação, são considerados alguns parâmetros desde a detecção do princípio de incêndio, pré-movimento e o tempo de percurso para a saída da edificação. Para isso, existem diversos métodos para compreender as falhas na evacuação dos prédios, tais como: observação de casos reais, realidade virtual (RV) e simulações numéricas.

Diante da relevância na segurança do usuário em situações de incêndio, realizou-se um estudo com o objetivo de verificar a viabilidade do uso de RV, possibilitando uma estimativa de evacuação em um centro educacional, sendo analisado a retirada da população em caso de incêndio de forma eficaz, a partir do número de pessoas que utilizam o espaço. além das alternativas de saída, fator que acarreta uma variação no tempo de fuga em casos de sinistros. Para que seja feita tal análise, foram realizadas três etapas: (1) modelagem computacional no software AutoCad, (2) evacuação com base na situação menos favorável para a segurança dos pedestres

## MATÉRIA DE CAPA



**É não é que a Engenharia "Inventa moda"?**

## PALAVRA DA PRESIDENTE



**Bora inovar sem esquecer de valorizar?**

## ENTREVISTA



**Engenheiro Mario William Esper, presidente da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**

## ARTIGOS



**AGRONOMIA**

**A Importância da Atuação do Engenheiro Agrônomo nas Indústrias de Alimentos**

[Ver mais >](#)

## INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS



**Projeto de chip para detecção do câncer de mama leva estudantes de Engenharia Elétrica para conferência nos EUA**

[Ver mais >](#)

## FISCALIZAÇÃO



**#PartiuFisca**

## POR DENTRO DAS ENTIDADES



**Espaco CDER/RS**

## NOTÍCIAS



**Noticias CREA-RS**

## BAIXE DAS NOTÍCIAS



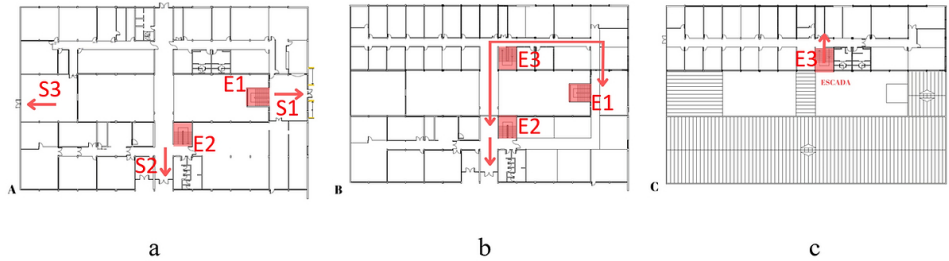
através software Pathfinder e a velocidade percorrida durante o sinistro e, (3) averiguação dos critérios do tempo de escape e rota de forma segura.

A edificação hipotética analisada é de uso educacional, contendo salas de aula, laboratórios, locais de estudo e salas administrativas. Esta possui três pavimentos, totalizando uma área de 4018,59 m<sup>2</sup>. A Figura 2 apresenta a planta baixa dos pavimentos da edificação, indicando a existência de três escadas para evacuação em diferentes locais do prédio.

Além disso, foi examinado que o ambiente possui diversas classificações em sua ocupação, com uma carga de incêndio variada, calculado com base na Resolução Técnica CBMRS nº03. Foram verificadas as dimensões das saídas de emergência de acordo com a NBR 9077 (2011), além dos parâmetros utilizados no caso da evacuação e considerados os critérios como a velocidade do usuário e o percurso para as rotas de fuga estipuladas. A carga da velocidade, considerou-se, com bases em estudos (Seito, 2008; Destro; Cauduro, 2020), os valores de 0,75 e 1,70 m/s, sendo estes médios entre adultos de estaturas, sexo e idade distintas, andando assim com velocidades variadas.



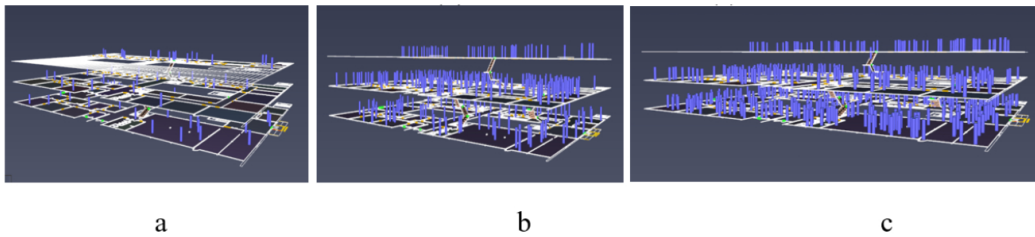
Figura 2. Planta baixa da edificação analisada sendo a primeiro (a), segundo (b) e terceiro andar (c)



Fonte: Acervo Itt Performance

Para a análise foram consideradas diversas possibilidades de fuga em caso de sinistro, tendo como modificações, em cada simulação, com base na quantidade da população em cada andar, considerando os turnos de funcionamento do edifício. Essa foi a logística definida por tratar-se de um centro educacional que funciona nos três períodos do dia, com uma faixa etária dos frequentadores entre 18 e 60 anos. Sua taxa de ocupação máxima pode chegar a 600 pessoas, tendo maiores usuários no período noturno.

Figura 3. Simulação em cada turno: manhã com 11,6% da taxa de ocupação (a), tarde com 50% (b) e noite com 88,6% (c)



Fonte: Acervo Itt Performance

Ambas as simulações tiveram como velocidade de evacuação, 0,75 m/s estipulado a partir do valor médio da população com a faixa etária analisada, além de estar dentro do parâmetro da IT 11 do Corpo de Bombeiros, a qual exige velocidade máxima 1,02 m/s de com menor densidade populacional. Cada análise teve suas modificações, para que sejam compreendidas as diferenças que as rotas de evacuação podem ocasionar no tempo de saída do local durante um incêndio. Nesse caso, para a Simulação 01, não foram postos obstáculos e não teve modificações nas rotas, tendo como base a planta original da edificação. Todavia, para a Simulação 02, foram desconsideradas as saídas 2 e 3, enquanto na Simulação 03, foi retirado a escada 2. As modificações podem ser verificadas na Figura 4.

Figura 4. Alterações nas simulações com base na planta térreo: simulação 1 (a), simulação 2 (b) e simulação 3 (c)



Fonte: Acervo Itt Performance

Na tabela 1 verifica-se os resultados em diferentes turnos do dia, sendo considerado o período noturno como mais crítico, devido ao maior número de pessoas. Em ambas, foi estipulado o comportamento desses usuários por evacuação em filas, além de um código de cores (Figura 5) que auxilia na visualização no tempo em que cada indivíduo levará para chegar à saída mais próxima. Também é

expresso o período de evacuação, sendo o início do primeiro usuário (mais próximo da saída) a deixar o local, até o usuário mais distante a evacuar. Na tabela 2, tal critério também é analisado, mas considerando a distância percorrida pelas pessoas na área do sinistro.

Tabela 1. Resumo dos dados obtidos pelo tempo de evacuação

Turno Analisado	Velocidade (m/s)	Lotação (pessoas)	Taxa de lotação do ambiente (%)	Tempo para a evacuação (s)		
				Simulação 01	Simulação 02	Simulação 03
Manhã	0,75	70	11,6	148,3	216,3	381
Tarde	0,75	300	50	411,5	637,8	486
Noite	0,75	520	86,6	541,3	1016,1	575,2

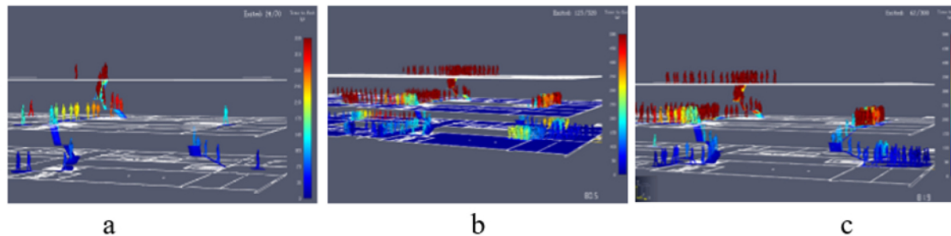
Fonte: Acervo Itt Performance

Tabela 2. Resumo das distâncias percorridas durante a evacuação

Simulação	Distância Percorrida Manhã		Distância Percorrida Tarde		Distância Percorrida Noite	
	Máxima (m)	Mínima (m)	Máxima (m)	Mínima (m)	Máxima (m)	Mínima (m)
	1	95,1	0,6	114,2	0,6	133,8
2	152,4	0,6	187,6	0,6	219,8	0,6
3	100,80	0,6	129,4	0,6	146,3	0,6

Fonte: Acervo Itt Performance

Figura 5. Simulação do tempo de evacuação dos ocupantes: manhã (a), tarde (b) e noite (c)



Fonte: Acervo Itt Performance

Com base na análise realizada é possível verificar a importância da simulação em caso de incêndio, pois apenas com as variações das rotas de fugas e velocidade constante, têm-se resultados que demonstram a variação do tempo para a evacuação, critério determinante para a segurança do usuário. Portanto, com a RV, compreende-se que a Simulação 1 possui melhor desempenho para o centro educacional, seguindo pela terceira simulação, pois, essa apresenta um tempo de evacuação e distância percorrida inferior à segunda, a qual detém os resultados inferiores às demais. Dessa forma, percebe-se que a localização adequada das saídas de emergência e escadas fornecem melhorias significativas para as rotas de fuga em uma edificação.

Portanto, a busca por mais segurança aos ocupantes do local, com base em simulações de evacuação, pode ser uma grande aliada para a tomada de decisão de projetos e práticas emergenciais na tentativa de retratar situações reais de incêndio de forma prática e menos custosa. No presente estudo não foram considerados portas fechadas ou obstáculos, os quais podem modificar o tempo de evacuação do local. Para simulações futuras, podem ser considerados a utilização de placas, além de modificações na velocidade de evacuação e variações as dimensões das portas, visando um melhor desempenho em casos de sinistros e auxílio até a chegada do corpo de bombeiros, possibilitando maior segurança para os usuários da edificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saida de emergências em edifícios**. 2011.

BBC. 10 anos do incêndio na boate Kiss: as fortes lembranças de sobreviventes, 2023. Disponível em: <<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/coberturas/incendio-no-edificio-joelma/noticia/incendio-no-edificio-joelma.ghtml>>. Acesso em: 08 de jun. de 2023.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Resolução Técnica CBMRS nº 03: Método para levantamento da carga de incêndio específica das edificações e áreas de risco de incêndio**. 2016.

GOMES, Igor da Silva. **Análise De Evacuação Em Situação De Incêndio Utilizando O Software Pathfinder**. Trabalho de Conclusão de Curso – Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2019.

NUNES, Felipe de Pires. **A Interferência Do Projeto Arquitetônico Das Saida De Emergência Na Evacuação De Locais De Reunião De Grande Público**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.

O GLOBO. **Incêndio no Edifício Andraus**, 2021. Disponível em: <<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/coberturas/incendio-no-edificio-andraus/noticia/incendio-no-edificio-andraus.ghtml>>. Acesso em: 08 de jun. de 2023.

O GLOBO. **Incêndio no Edifício Joelma**, 2021. Disponível em: <<https://memoriaglobo.globo.com/jornalismo/coberturas/incendio-no-edificio-joelma/noticia/incendio-no-edificio-joelma.ghtml>>. Acesso em: 08 de jun. de 2023.



**DOWNLOAD DO ARTIGO**

0 comentários



Deixe sua mensagem