

PATRICIA KUWER

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES PARA ESVAZIAMENTO
EMERGENCIAL DE ESPAÇOS QUE REÚNEM GRANDE
PÚBLICO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.
Orientador: Professor João Carlos Souza, Dr.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Kuwer, Patricia

Avaliação das condições para esvaziamento
emergencial de espaços que reúnem grande público /
Patricia Kuwer ; orientador, Prof. Dr. João Carlos
Souza, 2018.
198 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis,
2018.

Inclui referências.

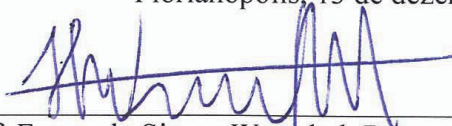
1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Planejamento. 3.
Multidões. 4. Desastres. 5. Simulações
Computacionais. I. Souza, Prof. Dr. João Carlos.
II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.
III. Título.

Patricia Kuwer

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES PARA ESVAZIAMENTO EMERGENCIAL DE ESPAÇOS QUE REÚNEM GRANDE PÚBLICO

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina.

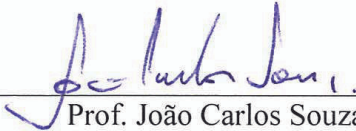
Florianópolis, 13 de dezembro de 2018.



Prof. Fernando Simon Westphal, Dr.

Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

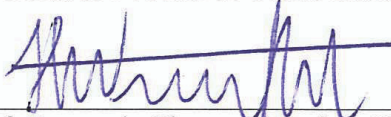
Banca Examinadora:



Prof. João Carlos Souza, Dr.

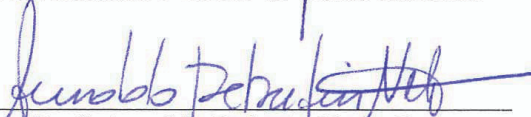
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



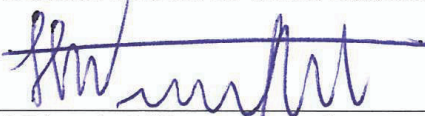
Prof. Fernando Simon Westphal, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Arnaldo Debatin Neto, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Ricardo Villarroel Dávalos, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

A melhor preparação para o bom trabalho de amanhã, é o bom trabalho de hoje.

Elbert Hubbard

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela oportunidade em realizar este sonho, em cada oração ouvida e cada obstáculo transposto. Como sempre, tudo acontece de acordo com Sua vontade!

Depois de dois anos de trabalho, há muitos a quem gostaria de agradecer. Os resultados deste trabalho vão muito além do que está apresentado nesta dissertação. Levo para a vida uma soma de conhecimentos e experiências inesquecíveis.

Agradeço ao meu orientador, estimado professor João Carlos Souza, por seu apoio, por acreditar no potencial desta pesquisa, pela paciência, presença e disponibilidade.

Aos mestres que participaram das bancas de qualificação, Profa. Fabiana Santos Lima, Prof. Fernando Barth e Profa. Manuela Lalane Nappi, e defesa final, Prof. Dr. Fernando Westphal, Prof. Dr. Arnaldo Debatin e Prof. Dr. Ricardo Dávalos pela atenção e importantes contribuições para o aprimoramento desta dissertação.

À Manuela Lalane Nappi, pesquisadora incansável, generosa e dona de um coração imenso, também agradeço pelas sugestões, inúmeras correções e amizade.

À Ivana Righetto Moser, pela parceria e paciência na busca pelo entendimento dos softwares e procedimentos da pesquisa, além das adoráveis conversas no café.

Às colegas de mestrado, aos colegas de trabalho e aos meus alunos, agradeço pelo apoio e pela torcida.

À secretária do PósArqui, Mariany, por estar sempre pronta em ajudar e por tantos esclarecimentos prestados.

À PTV Group, e em especial ao Sr. Alejandro Antunes, pela concessão da licença acadêmica do software utilizado na pesquisa e pelas agradáveis conversas que se seguiram neste último ano do trabalho.

Aos meus pais, Inez e Wulmar, pelo incentivo para que eu nunca deixe de estudar.

Por fim, agradeço ao meu marido Alexandre Prazeres, pela participação e pelo olhar racional e objetivo, típico dos engenheiros civis, nos muitos momentos em que eu tive dificuldades.

RESUMO

Edificações com grandes densidades de usuários, como centros destinados ao lazer festivo, estão sujeitas a riscos de grande quantidade de danos na movimentação de pedestres em evacuação emergencial. O aumento da frequência de ocorrência de acidentes que envolvem danos materiais e imateriais em espaços destinados a multidões, tem provocado um aumento na pesquisa sobre estes eventos e os aspectos que podem influenciar na movimentação de multidões. O estudo dos desastres tem como objetivo auxiliar o planejamento e a execução de operações nas quatro fases de um desastre: mitigação, preparação, respostas e reconstrução. Esta pesquisa tem por objetivo identificar elementos e aspectos arquitetônicos que possam influenciar a movimentação segura de pessoas em espaços destinados a eventos que reúnem grande público e propor um procedimento metodológico de avaliação visando melhorias destes espaços. As pesquisas sobre a relação entre o comportamento do usuário e o ambiente construído são importantes na busca por melhores condições de segurança, permitindo identificar a interferência da arquitetura, seja positiva ou negativa, nas atividades nele desenvolvidas. Por esta razão, a observância das normas técnicas, que tratam da segurança dos espaços, tem significativa relevância para o desenvolvimento de um procedimento metodológico de avaliação arquitetônica dos locais destinados à realização de eventos com grande público. O instrumento elaborado neste trabalho foi aplicado no Parque Vila Germânica em Blumenau durante o evento Oktoberfest, local escolhido como estudo de caso. As simulações foram realizadas no software *PTV Vissim/Viswalk*, que se baseia no modelo de forças sociais da dinâmica de pedestres, capaz de descrever muitos fenômenos observados realisticamente. Dentre as conclusões elencadas após a realização da simulação computacional e da aplicação do instrumento de avaliação de desempenho proposto neste trabalho, destaca-se o fato de o instrumento de avaliação possibilitar a análise de uma maneira mais rápida e eficiente para gestores dos locais que reúnem grande multidões, no intuito de identificar aspectos não atendidos das normas técnicas ou até mesmo aspectos relacionados ao comportamento humano e a dinâmica de multidões.

Palavras chave: Planejamento, Multidões, Desastres, Simulações Computacionais

ABSTRACT

Buildings with large densities of users, such as centers for festive leisure, are subject to risks, which are characterized by the possibility of a large amount of damages, in the movement of pedestrians in emergency evacuation. The increase in the frequency of accidents involving material and immaterial damages in crowded spaces has led to an increase in research on these events and the aspects that may influence the handling of fines in recent years. The study of disasters aims to assist the planning and execution of operations in the four phases of a disaster: mitigation, preparation, responses and reconstruction. This research aims to identify elements and architectural aspects that can influence the safe movement of people in spaces destined to events that gather large public and propose a methodology of evaluation aiming at improvements of these spaces. Research on the relationship between user behavior and the built environment is important in the search for better security conditions, allowing the identification of architecture interference, whether positive or negative, in the activities developed in it. For this reason, the observance of the technical norms, which deal with space security, has significant relevance for the development of a methodology for the architectural evaluation of the places destined to the accomplishment of events with large public. The instrument elaborated in the study was applied at the Vila Germânica Park in Blumenau during the Oktoberfest event, chosen as a case study in this research. The simulations carried out in the Vissim / Viswalk PTV software, based on the social forces model of pedestrian dynamics, describe many phenomena observed realistically. Among the conclusions drawn after the computational simulation and the application of the performance evaluation instrument proposed in this study, it is worth noting that the evaluation tool allows the analysis of a faster and more efficient way for managers of the sites that bring together large multitudes, in order to identify unmet aspects of technical standards or even aspects related to human behavior and crowd dynamics.

Keywords: Planning, Crowds, Disasters, Computer Simulations

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Peregrinos antes do tumulto	30
Figura 2- Vítimas do tumulto durante o hajj	30
Figura 3- Boate Kiss em Santa Maria durante e após o incêndio de 2013.....	33
Figura 4 - O processo de planejamento de eventos	53
Figura 5 – Eclipse corporal	67
Figura 6 - Composição do tempo de abandono de um recinto	71
Figura 7- Imagem de simulação realizada com software PTV Vissim/Viswalk	80
Figura 8 - Síntese das etapas de trabalho da pesquisa	82
Figura 9 - Procedimentos para construção do instrumento de avaliação.....	89
Figura 10 – Modelagem Parque Vila Germânica em Revit 2016.....	116
Figura 11 – Oktoberfest 2016.....	123
Figura 12 - Oktoberfest 2016	124
Figura 13 - Parque Vila Germânica modelado no software Revit 2016.....	125
Figura 14 - Implantação do Parque Vila Germânica	126
Figura 15 - Empório Vila Germânica.....	127
Figura 16 - Empório Vila Germânica.....	127
Figura 17 - Rotas de fuga conforme projeto preventivo de incêndio ..	129
Figura 18 - Saída de emergência localizada no setor 2	132
Figura 19 - Porta de saída de emergência do setor 2 e grelha em rota de fuga.....	133
Figura 20 - Mudança de piso entre área interna do setor 1 e área externa do parque.....	134
Figura 21 - Saída de emergência setor 3	134
Figura 22 - Saída de emergência setor 3	135
Figura 23 - Degrau isolado entre deck restaurante e área externa do parque	136
Figura 24 – Portão de saída de emergência para a Rua Herbert Welmuth.....	137

Figura 25 - Portas anti-pânico no setor 3 em direção à Rua Humberto de Campos	138
Figura 26 - Corrimão com pega fácil e segura	139
Figura 27 - Placa tátil para informações aos deficientes visuais	140
Figura 28 – Placa de SAL	141
Figura 29 - Sistema de informação de emergência	141
Figura 30 - Abertura entre setor 2 e 3	142
Figura 31 - Equipe de monitoramento na saída do setor 3	143
Figura 32 - Simulação de esvaziamento com 40 mil pessoas a 1,53 m/s em 67,20s	145
Figura 33 - Formação de pontos de aglomeração junto às saídas externas	146
Figura 34 - Formação de arcos de indivíduos junto ao acesso principal do parque.....	147
Figura 35 - Demonstração do tempo de esvaziamento no cenário 1	147
Figura 36 - Sequencia de mapas de densidade aos 31,2s(1); 60,50s(2) ; 138,70s(3) e 300,10s(4)	148
Figura 37 – Mapa de densidade na saída dos fundos do parque Setor Eisenbhan e 1	148
Figura 38 – Mapa de densidade na saída do setor 3	149
Figura 39 – Formação de aglomeração de indivíduos nas saídas.....	149
Figura 40 – Formação de arcos com aglomeração de pessoas	150
Figura 41 - Identificação da área origem das maiores distâncias e tempo de percurso	151
Figura 42 - Distribuição dos ocupantes no esvaziamento em situação de pânico	153
Figura 43 - Pontos de formação de arcos de pessoas junto às saídas ...	153
Figura 44 - Aglomerações junto às saídas para a Rua Alberto Stein ...	154
Figura 45 - Tempo transcorrido para esvaziamento em situação de pânico	154
Figura 46 - Indivíduos presos no modelo.....	155
Figura 47 - Sequência de imagens na simulação com demonstração de densidade	156
Figura 48 – Mapa de densidade aos 90,70 s de simulação no cenário 2	157

Figura 49 - Tempo transcorrido para esvaziamento na simulação do cenário 2.....	157
Figura 50 - Distribuição dos ocupantes no início da simulação no cenário 3.....	159
Figura 51 - Tempo transcorrido para esvaziamento no cenário 3	160
Figura 52 - Formação de filas em direção às saídas aos 1 min e 16 s .	160
Figura 53 – Concentração de pessoas aos 2 min e 03 s na simulação no cenário 3.....	161
Figura 54 – Simulação do cenário 4 no início da evacuação com pânico.....	163
Figura 55 - Tempo transcorrido para esvaziamento no cenário 4	163
Figura 56 – Mapa de densidade no cenário 4 aos 30 s da evacuação com pânico.....	164

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos da densidade no fluxo de pessoas.....	68
Tabela 2- Velocidade de deslocamento.....	73
Tabela 3 - Classificação e descrição de uso e ocupação delimitados na pesquisa.....	94
Tabela 4 - Critérios elencados ref. NBR 9077/2001	95
Tabela 5 - Critérios elencados ref. NBR 9050/2015	98
Tabela 6 - Critérios elencados ref. IN 009/2014 DAT/CBMSC	101
Tabela 7 - Critério elencado ref. IN 31/2014 DAT/CBMSC	103
Tabela 8 - Critérios elencados ref. NT 12/2004/CBMGO.....	104
Tabela 9 - Critérios elencados ref. outras referências	107
Tabela 10 - Critérios elencados Instrumento de avaliação de desempenho	110
Tabela 11 - Apresentação dos cenários simulados no Parque Vila Germânica	144
Tabela 12- Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento.....	150
Tabela 13 - Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento.....	158
Tabela 14 - Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento.....	161
Tabela 15 - Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento.....	164

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 1	152
Gráfico 2 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 2	158
Gráfico 3 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 3	162
Gráfico 4 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 4	165

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	25
1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	28
1.1.1 Desastres Envolvendo Multidões	29
1.1.2 Pergunta da Pesquisa	34
1.2 OBJETIVOS	34
1.2.1 Objetivo Geral	34
1.2.2 Objetivos Específicos	34
1.3 JUSTIFICATIVA	35
1.4 RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	37
1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	38
1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	39
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	41
2.1 LOGÍSTICA HUMANITÁRIA	41
2.2 COMPORTAMENTO HUMANO E DINÂMICA DE MULTIDÕES	44
2.3 O PLANEJAMENTO DE EVENTOS COM REUNIÃO DE GRANDE PÚBLICO	51
2.4 RELAÇÃO ENTRE O USUÁRIO E O AMBIENTE CONSTRUÍDO	54
2.5 NORMAS TÉCNICAS E O PROJETO ARQUITETÔNICO	56
2.5.1 Abordagem Histórica	57
2.5.2 NBR 9077/2001 - “Saídas de Emergência em Edifícios”	59
2.5.3 NBR 9050/2015 - “Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos”	60
2.5.4 IN/DAT/CBMSC 009/2014 - “Sistema de Saída de Emergência”	62
2.5.5 IN/DAT/CBMSC 31/2014 - “Plano de Emergência”	62
2.5.6 IN/DAT/CBMSC 013/2018 - “Sinalização para Abandono de Local”	63
2.5.7 IN/DAT/CBMSC 24/2014 - “Eventos Transitórios e Praças Desportivas”	64
2.5.8 IN/DAT/CBMSC 28/2014 – “Brigada de Incêndio”	64

2.5.9 NT Nº 12/2012/CBMGO - “Eventos Públicos e Centros Esportivos e de Exibição – Requisitos de Segurança Contra Incêndio”	65
2.6 PLANEJAMENTO DAS VIAS DE EVACUAÇÃO	66
2.6.1 Fator Humano	66
2.6.2 Densidade de Ocupação e Velocidade	68
2.7 TEMPO DE ESCAPE DE EDIFICAÇÕES	70
2.8 MODELAMENTO	72
2.9 MODELAGEM E SIMULAÇÃO COM HUMANOS VIRTUAIS	74
2.9.1 CrowdSim	77
2.9.2 Legion	78
2.9.3 PTV Vissim/Viswalk	79
3. MÉTODO DE PESQUISA	81
3.1 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	84
3.1.1 Lista de verificação 1: NBR 9077/2001	92
3.1.2 Lista de verificação 2: NBR 9050/2015	97
3.1.3 Lista de verificação 3: IN 009/2014 DAT/CBMSC	101
3.1.4 Lista de verificação 4: IN 31/2014 DAT/CBMSC	103
3.1.5 Lista de verificação 5: NT 12/2004/CBMGO	104
3.1.6 Lista de verificação 6: OUTRAS REFERÊNCIAS	107
3.1.7 Compilação das listas de verificação – instrumento de avaliação de desempenho	109
3.2 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COM SOFTWARE <i>PTV VISSIM/VISWALK</i>	115
3.2.1 Parâmetros das simulações	117
3.2.2 Composição de pedestres	118
3.2.3 Extração de dados	119
3.3 APLICAÇÃO NO ESTUDO DE CASO	119
3.4 COLETA DE DADOS	120
4. ESTUDO DE CASO	121
4.1 OKTOBERFEST NO PARQUE VILA GERMÂNICA	121
4.1.1 Aspectos históricos	121
4.1.2 Características físicas do local	124
4.1.3 Rotas de fuga	128
4.1.4 Ocupantes	130

4.2 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	131
4.2.1 Saídas de emergência	131
4.2.2 Escadas e rampas	135
4.2.3 Portas, corrimãos e guarda-corpos	137
4.2.4 Sinalização de emergência	139
4.2.5 Lotação máxima	142
4.2.6 Medidas específicas	143
4.3 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	144
4.3.1 Cenário 1	145
4.3.2 Cenário 2	152
4.3.3 Cenário 3	159
4.3.4 Cenário 4	162
4.3.5 Resultado das simulações.....	165
4.4 DISCUSSÃO E RESULTADOS	166
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	169
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS	170
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171
APÊNDICE	179
APÊNDICE A - LISTA DE VERIFICAÇÃO 1.....	180
APÊNDICE B - LISTA DE VERIFICAÇÃO 2.....	182
APÊNDICE C - LISTA DE VERIFICAÇÃO 3.....	184
APÊNDICE D - LISTA DE VERIFICAÇÃO 4.....	185
APÊNDICE E - LISTA DE VERIFICAÇÃO 5.....	186
APÊNDICE F – LISTA DE VERIFICAÇÃO 6.....	188
APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	190
APÊNDICE H – RESULTADO APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO	195

1. INTRODUÇÃO

As cidades, organizações dinâmicas e diversificadas onde as pessoas interagem constantemente, são configuradas pelo aglomerado de múltiplas práticas sociais. O desenvolvimento das grandes indústrias mudou o antigo ritmo cotidiano das pessoas e um conjunto de atividades possíveis, distintas, não ligadas às necessidades ou obrigações da vida cotidiana passou a fazer parte da vida das pessoas, o lazer:

“O lazer é um conjunto de ocupações às quais o indivíduo pode entregar-se de livre vontade, seja para repousar, seja para divertir-se, recrear-se e entreter-se ou, ainda, para desenvolver sua informação ou formação desinteressada, sua participação social voluntária ou sua livre capacidade criadora após livrar-se ou desembaraçar-se das obrigações profissionais, familiares ou sociais” (DUMAZEDIER, 1973, pg. 34).

Segundo Dumazedier, o lazer pode ser classificado em três categorias conforme seu objetivo: a) função de descanso – reparador das deteriorações físicas e emocionais provocadas pelas obrigações cotidianas, especialmente o trabalho; b) função de divertimento, recreação e entretenimento, que visa uma compensação ou fuga por meio do divertimento para um mundo diferente daquele de todos os dias; c) função de desenvolvimento, que cria novas formas de aprendizagem, livremente escolhidas e que busca o desenvolvimento da personalidade. As três categorias podem apresentar-se concomitantemente, em graus variados, podendo suceder-se ou coexistir (DUMAZEDIER, 1973).

De acordo com Gomes e Melo (2003), o interesse pelo lazer surge no cenário internacional nos meados do século XIX. No Brasil, a partir da década de 1980, se observa um crescimento considerável na visibilidade do lazer. Isso ocorre por alguns motivos, tais como:

- a) O avanço tecnológico fortaleceu o poder e o alcance da cultura de massa na sociedade. O âmbito da cultura é foco de interesse importante para o campo do lazer. Soma-se a isso a difusão de uma compreensão de cultura inserida na lógica do consumo, cada vez mais rápido e superficial.
- b) O desenvolvimento de uma forte e crescente indústria do lazer e do entretenimento, apontada como uma das mais promissoras fontes de negócios na atualidade.

- c) O aumento das iniciativas governamentais relacionadas ao lazer.
- d) Os questionamentos por parte da sociedade em relação a valorização extrema do trabalho.

Cada vez mais, momentos de lazer estão presentes na vida das pessoas. Muitos destes momentos acontecem em eventos esportivos, grandes shows, festas religiosas, etc., sendo caracterizados pela concentração de um grande número de pessoas, criando aglomerações. Estar no meio de uma aglomeração humana é uma das experiências prováveis da vida moderna. A parte negativa das aglomerações, está nos números cada vez maiores de acidentes que envolvem grandes eventos. A tragédia da boate Kiss em 2013, em Santa Maria, no Rio Grande do Sul, com 242 vítimas fatais e 680 feridos, mostra que, mesmo as aglomerações menores, em locais fechados e relativamente controlados, também apresentam grande risco para a integridade de seus ocupantes.

O potencial letal das ações com multidões é visualizado através de exemplos de grandes incidentes que ocorrem em uma ampla variedade de locais e diferentes circunstâncias. O americano Frederick M. Burkle (2009), do Departamento de Iniciativa Humanitária da Universidade Harvard, nos Estados Unidos, juntamente com um grupo de pesquisadores, procurou por notícias de eventos envolvendo multidões em que pessoas haviam sido mortas ou gravemente feridas em razão de tumultos. Burkle e os demais pesquisadores perceberam que o número de casos está longe de ser desprezível e concluíram que eles se tornaram mais frequentes nas últimas décadas (MARTINS, PONTES, KARAN E FINCO, 2013).

Segundo o levantamento, a ocorrência desse tipo de tragédia aumentou mais de 400% em 30 anos. Cerca de 7 mil pessoas morreram e outras 14 mil ficaram feridas em 215 eventos, realizados entre 1980 e 2007. Somente entre os anos de 2000 e 2007 foram registrados 129 acidentes envolvendo multidões. De acordo com o mapeamento dos acidentes envolvendo multidões, mais de 80% das tragédias aconteceram em países em desenvolvimento. Também foi observado a natureza de todos os eventos que envolveram acidentes, sendo que 22,8% dos eventos eram esportivos; 19,1%, religiosos; 17,7% políticos; 11,6% musicais e 28,8% tinham naturezas variadas (MARTINS, PONTES, KARAN E FINCO, 2013).

Um dos pioneiros no estudo envolvendo multidões, o engenheiro americano John Fruin (1993), concluiu, a partir de pesquisas em 1993, que em uma densidade de cerca de sete pessoas por metro quadrado, a

multidão começa a funcionar como se fosse uma massa líquida, se desloca em correntes e sofre o efeito de ondas em que as pessoas podem ter os pés desconectados do solo, ou seja, podem não mais ter controle sobre seus movimentos durante um deslocamento. Por exemplo, em 2006, durante a apresentação do grupo mexicano RBD no estacionamento do Shopping Fiesta, na Zonal Sul de São Paulo, reuniram-se cerca de 5 mil jovens em um local com capacidade prevista para 2 mil. As pessoas nas bordas da multidão não conseguiam escutar a música e empurravam quem estava na frente, para conseguirem aproximar-se. O efeito em cadeia acabou pressionando alguns jovens contra as grades de proteção. Como resultado, três pessoas morreram e quarenta ficaram feridas (MARTINS, PONTES, KARAN E FINCO, 2013).

Uma vez iniciado um evento atípico dentro da multidão, é difícil retomar o controle da situação. As leis da física, mais que as regras do comportamento humano, assumem o controle. Planejamento, capacitação de pessoas envolvidas com os eventos e adaptações dos espaços físicos devem seguir rumo a uma arquitetura protetora e inclusiva, a fim de que acidentes, potencialmente graves, não ocorram (MARTINS, PONTES, KARAN E FINCO, 2013).

O movimento de multidões, mesmo ao ar livre, precisa ser planejado com cautela, a fim de que sejam adotadas medidas protetivas, tal como velocidades de saída seguras, evitando estrangulamentos, curvas ou obstáculos ao sistema. Esses dificultadores podem ocasionar aglomeração ou lentidão em alguns pontos. Considerando outra perspectiva, há uma potencial demanda para o desenvolvimento de propostas de melhoramentos da arquitetura que atendam às questões sócio psicológicas dos indivíduos sob condições de emergência. Essa perspectiva de análise pode colaborar para a obtenção de condições mais seguras, por exemplo, em caso de multidões que envolvam indivíduos sob efeito da ingestão de álcool.

Investigar como os projetos de arquitetura de espaços de eventos que atraem grande público flutuante¹ podem interferir no fluxo de pedestres e como se pode gerir e organizar multidões em situações de emergência são aspectos fundamentais para o aprimoramento do desenho dos espaços e para a prevenção de acidentes. A dinâmica de pedestres é um componente importante da dinâmica de grupos e está interligada a outras áreas, tais como engenharia de tráfego, arquitetura e sócio

¹ População flutuante é o conjunto de indivíduos presentes em um determinado local por um período de curta duração, por motivos recreativos, de turismo ou profissionais.

psicologia. Neste trabalho serão abordados temas relevantes à compreensão dos fatores fundamentais à segurança dos espaços que concentram grande número de pessoas em eventos festivos, tanto no que diz respeito à arquitetura dos locais e ao atendimento às normas técnicas de segurança, quanto em relação ao comportamento humano em situações diversas e ao uso de sistemas de modelagem e simulações, a fim de que se possa obter um procedimento metodológico de avaliação destes locais antes da realização dos eventos.

Em muitos países, como Japão (Nagai *et al.*, 2004), Países Baixos (Daamen e Hoogendoorn, 2010), Reino Unido (Still, 2000), EUA (Fruin, 1993) e Brasil (Campos *et al.*, 2012), as pesquisas sobre evacuação emergencial em locais com grande número de pessoas estão sendo desenvolvidas por meio do uso de modelos de simulação computacionais. Uma vez que experimentos práticos possuem limitações, tais como os elevados custos envolvidos, dificuldades na captação de dados e preocupações éticas e de segurança, as modelagens e simulações computacionais tornam-se mais populares (Shi *et al.*, 2008) e apresentam resultados mais precisos (Leijonmarck e Olergård, 2013). Estão disponíveis no mercado, atualmente, diversos modelos de simulação de movimentação de pedestres, desenvolvidos por meio de modelos matemáticos, de forma que a simulação computacional já é considerada uma ferramenta importante durante a etapa de elaboração de projetos arquitetônicos.

1.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O comportamento dos pedestres tem sido estudado há mais de um século. Os primeiros estudos foram realizados para a criação de regras de trânsito e proteção aos indivíduos. Com o passar do tempo, a melhoria da qualidade dos projetos e novas tecnologias têm gerado edificações mais agradáveis e seguras. A origem do problema desta pesquisa é a necessidade de entendimento dos fluxos de pessoas em espaços destinados à realização de eventos com concentração de grande público fluante, tanto em situações de normalidade quanto em situações de emergência; bem como da sua correlação com o projeto arquitetônico destes espaços.

É amplamente conhecido o fato de que o ambiente físico tem influência nas interações sociais que nele ocorrem. De acordo com Rapoport (1990), as pessoas parecem reagir ao ambiente de acordo com o significado que ele tem para elas, ou seja, gostam de certos tipos de edifícios e de certos espaços urbanos pelo que significam. Pesquisas

apontam que os usuários reagem ao ambiente, em primeiro lugar, global e afetivamente, para somente depois analisá-lo e avaliá-lo de uma maneira mais específica. Apontam, ainda, que edifícios, sejam eles residenciais ou não, devem promover um ambiente confortável, seguro e saudável para seus usuários (ROSTRON, 1996). É evidente, portanto, a importância do ambiente construído na vida das pessoas e torna-se imprescindível compreender melhor alguns de seus aspectos, para assim verificar e avaliar as relações entre o meio e o comportamento do homem no espaço.

A ocorrência de multidões é frequente e, normalmente, não surge incidentes importantes. Contudo, por possíveis deficiências e limitações no controle do público, acidentes com feridos ou mortos podem acontecer. O problema que envolve os riscos de acidentes com multidões é comprovado pelo registro de grandes incidentes, alguns até com óbitos. Já os acidentes menores, que resultam em feridos leves, ocorrem com muito mais frequência e, muitas vezes, nem são contabilizados pelas autoridades.

1.1.1 Desastres Envolvendo Multidões

Fruin (2002) descreve uma série de acidentes envolvendo multidões. Em 1953, milhares de pessoas pereceram em Moscou, Rússia, durante a procissão com 3 milhões de pessoas que acompanhava o corpo de Joseph Stalin. Para controlar o movimento da multidão, o exército bloqueou ruas laterais ao longo da rota, com tanques e caminhões.

Em 1990, 1426 pessoas foram mortas em um tumulto durante a peregrinação anual de 2 milhões de pessoas em Meca, na Arábia Saudita, conhecida como hajj. O acidente, por esmagamento e asfixia, ocorreu em uma passarela de 500 metros de comprimento que faz a ligação entre Meca e a cidade de Mina. Especula-se que alguém caiu no meio da multidão e o efeito foi dissipado para todo o entorno, causando o grande desastre. O governo saudita gastou, nos últimos anos, bilhões de dólares na modernização e expansão da infraestrutura e em tecnologia de controle de multidão para o hajj. Ainda assim, em 24 de setembro de 2015, um tumulto deixou 1849 mortos, sendo considerada a maior tragédia da história do hajj (Figuras 1 e 2) (G1, 2015).

Figura 1- Peregrinos antes do tumulto



Fonte: G1 (2015)

Figura 2- Vítimas do tumulto durante o hajj



Fonte: G1 (2015)

Grandes incidentes com público flutuante ocorrem com certa regularidade em estádios de futebol. Uma delas, envolvendo torcedores do Reino Unido, foi uma das mais documentadas, em 1971, no Ibrox Park Stadium, em Glasgow, na Escócia. Os torcedores começaram a deixar o estádio nos últimos minutos de um jogo, quando, nos últimos momentos do jogo, um gol foi marcado. A situação causou um volume enorme de pessoas que tentou retornar, enquanto uma parte do público tentava sair, provocando a morte de 66 pessoas e muitas outras feridas.

Em 1981, 24 torcedores gregos foram mortos no estádio de Atenas, com capacidade para 45.000 pessoas. Eles tentavam deixar o local pouco antes do final da partida, sendo que os torcedores nas primeiras fileiras tentaram sair pelos portões de saída que ali se localizavam, mas as portas estavam trancadas. Os torcedores que estavam na parte traseira das arquibancadas continuaram a pressionar para a frente, causando as mortes.

Em 1982, 340 pessoas foram mortas em uma partida no Estádio Lenine de Moscou em situação semelhante. Em 1989, 94 pessoas foram asfixiadas e 174 ficaram feridas no estádio de Hillsborough, em Sheffield, Inglaterra. Um grupo maior do que o esperado de torcedores se esforçava para entrar e a polícia abriu as portas para aliviar a pressão da multidão. Em vez do alívio de pressão, o aumento resultante de torcedores em terraços fechados criou uma superlotação crítica. Em 1985, 10 pessoas foram mortas e 30 ficaram feridas em um incidente na Cidade do México, em situação similar à de Hillsborough. Um portão trancado bloqueou centenas de torcedores que tentavam forçar caminho para o estádio através de dois túneis.

Em 1985, uma briga entre torcedores ingleses e italianos nas arquibancadas de um estádio, em uma final de Copa do Campeonato Europeu de Futebol, em Bruxelas, na Bélgica, culminou em um acidente que resultou em 38 mortes por asfixia e 437 feridos. Em 1988, mais de 100 pessoas morreram e 700 ficaram feridas no National Stadium, em Katmandu, no Nepal. Uma chuva de granizo violenta e súbita, causou pânico entre os 30.000 espectadores, que tentaram fugir através das arquibancadas, mas encontraram as portas de saída trancadas (FRUIN, 2002).

No Brasil, duas tragédias, especialmente, marcaram a história dos eventos em locais com reunião de grande público flutuante. Em 17 de dezembro de 1961, em Niterói, estado do Rio de Janeiro, um ex-funcionário insatisfeito, juntamente com dois comparsas, atearam fogo à lona do Gran Circo Norte Americano. O fogo se alastrou rapidamente na lona feita de algodão recoberta por uma camada de parafina, material

altamente inflamável. “O incêndio não democratizou as mortes”, escreve Mauro Ventura em seu livro que relembra o acidente 50 anos depois:

Suas vítimas foram principalmente os que estavam nos camarotes e cadeiras numeradas, mais caros, próximos ao picadeiro e mais distantes da saída principal, separados da arquibancada por uma cerca de madeira”. Além das mortes de crianças, idosos e adultos por pisoteamento, muitos outros foram atingidos e mortos pelas chamas que caíam da lona flamejante. O incêndio durou menos de dez minutos, tempo suficiente para matar 503 pessoas, sendo que 70% delas, eram crianças (VENTURA, 2011).

A cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, foi palco, em 27 de janeiro de 2013, de uma das piores tragédias ocorrida nos últimos anos no Brasil, registrando 242 jovens mortos após um incêndio na Boate Kiss (Figura 3). O incêndio foi provocado pelo acendimento de um sinalizador por um membro da banda que tocava naquele momento, dentro do ambiente fechado. A imprudência e as más condições de segurança do local, especialmente relacionadas à arquitetura da edificação, tais como ausência de saídas de emergência em número suficiente, iluminação de emergência inadequada, rotas de fuga bloqueadas e falta de acessibilidade, foram responsáveis pelo número elevado de mortos e feridos. O desastre provocou imensa comoção, assim como trouxe à tona um intenso debate e estudos que buscaram a compreensão dos fatores que provocaram a magnitude do evento.

Figura 3- Boate Kiss em Santa Maria durante e após o incêndio de 2013



Fonte: Google, 2017

Percebe-se, através dos levantamentos de acidentes ocorridos, que muitos deles acontecem em função de dificuldades de acesso/saída que a arquitetura dos espaços impõe aos usuários, tanto em situações de normalidade, como em situações de pânico com evacuação emergencial. Percebe-se ainda que as falhas na estrutura física dos espaços corroboram

para o aumento das chances de ocorrência de acidentes graves e que poderiam ter sido evitados.

Nesse contexto, o trabalho elaborou uma pergunta que pretende responder com a investigação do tema.

1.1.2 Pergunta da Pesquisa

Que aspectos da arquitetura podem influenciar na segurança da movimentação das multidões, em espaços destinados a reunião de grande público, tanto em situações de normalidade quanto em situações de emergência?

1.2 OBJETIVOS

Na sequência serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar elementos e aspectos arquitetônicos que possam influenciar a movimentação segura de pessoas em espaços destinados a eventos que reúnem grande público e propor um procedimento metodológico de avaliação visando melhorias nestes espaços.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, têm-se os seguintes objetivos específicos:

- a) elencar e categorizar, a partir de revisão bibliográfica, os componentes arquitetônicos que podem influenciar na segurança das multidões;
- b) elaborar um procedimento metodológico de avaliação de desempenho quanto à segurança dos espaços;
- c) realizar uma simulação computacional para evacuação dos espaços com humanos virtuais;
- d) comparar os resultados entre a procedimento metodológico de avaliação elaborada e a simulação computacional;
- e) aplicar a procedimento metodológico de avaliação elaborada no cenário previamente escolhido, o Parque Vila Germânica, em Blumenau/SC, durante o evento Oktoberfest.

1.3 JUSTIFICATIVA

A pesquisa tem por finalidade elaborar um procedimento metodológico de avaliação da arquitetura dos espaços destinados à reunião de grande público e que podem influenciar na segurança da movimentação das multidões, tanto em situações de normalidade quanto em situações de emergência, além de propor melhorias para minimização dos riscos de eventuais acidentes.

As pesquisas sobre a relação entre o comportamento do usuário e o ambiente construído são importantes na busca por melhores condições de segurança, permitindo identificar a interferência da arquitetura, seja positiva ou negativa, nas atividades nele desenvolvidas. Para tal avaliação, é importante observar como o usuário percebe e utiliza o ambiente. Assim, torna-se importante compreender quais os componentes arquitetônicos que podem influenciar na segurança das multidões.

A necessidade de criar uma abordagem de avaliação do ambiente construído tem sido descrita por muitos autores (REIS, 2001; BINS ELY, 2003; VILLAROUÇO, 2001; FONSECA, 2009). Esses autores sinalizam que os procedimentos de concepção dos projetos arquitetônicos não são suficientes para a análise do desenvolvimento das situações de uso (FONSECA, 2009).

De acordo com Souza (2016), a arquitetura dos espaços é um dos fatores que, havendo deficiências, pode provocar acidentes:

Verifica-se que existem dois grandes fatores que contribuem para a ocorrência de desastres em locais com grande público: o comportamento inerente das multidões e o projeto do local onde as pessoas são reunidas. O comportamento das multidões dificilmente pode ser alterado, pois envolve aspectos psicológicos que são característicos da natureza humana, ao passo que o projeto e a construção dos espaços que receberão as pessoas, podem ser ajustados pelos engenheiros, arquitetos e planejadores de transportes (SOUZA, 2016).

Desta forma, elaborar um procedimento metodológico de avaliação de desempenho quanto à segurança dos espaços pode auxiliar na identificação de situações de risco em relação a evacuação dos locais que reúnem grande público.

Considera-se relevante a relação entre edificações e acidentes, uma vez que esta estabelece um sistema bastante complexo de ações e agentes.

Devido a esta complexidade, critérios de segurança são estabelecidos por meio da legislação vigente. Em geral, as normas técnicas brasileiras e as normas do corpo de bombeiros são instrumentos através dos quais a segurança é incorporada aos projetos dos espaços – edificados ou ao ar livre. Algumas destas normas fazem referência às condições mínimas exigíveis que as edificações devem atender, tais como, a evacuação dos espaços ou a movimentação segura dos usuários. No entanto, solucionar problemas nos espaços em relação apenas à legislação vigente, tem vantagens e desvantagens. Uma vantagem é a rapidez com que se identificam falhas. Por outro lado, os perigos que não estiverem mencionados na legislação não serão considerados (DUARTE, LEITE E PONTES, 1996).

A utilização de um simulador computacional possibilita avaliar o deslocamento de humanos em modo virtual até a saída mais próxima a eles, como se estivesse sendo realizado um treinamento de evacuação. Por razões éticas e de segurança, não é possível que sejam realizadas evacuações com humanos para espaços que reúnam grande público. A simulação busca possíveis pontos de afunilamento ou lentidão que, em uma situação de emergência, poderiam retardar a evacuação dos espaços, ocasionando risco de acidentes graves. Outro fator importante na aplicação do procedimento metodológico de avaliação e do simulador computacional é a possibilidade de que sejam testados diferentes layouts para realização dos eventos.

Comparar os resultados entre a procedimento metodológico de avaliação elaborada e a simulação computacional pode demonstrar se o instrumento elaborado para esta pesquisa é adequado para a identificação de atendimento ou não dos critérios arquitetônicos descritos nas normas técnicas, responsáveis pela preservação da segurança de espaços que reúnem grande público.

O estabelecimento de um procedimento metodológico para avaliação dos espaços que reúnem grande público é necessário, uma vez que existem aspectos além dos abordados pela legislação vigente, relevantes para a compreensão dos riscos existentes (DUARTE, LEITE E PONTES, 1996). Assim, a aplicação do procedimento metodológico de avaliação elaborada no cenário previamente escolhido, o Parque Vila Germânica, em Blumenau/SC, durante o evento Oktoberfest, torna possível a verificação da eficiência do instrumento nesta pesquisa elaborado.

1.4 RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Para Torvisco (1998), o entorno físico e social faz parte do contexto situacional no qual se desenvolvem as atividades humanas, pois as relações humanas são afetadas pelo espaço físico onde se desenvolvem tais interações. Frequentemente ocorre uma interação contínua e dinâmica entre o homem e o que o cerca, seja uma edificação ou um espaço urbano, que pode produzir uma tensão psicológica e fisiológica no indivíduo e que pode levar ao desconforto e incômodo, afetando o desempenho e a produtividade, a saúde e a segurança das pessoas (PARSONS, 2000). Espaços que não satisfazem aos seus usuários são encontrados com grande frequência sem que sejam analisados, em muitos casos, os problemas causados por esse tipo de edificação.

Dentre as várias atividades relacionadas ao lazer, o turismo de eventos tem apresentado um grande crescimento e tem se tornado cada vez mais representativo no contexto econômico de muitos locais. No Brasil, o setor está em franca expansão, empregando cerca de dois milhões de pessoas, entre empregos diretos e indiretos, sendo percebido pela sociedade como um dos mercados mais rentáveis e promissores dos últimos tempos (BRASILTURIS, 2012). Além disso, o turismo de eventos pode ser uma ótima alternativa para suprir a sazonalidade do setor turístico na baixa temporada (BAHL, 2003).

A necessidade de adequação às demandas dos turistas exige criatividade por parte dos gestores, a fim de aumentar sua competitividade no cenário nacional de forma substancial. Neste panorama, os eventos festivos ganham destaque como potencializadores do turismo de forma singular, uma vez que propiciam interações desde a sua formatação, definição de público alvo e sua identidade cultural. Alguns destes eventos são realizados para celebração pública (ou festas da comunidade), enquanto outros são previstos para fins de entretenimento, negócios ou socialização, tendo em comum a atração de um grande número de pessoas. McKercher, Mei e Tse (2006) destacam, entre esses eventos, os festivais desenvolvidos com o objetivo de promover a cultura local, sendo uma oportunidade de apresentação das tradições, heranças e peculiaridades étnicas (ZUCCO, 2012).

Segundo o Manual de Desastres da Secretaria Nacional de Defesa Civil –SEDEC (2013), edificações com grandes densidades de usuários, como centros destinados ao lazer festivo, estão sujeitas a riscos, que se caracterizam pela possibilidade de haver grande quantidade de perdas e danos humanos. O pânico, que pode ocorrer em algum evento sinistro, corrobora para agravar os possíveis danos humanos. O planejamento das

vias de fuga e evasão, além de sua clara sinalização, contribuem para reduzir esses danos em eventos que envolvem multidões (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2017).

Esta pesquisa busca contribuir para o aprimoramento dos projetos relacionados aos espaços que atraem multidões, especialmente em eventos festivos, cada vez mais presentes nas cidades brasileiras. No que se refere à arquitetura, busca-se a mitigação dos riscos de acidentes, a melhoria dos fluxos e o estabelecimento de rotas seguras.

1.5 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Há diversas possibilidades para a realização de estudos relacionados à segurança na movimentação de multidões. O desenvolvimento das pesquisas relacionadas à dinâmica das multidões, ao comportamento dos indivíduos em multidões e a modelagem e elaboração de simuladores com humanos virtuais, tem avançado consideravelmente nos últimos anos. Estimar o fluxo de pedestres, bem como suas direções, tem aplicação, também, nos modernos sistemas de monitoração de tráfego urbano para o melhor planejamento dos espaços e serviços urbanos (PÁDUA et al., 2003).

Optou-se por limitar esta pesquisa à avaliação da arquitetura dos espaços que reúnem grande público flutuante, especialmente em locais que irão abrigar eventos festivos, na sua fase de preparação. A pesquisa busca avaliar as condições de esvaziamento dos espaços em situações de normalidade e em situações de emergência, podendo se dar tanto em espaços fechados, quanto em espaços abertos.

A pesquisa bibliográfica deste trabalho é realizada por meio de análise de documentos publicados, sem restrição de período, contendo as seguintes palavras chave: logística humanitária, relação entre o usuário e o ambiente construído, comportamento de multidões, pânico em multidões, instruções normativas, modelos de avaliação do ambiente construído e simuladores computacionais com humanos virtuais. A pesquisa bibliográfica foi realizada no Portal de Periódicos CAPES/MEC, Scielo e Google Acadêmico. Em relação à pesquisa documental, utilizou-se materiais de fontes não tratadas, como documentos, fotografias, reportagens e relatórios relacionados ao levantamento realizado sobre o Parque Vila Germânica, em Blumenau e o evento Oktoberfest.

1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA

Capítulo 1 – Introdução: este capítulo tem início discorrendo a respeito do lazer na sociedade, abordando conceitos e aspectos que propiciaram o crescimento do setor no último século, especialmente no que diz respeito ao lazer que promove aglomerações humanas. Na sequência, apresenta informações acerca de acidentes envolvendo multidões, que culminaram em um número elevado de mortos e feridos, bem como suas possíveis causas. Apresenta, também, os principais temas e conceitos que são abordados no decorrer do trabalho. Discorre, ainda, sobre a relevância do tema, apresentando a pergunta da pesquisa, os objetivos geral e específicos, além da justificativa, relevância e limitação do trabalho.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: o segundo capítulo aborda a Fundamentação Teórica, trazendo os principais autores que são referência para a compreensão dos temas envolvidos na pesquisa, tais como, a Logística Humanitária, o Comportamento de Multidões, a Relação entre o Usuário e o Ambiente Construído, a Gestão de Eventos, as Normas Técnicas sobre Acessibilidade, Prevenção de Incêndio e Planos de Emergência, utilizadas para elaboração dos projetos arquitetônicos, o Tempo de Escape de Edificações e os fundamentos de programas de Simulação de Evacuação de Edificações com Humanos Virtuais. São identificados os principais espaços físicos geralmente destinados à realização de eventos que atraem multidões e suas características mais relevantes. São levantados os aspectos a serem verificados nos espaços para favorecer a evacuação em condições normais de deslocamento ou a evacuação em condições de emergência, tanto para indivíduos em condições normais de deslocamento, quanto para indivíduos sob efeito de álcool ou com alguma restrição de mobilidade, motora ou visual.

Capítulo 3 – Método de Pesquisa: este capítulo descreve a procedimento metodológico adotada para a elaboração de um instrumento de avaliação de espaços que reúnem grande público flutuante. Descreve a estrutura da pesquisa e classifica a pesquisa com base nos objetivos e com base nos procedimentos técnicos. Além disso, apresenta os métodos utilizados na coleta de dados. Este capítulo trata também da elaboração do método de avaliação da arquitetura dos locais que reúnem grande público. Ele apresenta de que forma, a partir da definição de critérios e categorias de avaliação, de acordo com normas técnicas brasileiras, normas do corpo de bombeiro, aspectos elencados no estudo do comportamento das multidões e da logística humanitária na fase de preparação de eventos, é construída a ferramenta de avaliação da

arquitetura dos espaços, a fim de avaliar as condições de segurança na evacuação dos locais.

Capítulo 4 – Estudo de Caso: o quarto capítulo apresenta a aplicação do instrumento proposto neste trabalho (instrumento de avaliação), a simulação computacional com humanos virtuais no objeto de estudo. O capítulo também apresenta os resultados obtidos e a revisão do procedimento metodológico de avaliação, a fim de possibilitar a posterior utilização do instrumento em diferentes espaços destinados a eventos que atraem grande público flutuante.

Capítulo 5 – Considerações Finais: no quinto capítulo são apresentadas as considerações finais e as recomendações para trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a sustentação dos pressupostos desta pesquisa por meio de revisão bibliográfica, buscando fundamentar conceitos e aplicações. As abordagens são relacionadas ao lazer e à realização de eventos, à importância da avaliação pré-ocupação dos espaços, à logística humanitária, ao comportamento humano e dinâmica de multidões, às normas para segurança de edificações e às simulações computacionais.

2.1 LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

A logística humanitária é considerada um tema novo no Brasil, pois foi desenvolvida ao longo dos últimos anos. Ela trata das fases de ocorrência de desastres. A área temática, muito difundida em países como o Japão e EUA, é um ramo da logística responsável pelos processos envolvidos na mobilização de pessoas, incluindo conhecimentos e recursos para dar auxílio à prevenção e reações das instituições em casos de desastres naturais ou provocados pelo homem (BUZOGANY et al., 2015).

O aumento da frequência de ocorrência de acidentes que envolvem danos materiais e imateriais, provocou um aumento na pesquisa sobre estes eventos e sobre a logística de operações humanitárias nos últimos anos no Brasil. O estudo dos desastres tem como objetivo auxiliar o planejamento e a execução de operações nas quatro fases de um desastre: mitigação, preparação, resposta e reconstrução (BUZOGANY et al., 2015).

Segundo a Federação Internacional da Cruz Vermelha (IFRC, 2012), os desastres são eventos súbitos e calamitosos que interrompem o funcionamento normal de uma sociedade ou comunidade, causando perdas econômicas, humanas, ambientais ou materiais e que excedem a capacidade de recuperação utilizando somente recursos próprios.

Os desastres distinguem-se quanto às suas causas, podendo ser naturais ou antropológicos. Atentados terroristas, guerras e incêndios criminosos são exemplos de desastres causados exclusivamente pela ação do homem. De outra parte, os desastres naturais, como terremotos, furacões e enchentes, podem acontecer naturalmente ou ser induzidos pelo homem. Outro aspecto que pode diferenciar os desastres é o que diz respeito ao seu modo de início, podendo ser lento ou súbito. Fome, secas e crises políticas, são exemplos de eventos de início lento, enquanto terremotos, incêndios e ataques terroristas, são exemplos de eventos de

início súbito, tendo geralmente maior exposição na mídia, segundo Van Wassenhove (2006).

Com o objetivo de facilitar a avaliação de um evento quanto a definição de desastre, Scheuren et al. (2008) definem como critérios a ocorrência de: i) 10 ou mais óbitos; ii) 100 ou mais pessoas afetadas; iii) declaração de estado de emergência e/ou; iiiii) pedido de auxílio internacional.

A Política Nacional de Defesa Civil (2000) divide o gerenciamento de desastres em três fases distintas: antes, durante e depois. Para cada uma destas fases, existe uma série de desafios à logística humanitária. Neste sentido, tem-se:

- 1) **fase de preparação de desastre (antes):** é considerada pela defesa civil como a etapa mais importante de todo o processo. Tem por objetivo o desenvolvimento de projetos que proporcionem um aumento da capacidade de atendimento à emergência. Envolve monitoramento, alarme, planejamento operacional e de contingência, mobilização e apoio logístico. Nesta fase pode-se apontar à logística humanitária alguns aspectos, tais como o desenvolvimento de modelos e sistemas para controle na movimentação de pessoas nos espaços e o seu treinamento;
- 2) **fase do desastre (durante):** é a fase do atendimento propriamente dito. É a que demanda maior urgência, abrangendo o socorro às vítimas, a assistência à população vitimada e a avaliação dos danos. Nesta fase, alguns desafios à logística humanitária estão no objetivo principal de salvar vidas, na análise da infraestrutura local e na verificação de acessibilidade externa;
- 3) **pós-desastre (depois):** tem como objetivo o completo restabelecimento das condições de normalidade dos serviços públicos, da economia da região e do bem-estar da população atingida. A terceira fase traz à logística humanitária muitos dos desafios citados na fase anterior.

Embora as atividades estejam divididas de maneira isolada e independente, na prática não podem estar desagregadas uma das outras. O inter-relacionamento permite o desenvolvimento de ações de prevenção e preparação para o enfrentamento das consequências de um desastre (NOGUEIRA et al., 2014).

No contexto deste trabalho é conveniente destacar, ainda, a importância de a população estar efetivamente preparada e orientada

sobre o que fazer e como fazer nesses eventos. Somente desta forma a comunidade poderá dar uma resposta eficiente a todas as ações que tenham sido implementadas. Em alguns países, especialmente nos mais desenvolvidos, as comunidades participam de simulações sobre situações de emergência, como fogo, terremotos, etc. (NOGUEIRA et al., 2014).

Segundo Beamon (2004), a logística humanitária é a função que busca determinar o fluxo de pessoas e materiais de forma adequada, e em tempo oportuno na cadeia de assistência, com o objetivo principal de atender de maneira correta o maior número de pessoas. É necessário que as organizações governamentais e não governamentais reconheçam a importância, invistam e priorizem a logística em todas as fases.

Neto (2000) apresenta algumas ações práticas a serem executadas no gerenciamento de desastres. Dentre elas, pode-se destacar: desenvolvimento de projetos de sistemas de previsão, monitoramento e alerta; análises de custo/benefício de medidas estruturais de mitigação de desastres naturais; análise de áreas de riscos e de possíveis danos; elaboração de planos emergenciais gerais; elaboração de planos emergenciais localizados e mais específicos; determinação de espaços para abrigo de vítimas e evacuação de habitantes; planejamento de políticas de controle do uso do solo, controle de construções, educação e legislação; simulação de crescimento urbano e análise de efeitos; desenvolvimento de planos de mobilização; desenvolvimento de políticas de planejamento e apoio logístico.

Processos logísticos eficientes e eficazes são fundamentais na realização de eventos em locais com reunião de público flutuante. Pessoas que atuam em eventos de natureza emergencial garantem que o uso dos conceitos logísticos nestas situações pode contribuir consideravelmente com o sucesso da operação, inclusive nas fases de mitigação e antes da ocorrência do evento (NOGUEIRA et al., 2014). Desta forma, no contexto da logística humanitária, é possível definir medidas de prevenção que incluem sistemas de tecnologia para monitoramento dos fluxos, utilização de processos coordenados de pessoas, materiais e informações, sistemas de simulação e treinamento de emergência.

Por fundamento, um procedimento metodológico de avaliação de espaços que se destinam a eventos com reunião de grande público, está vinculado à sua fase de preparo, anterior à realização do evento. Para esta pesquisa, dá-se ênfase à fase de preparação, considerada como fundamental para o processo de organização de um evento, pois objetiva minimizar o risco de ocorrência de acidentes, por meio de monitoramento e planejamento operacional.

2.2 COMPORTAMENTO HUMANO E DINÂMICA DE MULTIDÕES

O comportamento que se tem sob uma situação de risco e estresse é muito particular e muda de pessoa para pessoa, não estando relacionado à capacidade física e idade. A maior parte das pessoas que sobrevive às situações de emergência não é a mais jovial e forte, mas aquela que está consciente e preparada sobre qual a melhor forma de agir nessas situações. Compreender o comportamento humano diante das multidões é importante para que se possa prever aspectos facilitadores de uma evacuação tranquila e mais rápida possível (ARAÚJO, 2008).

A sociologia é responsável pelo estudo dos grupos humanos. De acordo com Merton (1968), os primeiros estudos eram direcionados para grupos que seguiam regras pré-estabelecidas. Quando o comportamento desses grupos se mostrava diferente, eram considerados anormais e instáveis, não sendo, então, objetos de estudos. Alguns pesquisadores se opuseram à abordagem individualista do comportamento humano. Comte (1798-1857), por exemplo, dizia que a mente humana só poderia se desenvolver em um ambiente social. Paralelo à sociologia, tem-se a psicologia, que também estuda o comportamento humano coletivo (ALVES, 2011).

Existem várias abordagens na evolução das pesquisas do comportamento coletivo. As diferenças ocorrem pela finalidade e contexto histórico e social que influenciaram a formação do grupo. Existem diferentes tipos de comportamento coletivo, dentre os quais,

- a) o de massas, que pode ser entendido como um aglomerado de pessoas agindo no mesmo espaço físico ao mesmo tempo;
- b) o público, que pode ser compreendido como um grupo de pessoas separadas, geralmente não havendo interação física entre elas;
- c) a multidão, que precisa de uma proximidade física entre seus componentes e uma ação mais coordenada face ao objetivo de formação do grupo.

O comportamento coletivo é distinto do comportamento individual, uma vez que não se trata da soma destes comportamentos individuais em grupo, segundo Emile Durkheim (1893). Ou seja, a compreensão do comportamento coletivo não se dá estudando apenas o comportamento individual, surgindo a necessidade de compreensão de uma mentalidade coletiva (ALVES, 2011).

Segundo Alves (2011), Durkheim foi influenciado por Gustave Le Bon, primeiro estudioso a reconhecer o significado de multidão como um

fenômeno social e precursor dos estudos sobre o comportamento coletivo. O francês Le Bon, já no século XIX, escreveu os primeiros estudos sobre o comportamento e a psicologia das massas, tratando as aglomerações humanas como grupos, que têm como característica comportamentos indisciplinados e explosivos, criando-se a ideia de que, numa emergência, as pessoas podem morrer por agirem de forma irracional e egoísta, em vez de se dirigirem organizadamente à saída de emergência. Conforme Le Bon (1896), quando um indivíduo faz parte de uma multidão ele se torna anônimo, e os membros deste grupo objetivam algo comum, de forma coletiva. O anonimato inibe o senso de individualidade, com isso, a responsabilidade pessoal do indivíduo é transmitida ao grupo. Os seus membros não consideram as consequências ao desempenhar qualquer ação. Para Le Bon (1896), a multidão possui uma personalidade com características próprias, tendo uma mente coletiva diferente das mentalidades individuais de seus integrantes.

Os seres humanos não possuem boa capacidade de perceber informações sobre o espaço ao redor de maneira rápida, existindo uma tendência de grande dispêndio de tempo no entendimento da situação que está ocorrendo, bem como na tomada de decisão que garanta sobrevivência. Segundo relatos colhidos em anos de reportagens com vítimas de catástrofes, Ripley (2008) descreve em seu livro, “Impensável”, traços de comportamento que auxiliam a compreensão dos motivos para o retardamento na tomada de decisões em caso de emergência:

Demora algum tempo para nos conformarmos com nosso lamentável azar. (...) Temos uma tendência a acreditar que tudo está bem, porque, quase sempre esteve até agora. Os psicólogos chamam essa tendência de “viés da normalidade”. O cérebro humano identifica padrões. Usa informações do passado para compreender o que está acontecendo no presente e prever o futuro. Essa tragédia funciona de modo muito elegante na maior parte das situações. É inevitável, porém, vermos padrões onde eles não existem. Em outras palavras, somos lentos para reconhecer exceções. Existe também um fator de pressão dos pares. Todos nós já estivemos em situações que pareciam fatídicas e quase sempre se mostraram inócuas. Se nos comportarmos de modo diferente, arriscamos um constrangimento social pela reação exagerada.

Desse modo, erramos reagindo menos (RIPLEY, 2008).

Blumer (1951) classifica a multidão em quatro tipos:

- a) **Multidão Casual:** é a multidão momentânea, que possui organização e unidades fracas. Os indivíduos que a compõe entram e saem e mantêm atenção apenas por determinado tempo para o objeto de interesse. A interação entre esses indivíduos não é intensa. Cita-se como exemplo pessoas assistindo um artista em uma apresentação na rua.
- b) **Multidão Convencional:** é semelhante à multidão casual. Contudo, a diferença está no fato de que seu comportamento pode ser expresso e estabelecido regularmente. Cita-se como exemplo espectadores de um evento esportivo.
- c) **Multidão Ativa:** é a multidão que apresenta um objetivo comum que direciona sua atenção e seu comportamento. Pode-se citar como exemplo um grupo de linchadores frente a um crime, que procura punir o assassino, mediante a um impulso caracterizado como um intenso sentimento coletivo.
- d) **Multidão Expressiva ou Dançante:** é a multidão onde as tensões emocionais são demonstradas através de atos inofensivos, quando o comportamento coletivo é representado por movimentos físicos e se opera mediante o ritmo. Pode-se citar como exemplo, um desfile de escola de samba.

Esse autor descreve também a formação de multidões como um comportamento circular. Em um primeiro momento ocorre um movimento excitante, chamando a atenção dos indivíduos para o comportamento do grupo. As pessoas se submetem ao comportamento coletivo instalado e se inicia o desenvolvimento de uma multidão ativa. Na sequência, aparece o desconforto e o medo, tornando os indivíduos mais preocupados uns com os outros. As pessoas presentes na multidão respondem aos impulsos dos demais de forma rápida, direta e inconsciente, formando um sentimento de “humor” comum. Em um terceiro momento, o grupo reencontra o objeto comum de atenção, de forma que o “humor” e os sentimentos ficam focados. Em um próximo momento, pode surgir uma excitação coletiva. O comportamento excitado diminui o foco no objeto de interesse anterior, assim como diminui o sentimento que, anteriormente, era comum a todo o grupo. Por esta razão, indivíduos podem ter reações completamente diferentes. Por exemplo, em uma situação de emergência, enquanto algumas pessoas tentam sair do

ambiente, outros entram em um estado de negação sobre o que está acontecendo e passam a rezar ou lamentar. Nesse momento, o indivíduo tende a guiar-se mais pelas emoções do que pela razão, o que pode desencadear o pânico (ALVES, 2011). O pânico pode acontecer por diversos fatores, sendo um tipo de comportamento coletivo que precisa ser considerado com muita atenção.

A palavra “pânico” vem da mitologia grega. O deus grego “Pã” era parte humano, mas tinha pernas, chifres e barbicha de bode. Perambulava de dia pelas florestas, cuidando dos rebanhos. À noite, dedicava-se à conquista de diversas ninfas. Mas, de tempos em tempos, se divertia pregando peças nos viajantes humanos que atravessavam as florestas. Pã produzia barulhos estranhos, arrepiantes e que ninguém conseguia explicar. O medo destes barulhos, na verdade inofensivos, passaram a ser conhecidos como “pânico”. Muitas vezes, utiliza-se esta palavra para significar algum tipo de medo que rouba o controle. Existe pânico – a emoção – e o pânico – o comportamento – quase sempre irracionais e que podem colocar em risco a segurança das pessoas. Em geral, o pânico é o cenário de pior caso na imaginação humana, onde as normas de conduta e comportamento se dissolvem, e o que resulta é o caos (RIPLEY, 2008).

Keith Still é um pesquisador importante para o campo da dinâmica e comportamento das multidões. Seus estudos iniciaram em 1992, a partir de suas próprias experiências e culminaram em uma tese sobre o tema. Ao realizar sua pesquisa, percebeu que o movimento da multidão tinha mais a ver com a física do que com a psicologia. Still (1992) descreve que, desde que os indivíduos tenham pelo menos um metro quadrado de espaço para cada um, eles conseguem controlar os próprios movimentos. Com menos de um metro quadrado de espaço por pessoa, perde-se a capacidade de enfrentar os empurrões dos outros. Oscilações podem se amplificar e os problemas podem tornar-se mais graves quando indivíduos tentarem ajudar uns aos outros formando círculos de proteção em torno de algum grupo ou indivíduo, por exemplo (RIPLEY, 2008).

Um dos grandes problemas em uma multidão está na falta de comunicação. Em geral, as pessoas na parte de trás da multidão não conseguem saber o que está havendo mais à frente. Por exemplo: se alguém à frente caiu, elas apenas percebem um espaço aberto e, então, tendem a empurrar a massa de indivíduos causando pressão e risco significativo de acidentes. Em muitos casos, mortes em debandadas não acontecem por pisoteamento, mas sim por asfixia, em função da pressão que é exercida pela multidão contra o corpo do indivíduo atingido. O pânico também pode acontecer em situações onde o espaço seja aberto. É

importante lembrar que, na maioria das vezes, o pânico pode ser evitado (RIPLEY, 2008).

Segundo Ripley (2008), em 1954 Enrico Quarentelli realizou pesquisa sobre a ocorrência do pânico. Segundo o autor, o pânico ocorre somente se estiverem presentes três condições:

- a) Primeiro: as pessoas têm de sentir-se na possibilidade de estarem aprisionadas. Se os indivíduos souberem que o aprisionamento é inevitável, a reação não mais será o pânico. Cita-se como exemplo o caso do submarino russo Kursh, em 2000, uma vez que a tripulação sabia que não tinha como sair e sobreviver ao afundamento, não entrou em pânico.
- b) Segundo: o pânico exige uma sensação de grande desamparo, que muitas vezes cresce da interação com outras pessoas. Inicia-se pelo sentimento individual de impotência e esta sensação aumenta à medida que as pessoas veem este sentimento refletido nos que estão ao seu redor. Como exemplo, Quarentelli (1954) relata um depoimento de uma pessoa atingida por uma explosão em uma fábrica – em que o indivíduo sentiu pânico somente quando ouviu os gritos e gemidos dos outros.
- c) Terceiro: as pessoas precisam sentir-se profundamente isoladas. Rodeados por outros, onde todos estejam se sentindo indefesos, os indivíduos se dão conta de que estão sozinhos. Compreendem, contudo, que poderiam ser salvos, mas ninguém irá salvar-se. Pânico é, de certa maneira, o que acontece quando os indivíduos têm um relance de sua mortalidade iminente (RIPLEY, 2008).

Segundo Helbing e Molnar (1998), ao analisar o movimento das multidões, observa-se que o grupo se locomove evitando colisões entre os indivíduos do grupo, bem como com obstáculos no ambiente. Também, na maioria das vezes, os indivíduos buscam o caminho mais curto e confortável, caracterizando a lei do mínimo esforço. Nos estudos sobre comportamento de multidões, considerando a lei do mínimo esforço durante a exploração do espaço, pode-se observar situações de auto-organização das multidões propiciadas pela manifestação de comportamentos emergentes, tais como a formação de caminhos (vias) de pedestres e a redução da velocidade durante o deslocamento (SOUZA, 2016).

A evacuação de um edifício, do início até que as pessoas atinjam um local seguro, pode ser dividida em duas fases: tempo gasto movendo-se para um local seguro e tempo gasto para dispersão controlada pelas características de escoamento. A duração do tempo de escoamento é influenciada pela densidade, velocidade, características de fluxos, largura do espaço e tempo necessário para passar por um componente, como uma

porta de emergência. A investigação da capacidade de fluxo nas portas de evacuação dos espaços requer uma análise detalhada.

O National Institute of Standards and Technology (NIST) publicou o resultado de entrevistas feitas com pessoas que saíram do incêndio nas torres gêmeas, do World Trade Center (WTC), em 2001 (RIPLEY, 2008). Os relatos indicaram que houve uma demora, em média, em torno de seis minutos, para que houvesse um início de reação, perdendo-se os primeiros momentos para desligar computadores, pegar objetos pessoais e realizar telefonemas, em vez de as pessoas se dirigirem para as saídas de emergência. Evidencia-se com este exemplo que, de maneira geral, o ser humano reage lentamente à uma emergência. Contudo, o tempo de reação das pessoas a um alerta de emergência deve ser o mais curto possível, pois isso é essencial para o sucesso da evacuação do ambiente. De acordo com Ono (2008), o local seguro deveria ser alcançado de qualquer ponto da edificação no menor espaço de tempo possível, sugerindo-se que este tempo seja de, no máximo, dois minutos. Entretanto, o comportamento humano, na prática, indica tempos diferenciados.

Segundo Araújo (2008), em muitos casos envolvendo situações de emergência relatados, observa-se que o pânico pode provocar um maior número de vítimas do que o próprio sinistro. Em uma situação de incêndio, por exemplo, todos os ocupantes do local tentam sair ao mesmo tempo pelos corredores, portas e escadas, abandonando pessoas feridas e podendo causar pisoteamentos. Este comportamento se dá em função de que as pessoas tendem a agir por instinto, numa situação de medo e estresse, com atitudes individualistas e desorganizadas, gerando pânico e contagiando os demais.

O comportamento humano em situações de emergência é influenciado pelas condições dos locais em que a pessoa estiver e pelo conhecimento do que deve fazer e por onde seguir. Em se tratando de emergências de incêndio, para que o abandono de um local ocorra de modo mais rápido e eficaz por uma rota de fuga, dois fatores são fundamentais: o rápido reconhecimento do aviso de incêndio e a familiaridade da saída de emergência mais próxima de onde a pessoa estiver naquele momento (SIME, 1991).

Para os usuários das edificações, as saídas conhecidas são mais procuradas do que as rotas de fuga não familiares. Nesse sentido, a sinalização de emergência é um fator menos importante do que a regularidade e conhecimento sobre o lugar. Desta forma, os treinamentos de abandono de área, com os usuários permanentes de uma edificação, devem acontecer a fim de orientá-los para que estejam preparados a agir

conforme o plano de abandono e seguir por rotas seguras, auxiliando e conduzindo também os usuários flutuantes (SIME, 1991).

Segundo alguns psicólogos, há pessoas que são chamadas de “aterrorizados extremos” – pessoas que tem uma tendência a viver em estado de intensa ansiedade. Também há pessoas que conseguem lidar muito bem com o medo, com a ansiedade. Estas pessoas, segundo os especialistas, possuem uma aptidão preciosa, adaptabilidade maior do que outras e, em geral, tendem a ter uma crença maior de que conseguem influenciar os eventos que as rodeiam, a encontrar objetivos significativos nos momentos confusos da vida, tendo em geral uma convicção de que podem aprender com experiências positivas e negativas. Para estas pessoas, os perigos são mais facilmente administráveis e, por conseguinte, elas apresentam melhor desempenho em situações de emergência (RIPLEY, 2008).

Especificamente em relação ao objeto de estudo escolhido previamente para aplicação do instrumento de avaliação e simulação, nesta pesquisa, a Oktoberfest, torna-se relevante ressaltar apontamentos que tratam do comportamento humano frente a ingestão de álcool. Diz-se isso porque a Oktoberfest tem como característica e identidade a valorização da cultura germânica, sendo a produção e comercialização de cerveja, um dos pontos focais do evento.

O álcool é uma das poucas drogas psicotrópicas que tem seu consumo admitido e até incentivado pela sociedade, contudo, quando ingerido em excesso pode ser tornar um grande problema. Segundo Carlini et al. (2001), os efeitos da ingestão de álcool aparecem em duas fases distintas: uma estimulante e uma depressora. Nos primeiros momentos após a ingestão, podem aparecer efeitos estimulantes, tais como a euforia, desinibição e loquacidade. Em outra fase, aparecem os efeitos depressores, como a falta de coordenação motora, descontrole e sonolência. Quando há consumo excessivo, o efeito depressor se torna aumentado, podendo até provocar o estado de coma ou, em casos mais leves, dificuldades de percepção da realidade no seu entorno (CARLINI et al., 2001). Desta forma, alterações no comportamento de indivíduos que estão sob efeito de álcool, presentes em espaços que reúnem multidão, podem comprometer seriamente a segurança na movimentação das pessoas em caso de acidentes ou diante da necessidade de uma evacuação emergencial.

2.3 O PLANEJAMENTO DE EVENTOS COM REUNIÃO DE GRANDE PÚBLICO

Segundo Andrade (1999, pg. 75), o segmento de eventos “teve seu início comprovado, na Grécia antiga, no ano de 776 a.C., com a realização dos primeiros jogos olímpicos”. Desde então, outros tipos de eventos se desenvolveram, adquirindo, em cada tempo, de acordo com a sociedade vigente, características econômicas, históricas, sociais, religiosas e políticas distintas.

Na antiguidade, as pessoas buscavam diferentes tipos de festas, muitas delas vinculadas a motivos religiosos. Com as revoluções industrial e pós-industrial, as festas ganharam um novo formato, mais organizado, nem sempre predominando a motivação religiosa. Os eventos começaram a ser vistos como instrumentos capazes de promover marcas, empresas, cidades, adquirindo grande valor comercial para as organizações (CANTON, 2002). No Brasil, o surgimento de eventos antecede a vinda da Família Real. O Baile de Carnaval na cidade do Rio de Janeiro, em 1840, foi o primeiro evento ocorrido em um local destinado a realização deste tipo de atividade (MATIAS, 2010).

Define-se “evento” como uma ocorrência de grande importância, podendo acontecer em pequenas comunidades ou configurar espetáculos internacionais de grande porte. Segundo Matias (2010), quanto à classificação, os eventos podem apresentar-se de acordo com sua área de interesse:

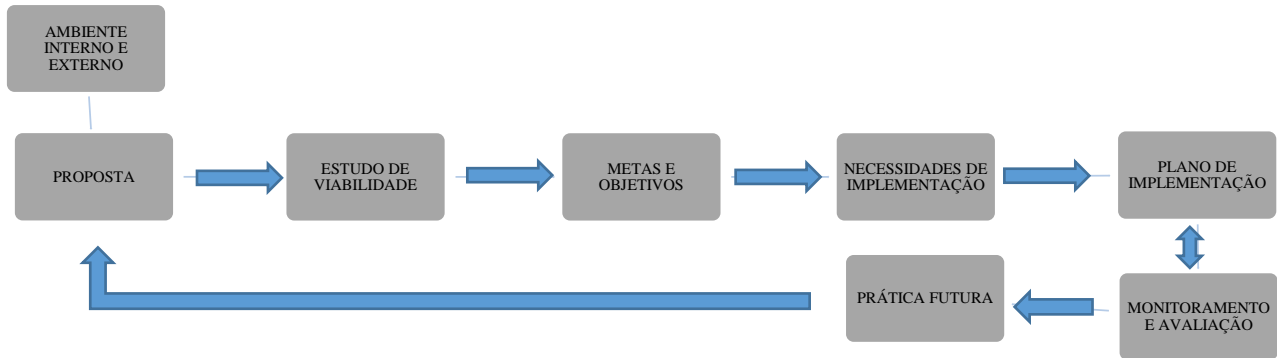
- a) artístico – evidencia manifestações de arte;
- b) científico – aborda assuntos relacionados à ciência biológica ou natural;
- c) cultural – ressalta aspectos de determinada cultura para conhecimento geral;
- d) cívico – aborda aspectos relacionados à pátria;
- e) desportivo – relacionado a qualquer modalidade esportiva;
- f) folclórico – trata de manifestações de culturas regionais, enfatizando lendas, tradições e costumes;
- g) lazer – proporciona entretenimento;
- h) promocional – promove produtos, empresas, pessoas ou cidades;
- i) religioso – trata de temas religiosos; e
- j) turístico – explora os recursos turísticos de uma determinada localidade.

De acordo com Watt (2004), cada tipo de evento tem suas particularidades, com características próprias e necessidades que devem ser identificadas e atendidas pelos organizadores. Os eventos bem-sucedidos acontecem por meio da ação de algum indivíduo ou grupo que dá a devida atenção aos pequenos detalhes. Para os participantes, os eventos são tão importantes que podem representar grande emoção, de forma que, se mal feitos, podem representar uma experiência desagradável ou perigosa.

Ainda segundo Watt (2004), os organizadores precisam identificar claramente a natureza do evento, pois podem haver variações, dependendo de fatores como a localização geográfica, o tamanho e a idade do público a ser atendido, as características do local, instalações e equipamentos disponíveis, entre outros. Planejar é o ato de se determinar o que deve ser feito e como deve ser feito. Nesse sentido, o planejamento necessário para cada tipo de evento, cuja amplitude varia de acordo com a sua complexidade, deve ser desenvolvido de forma estruturada e lógica (WATT, 2004).

Entre as etapas fundamentais na organização de um evento, conforme apresentado na Figura 4 (pag. 1), estão o estudo de viabilidade de acordo com as metas e objetivos estabelecidos; o estabelecimento de procedimento metodológico de planejamento e sua implementação; o estabelecimento das estruturas operacionais; o desenvolvimento do pré-planejamento e estabelecimento de sistemas de controle adequados; e o desenvolvimento da preparação anterior ao evento, incluindo o treinamento das equipes de trabalho. Após o encerramento do evento, deve-se realizar a sua avaliação.

Figura 4 - O processo de planejamento de eventos



Fonte: Adaptado de Watt (2004, pg. 23)

O estudo de viabilidade deverá ser realizado na fase de preparação do evento e se caracteriza por uma investigação que verifica se o evento é viável e válido. Se o resultado da investigação for positivo, o estudo de viabilidade deve avançar para sugerir de que forma será concretizado. O estudo de viabilidade deverá mostrar um plano organizacional, ou seja, como realizar o evento, detalhando estruturas, necessidade de pessoal, cronograma para o desenvolvimento do projeto e, até mesmo, as fontes de financiamento. O controle de um evento relaciona-se ao monitoramento do desempenho de sistemas e recursos elencados no estudo de viabilidade.

Ainda segundo Watt (2004), devido à natureza transitória dos eventos, a área de desenvolvimento de pessoal costuma ser ignorada, o que é um grande erro, já que o treinamento das equipes de trabalho é fundamental para a promoção da segurança dos eventos com público flutuante. A realização de treinamento com as equipes de trabalho ajuda a melhorar a qualidade do evento e permite que ele seja realizado com maior eficácia e eficiência. Uma equipe bem treinada terá mais capacidade de lidar com os problemas que possam ocorrer. Aliado ao treinamento de pessoal, a reflexão antecipada deve prever os possíveis problemas que possam surgir durante o evento, tornando-os menos suscetíveis. Por sua vez, a avaliação pré-ocupação dos espaços que irão sediá-lo pode contribuir para a percepção dos possíveis riscos de acidentes causados pelos aspectos arquitetônicos do local.

2.4 RELAÇÃO ENTRE O USUÁRIO E O AMBIENTE CONSTRUÍDO

De acordo com Bormio (2007), para se projetar ambientes eficientes e eficazes que satisfaçam seus usuários, tanto no que diz respeito à qualidade de vida, quanto aos aspectos estéticos, funcionais, de conforto, salubridade e segurança, profissionais que trabalham com o projeto de ambientes, como arquitetos e designers, devem entender de que maneira ocorre a relação **ambiente construído ↔ homem ↔ atividade**. Cada um desses itens tem uma importância e características específicas, assim como uma maneira de se apresentar no sistema, influenciando-se reciprocamente. Tais especificidades devem ser respeitadas e estudadas para que o sistema se mantenha em equilíbrio e não afete o ator considerado, para este estudo: o usuário.

O ambiente construído é definido como o edifício ou o espaço público, coberto ou descoberto, micro ou macro ambiente, no qual houve uma mudança nas condições naturais de abrigo e do entorno causada pela atuação coordenada ou não por um projeto (PENNA et al., 2002). O

ambiente construído é relevante nas atuações dos usuários no dia-a-dia, pois interfere em suas ações, positiva ou negativamente. Tal interferência se dá, principalmente, pelas questões de qualidade ambiental desses locais. Quando há alguma dificuldade na espacialização de uma atividade – e essa dificuldade é inerente à arquitetura do lugar, ou seja, ao espaço construído – sua identificação é fácil, pois é estabelecido um conflito entre o usuário e o objeto arquitetônico. Esse conflito compõe um obstáculo ao pleno desenvolvimento das atividades (MALARD et al., s/d).

É possível afirmar que a procura pelo conhecimento técnico, construtivo e funcional de uma edificação pode ser extensamente complementada quando estão aliadas informações, elementos que dizem respeito à forma de apreensão e qual o tipo de relação existente entre os usuários e os espaços onde vivem e desenvolvem suas atividades (ALBUQUERQUE, 2004).

Com isso, é possível verificar se este ambiente foi projetado de maneira a suprir as necessidades e as atividades previstas para nele ocorrerem. “Além disso, o cruzamento das informações obtidas possibilita atingir um resultado mais próximo da realidade, unindo a visão crítica dos profissionais da arquitetura e áreas afins, com a visão importantíssima do usuário” (ALBUQUERQUE, 2004, p. 48).

Em situações de emergência ou pânico, os indivíduos tendem a agir por instinto, com atitudes mais individualistas e desorganizadas. Conhecer as rotas de fuga, bem como perceber rapidamente os sinais para evacuação do local, são fundamentais para o sucesso do esvaziamento de multidões em segurança. A familiaridade com as rotas de fuga pode reduzir significativamente o tempo de pré-movimento e, portanto, o tempo de esvaziamento de um local (SIME, 1991). Desta forma, o projeto arquitetônico deve facilitar a compreensão do lugar e possibilitar que as pessoas tenham uma leitura do espaço e dos caminhos que devem seguir.

A percepção de conforto do usuário no espaço provém de diversos sentidos complexos que produzem efeitos a partir de informações térmicas, acústicas, luminosas, visuais, etc. A sensação de que um local está demasiadamente cheio ou vazio está relacionada às informações e à distribuição dos elementos no espaço (SCHMID, 2005).

Segundo Appleyard (1981), é necessário que haja facilidade de movimento e dimensões espaciais adequadas com a densidade dos espaços, uma vez que as pessoas não gostam da sensação de aglomeração, assim como também não gostam da sensação de espaços muito vazios. O equilíbrio entre as formas e a densidade, portanto, é fundamental para que as pessoas se sintam satisfeitas com o local.

A densidade (relação entre o número de pessoas e área) pode ser percebida de modo diferenciado pelos indivíduos, dependendo do contexto e da expectativa de densidade, que depende do nível de adaptação de cada pessoa e de fatores como idade, gênero, etc (RAPOPORT, 1978). Segundo Minor e Mowen (2003), os efeitos da aglomeração podem influenciar no comportamento dos indivíduos, aumentando a ansiedade e reduzindo a satisfação quanto ao local e seu tempo de permanência, afetando de maneira negativa a imagem do espaço. Referências em relação à densidade, que garanta a segurança dos usuários de espaços que reúnem grande público, são estabelecidas em normas técnicas e instruções normativas elaboradas pelo corpo de bombeiros. As normas técnicas relevantes à esta pesquisa seguem descritas na sequência.

2.5 NORMAS TÉCNICAS E O PROJETO ARQUITETÔNICO

A segurança em situações de emergência deve ser considerada desde a fase de projeto de uma edificação, pois é nessa fase que muitos problemas podem ser evitados, minimizando a necessidade de alterações onerosas posteriores à sua construção. É no projeto de arquitetura que o edifício tem o seu início, tomando forma e funcionalidade. Por esta razão, a observância das normas técnicas, que tratam da segurança dos espaços, tem significativa relevância para o desenvolvimento de um procedimento metodológico de avaliação arquitetônica dos locais destinados à realização de eventos com grande público.

O projeto de arquitetura deve levar em consideração as saídas de emergência (rotas horizontais e verticais), a especificação de materiais adequados ao uso, assim como um conjunto de elementos técnicos importantes capazes de minimizar, ou até mesmo excluir, falhas de projeto e garantir maior segurança aos ocupantes e visitantes (BERTO, 1998). Importante ressaltar que o projeto arquitetônico deve ter critérios relacionados à segurança na movimentação dos usuários avaliados, a partir da elaboração de um procedimento metodológico de avaliação de desempenho, no atendimento às normas técnicas descritas.

A referência nacional para elaboração, aprovação e publicação das normas brasileiras (NBR) é a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Na sequência, serão apresentadas as normas técnicas NBR 9077/2001 “Saídas de emergência em edifícios”, a NBR 9050/2015 “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, as Instruções Normativas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina, a IN/DAT/CBMSC 009/2014 “Sistema de saída

de emergência”, a IN/DAT/CBMSC 31/2014 “Plano de Emergência”, a IN/DAT/CBMSC 013/2018 “Sinalização para Abandono de Local”, a IN/DAT/CBMSC 24/2014 “Eventos Transitórios e Praças Desportivas”, a IN/DAT/CBMSC 28/2018 “Brigada de Incêndio” e a Norma Técnica do Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás nº 12/2012/CBMGO “Eventos públicos e centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio”, por se relacionar ao tema da pesquisa.

2.5.1 Abordagem Histórica

Após a ocorrência de grandes incidentes no início do séc. XX, mudanças significativas ocorreram nos códigos e normas associadas à segurança contra incêndio e tragédias. Quatro incêndios em edifícios com grande concentração de público: la Rhoades Opera House em Boyertown, Pensilvânia (1903), Theatre Iroquois em Chicago (1903), o Lakeview Grammar School em Collinwood, Ohio (1908) e a Tringle Shirtwaist na cidade de Nova York (1911), fomentaram a criação do Comitê para Proteção a Vidas (Committee on Safety to Life) da National Fire Protection Association, em 1913 (COTE, 1988).

Durante os primeiros anos de existência, o “Committee on Safety to Life” se dedicou a estudar os incêndios que provocaram perdas humanas e analisar as suas causas. Destes estudos surgiram as normas para construção de escadas de segurança e saídas de emergência, medidas que constituíram as bases para o atual “Life Safety Code” da National Fire Protection Association. A primeira edição (1927) do “Building Exits Code” do NFPA, foi elaborada tendo-se como dados primários estudos conduzidos durante o período de 1917-1927 nos EUA.

No início do século XX também iniciaram-se os primeiros estudos sobre comportamento humano nos EUA. O estudo mais antigo data de 1909 e trata da capacidade de medir a velocidade de pedestres com a finalidade de apresentar soluções mais seguras na elaboração do projeto para construção do edifício para o Terminal Hudson, na cidade de Nova York. No início da década de 1930 foram conduzidos estudos de evacuação em terminais de trem, estações de metrô, teatros, lojas de departamento e escritórios do governo federal americano. Estes estudos foram publicados em 1935 e deram origem ao “National Bureau of Standards, Design and Construction of Building Exits” (BRYAN, 2002).

Com o incêndio da Consolidated School em Nova Londres, Texas, em 1937, surge a necessidade de se dispor de leis para a proteção de edifícios públicos não sujeitos a inspeções municipais. A grande quantidade de incêndios nos anos 40, entre eles, o Rhythm Club, o

Cocoanut Grove e os hotéis La Salle, Canfield e Winecoff, expôs a necessidade de se dispor de saídas adequadas e outras medidas de segurança para edifícios com grande concentração de público e hotéis. Estes incêndios provocaram as maiores mudanças no “Building Exits Code”, posteriormente denominado “Life Safety Code”, durante um período de quase 20 anos (COTE, 1988).

O significativo número de eventos com grande quantidade de vítimas levou as autoridades competentes e a comunidade técnica a rever as leis e normas relacionadas à segurança das edificações, priorizando as saídas de emergência e classificando os espaços de acordo com seu uso (VALENTIN E ONO, 2006).

Segundo Bryan (2002), nos EUA, a pesquisa sobre comportamento humano em incêndios evoluiu consideravelmente no período dos anos 70 até a metade dos anos 80. Durante este período, o “National Bureau of Standards” através do “Center for Fire Research” foi pioneiro nos estudos do comportamento humano em incêndios. Também durante este período, aconteceram dois seminários sobre comportamento humano em situações de incêndio. O primeiro foi na Universidade de Surrey, Reino Unido, em março de 1977, organizado por David Canter e pelos membros da unidade de pesquisa de incêndio desta universidade. Os artigos apresentados neste seminário, juntamente com artigos de pesquisadores convidados, tornaram-se o primeiro livro sobre comportamento humano em incêndio editado por Canter (1980). O segundo seminário aconteceu em outubro de 1978 no “National Bureau of Standards” dos EUA. Os pesquisadores, neste encontro, estavam envolvidos com a pesquisa e os métodos para investigação do comportamento humano em situação de incêndio, tanto nos EUA quanto na Grã-Bretanha.

O governo dos EUA financiou, no início dos anos 80, pesquisas que tratavam sobre modelos de computador que simulavam o comportamento humano em evacuação de edifícios. Um dos mais intensivos estudos sobre evacuação foi desenvolvido tendo como objeto o atentado à bomba no World Trade Center em 26 fevereiro de 1993. Este incidente foi estudado de forma intensa por Fahy e Proulx (1995) utilizando, como ferramentas de pesquisa, entrevistas e questionários relacionados com o comportamento de ocupantes selecionados. Este atentado também foi uma das fontes de estudo da evacuação de pessoas com deficiência física. Países como Austrália, Canadá, Grã-Bretanha, Japão, Nova Zelândia, Irlanda do Norte, Noruega e Suécia também lideraram este campo crítico de pesquisa atualmente (BRYAN, 2002).

2.5.2 NBR 9077/2001 - “Saídas de Emergência em Edifícios”

A NBR 9077/2001 tem por objetivo estabelecer as condições que as edificações devem possuir, a fim de possibilitar o abandono de locais, em caso de incêndio ou emergência, preservando a integridade física dos usuários bem como permitir acesso e auxílio do Corpo de Bombeiros para combate ao fogo e retirada das pessoas. Esses objetivos devem ser atingidos projetando-se saídas comuns das edificações, para que sirvam como saídas de emergência, e saídas de emergência, quando necessário. Essa norma atua oferecendo parâmetros construtivos para espaços novos bem como requisitos para adaptações em espaços existentes, sempre que necessário.

A NBR 9077 classifica as edificações quanto à natureza de sua ocupação, altura, dimensões em planta, características construtivas e quanto à sua densidade por metro quadrado. Além disso, discorre sobre as distâncias máximas a serem percorridas em caso de evacuação do edifício, sobre o número de saídas necessárias e tipos de escadas nas rotas de fuga, sobre a exigência de sistemas de alarme de incêndio, sobre as larguras mínimas para portas, rampas, corredores e escadas em rotas de fuga e sobre a lotação máxima da edificação.

A proteção contra incêndio é dividida em proteção ativa e passiva. Por proteção ativa, entende-se os meios de proteção que são acionados em resposta à emergência, como os equipamentos destinados a detectar, combater ou minimizar os efeitos do incêndio e as suas consequências. São exemplos desse tipo de proteção os extintores portáteis, os hidrantes, os chuveiros automáticos e os sistemas de exaustão mecânica de fumaça. A proteção passiva, por sua vez, se compõe de medidas incorporadas à construção propriamente dita, mantendo suas características independentemente da situação do ambiente. Pode-se citar como exemplo a adequada resistência ao fogo da estrutura que visa evitar o colapso estrutural da edificação num incêndio (GILL et al., 2006).

Do ponto de vista da garantia do escape das pessoas, são relevantes as características que impedem ou dificultam a propagação dos gases tóxicos e do calor, que podem colocar em risco a vida das pessoas. As principais medidas construtivas que atingem esta finalidade são:

- a) Compartimentação: contenção do incêndio dentro de certas fronteiras, através de paredes, lajes e portas resistentes ao fogo, evitando que o calor e a fumaça se propaguem rapidamente pela edificação;

- b) Corredores protegidos: caso específico de compartimentação de rotas de fuga horizontais, que tem por objetivo garantir a proteção das pessoas durante o abandono;
- c) Escadas protegidas: compreende a compartimentação de rotas de fuga verticais. Diferentes tipos de escadas protegidas podem ser exigidos, com ou sem antecâmara, em função do risco característico do tipo de ocupação.

Além de ser necessário cumprir as prescrições de proteção passiva para evitar a propagação de calor ou fumaça, em caso de incêndio, os espaços devem propiciar aos usuários meio de evacuação segura em caso de emergência, através de rotas de fuga e sinalização adequadas.

2.5.3 NBR 9050/2015 - “Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos”

Possíveis acidentes podem ocorrer, em situações de emergência, em espaços onde o projeto arquitetônico não atende às normas técnicas. Como exemplo, pode-se citar o caso do incêndio na boate Kiss. As perícias realizadas no local, após o incêndio, sugeriram falhas em diversos aspectos, tanto quanto ao atendimento às normas de prevenção de incêndio, quanto ao atendimento às normas de acessibilidade (MUNIZ, 2017). Também, conforme apontado por Muniz (2017), o atendimento às normas de acessibilidade poderia ter salvo vidas, uma vez que todos que estavam no interior da boate no momento do incêndio eram deficientes visuais, já que o ambiente estava totalmente escuro e em meio à fumaça.

Segundo Muniz (2017, p.1),

A adequação a Acessibilidade prevê na NBR 9050/2004 da ABNT, atual NBR 9050/2015, rotas de fuga, sinalização sonora e visual de emergência, saídas de emergência, corrimãos, guarda-corpo, locais de resgate, caminhos podotáteis e sinalização de orientação com material fotoluminescente, entre outros itens que auxiliam deficientes visuais em rotas de fuga, e era a situação de todos no escuro da boate, todos eram deficientes visuais e em pânico. Inclusive dois degraus na saída do salão e outro na entrada da boate, obstáculos na fuga, pelas normas e projeto de Acessibilidade seriam rampas e não existiriam, e assim as pessoas não tropeçariam nos degraus e

não cairiam uma sobre as outras fechando as saídas.

A tragédia poderia ter sido minimizada em parte se, no local, tivessem sido aplicadas as normas e leis de acessibilidade, em conjunto com as normas de segurança contra incêndio. É importante ressaltar que no local da tragédia de Santa Maria, uma pessoa com deficiência teria as suas chances de vida reduzidas devido à inexistência das condições de acessibilidade, previstas na norma NBR 9050/2004, anterior ao início do funcionamento da boate (MUNIZ, 2017).

A NBR 9050/2015 define a acessibilidade como a possibilidade de se alcançar, perceber e entender, de forma segura e autônoma, espaços públicos e privados, mobiliários, transportes e comunicação, por indivíduos com deficiência ou mobilidade reduzida. Para Dischinger e Bins Ely (2009), se faz necessário a criação de lugares acessíveis que possibilitem às pessoas, independentemente de suas limitações, desfrutar os espaços e equipamentos com independência e igualdade. A acessibilidade vai além de, simplesmente, possibilitar que todos cheguem a um lugar de destino. Ela também está associada à possibilidade de que os usuários se situem, orientem-se e compreendam o que acontece no espaço, sem precisar buscar informações, ou seja, de forma autônoma e segura.

A NBR 9050/2015 estabelece também parâmetros construtivos para as rotas acessíveis² e para as rotas de fuga. A rota acessível pode coincidir com a rota de fuga. As rotas de fuga devem atender ao disposto na NBR 9077/2001. Além disso, as portas de corredores, acessos, áreas de resgate, escadas de emergência e descargas nas rotas de fuga, devem ter barras antipânico, conforme determina a NBR 11785. Em ambientes fechados, as rotas de fuga devem ser sinalizadas e iluminadas com dispositivos de balizamento. Em situações onde as rotas de fuga incorporem escadas de emergência ou elevadores de emergência, devem ser previstas áreas de resgate com espaço reservado e demarcado para o posicionamento de pessoas em cadeiras de rodas. Caso a área de resgate seja inexistente deve ser definido um plano de fuga em que estejam estabelecidos procedimentos de resgate para pessoas com diferentes tipos de deficiências.

² Rota acessível é um trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes internos e externos de espaços e edificações, podendo ser utilizada de forma autônoma e segura por todas as pessoas (NBR9050/2015).

Além destes aspectos, a NBR 9050/2015 será utilizada, nesta pesquisa, para que sejam elencados critérios de acessibilidade que confirmam aos espaços que reúnem grande público melhores condições de movimentação em situações onde seja necessário o esvaziamento emergencial, tanto para pessoas sem deficiência quanto para pessoas com algum tipo de deficiência.

2.5.4 IN/DAT/CBMSC 009/2014 - “Sistema de Saída de Emergência”

A instrução normativa IN 009/2014 tem por objetivo estabelecer e padronizar critérios de concepção e dimensionamento do sistema de saídas de emergência, dos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina (CBMSC). Essa instrução normativa utiliza como referência algumas normas brasileiras, entre elas a NBR 9077/2001. A IN 009/2014 fixa as condições mínimas para as saídas de emergência em edificações, a fim de que seus usuários possam abandoná-las, em caso de emergência, completamente protegidos em sua integridade física. Também descreve que todas as edificações, independente da natureza de sua ocupação, altura ou área total construída, devem atender ao disposto na instrução normativa.

A IN 009/2014 define os elementos que compõem as saídas de emergência, como circulações e corredores, escadas, rampas, portas, elevadores, passarelas e locais para resgate aéreo. Os acessos, circulações e corredores devem ter condições que permitam escoamento fácil dos usuários, devem estar desobstruídos (sem obstáculos) e dimensionados em função dos pavimentos que servirem aos ocupantes, de acordo com o exposto na instrução normativa. Além disso, a referida IN define critérios de dimensionamento para caminhamento, que são as distâncias máximas a serem percorridas em caso de esvaziamento emergencial, tanto para edificações térreas quanto para edificações verticalizadas. Define ainda os critérios para controle de lotação de público.

2.5.5 IN/DAT/CBMSC 31/2014 - “Plano de Emergência”

A instrução normativa IN 031/2014 tem como objetivo estabelecer critérios mínimos para a elaboração e implantação de um plano de emergência para edificações fiscalizadas pelo CBMSC. O plano de emergência deve contemplar procedimentos básicos na segurança contra acidentes, orientações para a realização de exercícios simulados, definições sobre a elaboração das plantas de emergência e orientações

sobre o programa de manutenção dos sistemas preventivos de incêndio (IN 031/2014).

Os procedimentos básicos na segurança contra sinistros compõem-se de algumas etapas, sendo que, inicialmente, identificada uma situação de emergência, um sistema de alarme deve ser acionado. Em seguida, a situação deve ser analisada e os procedimentos necessários devem ser providenciados. Importante ressaltar a necessidade de haver iluminação de sinalização quanto à emergência e que sejam cortadas, o quanto antes, as fontes de energia do local evitando, assim, um agravamento do acidente. Caso necessário, deve ser realizado o abandono de área, parcial ou total, de forma que os usuários sejam conduzidos para um local seguro. O plano de emergência deve contemplar ações de abandono de área para usuários portadores de necessidades especiais ou com mobilidade reduzida, bem como para todos os usuários que precisam de auxílio, como idosos, crianças, etc (IN 031/2014).

Devem ser realizados exercícios simulados de abandono do local com a população fixa³, no mínimo, semestralmente. Ao concluir o exercício simulado, uma avaliação deve ser realizada e levantadas as possíveis falhas que ocorreram durante o exercício simulado. Plantas de emergência devem ser contempladas no plano de emergência. Essas plantas permitem, aos usuários, o rápido reconhecimento do local em caso de emergência, indicando claramente o caminho que deve ser percorrido para o abandono do local até o ponto de encontro⁴. As plantas de emergência podem ser internas e externas. Plantas internas serão localizadas no interior de cada ambiente componente do edifício. Plantas externas serão localizadas nos locais de acesso ao edifício.

2.5.6 IN/DAT/CBMSC 013/2018 - “Sinalização para Abandono de Local”

A instrução normativa IN 013/2018 tem como referência a NBR 13434 – “Sinalização de segurança contra incêndio e pânico, partes 1,2 e 3; a NBR 10898 – “Sistema de iluminação de emergência” e a NBR 9050 – “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos

³ População fixa: aquela que permanece regularmente na edificação, considerando-se os turnos de trabalho e a natureza da ocupação, bem como os terceiros nestas condições.

⁴ Ponto de encontro: local externo à edificação, seguro dos efeitos do sinistro, onde as pessoas devem aguardar a chegada de auxílio ou permanecer após a evacuação do local em caso de emergência (IN 031/2014).

urbanos” e tem por objetivo estabelecer e padronizar critérios para elaboração e dimensionamento de sinalização para abandono das edificações analisadas pelo CBMSC. Conforme a instrução normativa IN 001/2015 – “Da atividade técnica”, sistemas de abandono do local (SAL) são obrigatórios para locais com reunião de público com concentração de pessoas, bem como planos de emergência, saídas de emergência, proteção por extintores e iluminação de emergência.

O Sistema de Abandono do Local (SAL) deve demonstrar as mudanças de direção, obstáculos, saídas, escadas, rampas, etc, de forma que de cada ponto de SAL seja possível visualizar o ponto seguinte. O dimensionamento das placas de SAL deve atender ao exposto na IN013. Para placas maiores de 75x48 cm, a iluminação da placa pode ser feita por meio da iluminação de emergência e deve ter autonomia de no mínimo 2 horas para locais que reúnem concentração de pessoas e devem permanecer iluminadas durante todo o evento. Deve também haver sinalização continuada indicando o sentido do fluxo da rota de fuga horizontal por meio de setas fotoluminescentes.

2.5.7 IN/DAT/CBMSC 24/2014 - “Eventos Transitórios e Praças Desportivas”

A norma técnica nº 24/2014 regulamenta os procedimentos em relação ao desenvolvimento de projetos de segurança contra incêndio para a realização de eventos transitórios e esportivos em locais analisados pelo CBMSC. A IN se aplica a instalações destinadas a eventos tais como feiras, espetáculos, parques de diversões, circos, festas populares, entre outros e trata de aspectos tais como a regularização de espaços, trâmite de expedientes, exigências para realização de festas juninas, eventos relacionados a esportes de aventura e automobilísticos e exigências gerais para eventos transitórios. Determina também orientações quanto aos sistemas de iluminação de emergência e saídas de emergência, sistemas de abandono de local, proteção contra cargas atmosféricas, medidas de segurança, dimensionamento da população máxima permitida em cada espaço, largura e sentido de abertura de portas e portões nas rotas de fuga horizontais e padrão mínimo exigido para apresentação de projetos.

2.5.8 IN/DAT/CBMSC 28/2014 – “Brigada de Incêndio”

A instrução normativa IN 028/2018 estabelece critérios para o estabelecimento da Brigada de Incêndio, que tem por objetivo atuar como medida de segurança contra incêndio e pânico em edificações.

O brigadista particular deve atuar na prevenção de acidentes, inspecionando os sistemas preventivos, treinando a população fixa dos locais para o abandono de local em caso de emergência e implementando os planos de emergência contra incêndio e pânico. O brigadista também deve atuar na prestação dos primeiros socorros às vítimas e no auxílio ao Corpo de Bombeiros no combate ao incêndio.

Faz-se obrigatória a existência de brigada de incêndio particular, conforme Tabela 1 da IN, em locais destinados a eventos de grande concentração de público. A quantidade de brigadistas particulares é definida na IN 028/2018 e indica que, para uma população de até 500 pessoas, é necessário 1 brigadista particular, 2 brigadistas para população entre 501 e 1000 pessoas, somando-se ainda mais 1 brigadista a cada 1000 pessoas.

2.5.9 NT Nº 12/2012/CBMGO - “Eventos Públicos e Centros Esportivos e de Exibição – Requisitos de Segurança Contra Incêndio”

A norma técnica nº 12/2012, elaborada pelo Corpo de Bombeiros do Estado de Goiás, tem por objetivo estabelecer requisitos mínimos necessários para garantir a segurança dos usuários em eventos públicos, contra incêndio e pânico, bem como o dimensionamento da lotação máxima destes espaços. Os usos enquadrados por esta norma técnica incluem estádios, ginásios, arenas, rodeios e similares, construções provisórias para reunião de público, circos, arquibancadas e similares, permanentes ou não, fechadas ou abertas, cobertas ou ao ar livre.

Segundo a norma técnica, os recintos para eventos devem ser setorizados. O movimento dos usuários não deve saturar as rotas de fuga. Todos os setores devem ter saídas de emergência suficientes, de acordo com o público que contemplam, sendo exigido, no mínimo, duas alternativas de saída, em lados distintos. Recomenda-se que cada setor tenha lotação máxima de 10.000 pessoas. Em caso de atividades desportivas ou artístico/culturais, as rotas de fuga dos espectadores devem ser independentes das rotas de fuga dos atletas ou artistas que se apresentam no local. Recomenda-se também que os setores sejam identificados por meio de cores diferentes e, em caso de fileiras com assentos, estas sejam numeradas e identificadas. Os setores para público em pé devem ser dotados de barreiras antiesmagamento (NT 12/2012).

A norma técnica também define a localização e dimensionamento de aspectos arquitetônicos, tais como patamares de arquibancadas, saídas de emergência (acessos, circulações, escadas, rampas), espaços livres no exterior, pontos de venda de ingressos, desníveis nos pavimentos,

alambrados, portas, catracas, entre outros. Em relação às descargas de público nos espaços livres no exterior, a norma estabelece que deve haver fluxo suficiente na área externa, ao redor do local do evento, para evitar congestionamento. Congestionamentos na área externa poderiam comprometer a segurança no esvaziamento de uma edificação, mesmo que as saídas do local estejam corretamente dimensionadas. Medidas de segurança devem ser adotadas para evitar a aglomeração de público nas descargas externas dos locais dos eventos (NT 12/2012).

A NT 12/2012 também define o tempo de saída dos locais com reunião de grande público. Como exemplo, nas áreas usadas para eventos temporários, tais como gramados, arenas, pistas, quadras e praças, o tempo de saída máximo deverá ser de cinco minutos. Além disso, a NT discorre sobre as distâncias máximas que devem ser percorridas pelos usuários até a saída em caso de evacuação emergencial. E estabelece que, nesses locais, deve-se prever uma sala de comando e controle, em local estratégico, que possibilite visão completa de todo o recinto, dotada de recursos de informação e comunicação disponíveis no local. Em casos específicos, pode ser necessária a instalação de brigada de incêndio e de postos de atendimento pré-hospitalar (NT 12/2012).

2.6 PLANEJAMENTO DAS VIAS DE EVACUAÇÃO

A busca do controle de gastos para a diminuição de custos nas obras, realidade atual no Brasil em muitos casos, pode levar profissionais, arquitetos e engenheiros, a ignorarem itens fundamentais para o sucesso de esvaziamentos emergenciais de locais que atraem grande público. Como resultado, corre-se o risco de ver o número de acidentes aumentado. As normas brasileiras, bem como toda a legislação de apoio, existem para a proteção dos usuários. Na sequência, serão expostos fatores presentes no sistema de evacuação que podem eliminar ou diminuir o risco de perdas humanas e materiais, em caso de acidentes em locais que envolvem multidão (SEITO, 2008).

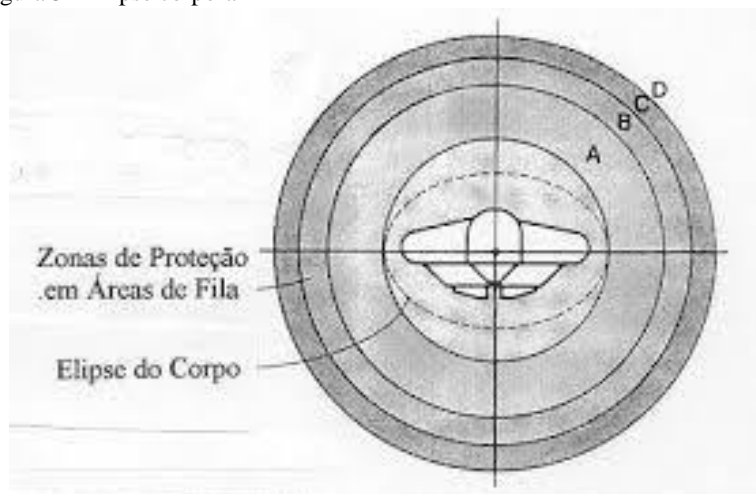
2.6.1 Fator Humano

O fator humano é o primeiro a ser apresentado, já que dele partem conceitos e fundamentos importantes para a definição de aspectos que irão determinar a segurança na movimentação de multidões. Ele parte da ideia de dimensionar o espaço ocupado por uma pessoa, em condições normais ou em situações especiais. Para isso, foram analisadas as dimensões de algumas pessoas e foram elencadas algumas definições. A

largura ombro a ombro e a espessura da parte frontal até a parte dorsal de um indivíduo transformou-se em uma elipse corporal, na qual o eixo maior seria, aproximadamente, 0,60 metro e o eixo menor 0,46 metro. Nessa elipse corporal, que ocupa cerca de 0,276 m², é que reside o sucesso de uma evacuação. É dentro da metragem quadrada ocupada pelo indivíduo que o planejamento deve ser executado.

Dentro da elipse ocupada por um indivíduo, pode existir uma variação no movimento, que é determinado pelo sexo e idade da pessoa. Também se altera o movimento e a direção da evacuação, se em subida ou em descida. O comportamento humano procura fazer com que cada indivíduo mantenha a sua área de caminamento e a movimentação das pessoas seja feita sem o contato físico, evitando lesões e pânico. Se a elipse corporal diminuir sua dimensão, inicia-se um processo de contato entre as pessoas, o que poderia gerar pânico. Portanto, o planejamento das rotas de fuga (escadas, rampas, corredores, etc.) deve ser feito respeitando-se o espaço ocupado pela área de um indivíduo.

Figura 5 – Elipse corporal



Fonte: Seito et al. (2008)

No que se refere ao espaço ocupado pelo indivíduo, tem-se o conceito de “Unidade de Passagem”, que é o eixo maior da elipse corporal (largura dos ombros), como mostra a Figura 5. De acordo com a NBR 9077/2001, tem-se 0,55 metro para cada unidade de passagem, medida utilizada para determinação das larguras mínimas de emergência a serem adotadas (SEITO, 2008).

2.6.2 Densidade de Ocupação e Velocidade

A densidade de ocupação de um indivíduo pode ser calculada através da medição do comprimento do passo de uma pessoa, bem como da velocidade de caminhada. Esta informação é essencial para que se analise a disponibilidade do espaço na rota de evacuação. A densidade de um local é calculada dividindo-se o número de pessoas que podem ocupar o espaço pela área de evacuação ocupada ou a ser ocupada (SEITO, et al., 2008).

A velocidade média de caminhada de uma pessoa adulta é de 1,27 metros por segundo. A velocidade de evacuação depende de características individuais, da idade e da densidade de ocupação na rota de fuga da edificação. O comprimento do passo de um adulto pode ser estimado em 0,70 metro e o comprimento do pé em 0,25 metro. O resultado, para o cálculo da densidade, é a soma das medidas do comprimento do passo e do comprimento do pé de um adulto, definido em 0,95 metro por pessoa. Esta distância pode ser diminuída para 0,80 metro por pessoa, em razão da existência de outras pessoas nas rotas de evacuação.

Em situações em que a densidade aumenta consideravelmente, o fluxo tende a ficar mais lento em função do contato físico entre as pessoas. O efeito da densidade no fluxo de pedestres pode ser observado a partir da Tabela 1, apresentada a seguir:

Tabela 1 – Efeitos da densidade no fluxo de pessoas

Densidade	Efeito
Menos que 0,3 ped/m ²	Tráfego livre e tranquilo. Os indivíduos podem parar durante o deslocamento sem motivo e não ocorre interrupção do fluxo.
0,3 a 0,4 ped/m ²	Tráfego médio. As ultrapassagens são possíveis, não ocorrem conflitos com o tráfego no sentido oposto.
0,4 a 0,7 ped/m ²	Ultrapassagens possíveis, mas já surgem conflitos com o tráfego no sentido oposto.
0,7 a 1,0 ped/m ²	Tráfego denso, escoamento prejudicado, ultrapassagem dificultada.
1,0 a 2,0 ped/m ²	Tráfego muito denso, escoamento prejudicado, velocidade começa a diminuir.
2,0 a 4,0 ped/m ²	Tráfego muito denso, velocidade do fluxo reduzida, efeito multidão.
Mais que 4,0 ped/m ²	Velocidade quase nula, frequentes toques entre os indivíduos. Grande possibilidade de ocorrência de incidentes.

Fonte: Elaborado pela Autora (2018), baseado em Helbing, D. Johansson (2010)

Em geral, o comportamento do movimento de pedestres apresenta evidências de que os pedestres escolhem, normalmente, o caminho mais rápido para o seu destino e não o caminho mais curto. Os pedestres levam em conta desvios bem como o conforto de caminhar minimizando esforços, sendo que as velocidades de marcha entre 1,2 e 1,37 metros por segundo, normalmente, consomem menor energia. Contudo, a velocidade média depende da situação, sexo e idade, objetivo da viagem e condições da saída. Os pedestres também procuram manter uma certa distância de outros pedestres e obstáculos, mas esta distância pode diminuir se for necessário o aumento da velocidade de caminhada bem como se houver aumento da densidade no local (HELBING et. all, 2000).

Em situações de pânico os indivíduos tendem a ficar nervosos e tendem a se movimentar mais rapidamente do que o normal. Podem causar empurrões e estas interações físicas podem provocar incidentes. Nas saídas, onde há formação de gargalos, os congestionamentos aumentam e entupimentos podem ser observados. Nestes casos, pode haver a formação de grandes densidades no local e as interações físicas se somam e podem causar grandes acidentes. A multidão em pânico pode produzir sobre outras pessoas pressões de até 4.500 Newtons por metro. Esta pressão poderia ser suficiente para dobrar barras de aço ou derrubar paredes de tijolos. Em uma situação assim, o esvaziamento seria ainda mais retardado pela presença de pessoas caídas ou feridas, formando novos obstáculos (HELBING et. al, 2000). Outro comportamento que pode ser observado é a tendência ao comportamento de pastoreio, ou seja, muitas pessoas tendem a fazer o que outras pessoas fazem. Nesta situação, não raro observa-se que saídas alternativas são frequentemente negligenciadas ou não são usadas de forma eficiente em situações de evacuação emergencial.

Quando a densidade de um local é baixa, os pedestres podem mover-se livremente e a dinâmica da multidão pode ser comparada com o comportamento de gases. Em densidades médias e altas, o movimento de multidão de pedestres mostra analogias importantes com o movimento de fluídos e grânulos. Em densidades baixas, uma organização espontânea em faixas de direção uniforme de caminhada surge, com correntes de pedestres, formando-se filas que lembram leitos de rios (HELBING et. all, 2000).

Em densidades muito altas, os pedestres podem empurrar a massa de pessoas para a frente e causar o efeito de propagação de ondas de choque na multidão. O arqueamento e entupimento nas saídas (portas) é semelhante à saída de grânulos através de pequenas aberturas. Pode-se, desta forma, fazer a analogia de que, em situações normais, o

comportamento das multidões é como a dinâmica de fluidos, enquanto aspectos granulares se tornam importantes em situações de pânico.

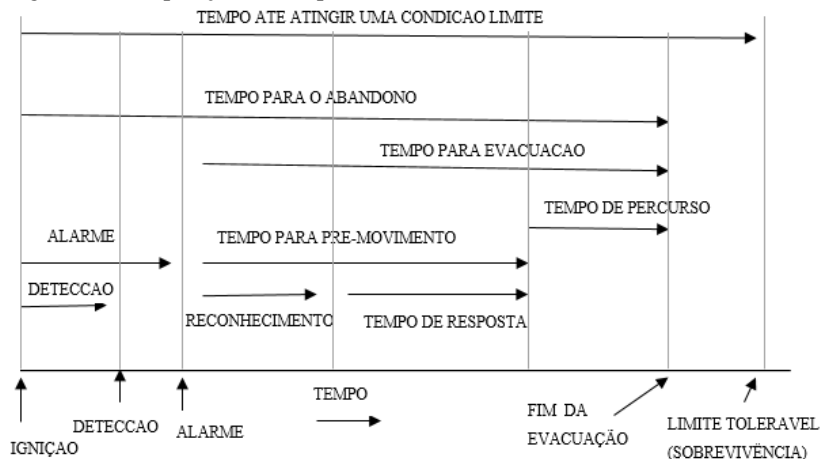
2.7 TEMPO DE ESCAPE DE EDIFICAÇÕES

O tempo de escape é o tempo necessário para que todos os ocupantes de uma edificação consigam atingir um local seguro previamente estabelecido. Características relacionadas à população, tais como, o número de ocupantes, sua distribuição pela edificação, sua condição física, suas reações, seu estado físico e mental e suas habilidades (se é ou não treinado para enfrentar emergências) e o tipo de atividade exercida, além dos aspectos arquitetônicos do local, podem alterar o tempo de escape. Saídas de emergência adequadamente planejadas atenuam os riscos de ocorrência de pânico em situações de emergência, assim como propiciam tempos de escape mais seguros aos usuários dos espaços (SEITO, et al., 2008).

Algumas condições devem ser satisfeitas para que o tempo de abandono de um local seja adequado. As normas e regulamentações abordadas procuram garantir que os usuários fiquem expostos o mínimo tempo possível aos efeitos de um incêndio, determinando, entre outros fatores, o caminhamento máximo dos indivíduos até um local exterior seguro. Para a definição das distâncias, a NBR 9077/2001 leva em consideração o tipo de ocupação da edificação, a compartimentação e a resistência da estrutura ao fogo (GILL, et al., 2006).

É necessário, no entanto, compreender que o tempo de abandono não se restringe a este tempo de caminhamento e é constituído, na realidade, por uma somatória de parcelas de tempo de amplitudes variáveis. A norma BS 7974 (British Standards Institute, 2001) define esses tempos parciais, dividindo-os, a partir do momento do início do incêndio, em: a) tempo para detecção do incêndio; b) tempo para alarme do incêndio; c) tempo para reconhecimento da situação após o alarme; d) tempo para resposta ao alarme (ações que antecedem o abandono); e) tempo para o caminhamento /deslocamento até um local seguro (GILL, et al., 2006).

Figura 6 - Composição do tempo de abandono de um recinto



Fonte: British Standards Institute (2001)

A Figura 6 apresenta a composição do tempo de abandono de acordo com Gill et al. (2006). Este tempo deve ser sempre menor do que tempo transcorrido para que as condições se tornem perigosas para os ocupantes do recinto considerado. O tempo de abandono inclui:

- Tempo de detecção do incêndio: pode ser curto quando as pessoas estão despertas e no recinto em que iniciou o incêndio, ou longo se o incêndio ocorrer em sala distante das pessoas e não houver sistema de detecção automática de incêndio;
- Tempo de alarme: depende das ações realizadas pelas pessoas que tomaram conhecimento do incêndio ou das características dos sistemas de detecção e alarme;
- Tempo de reconhecimento: mesmo após o alarme, muitas pessoas podem querer se certificar da situação antes de decidir se abandonam o local;
- Tempo de resposta: algumas pessoas ainda podem executar certas tarefas antes de iniciarem o abandono. Estas tarefas podem ser de caráter pessoal ou tarefas necessárias referentes a algum tipo de processo produtivo. A soma do tempo de reconhecimento e de resposta é denominada de tempo de pré-movimento;
- Tempo de percurso: é aquele efetivamente gasto no deslocamento da saída. Inúmeros fatores influem nesse tempo, como o estado físico e mental das pessoas e a idade,

entre outros. Este é o tempo que está relacionado às distâncias de caminhada citadas nas normas e regulamentações.

Deste modo, a análise dos resultados do tempo de evacuação, da densidade e da velocidade dos pedestres tem amplas aplicações e permite a modelagem e o estudo dos fluxos de pessoas. A partir delas é possível a elaboração de simulações sobre a movimentação de pessoas.

2.8 MODELAMENTO

A modelagem e estudo dos fluxos de pessoas produzem benefícios sociais, uma vez que planejadores e gestores podem usar as simulações para obter ideias sobre possíveis problemas na evacuação de espaços, ainda durante a fase de projeto. A avaliação das estratégias de evacuação, por meio de simulação, pode fornecer informações sobre a eficiência dos métodos de evacuação e melhoria nos planos propostos.

Para fins de cálculo do tempo admissível de saída das pessoas localizadas no ponto mais desfavorável da edificação até a rua, pode-se utilizar a fórmula:

$$T = N \cdot D / L \cdot k \cdot V$$

onde:

T – Tempo de saída, em segundos;

N – Número de pessoas no ponto mais desfavorável;

L – Largura das saídas em metros;

k – Constante experimental (1,3 pessoas/metros/seg)

D – Distância a percorrer do ponto mais distante até a rua;

V – Velocidade de deslocamento (=0,6m/seg)

Conforme os dados apresentados, pode-se determinar a velocidade a ser desenvolvida pela massa humana. Ensaios demonstraram que na horizontal, uma velocidade ideal para as pessoas é de 1,27 metros por segundo, propiciando conforto e segurança. Quando o movimento tem uma restrição de velocidade e aproxima-se de 0,75 metros por segundo, se originam os contatos físicos, onde os espaços são disputados pela força física, podendo causar lesões e dar origem ao pânico (SEITO, et al., 2008).

A velocidade de deslocamento para adultos capacitados em áreas niveladas ou em rampas, onde a densidade populacional é menor ou igual a 0,54 pessoa por metro quadrado, pode ser tomada como 1,2 metros por segundo. Se a densidade populacional excede 3,8 pessoas por metro quadrado, andar se torna extremamente difícil e o movimento pode cessar efetivamente. Entre estes limites, se aplica a equação:

$$St = 1,4 (1 - 0,266 Dpop)$$

onde St é a velocidade de deslocamento (em m/s); e $Dpop$ é a densidade populacional no piso nivelado (em pessoas / m²). No caso de escadas, a velocidade máxima de deslocamento dependerá da densidade populacional e da inclinação da escada. A equação seguinte pode ser proposta:

$$St = k (1 - 0,266 Desc)$$

onde St é a velocidade de deslocamento (em m/s); k é uma constante dada na Tabela 1; $Desc$ é a densidade populacional nos degraus (em pessoas / m²). Considera-se como a área do degrau, a profundidade do piso x largura efetiva. O valor máximo de St não deve exceder os valores dados na Tabela 1.

Tabela 2- Velocidade de deslocamento em escadas

Espelho (m)	Piso (m)	Constante (K)	Velocidade máxima t (m/s)	Fluxo específico máximo F_s (pessoas/s.m)
0,20	0,25	1,00	0,85	0,95
0,18	0,25	1,10	0,95	1,00
0,17	0,30	1,15	1,00	1,10
0,17	0,33	1,25	1,05	1,15

Fonte: Adaptado de Gouveia e Etrusco, 2002, pg. 5

O fluxo específico é a taxa de pessoas que passam em um ponto na rota de escape por unidade de tempo e por unidade de largura efetiva, e é dado por:

$$F_s = St Dpop$$

onde F_s é o fluxo específico (em pessoas/m.s).

O fluxo calculado é a taxa total de pessoas que passam em um ponto na rota e é dado por:

$$F_c = F_s We$$

onde F_c é o fluxo calculado (em pessoas/s); We é a largura efetiva (em m).

Para deslocamentos horizontais, em rampas ou através de portas, o valor máximo de F_s deve ser tomado como 1,3. Para deslocamentos em escadas, devem ser usados os valores da Tabela 2 (pag. 52). Nos locais em que as pessoas se movimentem vagarosamente, deve-se assumir que sua velocidade máxima seja a metade do valor máximo para pessoas capacitadas, isto é, 0,6 m/s. O tempo de escape para um grupo de pessoas que passa um ponto é o período de passagem, D_{tp} , dado por:

$$tp = P / Fc$$

onde tp é o período de passagem (em s); P é o número de pessoas.

O tempo de escape, te , é o tempo necessário, uma vez começado o movimento, para que todas as pessoas passem através de uma saída para um lugar de segurança. Se tp é o período de passagem, o tempo do fluxo é dado por:

$$te = tmin + tp$$

onde te é o tempo do fluxo (em s); $tmin$ é o tempo levado pela primeira pessoa para se deslocar para a saída (em s).

Em condições de pânico, é comum que as velocidades de esvaziamento sejam superiores às velocidades em uma situação normal. Velocidades acima de 1,5 metros por segundo tendem a reduzir a eficiência das saídas, em razão do efeito de choque entre os pedestres.

Segundo Helbin et. al (2000), velocidades de saída maiores do que 5 metros por segundo sugerem que pessoas serão feridas, tornando-se obstáculos para outras pessoas. Nesta condição, pedestres parados ou em desaceleração temporária para a saída tornam-se impacientes e insistentes e podem provocar pressão nos indivíduos à sua frente. Assim, é importante que saídas largas sejam adotadas e medidas preventivas sejam tomadas para auxiliar o esvaziamento de multidões de um local. Para esta pesquisa, adotou-se velocidades de saída de 3,33 metros por segundo para situações de pânico, uma vez que o estudo prevê condições de esvaziamento seguras, sem a ocorrência de feridos.

No Brasil, a determinação realística dos tempos de escape em edificações demanda a implementação das técnicas de modelamento de incêndio, com a realização de levantamentos e cálculos apresentados, fundamentais para essa finalidade. Sem as informações fornecidas pelo modelamento, a determinação do tempo disponível para o escape seguro torna-se perigosamente inexata. FAZER PONTE

2.9 MODELAGEM E SIMULAÇÃO COM HUMANOS VIRTUAIS

A visão computacional é definida como ciência ou tecnologia relacionada à visão de uma máquina. Essa definição está relacionada à forma como um computador enxerga a sua volta, captando imagens e dados multidimensionais por meio de sensores, câmeras de vídeo, *scanners* e outros dispositivos. Esta tecnologia abrange uma série de métodos, técnicas, equipamentos e software que possibilitam captar ou

adquirir, processar, reconhecer, manipular e analisar os objetos que compõem uma imagem (MILANO, HONORATO, 2010). A dinâmica de pedestres é um componente importante da dinâmica de grupos e está interligada a outras áreas, tais como engenharia de tráfego, arquitetura e sócio psicologia. A simulação com humanos virtuais, nesta pesquisa, busca evidenciar aspectos da arquitetura que possam causar, retardar ou aumentar o tempo de evacuação dos locais analisados.

Experiências práticas apresentam custos elevados, dificuldade na captação dos resultados e impedimentos éticos e legais em função dos riscos envolvidos. Por esses motivos, as simulações computacionais de movimentação de pessoas têm tornando-se populares (SHI et al, 2008).

Wagner (2008), Cassol *et al.* (2015) e Montenegro (2016) são alguns dos autores que pesquisam softwares desenvolvidos por meio de modelos matemáticos para simular a movimentação de multidões assim como as saídas de emergência em situações de emergência. Cada software possui características específicas e trabalha com a filosofia da simulação através de informações das edificações obtidas de plantas de programa CAD ou elementos geométricos.

À princípio, o empirismo e a simples observação de situações reais servem de base para o desenvolvimento das teorias gerais e das fórmulas e parâmetros de concepção e operação de espaços. Com base nisso, são desenvolvidos modelos que, devidamente calibrados e validados, configuram-se em instrumentos de auxílio à concepção e operação dos espaços de grande fluxo de pessoas (DAAMEN; HOORGENDOORN, 2003).

Com o avanço da tecnologia dos computadores, a modelagem de fluxos de pedestres tem sido amplamente utilizada e considerada como um instrumento adequado para a avaliação de desempenho das construções e da qualidade das instalações para pedestres (D. HELBING, FARKAS, MOLNAR, E VICSEK, 2002; OSARAGI, 2004; SCHADSCHNEIDER et al., 2011; TEKNOMO, 2006). Os modelos de simulação podem ser classificados com base na representação do espaço (contínuo/grade com base/estrutura de rede), propósito (finalidade específica, uso geral) e o nível de detalhe (macroscópica, mesoscópica ou microscópica). Teorias e modelos focados especialmente em situações de emergência ainda estão em fase inicial de desenvolvimento, principalmente aqueles destinados ao estudo de fluxos de pedestres em espaços ao ar livre. Existem vários modelos de simulação de fluxos de pedestres e todos os sistemas de modelagem são considerados úteis. Ocorre que nenhum fornece uma gama completa de cenários em testes para fins de segurança.

Modelos Contínuos⁵ são muito utilizados para simulação da dinâmica de fluidos e gases. Como a dinâmica de pedestres possui muitas analogias com esses sistemas, existem modelos que descrevem o comportamento de pedestres utilizando equações diferenciais não lineares (TOYAMA, 2006). Um exemplo de modelo contínuo é o Modelo Forças Sociais. Os movimentos de pedestres podem ser descritos como se fossem sujeitos a Forças Sociais. Estas forças são exercidas nos pedestres diretamente pelo ambiente. Nesse caso, os indivíduos repelem ou atraem uns aos outros como partículas atômicas, com diferentes graus de força e com base no seu próprio conforto pessoal, sendo uma medida das motivações internas dos indivíduos para realizarem determinadas ações/movimentos.

Nos modelos de pedestres que utilizam Autômata Celular⁶ (também conhecido como Partícula Hopping), o espaço é representado como uma grade simétrica, formada por células em uma condição específica. Essas células passam de um estado para o outro de acordo com regras próprias que determinam o comportamento do sistema. As regras processam o estado de cada célula como uma função de seu estado anterior e o estado das células vizinhas em uma abrangência programada. Cada célula do sistema influencia e é influenciada pelas demais. O objetivo deste tipo de modelo é simular ambientes dinâmicos, ou seja, que mudam através do tempo e através de ciclos de interação (DIJKSTRA et al, 2000; KLÜPFEL, 2003; WAS, 2005). Segundo Toyama (2006), um dos modelos desenvolvidos para autômata celular é o modelo criado por Schadschneider e colaboradores (Modelo de Autômato Celular Estocástico para Simulação de Dinâmica de Pedestres). Ele é considerado extremamente eficiente, permitindo a simulação rápida de grandes multidões, reproduzindo características coletivas e de auto-organização de dinâmica de pedestres, tais como a formação de filas, fluxos em corredores largos e oscilações de fluxos encontrados em portas.

A abordagem com Multiagentes⁷ traz aos modelos de pedestres uma maneira nova de simulação da interação de pessoas, que não é alcançada através dos métodos tradicionais de modelagem (TEKNOMO e GERILLA, 2005). Esta técnica de modelagem simula cada pedestre

⁵ Modelos Contínuos são um tipo de modelagem que tem como base o fato de que a multidão é composta por indivíduos que reagem a eventos em torno deles.

⁶ Autômata Celular é um tipo de modelagem baseado em uma matriz, onde a área ocupada por cada indivíduo é uma célula.

⁷ Multiagentes é um método computacional que permite a construção de um ambiente ocupado por indivíduos, capazes de interagir uns com os outros.

(individualmente) que se move e interage com o ambiente e com outras pessoas. Surgiu nos anos 70, mas somente há pouco tempo conseguiu atingir seu potencial como ferramenta prática de aplicação. Usualmente, um modelo pode contar com vários agentes e seus resultados se dão através da interação entre eles (HACKLAY, 2001). Segundo Batty (2001), modelos de multiagentes surgiram como uma excelente alternativa de modelagem espacial, tendo sua programação orientada a objetos em que os eventos e elementos podem ser tratados como classes, onde seu comportamento pode ser simulado.

A base para o desenvolvimento de modelos de simulação de comportamento de pedestres está em complexos cálculos matemáticos e em pesquisas relacionadas à segurança contra incêndio e desastres. A segurança de espaços arquitetônicos foi a área em que mais se desenvolveram estudos de modelagem de comportamento de pedestres. Até o início da década de 70 existiam poucos estudos sobre comportamento humano em multidões. Contudo, surgiu, muito rapidamente, um grande número de locais com aglomerações de pessoas, além do aumento da ocorrência de acidentes nestes espaços. A partir disso, fez-se necessário aprofundar o conhecimento sobre o tema (TERRA, 2010)

Em um primeiro momento, teorias e modelos matemáticos e de observação eram os métodos utilizados para estudar o comportamento de multidões. Atualmente, técnicas mais avançadas e o uso de computadores potentes permitiu que fossem desenvolvidos modelos mais complexos, mais precisos e sua aplicação aumentou substancialmente (DAAMEN, 2004). Segundo Guazelli (2011), existem dezenas de softwares de simulação para movimentação de pedestres. Pode-se citar alguns dos principais softwares utilizados para este fim: *Building EXODUS*, da *Fire Safety Engineering Group*; *EGRESS*, da *AEA Technology plc*; *LEGION*, da *Legion Internacional Ltda*; *MYRIAD*, da *Crowd Dynamics*; *STEPS*, da *Mott MacDonald*; *VISSIM/VISWALK*, da *PTV Planing Transport Verkehr AG*. Além destes, citamos o *CROWDSIM*, do *Laboratório de Simulação de Humanos Virtuais – VHLab – PUCRS*. A seguir serão apresentados os princípios de funcionamento dos softwares *CrowdSim*, *PTV Vissim/Viswalk* e *Legion*.

2.9.1 CrowdSim

É uma ferramenta de simulação computacional para movimento de multidões desenvolvido pelo Laboratório de Simulação de Humanos Virtuais – VHLab – PUCRS. O software *CrowdSim*, pode simular

diversos ambientes levando em conta as questões de conforto e segurança das pessoas envolvidas (Cassol *et al.*, 2012). É o primeiro desenvolvido no Brasil, possui custo cerca de dez vezes menor do que as ferramentas internacionais e realiza análises complexas que levam em consideração diferentes situações, como pânico e emergência, incluindo a análise de diversos tipos de ocupantes - como idosos, crianças e pessoas com dificuldade de locomoção e suas reações (FINEP, 2013).

O local a ser analisado deve ser representado em 3D e sua estrutura e acessos representados de maneira clara e fiel à realidade. O programa realiza os cálculos de rota baseados em grafo. A distância entre dois contextos são arestas, enquanto o ponto de ligação entre os contextos é considerado um nodo. Com os dados de saída do software é possível avaliar a densidade populacional ao longo do tempo para as diversas áreas do local estudado, o tempo total de evacuação, a trajetória percorrida pelos indivíduos e os níveis de concentração, expressos em mapas de densidade. A partir dessas análises tem-se a indicação de gargalos e pontos críticos, que possibilitam a busca de soluções para prevenção e correção desses eventos indesejáveis (CASSOL ET AL., 2012). O *CrowdSim*, porém, não é um software com fins comerciais, desta forma, não foi possível a sua utilização nesta pesquisa.

2.9.2 Legion

O *Legion* é um software de simulação dinâmica baseado em um modelo multiagente utilizado pelas consultorias Steer Davies Gleave e Modelle Logística e Engenharia para modelagem e simulação de fluxos de pedestres. Permite o desenvolvimento de algoritmos para distintas situações e contextos de simulação de pedestres, como para áreas de trabalho, lazer, situações de emergência, entre outros (TERRA, 2014).

Pesquisas apontam que a formação de grupos dentro das multidões é um fenômeno comum e tem grande influência no comportamento de pedestres (Ling *et al.*, 2014). Um dos modelos que busca uma compreensão dos desastres em multidões é o modelo que utiliza a sigla “FIST”, onde “F” é a força do público, “I” a informação entre os indivíduos, “S” o espaço físico e “T” o tempo de duração do incidente. Este modelo é utilizado para o desenvolvimento de diretrizes para a prevenção de catástrofes. A evacuação de um edifício, do início até que as pessoas atinjam um local seguro pode ser dividida em duas fases: o tempo de viagem (tempo gasto movendo-se para um local seguro) e o tempo de escoamento (tempo gasto para dispersão controlada pelas características de escoamento). A duração do tempo de escoamento é

influenciada pela densidade, velocidade, características de fluxos, largura do espaço e tempo necessário para passar através de um componente, tais como portas de emergência. A investigação da capacidade de fluxo nas portas de evacuação dos espaços requer uma análise detalhada.

2.9.3 PTV Vissim/Viswalk

O software *PTV Vissim/Viswalk* tem como objetivo analisar a capacidade e o uso eficiente dos espaços do objeto de estudo, através da simulação da movimentação de pedestres, em ambientes internos e externos. O software *PTV Viswalk* é um módulo do *PTV Vissim (Verker In Staden-SIMmulation)* que possui flexibilidade de opções e parâmetros e objetiva a utilização de simulações de pedestres em situações complexas envolvendo grande número de usuários. O software, além de ser utilizado no estudo de evacuação de edifícios, permite trabalhar com simulação de deslocamentos de pedestres em situações cotidianas em duas ou três dimensões, além de possuir módulos para micro simulação de automóveis (TERRA, 2014).

Os softwares são desenvolvidos por uma empresa privada alemã, sediada em Karlsruhe, Alemanha, a *PTV Planung Transport Verkehr AG – PTV Group*, que trabalha com inovações nas áreas de mobilidade urbana, logística e engenharia de trânsito. Os criadores a consideram uma ferramenta de fácil utilização, com resultados realistas, capaz de modelar qualquer número de pessoas, simular em 2D ou 3D (PTV Group, 2017). O simulador tem como características principais a possibilidade de detectar pontos de estrangulamentos e possíveis obstáculos que podem oferecer potenciais riscos de lentidão na evacuação dos locais. Além disso, utiliza variáveis do comportamento humano que evitam, por exemplo, a colisão entre os indivíduos em uma movimentação normal e obstáculos, a partir de um estudo de pedestres em contra fluxo.

Figura 7- Imagem de simulação realizada com software PTV Vissim/Viswalk



Fonte: PTV Group (2017)

A simulação pode atuar tanto na fase de elaboração de novos projetos, como na avaliação das condições de esvaziamento de edificações existentes. Os resultados permitem uma visualização integral de ambientes (PTV Group, 2017). A ferramenta está baseada em análise microscópica para simulação de pedestres e, dentre suas aplicações, encontra-se o plano de evacuação de edifícios e eventos especiais, no qual pode ser estudado: a segurança em locais públicos; a avaliação de medidas estruturais e organizacionais destinadas a reduzir e controlar o comportamento das pessoas em situações de emergência; os perigos potenciais e o planejamento de fluxos de pedestres em edifícios, estádios e outras instalações; a simulação de rotas de saída e cenários de evacuação em edifícios altos e túneis.

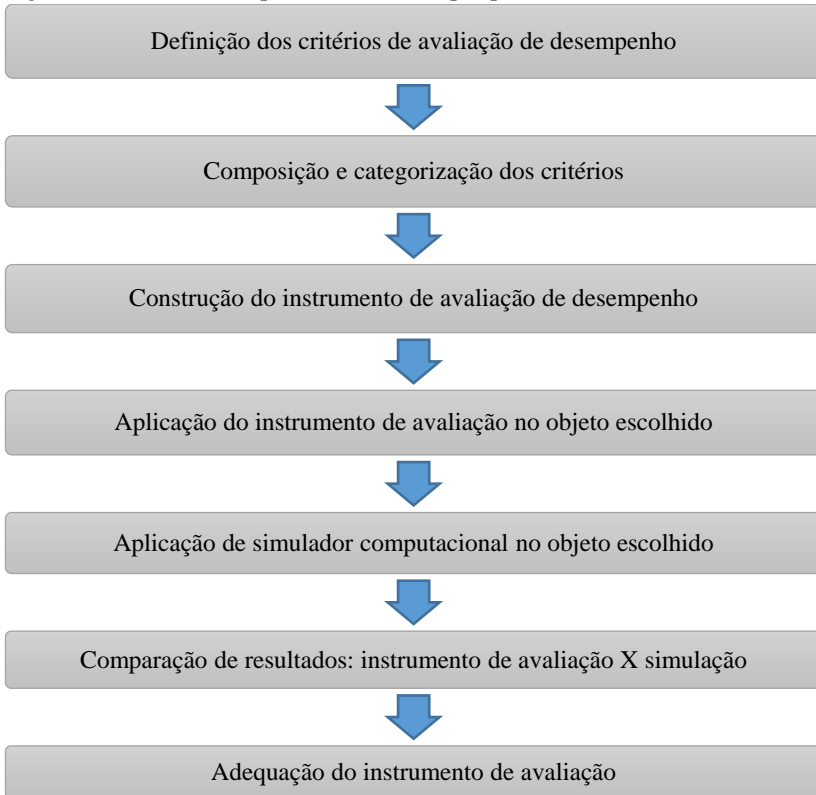
A disponibilidade do software com grande confiabilidade dos resultados, conduziu, nesta pesquisa, à adoção do software *PTV Vissim/Viswalk* (Figura 7). A PTV Group disponibilizou uma licença acadêmica para a realização da pesquisa. A licença viabiliza a utilização de todos os recursos do software. O grupo também estende ao autor um suporte via site e e-mail, além de manuais, o que permite a troca de informações e possíveis dúvidas que surjam ao longo da pesquisa.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O presente capítulo descreve o método adotado nesta pesquisa para a elaboração de um instrumento de avaliação das condições de esvaziamento emergencial de espaços que reúnem grande público flutuante. Também é apresentado o cenário escolhido para a aplicação do modelo desenvolvido, justificando-se a sua escolha. Acredita-se que esse modelo possa auxiliar arquitetos e engenheiros na elaboração de novos espaços, utilizando parâmetros para os projetos que visem maior segurança para os usuários.

Ao realizar a avaliação de desempenho dos espaços, o modelo aqui proposto pode auxiliar nos processos de decisão relacionados à realização dos eventos que atraem multidões e também na adequação dos aspectos arquitetônicos destes espaços visando a segurança dos usuários. A elaboração desse instrumento está baseada nas normas técnicas brasileiras e critérios elencados a partir de temas como o comportamento de multidões, os critérios de planejamento tratados pela logística humanitária, o planejamento e gestão de eventos e a relação entre os usuários e o ambiente construído. Apresenta-se, na Figura 8, as etapas metodológicas de desenvolvimento do modelo.

Figura 8 - Síntese das etapas de trabalho da pesquisa



Fonte: Elaborado pela Autora

Definição dos critérios de avaliação de desempenho: trata-se da etapa de definição dos elementos para avaliação de aspectos da arquitetura relacionados à segurança na movimentação das multidões em locais que reúnem grande público flutuante. A procedimento metodológico de avaliação elaborada, doravante denominada de “instrumento de avaliação de desempenho”, teve como base para a sua composição a NBR 9077/2001 “Saídas de emergência em edifícios”, a NBR 9050/2015 “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, a IN/DAT/CBMSC 009/2014 “Sistema de saída de emergência”, a IN/DAT/CBMSC 31/2014 “Plano de Emergência” e a Norma Técnica nº 12/2012/CBMGO “Eventos públicos e centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio”. Outras referências buscaram complementar os dados das normas citadas

e elencar critérios de avaliação, tais como: o comportamento de multidões, os critérios de planejamento tratados pela logística humanitária bem como o planejamento e gestão de eventos e a relação entre os usuários e o ambiente construído (espaço). Além das informações constantes nas referências citadas, outras questões foram elaboradas a partir de informações obtidas com a modelagem do local escolhido como cenário para a simulação da evacuação de espaços.

Composição e categorização dos critérios: os conteúdos abordados na revisão bibliográfica constituem a base do modelo proposto. Faz-se necessário, antes, considerar a lógica de aspectos abordados, o que ocorreu por meio da identificação de critérios e subcritérios que permitiram avaliar a relação entre a arquitetura e a segurança na movimentação das multidões, bem como os padrões de comportamento na evacuação dos espaços. Os critérios elencados foram categorizados conforme aspectos e características relevantes, fazendo distinção entre elementos de naturezas diferentes. Estas características geraram desdobramentos que foram identificados como critérios e sub-critérios.

Construção do instrumento de avaliação de desempenho: o instrumento partiu de listas de verificação, em forma de planilhas, que permitem identificar, por meio do levantamento dos critérios estabelecidos na etapa de definição dos critérios de avaliação, as condições de segurança dos espaços avaliados. A construção do modelo partiu do entendimento de que o espaço que atende aos critérios elencados, relacionados à segurança de multidões, é capaz de promover a velocidade necessária para uma evacuação segura. Ao final da construção do instrumento de avaliação de desempenho proposto ele foi aplicado em um objeto de estudo e, posteriormente, validado.

Aplicação do instrumento de avaliação em objeto escolhido: o estudo de caso foi realizado com a finalidade de aplicação do instrumento de avaliação elaborado. O objeto de estudo foi previamente escolhido, definido como sendo o Parque Vila Germânica, em Blumenau, durante a Oktoberfest. A partir da aplicação do instrumento, identificou-se o nível de atendimento às normas técnicas desse objeto, indicando-se as necessidades de adequação de aspectos arquitetônicos para promover melhorias na segurança.

Aplicação de simulador computacional em objeto escolhido: para comparação com finalidade de validação do instrumento de avaliação de desempenho elaborado, utilizou-se no objeto de estudo escolhido, o simulador computacional com humanos virtuais PTV Viswalk. Esse simulador considera aspectos do comportamento humano na evacuação de emergência e fornece, como resultado, o tempo de

evacuação da multidão do local de estudo. Também fornece informações acerca de possíveis pontos de estrangulamentos ou lentidão durante a evacuação, em função de aspectos da arquitetura dos espaços.

Comparação de resultados entre o instrumento de avaliação e a simulação: a verificação da aplicabilidade do instrumento de avaliação se realiza por meio da comparação entre o resultado do instrumento aplicado em local previamente escolhido e da simulação computacional desse mesmo local quanto à evacuação com humanos virtuais. Resultados distintos poderiam ocorrer:

- a) os dois métodos de avaliação comparados indicarem atendimento aos parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas e, portanto, o instrumento de avaliação elaborado estaria adequado para ser replicado em outros locais;
- b) um dos métodos indicar atendimento aos parâmetros estabelecidos pelas normas e o outro método indicar que não há segurança na movimentação da multidão no local – neste caso, seria necessário verificar o instrumento de avaliação elaborado bem como quais os aspectos da arquitetura poderiam ser alterados para melhorar o tempo de evacuação;
- c) os dois métodos indicarem que o local não oferece segurança na movimentação da multidão - neste caso seria necessário adequar o projeto do local e propor melhorias para melhorar o tempo de evacuação, baseado nos pontos de lentidão ou estrangulamento, possivelmente percebidos na simulação computacional. Outros estudos para o local, com diferentes propostas de layout poderiam ser realizados, a fim de se encontrar soluções e diretrizes para permitir espaços seguros quanto à movimentação da multidão em caso de evacuação.

Adequação do instrumento de avaliação: revisões do instrumento de avaliação podem ser necessárias, bem como novos objetos de estudo avaliados, a fim de validar o instrumento em diferentes locais que atraem reunião de grande público flutuante para uso posterior.

3.1 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

O método proposto nesta pesquisa buscou avaliar o desempenho, quanto à segurança na movimentação de multidões, de espaços que reúnem grande público flutuante, através da análise dos aspectos arquitetônicos elencados a partir das normas técnicas definidas para esta

pesquisa. O instrumento de avaliação proposto foi elaborado por meio do uso de listas de verificação.

Segundo Leite (2012), a lista de verificação é um tipo de instrumento que tem como objetivo principal constatar a presença de determinadas características de um processo ou produto que está sendo avaliado. Ela pode ser de interesse do sujeito que irá aplicá-la, ou de um consumidor em especial. As listas de verificação devem ser objetivas e sucintas, com enfoque nos pontos chave que precisam ser avaliados. São consideradas como uma das ferramentas mais simples e práticas para a gestão de processos e garantia de qualidade (LEITE, 2012).

De acordo com Fontes (2010 apud LEITE, 2012), as listas de verificação surgiram no setor de aeronáutica/aviação, na tentativa de aumentar a segurança nos procedimentos relacionados à tecnologia de construção de aviões e de engenharia de voos. Já na área de avaliação de projetos, o uso de listas de verificação, bem como seu processo de elaboração e validação, se popularizou devido ao especialista Michael Scriven, em 1967, com sua preocupação em estabelecer critérios para avaliação de produtos educacionais.

Conforme Stufflebeam e Shinkfield (2007 apud LEITE, 2012), as listas de verificação possuem critérios relevantes para realizar avaliações de um objeto em particular ou comparar objetos concorrentes. Apesar da pouca complexidade, o grau de utilidade da lista de verificação pode variar. Como exemplo, tem-se listas de verificação para acompanhar atividades avaliativas ou realizações de um projeto ou processo. Também pode-se aplicar este método quando o objetivo é avaliar todos os processos de um projeto, através de um conjunto de listas de verificação com a mesma finalidade, apenas abordando aspectos diferentes, tal como propõe esta pesquisa.

Segundo Belson (1981), é necessário desenvolver um instrumento de avaliação que evite as situações abaixo descritas (BELSON, 1981):

- a) apresentar dois itens como sendo um;
- b) incluir um grande número de palavras no item;
- c) usar múltiplas ideias no mesmo item;
- d) usar frases difíceis de entender;
- e) elaborar um item dependente do outro;
- f) usar frases condicionais (i.e., imagine, se);
- g) usar expressões negativas como “não” ou “nunca”;
- h) utilizar tempos verbais diferentes na mesma sentença;
- i) elaborar itens muito longos;
- j) utilizar na mesma sentença itens no plural e singular;

k) usar diferentes instruções no cabeçalho do item.

Segundo Leite (2012), recomenda-se que as listas de verificação sejam resumidas e jamais escritas como relatório; cada item deve descrever um aspecto do produto ou etapa do processo a ser avaliado; não possuir modelo padronizado, podendo assumir várias formas de apresentação; as ideias expressas em cada item devem indicar o que precisa ser feito; não devem ter mais do que 10 itens, por mais complexo que seja o processo/projeto avaliado, e os itens não devem ser genéricos.

As listas de verificação podem ser elaboradas para serem preenchidas por quem a elaborou ou por outra(s) pessoa(s). Recomenda-se também treinar as pessoas que irão aplicar o instrumento, para que todas as etapas do processo sejam cumpridas. A lista de verificação ajuda as pessoas a se lembrarem de percorrer todas as etapas previstas em um dado processo e garantir que a atividade seja realizada de acordo com o que foi previsto (LEITE, 2012).

As listas de verificação precisam de uma introdução que defina, antecipadamente, os pontos ou elementos que se pretende avaliar. Portanto, deve haver alguma forma do elemento disponível para que seja verificado, mesmo que seja um projeto ou protótipo.

Executar uma lista de verificação trata simplesmente de inspecionar o elemento que se deseja avaliar, em relação a cada item constante da lista. No entanto, trata-se de um instrumento maleável, podendo ser adaptado e modificado de acordo com a demanda da análise. Do avaliador, requer uma certa habilidade para a aplicação do instrumento, pois possivelmente é a fonte da maior parte das variações nas análises das listas de verificação. Pode-se citar como vantagens e desvantagens:

- Técnica rápida e extremamente fácil;
- A análise processual garante que todos os aspectos sejam cobertos;
- Pode apresentar erros antropométricos e problemas cognitivos;
- Transferibilidade limitada – generalidade/especificidade excessiva;
- Contexto e interações de tarefas não consideradas.

Confiabilidade / Validade: embora as listas de verificação funcionem muito mal em relação à confiabilidade intra-avaliadora, inter-avaliador, a confiabilidade ultrapassa todos os métodos e a validade preditiva geral também é aceitável. Isso, provavelmente, deve-se principalmente à natureza altamente estruturada das listas de verificação.

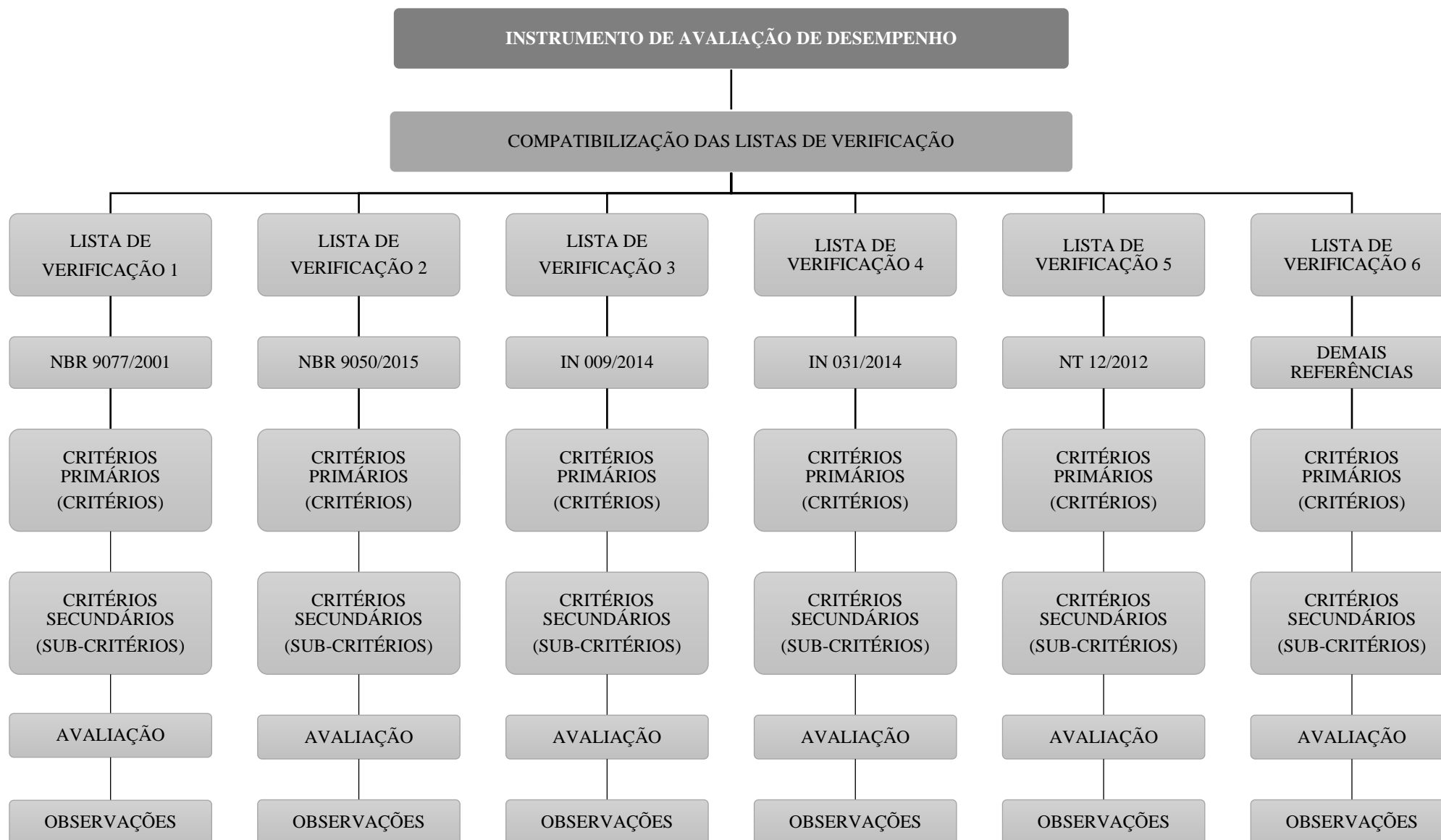
Recursos: as listas de verificação são uma das técnicas mais rápidas para treinar, praticar e aplicar.

Usabilidade: as listas de verificação foram consideradas como as mais consistentes entre muitos métodos possíveis. O uso de recursos, um indicador de facilidade de uso, também foi avaliado.

Eficácia: dependendo de quais listas de verificação são usadas (a literatura oferece muitas), elas podem, teoricamente, ser aplicadas em qualquer ponto durante o projeto. Nos estágios iniciais elas podem, essencialmente, ser usadas como diretrizes. Mas a lista de verificação utilizada neste estudo só pode ser aplicada realisticamente a partir da fase de prototipagem em diante.

Conforme mostrado na Figura 9, o instrumento de avaliação de desempenho que se pretende elaborar será realizado a partir da compatibilização de seis listas de verificação. As bases para a composição das listas de verificação são, como já citado, a NBR 9077/2001 “Saídas de emergência em edifícios”, a NBR 9050/2015 “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos”, a IN/DAT/CBMSC 009/2014 “Sistema de saída de emergência”, a IN/DAT/CBMSC 31/2014 “Plano de Emergência”, a IN/DAT/CBMSC 013/2018 “Sinalização para Abandono de Local”, a IN/DAT/CBMSC 24/2014 “Eventos Transitórios e Praças Desportivas”, a IN/DAT/CBMSC 28/2018 “Brigada de Incêndio e a Norma Técnica nº 12/2012/CBMGO “Eventos públicos e centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio”. Também serão utilizadas outras referências que buscarão complementar os dados das normas citadas e elencar critérios de avaliação, tais como: o comportamento de multidões, os critérios de planejamento tratados pela logística humanitária e pelas recomendações quanto à gestão de eventos e a relação entre os usuários e o ambiente construído.

Figura 9 - Procedimentos para construção do instrumento de avaliação



Fonte: Elaborado pela autora

Essas listas de verificação são resultantes da avaliação de critérios relacionados aos aspectos arquitetônicos que promovem a segurança na movimentação dos usuários de espaços que reúnem grande número de pessoas. Os aspectos elencados são classificados em critérios e sub-critérios, conforme sua natureza, tendo em vista que a inferência dos dados deva ser objetiva e conclusiva. Assim, os quesitos avaliados podem atender ou não aos critérios elencados. A fim de permitir contribuições, prevê-se um campo destinado a receber observações ou recomendações de adaptações necessárias nos espaços.

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão de características semelhantes destes elementos.

O critério de caracterização pode ser semântico, sintático, léxico e expressivo. Classificar elementos em categorias impõem a investigação do que cada um deles possui em comum com os outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre estes elementos. A categorização é um processo estruturalista e é composta por duas etapas: o inventário, momento em que se isolam os elementos, e a classificação, momento em que se repartem os elementos e se impõem uma certa organização a eles. O processo classificatório possui grande importância nas atividades científicas. A categorização tem como principal objetivo fornecer, por condensação, uma representação simplificada de dados brutos. O título conceitual de cada categoria somente deve ser definido no final da operação. As categorias devem possuir as seguintes qualidades:

Exclusão mútua: esta qualidade determina que cada elemento não pode existir em mais de uma categoria.

Homogeneidade: esta qualidade define que deve existir apenas um princípio de classificação.

Pertinência: uma categoria é considerada pertinente quando está adaptada ao material de análise escolhido e quando pertence ao quadro teórico definido. Nesta qualidade, há uma ideia de adequação. As categorias devem refletir as intenções da investigação.

Objetividade e fidelidade: as diferentes partes de um mesmo material, ao qual se aplica a mesma categoria, devem ser codificadas da mesma maneira, mesmo quando submetidas a várias análises. As variáveis que cada elemento aborda devem ser claramente definidas.

Produtividade: um conjunto de categorias é produtivo se fornece resultados férteis.

Após a conclusão das seis listas de verificação realizou-se a sua compatibilização, uma vez que possíveis critérios, avaliados em diferentes listas de verificação, podem apresentar sobreposição ou repetição de dados analisados. Por fim, foi proposto um instrumento contemplando todas as listas de verificação elaboradas, resultando, portanto, no instrumento de avaliação de desempenho proposto para esta pesquisa.

3.1.1 Lista de verificação 1: NBR 9077/2001

A segurança das pessoas, em caso de emergência e necessidade de evacuação de um local, depende, potencialmente, de condições eficientes para o abandono seguro da edificação, através de rotas de fuga adequadas.

Segundo Berto (1991),

A confiabilidade deste elemento deve ser, necessariamente, mais elevada que dos outros elementos do sistema, pois na hipótese de o incêndio ocorrer, pondo em risco a incolumidade dos usuários do edifício, significando que outros elementos do sistema falharam, a evacuação segura do edifício não poderá falhar. Trata-se desta forma, do elemento mais importante e mais diretamente associado à segurança da vida humana, em caso de incêndio (Berto, 1991, p. 276,277).

Em geral, as pessoas têm um comportamento adaptativo, ou seja, conseguem abandonar um edifício em uma situação de evacuação emergencial conforme padrões normais de comportamento. Contudo, em determinadas situações, podem surgir fenômenos que possibilitam que os indivíduos tenham um comportamento não adaptativo. Segundo Coelho (s.d.), um comportamento não adaptativo pode ser definido por práticas de uma ou várias ações que contribuam para dificultar a evacuação de um edifício.

Ainda segundo Coelho (s.d.), a probabilidade de ocorrer um comportamento não adaptativo aumenta se algumas medidas de segurança não forem consideradas, entre elas: a) concepção correta de caminhos de evacuação (com visibilidade das saídas, larguras suficientes, adequada relação entre largura e altura dos degraus das escadas, existência de corrimãos nas escadas, entre outros); b) inexistência de passagens estreitas ou estrangulamentos nos caminhos de evacuação; c) existência de sinalização de segurança; d) existência de iluminação de emergência; e) detecção do evento (incêndio, etc) em sua fase inicial e

presença de adequados sistemas de alarme; f) existência de locais de refúgio e sistema de comunicação com os ocupantes; g) sistemas adequados de controle de fumaça (em caso de incêndio).

Não raras vezes, observa-se que, apesar de haver saídas de emergência em quantidade suficiente, o mau gerenciamento pode ser o principal responsável pela ocorrência de vítimas. Exemplos como os incêndios no Supermercado Ycuá Bolanos em Assunção, no Paraguai, em 2004, com 426 vítimas fatais e 500 feridos (Alvarez, 2004) e na discoteca República Cromagnon em Buenos Aires, Argentina, em 2004, com 193 vítimas fatais e 900 feridos (Alvarez; Moncada, 2004), demonstram que parte das saídas de emergência estavam bloqueadas ou não foram usadas, apesar de atenderem a quantidades e dimensões recomendadas.

A NBR 9077/2001 fixa as condições mínimas exigidas para as edificações, a fim de que os seus ocupantes possam abandoná-las em caso de incêndio, devendo ser protegidas e com a manutenção de sua integridade física. A Norma também tem por finalidade permitir que o auxílio externo (bombeiros) tenha fácil acesso ao edifício para combate ao fogo e/ou auxílio às pessoas. Estes objetivos devem ser alcançados projetando-se saídas comuns nas edificações que possam servir como saídas de emergência, bem como saídas de emergência propriamente ditas, sempre que necessário.

A Norma classifica as edificações quanto a sua ocupação, conforme Tabela 1 da NBR 9077/2001 e quanto as suas dimensões em planta, altura e características construtivas, conforme as Tabelas 2, 3 e 4, atendendo tanto edificações novas, portanto ainda em fase de projeto, bem como edificações em uso, servindo para buscar adaptações em espaços já consolidados. Esta pesquisa, conforme seus objetivos, limitou-se aos locais de reunião de público, ou seja, ao Grupo F, de acordo com a Tabela 3. A pesquisa não foi limitada quanto às dimensões, altura ou características construtivas da edificação.

Tabela 3 - Classificação e descrição de uso e ocupação delimitados na pesquisa

Grupo	Uso/Ocupação	Divisão	Descrição	Exemplos
F	Locais de Reunião de Público	F-1	Locais onde há objetos de valor inestimável	Museus, galerias de arte, bibliotecas, entre outros
		F-2	Templos e auditórios	Igrejas, sinagogas, templos e auditórios em geral
		F-3	Centros esportivos	Estádios, ginásios, piscinas cobertas, arenas e arquibancadas
		F-4	Estações e terminais de passageiros	Estações rodoferroviárias, aeroportos, estações de transbordo
		F-5	Locais para produção e apresentação de artes cênicas	Teatros, cinemas, óperas, auditórios de estúdios de TV e rádio
		F-6	Clubes sociais	Boates e clubes noturnos, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais
		F-7	Construções provisórias	Circos, entre outros
		F-8	Locais para refeições	Restaurantes, lanchonetes, bares, cafés, refeitórios, cantinas

Fonte: Elaborado pela Autora, baseado na Tab. 1 da NBR 9077/2001

De acordo com a NBR 9077/2001, os componentes da saída de emergência são:

- a) acessos ou rotas de saídas horizontais, isto é, acessos às escadas, quando houver, e respectivas portas ou ao espaço livre exterior, nas edificações térreas;
- b) rampas
- c) escadas;
- d) descarga;

e) instalações de alarmes.

Para efeito de elaboração das listas de verificação, estes componentes foram elencados como critérios a serem avaliados (Tabela 4). As saídas de emergência são dimensionadas conforme a população da edificação, de acordo com o cálculo determinado em anexos apresentados na Norma.

Tabela 4 - Critérios elencados ref. NBR 9077/2001

Critérios
Acessos ou rotas de saída horizontais
Rampas
Escadas
Descarga
Instalações de alarmes

Fonte: Elaborado pela Autora

Os acessos e rotas de saída horizontais devem possuir características adequadas à sua eficácia. Estas características, elencadas nesta pesquisa como sub-critérios, estão relacionadas à:

- a) largura das saídas: dimensionadas conforme o número de usuários da edificação e dos pavimentos que servem à população em caso de evacuação;
- b) acessos: serão observados a sua largura, o pé-direito mínimo de 2,50 metros, a inexistência de obstáculos e a sua sinalização e iluminação.
- c) distâncias máximas a serem percorridas: distâncias máximas para que a população atinja um local seguro, que pode ser espaço livre no exterior, áreas de refúgio ou escadas protegidas, conforme indicado na Tab. 6 da Norma;
- d) número de saídas: determinado em função do tipo de ocupação, altura, dimensões em planta e características construtivas, conforme indicado na Tab. 7 da Norma.
- e) portas: serão analisados o sentido de abertura das portas, a largura, a existência de ferragem antipânico e a isenção de peças plásticas.

As escadas e rampas são componentes importantes para a segurança na movimentação de pessoas. Em relação às rampas, as características necessárias apontadas na Norma e elencadas como sub-critérios para avaliação são:

- a) presença junto às descargas;
- b) presença na união entre ambientes internos e externos;

- c) terem patamares planos no início/final;
- d) o comprimento mínimo dos patamares deve ser de 1,10 metros;
- e) possuírem piso antiderrapante;
- f) não possuírem portas nos patamares;
- g) presença de patamar quando houver mudança de direção na rampa;
- h) presença de corrimãos e guarda-corpos;
- i) possuir iluminação e sinalização de emergência;
- j) estar livre de obstáculos;
- k) possuir declividade máxima de 10%.

Em relação às escadas, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) inexistência de lances com até 3 degraus;
- b) a largura das escadas deve atender ao número de usuários;
- c) os degraus devem possuir altura entre 16 e 18 centímetros;
- d) a largura dos degraus deve atender à fórmula de Blondel;
- e) a inexistência de escada mista (curva e reta);
- f) as ante-câmaras (quando houver) devem estar corretamente dimensionadas;
- g) presença de guarda-corpos e corrimãos;
- h) os lanços das escadas devem estar corretamente dimensionados;
- i) os comprimentos dos patamares devem estar corretamente dimensionados;
- j) escadas enclausuradas (quando houver) devem resistir ao fogo por no mínimo 2 horas;

Em relação às descargas, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) obrigatoriedade de presença de áreas de descarga;
- b) o tipo de descarga;
- c) o correto dimensionamento da largura da mesma.

Em relação aos sistemas de alarme e sinalização, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) devem possuir sistema de comunicação de emergência;
- b) devem possuir sistema de iluminação de emergência;

- c) devem possuir sistema de sinalização de saídas nos acessos;
- d) devem possuir sistema de sinalização de saídas nas descargas.

A lista de verificação 1 é apresentada no APÊNDICE A.

3.1.2 Lista de verificação 2: NBR 9050/2015

A NBR 9050/2015 2015 “Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos” estabelece critérios e parâmetros técnicos que devem ser observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação às condições de acessibilidade. As dimensões de referência foram baseadas nas medidas entre 5% e 95% da população brasileira.

Foram consideradas as medidas de pessoas que utilizam equipamentos de apoio para o deslocamento, tais como, uma ou duas bengalas, andador com rodas ou rígido, muletas, tripé de apoio, bengala longa, cão-guia e cadeira de rodas. Também foram determinadas as dimensões de circulação e manobra para transposição de obstáculos e referências para adequada locação de mobiliário presente na rota acessível.

A NBR apresenta aspectos relacionados à arquitetura dos espaços que possam interferir na movimentação dos usuários, que podem ser divididos em três grupos:

- a) Parâmetros antropométricos: dispõe sobre as dimensões mínimas das pessoas, instrumentos de apoio e cadeiras de rodas;
- b) Comunicação e sinalização: dispõe sobre os mapas e placas, bem como sinalização sonora. Apresenta também dimensões e formatos dos pisos podotáteis utilizados para orientação às pessoas com restrições visuais;
- c) Acessos e circulações: trata das dimensões das circulações horizontais (corredores) e das circulações verticais (rampas e escadas).

Para compor a lista de verificação em relação à NBR 9050, adota-se os critérios apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Critérios elencados ref. NBR 9050/2015

Critérios
Rotas acessíveis, rotas de fuga e saídas de emergência
Sinalização e iluminação de emergência
Portas
Áreas de resgate
Áreas de descanso
Rampas
Escadas

Fonte: Elaborado pela Autora

As rotas acessíveis, rotas de fuga e saídas de emergência devem estar presentes nas edificações destinadas à movimentação de pessoas e corretamente dimensionadas conforme o fluxo de pessoas que por estas rotas deverão transitar. Deverão também estar desobstruídas e livres de grelhas, capachos ou outros elementos que poderiam dificultar a movimentação segura dos indivíduos. A NBR também dispõe sobre sinalização informativa das circulações destinadas às saídas de emergência, presença de iluminação suficiente para permitir o escoamento das pessoas e indica a necessidade de que os revestimentos possuam superfícies adequadas a fim de evitar acidentes (quedas).

Em relação às rotas acessíveis, rotas de fuga e saídas de emergência, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) deve possuir rotas acessíveis;
- b) as rotas acessíveis devem estar vinculadas à circulação principal e de emergência;
- c) deve possuir sinalização informativa direcional nas rotas acessíveis;
- d) as rotas acessíveis devem possuir iluminação natural e/ou artificial suficiente;
- e) as rotas acessíveis devem estar livres de grelhas, juntas de dilatação, capachos, tampas, etc;
- f) deve possuir sinalização de emergência nas rotas de fuga direcionadas à saída;
- g) as rotas de fuga devem possuir sinalização e iluminação de balizamento;
- h) as rotas de fuga devem ser dotadas de sinalização tátil e sonora;
- i) as rotas de fuga devem estar desobstruídas;

- j) os revestimentos nas rotas de fuga devem ser regulares, estáveis e antiderrapantes;
- k) os corredores nas rotas de fuga devem estar dimensionados conforme o fluxo de pessoas;
- l) os corredores devem estar livres de obstáculos.

A sinalização e iluminação de emergência, conforme a NBR, deve orientar os deslocamentos dos indivíduos com restrições motoras, visuais e auditivas. Desta forma, em relação a este critério, as características necessárias aos espaços com movimentação de pessoas elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) devem possuir sinalização de emergência normal e em braile;
- b) devem possuir sinalização de circulação;
- c) devem possuir sinalização de elevador (se houver);
- d) devem possuir sinalização de escada rolante (se houver);
- e) devem possuir sinalização de rampas (se houver);
- f) devem possuir sinalização de escadas (se houver);
- g) devem ser previstas sinalização em portas e passagens;
- h) devem possuir sinalização de pavimento (se houver mais de um pavimento);
- i) devem possuir sinalização de degraus isolados (se houver);
- j) devem possuir planos e mapas acessíveis para permitir a localização e orientação.

Em relação às portas, os sub-critérios elencados nesta pesquisa para permitir a evacuação segura de um espaço com movimentação de um grande número de pessoas são:

- a) devem possuir barras antipânico;
- b) devem possuir maçanetas, puxadores e barras antipânico de fácil pega.

A NBR dispõe ainda sobre áreas de resgate que são destinadas a manter em segurança pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida enquanto aguardam socorro em situação de sinistro. Os sub-critérios elencados em relação ao critério áreas de resgate para locais com grande número de pessoas são:

- a) devem possuir uma área de resgate para cada 500 pessoas de lotação no local;
- b) as áreas de resgate devem ser sinalizadas;
- c) devem estar localizadas fora do fluxo principal da circulação (rotas de fuga);

d) devem possuir dispositivos de comunicação de emergência.

Como critério, também se apresenta a necessidade de investigação das áreas de descanso, que são áreas adjacentes e interligadas às áreas de circulação interna ou externa às edificações, destinadas aos usuários que necessitem de paradas temporárias para posterior continuação do trajeto. Os sub-critérios elencados em relação às áreas de descanso para locais com grande número de pessoas são:

- a) o local deve possuir áreas de descanso;
- b) a área de descanso deve estar fora da circulação principal;
- c) a distância entre as áreas de descanso deve atender à NBR.

As rampas e escadas compõem a circulação vertical em edificações e estão sujeitas a uma série de parâmetros construtivos de forma que permitam aos usuários uma movimentação segura em direção ao pavimento térreo, tanto em condições normais quanto em situações de emergência. Os sub-critérios elencados em relação às rampas que demonstram as características necessárias a segura movimentação de pessoas no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) as rampas devem possuir declividade adequada;
- b) devem possuir o número de segmentos adequados;
- c) devem possuir largura corretamente dimensionada;
- d) devem possuir guarda-corpos e corrimãos adequados;
- e) devem possuir guia de balizamento com no mínimo 5 cm de altura;
- f) devem possuir patamares no início e no término;
- g) devem possuir patamares intermediários sempre que necessário, conforme a NBR;
- h) os patamares devem possuir largura e comprimento corretamente dimensionados;

Os sub-critérios elencados em relação às escadas, que demonstram as características necessárias a segura movimentação de pessoas no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) os degraus isolados (se houver) devem estar sinalizados e corretamente dimensionados;
- b) as dimensões de pisos e espelhos devem ser iguais em toda a extensão da escada;
- c) os degraus devem estar dimensionados segundo a Fórmula de Blondel;
- d) a largura das escadas deve ser dimensionada conforme o fluxo de pessoas;

- e) devem possuir guias de balizamento com no mínimo 5 cm de altura;
- f) devem possuir patamares corretamente dimensionados;
- g) devem possuir corrimãos e guarda-corpos adequados.

A lista de verificação 2 é apresentada no APÊNDICE B.

3.1.3 Lista de verificação 3: IN 009/2014 DAT/CBMSC

A Instrução Normativa 009/2014 “Sistema de saída de emergência”, elaborada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina dispõe sobre as condições mínimas para as saídas de emergência em edificações, a fim de que seus usuários possam abandoná-las em caso de emergência completamente protegidos em sua integridade física. Também descreve que todas as edificações, independente da natureza de sua ocupação, altura ou área total construída, deverão atender ao disposto na instrução normativa.

A IN 009/2014 apresenta aspectos relacionados à arquitetura dos espaços que possam interferir na movimentação dos usuários, classificados conforme os critérios apresentados na Tabela 6:

Tabela 6 - Critérios elencados ref. IN 009/2014 DAT/CBMSC

Critérios
Saídas e circulações
Sinalização e iluminação de emergência
Escadas e rampas
Portas

Fonte: Elaborado pela Autora

Em relação às saídas e circulações, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) os acessos devem permitir o escoamento fácil dos ocupantes de cada pavimento;
- b) os acessos e circulações devem estar desobstruídos em todos os pavimentos;
- c) as saídas de emergência devem estar dimensionadas corretamente conforme o fluxo de pessoas;
- d) a largura mínima das circulações deve ser 1,65 metros;
- e) o caminhar máximo até local seguro deve ser de 25 metros;

- f) o número de saídas de emergência deve ser determinado conforme a necessidade do local;
- g) em espaços com área superior a 100 metros quadrados, deve haver controle de lotação de público;
- h) a descarga deve possuir sinalização em direção à via pública;
- i) a descarga deve possuir largura proporcional ao número de pessoas que irá receber.

Em relação às escadas e rampas, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) devem terminar no piso da descarga;
- b) devem estar livres e desimpedidas;
- c) devem possuir patamares, no mínimo, a cada 3 metros de desnível;
- d) devem possuir patamar sempre que houver mudança de direção;
- e) devem possuir iluminação de emergência;
- f) devem possuir sinalização de emergência;
- g) devem ser corretamente dimensionadas conforme o fluxo de pessoas;
- h) os patamares (se houver) devem manter a mesma largura que as escadas e rampas;
- i) os patamares (se houver) devem ser planos;
- j) as escadas e rampas devem possuir corrimãos contínuos e em ambos os lados;
- k) os corrimãos devem permitir que sejam agarrados de forma fácil e segura;
- l) os terraços, mezaninos, varandas e sacadas devem possuir guarda-corpos;
- m) o piso das escadas e rampas devem possuir piso antiderrapante;
- n) as escadas destinadas à saída de emergência não devem possuir degraus em leque;
- o) os parapeitos devem possuir altura mínima de 1,10m.

Em relação às portas, as características necessárias e elencadas como sub-critérios de avaliação no procedimento metodológico proposta na pesquisa são:

- a) devem abrir no sentido do fluxo de saída das pessoas;
- b) devem possuir a mesma largura durante a abertura.

A lista de verificação 3, correspondente à IN 009/2014 DAT/CBMSC, segue no APÊNDICE C.

3.1.4 Lista de verificação 4: IN 31/2014 DAT/CBMSC

A Instrução Normativa 31/2014 “Plano de Emergência”, elaborada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina dispõe sobre os critérios mínimos para a elaboração e implantação de um plano de emergência para edificações. O plano de emergência deve contemplar procedimentos básicos na segurança contra acidentes, orientações para a realização de exercícios simulados, definições sobre a elaboração das plantas de emergência e orientações sobre o programa de manutenção dos sistemas preventivos de incêndio.

A identificação visual foi elencada como critério único estabelecido para a lista de verificação referente à IN 31, relevante para a garantia da movimentação segura de pessoas em espaços (Tabela 7).

Tabela 7 - Critério elencado ref. IN 31/2014 DAT/CBMSC

Critérios
Identificação visual

Fonte: Elaborado pela Autora

Em relação à identificação visual, os sub-critérios elencados nesta pesquisa para o critério apresentado na Tab. 7 e que devem permitir a evacuação segura de pessoas são:

- a) o local deve prever ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida;
- b) devem ser realizados exercícios simulados de abandono no mínimo 2 vezes ao ano;
- c) devem possuir plantas de emergência interna;
- d) devem possuir plantas de emergência externa;
- e) nas plantas de emergência devem ser identificadas a localização no imóvel;
- f) nas plantas internas devem ser indicadas as rotas de fuga;
- g) nas plantas de emergência devem ser indicadas as escadas de emergência;
- h) nas plantas internas deve ser indicada a localização do acionador de alarme.

A lista de verificação 4, correspondente à IN 31/2014 DAT/CBMSC, está apresentada no APÊNDICE D.

3.1.5 Lista de verificação 5: NT 12/2004/CBMGO

A NT 12, elaborada pelo Corpo de Bombeiros Militar Goiás, estabelece os requisitos mínimos necessários para garantir a segurança dos usuários em eventos públicos, contra incêndio e pânico, bem como o dimensionamento da lotação máxima destes espaços e foi utilizada nesta pesquisa por sua relevante contribuição em relação a propostas relacionadas à segurança em espaços que reúnem multidões.

A norma técnica dispõe sobre a localização e dimensionamento de aspectos arquitetônicos, tais como patamares de arquibancadas, saídas de emergência (acessos, circulações, escadas, rampas), espaços livres no exterior, pontos de venda de ingressos, desníveis nos pavimentos, alambrados, portas, catracas, entre outros. Em relação às descargas de público nos espaços livres no exterior, a norma estabelece que deve haver dimensionamento para que congestionamentos não ocorram, tanto em situações normais quanto em situações de emergência, em que poderá haver evacuação com pânico.

Os aspectos pertinentes à NT elencados nesta pesquisa como critérios são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Critérios elencados ref. NT 12/2004/CBMGO

Critérios
Setores e saídas de emergência
Escadas e rampas
Corrimãos e guarda-corpos
Descargas externas
Lotação máxima
Medidas específicas

Fonte: Elaborado pela Autora

O critério setores e saídas de emergência aborda aspectos relacionados à quantidade de saídas de emergência, suas dimensões e posicionamento e distâncias máximas a serem percorridas pelo usuário até um local seguro, entre outros. Em relação a este critério, os sub-critérios elencados nesta pesquisa são:

- a) cada setor deve possuir, no mínimo, 2 saídas de emergência;
- b) o número de saídas de emergência deve ser suficiente e deve ser posicionada corretamente;
- c) as distâncias máximas a serem percorridas por setor não deve ultrapassar 60 metros;
- d) as distâncias máximas a serem percorridas nas áreas externas não devem ser maiores que 120 metros;

- e) deve haver informação que conduza o público para as rotas de fuga;
- f) as saídas de emergência devem possuir sinalização e iluminação adequadas;
- g) nas saídas de emergência, os materiais de acabamento devem ser incombustíveis;
- h) o piso nas saídas de emergência deve ser em material antiderrapante;
- i) a largura das saídas de emergência não deve possuir estreitamento;
- j) junto às saídas de emergência deve haver informação indicando plano de abandono de local;
- k) os acessos e circulações devem atender aos portadores de necessidades especiais (NBR9050);
- l) as circulações horizontais devem estar livres de obstáculos;
- m) os locais de vendas devem estar distantes no mínimo 5 metros das saídas;
- n) os desníveis nas saídas devem ser vencidos por rampas adequadas;
- o) as portas e portões de saída de emergência devem ter abertura no sentido do fluxo de pessoas;
- p) as portas de saída devem possuir barra antipânico;
- q) as portas e portões devem ser de abrir;
- r) as saídas de emergência devem ser vigiadas pelas equipes de segurança durante o evento;
- s) as catracas de acesso devem ser reversíveis;
- t) as catracas de acesso não devem ser computadas como parte do sistema de saídas;

O critério escadas e rampas obteve como sub-critérios, os aspectos abaixo relacionados:

- a) as escadas e rampas devem ser contínuas desde o nível superior até a descarga;
- b) devem possuir largura adequada;
- c) devem estar desobstruídas;
- d) devem possuir patamares planos sempre que houver mudança de direção;
- e) devem possuir patamares de descanso a cada 12 degraus;
- f) as rampas devem possuir patamares de descanso a cada 3,20 metros de vão;

- g) os patamares devem possuir largura igual aos das escadas e rampas;
- h) as rampas devem ser precedidas e sucedidas por patamares planos;
- i) não deve haver portas alocadas nas rampas;
- j) a inclinação das rampas não deve ser superior a 10%.

Os corrimãos e guarda-corpos devem possuir características adequadas à sua eficácia. Estas características, elencadas nesta pesquisa como sub-critérios, estão relacionadas à:

- a) devem estar corretamente instalados;
- b) devem possuir terminações arredondadas;
- c) quando houver arquibancadas para público em pé, deve haver barreiras antiesmagamento.

O critério descargas externas obteve como sub-critérios os aspectos abaixo relacionados:

- a) devem ser tomadas medidas para evitar aglomeração nas saídas externas;
- b) não devem ser usadas como estacionamento de veículos;
- c) devem ser mantidas livres e desimpedidas;
- d) devem estar distribuídas equidistantes no local.

Em relação à lotação máxima de um recinto foram elencadas algumas características adequadas à manutenção da segurança das pessoas. Estas características, relacionadas como sub-critérios, são:

- a) em setores para público em pé, a lotação máxima não deve ultrapassar 3 pessoas por metro quadrado;
- b) o tempo máximo previsto para evacuação total do local não deve ultrapassar 5 minutos;
- c) o público em áreas com gramados deve ser computado no dimensionamento das saídas;
- d) nos camarotes sem cadeira fixa, a densidade máxima deve ser de até 2,5 pessoas por metro quadrado;
- e) devem ser tomadas medidas para evitar a lotação em função da migração entre setores;

Outras medidas devem ser tomadas a fim de se garantir a segurança em eventos com grande número de pessoas. O critério medidas específicas obteve como sub-critérios os aspectos abaixo relacionados:

- a) deve haver sala de comando e controle com sistemas de informação/comunicação;
- b) os recintos devem possuir equipamentos de sonorização;

- c) o público deve ser orientado sobre a localização das saídas antes do evento;
- d) deve ser previsto acesso e saída exclusivos aos serviços de emergência;
- e) em local externo adjacente deve ser prevista uma vaga para veículo de emergência;
- f) deve haver brigada de incêndio no local;
- g) deve haver sistema de iluminação de emergência alimentada por duas fontes de energia.

A lista de verificação 5, correspondente à NT 12/2004/CBMGO, está no APÊNDICE E.

3.1.6 Lista de verificação 6: OUTRAS REFERÊNCIAS

Para compor a lista de verificação 6, foram utilizadas referências que buscarão complementar os dados das normas citadas nas listas anteriores e elencar critérios de avaliação, tais como: o comportamento de multidões, os critérios de planejamento tratados pela logística humanitária e pelas recomendações quanto à gestão de eventos e a relação entre os usuários e o ambiente construído.

Além disso, categorizaram-se aspectos relacionados à IN/DAT/CBMSC 13/2018 “Sinalização para Abandono de Local”, a IN/DAT/CBMSC 24/2014 “Eventos Transitórios e Praças Desportivas”, a IN/DAT/CBMSC 28/2018 “Brigada de Incêndio.

Nesta lista de verificação os critérios elencados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Critérios elencados ref. outras referências

Critérios
Sinalização de abandono de local
Saídas de emergência
Ações para prevenção de acidentes
Lotação máxima
Medidas específicas

Fonte: Elaborado pela Autora

A sinalização de abandono de local deve possuir características adequadas à sua eficácia. Estas características, elencadas nesta pesquisa como sub-critérios, estão relacionadas à:

- a) haver sinalização nas mudanças de direção, obstáculos, saídas, escadas e rampas;

- b) as placas de SAL devem estar corretamente dimensionadas;
- c) as placas de SAL devem ter autonomia mínima de 2 horas;
- d) a SAL deve estar instalada imediatamente acima das aberturas do ambiente;
- e) quando houver placas fotoluminescentes, deverão ter dimensões e padrões de cores e escrita corretas;
- f) quando houver placas luminosas, deverão ter dimensões e padrões de cores e escrita corretas;
- g) deve haver sinalização contínua indicando sentido do fluxo da rota de fuga horizontal;
- h) o intervalo entre as setas indicativas de saída deve ser de 3 metros ou a cada mudança de direção;
- i) as setas nas paredes (se houver) devem estar instaladas entre 25 e 50 centímetros do piso;
- j) as setas nos pisos (se houver) devem estar centralizados em relação à largura da rota de fuga;
- k) as placas de SAL devem permanecer iluminadas durante todo o evento;
- l) as placas de SAL devem possuir pelo menos 2 fontes de energia;
- m) deve haver sistemas de iluminação de emergência no local.

As saídas de emergência do local devem possuir características adequadas à sua eficácia. Estas características, elencadas nesta pesquisa como sub-critérios, estão relacionadas à:

- a) em locais em que houver arquibancadas, as dimensões devem estar corretas;
- b) o dimensionamento da capacidade de acessos para evacuação deve estar correto;
- c) as distâncias máximas a serem percorridas devem atender às normas técnicas;
- d) as portas e portões devem abrir no sentido do fluxo da rota de fuga;
- e) deve haver espaço para abrigo de vítimas em caso de acidentes;

Espaços que reúnem grande número de pessoas devem adotar brigadistas no local durante a realização de eventos. O tipo, se voluntário ou particular, bem como a quantidade de brigadistas deve ser dimensionado e previsto conforme as normas técnicas. Também deve-se efetuar monitoramentos e treinamentos simulados prevendo possíveis

acidentes, antes da ocorrência do evento. Estas características, elencadas nesta pesquisa como sub-critérios, estão relacionadas à:

- a) haver presença de brigadistas voluntários ou particulares em número suficiente;
- b) as equipes fixas devem receber treinamento antes do evento;
- c) devem ser realizados exercícios simulados prevendo possíveis riscos antes do evento;
- d) devem ser previstos planos emergenciais em caso de ocorrência de acidentes;
- e) deve haver equipe de monitoramento a fim de evitar pânico em caso de acidentes;
- f) deve haver sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de acidente;
- g) deve haver um plano organizacional envolvendo estruturas e pessoas em caso de acidentes.

A lotação máxima do local deve estar dimensionada conforme as normas técnicas a fim de garantir a segurança dos ocupantes em caso de evacuação emergencial. Estas características, elencadas nesta pesquisa como sub-critérios, estão relacionadas à:

- a) dimensionamento da lotação máxima deve estar correto;
- b) densidade máxima do local, que não deve ser maior do que 1 pessoa por metro quadrado;

Medidas específicas foram elencadas nesta pesquisa como sub-critérios e estão relacionadas à:

- a) as saídas devem ser vigiadas pelas equipes de segurança durante o evento;
- b) devem ser tomadas medidas para evitar aglomeração nas descargas externas;
- c) devem ser previstas ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida;

A lista de verificação 6, correspondente à outras referências, consta no APÊNDICE F.

3.1.7 Compilação das listas de verificação – instrumento de avaliação de desempenho

O objetivo, ao organizar as listas de verificação, é a compilação das diversas listas em uma lista de avaliação final, a qual denominou-se Instrumento de Avaliação de Desempenho. O instrumento tem por

objetivo reunir os aspectos que devem ser avaliados, relacionados à arquitetura dos espaços destinados à reunião de grande público e que podem influenciar na segurança da movimentação das multidões, tanto em situações de normalidade quanto em situações de emergência. Em algumas listas identificou-se aspectos semelhantes ou com igual teor. Desta forma, os critérios e sub-critérios foram reunidos e o instrumento de avaliação formatado a partir da compilação de todos os parâmetros pré-selecionados.

Para a elaboração do instrumento de avaliação de desempenho, foram identificados os critérios apresentados na Tabela 10:

Tabela 10 - Critérios elencados Instrumento de avaliação de desempenho

Critérios
Saídas de emergência
Escadas e rampas
Portas, corrimãos e guarda-corpos
Sinalização de emergência
Lotação máxima
Medidas específicas

Fonte: Elaborado pela Autora

Em relação às saídas de emergência, as características necessárias e elencadas como sub-critérios para o instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são:

- a) o número de saídas deve estar dimensionado conforme a necessidade;
- b) as saídas de emergência devem ser dimensionadas corretamente;
- c) os acessos e circulações devem estar desobstruídos em todos os pavimentos;
- d) a largura mínima das circulações deve ser de 1,65 m;
- e) as distâncias máximas percorridas devem ser atendidas conforme as normas;
- f) deve possuir rotas acessíveis vinculadas à circulação principal e de emergência;
- g) deve estar livre de grelhas, capachos, juntas de dilatação, tampas, etc;
- h) quando houver setores, cada setor deverá possuir pelo menos 2 saídas de emergência;
- i) nas saídas, os materiais de acabamento devem ser incombustíveis;

- j) o piso na saída do público deve ser em material antiderrapante;
- k) as larguras nas saídas não devem possuir estreitamento;
- l) os locais de vendas devem estar distantes no mínimo 5 metros das saídas;
- m) devem ser tomadas medidas para evitar aglomeração nas descargas externas;
- n) as áreas de descarga não devem ser usadas como estacionamento de veículos;
- o) as áreas de descarga devem ser mantidas livres e desimpedidas;
- p) a descarga deve possuir sinalização em direção à via pública;
- q) as áreas de resgate devem estar localizadas fora do fluxo principal de circulação;
- r) a área de descanso (se houver) deverá estar fora da circulação principal;
- s) as áreas de descanso devem estar adequadamente distantes entre si;
- t) o tempo máximo de evacuação previsto para o local deve ser de 5 minutos;
- u) o público dos gramados (se houver) deve ser computado no dimensionamento das saídas;
- v) deve ser previsto acesso e saída exclusivo aos serviços de emergência;
- w) em local externo adjacente deve haver vaga para viatura de emergência;

Em relação circulações verticais (escadas e rampas), as características necessárias e elencadas como sub-critérios para o instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são:

- a) se houver lances com até 3 degraus (degraus isolados) deve haver sinalização;
- b) o número de escadas deve atender ao número de usuários;
- c) os degraus devem possuir entre 16 e 18 cm de altura;
- d) a largura dos degraus das escadas deve atender à formula de Blondel;
- e) as escadas não devem ser mistas (curvas e retas) ou degraus em leque;
- f) os comprimentos dos patamares em escadas e rampas devem possuir dimensões corretas;

- g) as dimensões de pisos e espelhos devem ser iguais em toda a extensão da escada;
- h) a largura de escadas e rampas devem estar dimensionadas conforme o fluxo de pessoas;
- i) devem possuir guia de balizamento com no mínimo 5 cm de altura;
- j) as escadas e rampas devem ser contínuas desde o nível superior até a descarga;
- k) as escadas e rampas devem estar desobstruídas;
- l) nas mudanças de direção em escadas e rampas deve haver patamares planos;
- m) nas escadas deve haver patamares de descanso a cada 12 degraus;
- n) nas rampas deve haver áreas de descanso ou patamares a cada 3,20 m de vão;
- o) os patamares devem possuir largura igual aos das escadas e/ou rampas;
- p) as rampas devem ser precedidas e sucedidas por patamares planos;
- q) não deve haver portas alocadas nas rampas;
- r) a inclinação das rampas deve ser sempre inferior a 10%;
- s) deve haver rampa na união entre ambiente externo e interno;
- t) o patamar deve manter a mesma largura que as escadas e rampas;
- u) o piso das escadas e rampas deve ser antiderrapante;
- v) deve haver elevadores de emergência em edificações a partir de 60 metros de altura;

Em relação a portas, corrimãos e guarda-corpos, as características necessárias e elencadas como sub-critérios para o instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são:

- a) as portas e portões de saída devem ter abertura no sentido do fluxo da rota de fuga;
- b) as portas de saída devem possuir barras antipânico;
- c) as catracas de acesso devem ser reversíveis;
- d) as catracas de acesso não devem ser computadas como parte do sistema de saídas;
- e) as portas e portões de saída não devem ser de correr ou de enrolar;
- f) os corrimãos devem permitir que sejam agarrados de forma fácil e segura;

- g) os terraços, mezaninos, varandas e sacadas devem possuir guarda-corpos com 1,10 m altura no mínimo;
- h) deve haver corrimãos contínuos e em ambos os lados nas escadas e rampas;
- i) em arquibancadas para público em pé deve haver barreiras antiesmagamento;
- j) não deve haver presença de peças plásticas nas fechaduras das portas.

Em relação a sinalização de emergência, as características necessárias e elencadas como sub-critérios para o instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são:

- a) deve haver sinalização de emergência na rota de fuga direcionada à saída;
- b) as rotas de fuga devem possuir sinalização e iluminação de balizamento;
- c) deve possuir sinalização sonora e tátil na rota de fuga;
- d) as escadas e rampas devem possuir iluminação de emergência;
- e) as escadas/rampas devem possuir sinalização de emergência;
- f) deve haver sala de comando e controle com sistemas de informação/comunicação;
- g) os recintos devem possuir equipamentos de sonorização;
- h) o sistema de iluminação de emergência deve possuir duas fontes de energia;
- i) deve possuir sistema de comunicação de emergência;
- j) deve possuir sistema de iluminação de emergência;
- k) deve possuir sistema de sinalização de saídas nos acessos;
- l) deve possuir planta de emergência externa;
- m) deve possuir planta de emergência interna;
- n) nas plantas de emergência devem ser identificadas a localização no imóvel;
- o) nas plantas internas devem ser indicadas as rotas de fuga;
- p) nas plantas internas devem ser indicadas as escadas de emergência;
- q) nas plantas internas devem ser indicadas a localização do acionador de alarme;
- r) deve haver algum sistema de abandono de local (SAL);
- s) as placas do SAL devem estar com dimensões e padrão de cores corretas;

- t) as placas de SAL devem possuir autonomia de pelo menos 2 horas de iluminação;
- u) as placas de SAL devem permanecer iluminadas durante todo o evento;
- v) deve haver sinalização contínua com setas indicando o sentido do fluxo de saída;
- w) as setas devem estar localizadas a cada 3 metros e onde há mudança de direção;
- x) as setas devem estar localizadas corretamente (em paredes ou pisos);
- y) deve haver sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de sinistro.

Em relação lotação máxima, as características necessárias e elencadas como sub-critérios para o instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são:

- a) a população máxima por setor (quando houver) deve ser de 10 mil pessoas;
- b) em setores para público em pé, a lotação máxima deve ser de até 3 pessoas por metro quadrado;
- c) nos camarotes sem cadeira fixa, a densidade deve ser de até 2,5 pessoas por metro quadrado;
- d) deve haver medidas para evitar a lotação em função da migração entre setores;
- e) se a área for superior a 100 m² deve possuir controle de lotação de público;

Em relação a medidas específicas, as características necessárias e elencadas como sub-critérios para o instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são:

- a) as saídas devem ser vigiadas pelas equipes de segurança durante o evento;
- b) o público deve ser orientado sobre a localização das saídas antes do evento;
- c) devem ser previstas ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida;
- d) devem ser realizados exercícios simulados de abandono no mínimo 2 vezes ao ano;
- e) deve haver presença de brigadistas voluntários em número adequado;
- f) as equipes fixas devem receber treinamento antes do evento;

- g) devem ser previstos planos emergenciais em caso de ocorrência de acidentes;
- h) deve haver equipe de monitoramento a fim de evitar pânico em caso de acidentes;
- i) deve haver sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de acidente;
- j) deve haver um plano organizacional envolvendo estruturas e pessoas em caso de acidentes.

A lista de verificação correspondente ao instrumento de avaliação de desempenho proposto nesta pesquisa segue no APÊNDICE G deste trabalho.

3.2 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL COM SOFTWARE *PTV VISSIM/VISWALK*

O *PTV Viswalk* é um componente do software *PTV Vissim* para simulação de pedestres baseado no Modelo de Força Social proposto por Dirk Helbing (Helbing e Molnár, 1995). Reproduz o comportamento do caminhar humano de forma realista. É usado quando é necessário simular e analisar fluxos de pedestres, seja ao ar livre ou em ambientes fechados.

O princípio básico do Modelo da Força Social é modelar o ímpeto elementar para o movimento dos pedestres, análogo à mecânica newtoniana⁸. Das forças sociais, psicológicas e físicas, resulta uma força total, que eventualmente resulta em um parâmetro inteiramente físico. Essas forças surgem do desejo do pedestre de atingir um objetivo, da influência de outros pedestres e dos obstáculos em seu ambiente. Este modelo de simulação foi validado de três maneiras diferentes:

- a) Os parâmetros macroscópicos foram calculados e ajustados aos dados empíricos.
- b) Foi assegurado que efeitos microscópicos como a formação de faixa (contra fluxo e cruzamento) são reproduzidos. A animação resultante deve ser representada da forma mais realista possível.
- c) O Modelo de Força Social controla o nível operacional e partes do nível tático.

O comportamento dos pedestres pode ser dividido em três níveis hierárquicos (Hoogendoorn et al. 2002):

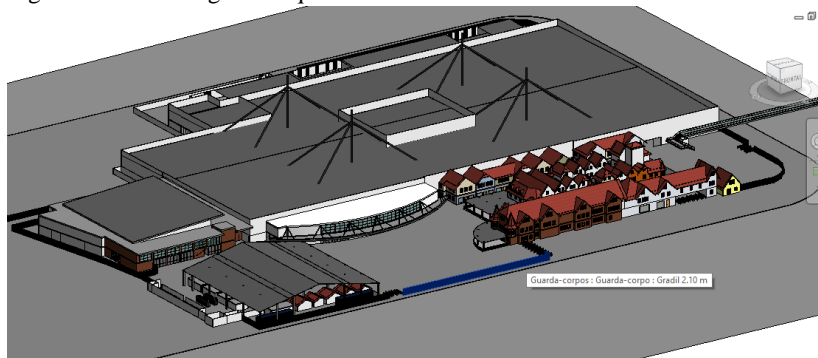
⁸ Mecânica Newtoniana é o estudo da relação causal, no mundo natural, entre força, massa e movimento.

- a) No nível estratégico de minutos a horas, um pedestre planeja sua rota, gerando uma lista de destinos (o nível estratégico é definido pelo modelador);
- b) No nível tático de segundos a minutos, um pedestre escolhe a rota entre os destinos. Assim, ele leva a rede em conta.
- c) No nível operacional de milissegundos a segundos, o pedestre realiza o movimento real. Ele evita assim os pedestres que se aproximam, navega através de uma multidão densa ou simplesmente continua o movimento em direção ao seu destino.

Para a simulação de pedestres, vários requisitos devem ser atendidos, por exemplo, a definição de dados de base diferentes. Nas áreas em que os pedestres devem começar os percursos, deve-se inserir entradas de pedestres e definir as decisões de roteamento, ou seja, as rotas possíveis a serem utilizadas. Com base nas decisões de roteamento, define-se as rotas para pedestres que conduzem por meio de áreas, rampas e escadas para outras decisões de roteamento, em que as rotas terminam. Pode-se adicionar pontos intermediários a áreas, rampas e escadas.

Para esta pesquisa, a modelagem foi construída a partir do projeto, em formato digital construído em REVIT (2016), do local escolhido previamente para a pesquisa, o Parque Vila Germânica, em Blumenau (Figura 10).

Figura 10 – Modelagem Parque Vila Germânica em Revit 2016



Fonte: Elaborado pela Autora

A modelagem apresenta os espaços internos e externos que compreendem os ambientes em que se concentram os ocupantes de cada setor, os obstáculos existentes no local, tais com mobiliários, palcos e *stands*, os caminhos de circulação, bem como as saídas em função das

rotas de fuga estabelecidas pelo projeto preventivo de incêndio do Parque Vila Germânica, aprovado pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina. O modelo, no software *PTV Vissim/Viswalk*, pode ser visualizado em duas ou três dimensões, simultaneamente ou não.

3.2.1 Parâmetros das simulações

O princípio de funcionamento do programa é a modelagem da rede no software em um editor de rede. O editor de rede mostra a posição precisa dos objetos da rede. Por padrão, edita-se os dados dos objetos de rede em listas.

Os dados de base para simulação incluem as configurações para toda a rede e todos os objetos básicos para modelagem de movimento de pedestres, por exemplo, distribuições, funções e parâmetros de comportamento. Os dados base contêm ainda tipos e classes de pedestres. Além dos atributos de entrada e saída, aplica-se atributos definidos pelo usuário para todos os objetos, que podem ser editados e gerenciados em listas da mesma forma que os atributos predefinidos. Para a modelagem da rede, os seguintes tipos de objeto de rede estão disponíveis:

- a) Áreas: modelagem de elementos de construção;
- b) Obstáculos: modelagem de elementos de construção;
- c) Rampas e escadas: modelagem de elementos de construção;
- d) Elevadores: modelagem de circulação vertical por elevadores;
- e) Entradas de pedestres: modelagem de entradas de pedestres;
- f) Rotas de pedestres: modelagem de decisões de roteamento e rotas para pedestres;
- g) Tempos de viagem de pedestres: definição da medida do tempo de viagem de pedestres.

O *PTV Vissim/Viswalk* possui parâmetros padrão como: o caminho mais curto; a resolução de 10 time *step(s) Sim. Sec.*, que define que o pedestre dará 10 passos por segundo de simulação; seleção aleatória igual a 42 que proporciona a aleatoriedade de pedestres a cada simulação; e velocidade máxima de simulação. O método adotado pode ser o microscópico ou macroscópico e podem ser utilizados intervalos de tempo de acordo com as necessidades das simulações.

A medição do tempo de viagem de pedestres é baseada em um ponto inicial (em uma área inicial) e um ponto de destino (em uma área de destino). O tempo de viagem é determinado a partir da entrada na área de início, onde o ponto inicial está localizado, até entrar na área de destino

onde o ponto de destino está localizado, incluindo os tempos de espera. Estes dados são apresentados nas tabelas de resultados.

3.2.2 Composição de pedestres

A adoção para a composição dos pedestres é iniciada pelo tipo de pedestre. Por padrão, estão disponíveis alguns tipos de pedestres: a) homem; b) mulher; c) mulher com criança; d) usuário de cadeira de rodas. Para esta pesquisa, foram utilizados apenas homens e mulheres como usuários.

Com este modelo foram simulados cenários com velocidades diferentes, com o objetivo de verificar o comportamento dos pedestres durante as evacuações, tanto em situação normal, com velocidades de 1,53 m/s, quanto em condições que simulam uma evacuação emergencial, com velocidade de 3,33 m/s.

Quanto ao número de indivíduos inseridos concomitantemente no momento inicial da simulação, o software apresenta uma limitação para 10 mil pessoas. Quando o número de pessoas for maior, o software fundamentalmente irá inserir um novo indivíduo assim que o primeiro sair do espaço, ou seja, alcançar uma rota de destino e concluir o percurso. Desta forma, serão inseridos os demais indivíduos até que o número total de pedestres modelado para a simulação for alcançado.

O tempo total de evacuação será contabilizado até que toda a população percorra as rotas definidas e encerre o percurso. Em relação à esta pesquisa, foram realizadas simulações com 40 mil pessoas, por ser a lotação máxima prevista para o local escolhido para o estudo de caso e simulações com 10 mil pessoas, por ser a lotação máxima definida pelo software ao mesmo tempo no ambiente modelado.

Os pedestres que compõem o ambiente do software possuem variação nas dimensões e nas cores que compõem as suas aparências. O comportamento do deslocamento na rede é definido de acordo com o padrão do software, destacando-se: o tempo de inércia, $\tau = 0,4$ s, que pode ser relacionado a um tempo de reação a emergência; $ReactToN = 8$, que demonstra que os oito indivíduos mais próximos exercem maior influência sobre cada pedestre em seu deslocamento; e $noise = 1,2$ que indica a intensidade das forças aleatórias que são adicionadas se um pedestre permanece abaixo de sua velocidade desejada por um certo tempo. Quanto mais alto for o $noise$, maior a intensidade dessas forças.

3.2.3 Extração de dados

Foram realizadas simulações para diferentes cenários. Para todas as simulações pode-se obter informações referentes às velocidades dos pedestres, distâncias percorridas, tempo total de deslocamento, identificação de áreas de origem e destino, entre outros. Pode-se também obter informações através dos mapas de densidade, que fornecem dados para análise dos pontos de gargalo, linhas de movimentação, interação entre as pessoas e como elas se comportam no ambiente de evacuação. O esquema de cores de densidade de Weidmann (1974) foi selecionado na configuração do software para geração dos mapas de densidade.

Os dados externos são gerados em arquivos do programa PTV que podem ser importados para planilha eletrônica para fazer as leituras e as análises necessárias. Para esta pesquisa serão considerados os seguintes dados:

- a) CONSTRELNO: número do elemento de construção (área, setor) no qual o pedestre está localizado;
- b) PEDNO: número do pedestre;
- c) SETOR: área de origem do indivíduo;
- d) TRAVDIST: distância percorrida desde o início até a área de destino em metros (m);
- e) JOURNEY TIME: tempo percorrido da área de início ao destino em segundos (s).

3.3 APLICAÇÃO NO ESTUDO DE CASO

Nesta pesquisa, foi selecionado previamente o Parque Vila Germânica, durante o evento Oktoberfest em Blumenau, como local para a realização do estudo de caso. O local foi escolhido, em função da lotação máxima estabelecida para o evento, que é de 40 mil pessoas ao mesmo tempo em um local que abriga espaços fechados (edificações) e espaços abertos com fechamento por cercas e muros. Também, a escolha pelo local se deu em razão da boa disponibilidade para acesso e da obtenção de documentos e plantas arquitetônicas e de sistemas preventivos de incêndio.

O Parque Vila Germânica é apresentado a partir de seus aspectos históricos, das características físicas do local, das rotas de fuga adotadas atualmente e das características dos ocupantes durante o evento Oktoberfest. Acredita-se ser relevante apresentar este local como objeto de estudo face a dimensão do evento que, em caso da ocorrência de

acidentes, pela multidão presente, poderia levar a grandes danos materiais e possíveis vítimas.

3.4 COLETA DE DADOS

A coleta de dados nesta pesquisa foi realizada através de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e da observação simples. A pesquisa bibliográfica foi realizada através da busca em portais de pesquisa, tais como CAPES, Google Acadêmico, Science, EBSCO, a partir de palavras chave relacionadas ao tema, bem como em literatura amplamente conhecida, tais como livros, normas técnicas, entre outros. A pesquisa documental utilizou materiais que não receberam tratamento analítico, tais como documentos oficiais, projetos e relatórios. A observação é uma técnica de coleta de dados que desempenhou papel importante no processo deste trabalho, utilizada para obtenção de dados relacionados aos aspectos construtivos e de instalações do Parque Vila Germânia.

4. ESTUDO DE CASO

Este Capítulo apresenta o cenário escolhido para a aplicação do modelo desenvolvido. Para tanto, serão apresentados os aspectos históricos do local, dados referentes ao evento, as características físicas, as rotas de fuga e características dos ocupantes. Foi aplicado, no local escolhido, o instrumento de avaliação de desempenho e realizada a simulação computacional com humanos virtuais em diferentes cenários.

4.1 OKTOBERFEST NO PARQUE VILA GERMÂNICA

Os festivais contribuem para promover, valorizar e preservar os patrimônios turísticos, culturais e históricos de um local, estado, região ou até de um país, tendo impacto positivo na qualidade de vida da comunidade, provocado pelo desenvolvimento econômico. A Oktoberfest de Blumenau é um bom exemplo disso, sendo considerado o maior festival da tradição alemã do Brasil, com projeção internacional.

4.1.1 Aspectos históricos

O município de Blumenau está localizado, como demonstra a Figura 10, na região do médio Vale do Itajaí, nordeste do Estado de Santa Catarina, distando 130 km da capital Florianópolis. Município polo da Região Metropolitana do Vale do Itajaí, possui uma área de 519,8 km², sendo destes, 206,8 km² de área urbana e 313,0 km² de área rural. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017, a população de Blumenau era de 309.011 pessoas (METTE, 2005).

A história de Blumenau está ligada ao pioneiro que lhe deu o nome, o filósofo alemão Hermann Bruno Otto Blumenau. O município foi fundado no dia 2 de setembro de 1850, com a chegada de Hermann Blumenau e dezessete imigrantes alemães. Inicialmente, o objetivo da colônia era a agricultura, porém, com a chegada dos imigrantes operários, técnicos e, principalmente, dos trabalhadores domésticos, o perfil econômico alterou-se. O ano de 1866 deu início à industrialização têxtil em Blumenau e, depois de quatorze anos, os irmãos Bruno e Hering fundaram a primeira indústria têxtil do município (METTE, 2005).

A partir da década de 1960, conforme Mette (2005), surgiram as primeiras iniciativas para que o turismo se tornasse uma atividade econômica para a cidade. Na década de 1970, o Estado de Santa Catarina viveu um intenso processo de urbanização. Recursos para o desenvolvimento da malha rodoviária foram disponibilizados e as

telecomunicações receberam incentivos governamentais com o objetivo de incentivar o turismo local. Além disso, várias ações foram desenvolvidas para melhorar a infraestrutura dos serviços turísticos, tal como a criação de hotéis, restaurantes e áreas de lazer.

Ferreira e Frotscer (2000, p.199) descrevem o investimento no turismo e uma identidade germânica em Blumenau:

A relação que se fazia entre Blumenau e Alemanha, mesmo sendo desterritorializada e não historicizada servia como recurso para se levantar o ânimo da população, frente às perdas e também para reforçar a ideia de Blumenau enquanto uma cidade “germânica”. Já havia uma intenção do poder público em investir numa imagem de Blumenau enquanto uma “pequena Alemanha” no sul do Brasil, com vistas a promover a atividade turística. O turismo já era uma atividade latente durante a década de 70, quando a Comissão Municipal de Turismo planejou ampla divulgação da cidade, como a “Alemanha brasileira”, incentivando as construções que imitassem o *enxaimel* (FERREIRA; FROTSCHER, 2000, p. 199).

Nesse sentido, pode-se afirmar que “foi a partir da década de 1970 que houve um investimento deliberado para construir a imagem da Blumenau germânica. No ano de 1981, a Prefeitura Municipal de Blumenau começou a apresentar interesse em promover uma festa típica alemã nos moldes daquela promovida em Munique, na Baviera Alemã. Este evento recebeu o nome de Oktoberfest. Sua realização foi programada para o ano de 1983, mas nos anos de 1983 e 1984 Blumenau foi atingida por uma grande enchente que danificou intensamente o município. Oportunamente, a Prefeitura Municipal, aproveitando-se do momento em que a cidade aparecia na mídia nacional, lançou o evento com o objetivo de colaborar com o projeto de reconstrução da cidade e de levantar a autoestima dos blumenauenses (METTE, 2005).

A Oktoberfest de Blumenau, que em apenas uma década se tornou uma das festas mais populares do Brasil, foi inspirada na festa alemã que teve origem em 1810, em Munique. Em 12 de outubro de 1810, o Rei Luis I, mais tarde Rei da Baviera, casou-se com a Princesa Tereza da Saxônia e organizou uma corrida de cavalos para festejar o enlace. O sucesso foi tanto, que a festa passou a ser realizada todos os anos com a participação do povo da região. Em homenagem à princesa, o local foi batizado com o nome de Gramado de Tereza. A festa ganhou uma nova dimensão em

1840, quando chegou a Munique o primeiro trem transportando visitantes para o evento. Passaram a ser montadas barracas e várias atrações foram realizadas (METTE, 2005).

A partir de então, o evento ganhou novas dimensões pois, naquele ano, além de visitantes, chegaram pessoas para comercializar os mais diversos produtos. As fachadas das casas receberam decoração diferenciada e a cerveja, proibida desde a 1ª edição da festa, foi liberada, tornando-se a bebida oficial do evento.

No Brasil, a Oktoberfest é realizada no Parque Vila Germânica que, embora já tenha possuído outras denominações – Famosc nos anos 1960 e 1970 e PROEB nos anos 1980 e 1990 – é palco de grandes festas, feiras e eventos marcantes, reunindo grande concentração de público, como mostram as Figuras 11 e 12. O Parque de Exposições da PROEB foi fundado em 17 de dezembro de 1969, em um local onde existia um pavilhão destinado à realização de eventos esportivos e exposições. A 1ª edição da Oktoberfest, em 1984, foi realizada apenas no pavilhão antigo. A utilização do pavilhão B, erguido em 1969, assim como a construção dos outros dois pavilhões, C e E, em 1986, se deu em decorrência do crescimento da festa e da dimensão alcançada pelo evento (METTE, 2005).

Figura 11 – Oktoberfest 2016



Fonte: Autora

Figura 12 - Oktoberfest 2016



Fonte: Autora

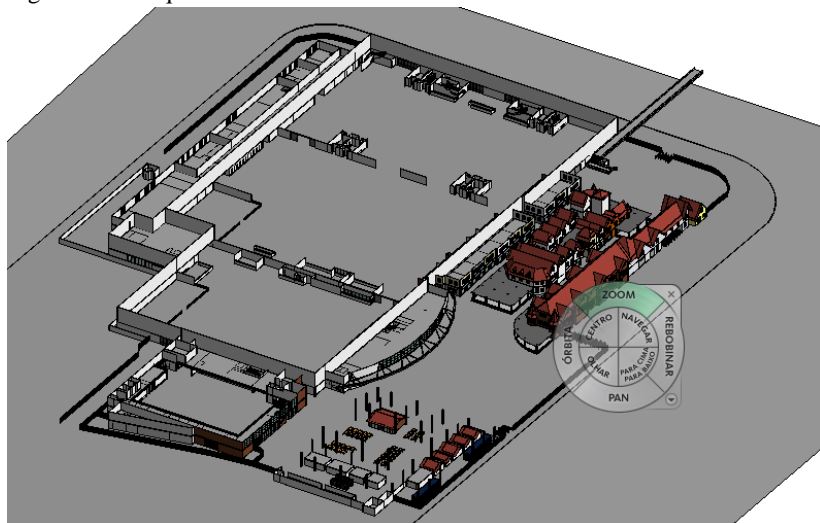
Com a ampliação do espaço a PROEB adquiriu status de um grande centro de eventos. No início da década de 1990, os quatro pavilhões – A, B, C e E – passaram a ser ocupados durante todo o ano. Em 2003, a PROEB ganhou o Pavilhão D, interligado ao E. Juntos eles somam quase 3.000 m². Em 2005, um novo centro de eventos, formado por três pavilhões (setores 1, 2 e 3) modernos e climatizados, ocupou o local dos antigos pavilhões. Assim, surgiu o Centro de Eventos Parque Vila Germânica, inaugurado em 5 de maio de 2006.

4.1.2 Características físicas do local

O Parque Vila Germânica se divide em Empório Vila Germânica e Centro de Eventos. O primeiro reúne um conjunto de lojas, restaurantes, cafés e choperias. O segundo, com área construída de 26.000 m², sendo 18.360 m² especificamente para eventos, é subdividido em três setores e um mezanino, com as seguintes dimensões:

- a) Setor 1 = 5.000 m² (62,5 m x 80 m);
- b) Setor 2 = 7.260 m² em vão livre (72,6 m x 100 m);
- c) Setor 3 = 5.400 m² em vão livre e 600 m² (60 m x 100 m) de WC e escadas;
- d) Setor Biergarten = 2.293 m² (54 m x 42,4 m).

Figura 13 - Parque Vila Germânica modelado no software Revit 2016



Fonte: Elaborado pela Autora

Além dos pavilhões onde se concentram as grandes atrações do evento, a Oktoberfest também disponibiliza aos participantes uma área coberta com lona, onde é construído o *Biergarten* (jardim da cerveja). Para a edição do evento de 2009, o *Biergarten* teve a sua área ampliada, bem como a quantidade de *stands* para comercialização de alimentos e bebidas. As Figuras 13 e 14 mostram a implantação do complexo.

Figura 14 - Implantação do Parque Vila Germânica



Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau, 2016

Nesta estrutura também se encontram localizadas as lojas que compõem o Empório Vila Germânica. Trata-se de uma concessão da Prefeitura Municipal de Blumenau à uma empresa privada. Esse espaço é constituído por uma área de 1.500 m².

Figura 15 - Empório Vila Germânica



Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau, 2017

Figura 16 - Empório Vila Germânica



Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau, 2017

O Empório foi construído com o objetivo de reproduzir uma vila germânica, proporcionando comodidade para as pessoas que visitam o Parque. Atualmente, há 41 lojas distribuídas entre os segmentos de alimentos e bebidas, *souvenirs*, agências de viagens e organização de eventos (Figuras 15 e 16).

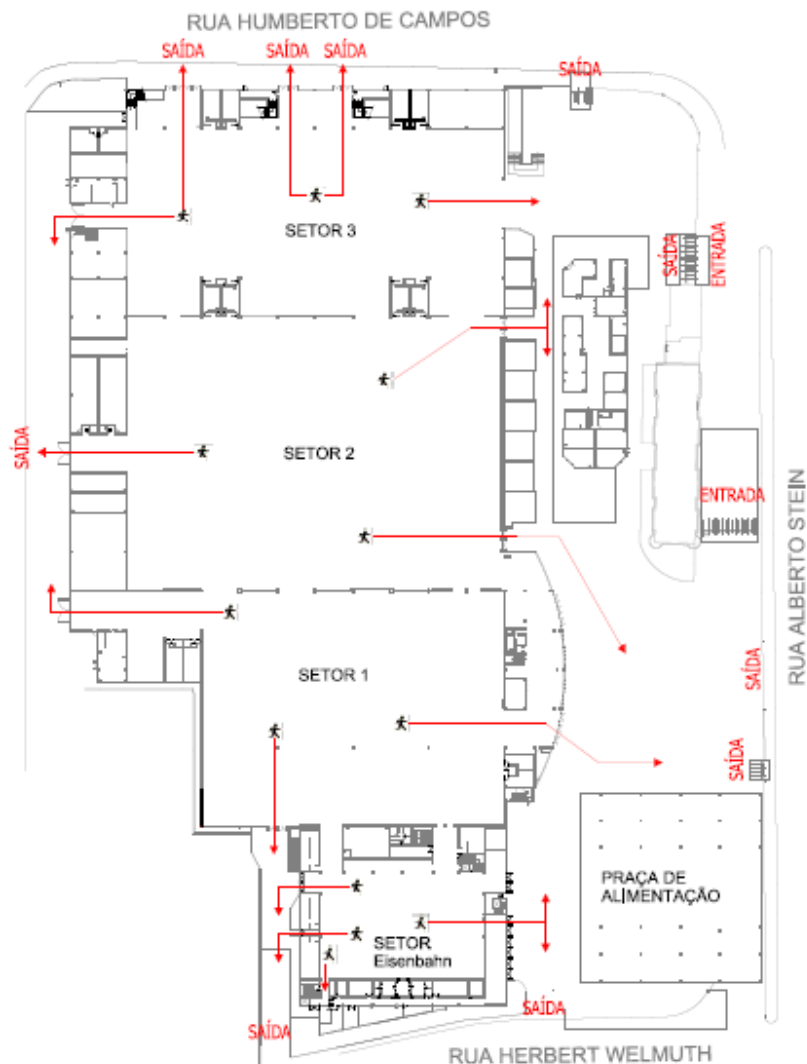
A área total computada e utilizada para a realização da simulação computacional do Parque Vila Germânica no pavimento térreo é de 38.900 m². Para a pesquisa, não foram realizadas simulações nos mezaninos, em função de dificuldades para modelagem.

4.1.3 Rotas de fuga

As rotas de fuga do Parque Vila Germânica foram observadas no projeto preventivo de incêndio aprovado pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e no local, a partir da identificação da sinalização de emergência existente. A representação gráfica das rotas de fuga e da sinalização das saídas está apresentada na Figura 17. Para a modelagem das áreas e percursos que devem ser realizados durante a simulação, foram utilizadas as rotas de fuga existentes.

Observa-se que todas as edificações (e setores) possuem pelo menos duas rotas de fuga, em direções distintas e posicionadas de forma equidistante das áreas externas. Os pedestres que se encontram nas áreas internas (setores ou lojas) são orientados a seguir em direção às áreas externas, mais seguras. Os setores 1, 2 e o setor Biergarten possuem saída para áreas externas do Parque Vila Germânica. O setor 3 possui saída para áreas externas do parque, mas também possui saídas para a Rua Humberto de Campos.

Figura 17 - Rotas de fuga conforme projeto preventivo de incêndio



Fonte: Prefeitura Municipal de Blumenau, 2016

O Setor 1 possui 3 rotas de fuga possíveis, sendo duas em direção ao acesso de fundos do Parque, que também servem como acesso de serviços, e uma rota de fuga em direção à área externa, próxima à praça de alimentação, em direção à Rua Alberto Stein.

O Setor 2 possui uma rota de fuga em direção ao acesso de fundos e duas rotas de fuga em direção à parte frontal do Parque, sendo uma das rotas na direção de um corredor lindeiro ao Empório Vila Germânica, podendo dar acesso tanto para a Rua Humberto de Campos quanto para a Rua Alberto Stein.

O Setor 3 possui uma rota de fuga em direção ao acesso de fundos do Parque, três rotas de fuga em direção à Rua Humberto de Campos e uma rota de fuga em direção à área externa junto ao acesso principal do Parque, podendo dar acesso tanto para a Rua Humberto de Campos quanto para a Rua Alberto Stein.

O Setor Biergarten possui três rotas de fuga em direção ao acesso de fundos do Parque e uma rota de fuga em direção à área externa próxima à praça de alimentação, podendo dar acesso tanto para a Rua Alberto Stein quanto para a Rua Herbert Welmuth.

4.1.4 Ocupantes

O número de ocupantes do Parque Vila Germânica e como eles se distribuem nos espaços é de extrema importância para o estudo de esvaziamento emergencial, tanto para aplicação e análise dos critérios elencados nas normas, de acordo com o Instrumento de Avaliação de Desempenho proposto, quanto para a simulação computacional. Desta forma, foram computados os ocupantes de cada setor, observando-se a capacidade máxima prevista e aprovada pelo Corpo de Bombeiros, que é de 40 mil pessoas ao mesmo tempo. A densidade de todos os setores prevista é de 1 indivíduo por metro quadrado.

A lotação máxima dos setores é descrita a seguir:

- a) Setor 1 = 5.477 pessoas;
- b) Setor 2 = 7.266 pessoas;
- c) Setor 3 = 5.900 pessoas;
- d) Setor Biergarten = 2.293 pessoas;

O total de pessoas distribuídos nos setores é de 20.936 pessoas. O público restante, que poderá ser de até 19.064, deve estar distribuído nos demais espaços do Parque Vila Germânica, entre praça de alimentação, áreas externas descobertas, Empório Vila Germânica e restaurantes.

Grande parte das pessoas que compõem a multidão é flutuante, visitantes distribuídos entre homens e mulheres de diferentes idades. Observou-se que a lotação máxima, em geral, ocorre nos finais de semana, no período noturno e tem como público mais expressivo jovens entre 18 e 30 anos. Cerca de 1.000 pessoas são parte das equipes fixas de

trabalho e monitoramento do evento. Os ocupantes podem movimentar-se entre os setores livremente.

4.2 APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Este trabalho visa contribuir para o maior conhecimento acerca dos aspectos da arquitetura dos espaços destinados à realização de eventos com grande número de pessoas. Além disso, pretende-se elucidar como as configurações arquitetônicas podem contribuir ou não para a segurança dos indivíduos participantes, em caso de necessária evacuação desses locais, tanto em situações de normalidade quanto em situações de emergência. A aplicação do procedimento metodológico de avaliação proposta neste trabalho pode identificar potenciais riscos de acidentes e problemas em espaços destinados ao lazer em situações de pânico.

A compilação das listas de verificação resultou na elaboração de um Instrumento de Avaliação de Desempenho. O instrumento foi aplicado no local determinado como estudo de caso nesta pesquisa. Os dados para avaliação foram obtidos através da verificação dos projetos preventivos de incêndio, fornecidos pela Prefeitura Municipal de Blumenau e através da observação dos elementos arquitetônicos e dos sistemas preventivos existentes no local.

No APÊNDICE H apresenta-se o resultado da aplicação do instrumento de avaliação no local proposto como estudo de caso, conforme os critérios elencados na sua elaboração.

4.2.1 Saídas de emergência

Em relação às saídas de emergência, as características observadas para compor o instrumento de avaliação de desempenho proposto nesta pesquisa são apresentadas a seguir.

O número de saídas de emergência está dimensionado de acordo com a legislação. Nos setores 1, 2 e Eisenbahn Biergarten existem 3 saídas de emergência. No setor 3, observa-se 4 saídas de emergência, sendo que duas saídas estão ligadas diretamente à Rua Humberto de Campos. As demais saídas dos setores dão acesso às áreas externas do parque, mais seguras. As saídas do parque às ruas de entorno estão dispostas de forma equidistante de todos os espaços, sendo em número de 6. As dimensões das saídas de emergência (Figura 18) estão de acordo com o fluxo de pessoas, conforme normativas do Corpo de Bombeiros.

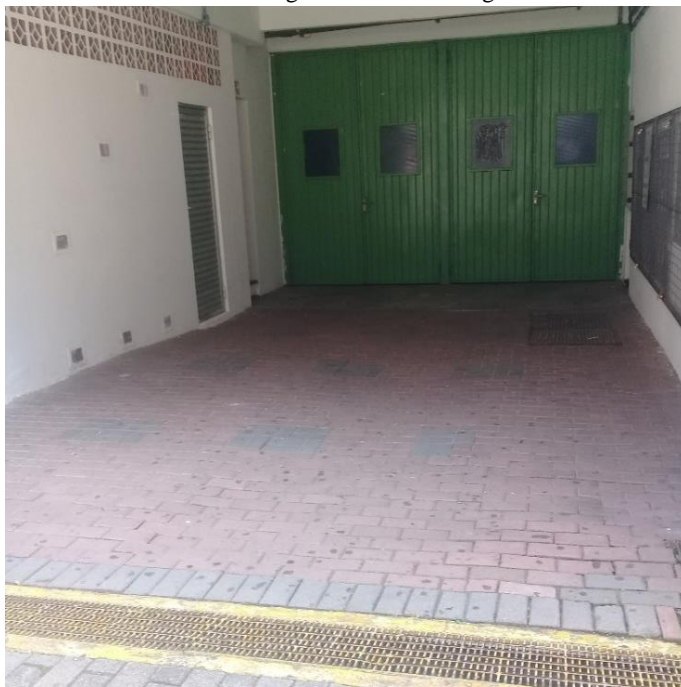
Figura 18 - Saída de emergência localizada no setor 2



Fonte: Autora, 2018

Observou-se que as circulações e acessos permaneceram desobstruídos durante o evento. Todos os corredores e circulações possuem mais de 1,65 m. Em relação às distâncias máximas percorridas, observou-se que, para saída completa do complexo, os ocupantes que estiverem nos setores 1, 2 e 3, poderão percorrer cerca de 120 m até os portões que dão acesso às ruas do entorno. As distâncias percorridas dos setores até os ambientes externos dentro do parque são de aproximadamente 70 m.

Figura 19 - Porta de saída de emergência do setor 2 e grelha em rota de fuga



Fonte: Autora, 2018

Os setores e os ambientes possuem rotas acessíveis vinculadas à circulação de emergência. Contudo, observou-se a existência de grelhas e tampas em alguns locais nos espaços externos dentro do parque (Figura 19). Os materiais de acabamento são incombustíveis, todavia, para o evento, observou-se elementos decorativos junto aos forros potencialmente inflamáveis.

Figura 20 - Mudança de piso entre área interna do setor 1 e área externa do parque



Fonte: Autora, 2018

Os pisos nas saídas do público são em material antiderrapante em todos os setores com exceção da saída do setor 1 (Figura 20), que encontra um átrio de distribuição com piso cerâmico não antiderrapante. As larguras nas saídas, em geral, não possuem estreitamento (Figuras 21 e 22), com exceção da saída do setor 2, vinculada ao corredor formado pelas edificações do Empório Vila Germânica.

Figura 21 - Saída de emergência setor 3



Fonte: Autora, 2018

Figura 22 - Saída de emergência setor 3



Fonte: Autora, 2018

Os locais de vendas estão distantes 5 metros das saídas. Observou-se a atuação das equipes de monitoramento nos horários de maior saída do complexo, no sentido de evitar aglomeração de pessoas nas descargas externas. Essas descargas não são usadas como estacionamento de veículos, são mantidas livres e sem obstáculos durante o evento. Não foram observadas áreas de descanso. Durante o evento há a presença de profissionais socorristas, com acesso exclusivo facilitado para serviços de emergência. Na Rua Humberto de Campos observou-se a presença de viaturas e vagas de emergência.

4.2.2 Escadas e rampas

Em relação às escadas e rampas, os aspectos arquitetônicos no instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são apresentados a seguir.

Há um lance com até 2 degraus (degraus isolados) no Parque Vila Germânica, devidamente sinalizado. Observou-se um degrau entre as áreas externas do complexo e um deck elevado que faz parte de área de atendimento de um restaurante do parque (Figura 23)

Figura 23 - Degrau isolado entre deck restaurante e área externa do parque



Fonte: Autora, 2018

As escadas existentes nos setores são para acesso a mezaninos e estão presentes nos setores 1, 3 e Eisenbhan Biergarten. Os degraus possuem dimensões (base e espelho) que atendem à fórmula de Blondel e são iguais em toda a extensão das escadas. Não há escadas curvas, mistas ou com degraus em leque. Os comprimentos dos patamares possuem dimensões, de acordo com as normas, corretas.

A largura das escadas está dimensionada conforme o fluxo de pessoas. Todavia, não possuem balizamento com no mínimo 5 cm de altura. As escadas são contínuas até o nível de descarga do parque e observou-se que permanecem desobstruídas durante o evento. Nas mudanças de direção, as escadas apresentam patamares nas mesmas larguras das escadas. Não foram observados lances de escadas com mais de 12 degraus sem patamar.

Observou-se a presença de rampas entre o setor 1 e o setor Biergarten, com inclinação de 4,52% e vão de 53 cm para vencer. Observou-se também pequenas rampas que fazem o nivelamento entre pisos internos e externos do parque. Estas pequenas rampas possuem inclinações corretas conforme as normas e piso antiderrapante. Não se aplica no local a necessidade de que exista elevadores de emergência. Contudo, há um no setor Eisenbhan que dá acesso ao mezanino.

4.2.3 Portas, corrimãos e guarda-corpos

Em relação às portas, corrimãos e guarda-corpos, as características avaliadas no instrumento de avaliação de desempenho propostos nesta pesquisa são apresentadas a seguir.

Figura 24 – Portão de saída de emergência para a Rua Herbert Welmuth



Fonte: Autora, 2018

Os portões de acesso externo, que fazem a ligação do parque às ruas de entorno são do tipo correr, como demonstra a Figura 24, portanto, não atendendo ao exposto nas normas. A saída que está locada junto ao acesso principal possui catracas reversíveis, contudo não é contabilizada como saída de emergência, como sugerido nas normas técnicas.

Figura 25 - Portas anti-pânico no setor 3 em direção à Rua Humberto de Campos



Fonte: Autora, 2018

As portas de saída dos setores (áreas internas) que são voltadas ao pátio externo do parque ficam abertas durante todo o evento. As portas de saída dos setores voltadas aos fundos do parque ou que dão acesso à Rua Humberto de Campos permanecem fechadas durante o evento e possuem abertura prevista para situações de emergência. Estas portas são do tipo de abrir com mais de 1 folha, possuem barras antipânico e não possuem peças plásticas (Figura 25).

Figura 26 - Corrimão com pega fácil e segura



Fonte: Autora, 2018

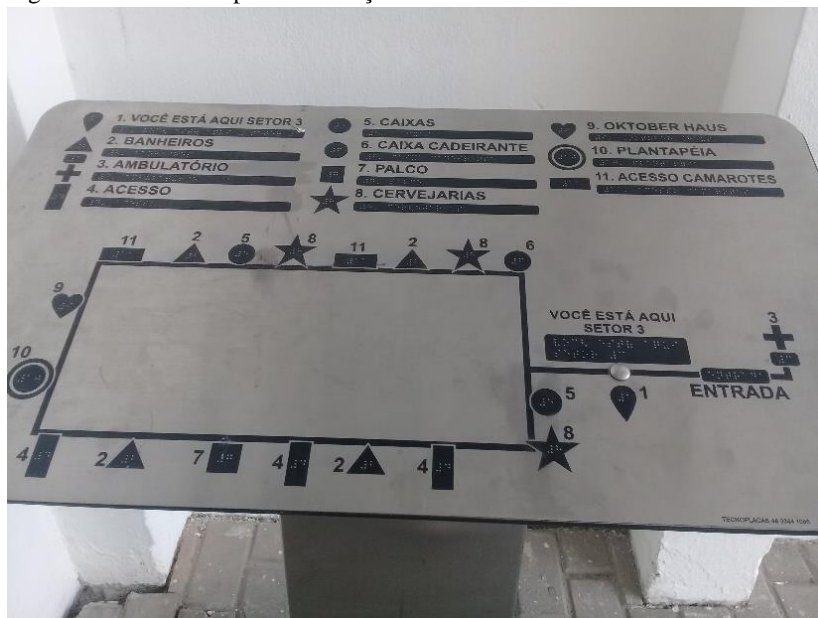
Conforme observa-se na Figura 26 os corrimãos permitem que sejam agarrados de forma fácil e segura. Nas escadas e mezaninos, os guarda-corpos e corrimãos possuem 1,10 m de altura, no mínimo, e são contínuos nos dois lados das escadas. Não há arquibancadas para público em pé.

4.2.4 Sinalização de emergência

A sinalização de emergência é um componente importante dos aspectos relacionados à segurança na movimentação dos pedestres em locais que reúnem grande público. Desta forma, seguem abaixo os resultados destes aspectos para o atendimento do instrumento de avaliação elaborado para esta pesquisa.

Em todos os setores e espaços edificados encontrou-se sinalização de emergência nas rotas de fuga indicando a direção de saída do Parque Vila Germânica. Contudo, não foi observada a existência de sinalização e iluminação de balizamento e tampouco sinalização tátil nas rotas de fuga. A única sinalização tátil percebida no parque foi uma placa indicativa de localização que está junto a uma das saídas de emergência no setor 3 (Figura 27), na área externa do parque, próximo à saída que dá acesso à Rua Humberto de Campos.

Figura 27 - Placa tátil para informações aos deficientes visuais



Fonte: Autora, 2018

As escadas, bem como os setores e demais espaços possuem iluminação de emergência com duas fontes de energia instaladas (elétrica e baterias). É orientado que espaços com multidões tenham sala de comando e controle para os sistemas de informação e comunicação. No Parque Vila Germânica este critério é atendido. Os setores possuem sistema sonoro e luminoso de aviso de sinistro (Figuras 28 e 29)

Figura 28 – Placa de SAL



Fonte: Autora, 2018

Figura 29 - Sistema de informação de emergência



Fonte: Autora, 2018

Foram encontradas plantas de emergência nas áreas externas e nas áreas internas nos setores. Em outros espaços edificados, tais como áreas administrativas e Empório Vila Germânica, as plantas de emergência internas foram observadas e estão corretas, apresentando localização no imóvel e indicação das rotas de fuga. Foi percebida indicação da localização do acionador de alarme nas plantas internas existentes. Estão previstos sistemas de abandono de local (SAL) no parque para o evento Oktoberfest. As placas possuem dimensões, cores e padrões de acordo com as normas, permanecem iluminadas durante todo o evento e possuem autonomia de pelo menos 2 horas de duração. A sinalização com setas indicando o sentido do fluxo de saída pode ser vista nos ambientes internos do parque.

4.2.5 Lotação máxima

Para diminuir os riscos com acidentes em locais que reúnem multidões é de extrema importância que a lotação máxima dos recintos seja respeitada. No Parque Vila Germânica, a lotação máxima determinada pelo projeto preventivo e aprovado pelo Corpo de Bombeiros é de 40 mil pessoas, entre público fixo (equipes de trabalho) e público flutuante (visitantes). A quantidade de pessoas é definida levando em consideração as áreas internas e externas, de forma que se possa manter uma densidade homogênea e confortável de 1 pessoa por metro quadrado.

Figura 30 - Abertura entre setor 2 e 3



Fonte: Autora, 2018

A densidade de pessoas definida para os setores é de 1 pessoa por metro quadrado. Desta forma, a lotação máxima de cada setor é determinada conforme a sua área. Contudo, entre os setores existem aberturas que permitem a comunicação interna e a movimentação livre dos ocupantes entre eles, como pode ser visto na Figura 30. Não há mecanismos de controle de público em relação à migração entre setores.

4.2.6 Medidas específicas

No instrumento de avaliação proposto foram elencadas medidas específicas com o intuito de que a segurança dos usuários de espaços que reúnem multidões seja mantida. Desta forma, foram observados os aspectos elencados e analisados a seguir.

As saídas de emergência são vigiadas e monitoradas pelas equipes de segurança durante o evento, como demonstra a Figura 31. Para que as descargas externas sejam mantidas seguras, observou-se a presença de equipes de emergência (polícia militar e brigadistas) nas áreas externas do parque, junto das áreas de descarga principais.

Figura 31 - Equipe de monitoramento na saída do setor 3



Fonte: Autora, 2017

Não há orientação anterior ao início do evento ao público flutuante. Não há previsão de ações de abandono para pessoas com mobilidade reduzida. Exercícios simulados são realizados frequentemente com as equipes de trabalho fixas do local e as equipes de brigadistas particulares atendem, em número e treinamento, aos critérios solicitados pelas normas.

Durante o evento Oktoberfest há planos emergenciais previstos em caso de acidentes e monitoramento constante do público a fim de que ações preventivas de pânico sejam tomadas em caso de sinistros.

4.3 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

A simulação computacional do Parque Vila Germânica foi realizada a partir da modelagem do local pelo software Revit (versão 2016), exportado para o arquivo IFC e importado para o software *PTV Vissim/Viswalk*. Foram considerados os ocupantes, conforme descrição anterior, definidas as lotações máximas de acordo com a densidade de 1 pessoa por metro quadrado e definidas as rotas de fuga, contendo áreas de origem e destino dos percursos conforme projeto preventivo de incêndio aprovado pelo Corpo de Bombeiros para o Parque. As áreas com mezaninos foram omitidas na modelagem para simplificar a construção do modelo.

Foram estudados diferentes cenários e simulações, conforme descrito na Tabela 10, com população de 40 mil pessoas, por ser a lotação máxima prevista para o local escolhido para o estudo de caso e simulações com 10 mil pessoas, por ser a lotação máxima definida pelo software ao mesmo tempo no ambiente modelado. Foram também simuladas condições de esvaziamento emergencial com velocidade de caminhada rápida a 1,53 m/s e também com velocidade de corrida possível em uma situação de pânico a 3,33 m/s.

Tabela 11 - Apresentação dos cenários simulados no Parque Vila Germânica

Cenário	População	Velocidade
Cenário 1	40 mil pessoas	1,53 m/s
Cenário 2	40 mil pessoas	3,33 m/s
Cenário 3	10 mil pessoas	1,53 m/s
Cenário 4	10 mil pessoas	3,33 m/s

Fonte: Elaborado pela Autora

Na sequência, são apresentados os resultados das simulações computacionais realizadas. Os cenários são apresentados através das imagens do modelo obtidos a partir do ambiente do software *PTV*

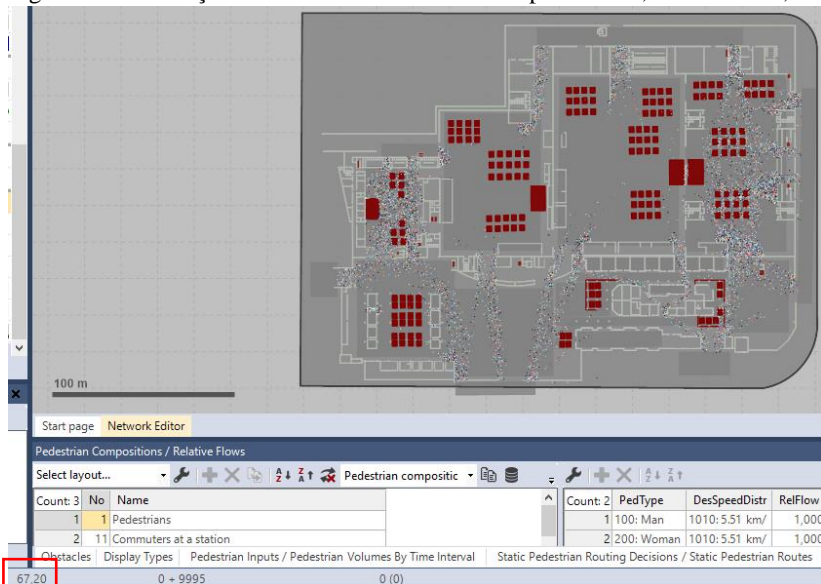
Vissim/Viswalk e também através de mapas de densidade gerados a cada 30 segundos de simulação. Além disso, tabelas de dados são apresentadas nas simulações dos cenários 3 e 4 para demonstrar aspectos referentes às distâncias percorridas e tempo para esvaziamento.

4.3.1 Cenário 1

No cenário 1 foram realizadas duas simulações computacionais utilizando a população máxima prevista no Parque Vila Germânica (40 mil pessoas) e velocidade de 1,53 m/s. Realizou-se análise visual da saída dos ocupantes dos espaços, tanto em 2D quanto em 3D.

A primeira simulação é apresentada a seguir e observou-se, logo no início do esvaziamento, a formação de linhas de percursos por auto-organização dos ocupantes, na direção das saídas conforme as rotas de fuga inseridas no modelo. Na Figura 32, a informação em relação ao tempo percorrido de esvaziamento aparece no canto inferior esquerdo, ressaltada aqui através de uma moldura na cor vermelha. A segunda simulação demonstra os mapas de densidade de pessoas, utiliza o mesmo cenário e é apresentada na sequência.

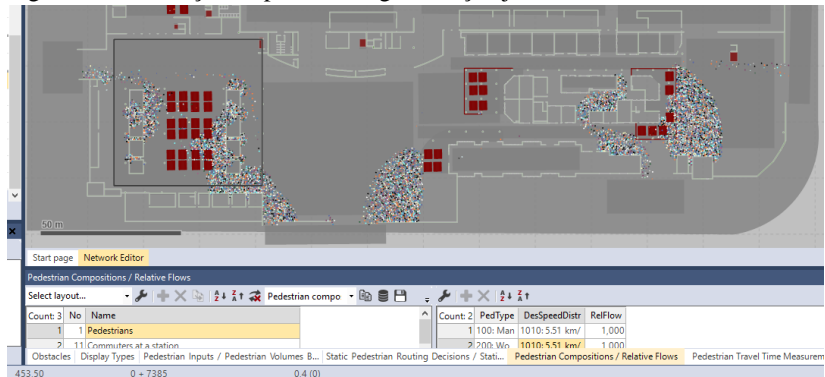
Figura 32 - Simulação de esvaziamento com 40 mil pessoas a 1,53 m/s em 67,20s



Fonte: Elaborado pela Autora

Junto às saídas dos setores percebe-se a formação de filas e grupos com certo número de pessoas aglomeradas próximo das saídas de emergência. No Setor 3, observou-se a formação de arcos de indivíduos, aglomeração e diminuição da velocidade de escoamento junto das saídas, conforme demonstra a Figura 33.

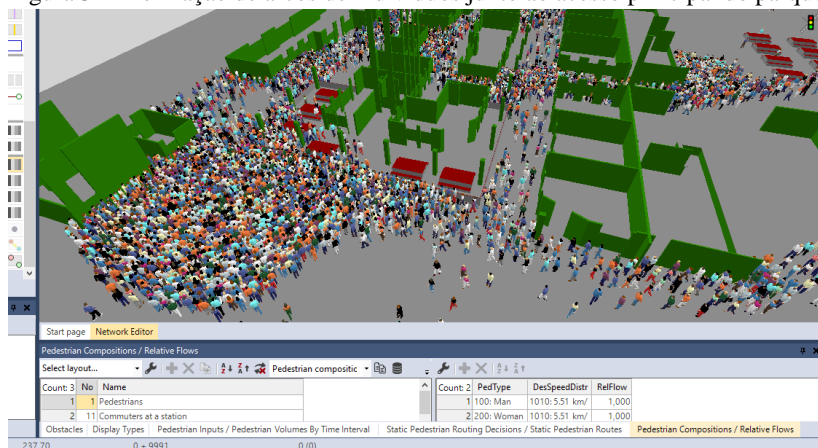
Figura 33 - Formação de pontos de aglomeração junto às saídas externas



Fonte: Elaborado pela Autora

Pontos de formação de arcos também podem ser observados junto às saídas externas do complexo Parque Vila Germânica em direção às ruas de acesso circundantes. Na Figura 34, aos 237,70 segundos, junto ao principal acesso do parque, mais conhecido pelos visitantes e que serve como acesso de entrada ao evento da Oktoberfest, houve considerável diminuição de velocidade na saída em função da presença de pontos de estrangulamento nas rotas provocado pela arquitetura do local. Vale lembrar que este acesso, durante o evento analisado, contém catracas de controle de acesso de entrada, reversíveis para saída em caso de emergência.

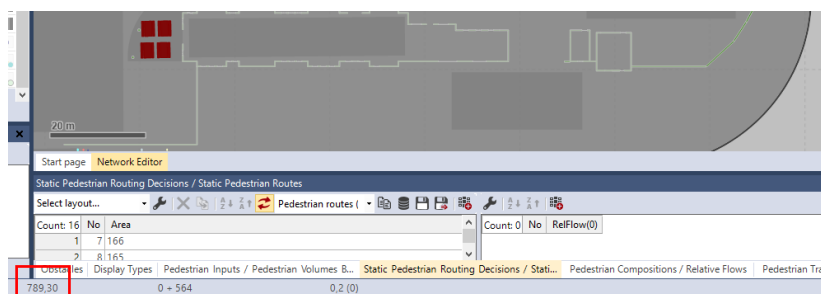
Figura 34 - Formação de arcos de indivíduos junto ao acesso principal do parque



Fonte: Elaborado pela Autora

O tempo total na primeira simulação do cenário 1 foi de 789,30 segundos, ou seja, pouco mais de 13 minutos, conforme Figura 35. Nesta simulação ficaram retidos na rede do software, 564 ocupantes.

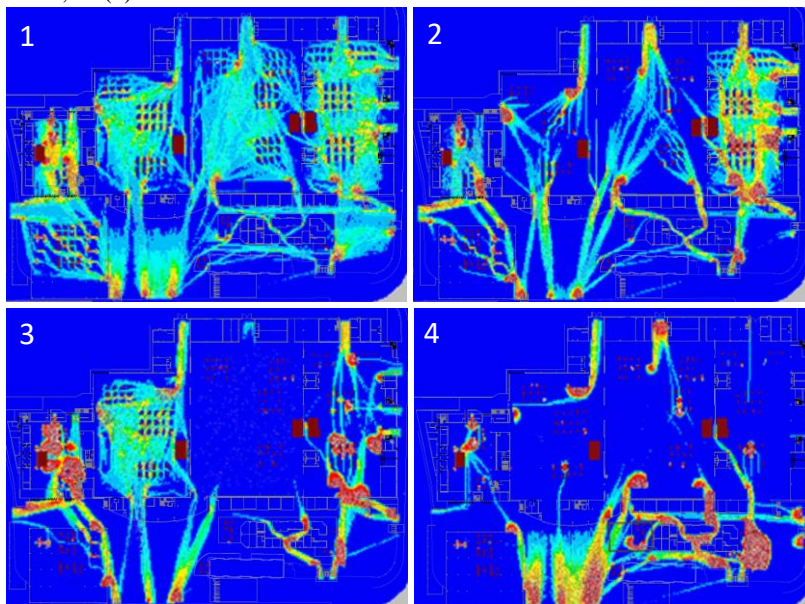
Figura 35 - Demonstração do tempo de esvaziamento no cenário 1



Fonte: Elaborado pela Autora

Também foi efetuada a segunda simulação neste cenário para geração de mapas de densidade no esvaziamento. A sequência a seguir, identificada pela Figura 36, mostra as áreas com os percursos mais efetuados pelos ocupantes durante a evacuação aos 31,20 s, 60,50 s, 138,70 s e aos 300,10 s. As áreas de alta concentração de pessoas são representadas em vermelho, de acordo com o esquema de cores de densidade de Weidmann. Observou-se as maiores concentrações de pessoas junto às saídas de emergência, tanto nas áreas internas dos setores, quanto nas áreas externas do parque, junto aos portões.

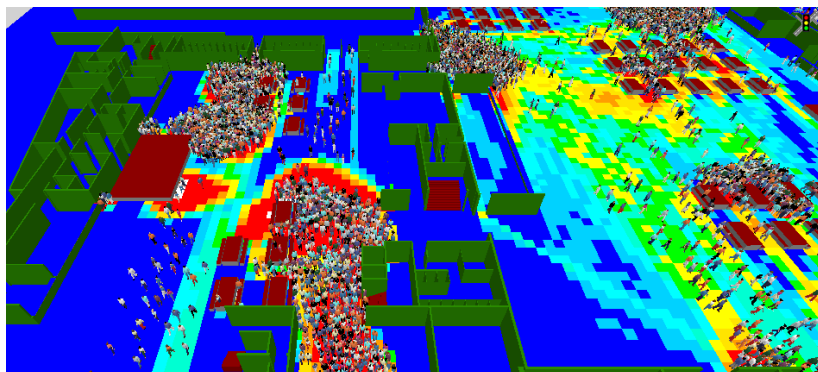
Figura 36 - Sequencia de mapas de densidade aos 31,2s(1); 60,50s(2) ; 138,70s(3) e 300,10s(4)



Fonte: Elaborado pela Autora

Em locais com mudanças de direção e corredores, também houve grande concentração de pessoas. Pode-se visualizar estas concentrações na Figura 36, observando-se o corredor dos setores 1, 3 e Eisenbhan Biergarten, que dão acesso à área externa dos fundos do parque.

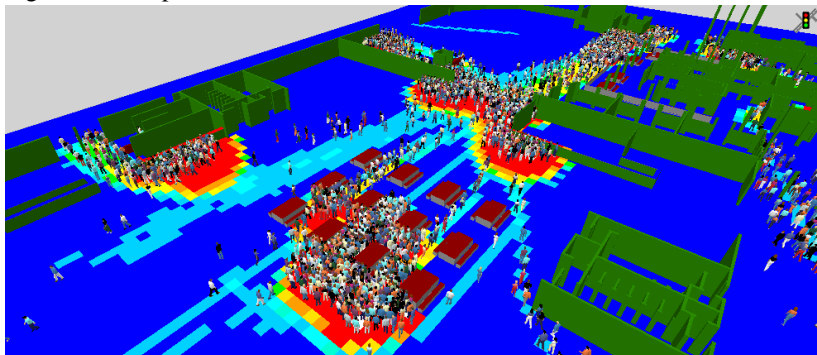
Figura 37 – Mapa de densidade na saída dos fundos do parque Setor Eisenbhan e 1



Fonte: Elaborado pela Autora

Nas Figuras 37 e 38 observou-se que o mobiliário também ocasiona a diminuição de fluidez na evacuação, criando áreas com concentração de pessoas. Percebe-se uma densidade elevada de indivíduos em função da presença de mobiliário, bem como junto às saídas de emergência em direção aos espaços externos.

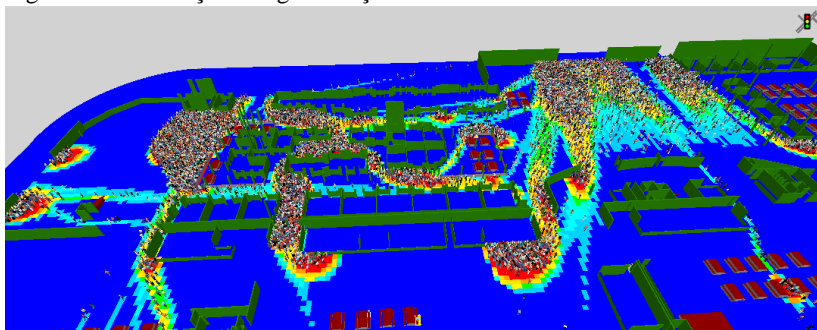
Figura 38 – Mapa de densidade na saída do setor 3



Fonte: Elaborado pela Autora

Na Figura 39, percebe-se uma grande densidade de pessoas na saída do setor 2, que dá acesso aos corredores internos do parque, mais estreitos, junto às edificações do Empório Vila Germânica.

Figura 39 – Formação de aglomeração de indivíduos nas saídas

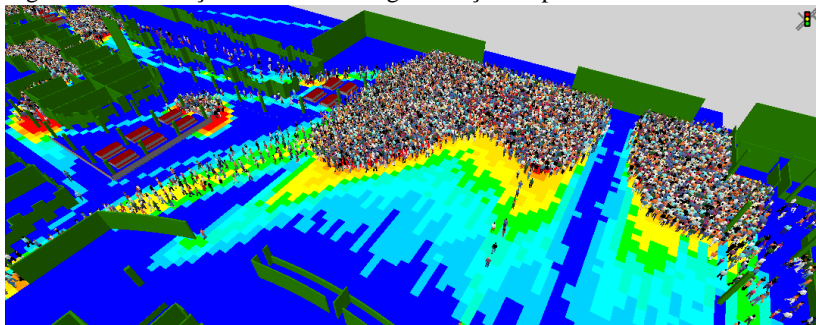


Fonte: Elaborado pela Autora

A Figura 39 demonstra a concentração de pessoas nos corredores de entorno ao Empório Vila Germânica que ocorre principalmente em razão do escoamento de pessoas do setor 2, uma vez que duas saídas estão em frente a este corredor. A formação de filas neste local, em geral, ocorre

em momentos de normalidade em função dos deslocamentos das pessoas durante o evento entre os setores do parque.

Figura 40 – Formação de arcos com aglomeração de pessoas



Fonte: Elaborado pela Autora

A Figura 40 demonstra as principais áreas com concentração de pessoas. Estas áreas encontram-se junto às saídas de emergência nos setores do parque e também junto às saídas do complexo em espaços abertos em direção às ruas de acesso.

Tabela 12- Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento

PedNo	Setor	TravDist (m)	Journey time (s)
6106	162	244,40	789,30
22342	162	301,20	636,50

Fonte: Elaborado pela Autora

Com a simulação realizada, foi possível coletar informações do software e exportar para planilhas eletrônicas. Os dados verificados foram os tempos totais máximos e as distâncias totais percorridas de evacuação de cada indivíduo dentro do parque para a evacuação emergencial, conforme apresentado na Tabela 11 (página 110).

Figura 41 - Identificação da área origem das maiores distâncias e tempo de percurso

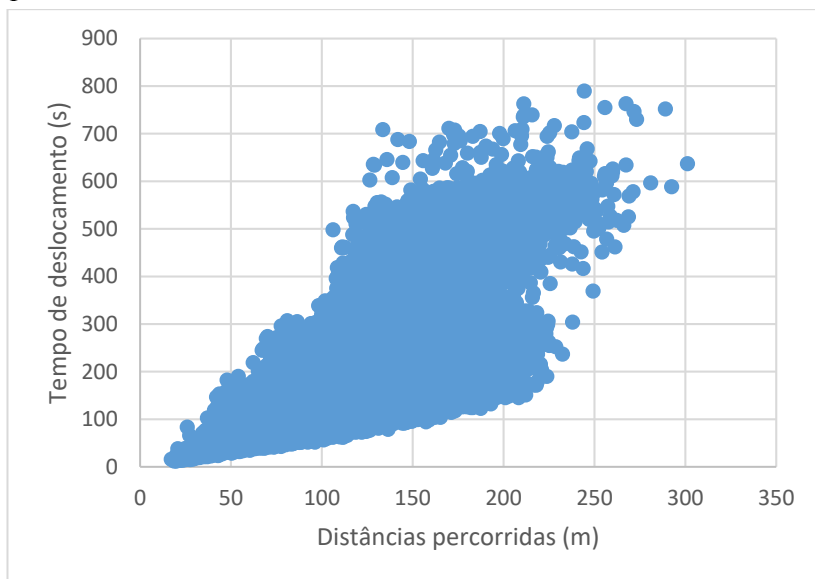


Fonte: Elaborado pela Autora

Identificou-se que o tempo máximo de deslocamento dentro do modelo foi de 789,30 s e a distância percorrida por este indivíduo foi de 244,40 m. A área de origem deste ocupante foi o setor 162 na modelagem, correspondente ao Setor 2 no Parque Vila Germânica (Figura 41).

A maior distância percorrida até a saída foi de 301,20 m e o tempo de deslocamento para este indivíduo foi de 636,50 s. A área de origem deste ocupante também foi o setor 162 do modelo no software de simulação.

Gráfico 1 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 1



Fonte: Elaborado pela Autora

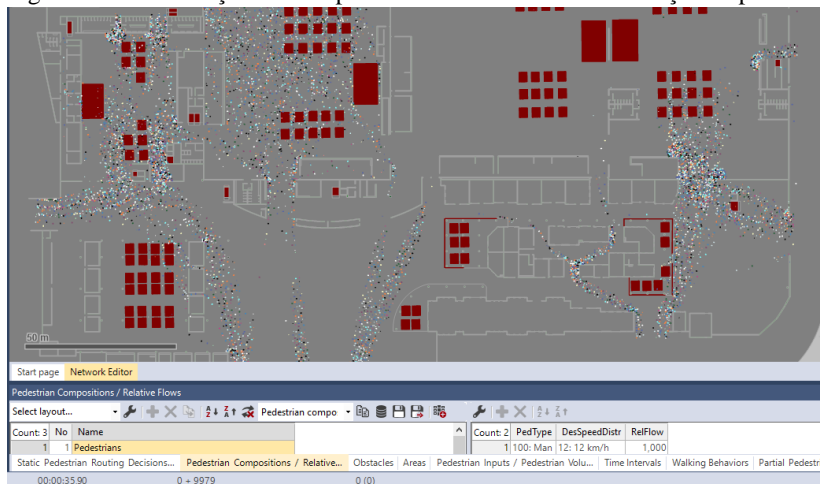
Elaborou-se um gráfico de dispersão relacionando o tempo de deslocamento e as distâncias percorridas de cada indivíduo (Gráfico 1). Pode-se observar que há um crescimento diretamente proporcional entre o tempo de deslocamento e a distâncias percorrida na simulação. Contudo, em função de pontos de lentidão e aglomerações de pessoas, o indivíduo que mais tempo permaneceu no sistema não foi o mesmo que percorreu a maior distância.

4.3.2 Cenário 2

Foram realizadas duas simulações com a configuração proposta no cenário 2. O objetivo foi observar uma possível situação de pânico no esvaziamento emergencial. Para esta simulação, utilizou-se 40 mil ocupantes, ou seja, a lotação máxima prevista para o local e uma velocidade dos indivíduos de 3,33 m/s. A esta velocidade, os indivíduos estariam em corrida e não mais em caminhada. Na simulação, mesmo nesta velocidade de corrida, percebe-se que os ocupantes não se tocam. Possivelmente, em uma situação real, em função do grande número de pessoas e velocidade de deslocamento, os indivíduos não conseguiriam

executar o percurso de saída sem que houvesse choques entre eles e, desta forma, poderia haver pessoas feridas.

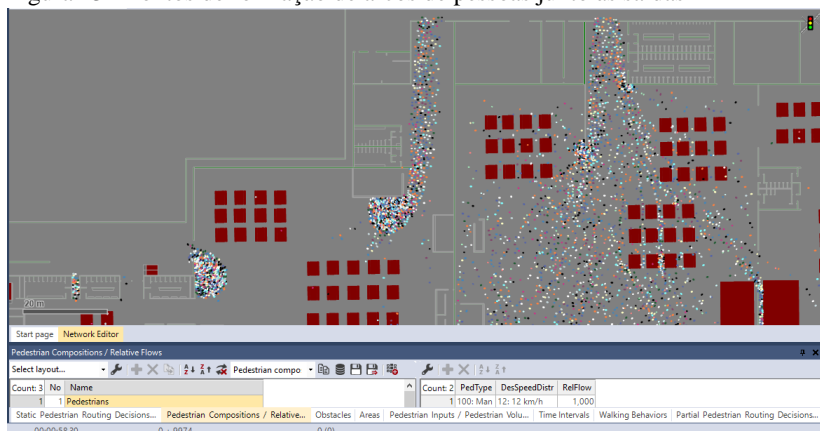
Figura 42 - Distribuição dos ocupantes no esvaziamento em situação de pânico



Fonte: Elaborado pela Autora

Na Figura 42 pode-se observar as linhas de percurso formadas pelos ocupantes na simulação aos 35 s. Aos 54 s, na Figura 43, percebe-se a formação de áreas de aglomeração de pessoas junto às saídas de emergência na direção dos fundos do parque, nos setores Biergarten, 1 e 2.

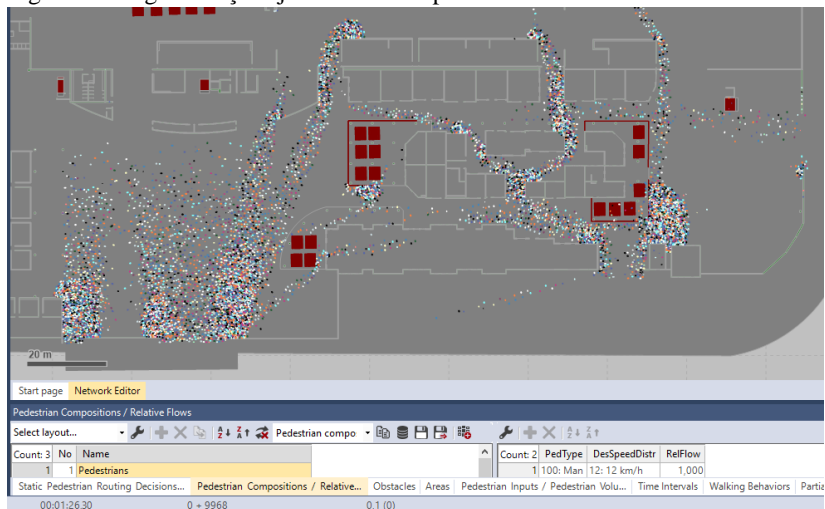
Figura 43 - Pontos de formação de arcos de pessoas junto às saídas



Fonte: Elaborado pela Autora

Após 1 min e 26 s, conforme demonstra a Figura. 44, observou-se a formação de pontos de lentidão na evacuação nas saídas de emergência voltadas à Rua Alberto Stein. Os ocupantes dos setores 2 e 3 dirigem-se em grande número ao acesso principal do parque. Há formação de corredores mais estreitos neste percurso, em razão da localização do Empório Vila Germânica.

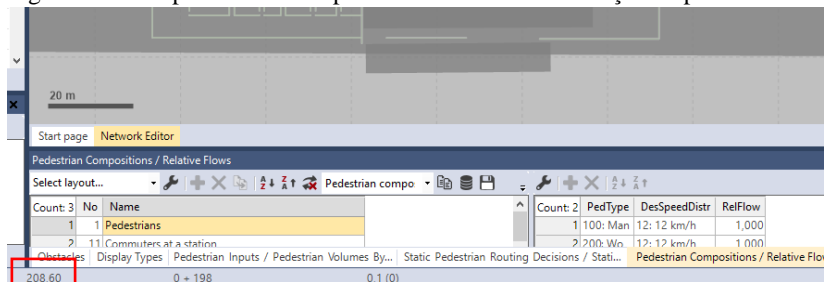
Figura 44 - Aglomerações junto às saídas para a Rua Alberto Stein



Fonte: Elaborado pela Autora

O tempo transcorrido para o esvaziamento emergencial na primeira simulação do cenário 2 proposto, como demonstra a Figura 45, foi de 208,60 s, ou seja, cerca de 3 minutos e 40 segundos. Por possível falha do software, observou-se ainda 198 ocupantes presos dentro do modelo.

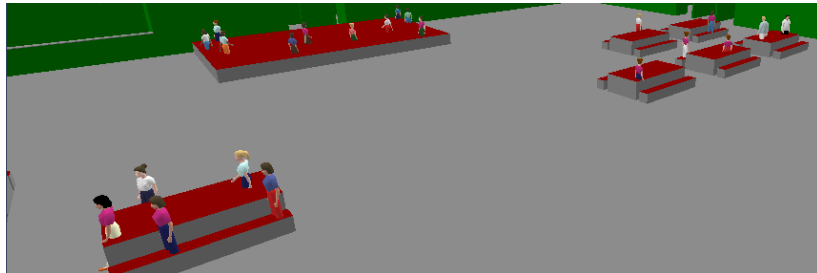
Figura 45 - Tempo transcorrido para esvaziamento em situação de pânico



Fonte: Elaborado pela Autora

Na Figura 46, observam-se indivíduos presos em obstáculos dentro do modelo que, portanto, não concluíram o percurso definido para a saída do local. Em todas as simulações realizadas observou-se a ocorrência deste problema, que pode demonstrar uma falha a ser corrigida no software.

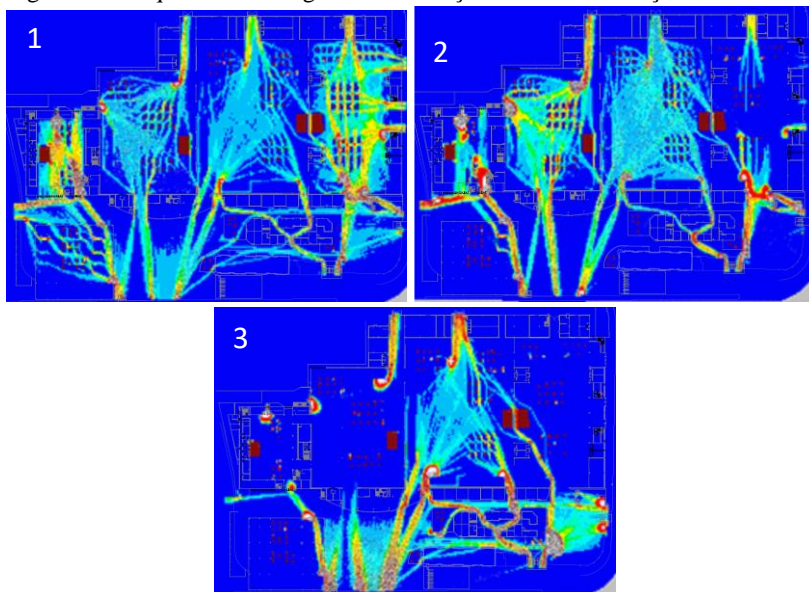
Figura 46 - Indivíduos presos no modelo



Fonte: Elaborado pela Autora

Uma segunda simulação do cenário 2 foi realizada a fim de se obter os mapas de densidade com informações referentes às áreas com maior concentração de pessoas. Nesta simulação, observou-se a sequência de imagens, compostas pela Figura 47, aos 35,20s (1), 61,50s (2) e 90,70s (3).

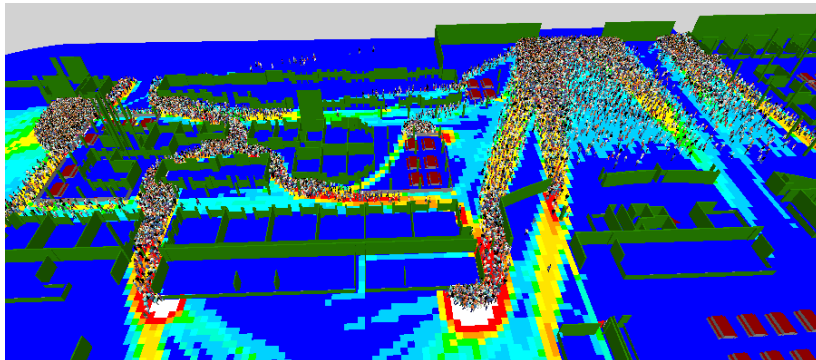
Figura 47 - Sequência de imagens na simulação com demonstração de densidade



Fonte: Elaborado pela Autora

Observou-se, aos 35,20 s, uma movimentação dos ocupantes mais aleatória e em direção a todas as saídas de emergência, bem como a formação de linhas de percurso dentro das áreas externas do parque, em direção aos portões de saída. Aos 61,50 s percebe-se com clareza as linhas de percurso dos espaços externos e as concentrações de pessoas nas áreas internas dos setores junto às saídas de emergência. Aos 90,70 s observa-se a movimentação de pessoas especialmente nos setores 2 e 3 em direção às saídas, aglomerações junto às portas no setor Biergarten e no setor 1, e uma maior concentração de pessoas em direção aos portões de saída nas áreas externas.

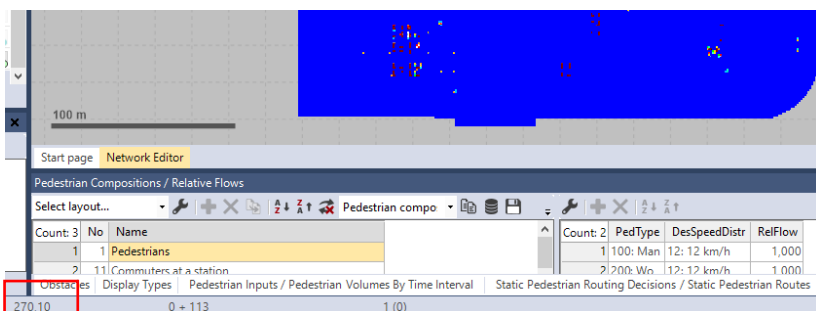
Figura 48 – Mapa de densidade aos 90,70 s de simulação no cenário 2



Fonte: Elaborado pela Autora

Na Figura 48 observou-se os corredores formados pela implantação das edificações no parque, junto ao Empório Vila Germânica demonstrando pontos de lentidão do esvaziamento e grande concentração de pessoas.

Figura 49 - Tempo transcorrido para esvaziamento na simulação do cenário 2



Fonte: Elaborado pela Autora

O tempo transcorrido na segunda simulação do cenário 2 (Figura 49) foi de 270,10 s, ou seja, cerca de 4 min e 30 s. O número de ocupantes retidos na rede nesta simulação foi 113. Com a simulação realizada neste cenário também foi possível coletar informações no software e exportar para planilhas eletrônicas. Os dados verificados foram os tempos totais máximos e as distâncias totais percorridas de evacuação de cada indivíduo dentro do parque para a evacuação emergencial, conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 13 - Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento

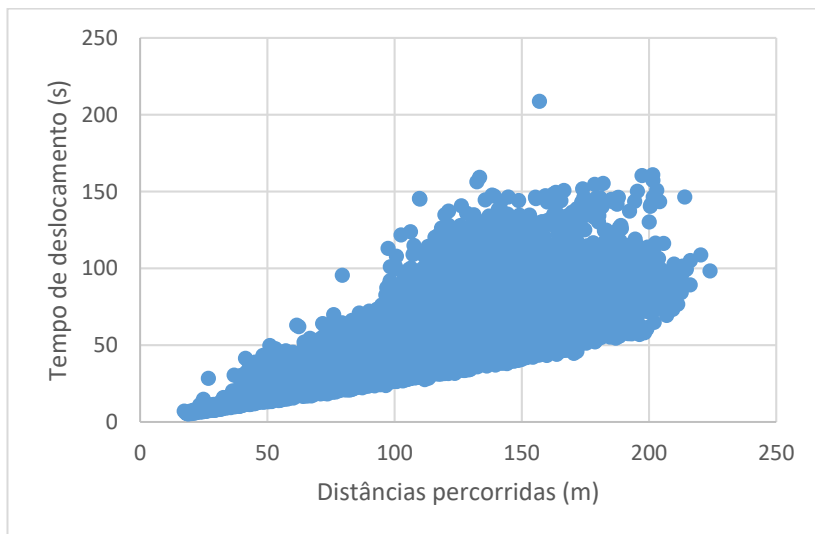
PedNo	Setor	TravDist (m)	Journey time (s)
980	162	157,00	208,60
22316	162	224,00	98,20

Fonte: Elaborado pela Autora

Identificou-se que o tempo máximo de deslocamento dentro do modelo foi de 208,60 s e a distância percorrida por este indivíduo foi de 157,00 m. A área de origem deste ocupante foi o setor 162 na modelagem, correspondente ao Setor 2 no Parque Vila Germânica (Figura 41).

A maior distância percorrida dentro do modelo até a saída foi de 224,00 m e o tempo de deslocamento para este indivíduo foi de 98,20 s. Conclui-se que este indivíduo obteve menor tempo de deslocamento e maior distância percorrida com maior velocidade e sem encontrar pontos de lentidão em seu percurso. A área de origem deste ocupante também foi o setor 162 do modelo no software de simulação.

Gráfico 2 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 2



Fonte: Elaborado pela Autora

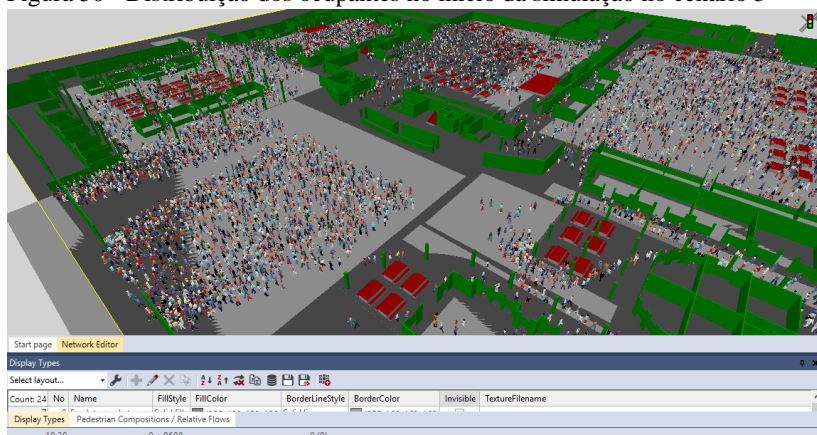
Elaborou-se um gráfico de dispersão relacionando o tempo de deslocamento e as distâncias percorridas de cada indivíduo (Gráfico 2). Pode-se observar que há um crescimento diretamente proporcional entre o tempo de deslocamento e a distâncias percorridas na simulação. Contudo, em função de pontos de lentidão e aglomerações de pessoas, o

indivíduo que mais tempo permaneceu no sistema não foi o mesmo que percorreu a maior distância, conforme observado no cenário 1.

4.3.3 Cenário 3

O cenário 3 foi proposto tendo 10 mil indivíduos para o esvaziamento emergencial. A velocidade utilizada neste cenário foi 1,53 m/s, ou seja, velocidade de caminhada mais rápida. Foram realizadas duas simulações no cenário 3, uma observando a movimentação de pessoas no espaço e o comportamento junto às saídas e outra observando os mapas de densidade que demonstram as áreas com maior concentração de pessoas. Na primeira simulação foram gerados os dados contendo as distâncias percorridas. Observa-se, na Figura 50, a distribuição dos ocupantes aos 10,20 s.

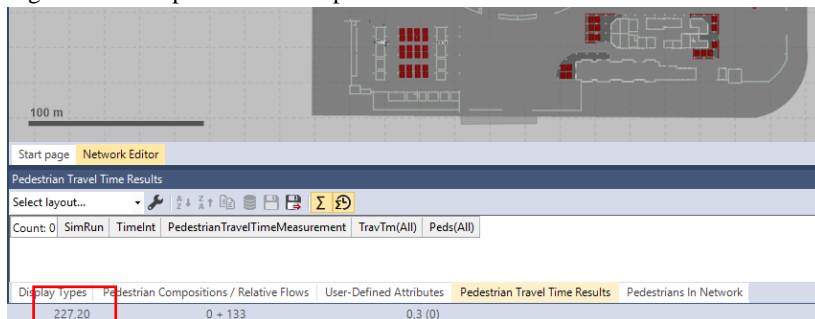
Figura 50 - Distribuição dos ocupantes no início da simulação no cenário 3



Fonte: Elaborado pela Autora

O tempo transcorrido para a evacuação no cenário 3 foi de 227,20 s, ou seja, cerca de 3 min e 47 s, conforme Figura 51. Ficaram retidos na rede 133 indivíduos.

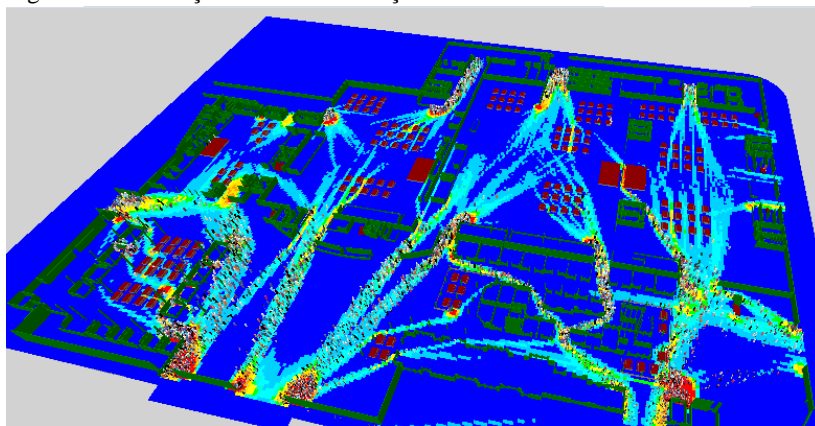
Figura 51 - Tempo transcorrido para esvaziamento no cenário 3



Fonte: Elaborado pela Autora

Realizou-se uma segunda simulação para geração dos mapas de densidade no cenário 3. Na Figura 52 pode-se observar a movimentação dos ocupantes nos setores em direção às saídas de emergência, bem como a formação das linhas de percurso nas áreas externas em direção aos portões.

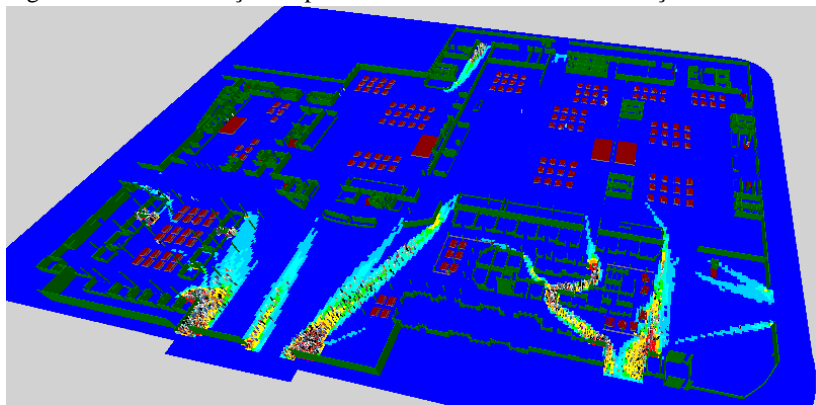
Figura 52 - Formação de filas em direção às saídas aos 1 min e 16 s



Fonte: Elaborado pela Autora

Pode-se notar que houve maior concentração de pessoas junto às portas de saída na direção dos fundos do parque e também junto aos portões de saída em direção às ruas de acesso, no entorno.

Figura 53 – Concentração de pessoas aos 2 min e 03 s na simulação no cenário 3



Fonte: Elaborado pela Autora

A Figura 53 demonstra a densidade de pessoas aos 2 min e 03 s, sendo que a maior concentração de pessoas pode ser observada junto aos portões de saída para a Rua Alberto Stein. O tempo transcorrido para evacuação, nesta simulação, foi de 3 min e 47 s. Nas duas simulações realizadas no cenário 3 o tempo de esvaziamento para as 10 mil pessoas, a uma velocidade de 1,53 m/s, foi o mesmo. Por possível falha do software, em ambas ficaram retidos 133 ocupantes na rede.

Com a simulação realizada foi possível coletar informações do software e exportar para planilhas eletrônicas. Os dados verificados foram os tempos totais máximos e as distâncias totais percorridas durante a evacuação de cada indivíduo (Tabela 14).

Tabela 14 - Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento

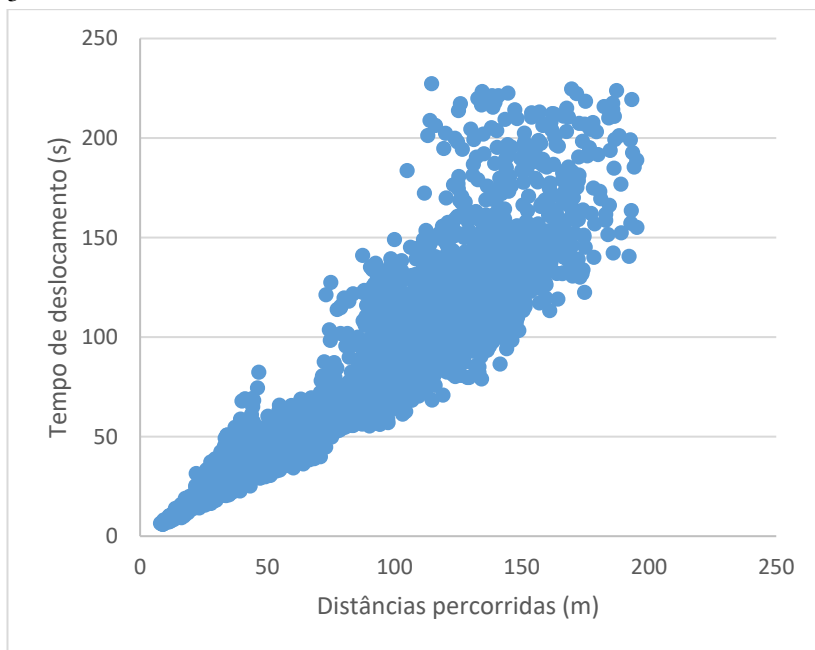
PedNo	Setor	TravDist (m)	Journey time (s)
1368	162	114,60	227,20
8562	162	195,30	155,00

Fonte: Elaborado pela Autora

O tempo máximo de deslocamento foi de 227,20 s e a distância percorrida por este indivíduo foi de 114,60 m. O setor de origem deste ocupante dentro da rede no simulador foi o setor 162, identificado anteriormente pela Figura 41.

A maior distância percorrida dentro do modelo até a saída foi de 195,30 m e o tempo de deslocamento para este indivíduo foi de 155 s. A origem deste ocupante também foi o setor 162, que corresponde ao Setor 2 do Parque Vila Germânica.

Gráfico 3 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 3



Fonte: Elaborado pela Autora

O gráfico de dispersão relacionando o tempo de deslocamento e as distâncias percorridas de cada indivíduo (Gráfico 3) demonstra que há um crescimento diretamente proporcional entre o tempo de deslocamento e a distâncias percorridas na simulação. No entanto, em função de pontos de lentidão e aglomerações de pessoas, o indivíduo que mais tempo permaneceu no sistema não foi o mesmo que percorreu a maior distância.

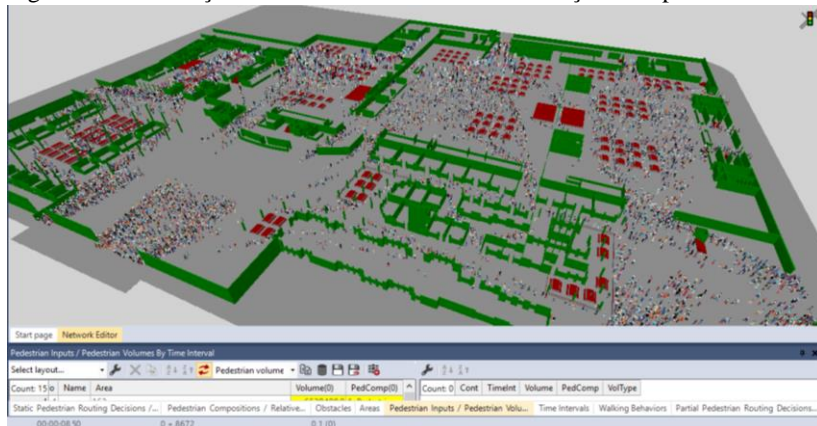
4.3.4 Cenário 4

O cenário 4 foi proposto tendo um volume de ocupantes de 10 mil pessoas com velocidade de esvaziamento de 3,33 m/s. Esta velocidade, como mencionado anteriormente, simula condições de evacuação com pânico, em que as pessoas poderiam correr na direção das saídas, provocando empurrões e possíveis vítimas feridas.

Para o cenário 4 foram realizadas duas simulações. A primeira simulação teve por objetivo a observação da movimentação dos ocupantes durante a simulação, bem como o tempo total transcorrido para

a evacuação total do local. A segunda simulação teve por objetivo analisar os mapas de densidade que demonstram a concentração de pessoas durante a evacuação.

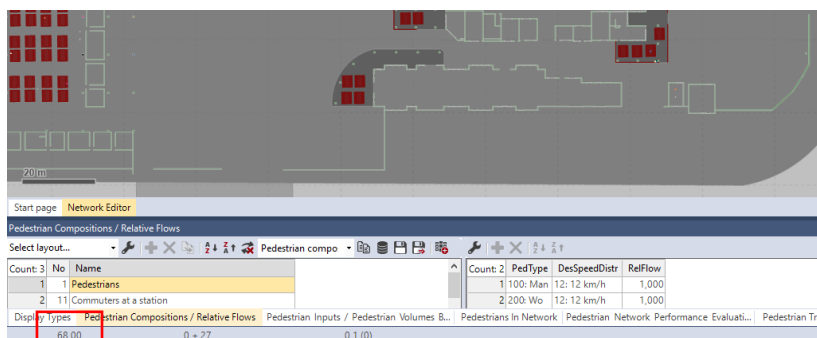
Figura 54 – Simulação do cenário 4 no início da evacuação com pânico



Fonte: Elaborado pela Autora

Na primeira simulação realizada, observou-se que a movimentação dos ocupantes é similar à movimentação nas simulações realizadas anteriormente. O tempo total transcorrido para esvaziamento do local neste cenário foi de 68 s e permaneceram retidos no modelo 27 indivíduos (Figura 55).

Figura 55 - Tempo transcorrido para esvaziamento no cenário 4

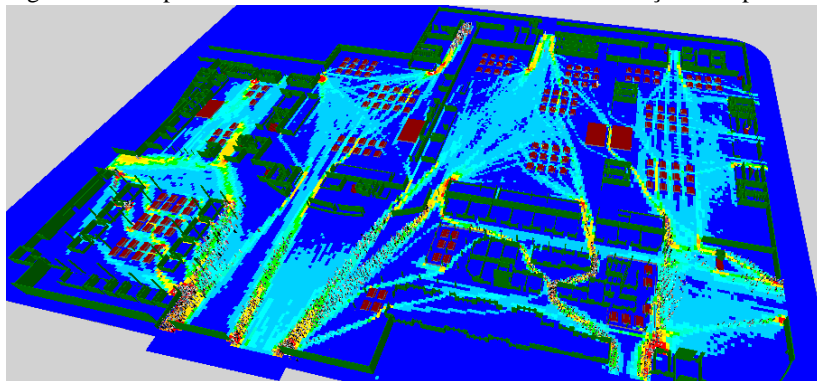


Fonte: Elaborado pela Autora

Na segunda simulação realizada no cenário 4, observou-se a formação das linhas de percurso e os locais com maior concentração de

pessoas. A movimentação dos ocupantes nos setores é mais esparsa em função da dispersão do público no interior das edificações. Na Figura 56, que mostra o movimento dos ocupantes no esvaziamento aos 30 s, pode-se observar maior densidade junto às saídas de emergência e junto aos portões das áreas externas com descarga nas ruas de entorno. Nota-se também a movimentação dos usuários no entorno dos obstáculos modelados no software que representam mesas, palco entre outros.

Figura 56 – Mapa de densidade no cenário 4 aos 30 s da evacuação com pânico



Fonte: Elaborado pela Autora

O tempo total transcorrido na segunda simulação do cenário 4 foi de 68,20 s, ou seja, pouco mais de 1 min, tendo 27 indivíduos retidos na rede. O tempo de esvaziamento nas duas simulações realizadas no cenário 4 foi igual.

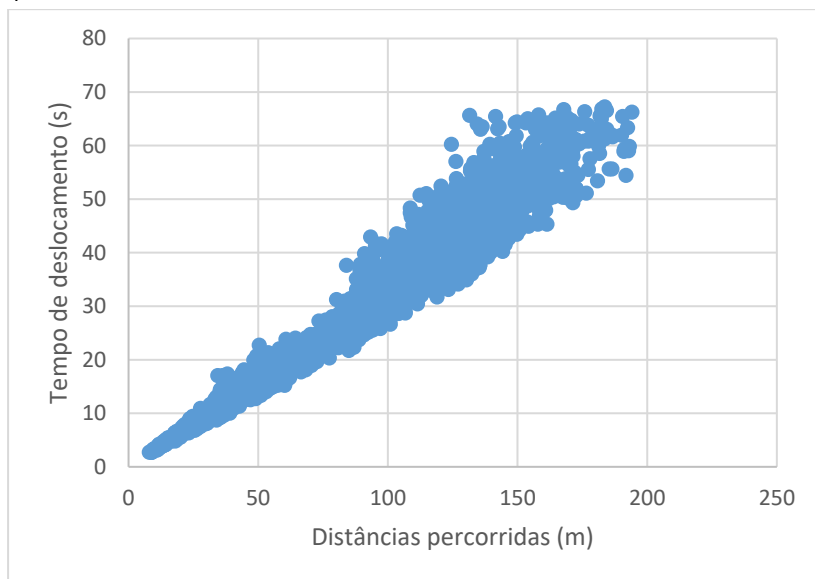
Tabela 15 - Indivíduos com maior distância percorrida e tempo de deslocamento

PedNo	Setor	TravDist (m)	Journey time (s)
1396	162	194,20	66,20
2507	162	183,70	68,20

Fonte: Elaborado pela Autora

Os dados coletados através do simulador *PTV Vissim/Viswalk*, a partir de planilhas eletrônicas, demonstra que o maior tempo transcorrido para evacuação emergencial no cenário 4 foi de 68,20 s e a distância percorrida por este ocupante foi de 183,70 m. O ocupante que teve maior distância percorrida, com 194,20 m, realizou o percurso em 66,20 s, ou seja, pouco mais de 1 minuto. A Tabela 14 apresenta estas informações bem como os setores de origem dos dois indivíduos analisados. O resultado também indica que o ocupante teve seu percurso de origem no Setor 2 do Parque Vila Germânica.

Gráfico 4 - Relação tempo de deslocamento X distâncias percorridas para cenário 4



Fonte: Elaborado pela Autora

O gráfico de dispersão relacionando o tempo de deslocamento e as distâncias percorridas de cada indivíduo demonstra, também neste cenário, que há um crescimento diretamente proporcional entre o tempo de deslocamento e a distância percorrida na simulação. Entretanto, em função de pontos de lentidão e aglomerações de pessoas, o indivíduo que mais tempo permaneceu no sistema não foi o mesmo que percorreu a maior distância.

4.3.5 Resultado das simulações

As simulações realizadas descrevem muitos fenômenos observados realisticamente. Em especial, as simulações permitem explicar alguns padrões de comportamento que foram elencados na pesquisa através da fundamentação teórica realizada.

Os fenômenos observados em todos os cenários demonstram a formação de faixas ou pistas em alguns momentos durante a evacuação emergencial, nas direções das saídas, que consistem no fato de que os pedestres tomam o mesmo percurso na mesma direção, preferindo não realizar ultrapassagens. Este fenômeno pode ser observado tanto nas

simulações com 40 mil pedestres, como nas simulações com 10 mil. A formação de faixas maximiza a velocidade média na direção desejada do movimento, sendo isto uma consequência das interações entre os pedestres. Os pedestres se auto organizam, ou seja, tendem a otimizar o seu espaço.

Observou-se também a movimentação entre pedestres em direções opostas, realizando pequenos desvios nos percursos a fim de evitar o choque com os demais ocupantes. Além disso, percebeu-se a ocorrência de oscilação na movimentação de pedestres em gargalos, com mudanças da direção da passagem, fenômeno provocado em razão da diminuição da velocidade de escoamento nestes pontos. Observou-se ainda que, em situação de pânico, as velocidades aumentam e o fenômeno do pastoreio tende a aumentar, ou seja, muitos pedestres tendem a fazer o mesmo percurso que outras pessoas fazem.

Situações de bloqueio de passagem, formado por arcos nas saídas, também foram observados. Entupimentos nos pontos de saída causam significativos atrasos na evacuação das pessoas. A velocidade de saída torna-se menor e as densidades aumentam substancialmente. Este fenômeno pôde ser observado em todos os cenários simulados, sendo mais evidente nas simulações realizadas com 40 mil pessoas. O possível resultado destes entupimentos poderia representar riscos de acidentes em uma situação real. Quando os arcos se quebram há um fenômeno similar a uma avalanche, em que os pedestres saem com súbito aumento de velocidade.

O tempo de esvaziamento nos diferentes cenários demonstra que as normas técnicas são atendidas no local da pesquisa. De todos os setores, os indivíduos chegam a um local seguro (área externa do parque), percorrendo uma distância média de até 70 metros, à uma velocidade de cerca de 1,37 metros por segundo, ou seja, velocidade de caminhada rápida, mas sem pânico. O maior tempo transcorrido para estar em segurança foi de cerca de 45 segundos.

Para os cenários simulados com 40 mil pedestres e com 10 mil pedestres, observou-se resultados coerentes. As simulações com 10 mil pedestres trouxeram resultados que representam uma proporção aproximada quatro vezes menor do que os resultados apresentados nas simulações com 40 mil ocupantes.

4.4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

A procedimento metodológico proposta neste trabalho está baseada na verificação de normas e aspectos de prevenção de incêndio e

acessibilidade, apoiando-se na simulação de situações de evacuação de multidões. Assim, a finalidade principal desta pesquisa foi elaborar um instrumento mais prático e rápido que possa ser utilizado na verificação de espaços destinados à reunião de grande público de pessoas.

A criação desse procedimento metodológico, considerada um instrumento de avaliação, tem o propósito de minimizar eventuais riscos de acidentes em diferentes locais que reúnem multidões, já na fase de preparação dos eventos. Desta forma, foi necessário compreender quais os fatores relacionados à arquitetura dos espaços, poderiam interferir na segurança dos usuários, tanto em situações normais, como em situações de evacuação emergenciais.

A partir da realização do estudo de caso, com a aplicação do instrumento de avaliação elaborado e a realização de simulações computacionais com humanos virtuais, observou-se que o local atende às normas técnicas de prevenção de acidentes relacionadas à segurança para esvaziamento emergencial de locais com reunião de grande público. Aspectos pontuais foram avaliados como insatisfatórios, contudo, pôde-se concluir que estes aspectos poderiam ser facilmente ajustados para garantir mais qualidade e segurança ao local.

Observou-se que, tanto através da análise feita pelo instrumento de avaliação proposto quanto pelo resultado das simulações, o número de saídas de emergência é satisfatório, bem como suas dimensões e localização. Demais aspectos importantes, tais como a lotação máxima dos setores, sinalização de emergência, caminhamento máximo e tempo transcorrido para esvaziamento são atendidos pelos dois métodos propostos de análise na pesquisa.

Apesar de atendidos estes aspectos, houve formação de aglomerações em alguns pontos de saída, de forma que nestes pontos pode haver alta concentração de pessoas, excedendo 4 ocupantes por metro quadrado, sugerindo possíveis riscos de ocorrência de acidentes. Os locais com maiores aglomerações de pessoas coincidem com os principais locais de acesso ao parque.

Este resultado reforça um comportamento comum em multidões. Em geral, as pessoas tendem a procurar a entrada conhecida para a saída emergencial. Assim, esta pesquisa aponta como possível diretriz de melhoria na segurança do local, a inserção de um maior número de monitores juntos destas saídas e pontos com aglomerações de pessoas.

Também, sugere-se que a população flutuante do local receba informações relacionadas às saídas emergenciais antes do evento, bem como a inserção de avisos sonoros durante o evento sobre os locais de saída e procedimentos básicos em caso de acidentes, a fim de que o pânico

seja evitado e que as pessoas consigam encontrar os pontos de saída alternativos com maior facilidade. É sabido que, quando as pessoas sabem o que devem fazer, o pânico em geral é evitado. Sem pânico, as chances de que todos os usuários consigam esvaziar o local em segurança é muito maior.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos objetivos propostos para esta pesquisa, que analisou as condições de esvaziamento emergencial em locais destinados à realização de eventos que atraem grande público flutuante faz-se importante destacar algumas conclusões:

Na identificação de fundamentos que visam a diminuição da ocorrência de acidentes em locais que reúnem multidões em eventos se faz necessário compreender quais são os aspectos arquitetônicos que podem influenciar na movimentação segura dos indivíduos. Percebeu-se que os estrangulamentos de circulações, por exemplo, fazem com que ocorra aglomeração de pessoas em rotas de fuga, podendo ocasionar acidentes em situações de esvaziamento emergencial.

A elaboração de um procedimento metodológico de avaliação de desempenho quanto à segurança dos espaços pode possibilitar uma maneira mais rápida e eficiente para gestores dos locais que reúnem grande multidões, no intuito de identificar aspectos não atendidos das normas técnicas ou até mesmo aspectos relacionados ao comportamento humano e a dinâmica de multidões.

Também, observou-se no decorrer da pesquisa, a importância do entendimento de como se dá o fluxo dos usuários nos espaços, especialmente em relação às rotas de fuga, levando os usuários a locais seguros em caso de acidentes, no menor tempo possível. Para isso, a realização do modelamento e simulações computacionais foram aliados na busca pela compreensão de como se pode aumentar a segurança dos locais que reúnem um grande número de pessoas.

Durante o processo da pesquisa, observou-se dificuldades na manipulação do software utilizado para a realização da simulação, em relação a ajustes necessários para que pedestres não ficassem retidos na rede. Considera-se, no entanto, que proporcionalmente ao número total de ocupantes modelados, os resultados não sofreram significativa perda de qualidade.

O projeto de arquitetura, quando bem elaborado, representa importante fator preventivo em espaços que reúnem grande público. Para isso, o atendimento às normas técnicas relacionadas à segurança dos espaços, em caso de acidentes, pode fazer com que eventuais acidentes sejam evitados ou seus efeitos minimizados. Assim, aplicação do instrumento de avaliação de desempenho em um objeto de estudo, nesta pesquisa elencado como sendo o Parque Vila Germânica, conforme critérios definidos pelas normas técnicas e a simulação computacional com humanos virtuais, pôde ser capaz de visualizar a segurança dos

invidíduos que utilizam o local, em situações em que evacuações emergenciais poderiam se fazer necessárias, bem como aspectos arquitetônicos responsáveis por pontos que requerem atenção, tais como corredores e portões de saída.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Ao final deste trabalho, destaca-se alguns temas de pesquisa que podem ser abordados em trabalhos futuros:

- i. O desenvolvimento de pesquisas sobre outros padrões de comportamento de multidões, especialmente em relação ao comportamento de multidões compostas também por pessoas sob efeito de álcool;
- ii. Pesquisas com simulações computacionais voltadas a outros espaços que reúnem grande público, como edificações de ensino ou outros.
- iii. Pesquisas para definição de parâmetros de alteração de velocidade de pedestres em evacuação emergencial em locais que reúnem multidões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Glossário de termos relacionados com a segurança contra incêndio: NBR 13860**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9077: **Saídas de emergência em edifícios**, Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

APPLEYARD, DONALD. **Livable Streets**. Berkeley: University of California Press, 1981.

ALVES, ALESSANDRA GONÇALVES. **Incêndio em edificações: a questão do escape em prédios altos em Brasília (DF)**, Dissertação, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

ARAÚJO, S.B. **Manual de Administração de Desastres**, Editora SYGMA Press, Rio de Janeiro, 2009

BARDIN, LAURENCE. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Edição 70, 2009.

BATTU, MICHAEL; TORRENS, PAUL M. **Modeling complexity the limits to prediction**. Working Paper Series of Centre for Advanced Spatial Analysis (CASA), University College, London, 2001.

BEAMON, B. M. **Humanitarian Relief Chains: Issues and Challenges**, R 34th International Conference on Computers and Industrial Engineering San Francisco, CA, USA, 2004.

BERTO, A.F. **Medidas de proteção contra incêndio: aspectos fundamentais a serem considerados no projeto arquitetônico dos edifícios**. São Paulo, 1991. Dissertação - FAUUSP.

BLUMER, HERBERT. **Comportamento coletivo. Esboço de novos princípios de sociologia** (Collective Behavior." - New Outline of the Principles of Sociology ed. A. M. Lee. New York: Barnes & Noble), 1951.

BUZOGANY; BERTAZZO; YOSHIKAZI; JUNIOR. **Atualização da revisão da literatura acadêmica brasileira sobre desastres com ênfase em logística de operações humanitárias**. XXIX Congresso

Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Ouro Preto, MG, Nov/2015.

CARLINI; NAPPO; GALDURÓZ; NOTO. **Drogas Psicotrópicas: o que são e como agem**. Revista IMESC, nº 3, pg. 9-35, 2001.

CHENG, L; YARLAGADDA, R; FOOKES, C; YARLAGADDA, P. **A review of pedestrian group dynamics and methodologies in modeling pedestrian group behaviours**, Word Journal of Mechanical Engineering, Vol. 1(1), pp 002-013, Austrália, 2014.

DAAMEN, WINNIE; HOORGENDOORN, SERGE PAUL. **Research on pedestrian traffic flow in Netherlands**. In: Proceedings Walk 21 IV (p. 101-117). Portland, Oregon, United States: Walk 21 Conference, 2003.

DAAMEN, WINNIE; HOORGENDOORN, Serge Paul. **Capacity of Doors During Evacuation Conditions**, Delft University of Technology, Netherlands, 2010.

DIJKSTRA, J. **Multi-Agent Cellular Automata System for Visualising Simulated Pedestrian Activity**, Fourth International Conference on Cellular Automata for Research and Industry, Berlim, 2000.

DISCHINGER; BINS ELY; PIARDI. **Promovendo acessibilidade nos edifícios públicos**. MPSC, Florianópolis, 2012

DUARTE; LEITE; PONTES. **Gerenciamento dos riscos de incêndio**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

DUMAZEDIER, Joffre. **Lazer e Cultura Popular**, Perspectiva, São Paulo, 1976.

FRUIN, JOHN. **The Causes and Prevention of Crowd Disasters**, First International Conference on Engineering of Crowd Safety, London, England, 1993, revised 2002.

FELL, ANDREW. **A Study of Modeling Crowd Dynamics, Final Year Project in Computer Science**, Carleton University, Canadá, 2003.

FONSECA, J.J.S. **Procedimento metodológico da pesquisa científica**. Fortaleza, UEC, 2002.

- FONSECA; RHEINGANTZ. **O ambiente está adequado? Prosseguindo com a discussão.** Produção, v. 19, nº 3, pag. 502-213, 2009.
- GIL, ANTONIO CARLOS. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** Editora Atlas, 6ª edição, São Paulo, 2008.
- GILL; VALENTIN; ONO. **Projeto de saídas de emergência em edificações: uma análise crítica de parâmetros de dimensionamento em normas e regulamentações vigentes no Estado de São Paulo,** XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis, Ago/2006.
- GOMES, MELO. **Lazer no Brasil: trajetória de estudos, possibilidades de pesquisa,** Revista Movimento, v.9, n.1, pg. 23-44, Porto Alegre, 2003.
- GONÇALVES, P.H. **Estimação do fluxo multidirecional de pedestres em ambientes abertos e não restritos, pela análise de sequências de imagens digitais,** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
- GOUVEIA; ETRUSCO. **Tempo de escape em edificações: os desafios do modelamento de incêndio no Brasil,** Rev. Escola de Minas, vol. 55, nº 4, Ouro Preto, 2002.
- HELBING, D; FARKAS, I; VICSEK, T. **Simulation of Pedestrian Crowd in Normal and Evacuation Situations.** In: SCHRECKENBERG, M; SARMA, S.D (Ed) **Pedestrian and Evacuation Dynamics,** Berlim, 2002, p.21-58.
- HELBING, D; MOLNAR, P. **Social force model for pedestrian dynamics.** Phys. Rev. E, (S.1), v.51, n.5, p.4282-4286, 1995.
- KLUPFEL, HUBERT L. **A cellular automaton model for crowd movement and egress simulation,** Tese de Doutorado, Universidade Duisburg-Essen, Alemanha, 2003.
- LE BON, GUSTAVE. **A psicologia das multidões,** Paris, 1896.
- LEITE, LIGIA SILVA. **Instrumentos de Avaliação e Pesquisa: caminhos para construção e validação,** Wak, São Paulo, 2012.
- MARTINS, PONTES, KARAN E FINCO. **O perigo das multidões.** Revista Época, Globo, fev/ 2013.

METTE, P.A.P. **Calendário histórico cultural: a contextualização das festas realizadas em Blumenau (SC), para a promoção turística**, Dissertação, Univali, Balneário Camboriú, 2005.

MINAYO, MARIA CECÍLIA DE SOUZA. **Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(3): 621-626, 2012.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de desastres da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC)**, Brasília, 2017.

NETO, S. **Um modelo conceitual de sistema de apoio à decisão espacial para gestão de desastres por inundações**, Tese de doutorado-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

NOGUEIRA; GONÇALVES; OLIVEIRA. **O Enfoque da logística humanitária no desenvolvimento de uma rede dinâmica para situações emergenciais : o caso do Vale do Itajaí em Santa Catarina**, UFSC, 2014.

OSARAGI, T. **Modeling of Pedestrian Behavior and Its Applications to Spatial Evacuation**, In: International Joint Conference on Autonomous agents and multiagents systems, 2004.

PÁDUA, F.L.C. **Contagem de pedestres em tempo real baseada em visão**, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, iv, v, 2, 11, 12, 14, 28, 2002.

QUARANTELLI, E. L. **Panic behavior: Some empirical observations**. American Institute of Architects Conference on Human Response to Tall Buildings, 1975.

RAPOPORT, ARNOS. **Aspectos humanos de la forma urbana**. Barcelona, 1978.

REICHER, STEPHEN. **The Psychology of Crowd Dynamics**, School of Psychology University of St. Andrews, Scotland.

RIPLEY, AMANDA. **Impensável : Como e por que as pessoas sobrevivem a desastres**. Editora Globo, Rio de Janeiro, 2008.

SANTA CATARINA; **Corpo de Bombeiros. Normas de segurança contra incêndios do estado de Santa Catarina**. 2.ed. rev. e ampl. Florianópolis: EDEME, 1994. Disponível em <<http://www.cbm.sc.gov.br/dat/index.php/instrucoes-normativas-in>> Acesso em 20 de julho de 2017.

SCHADSCHNEIDER, A. **Cellular Automaton Approach to Pedestrian Dynamics - Theory.**

SCHMID, ALOÍSIO. **A idéia do conforto. Reflexões sobre o ambiente construído.** Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA, CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIÁS. **Norma Técnica nº 12/2012 - Eventos públicos e centros esportivos e de exibição – requisitos de segurança contra incêndio,** Goiânia, 2012.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA, CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 009/2014 - Sistema de saída de emergência,** Florianópolis 2014.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA, CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **IN 31/2014 - Plano de Emergência,** Florianópolis 2014.

SEITO, ALEXANDRE ITIU. (COORD.). **A segurança contra incêndio no Brasil,** Projeto Editora, São Paulo, 2008.

SHIWAKOTI, SARVI, ROSE. **Modelling pedestrian behaviour under emergency conditions – State-of-the-art and future directions,** Monash University, Australia, 2008.

SILVA, ANDRÉ DE SOUZA. **Modelagem, Mensuração e Simulação do Movimento de Pedestres e Veículos,** Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOUZA, JOÃO CARLOS. **A importância do projeto arquitetônico na prevenção contra incêndios.** Florianópolis: UFSC, 1998

SOUZA, JOÃO CARLOS. **Emergências em locais com reunião de grande público - O papel da logística humanitária.** XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, 2015

SOUZA, JOÃO CARLOS. **Prevenção de Acidentes em Multidões através de Controle do Movimento de Pedestres** In: XXX Congresso Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes - ANPET, 2016, Rio de Janeiro - RJ. **Anais do XXX ANPET.** Rio de Janeiro, RJ: COPPE-Rio, 2016. v.1. p.198 - 210.

STANTON, NEVILLE; YOUNG, MARK; HARVEY, CATHERINE. **A Guide to methodology in ergonomics, 2a. edição**, Routledge, Reino Unido, 2014.

STILL, KEITH. **Crowd Dinamycs**, Tese de Doutorado, University of Warwick, 2000.

TEKNOMO, KARDI; GERILLA, GLORIA P. **Sensitivity Analysis and Validation of a Multi-Agents Pedestrian Model** *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS)*, Vol . 6, pg 198-213, 2005.

TERRA, ULISSES DEMARCHI SILVA. **Arquitetura em espaços de fluxo e modelagem e simulação em estações metroferroviárias e espaços de multidão**, Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2014.

TOYAMA, MARCELO COSTA. **Uma Abordagem Multiagentes para Dinâmica de Pedestres**, Dissertação de Mestrado em Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2006.

TRIVIÑOS, AUGUSTO N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. Atlas, São Paulo, 1987.

VENTURA, MAURO. **O espetáculo mais triste da terra: o incêndio do Gran Circo Norte Americano**, Companhia das Letras, São Paulo, 2011.

WAS, JAROSLAW. **Cellular Automata model of pedestrian dynamics for normal and evacuation conditions**. Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), 2005.

WASSENHOVE, L.V., **Humanitarian logistics** - Insead Business Press, 2006.

WATT, DAVID. **Gestão de Eventos em Lazer e Turismo**. Bookman, Porto Alegre, 2003.

ZAMPIERI, FABIO LUCIO LOPES. **Modelo Estimativo de Movimento de Pedestres baseado em Sintaxe Espacial e Redes Neurais Artificiais**, Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

ZUCCO, FABRICIA DURIEUX. Relações entre as dimensões motivação para viajar, fontes de informação utilizadas e qualidades percebida dos serviços por turistas de festivais: um estudo sobre a Oktoberfest de Blumenau e de Munique, Tese de Doutorado, UNINOVE, São Paulo, 2012.

YIN, P.A.P. Estudo de Caso: planejamento e método, 3ª edição, Bookman, Porto Alegre, 2005.

APÊNDICE

APÊNDICE A - LISTA DE VERIFICAÇÃO 1

PLANILHA 1 - NBR 9077/2001					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Acessos ou rotas de saída horizontais	O pé-direito mínimo é de 2,50m?				
	O número de saídas é suficiente?				
	A largura das saídas é suficiente?				
	Está livre de obstáculos?				
	As distâncias máximas a serem percorridas foram atendidas?				
	Possui sinalização de emergência?				
	Possui iluminação de emergência?				
	Existe ferragem antipânico nas portas?				
	O sentido de abertura das portas está correto?				
	As portas estão dimensionadas corretamente?				
	Há presença de peças plásticas nas fechaduras das portas?				
Rampas	Existe rampa na descarga?				
	Existe rampa na união entre ambiente externo e interno?				
	As rampas terminam por patamares planos?				
	O comprimento mínimo dos patamares é de 1,10m?				
	A rampa possui piso antiderrapante?				
	Possui portas nos patamares das rampas?				
	Há patamares nas rampas quando há mudança de direção?				
	As rampas são dotadas de guarda-corpos e corrimãos?				
	As rampas possuem sinalização de emergência?				
	As rampas possuem iluminação de emergência?				
	As rampas estão livres de obstáculos?				
	As rampas possuem declividade máxima de 10%?				

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Escadas	O edifício possui lances com até 3 degraus?				
	O número de escadas atende ao número de usuários?				
	Os degraus possuem entre 16 e 18cm de altura?				
	A largura dos degraus das escadas atende à fórmula de Blondel?				
	Possui escada mista (curva e reta)?				
	As ante-câmaras das escadas estão corretamente dimensionadas?				
	As escadas possuem guarda-corpos e corrimãos?				
	Os lanços das escadas estão corretamente dimensionados?				
	Os comprimentos dos patamares estão com dimensões corretas?				
	As escadas enclausuradas resistem ao fogo por no mínimo 2 horas?				
Elevadores de Emergência	Possui em torres exclusivamente monumentais (ex.templo)?				
Descarga	Possui área de descarga?				
	O tipo de descarga atende à norma?				
	O dimensionamento da largura da descarga atende à norma?				
Instalações de Alarmes	Possui sistema de comunicação de emergência?				
	Possui sistema de iluminação de emergência?				
	Possui sistema de sinalização de saídas nos acessos?				
	Possui sistema de sinalização de saídas nas descargas?				
N/A - Não se aplica					

Fonte: Elaborado pela Autora, baseado na NBR 9077/2001

APÊNDICE B - LISTA DE VERIFICAÇÃO 2

PLANILHA 2 - NBR 9050/2015					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Rotas acessíveis, rotas de fuga e saídas de emergência	Possui rotas acessíveis?				
	As rotas acessíveis estão vinculadas à circulação principal e de emergência?				
	Possui sinalização informativa direcional na rota acessível?				
	A rota acessível possui iluminação natural e/ou artificial suficiente?				
	Está livre de grelhas, juntas de dilatação, tampas, capachos, etc?				
	Possui sinalização de emergência na rota de fuga direcionada à saída?				
	As rotas de fuga possuem sinalização e iluminação de balizamento?				
	Possui sinalização sonora e tátil na rota de fuga ?				
	As rotas de fuga e rotas acessíveis estão desobstruídas?				
	Os revestimentos possuem superfície regular, estável e antiderrapante?				
	Os corredores estão dimensionados conforme o fluxo de pessoas?				
	Os corredores estão livre de obstáculos?				
Sinalização e Iluminação de Emergência	Possui sinalização de emergência normal e em braille?				
	Possui sinalização de circulação?				
	Possui sinalização de elevador?				
	Possui sinalização de escada rolante?				
	Possui sinalização de rampas?				
	Possui sinalização de escadas?				
	Possui sinalização de portas e passagens?				
	Possui sinalização de pavimento?				
	Possui sinalização de degraus isolados?				
	Possui planos e mapas acessíveis para localização?				
N/A - Não se aplica					

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Portas	As portas possuem barras antipânico?				
	As maçanetas, puxadores e barras antipânico são de fácil pega?				
Áreas de resgate	Possui uma área de resgate para cada 500 pessoas?				
	As áreas de resgate estão sinalizadas?				
	As áreas de resgate estão localizadas fora do fluxo principal de circulação?				
	Possuem dispositivos de comunicação de emergência?				
Áreas de descanso	Possui área de descanso?				
	A área de descanso está fora da circulação principal?				
	As áreas de descanso estão adequadamente distantes entre si?				
Rampas	Possui rampas com declividades adequadas?				
	Possui número de segmentos adequado?				
	Possui largura adequada?				
	Possui guarda-corpo e corrimãos adequados?				
	Possui guia de balizamento com no mínimo 5cm de altura?				
	Possui patamares no início e término das rampas?				
	Possui patamares intermediários sempre que necessário?				
	Os patamares possuem largura e comprimento adequados?				
Escadas	Possui degraus isolados?				
	As dimensões de pisos e espelhos são iguais em toda a extensão da escada?				
	Os degraus estão dimensionados conforme a Fórmula de Blondel?				
	A largura da escada está dimensionada conforme o fluxo de pessoas?				
	Possui guia de balizamento com no mínimo 5cm de altura?				
	Possui patamares corretamente dimensionados?				
	Possui corrimãos e guarda-corpos adequados?				

Fonte: Elaborado pela Autora, baseado na NBR 9050/2015

APÊNDICE C - LISTA DE VERIFICAÇÃO 3

PLANILHA 3 - IN 009/2014 DAT/CBMSC					
CRITÉRIOS	ITENS A CONFERIR SUBCRITÉRIOS	RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
		NORMA	LOCAL	N/A	
SAÍDAS E CIRCULAÇÕES	Os acessos permitem escoamento fácil dos ocupantes do pavimento?				
	Os acessos e circulações estão desobstruídos em todos os pavtos?				
	As saídas de emergência estão dimensionadas corretamente?				
	A largura mínima das circulações é de 1,65m?				
	O caminhamento máximo é de 25 metros?				
	A descarga possui sinalização em direção à via pública?				
	A largura da descarga é proporcional ao número de pessoas?				
	O número de saídas está dimensionado conforme a necessidade?				
	Se a área for superior a 100m² possui controle de lotação de público?				
ESCADAS E RAMPAS	As escadas/rampas terminam no piso da descarga?				
	As escadas/rampas e antecâmaras estão livres e desimpedidas?				
	As escadas/rampas possuem patamar a cada 3 metros de desnível?				
	As escadas/rampas possuem patamar sempre que há mudança de direção?				
	As escadas/rampas possuem iluminação de emergência?				
	As escadas/rampas possuem sinalização de emergência?				
	Os degraus das escadas estão corretamente dimensionados?				
	O patamar mantém a mesma largura que as escadas e rampas?				
	Os patamares são planos?				
	Possui corrimãos contínuos e em ambos os lados nas escadas/rampas?				
	Os corrimãos permitem que sejam agarrados de forma fácil e segura?				
	Os terraços, mezaninos, varandas e sacadas possuem guarda-corpos?				
	O piso das escadas/rampas possuem piso antiderrapante?				
	As escadas destinadas à saída de emergência possuem degraus em leque?				
Os parapeitos dos terraços possuem altura mínima de 1,10m?					
PORTAS	As portas das saídas de emergência abrem no sentido do fluxo?				
	As portas possuem a mesma largura durante a abertura?				

N/A - Não se aplica
























Fonte: Elaborado pela Autora, baseado na IN 009/2014/DAT/CBMSC

APÊNDICE D - LISTA DE VERIFICAÇÃO 4

PLANILHA 4 - IN 031/2014 DAT/CBMSC					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
IDENTIFICAÇÃO VISUAL	Prevê ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	São realizados exercícios simulados de abandono no mínimo 2 vezes ao ano?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Possui planta de emergência interna?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Possui planta de emergência externa?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Nas plantas de emergência, estão identificadas a localização no imóvel?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Nas plantas internas estão indicadas as rotas de fuga?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Nas plantas internas estão indicadas as escadas de emergência?	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Nas plantas internas estão indicadas a localização do acionador de alarme?	<input checked="" type="checkbox"/>			
N/A - Não se aplica					

Fonte: Elaborado pela Autora, baseado na IN 31/2014/DAT/CBMSC

APÊNDICE E - LISTA DE VERIFICAÇÃO 5








PLANILHA 5- NT 12/2004 CBMGO					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
SETORES E SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	Cada setor possui, no mínimo, 2 saídas de emergência?				
	Há saídas de emergência suficiente e estão posicionadas adequadamente?				
	As distâncias máximas percorridas por setor é de até 60 metros?				
	As distâncias máximas percorridas por nas áreas externas é de até 120 m?				
	Há informação que conduz o público para as rotas de fuga?				
	As saídas de emergência possuem sinalização e iluminação adequadas?				
	Nas saídas, os materiais de acabamento são incombustíveis?				
	O piso nas saídas do público são em material antiderrapante?				
	As larguras nas saídas possuem estreitamento?				
	Junto às saídas, há informação indicando plano de abandono de local?				
	Os acessos e circulações atendem aos PNE conforme NBR 9050?				
	As circulações horizontais estão livres de obstáculos?				
	Os locais de vendas estão distantes no mínimo 5 metros das saídas?				
	Os desníveis nas saídas são vencidos por rampas adequadas?				
	As portas e portões de saída possuem abertura no sentido do fluxo?				
	As portas de saída possuem barras antipânico?				
	As saídas são viagiadas pelas equipes de segurança durante o evento?				
	As catracas de acesso são reversíveis?				
	As catracas de acesso são computadas como parte do sistema de saídas?				
	As portas e portões de saída são de correr ou de enrolar?				
ESCADAS E RAMPAS	As escadas e rampas são contínuas desde o nível superior até a descarga?				
	As rampas e escadas possuem largura adequada?				
	As rampas e escadas estão desobstruídas?				

CRITÉRIOS	ITENS A CONFERIR SUBCRITÉRIOS	RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
		NORMA	LOCAL	N/A	
ESCADAS E RAMPAS	As mudanças de direção em escadas e rampas possuem patamares planos?				
	As escadas possuem patamares de descanso a cada 12 degraus?				
	As rampas possuem patamares de descanso a cada 3,20m de vão?				
	Os patamares possuem largura igual aos das escadas/rampas?				
	As rampas são precedidas e sucedidas por patamares planos?				
	Há portas alocadas nas rampas?				
	A inclinação das rampas são sempre inferiores da 10%?				
DESCARGAS EXTERNAS	São tomadas medidas para evitar aglomeração nas descargas externas?				
	As áreas de descarga são usadas como estacionamento de veículos?				
	As áreas de descarga são mantidas livres e desimpedidas?				
	As áreas de descarga estão distribuídas equidistante no local?				
CORRIMÃOS E GUARDA-CORPOS	Os corrimãos e guarda-corpos estão corretamente instalados?				
	Os corrimãos e guarda-corpos possuem terminações arredondadas?				
	Em arquibancadas para público em pé, há barreiras antiesmagamento?				
LOTAÇÃO MÁXIMA	Em setores para público em pé, a lotação máxima é de até 3 pessoas/m ² ?				
	O tempo máximo de evacuação previsto é de 5 minutos?				
	O público dos gramados foi computado no dimensionamento das saídas?				
	Nos camorestes sem cadeira fixa, a densidade é de até 2,5 pessoas/m ² ?				
	A população máxima por setor é de 10 mil pessoas?				
	Há medidas para evitar a lotação em função da migração entre setores?				
MEDIDAS ESPECÍFICAS	Há sala de comando e controle com sistemas de informação/comunicação?				
	Os recintos possuem equipamentos de sonorização?				
	Público é orientado sobre a localização das saídas antes do evento?				
	Está previsto acesso e saída exclusivo aos serviços de emergência?				
	Em local externo adjacente, há vaga para viatura de emergência?				
	Há brigada de incêndio no local?				
	O sistema de iluminação de emergência possui duas fontes de energia?				
N/A - Não se aplica					

Fonte: Elaborado pela Autora, baseado na NT 12/2014/CBMGO

APÊNDICE F – LISTA DE VERIFICAÇÃO 6

PLANILHA 6- OUTRAS REFERÊNCIAS					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Sinalização de abandono de local	Possui sinalização nas mudanças de direção, obstáculos, escadas, etc?				
	As placas de SAL estão corretamente dimensionadas?				
	As placas de SAL possuem autonomia mínima de 2 horas?				
	A SAL está instalada imediatamente acima das aberturas do ambiente?				
	As placas fotoluminescentes possuem dimensões e padrões corretas?				
	As placas luminosas possuem dimensões e padrões corretas?				
	Possui sinalização contínua indicando sentido do fluxo da rota de fuga?				
	As setas indicativas de saída estão a cada 3 m ou em mudanças de direção?				
	As setas nas paredes estão instaladas entre 25 e 50 cm do piso?				
	As setas nos pisos estão centralizados em relação à largura da rota de fuga?				
	As placas de SAL permanecem iluminadas durante todo o evento?				
	As placas de SAL possuem pelo menos 2 fontes de energia?				
	O local possui sistemas de iluminação de emergência?				
Saídas de emergência	Se houver arquibancadas, as dimensões estão corretas?				
	O dimensionamento da capacidade de acessos para evacuação está correto?				
	As distâncias máximas a serem percorridas atendem às normas?				
	As portas e portões abrem no sentido do fluxo da rota de fuga?				
	É possível acessar um local seguro em até 2 min em caso de acidentes?				
	Há espaço para abrigo de vítimas em caso de acidentes?				
Ações para prevenção de acidentes	Há brigadistas voluntários ou particulares em número suficiente?				
	As equipes fixas receberam treinamento antes do evento?				
	Foram realizados exercícios simulados antes do evento?				
	Foram previstos planos emergenciais em caso de ocorrência de acidentes?				

























ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Ações para prevenção de acidentes	Há equipe de monitoramento a fim de evitar pânico em caso de acidentes?				
	Há sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de acidente?				
	Há plano organizacional em caso de acidentes?				
Lotação máxima	O dimensionamento da lotação máxima está correto?				
Medidas específicas	As saídas são vigiadas pelas equipes de segurança durante o evento?				
	São tomadas medidas para evitar aglomeração nas descargas externas?				
	São previsto ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida?				
N/A - Não se aplica					

Fonte: Elaborado pela Autora





APÊNDICE G – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Saídas de emergência	O número de saídas está dimensionado conforme a necessidade?				
	As saídas de emergência estão dimensionadas corretamente?				
	Os acessos e circulações estão desobstruídos em todos os pavtos?				
	A largura mínima das circulações é de 1,65m?				
	As distâncias máximas percorridas foram atendidas?				
	Possui rotas acessíveis vinculadas à circulação principal e de emergência?				
	As saídas estão livres de grelhas, capachos, juntas de dilatação, tampas?				
	Se houver setores, cada setor possui pelo menos 2 saídas de emergência?				
	Nas saídas, os materiais de acabamento são incombustíveis?				
	O piso na saída do público é em material antiderrapante?				
	As larguras nas saídas possuem estreitamento?				
	Os locais de vendas estão distantes no mínimo 5m das saídas?				
	São tomadas medidas para evitar aglomeração nas descargas externas?				
	As áreas de descarga são usadas como estacionamento de veículos?				
	As áreas de descarga são mantidas livres e desimpedidas?				
	A descarga possui sinalização em direção à via pública?				
	As áreas de resgate estão localizadas fora do fluxo principal de circulação?				
	A área de descanso (se houver) está fora da circulação principal?				
	As áreas de descanso estão adequadamente distantes entre si?				
	O tempo máximo de evacuação previsto para o local é de 5 minutos?				
O público dos gramados foi computado no dimensionamento das saídas?					
Foi previsto acesso e saída exclusivo aos serviços de emergência?					
Em local externo adjacente há vaga para viatura de emergência?					

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Escadas e rampas	Em lances com até 3 degraus (degraus isolados) há sinalização?				
	O número de escadas atende ao número de usuários?				
	Os degraus possuem entre 16 e 18cm de altura?				
	A largura dos degraus das escadas atende à fórmula de Blondel?				
	Há escada mista (curva e reta?) ou degraus em leque?				
	Os comprimentos dos patamares possuem dimensões corretas?				
	As dimensões de pisos e espelhos são iguais em toda a extensão da escada?				
	A largura de escadas e rampas tem medidas conforme o fluxo de pessoas?				
	Possuem guia de balizamento com no mínimo 5cm de altura?				
	As escadas e rampas são contínuas desde o nível superior até a descarga?				
	As escadas e rampas estão desobstruídas?				
	Nas mudanças de direção em escadas e rampas há patamares planos?				
	Nas escadas há patamares de descanso a cada 12 degraus?				
	Nas rampas há áreas de descanso ou patamares a cada 3,20m de vão?				
	Os patamares possuem largura igual aos das escadas e/ou rampas?				
	As rampas estão precedidas e sucedidas por patamares planos?				
	Há portas alocadas nas rampas?				
	A inclinação das rampas é inferior a 10%?				
	Há rampa na união entre ambiente externo e interno?				
	O patamar mantém a mesma largura que as escadas e rampas?				
O piso das escadas e rampas é antiderrapante?					
Há elevadores de emergência em edificações a partir de 60 metros de altura?					

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Portas, corrimãos e guarda-corpos e	As portas e portões de saída possuem abertura no sentido do fluxo da rota de fuga?				
	As portas de saída possuem barras antipânico?				
	As catracas de acesso são reversíveis?				
	As catracas de acesso foram computadas como parte do sistema de saídas?				
	As portas e portões de saída são de correr ou de enrolar?				
	Os corrimãos permitem que sejam agarrados de forma fácil e segura?				
	Os terraços, mezaninos e sacadas possuem guarda-corpos com 1,10m altura no mínimo?				
	Há corrimãos contínuos e em ambos os lados nas escadas e rampas?				
	Nas arquibancadas para público em pé há barreiras antiesmagamento?				
	Há presença de peças plásticas nas fechaduras das portas?				
	Sinalização de emergência	Ha sinalização de emergência na rota de fuga direcionada à saída?			
As rotas de fuga possuem sinalização e iluminação de balizamento?					
Há sinalização sonora e tátil na rota de fuga?					
As escadas e rampas possuem iluminação de emergência?					
As escadas/rampas possuem sinalização de emergência?					
Há sala de comando e controle com sistemas de informação/comunicação?					
Os recintos possuem equipamentos de sonorização?					
O sistema de iluminação de emergência possui duas fontes de energia?					
Possui sistema de comunicação de emergência?					
Possui sistema de iluminação de emergência?					
Possui sistema de sinalização de saídas nos acessos?					
Possui planta de emergência externa?					
Possui planta de emergência interna?					
Nas plantas de emergência estão identificadas a localização no imóvel?					

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Sinalização de emergência	Nas plantas internas estão indicadas as rotas de fuga?				
	Nas plantas internas estão indicadas as escadas de emergência?				
	Nas plantas internas estão indicadas a localização do acionador de alarme?				
	Há algum sistema de abandono de local (SAL)?				
	As placas do SAL estão com dimensões e padrão de cores corretas?				
	As placas de SAL possuem autonomia de pelo menos 2 horas de iluminação?				
	As placas de SAL permanecem iluminadas durante todo o evento?				
	Há sinalização contínua com setas indicando o sentido do fluxo de saída?				
	As setas estão locadas a cada 3 metros e onde há mudança de direção?				
	As setas devem estar corretamente (em paredes ou pisos)?				
	Há sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de sinistro?				
Lotação máxima	A população máxima por setor é de no máximo 10 mil pessoas?				
	Em setores para público em pé, a lotação máxima é de até 3 pessoas/m ² ?				
	Nos camarestes sem cadeira fixa, a densidade é de até 2,5 pessoas/m ² ?				
	Há medidas para evitar a lotação em função da migração entre setores?				
	Se a área for superior a 100m ² possui controle de lotação de público?				
Medidas específicas	As saídas são vigiadas pelas equipes de segurança durante o evento?				
	O público é orientado sobre a localização das saídas antes do evento?				
	Foi previsto ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida?				
	São realizados exercícios simulados de abandono no mínimo 2 vezes ao ano?				
	Há presença de brigadistas em número adequado?				
	As equipes fixas recebem treinamento antes do evento?				

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Medidas específicas	São previstos planos emergenciais em caso de ocorrência de acidentes?				
	Há equipe de monitoramento a fim de evitar pânico em caso de acidentes?				
	Há sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de acidente?				
	Há plano organizacional envolvendo estruturas e pessoas em caso de acidentes?				
N/A - Não se aplica					









Fonte: Elaborado pela Autora

APÊNDICE H – RESULTADO APLICAÇÃO DO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO					
ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Saídas de emergência	O número de saídas está dimensionado conforme a necessidade?				
	As saídas de emergência estão dimensionadas corretamente?				
	Os acessos e circulações estão desobstruídos em todos os pavtos?				
	A largura mínima das circulações é de 1,65m?				
	As distâncias máximas percorridas foram atendidas?				
	Possui rotas acessíveis vinculadas à circulação principal e de emergência?				
	As saídas estão livres de grelhas, capachos, juntas de dilatação, tampas?				
	Se houver setores, cada setor possui pelo menos 2 saídas de emergência?				
	Nas saídas, os materiais de acabamento são incombustíveis?				
	O piso na saída do público é em material antiderrapante?				
	As larguras nas saídas possuem estreitamento?				
	Os locais de vendas estão distantes no mínimo 5m das saídas?				
	São tomadas medidas para evitar aglomeração nas descargas externas?				
	As áreas de descarga são usadas como estacionamento de veículos?				
	As áreas de descarga são mantidas livres e desimpedidas?				
	A descarga possui sinalização em direção à via pública?				
	As áreas de resgate estão localizadas fora do fluxo principal de circulação?				
	A área de descanso (se houver) está fora da circulação principal?				
	As áreas de descanso estão adequadamente distantes entre si?				
	O tempo máximo de evacuação previsto para o local é de 5 minutos?				
O público dos gramados foi computado no dimensionamento das saídas?					
Foi previsto acesso e saída exclusivo aos serviços de emergência?					
Em local externo adjacente há vaga para viatura de emergência?					

CRITÉRIOS	ITENS A CONFERIR SUBCRITÉRIOS	RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
		NORMA	LOCAL	N/A	
Portas, corrimãos e guarda-corpos	As portas e portões de saída possuem abertura no sentido do fluxo da rota de fuga?				
	As portas de saída possuem barras antipânico?				
	As catracas de acesso são reversíveis?				
	As catracas de acesso foram computadas como parte do sistema de saídas?				
	As portas e portões de saída são de correr ou de enrolar?				
	Os corrimãos permitem que sejam agarrados de forma fácil e segura?				
	Os terraços, mezaninos e sacadas possuem guarda-corpos com 1,10m altura no mínimo?				
	Há corrimãos contínuos e em ambos os lados nas escadas e rampas?				
	Nas arquibancadas para público em pé há barreiras antiesmagamento?				
	Há presença de peças plásticas nas fechaduras das portas?				
	Sinalização de emergência	Ha sinalização de emergência na rota de fuga direcionada à saída?			
As rotas de fuga possuem sinalização e iluminação de balizamento?					
Há sinalização sonora e tátil na rota de fuga?					
As escadas e rampas possuem iluminação de emergência?					
As escadas/rampas possuem sinalização de emergência?					
Há sala de comando e controle com sistemas de informação/comunicação?					
Os recintos possuem equipamentos de sonorização?					
O sistema de iluminação de emergência possui duas fontes de energia?					
Possui sistema de comunicação de emergência?					
Possui sistema de iluminação de emergência?					
Possui sistema de sinalização de saídas nos acessos?					
Possui planta de emergência externa?					
Possui planta de emergência interna?					
Nas plantas de emergência estão identificadas a localização no imóvel?					

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Sinalização de emergência	Nas plantas internas estão indicadas as rotas de fuga?				
	Nas plantas internas estão indicadas as escadas de emergência?				
	Nas plantas internas estão indicadas a localização do acionador de alarme?				
	Há algum sistema de abandono de local (SAL)?				
	As placas do SAL estão com dimensões e padrão de cores corretas?				
	As placas de SAL possuem autonomia de pelo menos 2 horas de iluminação?				
	As placas de SAL permanecem iluminadas durante todo o evento?				
	Há sinalização contínua com setas indicando o sentido do fluxo de saída?				
	As setas estão locadas a cada 3 metros e onde há mudança de direção?				
	As setas devem estar corretamente (em paredes ou pisos)?				
	Há sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de sinistro?				
Lotação máxima	A população máxima por setor é de no máximo 10 mil pessoas?				
	Em setores para público em pé, a lotação máxima é de até 3 pessoas/m ² ?				
	Nos camarestes sem cadeira fixa, a densidade é de até 2,5 pessoas/m ² ?				
	Há medidas para evitar a lotação em função da migração entre setores?				
	Se a área for superior a 100m ² possui controle de lotação de público?				
Medidas específicas	As saídas são vigiadas pelas equipes de segurança durante o evento?				
	O público é orientado sobre a localização das saídas antes do evento?				
	Foi previsto ações de abandono a pessoas com mobilidade reduzida?				
	São realizados exercícios simulados de abandono no mínimo 2 vezes ao ano?				
	Há presença de brigadistas em número adequado?				
	As equipes fixas recebem treinamento antes do evento?				

ITENS A CONFERIR		RESPOSTA			OBSERVAÇÕES
CRITÉRIOS	SUBCRITÉRIOS	NORMA	LOCAL	N/A	
Medidas específicas	São previstos planos emergenciais em caso de ocorrência de acidentes?				
	Há equipe de monitoramento a fim de evitar pânico em caso de acidentes?				
	Há sistemas que auxiliem um rápido reconhecimento de aviso de acidente?				
	Há plano organizacional envolvendo estruturas e pessoas em caso de acidentes?				
N/A - Não se aplica					

Fonte: Elaborado pela Autora