Simulação Multiagente da Evacuação da Boate Kiss: A Importância da NBR 9.077 e sua Relação com o ‘Pânico’

Multia-Agent Simulation of the Kiss Nightclub Evacuation: The Importance of NBR 9.077 and its relation with Panic

Vinicius M. Silva ^{1 2}
Marcos Vinicius Scholl ^{1 2}
Diana Francisca Adamatti ^{1 3}

Data de submissão: 04/08/2017, Data de aceite: 25/11/2017

Resumo: Esse artigo utiliza o cenário da evacuação de uma tragédia envolvendo a boate Kiss em 2013 no Sul do Brasil. Tal evento ficou marcado pela imprudência e negligência às normas de segurança, resultando em diversas vítimas. As simulações foram modeladas usando a ferramenta NetLogo no contexto Multiagente. Os parâmetros usados nos cenários foram baseados nos dados conhecidos da boate no ocorrido e no contexto ‘ideal’, respeitando as indicações da NBR 9.077. O ambiente foi desenhado com base na planta da boate Kiss. A emoção pânico foi modelada a partir de sua definição psicológica na literatura. Os resultados foram bastante encorajadores no que diz respeito às indicações de normas de segurança da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) na garantia de evacuações seguras e com um nível baixo de pânico.

Abstract: This paper uses the evacuation scenario of a tragedy that involved the Kiss Nightclub in 2013. This event was marked by the imprudence and negligence of security standards, resulting in many victims. The simulations were modeled with NetLogo using Multi-Agent approach. The parameters of the two scenarios were based on real data of the nightclub at the event and on ‘ideal’ context, respecting the security standard NBR 9.077. The environment was designed using Kiss blue print. Panic was according to the psychology foundation of the literature. Results show the potential and the importance of the indications of the security standards imposed by ABNT in the guarantee of security evacuations and with a lower level of panic.

Palavras-chave: Simulação multiagente, evacuação, pânico.

Keywords: Multi-agent-based simulation, evacuation, panic factor.

1 Introdução

Respeitar apenas as normas técnicas de segurança garante a segurança de um prédio? A negligência dos fatores técnicos e/ou emocionais no projeto de uma edificação direcionada a reuniões sociais pode custar vidas em uma situação de emergência. Esses questionamentos e afirmações se mostraram

¹Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional - Universidade Federal do Rio Grande (Furg)

²{vinicius.montenegro, marcos.vinicius.scholl}@furg.br

³{dianaada@gmail.com}

evidentes na tragédia conhecida mundialmente, ocorrida na boate Kiss em 2013, no município de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

O incêndio na boate Kiss ocorreu em 27 de Janeiro de 2013, e alguns dos fatores que causaram uma maior taxa de vítimas e feridos foi o fato da boate ter apenas uma porta, utilizada tanto para entrada quanto para a saída. O correto segundo a NBR 9.077 [1], que regulamenta a quantidade e o tamanho das saídas de emergência a partir das dimensões da edificação, seria a existência de duas saídas distintas [2–4]. Além disso, outros fatores que comprometeram a segurança foram observados entre eles, o difícil acesso e a má sinalização da saída, combinados com a superlotação da boate, contribuíram com o desfecho da tragédia.

A proposta deste trabalho é demonstrar, através da simulação de um modelo de evacuação de um cenário real, a potencial efetividade da aplicação das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), em especial a NBR 9.077, em casas noturnas, ditas na resolução como "locais de reunião social". Buscou-se ainda, demonstrar a diminuição da velocidade de progressão do fator emocional 'pânico'.

Para tal, foram implementados dois ambientes de simulação multiagentes que reproduzem a boate de acordo com a sua planta baixa, cada um com dois cenários de configurações distintas. Tendo como fatores diferenciais, o número de pessoas ocupantes, características e posicionamento das sinalizações indicativas (painéis luminosos) e saídas de emergência.

Este trabalho utiliza a Norma Brasileira (NBR) 9.077, que especifica as características e dimensões de saídas de emergência em edificações [1]. Tal como, define-se pânico como o fator emocional a ser abordado, segundo Mawson [5]. Como ferramenta de implementação do estudo, utiliza-se a modelagem multiagente, que de acordo com Wooldridge e Jennings [6], é um sistema em que dois ou mais agentes interagem e/ou trabalham juntos para desempenhar determinadas tarefas ou objetivos. O *software* escolhido para implementação da simulação foi o NetLogo 5.3.1, devido a sua capacidade de reprodução de simulações sociais multiagente e boa representação de ambientes e objetos do mundo real.

O presente artigo está organizado como segue: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica que embasa o estudo proposto. A Seção 3 mostra o processo de descrição e definição dos cenários das simulações. A Seção 4 contempla uma análise dos resultados obtidos. Por fim, a Seção 5 apresenta as considerações finais sobre as contribuições do estudo e a possibilidade de trabalhos futuros.

2 Fundamentação Teórica

2.1 NBR 9.077

A norma brasileira NBR 9.077 diz respeito à regulamentação de saídas de emergência em edifícios, tal como a classificação das edificações, componentes da saída de emergência (escadas, rampas e descarga), cálculo da população, dimensionamento das saídas de emergência, áreas de refúgio, sinalização, entre outras condições específicas [1].

O número de saídas de emergência e suas dimensões são calculadas em função do limite de lotação de pessoas de uma edificação. A população da edificação é dada conforme as tabelas contidas na Tabela 5 da Pg. 29 da NBR 9.077 [1]. Com base na norma [1], os parâmetros da boate se enquadram na divisão **F-6** e para o cálculo da população, as áreas de sanitários, nas ocupações das divisões E ou F, são excluídas. A largura das saídas é dada pela Equação

$$N = P/C \quad (1)$$

onde N representa o número de unidades de passagem, arredondado para o primeiro inteiro superior, P

é a população e C é a capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 5 da NBR 9.077 [7].

A unidade de passagem (UP) é fixada em $0,55m$, considerada a largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas. Já a capacidade da unidade de passagem (C), refere-se ao número de pessoas que passam por minuto nessa unidade. A largura mínima das portas para ocupações em geral, deve corresponder a pelo menos $1.10m$, ou seja, duas unidades de passagem, exceto para ocupações do grupo **H**, divisão **H-3** [1, 7].

A NBR 9.077 tem como objetivo, assegurar que os ambientes tenham a capacidade de evacuações seguras de pessoas em situações de emergência, através da regulamentação das saídas de emergência. Em situações críticas, pessoas tendem a sentir diversas emoções, sendo o pânico, uma destas. Uma vez que a norma de segurança da ABNT pode auxiliar no controle do comportamento social das pessoas em uma situação de emergência, o pânico está diretamente relacionado ao planejamento de segurança em ambientes.

2.2 Pânico

A definição de “pânico” por diversos autores, é dita “uma reação envolvendo medo e/ou ações evasivas que provocam um comportamento irracional, de caráter competitivo, podendo envolver interações físicas agressivas, que consequentemente quebram a ordem social do ambiente” [5, 8–11].

Nota-se na literatura do comportamento humano, que o “pânico” é geralmente definido como um comportamento irracional, mas Stroehle [11] coloca que os resultados de pesquisas mostram consistentemente que as pessoas não exibem sempre esse comportamento nos incêndios. Entretanto, a conduta altruísta é vista como norma em situações de incêndios graves. Ainda assim, o comportamento humano sob estresse é relativamente controlado, racional e adaptativo, segundo Quarantatelli [12].

De acordo com Quarantatelli [13], para configuração do pânico, são necessários três fatores: as pessoas devem ter sensação de aprisionamento, profundo isolamento e sentimento de impotência. Essas emoções e percepções podem ser observadas a partir de depoimentos de mais de 80 sobreviventes da tragédia ocorrida na boate 'Kiss' de acordo com o site G1 [14].

2.2.1 Pânico no Projeto de Sistemas de Emergência

De acordo com Ludovico [15], por muitos anos engenheiros e responsáveis pela proteção contra incêndios defenderam a hipótese de que as pessoas abandonariam uma edificação imediatamente a partir do disparo de um alarme de incêndio. Esse pensamento levava em conta apenas aspectos técnicos das normas de segurança sem considerar o fator humano.

Se uma evacuação de emergência fosse projetada apenas desse ponto de vista, a velocidade da evasão dos indivíduos dependeria de suas habilidades físicas, de sua localização em relação a saída mais próxima e do comportamento progressivo do fogo [16]. Um evento como o incêndio na boate Kiss, mostra que este conceito estava incompleto.

A lógica utilizada no desenvolvimento desse estudo que simula uma situação de emergência em um cenário recriado conforme a tragédia ocorrida na boate Kiss é baseada nos conceitos abordados na fundamentação teórica apresentada. Tendo como finalidade demonstrar o potencial aumento da segurança ao utilizar-se das normas ABNT em uma situação de emergência envolvendo o pânico.

3 Simulação

A implementação desse trabalho foi definida por Silva et al. [7], onde uma versão simplificada da boate Kiss (Figura 1) foi projetada com suporte no estudo de Almeida [17].

Figura 1. Ambiente da Evacuação da Kiss em [7].

Este trabalho propõe um cenário de simulação com a inserção e análise do comportamento de pânico em situações de emergência, considerado um fator emocional no processo de evacuação de pessoas. Os parâmetros relacionados ao dimensionamento da boate Kiss são os mesmos definidos em Silva et al. [7], porém, agora considerando como ambiente, o desenho da planta baixa da boate, uma vez que a simulação passa a contemplar um número maior de características do ambiente real no momento do incêndio, proporcionando uma aproximação maior da realidade na simulação.

A boate, de acordo com as definições da NBR 9.077, tinha capacidade para lotação de 691 pessoas e o dimensionamento da porta de saída era adequado a esta capacidade. Porém, no momento do incidente, encontrava-se com superlotação, tendo cerca de 1200 pessoas presentes no local [2–4].

3.1 Ambiente

O ambiente desta evolução da simulação é baseado em agentes com ações, onde estes, podem perceber o ambiente ao seu redor e atuar sobre ele. A implementação foi realizada utilizando os três principais agentes constituintes de uma simulação no NetLogo: as *turtles*, agentes que se movem no mundo; os *patches* que formam um ambiente bidimensional, dividido por uma grade de patches; e o *observer* que contempla o ambiente formado pelos *turtles* e pelos *patches*.

Figura 2. Reproduções da planta baixa da Boate Kiss.

Conforme descrito em Silva et al. [7], a boate possuía dimensões de 615 metros quadrados, con-

tando com um único acesso de largura aproximada de 2.5m [2–4].

A fim de reproduzir um cenário mais realista em relação a tragédia para a simulação em escala computacional, o ambiente foi recriado (Figura 2). Suas dimensões foram reduzidas de forma proporcional, assumindo-se que a boate tivesse largura e comprimento iguais, obtendo-se o valor de 24.8m por parede. Visto que o *software* NetLogo tem seus valores de medida diferenciados, assumiu-se que as paredes do ambiente ocupariam 24.85 *patches*, totalizando 615.05 *patches* ao quadrado, assumindo como largura da porta 3 *patches*.

A reprodução da planta da boate apresenta as características fundamentais de sua estrutura real, como dois palcos representados pela cor rosa, dois bares constituídos pela cor vermelha e dois banheiros representados pelos locais onde estão presentes um *patch* azul (área superior) e outro na cor laranja (área inferior). Como no momento do incidente o acesso principal à porta da boate foi bloqueado por seguranças por um tempo [3, 14]. Nas simulações de **NBR-OFF**, foi considerado um bloqueio (parede) por 20% do tempo médio de evacuação em *ticks* nas simulações de Silva et al. [7]. As paredes externas e internas são constituídas por *patches* que estão representados pela cor cinza e são bloqueios, portanto as pessoas (*turtles*) que estão inseridas no contexto do ambiente, não podem atravessá-las. Este bloqueio faz com que os agentes se movam em direção a uma passagem livre, permitindo-lhes buscar um caminho para uma saída.

Segundo relatos, no momento do incidente haviam obstáculos como mesas e cadeiras presentes na boate, causando pequenas obstruções e dificuldade de movimentação no local [3, 14]. Para representar esse comportamento e proporcionar uma maior proximidade à realidade pela simulação, o número de obstáculos pode ser definido pelos pesquisadores e estes foram distribuídos em diversos locais na planta.

O ambiente de simulação é configurável em três opções: população (*population*), diz respeito ao número de pessoas presente no ambiente; obstáculos (*obstacles*), número de *patches* obstrutivos e; NBR, aplicação da norma de segurança (Figura 3). Quando a opção NBR é ativada, assume-se que ambiente da boate está de acordo com a regulamentação vigente, portanto o ambiente é alterado para um estado "ideal", aplicando as indicações da norma de segurança. As características do estado **NBR ON** são apresentadas como segue:

1. Duas saídas de emergência em paredes opostas com o tamanho adequado ao número de ocupantes da boate;
2. Avisos luminosos em locais corretos e indicativos apenas das saídas de emergências.

Os componentes monitores *People-out*, *Population* e *Scared People*, apresentam as atualizações das variáveis em tempo real. Os componentes de *plot* gráfico *People-In*, *Scary* e *People-Out*, plotam seus respectivos valores em função do tempo (Figura 3).

O ambiente geral da simulação não é alterada (planta baixa), permitindo a análise dos efeitos que a aplicação da norma refletiria no cenário do momento da tragédia.

As pessoas (*turtles*) são distribuídos aleatoriamente no ambiente, porém, ao iniciar a simulação, as *turtles* geradas dentro dos locais sem saída, são realocadas no ambiente, para que não permaneçam "presas".

3.2 Comportamento

A simulação descreve um cenário em que pessoas estão presentes na boate, e elas podem ser de dois tipos:

Figura 3. Interface Gráfica do Ambiente de Simulação NetLogo.

- **Pessoas Felizes:** São as pessoas que se movem normalmente sem estarem em pânico;
- **Pessoas em Pânico:** Pessoas que viram fogo e entraram em estado de pânico. As pessoas felizes também ficam em pânico ao enxergar outras pessoas que já estão em pânico. Segundo Stroehle [11], em situações de pânico as pessoas abrem mão de suas próprias características, herdando comportamentos de grupo.

As pessoas se movem pelo ambiente e possuem seu campo de visão de acordo com a Figura 4, considerado que as pessoas estão de pé. A NBR 9.050 [18]⁴, coloca que uma pessoa possui visão em cone e acima da linha do seu horizonte, trata-se de uma visão de 25 graus (Figura 4a) e que o movimento inconsciente dos olhos é de 15 graus (Figura 4b).

Figura 4. Visão (a) Vertical e (a) Horizontal de uma pessoa em pé, conforme NBR 9.050 [18].

⁴NBR 9.050 - Norma de Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos

Essa característica da visão humana está presente no contexto da simulação como visão do agente (*turtle*). Quando se ativa o botão *panic*, o fogo aparece na cor vermelha sobre um palco do ambiente e a pessoa que tiver contato visual com esse palco, a partir da visão em cone de 25 graus, visualiza o fogo. Neste instante, a pessoa fica em pânico e busca os estímulos luminosos para uma saída, aumentando a velocidade na qual se move no ambiente. As pessoas que não visualizam o fogo, mas avistam uma pessoa em pânico, também ficam em pânico. Neste instante, o comportamento da simulação permite analisar que poucas pessoas enxergam realmente o fogo, a configuração do pânico demonstra uma reação em cadeia de pessoas influenciando pessoas a entrarem em pânico. Quando em pânico, as *turtles* são direcionadas para a saída mais próxima, de acordo com sua proximidade ao sinal luminoso mais próximo, que indica uma das saídas do ambiente. O cálculo da distância da *turtle* para o sinal é realizado através da distância Euclidiana.

3.3 Cenários

São considerados cenários de simulação, o ambiente da planta da Kiss com os parâmetros alterados, entre eles a população e o uso da norma NBR, o que permite analisar os cenários: realístico, relativo ao incidente da tragédia da boate Kiss e o cenário visto como “ideal”, que contempla as normas de segurança, com intuito de comparar os resultados e validar a efetividade da aplicação da norma.

No **cenário realístico** sem o uso da NBR 9.077, a população têm 1200 pessoas no ambiente, configurando a superlotação, tendo apenas uma saída, que é também a entrada da boate. Ainda, possuindo avisos luminosos para os banheiros, que foi um dos motivos do número maior de vítimas [3]. A variação desse cenário, utiliza parcialmente as indicações da NBR, visto que é configurado com superlotação.

Já no cenário considerado **ideal**, com o uso da NBR 9.077, a população tem 691 pessoas no ambiente, conforme a lotação baseada na norma para as dimensões da boate. Não possui sinalização para banheiros, contando apenas sinais luminosos indicativos para as saídas de emergência, distribuídos estrategicamente no ambiente, a fim de facilitar a localização das saídas de emergência pelos agentes. Essa característica foi desenvolvida em função da norma NBR 10.898 [19], que descreve que “*pessoas em situações de emergência, tendem a receber estímulos físicos, ou por meios de comunicação*”. Além dessas características, a NBR também apresenta a importância de uma segunda porta de emergência, com a largura recomendada de 3m (3 *patches*). A variação desse cenário apresenta a ocupação máxima da boate (691 pessoas), sem configuração dos parâmetros restantes da NBR, ou seja, possui sinais luminosos que apontam para os banheiros e possui apenas uma porta de acesso de 3m (entrada e saída).

4 Análise dos Resultados

Para cada um dos cenários do ambiente de simulação (**NBR ON e NBR OFF** foram realizadas 10 execuções, devido ao fato de que os agentes são inicialmente posicionados de forma randômica. Os resultados foram tabelados e as médias aritméticas para cada variável considerada relevante para a análise, foram calculadas.

A média do *tempo de evacuação* do **cenário realístico**, população de 1200 pessoas com **NBR ON** foi de 1025.8 *ticks*. Uma vez que na variação deste cenário (**NBR OFF**), pessoas ficam presas nos banheiros, o tempo limite de *ticks* foi estipulado em 1500 *ticks*. Na variação da NBR desativada, obteve-se uma média de 389 pessoas presas nos banheiros da boate após o tempo limite de evacuação, cerca de **32%** da população inicial. Enquanto com a utilização da NBR, nenhuma pessoa ficou presa no interior da planta.

No **cenário ideal**, com a configuração da **NBR ativa**, obteve-se uma média de *tempo de evasão*

de 687,5 *ticks*, e 3,5 pessoas presas, **0,5%** das 691 presentes. Entretanto, na variação do *cenário ideal*, onde a **NBR** estava **desativada**, a média do *tempo de evacuação* foi de 456 *ticks*, deixando em média 235 pessoas presas nos banheiros (vítimas), cerca de **34%** dos presentes.

No *cenário ideal* foi possível perceber uma característica importante do ponto de vista comportamental, pessoas ficam presas. Mesmo com a **NBR ON** e sem *superlotação*. Esse tipo de comportamento ocorre devido ao fato de algumas pessoas estarem longe do foco de incêndio e não obterem contato visual com pessoas que entraram em pânico, assim, demorando para perceber a situação de emergência, até que o fogo e a fumaça estejam disseminando-se pelo ambiente, podendo entrar em pânico tarde demais.

Observando a variável **pessoas_presas** do *Gráfico de Pessoas Evacuadas por Cenário* (Figura 5), verifica-se, que no cenário realístico da tragédia, cerca de **32%** das pessoas ficaram presas na boate (389 pessoas de um total de 1200 presentes), enquanto no cenário considerado *ideal*, nem **1%** da população inicial foi vitimada (3,5 pessoas de um total de 691 presentes). Outra característica importante do Gráfico (Figura 5), é que nos casos onde a **NBR** estava **aplicada**, independentemente dos fatores como, *superlotação*, *bloqueio temporário dos seguranças* e *pânico*, estes casos obtiveram o **menor número de pessoas presas** (vítimas) ao fim da evacuação.

Acredita-se que no cenário de **NBR ON** com superlotação, o fato de não gerar vítimas se dá devido ao fato de que quanto maior a quantidade de pessoas, menos distantes elas estão umas das outras. Assim, quando uma pessoa enxerga o fogo e entra em pânico, esse fator se espalha de forma mais rápida do que em um cenário com menos pessoas, onde essas podem não enxergar o foco do incêndio ou a movimentação de pessoas em pânico até o limite da execução. Outro fator que pode influenciar no número de vítimas em um cenário com menos pessoas, seria a falta de um "alarme" sonoro de incêndio, que alertaria todas as pessoas, sem que houvesse a necessidade de percepção do foco do incêndio ou de pessoas em pânico.

Figura 5. Pessoas Evacuadas por Cenário.

Um dado observado nos resultados das simulações foi o intervalo de tempo no qual *todas as pessoas ficam em pânico*. As médias dos tempos de evacuação e da progressão do pânico, estão no *Gráfico Tempo de Evacuação entre os Cenários* (Figura 6). Lembrando que o *cenário realístico* (**NBR OFF - SUPERLOTADO**), possuía um limite de tempo de evacuação pré-definido, sendo assim, foi desconsiderado no gráfico.

Ao observar a *tendência linear* da Figura 6, em relação ao tempo que todas pessoas ficam em pânico, nota-se que no *cenário ideal*, o tempo para todas pessoas ficarem em pânico demora mais do que o **dobro do tempo** comparado ao *cenário realístico*, para progredir e atingir todas as pessoas no ambiente.

Figura 6. Tempo de Evacuação entre os Cenários.

5 Conclusão

A simulação multiagente permite que sejam estudados ambientes e cenários do mundo real, buscando informações e soluções que auxiliem os pesquisadores a verificar e validar dados em diversas situações.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que o *cenário realístico*, ou seja, **NBR OFF com 691 pessoas**, correspondente aos dados de configuração extraídos do incidente, apresenta um número consideravelmente maior de *pessoas presas* (vítimas) em relação ao *cenário ideal*, NBR ON, superlotado. Enquanto o primeiro tem **32%** de sua população vitimada, o segundo apresenta um número encorajador de menos de **1%** de vítimas.

É possível verificar através dos resultados, que a aplicação das sinalizações indicativas das saídas de emergência, em conjunto com o número ideal de portas e dimensões correspondentes ao seu respectivo grupo indicado na NBR 9.077, podem tornar a evacuação consideravelmente mais efetiva e segura. Tal fato, é observado na Figura 5), onde verifica-se que nos cenários onde a **NBR** estava **ON**, o número de *pessoas presas* foi **muito baixo** ou **nulo**.

Os resultados das simulações, no que dizem respeito ao *tempo que as pessoas ficam em pânico*, em conjunto do *tempo de evacuação*, demonstraram que a adição dos parâmetros das normas da ABNT: NBR 9.050, 9.077 com base na NBR 10.898, são uma potencial forma de garantir a segurança e o controle da evacuação de pessoas. Alocar e distribuir corretamente as sinalizações no ambiente, portas de emergência com dimensões e posições corretas, podem auxiliar no controle das ações e emoções das pessoas em situações de emergência, para que essas possam se sentir seguras em momentos críticos. Esses fatores, se aplicados corretamente, tendem a aumentar o tempo da progressão do pânico, preservando a integridade física e emocional das pessoas em um cenário de evacuação.

Com esse trabalho, buscou-se contribuir com a comunidade de sistemas multiagente, no contexto de modelos de evacuação, através de um estudo de caso envolvendo um ambiente real. Abordou-se também a importância do emprego da norma NBR 9.077 da ABNT em casas noturnas do Brasil. Demonstrando que se aplicada corretamente, a NBR 9.077 tem um grande potencial para evitar a perda de vidas, desempenhando também um papel importante no controle do fator emocional dos ocupantes de uma edificação em uma situação crítica. Uma vez que estas pessoas teriam menos motivos para se sentirem inseguras, aprisionadas e/ou incapazes, em um ambiente devidamente sinalizado com relação às saídas de emergência e com um número suficiente de portas de emergência.

Em trabalhos futuros, os autores pretendem fazer a modelagem de comportamentos emocionais de conflito, como: paralisia momentânea e "*flight or fight*" [15]. É possível pensar no desenvolvimento de uma solução genérica, ou seja, adaptável a qualquer ambiente, onde seria recebida uma planta baixa em formato digital e o *software* iria identificar o grupo correspondente da NBR e retornar as informações *ideais*, como: população ideal, distribuição da sinalização indicativa de saídas de emergência e localização e largura das portas de saída.

6 Contribuição dos Autores

Todos os autores tiveram igual contribuição na elaboração do trabalho (1/3 por autor).

Referências

- [1] NBR 9077. Rio de Janeiro, Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001.
- [2] ATIYEH, B. Brazilian kiss nightclub disaster. *Revista Brasileira de Cirurgia Plástica*, v. 27, n. 4, p. 502, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1983-51752012000400003>>.
- [3] LUIZ, M. *Dois anos depois, veja 24 erros que contribuíram para tragédia na Kiss*. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/01/dois-anos-depois-veja-24-erros-que-contribuiram-para-tragedia-na-kiss.html>>. Acesso em: Novembro de 2016.
- [4] SOUZA, D. V. et al. Incêndio da boate kiss: análise da conduta ética dos engenheiros civis. *Revista JurisFIB*, v. 4, n. 4, p. 441–449, 2013.
- [5] MAWSON, A. R. Understanding mass panic and other collective responses to threat and disaster. *Psychiatry: Interpersonal and biological processes*, v. 68, n. 2, p. 95–113, 2015.
- [6] WOOLDRIDGE, M.; JENNINGS, N. R. Intelligent agents: Theory and practice. *Knowledge Engineering Review*, v. 10, n. 2, p. 115–152, 1995.
- [7] SILVA, V. M. et al. Evacuação da boate kiss: Uma simulação multiagente do cenário real em relação ao ideal. In: *4a Conferência Ibero Americana de Computação Aplicada*. Lisboa, Portugal: International Association for Development of the Information Society, 2016. p. 334–338.
- [8] HELBING, D. et al. Simulation of pedestrian crowds. in normal and evacuation situations. In: SCHRECKENBERG, M.; SHARMA, S. D. (Ed.). *Pedestrian and Evacuation Dynamics*. Berlin, Germany: Springer, 2002. p. 21–58.
- [9] JOHNSON, R. Panic at the who concert stampede: An empirical assessment. *Social Problems*, v. 34, n. 4, p. 362–373, 1987.
- [10] JOHNSON, R. Panic and the breakdown of social order: Popular myth, social theory, empirical evidence. *Sociological Focus*, v. 20, n. 3, p. 171–183, 1987.
- [11] STROEHLE, J. *How do pedestrian crowds react when they are in an emergency situation: models and software*. 2008. Disponível em: <<http://guava.physics.uiuc.edu/~nigel/courses/569/Essays\Fall2008/files/Stroehle.pdf>>.
- [12] QUARANTELLI, E. Panic behavior: Some empirical observations. In: CONWAY, D. (Ed.). *Human Response to Tall Buildings*. Stoudsburg, USA: Dowden Hutchinson & Ross, 1977. p. 336–350.

- [13] QUARANTELLI, E. The nature and conditions of panic. *American Journal of Sociology*, v. 60, n. 3, p. 267–275, 1954.
- [14] G1. *Como foi a tragédia em Santa Maria*. Rio Grande do Sul, Brasil: G1 RS, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/tragedia-incendio-boate-santa-maria-entenda/platb/>>. Acesso em: Janeiro de 2017.
- [15] LUDOVICO, M. T. Comportamento humano e planejamento de emergências. In: *4th Edition of CCPS Latin American Process Safety Conference*. Rio De Janeiro, Brasil: Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, 2012.
- [16] WINERMAN, L. Criminal profiling: The reality behind the myth. *American Psychological Association: Monitor on Psychology*, v. 35, n. 7, p. 66, 2014. Disponível em: <<http://www.apa.org/monitor/julaug04/criminal.aspx>>.
- [17] ALMEIDA, J. E.; KOKKINOGENIS, Z.; ROSSETTI, R. J. F. Netlogo implementation of an evacuation scenario. In: *7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. Washington, USA: IEEE, 2012. p. 1–4.
- [18] NBR 9050. Rio de Janeiro, Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.
- [19] NBR 10.898. Rio de Janeiro, Brasil: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999.