

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IGOR FELIPE WINTER

PORTAS DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA:
Estudo de aplicação em locais de reunião de público

São Leopoldo

2022

IGOR FELIPE WINTER

**PORTAS DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA:
Estudo de aplicação em locais de reunião de público**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Universidade do Vale
do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Fonseca Tutikian

São Leopoldo

2022

Às minhas amadas mãe e avó, Catarina e Maria (in memoriam), que me educaram com muito amor e continuam cuidando de mim.

RESUMO

As Leis e regulamentações referentes à Segurança Contra Incêndio vêm sendo atualizadas ao longo dos últimos anos, na maioria das vezes motivados por grandes desastres, como o ocorrido na Boate Kiss. Esses eventos têm demonstrado que, cada vez mais, os materiais utilizados, os sistemas e métodos de construção, a tecnologia empregada, as medidas e equipamentos de segurança devem ser aprimorados. Outra questão importante a ser debatida é o desempenho das saídas de emergência desses locais de reunião de público, mesmo atendendo às normas e projetos, as saídas podem não ser eficientes, ou ainda, o material utilizado na porta de saída de emergência pode mudar a eficiência da mesma. A presente pesquisa estuda disposições e posicionamentos de rotas de saídas de emergência, ao aplica uma relação entre as ABNT NBR 9077/2001, a RTCBMRS nº 11 parte 01/2016 e a ITCBMPA nº05 parte 01/2019, bem como a aplicabilidade do vidro nesse tipo de porta para locais de reunião de público, com foco principal na análise do material quanto à resistência e aplicação adequada, com base no dimensionamento da ABNT NBR 7199/2016, mas também pelo seu desempenho, sua estética e efeito da transparência do material na visibilidade dos elementos sinalizados como saídas de emergência.

Palavras-chave: Saída de Emergência. Vidro. Segurança Contra Incêndio. Incêndio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Incêndio Gran Circus	17
Figura 2 – Incêndio Caneco Mineiro.....	19
Figura 3 – Sinalização nas portas e paredes de vidro.....	22
Figura 4 – Afastamento entre saídas de emergência.....	24
Figura 5 – Exemplo de conformação de rotas de fuga com ângulo igual ou superior a 45°.....	26
Figura 6 – Exemplo de conformação de rotas de fuga com ângulo igual ou superior a 45°.....	26
Figura 7 – Exemplos de posicionamento de rotas alternativas.	27
Figura 8 – Diferenças de estilhaços de vidro.....	31
Figura 9 – Vidro aramado.....	32
Figura 10 – Mapa de isopletas	36
Figura 11 – Fachada da edificação A.....	45
Figura 12 – Planta baixa pavimento térreo da edificação A.	45
Figura 13 – Planta baixa do segundo pavimento da edificação A.	46
Figura 14 – Portas de saída da edificação A (2016).	47
Figura 15 – Dados da Edificação A (2018).....	48
Figura 16 – Medidas de SCI (2018) da edificação A.....	49
Figura 17- Portas da edificação A (2018).....	50
Figura 18 – Pontos de saída da edificação A.....	51
Figura 19 – Vista Aérea da Edificação B.....	52
Figura 20 – Planta baixa da edificação B	53
Figura 21 – Pontos de Saída da Edificação B.....	54
Figura 22 – Distância entre saídas edificação A	55
Figura 23 – Rotas de saídas PPCI de 2016.....	56
Figura 24 - Rotas de saídas PPCI de 2018.....	57
Figura 25 – Espessura nominal da Porta 5	59
Figura 26 – Detalhes da Porta 5.....	60
Figura 27 – Visibilidade da saída.	60
Figura 28 – Saídas de Emergência da edificação A.....	61
Figura 29 – Detalhe Portas de Saída do PPCI de 2016.	66
Figura 30 – Projeção das saídas para atender a RT nº 11/2016.....	67

Figura 31 – Rotas de saídas PPCI de 2016	68
Figura 32 - Rotas de saídas	68
Figura 33 – Detalhe Portas de Saída Projeção CBMPA.	69
Figura 34 – Projeção das saídas para atender a RT nº 11 / 2016.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classificação do vidro	33
Tabela 2 – Propriedades físicas do vidro	34
Tabela 3 – Tensão máxima admissível (MPa)	35
Tabela 4 – Fator S_2	38
Tabela 5 – Valores mínimos do fator estatístico.....	39
Tabela 6 – Fator de equivalência de vidros monolíticos (ϵ_3).....	41
Tabela 7 – Usos e aplicações do vidro.....	43
Tabela 8 – Casos Estudados	44
Tabela 9 – Dados rotas de saída PPCI de 2016	57
Tabela 10 – Dados rotas de saída PPCI de 2018	58
Tabela 11 – Comparação de dados entre PPCI de 2016 e de 2018 da edificação A.	58
Tabela 12 – Tensão máxima admissível (MPa)	62
Tabela 13 – Dados rotas de saída PPCI de 2016	67
Tabela 14 – Dados rotas de saídas.....	69
Tabela 15 – Dados rotas de saídas.....	70
Tabela 16 – Distâncias até as saídas de emergência edificação B.....	71
Tabela 17 – Ângulos formados entre rotas edificação B	72

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
SCI	Segurança Contra Incêndio
CBMRS	Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul
CBMESP	Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo
CBMPA	Corpo de Bombeiros Militar do Pará
RT	Resolução Técnica
IT	Instrução Técnica
ABRAPE	Associação Brasileira de Promotores de Eventos
PIB	Produto Interno Bruto
PPCI	Projeto de Prevenção Contra Incêndio
APPCI	Alvará de Prevenção Contra Incêndio
Pa	Pascal
MPa	Megapascal
mm	Milímetros
RS	Rio Grande do Sul
PA	Pará

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Tema	12
1.2 Delimitação do tema	12
1.3 Problema	13
1.4 Objetivos	13
1.4.1 Objetivo geral	13
1.4.2 Objetivos específicos.....	13
1.5 Justificativa	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 Segurança Contra Incêndio em Locais de Reunião de Público	15
2.1.1 Histórico da SCI no Brasil.....	15
2.1.2 Incêndios em locais de reunião de público no Brasil	16
2.1.2.1 Incêndio do Gran Circus Norte-Americano.....	16
2.1.2.2 Incêndio no Caneco Mineiro	18
2.1.2.3 Incêndio Space Club	19
2.1.2.4 Incêndio na Boate Kiss.....	19
2.1.3 Normas e Legislações para Saídas de Emergência.....	20
2.1.3.1 ABNT NBR 9077/2001 Saídas de Emergência em edifícios	20
2.1.3.2 ABNT NBR 9050/2015 Acessibilidade em edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos.....	21
2.1.3.3 Resolução Técnica CBMRS nº11 – Parte 01/2016	23
2.1.3.4 Instruções Técnicas de São Paulo	24
2.1.3.5 Instrução Técnica CBMPA nº 05 Parte 01/2019.....	25
2.1.4 Características de Comportamento em Situação de Incêndio.....	28
2.2 Utilização do vidro na construção civil	29
2.2.1 Histórico do Vidro	29
2.2.2 Tipos de Vidro	30
2.2.2.1 Vidro Temperado.....	30
2.2.2.2 Vidro Laminado	31
2.2.2.3 Vidro aramado.....	32
2.3 ABNT NBR 7199/2016	32
2.3.1 Classificação do vidro.....	32

2.3.2 Projeto	34
2.3.3 Propriedades físicas do vidro	34
2.3.4 Esforços solicitantes.....	35
2.3.4.1 Pressão de Vento (P _v)	35
2.3.4.1.1 Procedimento para determinação da velocidade básica do vento	36
2.3.4.1.2 Procedimento para determinação do fator S ₁	37
2.3.4.1.3 Procedimento para determinação do fator S ₂	37
2.3.4.1.4 Procedimento para determinação do fator S ₃	38
2.3.4.2 Peso próprio por unidade de área (P _p)	39
2.3.5 Pressão de cálculo (P)	39
2.3.6 Procedimento para cálculo da espessura (e ₁)	40
2.3.7 Procedimento para verificação da resistência	40
2.3.8 Procedimento para verificação da flecha.....	41
2.3.8.1 Critérios admissíveis de flecha.....	42
2.3.8.2 Valores para coeficiente de deformação	42
2.3.8.3 Cálculo de e _F	42
2.3.9 Disposições gerais	42
3 METODOLOGIA	44
3.1 Edificação A.....	44
3.1.1 Histórico do PPCI da edificação	46
3.1.1.1 PPCI da edificação A de 2016.....	47
3.1.1.2 PPCI da edificação A de 2018.....	48
3.1.2 Procedimento de análise das saídas de emergência	51
3.1.3 Análise da Porta 5 quanto à ABNT NBR 7199/2016	52
3.2 Edificação B.....	52
3.2.1 PPCI da edificação	53
3.2.2 Procedimento de Análise das Portas de Saídas de Emergência	53
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	55
4.1 Edificação A.....	55
4.1.1 Análise das saídas de emergências do PPCI de 2018.....	55
4.1.2. Distâncias máximas até as saídas do PPCI de 2016	56
4.1.3 Distâncias máximas até as saídas do PPCI de 2018	57
4.1.4 Resultados e Análises das Disposições das Saídas	58
4.1.5 Análise da porta 5	59

	10
4.1.5.1 Classificação do vidro.....	61
4.1.5.2 Projeto	61
4.1.5.3 Propriedades físicas do vidro	62
4.1.5.4 Esforços solicitantes.....	62
4.1.5.4.1 Pressão de Vento (Pv)	62
4.1.5.4.2 Peso próprio por unidade de área (P _p).....	63
4.1.5.5 Pressão de cálculo (P)	63
4.1.5.6 Procedimento para cálculo da espessura (e ₁).....	64
4.1.5.7 Procedimento para verificação da resistência	64
4.1.5.8 Procedimento para verificação da flecha.....	64
4.2 Edificação B.....	65
4.2.1 Análise das saídas de emergências para atender a RT nº 11 / 2016 do CBMRS	65
4.2.2 Distâncias máximas até as saídas do PPCI de 2016	67
4.2.3 Distâncias máximas até as saídas projetadas em item 4.2.1	68
4.2.4 Estudo das saídas para atender a IT nº 05 Parte 01/2019 do CBMPA	69
4.2.5 Resultados e Análises das Disposições das Saídas	70
5 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

O vidro é um material da construção civil que, desde o início do século passado, teve sua utilização elevada em larga escala. As suas particularidades, aliadas ao avanço nas tecnologias, conhecimento das propriedades e desenvolvimento de material faz com que ele seja protagonista na sua utilização, comparado aos demais materiais disponíveis no mercado. (BOGAS, 2011)

Segundo Patterson (2008 apud Pereira, 2012), no início de sua produção o vidro era considerado pela sociedade um material inseguro, fraco e perigoso, não sendo muito bem aceito como um material para construção. Apesar de ser um material frágil, o vidro é um material resistente e versátil, e vem sendo utilizado na construção civil até mesmo como elemento estrutural. Para contornar o problema da fragilidade, pode-se submeter o material a tratamentos térmicos que aumentam sua resistência, podendo até resistir a cargas mais elevadas do que o aço (WHITE, 2007 apud PEREIRA, 2012).

Para Raeffray (2009), a grande diversidade de tipos de vidros existentes no mercado possibilita uma extensa aplicabilidade do produto. Para otimização e desempenho adequado do material, as especificações de projeto devem ser muito detalhadas, para que não haja utilização de forma inadequada. A autora também comenta que a utilização do vidro pode trazer uma valorização à construção.

Ao mesmo tempo em que o vidro ganhou seu espaço nas construções e no cotidiano das pessoas, o lazer e a vida social seguiram no mesmo caminho. Para Gomes e Melo (2013) os estudos voltados ao lazer aumentaram consideravelmente nos últimos tempos. Dentre os motivos que contribuíram para tal crescimento, os autores citam: o desenvolvimento de uma forte e crescente indústria do lazer e do entretenimento a qual é apontada como fonte muito promissora de negócios, aumento das iniciativas governamentais relacionadas ao lazer e a valorização extrema do trabalho.

Neste contexto, Dumazedier (1976 apud Nunes, 2020) explica que o lazer pode ser classificado em três categorias: a) função de descanso – que repara dores físicas e emocionais que vêm das obrigações do cotidiano, especialmente o trabalho; b) função de divertimento, recreação e entretenimento – ligada ao tédio, visa uma compensação por meio do divertimento para um mundo diferente daquele

do cotidiano; c) função do desenvolvimento – cria novas formas de aprendizagem, são de livre escolha e que tem o intuito de ganho de aprendizagem.

Estes momentos de lazer acontecem, na grande maioria, em eventos, os quais são caracterizados pelo grande número de pessoas e aglomerações, o que para Teixeira e Cardoso (2014) é um risco, pois o número de acidentes envolvendo grandes eventos está cada vez maior.

Então, quando se pensa na melhoria da Segurança Contra Incêndio em locais de reunião de público, questiona-se o porquê ocorrem tantas mortes em sinistros? Estudos como o de Nunes, Santos e Souza (2018) demonstram que os principais motivos da grande quantidade de mortos em incêndio de locais de reunião de público são: a evacuação ineficiente, causada por saídas de emergência insuficientes e a inalação de grande quantidade de fumaça devida à ausência de ventilação nos locais.

Para Araújo (2008) grandes incêndios possuem características próprias, por influência do cenário onde se desenvolvem. Alguns dos elementos que influenciam esses incêndios são os fatores arquitetônicos, como compartimentação vertical e horizontal, sistema construtivo, afastamento de outras edificações, materiais combustíveis de decoração ou revestimento, mobiliário; além de efeitos externos, tais como a época do ano, ventos, clima, e localização geográfica.

Para Ono (1997 apud Copetti, 2020) as rotas de fuga assumem caráter fundamental em casos de incêndio. Essas rotas de fuga são meios de escape das edificações, caminhos ou estruturas que possibilitam que um grupo ou um indivíduo faça o abandono da área de risco de forma segura, ágil e sem ajuda externa.

1.1 Tema

Saídas de emergência em locais de reunião de público.

1.2 Delimitação do tema

Análise do conceito de duas saídas de emergência, estudando a disposição desses elementos em casos.

Aplicação de vidros em portas de saídas de emergência de locais destinados à reunião de público.

Não é função deste trabalho a realização de testes físicos em materiais vítreos, análise de distância máxima a percorrer e dimensionamento de saídas.

1.3 Problema

Atualmente, o Corpo de Bombeiros do Estado do Rio Grande do Sul não permite a utilização de portas de vidro para as saídas de emergência de edificações destinadas à reunião de público. O CBMRS também determina que tais locais devem possuir no mínimo duas saídas de emergência de cada pavimento. A presente pesquisa busca solucionar os seguintes problemas: há a possibilidade de utilização de vidros, mesmo que um percentual, para as portas de saídas de emergência em locais de reunião de público? O conceito utilizado no RS para disposição das saídas é totalmente eficiente?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo analisar saídas de emergência em locais de reunião de público, visando o ideal desempenho das mesmas e a aplicabilidade do vidro para rotas de saída dessas edificações.

1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Análise bibliográfica da temática
- b) Analisar e comparar materiais vítreos e sua utilização
- c) Definir itens para proposta de parâmetros
- d) Realizar estudo de caso das saídas de emergência de dois locais de reunião de público

1.5 Justificativa

Araújo (2008) relata que, no Brasil, tem se dado muito foco aos sistemas de segurança contra incêndio e suas implantações, ao invés de quem e como irão

utilizar esses sistemas. O autor enfatiza a necessidade de melhor conhecimento do comportamento humano em situação de incêndio, além da familiaridade com o “layout” e tecnologias atuais de SCI.

Aliado a isso, o vidro, por sua vez, é um material que vem ganhando espaço no seu uso e desenvolvimento de tecnologias. Atualmente existem sistemas que utilizam vidro que podem ser considerados resistentes ao fogo, mantendo sua integridade e isolamento (MORAES, 2018). Ao mesmo tempo, o vidro é um material que trás valorização ao imóvel, verifica-se que o vidro é a escolha principal para fachadas de edificações novas, considerando que representa as melhores soluções na realização de fachadas leves, é de fácil montagem e apresenta inúmeras possibilidades de uso (BOGAS, 2011).

Para Copetti (2020) os parâmetros de posicionamento, tamanho e quantidade de saídas de emergência são essenciais para garantir uma evacuação segura da edificação. O autor cita que a ABNT NBR 9077/2001 já condicionava a edificação da antiga Boate Kiss a possuir duas saídas distintas, porém sem restrição de afastamento ou fachada, e que, de fato, haviam duas saídas no local, posicionadas na mesma fachada. Segundo Tavares (2009 apud Copetti, 2020), as autoridades sabiam de tal situação na boate, mas a consideraram aceitável, muito provavelmente pela falta de elementos técnicos e ausência de mais parâmetros nas normas da época.

Além das premissas acima citadas como motivações para realização deste trabalho, a percepção de incoerências entre a aplicação do vidro, a falta de detalhes técnicos para compor as saídas de emergência nas Legislações do Corpo de Bombeiros vigentes no Estado do Rio Grande do Sul, a dificuldade de compreensão e aceite da impossibilidade do uso do vidro em portas de saídas de emergências por parte de empresários do ramo de eventos também foram de grande importância para criar a discussão e análises realizadas neste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho será dividida em duas partes: Segurança Contra Incêndio em Locais de Reunião de Público e Utilização de Vidros na Construção Civil.

2.1 Segurança Contra Incêndio em Locais de Reunião de Público

2.1.1 Histórico da SCI no Brasil

Ao longo dos últimos anos, a Segurança Contra Incêndio (SCI) vem ganhando importância nas esferas de conhecimento. Segundo Gill, Negrisolo e Oliveira (2008) antes da década de 70 do século passado, o assunto “incêndio” dizia respeito apenas ao Corpo de Bombeiros. Os autores ainda afirmam que a regulamentação não era específica, esparsa, muito baseada na área seguradora e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) apenas havia regulamentado assuntos ligados à produção de extintores de incêndio.

Para Mendonça (2011) a área de SCI é impulsionada devido à ocorrência de grandes tragédias, como exemplo os incêndios do Edifício Andraus (1972) e Edifício Joelma (1974), que resultaram em um grande número de vítimas e, somente após o ocorrido, a sensibilização da sociedade acadêmica e autoridades levou a criação do Laboratório de Ensaio de Fogo no Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, no Estado de São Paulo. Para Gill; Negrisolo e Oliveira (2008), o que acontece após as tragédias dos anos 1970 é um despertar, percebe-se que grandes incêndios são fatos, que nos atingem e deixam vítimas. Além disso, exigem mudanças de conduta.

Após os incêndios citados, houveram manifestações, mudanças na regulamentação, Simpósios de Segurança Contra Incêndio, reestruturação de Corpos de Bombeiros, movimentos que segundo Gill, Negrisolo e Oliveira (2008) responderam aos sentimentos da época, porém os autores ressaltam que as normas da ABNT para equipamentos de combate a incêndio entraram em vigor somente na década de 80.

Outro marco importante, e também recente, foi o incêndio ocorrido na Boate Kiss, na cidade de Santa Maria em 2013. Segundo Rebello e Cavalheiro (2013) o incêndio deixou 242 vítimas e teve o seu início causado por um show pirotécnico

durante um espetáculo. Para Rodrigues (2016) o ocorrido levantou novamente uma discussão, a nível nacional, sobre a necessidade de atualização das legislações estaduais, e principalmente em estabelecer diretrizes e requisitos que garantam a eficiência, eficácia e efetividade da Segurança Contra Incêndio nos estabelecimentos do Brasil. O Autor ainda indica que seis Estados tiveram um comportamento reativo, tendo suas normas atualizadas logo depois o ocorrido na cidade de Santa Maria.

Atualmente, a normatização na área de SCI, compreendendo os diversos segmentos, fabricações, produtos, projetos, dimensionamentos, avaliações de desempenho, capacitação de profissionais, entre outros, fica a cargo do Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (ABNT/CB-024). Segundo o Comitê, existem 84 (oitenta e quatro) Normas em vigor na área de Segurança Contra Incêndio e mais 3 (três) em revisão, atualmente. Entretanto, é responsabilidade do Estado legislar sobre o assunto, e do Corpo de Bombeiros publicar suas normas e condutas no que tange a SCI, além da fiscalização de estabelecimentos e processos de liberações de alvarás.

2.1.2 Incêndios em locais de reunião de público no Brasil

Para Martins (2016 apud Schäfer 2020) os locais de reunião de público, independente de sua característica construtiva ou finalidade, apresentam alto grau de risco devido à grande quantidade de pessoas. Para Fruin (2002 apud Schumann 2019) grandes concentrações de pessoas ocorrem com certa frequência na sociedade, e em sua maioria não apresentam sérios problemas. Ocasionalmente, locais que não seguem certas exigências mínimas de segurança e prevenção em situações de emergência, além de falta de gestão de pessoal, podem causar perdas de vidas. Incêndios ocorridos nesses locais costumam revelar certas deficiências no gerenciamento de crises em momentos de emergência.

2.1.2.1 Incêndio do Gran Circus Norte-Americano

A tragédia que ganhou livro, do autor Mauro Ventura (2011), foi, segundo o autor, um crime de fogo, ocorrido em Niterói no Estado do Rio de Janeiro, em 17 de dezembro de 1961. Essa tragédia ocorreu por um ato de vingança de um ex-

funcionário do circo, o mesmo usou gasolina e, com a ajuda de outros dois homens, ateou fogo no local pouco antes do fim do espetáculo. Os dados sobre o número de mortes e feridos são desconhecidos, mas cerca de 500 pessoas foram mortas e centenas acabaram feridas (Bustamante 2011 apud Schumann, 2019). Para Gill; Negrisolo e Oliveira (2008), as causas para a tragédia foram a inexistência de rotas de escape, mau dimensionamento e existência das saídas de emergência, além da falta de pessoal capacitado para orientação do público. Ainda segundo os autores, a saída foi obstruída pelos corpos amontoados.

Para O Globo (2013 apud Schumann, 2019) o circo não possuía saídas de emergência o bastante, sendo apenas uma saída para os artistas e outra para uma área de escape, que permanecia bloqueada por grades de ferro. Usualmente, as grades eram retiradas próximas do fim do espetáculo, porém não houve tempo, uma vez que o fogo se alastrou rapidamente pela lona, que era feita de um material inflamável. Em seu livro, Mauro Ventura descreve que as pessoas não morreram apenas queimadas e asfixiadas, mas também pisoteadas (Ventura, 2011 apud Schumann, 2019).

O incêndio, criminoso, resultou em uma grande repercussão internacional e até hoje é o incêndio com maior número de vítimas no país. A cidade de Niterói recebeu outro espetáculo deste segmento somente 14 anos após a tragédia. A Figura 1 representa as marcas deixadas pelo incêndio no Gran Circus.

Figura 1 - Incêndio Gran Circus



Fonte: Globo.

2.1.2.2 Incêndio no Caneco Mineiro

O incêndio ocorrido no chamado Canecão Mineiro aconteceu em 24 de novembro de 2001, contabilizando sete mortos e mais de 300 feridos. A casa de shows, localizada na cidade de Belo Horizonte, teve o incêndio iniciado devido a uma cascata de fogos de artifício, promovida pela banda que iria se apresentar na noite. As faíscas chegaram ao teto, que possuía materiais inflamáveis, dando início à propagação das chamas. Segundo a perícia, a casa estava com superlotação (PORTAL HD, 2013). Ainda segundo o Portal HD, o incêndio gerou um grande tumulto e correria, com os usuários em fuga devido ao fogo e fumaça, mas as portas foram fechadas pelos seguranças, impedindo o escape da edificação. Muitas pessoas foram pisoteadas ou morreram por asfixia, causada pela inalação da fumaça.

Segundo o Portal HD (2013) o processo criminal concluiu que a casa estava funcionando de maneira irregular e não possuía alvará de funcionamento. O dono do estabelecimento, o produtor do evento e dois integrantes da banda foram condenados. O inquérito indicou que os indiciados agiram com negligência ou imprudência, conforme cada caso.

Segundo Dos Santos (2018), a entrada em vigor da Lei 14.130 de 19 de dezembro de 2001, que dispõe sobre prevenção contra incêndio e pânico, foi uma resposta ao incêndio ocorrido no Canecão Mineiro, tendo sido publicada pouco menos de um mês após o incidente.

Este incêndio ainda repercute nos dias atuais, Segundo o jornal Estado de Minas Gerais (2020) uma das vítimas recebeu uma indenização por danos morais após 19 anos do ocorrido, segundo o Tribunal de Justiça de Minas Gerais, a reparação deverá ser realizada pelo Município e pela empresa que coordenava o extinto estabelecimento.

A Figura 2 representa a casa de shows devastada pelo incêndio.

Figura 2 – Incêndio Caneco Mineiro



Fonte: Estado de Minas Gerais.

2.1.2.3 Incêndio Space Club

O incêndio ocorrido na boate Space Club aconteceu em 24 de novembro de 2006, deixou um saldo de quatro feridos. A casa noturna, localizada na cidade de São Paulo, teve o incêndio iniciado durante um show de pirofagia. Relatos afirmam que a casa estava superlotada e que o fogo se alastrou com muita velocidade pelo material sintético ligado ao teto. Houve pânico e dificuldade para escape do local devido às portas de saída de emergência não abrirem. (GLOBO, 2006)

Segundo O Tempo (2006) testemunhas relataram que os seguranças não permitiram a saída dos usuários, na saída principal, somente liberando a saída após visualizarem pedaços do teto caindo em chamas. O Globo (2006) também relatou que foi realizado o combate ao incêndio, por meio de extintores, porém sem sucesso. Outro relato é de que, ao chegar à área externa, os usuários se depararam com um portão para saída até a rua, o mesmo teve de ser arrombado pela multidão.

2.1.2.4 Incêndio na Boate Kiss

O incêndio na Boate Kiss ocorreu em 27 de janeiro de 2013, deixou um saldo de 242 mortos e mais de 600 feridos. Segundo o Ministério Público do Rio Grande do Sul, o fogo foi provocado por um show pirotécnico, que atingiu parte do revestimento do teto e se alastrou rapidamente, liberando fumaça tóxica.

Para Silva, Scholl e Adamati (2017) um dos fatores determinantes para alta quantidade de vítimas e feridos passa pelo fato de que o estabelecimento possuía

apenas uma saída de emergência, o que estaria em desconformidade com a NBR 9077, que regulamenta a quantidade e o tamanho das saídas de emergência a partir das dimensões e ocupação da edificação. O correto seria a existência de duas saídas de emergência em locais distintos. Ainda segundo os autores, o difícil acesso e a má sinalização, somados à superlotação da boate, foram fatores que comprometeram a segurança e contribuíram para o desfecho da tragédia.

Para a comissão especial do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (2013) a propagação do incêndio foi influenciada pela combinação entre o uso de materiais inflamáveis no revestimento acústico do teto, falha de funcionamento dos extintores próximos ao palco, dificuldade de desocupação, deficiências nas saídas de emergência e superlotação. A comissão ainda indica aparente falta de treinamento da equipe de segurança do local e falta de comunicação para situações de emergência, sendo que esses são elementos que aumentam o tempo de escape do local e são fatores determinantes para a grande quantidade de vítimas.

Para Luiz (2015) houveram 24 erros que contribuíram para a tragédia na Boate Kiss. Além dos fatores já citados, ainda são apresentados erros como: Sistema de exaustão bloqueado, falta de sistemas de chuveiros automáticos e de saída de fumaça, funcionários sem treinamento adequado, obras realizadas sem autorização ou responsável técnico, fiscalização permitiu funcionamento irregular do estabelecimento, houve falhas na concessão dos alvarás, documentos fraudados regularizaram abertura, alvará contra incêndio emitido por software (sem vistoria do Corpo de Bombeiros), dentre outros.

2.1.3 Normas e Legislações para Saídas de Emergência

2.1.3.1 ABNT NBR 9077/2001 Saídas de Emergência em edifícios

A norma brasileira NBR 9077 tem como objetivo fixar as condições exigíveis que as edificações devem possuir a fim de que sua população possa abandoná-las, em caso de incêndio, completamente protegida em sua integridade física e também permitir o fácil acesso de auxílio externo (bombeiros) para o combate ao fogo e a retirada da população. (ABNT NBR 9077/2001). Esses objetivos devem ser atingidos projetando-se as saídas comuns das edificações para que possam servir como saídas de emergência e projetando-se saídas de emergência, quando necessário.

Além disso, a norma brasileira NBR 9077 classifica as edificações, os componentes da saída de emergência, apresenta cálculos de população e dimensionamento das saídas, refúgio e sinalizações, dentre outras especificações. (SILVA, SCHOLL e ADAMATTI, 2017).

Para Claret e Mattedi (2011 apud Nunes 2020) pode-se considerar a NBR 9077 a “norma-mãe”, para engenheiros e arquitetos, pois ela direciona os projetistas quanto às saídas de emergência em qualquer edificação. Ela que dá o embasamento técnico para as Instruções Técnicas de todos os Estados brasileiros. No entanto, Nunes (2020) contextualiza que a NBR 9077 tem sua versão mais recente no ano de 2001, o que contraria a instrução administrativa da ABNT, que determina revisões de normas a cada cinco anos.

Para a NBR 9077/2001, a saída de emergência é compreendida por “Caminho contínuo, devidamente protegido, proporcionado por portas, corredores, halls, passagens externas, balcões, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário, em caso de um incêndio, de qualquer ponto da edificação até atingir a via pública ou espaço aberto, protegido do incêndio, em comunicação com o logradouro”.

Os anexos e tabelas desta Normativa indicam a necessidade de duas saídas de emergência, no mínimo, para as edificações do Grupo F em estudo.

Tomando como base o objetivo deste trabalho, especificamente, a NBR 9077/2001 não determina ou exclui qualquer material construtivo para as portas e saídas de emergência em edificações de qualquer atividade ou determina um distanciamento entre as portas.

2.1.3.2 ABNT NBR 9050/2015 Acessibilidade em edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos

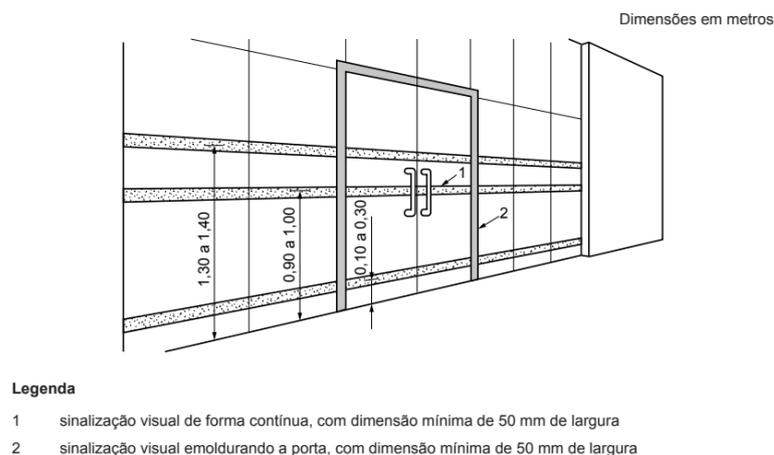
A NBR 9050/2015 estabelece critérios e parâmetros a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade. Esta norma define a acessibilidade como “possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público,

de uso público ou privado, de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida”.

Para Muniz (2013 apud Nunes 2020) em edificações onde o projeto arquitetônico não atende as normas técnicas, acidentes podem ocasionar grandes problemas. O autor dá como exemplo a boate Kiss, onde as perícias realizadas no local, após o incêndio, indicaram falhas, tanto em questões de Segurança Contra incêndio quanto ao atendimento das normas de acessibilidade. O autor ainda afirma que vidas poderiam ser salvas, caso a edificação atendesse aos requisitos de acessibilidade estabelecidos, pois no momento que houve o incêndio, o ambiente estava totalmente escuro e repleto de fumaça, logo todos que estavam no interior da boate estavam sem visão e se comportando como deficientes visuais. Além disso, as pessoas tropeçaram nos degraus da escada existente junto à saída de emergência, e outros dentro da boate, amontoando-se no chão.

Ao que tange os objetivos deste trabalho, são percorridos critérios no item 6.11.2.13 da NBR 9050/2015 para portas e paredes envidraçadas. O item especifica as identificações e características de sinalização visual nas portas e paredes envidraçadas, isso para permitir a fácil identificação visual da barreira física. Além disso, devem ser consideradas as diferentes condições de iluminação internas e externas das portas e paredes envidraçadas. A Figura 3, a seguir, representa a identificação visual necessária para portas e paredes envidraçadas.

Figura 3 – Sinalização nas portas e paredes de vidro



Fonte: ABNT NBR 9050/2015.

2.1.3.3 Resolução Técnica CBMRS nº11 – Parte 01/2016

Esta Resolução “Estabelece os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência para que a população possa abandonar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, protegida em sua integridade física, e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada de pessoas”. (CBMRS, 2016).

Esta Norma, aplicada em todo o Estado do Rio Grande do Sul é baseada nas NBR 9077/2001, NBR 9050/2015, Instruções Técnicas nº 11/2014, nº 08/2011 e nº 09/2011 do Estado de São Paulo.

A Resolução faz algumas definições importantes para este trabalho:

- Saída de emergência: “Caminho contínuo, constituído por portas, corredores, halls, passagens externas, balcões, sacadas, vestíbulos, escadas, rampas ou outros dispositivos de saída ou combinações destes, a ser percorrido pelo usuário em caso de sinistros de qualquer ponto da edificação até atingir o espaço livre exterior térreo”.

- Local Seguro: “Área protegida da ação do fogo e da fumaça. Exemplo: espaço livre exterior térreo, área de refúgio, elevador de emergência, escada enclausurada protegida, escada enclausurada à prova de fumaça, escada à prova de fumaça pressurizada ou escada aberta externa conforme item 5.7.12”.

O item 5.5.4.1.2.2 estabelece que “Em edificações classificadas como locais de reunião de público, das divisões F-5, F-6, F-11 e F-12, conforme Anexo “A”, do Decreto Estadual n.º 51.803, de 10 de setembro de 2014, deverá haver mais de uma saída de emergência, sendo que estas deverão situar-se em paredes diversas, com o afastamento mínimo de 10 metros.

Notas:

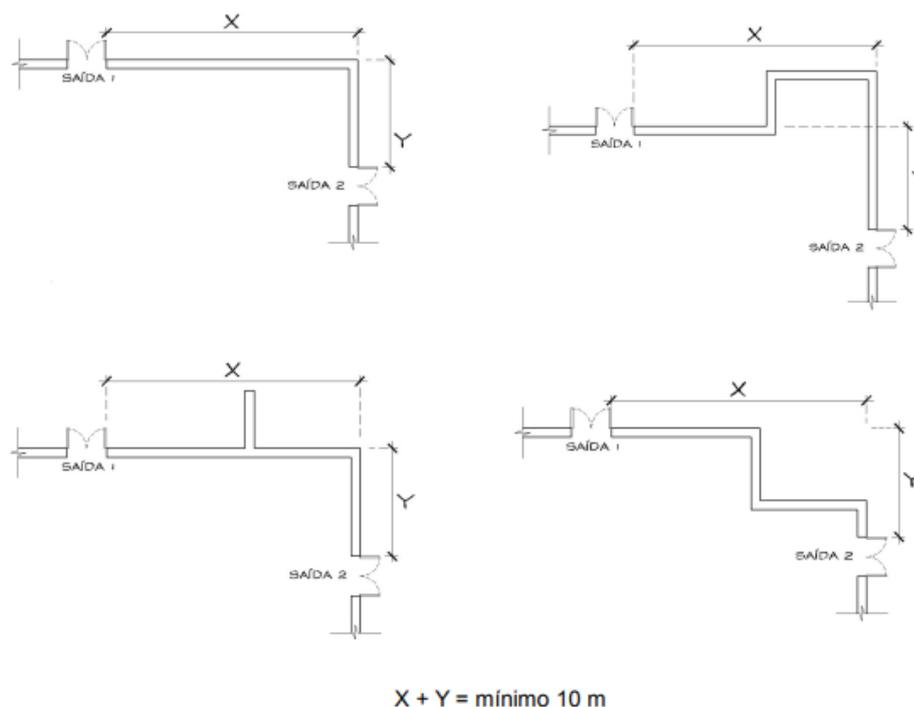
1. O afastamento deverá ser medido no paramento externo das paredes onde estão localizadas as saídas de emergência, desconsiderando qualquer elemento construtivo que se projete além destes paramentos. (Ver Figura 4).

2. O acesso principal deverá ter de 60% a 70% das unidades de passagem exigidas para a edificação.

A Figura 4 trás exemplos de disposição e afastamento mínimo de saídas de emergência para locais onde há a necessidade de no mínimo duas portas.

Em item 5.5.4.11 da Resolução Técnica nº11 excetua-se a não permissão de uso de portas de vidro para as ocupações das divisões F-5, F-6, F-11 e F-12. As portas das divisões citadas acima, ainda não poderão ser do tipo automáticas.

Figura 4 – Afastamento entre saídas de emergência



Fonte: Resolução Técnica CBMRS nº 11 – parte 01/2016.

2.1.3.4 Instruções Técnicas de São Paulo

A Instrução Técnica 11/2019 tem o objetivo de “Estabelecer os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento das saídas de emergência, para que sua população possa abandonar a edificação, em caso de incêndio ou pânico, completamente protegida em sua integridade física, e permitir o acesso de guarnições de bombeiros para o combate ao fogo ou retirada de pessoas, atendendo ao previsto no Regulamento de Segurança contra incêndio e áreas de risco.” (CBMESP, 2019). Segundo Nunes (2020) a IT 11/2019 é uma das normas de regulamentação de saídas de emergências mais avançadas do Brasil.

A IT 11/2019 determina alguns critérios específicos para locais de reunião de público, sendo eles a exigência de possuir duas saídas de emergência para população acima de 300 pessoas, porém, diferentemente da RT 11/2016 do

CBMRS, há a possibilidade de se admitir apenas uma saída, para locais onde se torna inviável o afastamento de 10 metros. Essas edificações deverão possuir 1,5 vezes a largura mínima necessária ao escoamento da população.

A IT 11/2019 não exclui qualquer material a ser utilizado nas portas de saídas de emergência, bem como sua versão anterior de 2014, a qual foi utilizada como referência para o texto da RT 11/2016 do Corpo de Bombeiros do Rio Grande do Sul.

As IT's 08/2019 de segurança estrutural contra incêndio e 10/2019 de controle de materiais de acabamento e revestimento também apresentam características e critérios para as edificações de risco onde são aplicadas. Ambas não excluem o uso de vidro para qualquer situação, a IT 10/2019, inclusive, aponta o vidro como um material incombustível, não necessitando ser avaliado em caso de confecção de laudo de controle de materiais de acabamento e revestimento. (CBMESP, 2019)

2.1.3.5 Instrução Técnica CBMPA nº 05 Parte 01/2019

A IT do Corpo de Bombeiros Militar do Pará tem o objetivo de “Estabelecer os requisitos mínimos necessários para o dimensionamento da proteção necessária dos meios de circulação para abandono seguro dos ocupantes de edificações e áreas de risco em caso de incêndio e emergências e a ação do socorro público para o salvamento e resgate de pessoa, atendendo o previsto no Decreto nº 2.230/18 que dispõe sobre o Regulamento de segurança contra incêndio e emergências das edificações e áreas de risco de incêndio.” (CBMPA, 2019).

Essa Instrução Técnica tem critérios e parâmetros diferentes das já estudadas até aqui, por exemplo, a determinação do número de saídas baseia-se pela quantidade de pessoas que o local comporta, independente da ocupação, já a distância máxima a percorrer é função da característica do ocupante, e não função da atividade existente no local. A distância máxima a percorrer também é função da quantidade de saídas disponíveis a partir do ponto em estudo e em rotas únicas possuem um valor diferente de quando há duas saídas.

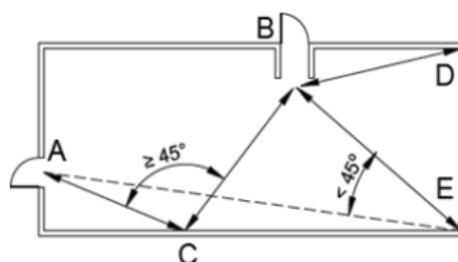
Sobre a disposição das saídas, as mesmas são determinadas em item 6.4.2, alíneas a e b. Os dizeres das alíneas são transcritos a seguir:

- a) “As saídas devem ser posicionadas de forma que a partir de qualquer ponto no perímetro interno do ambiente, setor ou compartimento,

forme-se um ângulo igual ou superior a 45 graus quando traçadas duas semirretas deste ponto até cada uma das saídas.” (CBMPA, 2019).

Os exemplos estão nas Figuras 5 e 6, abaixo:

Figura 5 – Exemplo de conformação de rotas de fuga com ângulo igual ou superior a 45°.

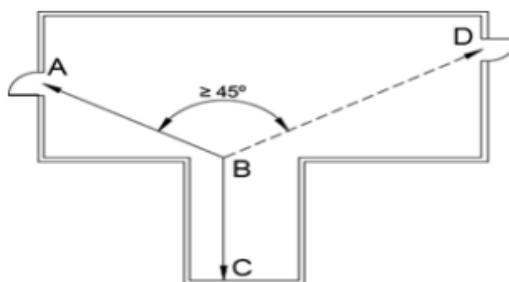


NOTA:

1. Do ponto C há duas rotas alternativas (A e B) pois o ângulo entre ABC é superior a 45°. Adicionalmente, é necessário observar a distância máxima de caminhamento estabelecida nesta Instrução Técnica para rotas alternativas.
2. Não são consideradas rotas alternativas os pontos A e B a partir do ponto D, pois o ângulo formado entre ADB é inferior a 45 graus.
3. Também não existe rota alternativa a partir do ponto E.

Fonte: Instrução Técnica CBMPA nº 05 Parte 01/2019.

Figura 6 – Exemplo de conformação de rotas de fuga com ângulo igual ou superior a 45°.



NOTA:

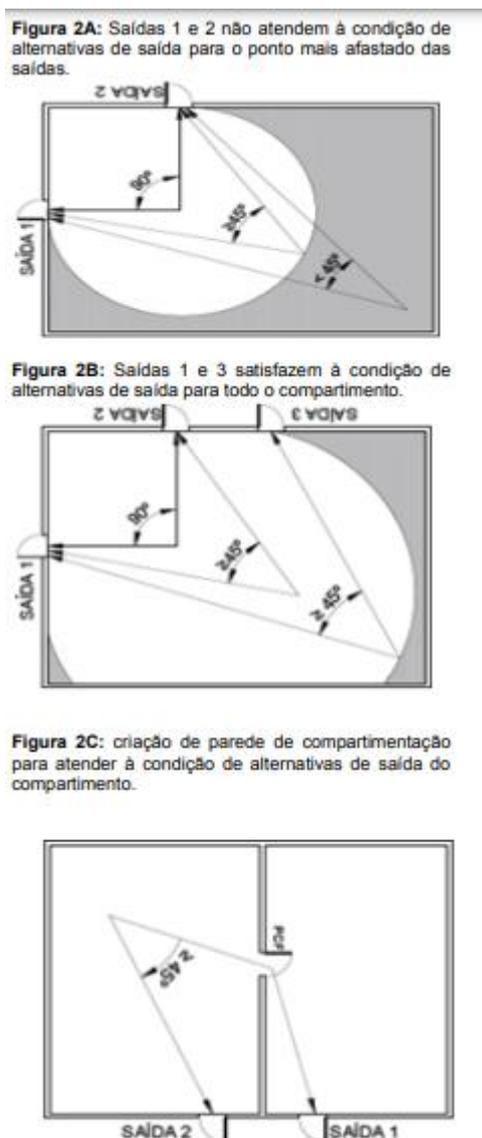
1. O ângulo ABD deve ser de pelo menos 45°.
2. A distância CBA ou CBD não deve ser superior à distância máxima de caminhamento estabelecida nesta Instrução Técnica.
3. Adicionalmente, a distância CB não deve ser maior que a distância máxima permitida para o caminhamento em apenas uma direção, estabelecida nesta Instrução Técnica.

Fonte: Instrução Técnica nº 05/2019 Parte 01 – CBMPA.

- b) “Se o ângulo for inferior a 45 graus, as saídas devem ser separadas por uma compartimentação resistente ao fogo.” (CBMPA, 2019).

A Figura 7, a seguir, apresenta exemplos de posicionamentos de rotas alternativas.

Figura 7 – Exemplos de posicionamento de rotas alternativas.



Fonte: Instrução Técnica nº 05/2019 Parte 01 – CBMPA.

A Instrução Técnica em estudo possui a mesma base de dimensionamento das saídas de emergência que a Norma Britânica BS 9999 (2017) e não delimita a utilização de vidro em qualquer situação ou localização na edificação.

2.1.4 Características de Comportamento em Situação de Incêndio

Características de Comportamento em Situação de Incêndio Para Souza (2015 apud Schumann 2019) o pânico é definido como uma reação psicológica onde o indivíduo apresenta um estado anormal de ansiedade, podendo, em casos extremos, perder os sentidos e comprometer a evacuação. Para Silva, Scholl e Adamatti (2017) o pânico é uma reação que envolve medo e/ou ações evasivas que tendem a provocar um comportamento irracional, podendo haver agressividade nas interações, o que quebra a ordem social do ambiente.

Valentin (2008 apud Nunes 2020) afirma que durante uma emergência, o indivíduo passa a ter um comportamento que envolve esforços exagerados, induzidos pelo meio onde ele está, e em virtude do ocorrido. Neste momento, de sinistro, são desenvolvidos comportamentos que dificultam o abandono dos usuários e até mesmo a entrada das equipes de socorro, diminuindo ainda mais o escoamento das pessoas até a saída.

Por outro lado, Alves (2011 apud Nunes 2020) afirma que a compreensão do comportamento coletivo não está no conhecimento do comportamento individual de cada usuário, mas sim no estudo de uma mentalidade coletiva. Para Durkheim (1893 apud Nunes 2020) o comportamento coletivo é diferente do comportamento individual, uma vez que o comportamento coletivo não é a soma de comportamentos individuais.

Araújo (2008) indica que quando há opções de escolha entre rotas de fuga, alguns fatores influenciam a escolha da saída de emergência, e que podem estimular ou intimidar as pessoas que estão tentando escapar do sinistro, estes fatores são a fumaça, calor e cheiro, características individuais como idade, dificuldade de locomoção, parcial ou total, temporária ou permanente. Ainda segundo o autor, além da perda de visibilidade e calor do ambiente, outros fatores podem gerar condições perigosas, como a presença de produtos tóxicos e irritantes, obscurecimento das rotas de fuga por fumaça e colapso da estrutura da edificação. Para SIME (1991 apud Araújo 2008) as pessoas tendem a buscar um percurso mais familiar para as saídas, que seria a entrada normal de uma edificação, ao invés de uma saída pouco familiar.

Observando a limitação dessa pesquisa, que busca um estudo em locais de reunião de público, como clubes, boates e salões de festas, se faz necessário

entender os efeitos de consumo de álcool no comportamento das pessoas em caso de sinistro.

O álcool é uma droga psicotrópica que tem seu uso e consumo permitido e até mesmo incentivado pela sociedade, porém quando consumido em excesso pode desencadear grandes problemas (NUNES, 2020). Segundo Carlini (2001 apud Nunes 2020) existem duas fases distintas geradas pelo consumo de álcool em um indivíduo: uma estimulante e uma depressora. Logo nos primeiros momentos após a ingestão de bebida alcóolica, o usuário sofre efeitos estimulantes, como euforia, desinibição e loquacidade. Em outra fase, posterior, se apresentam efeitos depressores, o autor cita a falta de coordenação motora, descontrole e sonolência. Ainda, em caso de consumo excessivo, os efeitos podem ser potencializados, principalmente o efeito depressor, neste caso se torna possível a dificuldade de percepção da realidade no seu entorno. Para Araújo (2008) os efeitos do álcool, drogas, luzes intermitentes e som alto, em casas noturnas, são agravantes para o tempo de reação ao fogo e escape da edificação.

2.2 Utilização do vidro na construção civil

2.2.1 Histórico do Vidro

Desde o século XIX, o vidro vem ganhando espaço nas aplicações de Engenharia Civil e tem sido um símbolo da arquitetura contemporânea, não apenas pelo fato de possuir características naturais únicas, tais como luminosidade, transparência, estética e leveza, mas também por possuir eficiência e desempenho estrutural (PEREIRA, 2012).

Para Bogas (2011) foi apenas no século XX que o vidro pôde mostrar todo seu potencial construtivo, ou seja, ele teve suas potencialidades exploradas ao máximo, e ainda continua em evolução. Foi nessa época que se iniciou a produção de grandes panos uniformes em vidro e, além disso, necessitou-se alterar o conceito de arquitetura vigente, de construções massivas e pesadas. A autora ainda comenta que, a partir de então, o vidro teve uma evolução técnica surpreendente, o qual inicialmente era considerado frágil e sem qualidades isolantes, tornou-se um material com função estrutural e com características de isolamento térmico e acústico, inclusive com alta resistência ao fogo.

Atualmente, as possibilidades para aplicação de vidro parecem não ter limites, arquitetos recorrem continuamente a esse material e os conhecimentos técnicos acerca do vidro se superam a cada dia. A utilização do vidro não se restringe apenas a geometria simples, agora ele é escolhido para exercer formas curvas e orgânicas (BOGAS, 2011). Ainda segundo Bogas, o vidro é tendência para aplicação em fachadas de edifícios altos, pavilhões e formas curvas. Também existem projetos para alterar o conceito de fachada bidimensional para tridimensional, com a possibilidade de interferir na organização do espaço.

Porém, quanto mais envidraçadas as fachadas de edificações, maior a incidência de luz e calor solar no interior das edificações. Os raios de Sol devem ser barrados, caso isso não aconteça, o prédio será um grande consumidor de energia, pois levará ao acionamento de ar condicionado, o que pode causar também desconforto ambiental aos usuários da edificação (Redação Finestra, 2005 apud Tigre, 2016).

Processos industriais têm colocado no mercado vidros com alto desempenho para as diferentes solicitações, como coberturas e fachadas. Esses materiais proporcionam segurança e elevam os níveis de conforto térmico e acústico no interior das construções, além do fato de garantir a comunicação do interior do edifício com o exterior, devido à sua transparência (Redação Finestra, 2005 apud Tigre, 2016).

2.2.2 Tipos de Vidro

Segundo a ABNT NBR 7199/2016 existe uma grande quantidade de tipos de vidros, são eles: vidro float, impresso, laminado, temperado, laminado temperado, aramado, espelho, insulado, de controle solar, serigrafado, jateado e esmaltado. Afim de delimitação do tema se dará ênfase aos vidros ditos de segurança, que são planos, cujo processamento de fabricação reduz o risco de ferimentos em caso de quebra. São eles, o vidro temperado, laminado e aramado.

2.2.2.1 Vidro Temperado

Vidro submetido a tratamento o qual introduz pequenas tensões internas adequadas, e em caso de fratura, o elemento se desintegra em pequenos pedaços,

menos cortantes que em vidros recozidos (BERGAMO e MOTTER, 2014). Pereira (2012) acrescenta que o processo de têmpera pode aumentar em cinco vezes a resistência de uma peça, em comparação ao vidro recozido.

Após o processo de têmpera, os elementos não podem mais ser cortados, furados ou recortados. Em casos onde o vidro é fixado por parafusos especiais, os furos, para receber os elementos de fixação, devem ser feitos antes do processo de termoendurecimento (Redação Finestra, 2005 apud Tigre, 2016).

2.2.2.2 Vidro Laminado

Este tipo de vidro é manufaturado com duas ou mais chapas de vidro firmemente unidas e alternadas com uma ou mais películas de material extremamente aderente, fazendo com que, quando quebrado, os estilhaços se mantenham fixados à película e não descolem. (BERGAMO e MOTTER, 2014).

A laminação é um processo industrial de pressão e calor, onde o vidro e a película são prensados por uma calandra, que comprime o vidro com o intuito de eliminar todo o ar entre as camadas, isso promove a adesão das chapas de vidro à película, que geralmente é em PVB (polivinilbutiral). Após o processo de calandragem, a peça passa por uma autoclave para receber nova carga de pressão e calor, o que garante total adesão da película ao vidro (Redação Finestra, 2005 apud Tigre, 2016). A autora também ressalta que o vidro laminado possui função termoacústica, que se dá em função da película empregada no vidro, quanto maior ela for maior a atenuação de som.

A Figura 8, a seguir, apresenta as diferenças nos estilhaços dos vidros vistos até aqui.

Figura 8 – Diferenças de estilhaços de vidro

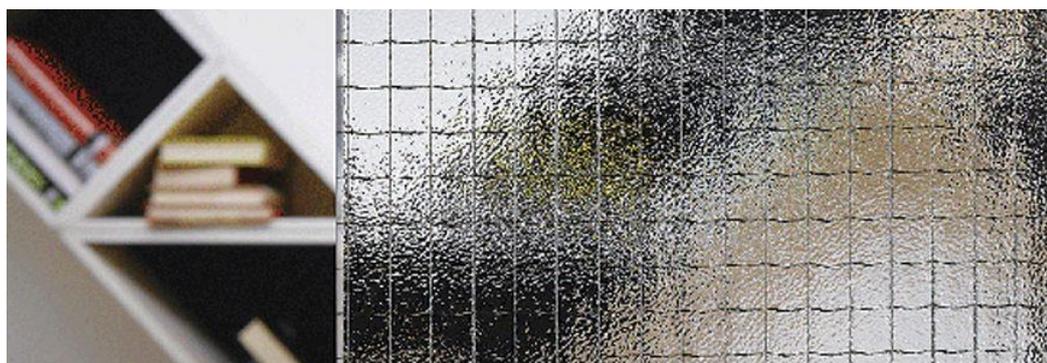


Ainda é possível a criação de um vidro laminado-temperado, que alia a maior resistência mecânica do vidro temperado com a integridade do vidro laminado. Este tipo de vidro é indicado para vãos maiores, juntas secas ou fixação por ferragens (MARTINS, 2018).

2.2.2.3 Vidro aramado

Este material é composto por uma chapa de vidro, que contém em seu interior, fios metálicos, os quais são incorporados à sua massa durante o processo de fabricação. Este vidro, quando quebrado, tende a ficar preso aos fios (BERGAMO e MOTTER, 2014). Uma das principais diferenças do vidro aramado para os demais, aqui estudados, é que ele é translúcido. A Figura 9 representa um modelo de vidro aramado.

Figura 9 – Vidro aramado.



Fonte: Vidraço Comercial.

2.3 ABNT NBR 7199/2016

A ABNT NBR 7199/2016 especifica os requisitos para projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil. Os itens a seguir fazem parte do dimensionamento que consta na normativa para a correta aplicação do vidro.

2.3.1 Classificação do vidro

O primeiro requisito a ser preenchido é a classificação do vidro, determinado no item 4.1 da ABNT NBR 7199/2016 a qual especifica as seguintes características que devem ser determinadas: tipo de vidro, transparência, planicidade, coloração e

colocação. Esses são itens que devem ser coletados in loco na edificação para correta análise do elemento em estudo. A Tabela 1, a seguir, representa os dados a serem determinados para a classificação do vidro conforme a ABNT NBR 7199/2016.

Tabela 1- Classificação do vidro

Tipo de vidro	<ul style="list-style-type: none"> - Vidro Float (vidro flotado); - Vidro impresso (vidro comum, vidro aramado); - Vidro temperado; - Vidro laminado; - Vidro laminado temperado; - Espelho; - Vidro insulado; - Vidro de controle solar; - Vidro serigrafado; - Vidro gravado (jateado, acidado); - Vidro esmaltado.
Quanto à transparência	<ul style="list-style-type: none"> - Vidro Transparente; - Vidro translúcido; - Vidro opaco;
Quanto à planicidade	<ul style="list-style-type: none"> - Plano; - Curvo;
Quanto à coloração	<ul style="list-style-type: none"> - Vidro incolor; - Vidro colorido;
Quanto à colocação	<ul style="list-style-type: none"> - Instalação em esquadrias; - Instalação autoportante; - Instalação mista; - Instalação estrutural; - Painel colado (estrutural); - Revestimento;

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 7199/2016.

2.3.2 Projeto

O projeto do vidro é definido pelo item 4.2, o mesmo estabelece os requisitos mínimos para especificação e aplicação de vidros, que são:

- a) Tipologia e funcionamento do envidraçamento;
- b) Dimensões, inclusive das subdivisões;
- c) Sua inclinação em relação à vertical;
- d) Posicionamento em relação ao piso e em relação ao solo;
- e) Localização na obra, indicando detalhes na construção que possam influir no envidraçamento;
- f) Esforços solicitantes considerados (cargas de vento, peso próprio e cargas acidentais);
- g) Material utilizado na fixação;
- h) Vidro a ser usado.

2.3.3 Propriedades físicas do vidro

O item 4.4 da ABNT NBR 7199/2016 especifica as propriedades físicas a serem consideradas para caracterização do vidro. As características estão dispostas na Tabela 2, que segue:

Tabela 2 – Propriedades físicas do vidro

Módulo de elasticidade (E)	$7 \times 10^{10} Pa$
Tensão de ruptura à flexão	- Vidro Float: $(40 \pm 5) Mpa$ - Vidro Temperado: $(180 \pm 20) MPa$
Coeficiente de Poisson (μ)	0,2
Massa específica	2,5 kg/m ² para cada milímetro de espessura da peça
Dureza	6 unidades (Escala de Mohs)
Propriedades térmicas	- coeficiente médio de dilatação linear entre 20 °C e 300 °C: $9 \times 10^{-6} K^{-1}$ - Condutividade térmica: 1 W/(m x K)

	- Calor específico: $0,72 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \times \text{K})$
--	---

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 7199/2016.

A última propriedade apresentada é a tensão máxima admissível, que é estabelecida conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Tensão máxima admissível (MPa)

Tipo de Vidro	Apoios	3 s	1 min	1 h	Um dia	Um mês	Acima de um ano
Float ou impresso	Quatro bordas	23,3	19,3	14,9	12,4	10	7,2
	Qualquer outro tipo de apoio	20,0	15,2	11,7	9,7	7,9	5,7
Temperado	Quatro bordas	93,1	87,5	80,1	75,4	69,8	66,1
	Qualquer outro tipo de apoio	73,0	68,7	62,9	59,2	54,8	51,9

Fonte: ABNT NBR 7199/2016.

2.3.4 Esforços solicitantes

Para o cálculo da espessura de um vidro devem ser considerados os seguintes esforços:

2.3.4.1 Pressão de Vento (Pv)

A pressão de vento deve ser calculada de acordo com a ABNT NBR 6123/1988, a qual leva em conta a região do país, altura e geometria da edificação, topografia e rugosidade do terreno (ABNT NBR 7199/2016).

A ABNT NBR 6123/1988 fixa as condições exigíveis na consideração das forças devidas à ação estática e dinâmica do vento, para se calcular edificações.

A pressão de vento é determinada pela Equação 1, a seguir:

$$q = 0,613 \times V_k^2 \quad \text{[Equação 1]}$$

Onde:

q = Pressão dinâmica do vento [N/m^2];

V_k = Velocidade Característica do vento [m/s]

Já a Velocidade característica do vento é determinada pela Equação 2:

$$V_k = V_o \times S_1 \times S_2 \times S_3 \quad \text{[Equação 2]}$$

Onde:

V_o = Velocidade básica do vento;

S_1 = Fator topográfico;

S_2 = Fator que considera a influência da rugosidade;

S_3 = Fator baseado em conceitos probabilísticos;

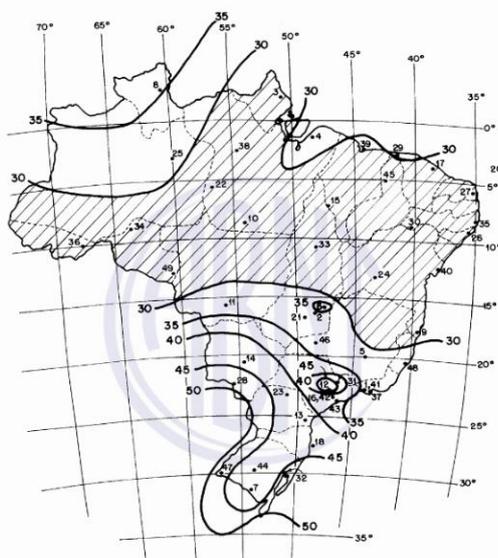
A fim de delimitação da pesquisa, a cálculo de pressão do vento não irá considerar efeitos e coeficientes de pressão, de forma e de força (externas ou internas).

2.3.4.1.1 Procedimento para determinação da velocidade básica do vento

Segundo a ABNT NBR 6123/1988 a velocidade básica do vento é a velocidade de uma rajada de vento com duração de 3 segundos, excedida em média uma vez a cada 50 anos, a 10 m acima do terreno, em campo aberto e plano.

A Figura 10 representa o mapa brasileiro de isopletas, que são as máximas velocidades básicas de vento medidas conforme citado acima.

Figura 10 – Mapa de isopletas



Fonte: ABNT NBR 6123/1988.

2.3.4.1.2 Procedimento para determinação do fator S_1

O fator topográfico leva em consideração as variações do relevo e do terreno. Há determinações e métodos de cálculo para os seguintes tipos de relevo e terreno:

- a) Terreno plano ou fracamente acidentado;
- b) Taludes e morros;
- c) Vales profundos, protegidos de vento em qualquer direção;

2.3.4.1.3 Procedimento para determinação do fator S_2

O fator de rugosidade considera o efeito combinado da rugosidade do terreno, da variação da velocidade do vento com a altura acima do terreno e das dimensões da edificação ou parte da edificação em consideração.

A rugosidade do terreno é dividida em categorias, são elas:

- Categoria I: Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5 km de extensão, medida na direção e sentido do vento incidente;
- Categoria II: Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e dimensões baixas;
- Categoria III: Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores e edificações baixas e esparsas;
- Categoria IV: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizadas;
- Categoria V: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e poucos espaçados.

Além disso, deve-se determinar também a classe da edificação, com base nas características construtivas ou estruturais da edificação. As possíveis classes a serem adotadas são:

- Classe A: todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20 metros;
- Classe B: Toda edificação ou parte da edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal esteja entre 20 e 50 metros;
- Classe C: Toda edificação ou parte da edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 50 metros;

A Tabela 4, extraída da ABNT NBR 6123/1988, especifica os valores a serem atribuídos para o fator S_2 com base nas determinações de categoria, classe e altura (z) de aplicação do vento acima do nível do terreno.

Tabela 4 – Fator S_2

z (m)	Categoria														
	I			II			III			IV			V		
	Classe			Classe			Classe			Classe			Classe		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
5	1,06	1,04	1,01	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73	0,74	0,72	0,67
10	1,10	1,09	1,06	1,00	0,98	0,95	0,94	0,92	0,88	0,86	0,83	0,80	0,74	0,72	0,67
15	1,13	1,12	1,09	1,04	1,02	0,99	0,98	0,96	0,93	0,90	0,88	0,84	0,79	0,76	0,72
20	1,15	1,14	1,12	1,06	1,04	1,02	1,01	0,99	0,96	0,93	0,91	0,88	0,82	0,80	0,76
30	1,17	1,17	1,15	1,10	1,08	1,06	1,05	1,03	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87	0,85	0,82
40	1,20	1,19	1,17	1,13	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,01	0,99	0,96	0,91	0,89	0,86
50	1,21	1,21	1,19	1,15	1,13	1,12	1,10	1,09	1,06	1,04	1,02	0,99	0,94	0,93	0,89
60	1,22	1,22	1,21	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,97	0,95	0,92
80	1,25	1,24	1,23	1,19	1,18	1,17	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,01	1,00	0,97
100	1,26	1,26	1,25	1,22	1,21	1,20	1,18	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,05	1,03	1,01
120	1,28	1,28	1,27	1,24	1,23	1,22	1,20	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,07	1,06	1,04
140	1,29	1,29	1,28	1,25	1,24	1,24	1,22	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,10	1,09	1,07
160	1,30	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,18	1,16	1,12	1,11	1,10
180	1,31	1,31	1,31	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,20	1,18	1,14	1,14	1,12
200	1,32	1,32	1,32	1,29	1,28	1,28	1,27	1,26	1,25	1,23	1,21	1,20	1,16	1,16	1,14
250	1,34	1,34	1,33	1,31	1,31	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,25	1,23	1,20	1,20	1,18
300	-	-	-	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,26	1,23	1,23	1,22
350	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,26	1,26	1,26
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,32	1,32	1,29	1,29	1,29
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,35	1,33	1,30	1,30	1,30
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,32	1,32
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,34

Fonte: ABNT NBR 6123/1988.

2.3.4.1.4 Procedimento para determinação do fator S_3

O fator estatístico ou probabilístico é baseado, como o próprio nome já diz, em conceitos estatísticos, e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação. Os valores mínimos a serem considerados para o fator em estudo estão representados na Tabela 5:

Tabela 5 – Valores mínimos do fator estatístico

Grupo	Descrição	S ₃
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros e de forças de segurança, centrais de comunicação, etc.)	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

Fonte: ABNT NBR 6123/1988.

2.3.4.2 Peso próprio por unidade de área (P_p)

Para cálculo desse parâmetro se utiliza a equação 3:

$$P_p = 25xe_p \quad \text{[Equação 3]}$$

Onde:

P_p = pressão da carga resultante do peso próprio por unidade de área [Pa];

25 = resultado da multiplicação de m x g, onde m é a massa específica do vidro e g é a aceleração da gravidade;

e_p = soma das espessuras nominais da composição do vidro para o cálculo do peso próprio [mm].

2.3.5 Pressão de cálculo (P)

Para a determinação da pressão de cálculo se deve ter conhecimento da instalação do vidro e seguir o correto procedimento. Sabe-se, com base na planta baixa do pavimento térreo da edificação, apresentadas na Figura 17, que a Porta 5 se trata de um vidro vertical instalado em área externa. Desta forma a pressão de cálculo é determinada pela Equação 5.

$$P = P_v \times 1,5 \quad \text{[Equação 5]}$$

Onde:

P = pressão de cálculo [Pa];

P_v = pressão do vento [Pa];

1,5 = coeficiente de segurança.

2.3.6 Procedimento para cálculo da espessura (e₁)

Para realização do correto procedimento de cálculo da espessura, devem ser coletadas informações, na edificação, sobre os apoios da Porta 5, podendo ser caracterizada como um vidro apoiado em quatro lados, vidro apoiado em três lados, vidro apoiado em dois lados.

Após determinação dos apoios e realização do correto procedimento de cálculo, se deve multiplicar a espessura obtida por um fator de redução (c). O valor incorporado ao cálculo é apresentado no item 4.7.4 alínea a da ABNT NBR 7199/2016 que determina um valor de 0,9, o qual deve ser aplicado em vidros exteriores no piso térreo e onde a parte superior está a menos de 6m de altura em relação ao solo.

2.3.7 Procedimento para verificação da resistência

Para realização do cálculo de verificação da resistência, deve-se estabelecer a espessura equivalente (e_r) da peça, expressa em milímetros. A resistência do vidro depende de sua espessura e de sua natureza.

Deve-se garantir que a Equação 6 esteja sendo atendida para que a peça seja aprovada conforme a ABNT NBR 7199/2016.

$$e_r \geq e_1 \times c \quad \text{[Equação 6]}$$

Sabe-se, com base nas informações passadas pelo proprietário, que a Porta 5 é constituída de um vidro temperado monolítico. Portanto, o cálculo da espessura equivalente deve seguir o estabelecido no item 4.7.6.2, que especifica, conforme a Equação 7, a base para obtenção do valor da espessura equivalente em um vidro monolítico.

$$e_r = \frac{e_i}{\varepsilon_3} \quad [\text{Equação 7}]$$

Onde:

e_i = Espessura equivalente [mm];

ε_3 = fator de equivalência do vidro monolítico.

O valor de ε_3 a ser adotado é de 0,77 para vidros temperados, conforme especificado na Tabela 6.

Tabela 6 – Fator de equivalência de vidros monolíticos (ε_3)

Composição	ε_3
Vidro float	1,0
Vidro aramado	1,3
Vidro impresso	1,1
Vidro temperado	0,77

Fonte: ABNT NBR 7199/2016.

2.3.8 Procedimento para verificação da flecha

A ABNT NBR 7199/2016 exige que, para todos os casos, seja calculada e verificada a flecha admissível. A Flecha deve ser calculada conforme Equação 8, a seguir:

$$f = \alpha \times \frac{P}{1,5} \times \frac{b^4}{e_F^3} \quad [\text{Equação 8}]$$

Onde:

f = flecha [mm];

α = coeficiente de deformação;

b = lado menor, no caso do vidro apoiado nos quatro lados ou tamanho da borda livre para vidro apoiado em dois ou três lados [m];

e_F = é a espessura equivalente, correspondente à soma das espessuras dos vidros monolíticos ou laminados [mm].

2.3.8.1 Critérios admissíveis de flecha

A ABNT NBR 7199/2016 determina que para vidros exteriores, a flecha máxima ao centro deve ser inferior $l/60$ do menor lado em milímetros, então $f \leq b \times 16,67$, e limitada a 30 mm.

Para aqueles envidraçamentos monolíticos que apresentarem um lado livre a flecha máxima deve ser inferior a $f \leq l/100$ da borda livre em milímetro, então $f \leq b \times 10$, limitada a 50 mm.

Além disso, para vidros apoiados em dois lados (não estruturais), a Norma determina que a flecha admissível deve ser definida na etapa de projeto e acordado entre as partes.

2.3.8.2 Valores para coeficiente de deformação

Para determinação do valor do coeficiente de deformação, deve-se coletar a quantidade de apoios que a peça de vidro possui.

2.3.8.3 Cálculo de e_F

Como se trata de vidro monolítico temperado, a espessura equivalente é igual a espessura nominal do vidro, que foi coletada na edificação.

2.3.9 Disposições gerais

A ABNT NBR 7199/2016 determina uma série de disposições para correta aplicação, manuseio e até cuidados para aplicação do vidro. Algumas das principais determinações e que possuem relativo impacto na pesquisa são:

- As peças de vidro devem ser colocadas de tal forma que não sofram qualquer tipo de esforços oriundos de dilatação, contração, torção, vibração ou deformações do sistema;
- Não é permitido o contato de bordas das peças de vidro entre si, com alvenaria, peças metálicas ou qualquer outro material de dureza superior à do vidro;
- A fixação das peças de vidro deve ser tal que impeça seu deslocamento com relação aos elementos de fixação, excetos aqueles previstos em projeto;

- Toda instalação composta por vidros, cuja presença não seja perfeitamente discernível, deve ser sinalizada adequadamente, a fim de evitar acidentes;

- Quando houver peças de vidro com bordas expostas, estas devem ser laboradas;

Além destas, as determinações discorridas da Tabela 7, também devem ser seguidas:

Tabela 7 – Usos e aplicações do vidro.

Aplicações	Casos usuais	Tipo(s) de vidro
Vidros verticais suscetíveis ao impacto humano	Vidros instalados abaixo da cota de 1,10m em relação ao piso - Portas e janelas; - autoportante ⁱ ; - encaixilhado ^a ; - divisórias; - Vitrines; - Muro de vidro.	- Vidro temperado ^b ; - Vidro laminado de segurança ^c ; - Vidro aramado ^k ; - Vidro insulado composto com os vidros citados anteriormente.
^a Vidro float (ABNT NBR NM 294) ou impresso (ABNT NBR 297) é permitido, desde que acima da cota de 1,10m em relação ao piso e encaixilhado ou colado em todo o seu perímetro. ^b Ver ABNT NBR 14698. ^c Ver ABNT NBR 14697. ⁱ Só permitido em vidro temperado e ou laminado temperado. ^k Ver ABNT NBR NM 295.		

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 7199/2016.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir da análise de edificações voltadas à reunião de público, mais especificamente, prédios de ocupação F-12, com base na Tabela 1 do Decreto 51.803/2014, tratam-se de salões exclusivos para festas infantis e/ou de caráter familiar.

A avaliação foi realizada conforme Tabela 8, a seguir:

Tabela 8 – Casos Estudados

Edificação	Cidade / Bairro	Conceitos avaliados
A	Estância Velha / Rincão dos Ilhéus	Distância entre saídas / Porta de vidro
B	Novo Hamburgo / Mauá	Distância entre saídas / Projeção para IT 05 do CBMPA

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 Edificação A

A edificação A situa-se na cidade de Estância Velha, no bairro Rincão dos Ilhéus. O empreendimento conta com dois sócios e alguns funcionários que trabalham nos eventos realizados, a quantidade depende do número de pessoas que o evento irá comportar. Esses eventos são pré-agendados e o empreendimento realiza a locação do espaço juntamente com a decoração.

O pavimento térreo da edificação conta com um pequeno estacionamento, um salão amplo onde são distribuídas as mesas para o público, banheiros, alguns brinquedos, uma copa, a qual possui tubulação de gás para preparo de alimentos, três portas com acesso para área externa, dois telheiros, próximos aos acessos, onde ficam dispostas as decorações, além de um brinquedo infantil (torre).

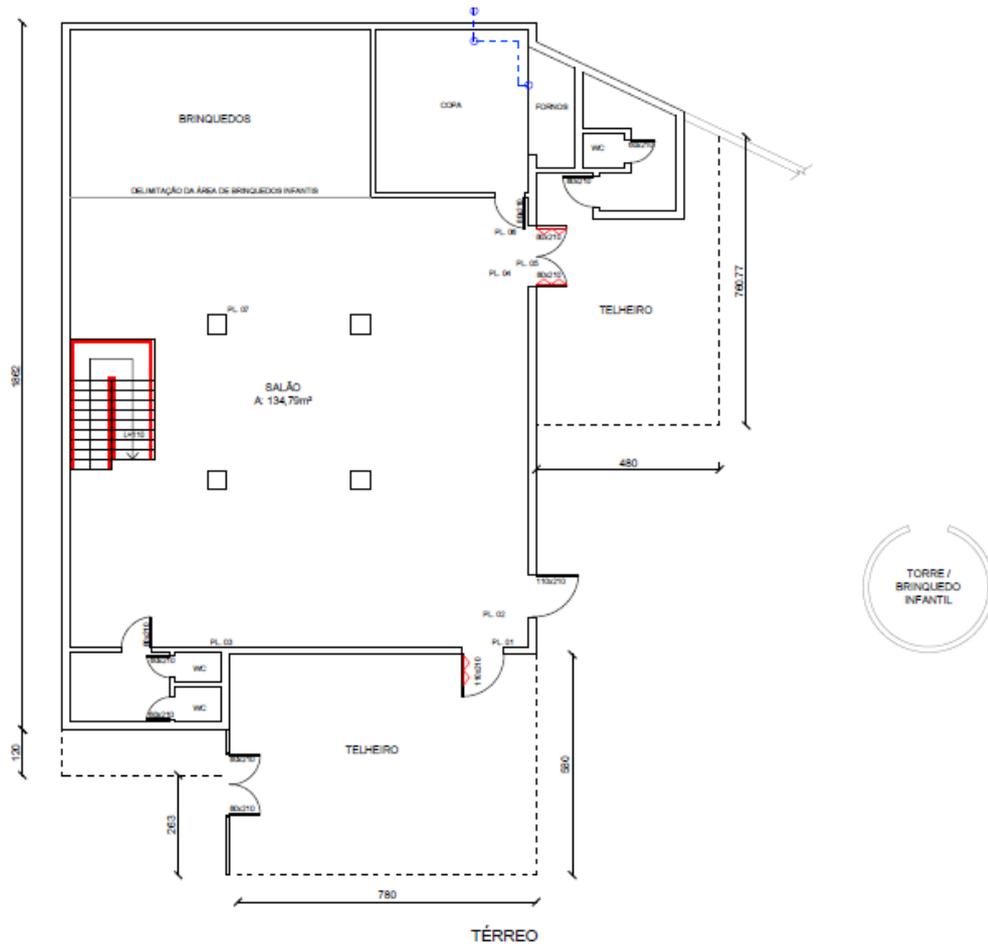
Já o segundo pavimento conta com o acesso à torre de brinquedo, um espaço de jogos eletrônicos, uma residência que fica no mesmo nível e a central de gás GLP que fica nos fundos do terreno. A Figura 11 representa a fachada da edificação, já as figuras 12 e 13, apresentam as plantas baixas atuais da edificação.

Figura 11 – Fachada da edificação A.



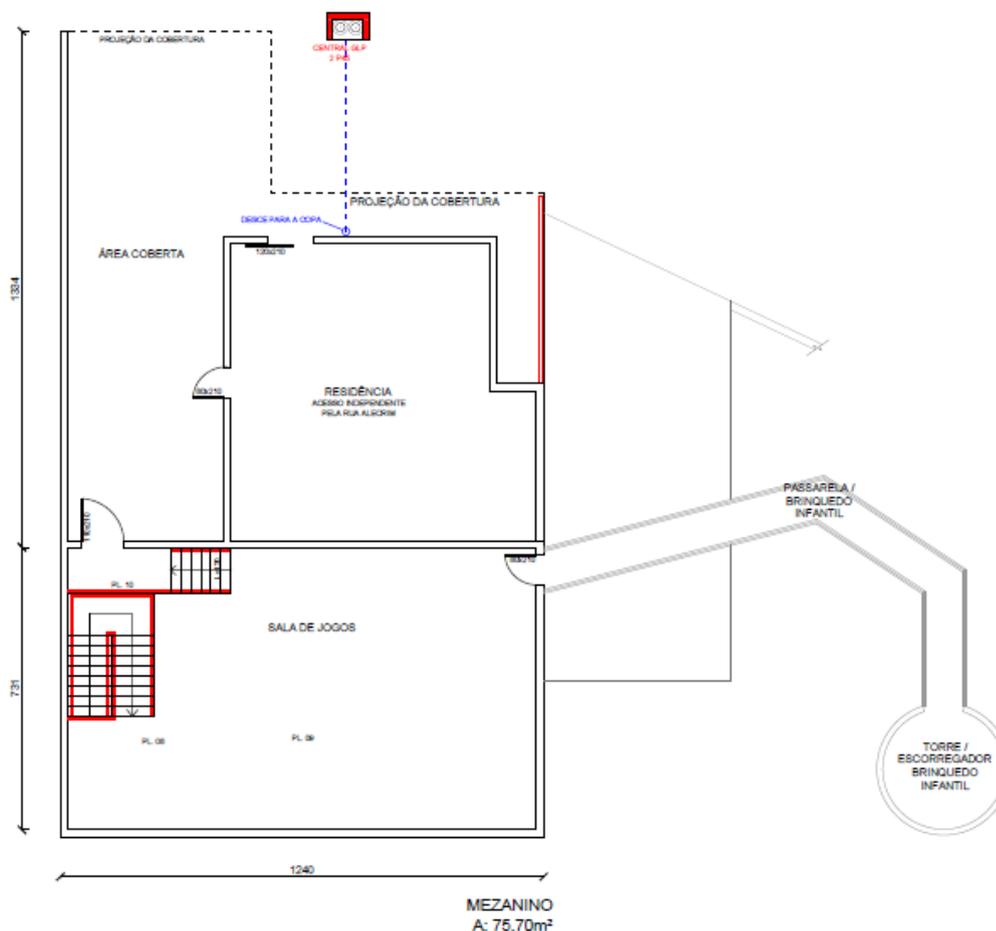
Fonte: Disponibilizado pelo responsável técnico.

Figura 12 – Planta baixa pavimento térreo da edificação A.



Fonte: Adaptado do PPCI da edificação.

Figura 13 – Planta baixa do segundo pavimento da edificação A.



Fonte: Adaptado do PPCI da edificação.

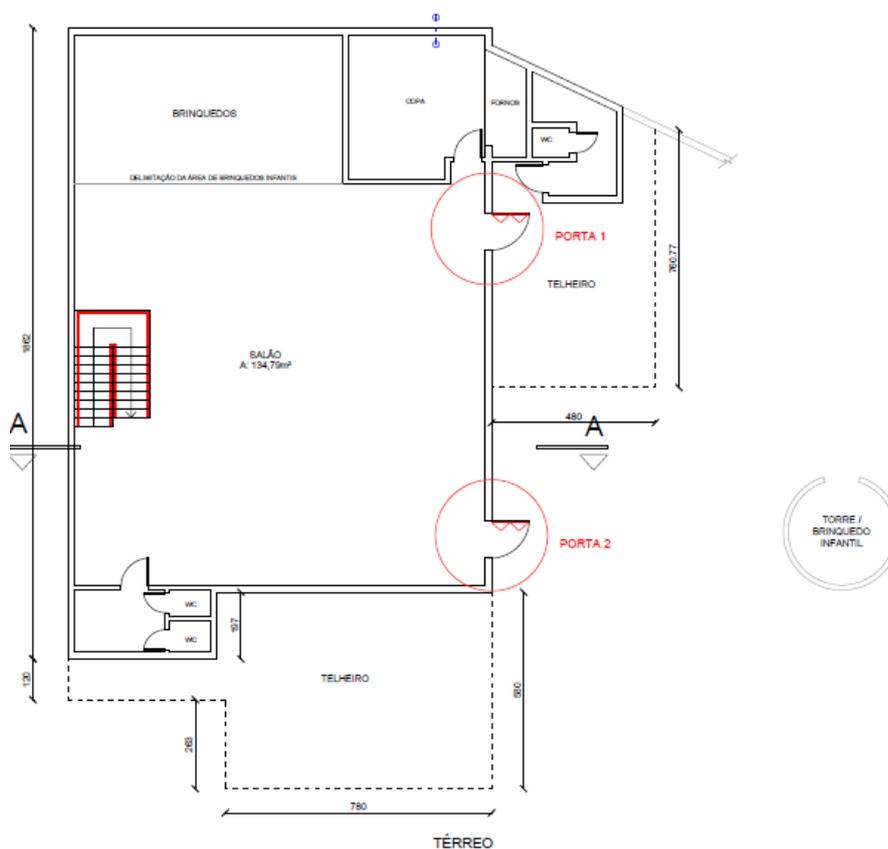
3.1.1 Histórico do PPCI da edificação

O responsável técnico pelos Projetos de Prevenção Contra Incêndio desde 2016 disponibilizou os arquivos eletrônicos que possuía da edificação em análise, tendo disponível histórico dos dados dos últimos dois projetos realizados (2016 e 2018) e alterações necessárias ao longo desse tempo. Para delimitação da pesquisa, apenas a área térrea será avaliada, o cálculo populacional e dimensionamento das unidades de passagem também não fazem parte da análise deste estudo.

3.1.1.1 PPCI da edificação A de 2016

O projeto datado do início de 2016 possui poucas informações e arquivos disponíveis. Entretanto, a planta baixa aprovada em PPCI e em vistoria pelo CBMRS foi disponibilizada. Evidentemente, as saídas de emergência não foram dimensionadas conforme a RT nº 11/2016 do CBMRS, pois a mesma foi publicada em julho de 2016 e o projeto foi aprovado em março do mesmo ano. A norma seguida para dimensionamento das saídas de emergência foi a ABNT NBR 9077/2001. A Figura 14, a seguir, representa as portas de saídas de emergência da época.

Figura 14 – Portas de saída da edificação A (2016).



Fonte: adaptado do PPCI da edificação.

Conforme representado na Figura 14, as portas de saídas de emergência (Portas 1 e 2) estão dispostas na mesma face. Segundo o proprietário, ambas as portas eram de vidro temperado, com as mesmas características e dimensões. Como seguiam o estabelecido na ABNT NBR 9077/2001, as saídas estavam de acordo com a norma da época, pois, como já citado, nessa normativa não há

restrição de materiais para as portas de saída e distanciamento mínimo entre esses elementos.

3.1.1.2 PPCI da edificação A de 2018

O último projeto de Prevenção Contra Incêndio realizado foi no ano de 2018 e foi obtido o Alvará de Prevenção Contra Incêndio, que ficou vigente até a metade do ano de 2020. O mesmo não foi renovado, segundo os proprietários, por conta do afastamento social provocado pela pandemia de Covid-19, a qual causou o fechamento das portas da empresa por um longo período de tempo e inviabilizou financeiramente a renovação do APPCI. Com a retomada gradativa das atividades, enquanto este trabalho fora realizado, os proprietários buscaram a renovação do alvará junto ao Corpo de Bombeiros.

A Figura 15, a seguir, apresenta o ANEXO B.1 (Padrão de análise de projetos do CBMRS) onde estão descritos os principais dados da edificação A, apresentado em 2018 junto ao Corpo de Bombeiros da cidade de Novo Hamburgo.

Figura 15 – Dados da Edificação A (2018).

ANEXO B.1	
Pág: _____ Rubricas: _____ Resp. Téc: _____ CBMRS: _____	
6. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO OU ÁREA DE RISCO DE INCÊNDIO	
Ocupação(ões) predominante(s) (divisão): F-12	Código(s) CNAE: 9312-3/00 - Clubes comunitários e de diversão, Salões Paroquiais, Salões Comunitários, Clubes de Sócios, Clubes e salões exclusivos para festas de caráter familiar (casamentos, aniversários, festas...
Carga incêndio (MJ/m²): 600 MJ/m²	Grau de risco: Médio (Entre 300MJ/m² e 1.200MJ/m²)
Ocupação(ões) subsidiária(s) (divisão): F-8	Carga incêndio (MJ/m²): 450 MJ/m²
Ocupação(ões) do(s) subsolo(s) (divisão):	Código(s) CNAE: 5620-1/02 - Serviços de alimentação para eventos e recepções - bufê.
Carga incêndio (MJ/m²):	Grau de risco:
Área total construída (m²): 404,98m²	Área total a ser protegida (m²): 404,98m²
Área do maior pavimento (m²): 310,00m²	Área do subsolo (m²): 0
Nº de pavimentos acima do solo: 2	Nº de pavimentos no subsolo: 0
Altura descendente (m): 4,00m	Altura ascendente (m): 0,00m
População total: 590 Pessoas	População do pav. de maior população (exceto descarga): 0

Fonte: Adaptado do PPCI da edificação.

Já a Figura 16, apresenta as medidas de segurança contra incêndio que deveriam ser adotadas na edificação e suas respectivas regulamentações, no ano de 2018.

Figura 16 – Medidas de SCI (2018) da edificação A

7. MEDIDAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO A SEREM EXECUTADAS E REGULAMENTAÇÃO OBSERVADA	
Conforme a legislação estadual vigente, são obrigatórios o projeto e a execução das seguintes medidas de segurança contra incêndio na edificação ou área de risco de incêndio, de acordo com a ocupação(ões) indicada(s):	
Observar o Anexo "L", Tabelas L.1 e L.2	<input checked="" type="checkbox"/> Extintores de Incêndio Norma a ser utilizada: RT CBMRS nº14 / 2016
	<input checked="" type="checkbox"/> Sinalização de Emergência Norma a ser utilizada: ABNT NBR 13434-1 a 2/2004 e ABNT
	<input checked="" type="checkbox"/> Brigada de Incêndio Norma a ser utilizada: RT nº 14/CCB - DTPI/2009
	<input type="checkbox"/> Acesso de Viaturas na edificação Norma a ser utilizada: IT nº 06/2011 - CB de São Paulo <input type="checkbox"/> Inviabilidade técnica
	<input type="checkbox"/> Compartimentação Horizontal (medida de segurança contra incêndio) Norma a ser utilizada: RTT e IT nº 09/2011 - CB de São Paul <input type="checkbox"/> Inviabilidade técnica <input type="checkbox"/> Não atingiu a área máxima para compartimentação
	<input checked="" type="checkbox"/> Saídas de Emergência Norma a ser utilizada: RT CBMRS nº11 - parte 01 / 2016 <input type="checkbox"/> Inviabilidade técnica
	<input checked="" type="checkbox"/> Iluminação de Emergência Norma a ser utilizada: ABNT NBR 10898/2013
	<input type="checkbox"/> Plano de Emergência Norma a ser utilizada: ABNT NBR 15219/2005
	<input type="checkbox"/> Isolamento de Risco Norma a ser utilizada: ei complementar nº 14.376/2013 <input type="checkbox"/> Inviabilidade técnica
	<input type="checkbox"/> Compartimentação Vertical (medida de segurança contra incêndio) Norma a ser utilizada: RTT e IT nº 09/2011 - CB de São Paul <input type="checkbox"/> Inviabilidade técnica

Fonte: Adaptado do PPCI da edificação.

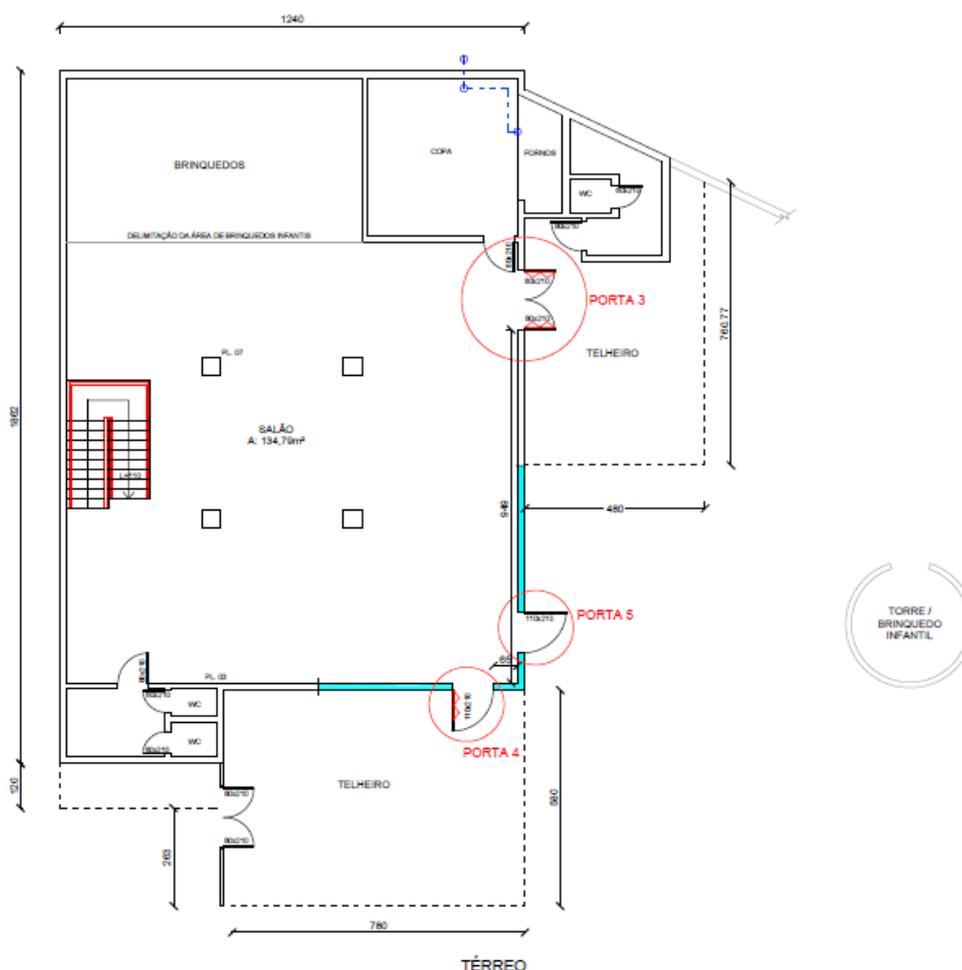
As medidas são: Extintores de incêndio (RT CBMRS nº 14/2016), sinalização de emergência (ABNT NBR 13434-1 a 2/2004 e ABNT NBR 13434-3/2005), brigada de incêndio (RT nº 14/CCB - DTPI/2009), saídas de emergência (RT CBMRS nº11 - parte 01/2016) e iluminação de emergência (ABNT NBR 10898/2013).

A edificação conta atualmente com três portas no pavimento térreo, com saída para o exterior, sendo que apenas duas são consideradas saídas de emergência. Essas portas utilizadas como saídas são dotadas de barras antipânico (Portas 3 e 4) em todas as folhas, a Porta 3 possui uma pequena área em vidro e a Porta 4 não possui nenhuma área de vidro.

A porta 1 teve de ser adaptada, segundo os proprietários e responsável técnico, após a elaboração deste PPCI devido a novos parâmetros aplicados na RT nº 11/2016. Agora, conforme já citado neste estudo, não é permitido o uso de vidro para as ocupações do tipo F-5, F-6, F-11 e F-12, nas demais ocupações é permitido desde que o vidro seja de segurança, conforme a ABNT NBR 7199/2016. Os administradores optaram em substituir a porta de vidro por duas portas de madeira, devidamente revestida contra o fogo. A escolha dessa porta ocorreu devido à funcionalidade estética do material e facilidade de implantação no vão.

A Figura 17 a seguir apresenta as portas de saída de emergência da edificação em projeto aprovado no ano de 2018.

Figura 17- Portas da edificação A (2018).



Fonte: Adaptado do PPCI da edificação.

A porta número 4 teve de ser executada no local especificado, com o intuito de atender o distanciamento mínimo necessário entre as saídas e a disposição em faces distintas, segundo o responsável técnico. As fachadas representadas em azul, na Figura 16, são em vidro e a porta executada em madeira, com abertura por meio da barra antipânico.

A porta número 5 se trata da mesma representada na Figura 14 como Porta 2. A diferença é que a mesma não é utilizada e sinalizada como saída de emergência e, ainda, foi retirada a barra antipânico que promovia sua abertura de forma ágil. O fato é que a porta 5 é por onde ocorre o acesso à edificação em dias de eventos, a mesma é a mais utilizada pelo público para acessar e sair da área térrea, os principais motivos relatados pelos sócios e funcionários é a visibilidade

3.1.3 Análise da Porta 5 quanto à ABNT NBR 7199/2016

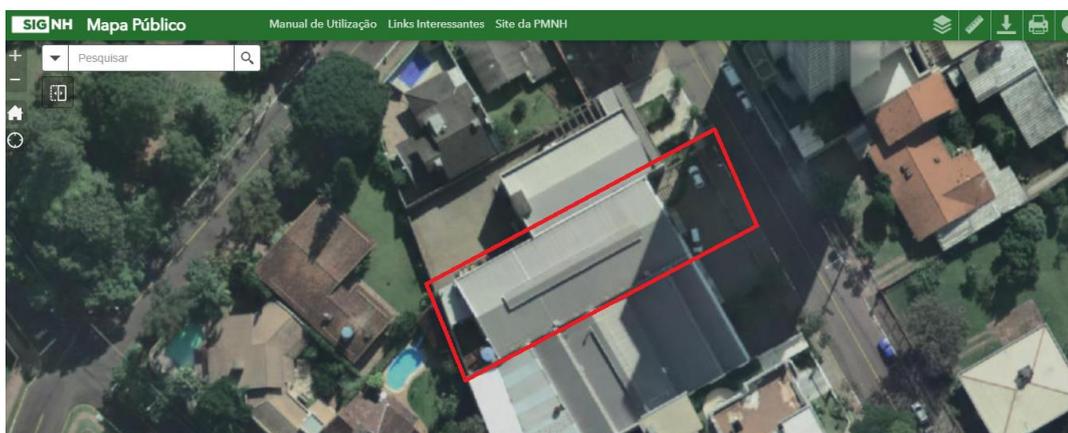
A Porta 5 foi analisada e verificada conforme a ABNT NBR 7199/2016. Essa normativa especifica os requisitos para projeto, execução e aplicação de vidros na construção civil. Os procedimentos adotados nesta Normativa não se aplicam a vidros estruturais.

3.2 Edificação B

A edificação B situa-se na cidade de Novo Hamburgo, no bairro Mauá. O empreendimento possui um pavimento térreo e apenas uma fachada com saída para o logradouro. O salão realiza eventos pré-agendados e o empreendimento faz a locação do espaço juntamente com a decoração.

A Figura 19, a seguir, representa a vista aérea da edificação.

Figura 19 – Vista Aérea da Edificação B.

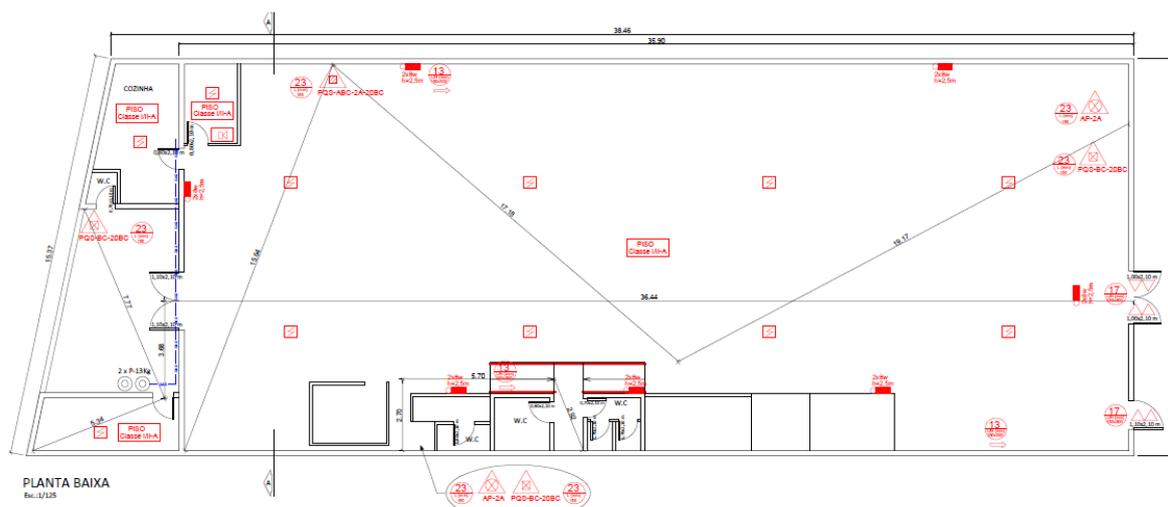


Fonte: SIG NH.

A edificação conta com um pequeno estacionamento logo na entrada, um salão amplo onde são distribuídas as mesas para o público, banheiros, alguns brinquedos. No fundo da edificação existe uma área de apoio, com cozinha e pequenas salas utilizadas como depósitos.

A proprietária do empreendimento disponibilizou apenas a planta baixa da edificação, que foi apresentada para aprovação junto ao Corpo de Bombeiros. A planta é datada de setembro de 2016. O prédio possui cerca de 15 m de fachada e 40 m de comprimento. A Figura 20 representa a planta baixa disponibilizada.

Figura 20 – Planta baixa da edificação B



Fonte: Disponibilizado pelo proprietário.

3.2.1 PPCI da edificação

Conforme mencionado acima, a planta baixa disponibilizada é datada de 2016. Este é o único documento disponível e pode-se perceber que o projeto foi baseado na ABNT NBR 9077/2001, uma vez que existem duas portas de saída, porém as mesmas encontram-se na mesma face da edificação e não possuem um distanciamento mínimo de 10m. Portanto, não atende à Resolução Técnica nº 11/2016 do CBMRS.

3.2.2 Procedimento de Análise das Portas de Saídas de Emergência

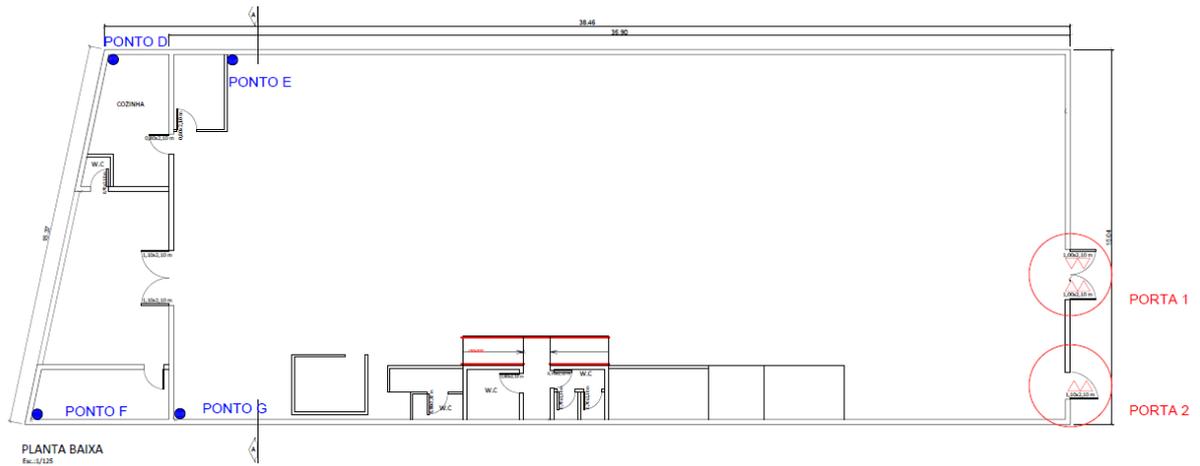
Para análise das saídas de emergência serão realizados os seguintes procedimentos:

- Foi realizado estudo e dimensionamento de saídas de emergência para atender à RT nº 11/2016 do CBMRS.
- Foram comparadas as distâncias máximas a percorrer no caso apresentado e no estudo para resolução vigente. A comparação foi realizada pelas distâncias percorridas e sentido do fluxo de saída a partir de quatro pontos (D, E, F e G).
- Por fim, foi realizada uma comparação adotando um corredor enclausurado, baseado no estudo de Copetti (2020), visto que a edificação

possui características parecidas com a estudada pelo autor, buscando alcançar os parâmetros exigidos pelo CBMPA em Instrução Técnica nº 05/2019.

A Figura 21, a seguir, representa o local dos pontos D, E, F e G na edificação B e as duas portas de saída do projeto apresentado em 2016:

Figura 21 – Pontos de Saída da Edificação B



Fonte: Adaptado do PPCI da edificação B.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

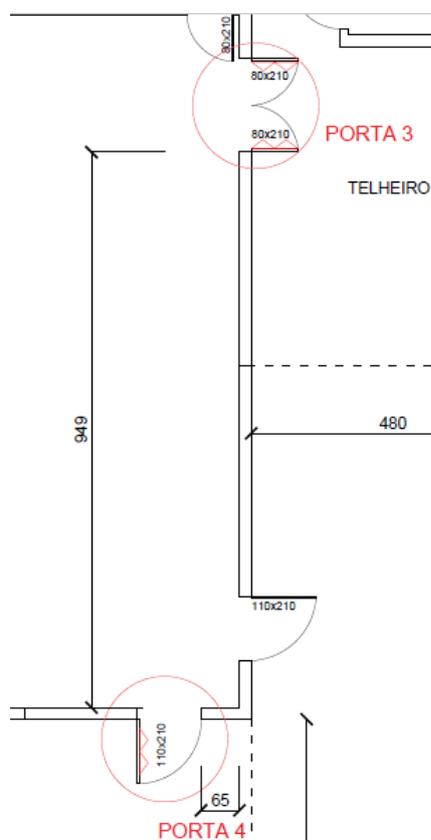
4.1 Edificação A

4.1.1 Análise das saídas de emergências do PPCI de 2018

Conforme descrito na Resolução Técnica CBMRS nº 11 - parte 01 de 2016 “Em edificações classificadas como locais de reunião de público, das divisões F-5, F-6, F-11 e F-12, conforme Anexo A, do Decreto Estadual nº. 51.803, de 10 de setembro de 2014, deverá haver mais de uma saída de emergência, sendo que estas deverão situar-se em paredes diversas, com afastamento mínimo de 10 metros.”

A Figura 22, a seguir, representa o detalhe das distâncias entre as saídas propostas no PPCI apresentado em 2018. As cotas representadas estão em centímetros.

Figura 22 – Distância entre saídas edificação A



Fonte: Adaptado do PPCI da edificação.

As distâncias entre as portas são $X = 65 \text{ cm}$ e $Y = 949 \text{ cm}$, o que totaliza uma distância de 1014 cm , ou seja, $10 \text{ metros e } 14 \text{ centímetros}$. As portas 3 e 4 estão dispostas em paredes diversas, indicando saída em duas faces distintas.

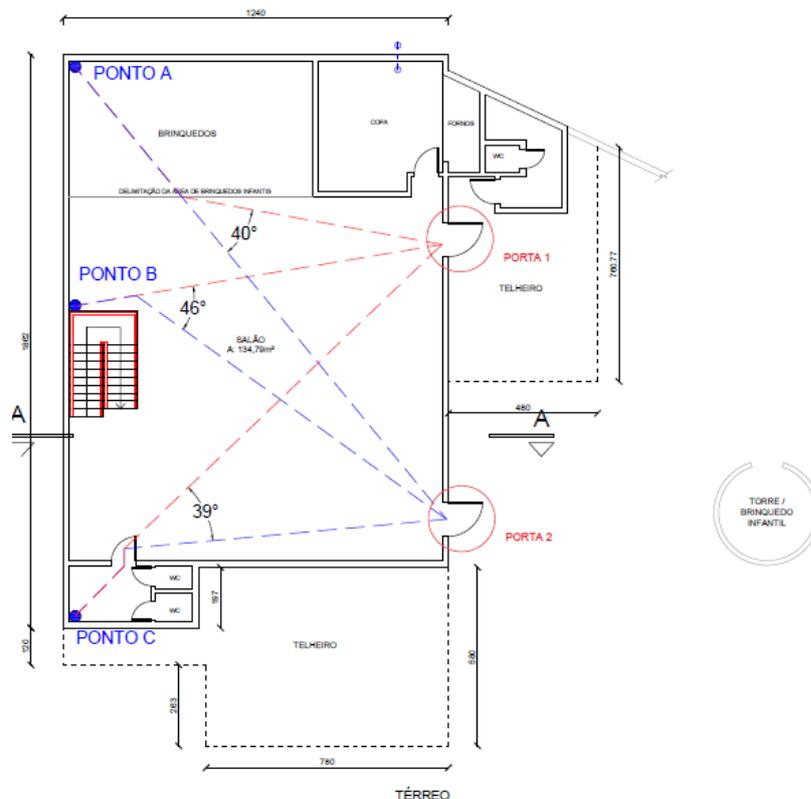
Portanto, o projeto apresentado no ano de 2018 atende ao requisito estudado nesse trabalho.

4.1.2. Distâncias máximas até as saídas do PPCI de 2016

Conforme citado anteriormente, as distâncias máximas até as saídas de emergência foram estipuladas de três pontos até as portas de saída do Projeto em estudo, a Figura 23 representa as rotas de saída consideradas. As rotas foram determinadas a partir de segmentos de retas idênticas até os locais onde seja possível correr diretamente para ambas as saídas. Também foi coletado o ângulo formado entre as duas rotas.

Os dados obtidos estão descritos na Tabela 9, abaixo:

Figura 23 – Rotas de saídas PPCI de 2016



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9 – Dados rotas de saída PPCI de 2016

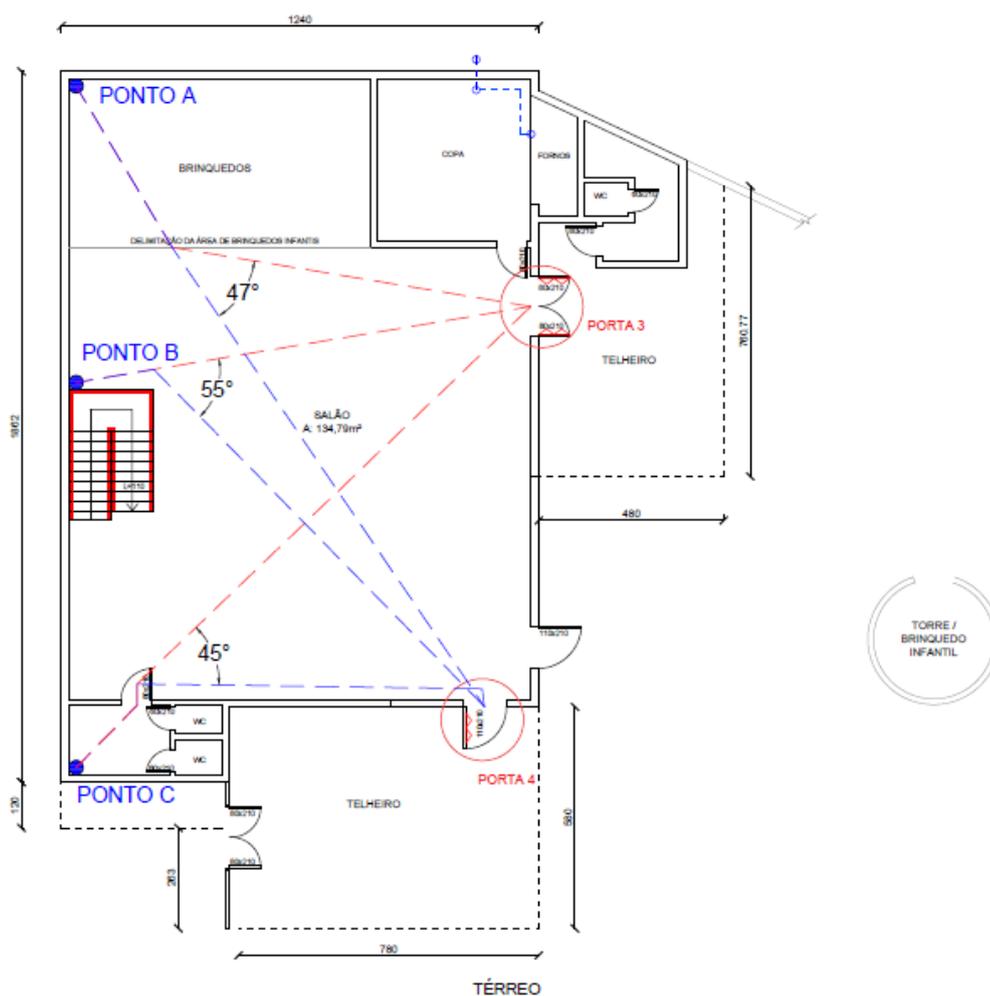
Ponto	Distância até Porta 1	Distância até Porta 2	Ângulo formado entre as rotas
A	14m	18,95m	40°
B	12m	14,15m	46°
C	17,05m	13,25m	39°

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.3 Distâncias máximas até as saídas do PPCI de 2018

A Figura 24 representa as rotas de saída consideradas para o projeto de 2018. Os dados obtidos estão descritos na Tabela 10, abaixo:

Figura 24 - Rotas de saídas PPCI de 2018



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10 – Dados rotas de saída PPCI de 2018

Ponto	Distância até Porta 3	Distância até Porta 4	Ângulo formado entre as rotas
A	14m	19,41m	47°
B	12m	14,10m	55°
C	17,05m	12,25m	45°

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.4 Resultados e Análises das Disposições das Saídas

Os dados obtidos na comparação entre os projetos de 2016, baseado na ABNT NBR 9077/2001, e de 2018, baseado na RTCBMRS nº 11 parte 01/2016, da edificação A, apresentam ligeira melhora nos índices estudados para o PPCI de 2018, pode-se analisar os valores na Tabela 11, que segue:

Tabela 11 – Comparação de dados entre PPCI de 2016 e de 2018 da edificação A.

Ponto	Menor distância NBR 9077/2001	Menor distância RT11 CBMRS	Maior Distância NBR 9077/2001	Maior Distância RT11 CBMRS	Ângulo entre rotas NBR 9077/2001	Ângulo entre rotas RT11 CBMRS
A	14m	14m	18,95m	19,41m	40°	47°
B	12m	12m	14,15m	14,15m	46°	55°
C	13,25m	12,25m	17,05m	17,05m	39°	45°

Fonte: Elaborado pelo autor.

O ângulo formado entre as rotas de fuga no PPCI de 2018 teve aumentos entre 15% e 21% em comparação com o PPCI de 2016. Resultado este obtido devido a instalação da Porta 4, localizada há pelo menos 10 metros de distância e em parede diferente da outra porta de saída utilizada. Casualmente, os ângulos atingidos também seriam parâmetros aceitos pela Instrução Técnica nº 05 Parte 01/2019 do Corpo de Bombeiros Militar do Pará.

Esse aumento no ângulo formado entre as rotas permite o melhor escoamento da população do local e diminui a probabilidade de as duas saídas estarem obstruídas em caso de incêndio.

A distância a percorrer até as saídas não teve significativa melhora, inclusive em uma das rotas do Ponto A, houve um pequeno aumento nessa distância até se atingir um local seguro.

4.1.5 Análise da porta 5

As Figuras 25 até 28, a seguir, são imagens captadas em visita à edificação A. Nelas podemos ver o tipo de porta em estudo, espessura nominal da porta de vidro, visibilidade para o exterior, demais portas que são utilizadas como saída.

Figura 25 – Espessura nominal da Porta 5



Fonte: Autor.

Figura 26 – Detalhes da Porta 5.



Fonte: Autor.

Figura 27 – Visibilidade da saída.



Fonte: Autor.

Figura 28 – Saídas de Emergência da edificação A.



Fonte: Autor.

4.1.5.1 Classificação do vidro

As classificações obtidas do vidro da Porta 5 são:

- Tipo de vidro: vidro temperado;
- Quanto à transparência: vidro transparente;
- Quanto à planicidade: vidro plano;
- Quanto à coloração: vidro incolor;
- Quanto à colocação: autoportante.

4.1.5.2 Projeto

Pela falta de um projeto do vidro instalado, foram tomadas as características e parâmetros in loco:

- a) Porta pivotante;
- b) Espessura medida: 10 mm, Lado menor: 1100 mm; Lado maior: 2100 mm;

- c) Zero;
- d) Noventa graus em ambos os casos.
- e) Conforme planta apresentada na Figura 16;
- f) Conforme cálculo a seguir;
- g) Caixilhos metálicos;
- h) Vidro temperado

4.1.5.3 Propriedades físicas do vidro

Por se tratar de uma porta pivotante em vidro temperado, a Tensão máxima admissível é considerada conforme dados da Tabela 12:

Tabela 12 – Tensão máxima admissível (MPa)

Tipo de Vidro	Apoios	3 s	1 min	1 h	Um dia	Um mês	Acima de um ano
Temperado	Qualquer outro tipo de apoio	73,0	68,7	62,9	59,2	54,8	51,9

Fonte: ABNT NBR 7199/2016.

4.1.5.4 Esforços solicitantes

Para o cálculo da espessura de um vidro devem ser considerados os seguintes esforços:

4.1.5.4.1 Pressão de Vento (Pv)

Para realizar o cálculo da pressão de vento, primeiro devem ser determinados alguns parâmetros, tais como: velocidade básica do vento, fatores topográfico, de rugosidade e de conceitos probabilísticos. Os dados considerados são:

- Velocidade básica do vento: 45 m/s;
- Fator Topográfico (S_1): considera-se um terreno plano ou fracamente acidentado, portanto o valor a ser utilizado, segundo a ABNT NBR 6123/1988 é de 1,0;

- Fator de Rugosidade (S_2): Para determinação desse parâmetro se considerou a categoria IV e classe A, além disso, será considerada a altura mínima da Tabela 5, de 5 metros. Portanto o valor a ser considerado é de 0,79;

- Fator de Conceito Probabilístico (S_3): considera-se a edificação em estudo como um prédio do Grupo 2, logo o valor a ser utilizado é de 1,0.

O cálculo da Velocidade Característica (V_k) é dado conforme Equação 2, demonstrada a seguir:

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

$$V_k = 45 \times 1,0 \times 0,79 \times 1,0$$

$$V_k = 35,55 \text{ m/s}$$

Já a pressão de vento (q ou P_v) é dada pela Equação 1, demonstrada a seguir:

$$q = 0,613 \times V_k^2$$

$$q = 0,613 \times 35,55^2$$

$$q = 774,71 \text{ N/m}^2$$

4.1.5.4.2 Peso próprio por unidade de área (P_p)

O peso próprio é obtido através da equação 3, demonstrada a seguir:

$$P_p = 25 \times e_p$$

$$P_p = 25 \times 10$$

$$P_p = 250 \text{ Pa}$$

4.1.5.5 Pressão de cálculo (P)

A Pressão de cálculo é obtida através da Equação 5, demonstrada a seguir:

$$P = P_v \times 1,5$$

$$P = 774,71 \times 1,5$$

$$P = 1162,06 \text{ Pa}$$

4.1.5.6 Procedimento para cálculo da espessura (e_1)

A Porta 5, por se tratar de uma porta pivotante, ela possui apoio em dois lados opostos com a borda maior livre, logo o cálculo, baseado na ABNT NBR 7199/2016, é obtido através da seguinte metodologia:

$$e_1 = \frac{Lx\sqrt{P}}{6,3}$$

$$e_1 = \frac{2,1x\sqrt{1162,06}}{6,3}$$

$$e_1 = 11,36mm$$

Onde:

L = Dimensão da borda maior da porta, em metros;

P = Pressão de cálculo;

4.1.5.7 Procedimento para verificação da resistência

O procedimento para verificação da resistência requer que o resultado da Equação 7 seja superior ao encontrado na Equação 6, o procedimento realizado está demonstrado a seguir:

$$e_r \geq e_1xc$$

$$\frac{e_i}{\epsilon_3} \geq e_1xc$$

$$\frac{10}{0,77} \geq 11,36x0,9$$

$$12,99 \geq 10,22$$

4.1.5.8 Procedimento para verificação da flecha

Com base em item 4.7.7.4 da ABNT NBR 7199/2016 o coeficiente de deformação (α) possui valor de 2,1143 para vidros apoiados em dois lados opostos. A verificação da flecha foi realizada, baseando-se na Equação 8, e está demonstrada a seguir:

$$f = \alpha \times \frac{P}{1,5} \times \frac{b^4}{e_f^3}$$

$$f = \alpha \times \frac{P}{1,5} \times \frac{b^4}{e_f^3}$$

$$f = 2,1143 \times \frac{1162,06}{1,5} \times \frac{2,1^4}{10^3}$$

$$f = 31,86mm$$

Os principais dados obtidos na verificação da Porta 5, em vidro, segundo a ABNT NBR 7199/2016 estão dispostos abaixo:

- Quanto à resistência: a Porta passou na verificação do requisito, pois apresenta um valor de $e_1 = 10,22$ mm e um $e_r = 12,99$ mm. Sendo que $e_r \geq e_1$.

- Quanto à flecha: a Porta obteve um valor de flecha de 31,86mm. A ABNT NBR 7199/2016 aponta que “Para o caso de aplicações de vidros apoiados em dois lados (não estruturais), a flecha admissível deve ser definida na etapa do projeto e acordada entre as partes”.

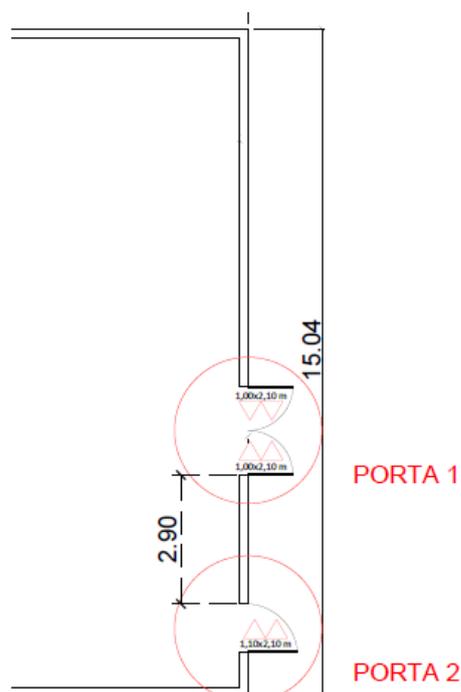
Devido à delimitação do trabalho, não foram realizados testes em materiais, ou verificados parâmetros como empenamento, posição das peças de fixação, etc. É importante salientar que toda peça de vidro temperado também deve atender ao exigido na ABNT NBR 14698/2001 que contém especificações somente para esse tipo de vidro.

4.2 Edificação B

4.2.1 Análise das saídas de emergências para atender a RT nº 11 / 2016 do CBMRS

Conforme já citado anteriormente, não foi apresentado um Projeto de Prevenção Contra Incêndio para a edificação B após a publicação da Resolução Técnica de saídas de emergência do CBMRS. Sendo assim, a mesma não foi adaptada e ainda segue os critérios e parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 9077/2001. A Figura 29 representa no detalhe as portas existentes na edificação e apresentadas em projeto de 2016, as medidas estão em metros.

Figura 29 – Detalhe Portas de Saída do PPCI de 2016.

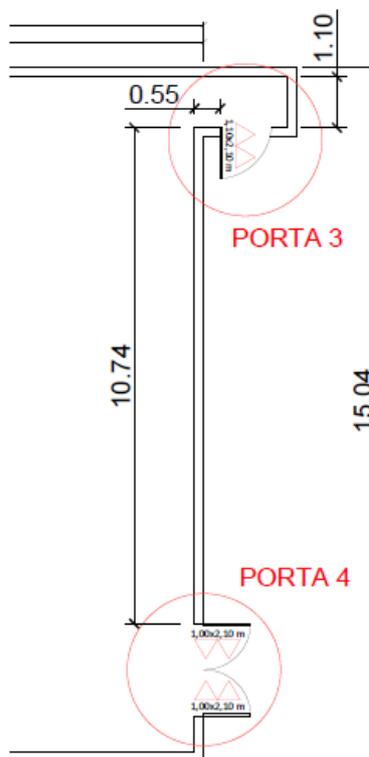


Fonte: Elaborado pelo autor.

Como visto, as Portas 1 e 2 estão dispostas na mesma parede e não possuem distanciamento mínimo de 10m. Logo, não atendem ao requisito da Resolução Técnica vigente atualmente. A Figura 30, a seguir, apresenta uma das soluções possíveis para que a edificação B atenda os requisitos de distanciamento e disposição entre as saídas. Considerando apenas a alteração de local das portas existentes e saída direta para o exterior.

A Figura também representa as portas 3 e 4, como elementos de saída de emergência, para que a edificação B atenda aos requisitos de distanciamento e disposição das saídas de emergência. Sendo que, para que seja possível a disposição das portas em paredes diversas, se projetou um aumento de área suficiente para instalação de uma porta em outra parede, com corredor equivalente à dimensão da porta. A disposição apresentada acima, teoricamente, deve ser aprovada por análise do Corpo de Bombeiros, pois a soma das distâncias $X = 10,74$ m e $Y = 0,55$ m, totaliza 11,29 m.

Figura 30 – Projeção das saídas para atender a RT nº 11/2016.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Distâncias máximas até as saídas do PPCI de 2016

Como já estipulado, as distâncias máximas até as saídas de emergência foram tomadas de quatro pontos até as portas de saída do Projeto em estudo, a Figura 31 representa as rotas de saída consideradas. As rotas foram determinadas seguindo o mesmo procedimento adotado em item 4.1.2.

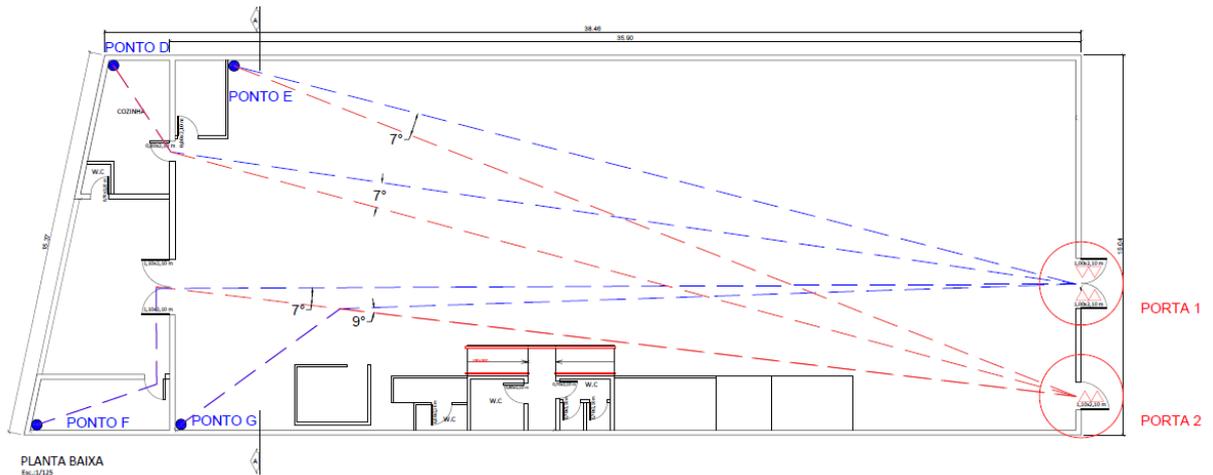
Os dados obtidos estão descritos na Tabela 13, abaixo:

Tabela 13 – Dados rotas de saída PPCI de 2016

Ponto	Distância até Porta 1	Distância até Porta 2	Ângulo formado entre as rotas
D	41,05m	40,15m	7°
E	35,66m	34,3m	7°
F	45,35m	45,02m	7°
G	36,96m	36,77m	9°

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 31 – Rotas de saídas PPCI de 2016

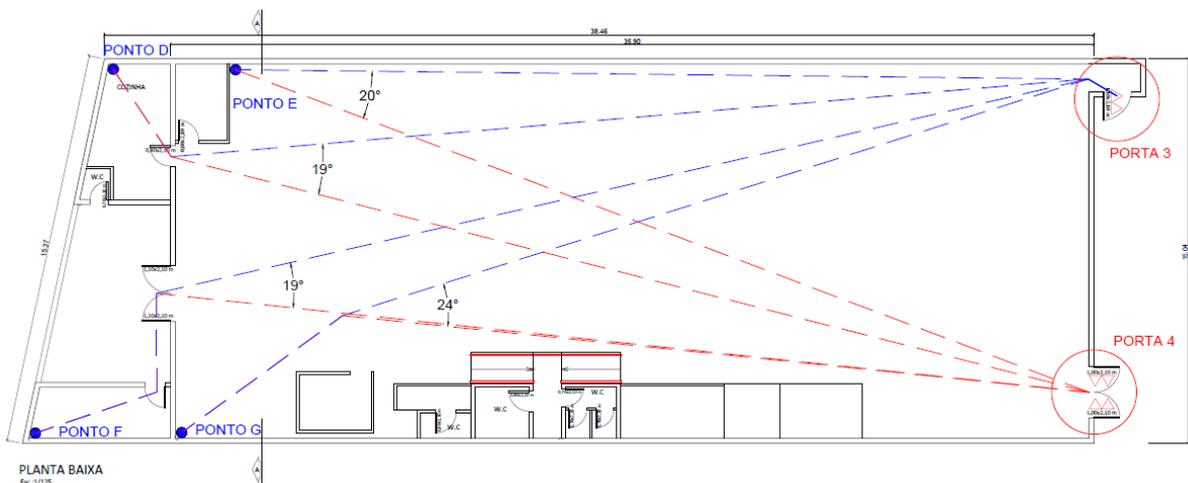


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3 Distâncias máximas até as saídas projetadas em item 4.2.1

A Figura 32 representa as rotas de saídas consideradas para a projeção realizada no item 4.2.1 deste trabalho. Os dados obtidos estão descritos na Tabela 14, logo abaixo:

Figura 32 - Rotas de saídas



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 14 – Dados rotas de saídas

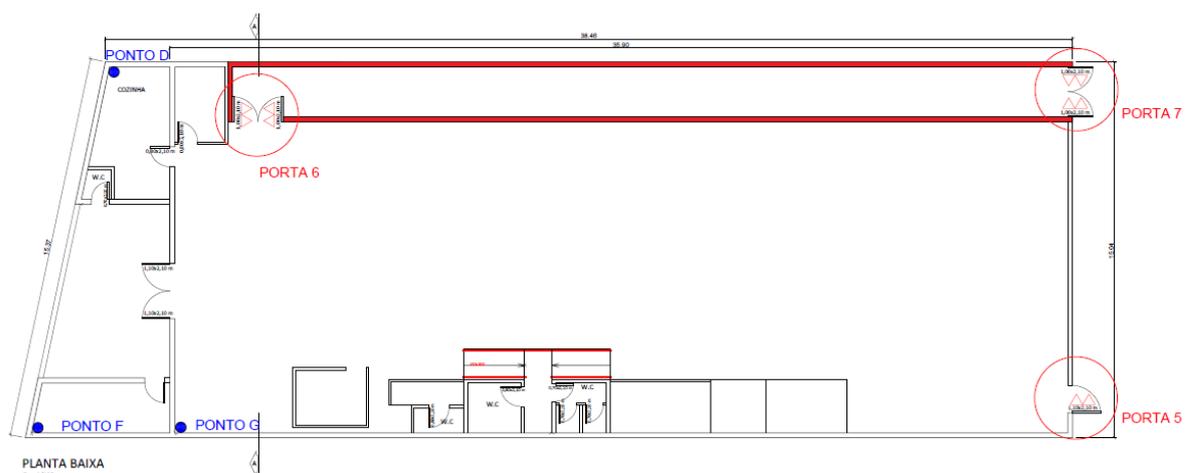
Ponto	Distância até Porta 3	Distância até Porta 4	Ângulo formado entre as rotas
D	40,94m	41,15m	19°
E	35,50m	34,44m	20°
F	45,30m	47,26m	19°
G	36,93m	39,45m	24°

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.4 Estudo das saídas para atender a IT nº 05 Parte 01/2019 do CBMPA

Conforme visto acima, o ângulo formado entre as rotas de saídas da edificação B são inferiores a 45 graus, o que, pela Instrução Técnica nº 05 Parte 01/2019 do CBMPA descaracteriza o conceito de “duas saídas” da edificação. Portanto, para que a edificação em estudo contemple as exigências previstas na Instrução do Pará, novas portas de saídas devem ser projetadas. Conforme item 6.4.2.1 alínea b “Se o ângulo for inferior a 45 graus, as saídas devem ser separadas por uma compartimentação resistente ao fogo.” Portanto, as saídas para este caso foram projetadas conforme Figura 33, a seguir:

Figura 33 – Detalhe Portas de Saída Projeção CBMPA.



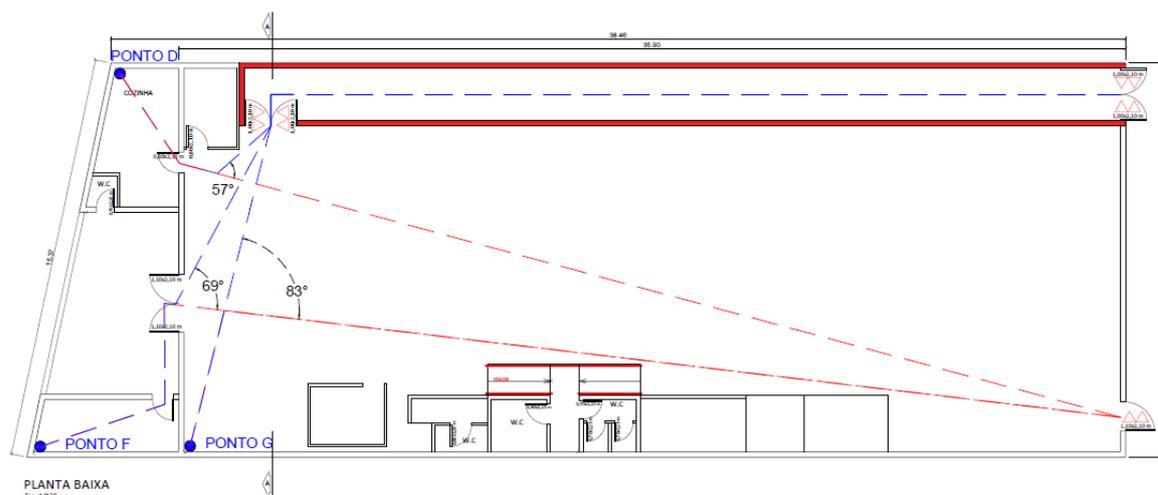
Fonte: Elaborado pelo autor.

Para atender às exigências estabelecidas pelo CBMPA, se projetou um corredor enclausurado, como item de compartimentação para o ambiente utilizado

como salão. O corredor enclausurado poderia ser utilizado somente para fuga, não podendo ser ocupado em dias de evento, sendo assim o “Ponto E”, que ficaria dentro deste corredor, teria como rota de saída apenas a Porta 7.

As rotas de saída dos demais pontos em estudo estão representadas na Figura 34 e a Tabela 15 apresenta o resumo dos dados obtidos.

Figura 34 – Projeção das saídas para atender a RT nº 11 / 2016.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 15 – Dados rotas de saídas

Ponto	Distância até Porta 5	Distância até Porta 6	Ângulo formado entre as rotas
D	40,94m	8,30m	57°
E	-	-	-
F	45,30m	17,00m	69°
G	39,55m	12,60m	83°

Fonte: Elaborado pelo autor.

A distância percorrida da Porta 6 até a Porta 7, dentro do corredor enclausurado, é de 33,40 metros.

4.2.5 Resultados e Análises das Disposições das Saídas

Os dados obtidos na comparação entre os projetos da edificação B, demonstram que a solução encontrada para que o projeto atenda os requisitos

especificados na RTCBMRS nº 11 parte 01/2016 não seria aceita pela Instrução Técnica n 05 parte 01/2019 do CBMPA, pois os ângulos formados entre as rotas de saída são inferiores a 45°.

Como ocorreu com a edificação A, também não houve mudanças significativas nas distâncias a percorrer até as saídas entre o projeto existente, baseado na ABNT NBR 9077/2001 e a projeção para atender os requisitos da Resolução atual do CBMRS. Já para a projeção baseada na IT do Pará, a menor distância percorrida possui queda entre 80% e 62%, aproximadamente, até a saída.

O ângulo formado entre as rotas de saída dão um pequeno salto no projeto adaptado à RT do CBMRS e um salto ainda maior para a projeção baseada na IT do CBMPA. O ângulo formado no projeto baseado na RT gaúcha é de cerca de 20 graus, o que é considerado um parâmetro ruim, segundo a Instrução Paraense, pois há a possibilidade de obstrução de ambas as saídas. Enquanto isso, o dimensionamento estruturado na Instrução Paraense chega a 57 graus no pior caso, parâmetro obtido pela construção de um corredor enclausurado, com resistência ao fogo e que promove a saída segura dos ocupantes do local.

Os dados obtidos entre as diferentes projeções estão descritos nas Tabelas 16 e 17, a seguir:

Tabela 16 – Distâncias até as saídas de emergência edificação B

Ponto	Menor Distância NBR 9077/2001	Menor Distância RT11 CBMRS	Menor Distância IT05 CBMPA	Maior Distância NBR 9077/2001	Maior Distância RT11 CBMRS	Maior Distância IT05 CBMPA
D	40,15m	40,94m	8,30m	41,05m	41,15m	40,94m
E	34,30m	34,44m	-	35,66m	35,50m	-
F	45,02m	45,30m	17,00m	45,35m	47,26m	45,30m
G	36,77m	36,93m	12,60m	36,96m	39,45m	39,55m

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 16, acima, demonstra os dados obtidos de distâncias até as saídas nas diferentes projeções realizadas. Já, a Tabela 17, abaixo, representa os ângulos formados entre as duas rotas de cada ponto determinado.

Tabela 17 – Ângulos formados entre rotas edificação B

Ponto	Ângulo entre rotas NBR 9077/2001	Ângulo entre rotas RT11 CBMRS	Ângulo entre rotas IT05 CBMPA
D	7°	19°	57°
E	7°	20°	-
F	7°	19°	69°
G	9°	24°	83°

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou alguns parâmetros e diretrizes referentes às saídas de emergência para duas edificações de reunião de público. Os dados analisados e soluções apontadas neste trabalho são de suma importância para que ocorra a evacuação segura das edificações. Em uma situação de emergência, é fundamental que os ocupantes tenham uma rápida visualização das saídas, que as mesmas estejam desobstruídas, que não ocorram aglomerações, tudo isso deve ser levado em conta para o correto dimensionamento das saídas de emergência.

Identificou-se, ao analisar a disposição das saídas de emergência, por exemplo, que, ao longo dos anos, as regulamentações vão se atualizando a favor da segurança dos usuários. A ABNT NBR 9077/2001, uma das primeiras relacionadas ao assunto, tem um modelo de dimensionamento e disposição das saídas muito simples, com poucas informações técnicas ou exemplos de métodos a serem utilizados, o que acaba aumentando as possibilidades de soluções, mas nem sempre a favor da segurança. Já a RTCBMRS nº 11/2016 contempla exemplos, diminui as possibilidades de soluções para certos casos, possui mais informações técnicas, mas será ela eficiente para todo tipo de edificação? Ou ainda, existem soluções que podem não causar o impacto esperado?. A IT nº 05/2019 do CBMPA, por sua vez, conta com um dimensionamento complexo das saídas de emergência, restringe muitas soluções disponíveis na RT gaúcha e aumenta o rigor a favor da segurança dos usuários, com sua metodologia baseada na norma britânica.

As disposições de saídas de emergência estudadas para cada edificação demonstram uma melhora nos dados, na edificação A, por exemplo, se teve um aumento de cerca de 20% no ângulo formado entre as rotas de saída projetadas de acordo com a Resolução Técnica gaúcha, em comparação com o dimensionamento aceito pela ABNT NBR 9077/2001. Na edificação B, o ângulo obtido após adaptação à RT do CBMRS é maior que o dobro do que o inicial, e o triplo, quando comparadas a Resolução do RS e a Instrução do PA. Por outro lado, as distâncias máximas até as saídas não possuem relevante mudança após as adaptações à Resolução do Rio Grande do Sul, mas quando feita a adaptação à Instrução do Pará, a distância chega a ser reduzida em 80% na menor distância percorrida da edificação B.

Outro dado analisado foi o uso de portas de vidro para as saídas de emergências em locais de reunião de público, tendo em vista a restrição de

utilização desse material para esse tipo de ocupação na RTCBMRS nº 11/2016. Após cálculos e verificações realizadas, obtiveram-se dados aceitáveis pela ABNT NBR 7199/2016 para a porta avaliada. Além disso, pelo histórico de incêndios em locais de reunião de público, não se constatou mortes ou um número relevante de ferimentos graves por conta desse tipo de material. O estudo também demonstrou que o vidro é um material amplamente utilizado atualmente, muito pelo seu desempenho, facilidade na instalação, função estética, visibilidade e por conceder aos espaços certa amplitude, dentre outros.

Por fim, ressalta-se que cada Estado brasileiro possui suas próprias regulamentações quanto à SCI, redigidas e fiscalizadas pelas Corporações de Corpo de Bombeiros de cada Estado. Como Rodrigues (2016) ressalta, o modelo utilizado atualmente no Brasil, com cada Estado tendo sua própria regulamentação, promove uma inércia sistêmica, gera dúvidas e impede a evolução das normativas. Países mais desenvolvidos, como os EUA e a Inglaterra, possuem regulamentações a nível nacional de Segurança Contra Incêndio.

REFERÊNCIAS

ABNT CB-024. **Normas em Vigor**. 2021. Disponível em: <https://www.abntcb24.com.br/publicacoes.html>. Acesso em: 05 nov. 2021.

ARAÚJO, José Moacyr Freitas de. Comportamento humano em incêndios. In: SEITO, Alexandre Itiu *et al.* **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 93-100.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7199**: Vidros na construção civil - Projeto, execução e aplicações. 2 ed. Rio de Janeiro, 2016. 57 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3 ed. Rio de Janeiro, 2015. 148 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001. 35 p.

BERGAMO, Ana Paula Rodrigues Horita; MOTTER, Camila Belim. A origem do vidro e seu uso na arquitetura. In: ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL, 12., 2014, Cascavel. **Anais [...]**. Cascavel: [S.I.], 2014. p. 1-7. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/55952eb6a5b8d.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2021.

BOGAS, Joana Maria Peixoto. **Fachadas de Vidro**: explorar os limites da utilização do vidro na construção civil. 2011. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção e Reabilitação Sustentáveis, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2011. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/23103/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20JOANA%20BOGAS_2011.pdf. Acesso em: 11 abr. 2021.

COMISSÃO ESPECIAL DO CREA-RS (Rio Grande do Sul). Conselho Regional de Engenharia e Agronomia. **Análise do sinistro na boate Kiss, Em Santa Maria**,

RS. Porto Alegre, 2013. 31 p. Disponível em: <http://www.crea-rs.org.br/site/documentos/documentos10/RELATORIO%20COMISSAO%20ESPECIAL%20FINAL.pdf>. Acesso em: 31 maio 2021.

COPETTI, Silvio Soriano. **CORREDOR ENCLAUSURADO COMO SOLUÇÃO TÉCNICA PARA ATENDER A ATUAL LEGISLAÇÃO DE INCÊNDIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL EM CASAS NOTURNAS EXISTENTES – ESTUDO DE CASO**. 2020. 32 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 08**: Segurança estrutural contra incêndio. São Paulo, 2019. 11 p. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-08-19.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 10**: Controle de materiais de acabamento e revestimento. São Paulo, 2019. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-10-19.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 11**: Saídas de emergência. São Paulo, 2019. 21 p. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT-11-19.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. **INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 11**: Saídas de emergência. São Paulo, 2014. 27 p. Disponível em: http://www.ccb.policiamilitar.sp.gov.br/dsci_publicacoes2/_lib/file/doc/IT_11_2014.pdf. Acesso em: 12 nov. 2021.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARÁ. **IT 05 PARTE 01**: Instrução Técnica

05 - Facilidades de abandono. Belém, 2019. 46 p.

ESTADO DE MINAS. **Após quase 20 anos, vítima de incêndio no Canecão Mineiro será indenizada**: tragédia deixou sete mortos e mais de 100 feridos em 2001. Tragédia deixou sete mortos e mais de 100 feridos em 2001. 2020. Disponível em:

https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/07/24/interna_gerais,1169862/apos-quase-20-anos-vitima-de-incendio-no-canecao-mineiro-sera-indeniz.shtml. Acesso em: 05 nov. 2021.

GILL, Alfonso Antônio; NEGRISOLO, Walter; OLIVEIRA, Sérgio Agassei de. Aprendendo com os grandes incêndios. In: SEITO, Alexandre Itiu *et al* (org.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 19-33.

GLOBO. **SHOW PROVOCA INCÊNDIO EM CASA NOTURNA NA VILA OLÍMPIA**. 2006. Disponível em: <http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,AA1363841-5598,00-SHOW+PROVOCA+INCENDIO+EM+CASA+NOTURNA+NA+VILA+OLIMPIA.html>. Acesso em: 05 nov. 2021.

GOMES, Christianne Luce; MELO, Victor Andrade de. Lazer no Brasil: trajetória de estudos, possibilidade de pesquisas. **Movimento**, Porto Alegre, v. 1, n. 9, p. 23-44, jan. 2003. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=115317983003>. Acesso em: 24 nov. 2021.

LUIZ, Márcio. **Dois anos depois, veja 24 erros que contribuíram para tragédia na Kiss**. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/01/dois-anos-depois-veja-24-erros-que-contribuiram-para-tragedia-na-kiss.html>. Acesso em: 05 nov. 2021.

MENDONÇA, Heitor Tadeu Teixeira *et al*. **Edificações civis em situação de incêndio**: estudo de caso da boate Kiss e do edifício Joelma. 2014. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UNIFOR-MG, Formiga, 2014. Disponível em:

<https://repositorioinstitucional.uniformg.edu.br:21074/xmlui/bitstream/handle/123456>

789/256/HeitorTadeuTeixeiraMendon%c3%a7a.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Acesso em: 21 abr. 2021.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO RS. **Boate Kiss**. 2021. Disponível em:

<https://www.mprs.mp.br/hotsite/boatekiss/#!/timeline>. Acesso em: 25 nov. 2021.

MORAES, Paulo Penna de. **Elementos envidraçados resistentes ao fogo**. Mogi das Cruzes: Autor, 2018. 53 slides, color.

NEVES, Marília. **A crise do entretenimento na pandemia**. 2021. Disponível em:

<https://g1.globo.com/pop-arte/noticia/2021/02/17/a-crise-do-entretenimento-na-pandemia-350-mil-eventos-adiados-ou-cancelados-e-r-90-milhoes-perdidos.ghtml>.

Acesso em: 05 nov. 2021.

NUNES, Felipe de Pires. **A interferência do projeto arquitetônico das saídas de emergência na evacuação de locais de reunião de grande público**. 2020. 119 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216708>. Acesso em: 31 mai 2021.

NUNES, Felipe de Pires; SANTOS, Ismael Paulo dos; SOUZA, João Carlos. Os motivos das mortes por incêndios em locais de reunião de público: uma análise estatística. **Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. , n. 7, p. 333-349, jun. 2018.

PEREIRA, Sônia Marisa Mendes. **Estudo do comportamento estrutural de fachadas em vidro**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em:

https://run.unl.pt/bitstream/10362/7727/1/Pereira_2012.pdf. Acesso em: 11 abr. 2021.

PKO DO BRASIL. **Vidros de Segurança**: veja os testes de impacto. Veja os Testes de Impacto. Disponível em: <https://pkodobrasil.com.br/blog/tipos-de-vidros-de->

seguranca/. Acesso em: 05 nov. 2021.

PORTAL HD. **Incêndio lembra caso do Canecão Mineiro, em 2001**. 2013. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/inc%C3%AAndio-lembra-caso-do-canec%C3%A3o-mineiro-em-2001-1.96581>. Acesso em: 05 nov. 2021.

PORTAL O TEMPO. **Incêndio em casa noturna de SP deixa quatro jovens intoxicados**: testemunhas afirmaram que o fogo se alastrou rapidamente pelo revestimento sintético do teto. Testemunhas afirmaram que o fogo se alastrou rapidamente pelo revestimento sintético do teto.. 2006. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/brasil/incendio-em-casa-noturna-de-sp-deixa-quatro-jovens-intoxicados-1.285805>. Acesso em: 05 nov. 2021.

RAEFFRAY, Leira Hosoido de. **O uso do vidro na arquitetura**. 2009. 61 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Edificações - Excelência Construtiva e Anomalias, Latu Senso, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://dspace.mackenzie.br/bitstream/handle/10899/185/Leira%20Hosoido%20de%20Raeffray1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 24 nov. 2021.

REBELLO, Vinicius; CAVALHEIRO, Patrícia. **Laudos confirmam 100% das mortes por asfixia e superlotação na Kiss**. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/03/laudos-confirmam-100-das-mortes-por-asfixia-e-superlotacao-na-kiss.html>. Acesso em: 05 nov. 2021.

RODRIGUES, Eduardo Estêvam Camargo. **Sistema de gestão da segurança contra incêndio e pânico nas edificações**: fundamentação para uma regulamentação nacional. 2016. 336 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/142695/000994273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 21 abr. 2021.

RTT ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO E VIDROS. **Vidros**. Disponível em: <http://www.rttaluminio.com.br/index.php?src=produto&produto=vidros>. Acesso em: 05 nov. 2021.

SCHÄFER, Luciana de Oliveira-Cruz. **Segurança contra incêndio em bares, restaurantes e casas noturnas no Rio Grande do Sul**: análise da cultura dos usuários. 2020. 29 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218455/001121917.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 abr. 2021.

SCHUMANN, Anne Wetzstein. **Locais de reunião de grande público**: a relação entre o projeto arquitetônico e a necessidade de esvaziamento emergencial. 2019. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/204548>. Acesso em: 25 abr. 2021.

SEITO, Alexandre Itiu *et al* (org.). **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 484 p.

SILVA, Vinicius Montenegro; SCHOLL, Marcos Vinicius; ADAMATTI, Diana Francisca. Simulação Multiagente da Evacuação da Boate Kiss: a importância da nbr 9.077 e sua relação com o pânico. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 101-111, 9 dez. 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/2175-2745.75300>. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/rita/article/view/VOL24-NR2-101>. Acesso em: 21 abr. 2021.

TEIXEIRA, Vânia Cristina; CARDOSO, Sônia Letícia de Mello. **(In) segurança pública**: incêndio e pânico em edificações no Brasil. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=9826ee8eb827f4ad>. Acesso em: 25 nov. 2021.

TIGRE, Ana Laurent. **Eficiência energética em edifício com fachadas de vidro**. 2016. 41 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Gerenciamento de Obras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em:

https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19180/1/CT_GEOB_XXII_2016_03.pdf. Acesso em: 11 abr. 2021.

VIDRAÇO COMERCIAL. **VANTAGENS DE VENDER VIDRO ARAMADO NA SUA LOJA**. 2020. Disponível em: <https://www.vidracorj.com.br/aramado-na-sua-loja/>. Acesso em: 05 nov. 2021.