

**UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UNIEVANGÉLICA
CAMPUS CERES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA CAROLINA RODRIGUES SILVA
CLÁUDIO DIONISIO RIOS**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MATERIAIS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DA
BOATE KISS**

PUBLICAÇÃO Nº: 07

**CERES / GO
2023**

**ANA CAROLINA RODRIGUES SILVA
CLÁUDIO DIONISIO RIOS**

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MATERIAIS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DA
BOATE KISS**

PUBLICAÇÃO Nº: 07

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA.**

ORIENTADOR: LUIZ TOMAZ DE AQUINO NETO

CERES / GO: 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, ANA CAROLINA RODRIGUES; RIOS, CLÁUDIO DIONISIO

Análise do comportamento de diferentes materiais de construção civil em situação de incêndio: Estudo de caso da Boate Kiss. 2023

xi, 26 P, 297 mm (ENC/UniEVANGÉLICA, Bacharel, Engenharia Civil, 2023).

TCC – UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Incêndio

2. Edificações em situação de incêndio

3. Materiais combustíveis

4. Projeto contra Incêndio

I. ENC/UNI

II. Análise do comportamento de diferentes materiais de

construção civil em situação de incêndio: Estudo de caso da Boate Kiss.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, A. C. R.; RIOS, C. D. Análise do comportamento de diferentes materiais de construção civil em situação de incêndio: Estudo de caso da Boate Kiss. TCC, Publicação ENC. PF-001A/23, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Ceres, GO, 26 p. 2023.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Carolina Rodrigues Silva; Cláudio Dionisio Rios.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Análise do comportamento de diferentes materiais de construção civil em situação de incêndio: Estudo de caso da Boate Kiss.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2023

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Ana Carolina Rodrigues Silva 76360-000 –
Itapaci/GO – Brasil

Cláudio Dionisio Rios 76300-000 –
Ceres/GO – Brasil

**ANA CAROLINA RODRIGUES SILVA
CLÁUDIO DIONISIO RIOS**

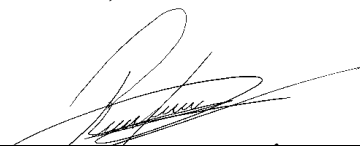
**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MATERIAIS DE
CONSTRUÇÃO CIVIL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DA
BOATE KISS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

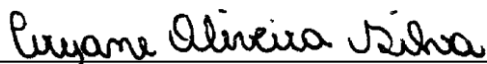
APROVADO POR:



**LUIZ TOMAZ DE AQUINO NETO, Especialista (Universidade Evangélica de Goiás –
UniEVANGÉLICA, Campus Ceres)
(ORIENTADOR)**



**ROBSON DE OLIVEIRA FÉLIX, Mestre (Faculdade Evangélica de Goianésia – FACEG)
(EXAMINADOR EXTERNO)**



ARYANÉ OLIVEIRA SILVA, Especialista (EXAMINADOR EXTERNO)

CERES/GO, 11 de dezembro de 2023.

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE DIFERENTES MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO: ESTUDO DE CASO DA BOATE KISS

Ana Carolina Rodrigues Silva¹

Cláudio Dionísio Rios²

Luiz Tomaz de Aquino Neto³

RESUMO

As edificações quando submetidas a situações com temperaturas elevadas estão sujeitas a sofrerem colapso em sua parte estrutural, principalmente quando os materiais não são empregados de forma adequada considerando características da obra, de uso, finalidade e funcionalidade dos materiais. O cuidado com o emprego dos materiais não estruturais, encaixa-se no quadro de medidas preventivas, dado que sua aplicação também desempenha um papel de proteção para os elementos estruturais, dificultando a ação de meios externos afetarem a estrutura da edificação, quando empregados da forma correta. Percebendo a influência dos principais materiais de construção sem função estrutural quando submetidos a situações de incêndio, objetiva-se apresentar o comportamento destes materiais e expor danos e consequências que podem causar ao ambiente e seus usuários. Através de consultas bibliográficas, relatórios de perícia, reportagens, foi elaborado um estudo de caso envolvendo o incêndio na Boate Kiss, avaliando a relevância destes da composição dos materiais dispostos a edificação. Enfatizando métodos preventivos no emprego dos materiais nas edificações. Os resultados obtidos contribuem para a compreensão das vulnerabilidades existentes em determinados materiais de construção em situações de incêndio, fornecendo subsídios para aprimoramentos nas regulamentações e práticas construtivas. Desejando contribuir para o desenvolvimento de estratégias preventivas e corretivas, visando à segurança contra incêndios em ambientes similares ao da Boate Kiss, bem como aprimorar as diretrizes para a escolha de materiais em projetos de construção civil. Dentre as análises realizadas sobre o fato, aponta-se a soma de vários erros de execução da edificação não somente no emprego de materiais de revestimento, sendo o principal agente causador das mortes, mas também em quesito do cumprimento de normativas no momento projeção da edificação como, saídas de emergências, fatos esses que determinaram a resultante, elevando o nível da tragédia.

Palavras-chave: Edificações. Materiais combustíveis. Prevenção contra incêndio.

¹ Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: anacarolinarodrigues@hotmail.com

² Discente do curso de Engenharia Civil da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: claudiorios36475@gmail.com

³ Especialista, professor do curso da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA) – Campus Ceres. E-mail: engenheiroluiz@hotmail.com

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 6 |
| 2.1 Tipos de Materiais empregados na Construção Civil | 6 |
| 2.1.1 Estruturais | 6 |
| 2.1.2 Enchimento | 6 |
| 2.1.3 Revestimentos | 7 |
| 2.1.4 Compartimentos ou divisórias | 7 |
| 2.1.5 Vidros | 7 |
| 2.1.6 Pisos ou cerâmicas | 8 |
| 2.1.7 Cobertura ou forros | 8 |
| 2.1.8 Isolamento termo acústico | 9 |
| 2.1.9 Espuma | 9 |
| 2.1.10 Impermeabilizantes | 9 |
| 2.2 Incêndio | 10 |
| 2.2.1 Fogo | 10 |
| 2.2.2 Combustão | 10 |
| 2.2.3 Transferência de calor | 11 |
| 2.3 Normas e legislações | 11 |
| 2.3.1 Exigências do Corpo de Bombeiros | 11 |
| 2.4 O caso da Boate Kiss | 12 |
| 2.4.1 Alvará de construção liberado pela Prefeitura Municipal | 12 |
| 2.4.2 Projeto arquitetônico | 12 |
| 2.4.3 Projeto contra incêndio e pânico | 13 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 13 |
| 3.1 Materiais | 13 |
| 3.2 Métodos | 14 |
| 3.2.1 Estudo de Caso | 14 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 14 |
| 4.1 Materiais utilizados na Boate Kiss | 14 |
| 4.2 Erro no layout | 16 |
| 5 CONCLUSÃO | 21 |
| REFERÊNCIAS | 22 |
| ANEXO A – PLANTA BAIXA DA BOATE KISS | 26 |

1 INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento, o fogo trouxe consigo evolução ao homem, facilitando suas atividades cotidianas e aprimorando vários setores ao longo dos anos, como no trabalho, em fabricação de ferramentas, em alimentos, na área da saúde, veículos, entre outros. E com o avanço de sua serventia, o fogo passou a ser utilizado também na fabricação de armas de fogo, explosões propositais, ocasionadas em guerras como forma de ataques que ocorreram pelo mundo todo e que conseqüentemente trouxeram grandes tragédias através de seu uso indevido. No entanto na área da construção civil, Villar (2011) mostra que o fogo pode ser benéfico tanto quanto altamente prejudicial para as obras, visto que um incêndio causado em um edifício poderá comprometer sua estrutura e ocasionar colapso de forma parcial, até mesmo total, dado que os materiais combustíveis ali dispostos ligados aos fatores influentes, como ventilação do ambiente resultem em incêndio.

No meio da construção civil, existem formas de se evitar grandes conseqüências resultantes em decorrência de incêndio em uma edificação, nos dias de hoje dispõe-se de conjuntos normativos a serem seguidos com finalidade de reduzir possíveis riscos que venham acarretar neste tipo de situação (GOUVEIA, 2006). Ao elaborar um projeto devem-se considerar situações de emergências e soluções possivelmente atendem a determinadas ocasiões, a partir do projeto são definidos os detalhes construtivos e especificações da obra, a fim de facilitar o processo de execução, reduzindo gastos, tempo e conseqüentemente problemas futuros, projetar demanda um vasto conhecimento de normas e regulamentos (GOUVEIA, 2006)

No Brasil, cada estado do país conta com uma Instrução Técnica regida pelo Corpo de Bombeiros Militar (CBM), regulamentando prevenção a serem inseridas no projeto, deve-se também atender as diretrizes nacionais da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), devem ser seguidas as instruções dispostas no Plano Diretor que se trata de diretrizes que orientam o crescimento da cidade e no Código de Obras que detalha regras aplicadas a execução de construções, demolições e etc. (SOUZA, 2007). O cumprimento das normas tem por finalidade preservar a edificação e principalmente a vida de seus usuários, com isso o projeto contra incêndio é importante que seja pensado individualizado atendendo aos diferentes tipos de construções de forma a atender as especificações das normas a fim de garantir a eficácia das medidas implementadas e a conformidade com os padrões de segurança estabelecidos. Portanto, a segurança contra incêndio é um aspecto fundamental do planejamento e da construção de edificações, visando proteger vidas e propriedades em caso de emergência, essa abordagem personalizada garante que as medidas de prevenção, detecção e combate a incêndios sejam adequadas às necessidades específicas de cada construção, proporcionando um ambiente mais seguro para seus ocupantes (SOUZA, 2007).

O objetivo principal do estudo de caso é mediante o incêndio ocorrido na Boate Kiss no ano de 2013, foi realizado o estudo do comportamento dos materiais empregados quando submetidos a situações de incêndio e evidenciar a conseqüência gerada pela aplicação incorreta na obra, considerando a finalidade da edificação que está sendo projetada. A análise e compreensão de como esses materiais reagiram durante o incêndio tem diversos pontos importantes onde, entender como estes materiais presentes no local ajudaram a determinar as causas específicas do incêndio e como ele se propagou, fundamentando a identificação de falhas de segurança e ao estudar sobre o comportamento é possível identificar medidas de segurança e prevenção aprimoradas, considerando-se recomendações para a implementação de materiais adequados. Contudo o presente trabalho servirá como forma de prevenção contra futuros incidentes semelhantes em outros edifícios e através do resultado apresentado levando a educação e conscientização de profissionais da área e de um público geral sobre perigos associados aos materiais infláveis e inadequações nas medidas de segurança em edifícios privados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Tipos de Materiais empregados na Construção Civil

Os materiais utilizados em processos construtivos são aqueles que consistem em grupo de elementos que compõe uma edificação, sendo para fins estruturais e não estruturais. Elementos estruturais são aqueles que desempenham uma função em que sua finalidade se dá resistir esforços e cargas externas entregando qualidade e durabilidade. Essas estruturas são executadas basicamente de madeiras, metais e concreto armado. Já os materiais construtivos não estruturais também fazem parte dos elementos de uma edificação, porém na maioria das vezes, podem ser modificados ou retirados, dado que isso não afetará de modo direto a resistência estrutural, não comprometendo a mesma (Souza, 2011).

Na etapa de acabamento de uma construção, existe uma enorme variedade em materiais que se encaixam para esta disposição e de variáveis compostos, cada um com sua característica individual destinada à aplicação, usados tanto pela estética quanto para proteção de outros elementos anteriormente instalados, são alguns como peças de revestimento, argamassa, porcelanato, cerâmicas e tintas (Bauer, 2011).

2.1.1 Estruturais

Sobre os materiais aplicados em elementos estruturais Engel (2003), determina que o comportamento fundamental de um sistema estrutural não está vinculado ao material utilizado, com exceção dos materiais inadequados para construção. Embora a propriedade de tensão do material estrutural seja um critério essencial para classificar a durabilidade do sistema, a compreensão e aplicação do comportamento mecânico no projeto não são dependentes dos materiais.

Ao escolher a técnica de reforço para a estrutura, desafios podem surgir sobre qual material mais apropriado, alguns edifícios estão sujeitos a diversos agentes agressivos do ambiente em que estão inseridos, além disso, surge a complexidade de harmonizar materiais, controlar o excesso de peso e superar obstáculos relacionados a grandes vãos (Zucchi, 2015). Portanto, Zucchi (2015), ainda ressalta que é essencial antecipar a seleção de materiais que possuam as características necessárias para conferir à estrutura um desempenho sólido diante das demandas específicas a que será submetida, assegurando economia com a manutenção e a durabilidade das intervenções.

2.1.2 Enchimento

Diversos sistemas se beneficiam da aplicação de materiais para enchimento, proporcionando, entre outras vantagens, a regularização de níveis e assegurando uma espessura maior, resultando, por conseguinte, na isolação entre os pavimentos de uma edificação. Atualmente, esse preenchimento é realizado utilizando a argamassa de contrapiso, composta por Cimento Portland Comum e agregados de areia (Wanderley, 2018).

Na construção civil, diversos materiais têm conquistado espaço para realizar esses preenchimentos, resultando na redução dos custos das construtoras com o contrapiso. Além disso, proporcionam benefícios como maior leveza nas estruturas, sustentabilidade ambiental, aumento da produtividade e melhor desempenho para as edificações. Entre esses materiais, destacam-se resíduos da construção civil e de outras indústrias, argila expandida e o poliestireno expandido (EPS). Segundo Tessari (2006), este último tem sido aplicado na construção civil devido à sua capacidade de reunir todas as qualidades mencionadas.

2.1.3 Revestimentos

Revestimentos são materiais usados para aplicação sobre a construção bruta, sendo alvenaria, estrutura, entre outros, usado para fins de proteção da edificação contra fatores ao longo tempo e demais que possam ocasionar algum dano. Para o emprego destes materiais é preciso das determinações do projeto arquitetônico, onde serão especificados os tipos de acabamentos a serem utilizados, devem ser executados de acordo com as especificações e recomendações. Os elementos que serão adotados como revestimentos, deverão apresentar compatibilidade com as condições de uso em que a edificação foi projetada (Sudecap, 2018).

2.1.4 Compartimentos ou divisórias

Elementos considerados como compartimentos são aqueles que têm a função de dividir espaços internos nas edificações, como paredes, pisos, forros, sendo compostos de diversos materiais que devem atender as resistências estabelecidas em normas ou seguir ao menos critérios de segurança relacionados ao contato com o fogo. A quantidade pode ser limitada por tipo de edificação também é disposta por normas, por exemplo, edifícios industriais que poderão ter maiores números destes materiais ou então deverão ser adicionadas medidas de segurança (GOUVEIA, 2006).

Existem compartimentos que não apresentam reações mediante ao fogo, que então são considerados materiais combustíveis, sendo inteiramente consumidas. Esses tipos de elementos podem acabar dando maior proporcionalidade ao incêndio, fazendo com que as chamas se propaguem (MAZZONI, 2010).

2.1.5 Vidros

O vidro é muito utilizado no ramo da construção civil, por se tratar de um material multifuncional e estético. São um material que não requer acabamentos e sem manutenção necessária, podendo ser aplicado em divisórias, revestimentos de paredes, fachadas, coberturas e vários outros. Deve-se considerar a destinação final quanto ao seu uso, assim conseguindo levar um conforto ao usuário (Pinheiro, 2007).

Atualmente, são predominantemente empregados dois tipos de vidro: o vidro float e o vidro estirado. Entretanto, é viável alcançar uma diversidade ilimitada de produtos mediante modificações no processo de fabricação ou através de tratamentos adicionais após a produção do vidro. O Quadro 1 exemplifica alguns tipos de vidros resultantes de variações nos métodos de fabricação.

Durante o processo de especificação, é crucial delinear os riscos iminentes e o tipo de segurança necessário para a construção, podendo variar de um ambiente para outro. Quanto maior a superfície de contato, maior será a energia necessária para superar a proteção (Pinheiro 2007). Para prevenir lesões em casos de impactos acidentais, quedas de objetos em coberturas e proteção contra quedas de pessoas, a norma NBR7199 (2016) recomenda o uso de vidros laminados de segurança ou vidros aramados, dimensionados de acordo com as cargas acidentais determinadas, o uso eventual de vidro temperado laminado pode aumentar a resistência mecânica.

Quadro 1 – Tipos de vidros

| Vidro base | Tipo | Descrição |
|-------------------|----------------------|---|
| Float | Incolor | Também conhecido como "Cristal Incolor", consiste na produção do vidro float sem corantes, buscando maior transparência. |
| | Colorido | Consiste na adição de corantes à massa do vidro para obtenção de cores como cinza, bronze, verde e azul. |
| | Refletivo “on line” | Também conhecido como "Vidro Pírolítico", consiste na deposição de óxidos metálicos a massa do vidro antes do completo resfriamento. |
| | Refletivo “off line” | Consiste na deposição de óxidos metálicos na chapa de vidro float através de um processo a vácuo. |
| Estirado | Espelhos | Consiste na deposição sucessiva de prata e aplicação de camadas de tinta protetora em vidro float, visando obter um índice de reflexão luminosa de aproximadamente 85%. |
| | Comum | Trata-se da fabricação do vidro incolor ou colorido pelo processo de estiramento, porém apresenta qualidades ópticas e de planicidade inferiores ao do vidro float. |
| | Impresso | Consiste na produção do vidro estirado em vários desenhos e relevos, de acordo com o formato dos rolos no processo de fabricação. |
| | Aramado | Consiste na adição de uma malha de aço inoxidável de 1/2" de trama ao vidro estirado, é considerado um vidro de segurança, pois ao quebrar os fragmentos ficam presos à malha de aço. |

Fonte: Pinheiro (2007)

2.1.6 Pisos ou cerâmicas

A cerâmica é produzida através da argila, podendo ser dita como pedra artificial moldada, que depende do calor para alcançar resistência e durabilidade. A indústria da cerâmica chega a ser uma das mais antigas do mundo, a disponibilidade de sua matéria prima facilita na fabricação da cerâmica. Ao longo de muitos anos, a argila é usada para fabricação de objetos, com isso foi possibilitando inovações variadas e rapidez na fabricação das peças (Bauer, 2011).

As principais vantagens da utilização de revestimento cerâmico incluem principalmente as seguintes características: durabilidade do material, facilidade de limpeza, higiene, qualidade do acabamento final, proteção dos elementos de vedação, isolamento térmico e acústico, sem absorção à água e aos gases, segurança ao fogo, além de um aspecto estético e visual agradável. A qualidade e a durabilidade de uma superfície revestida com cerâmica estão ligadas a conceitos relacionados aos aspectos de planejamento e seleção adequada do revestimento cerâmico, qualidade do material de assentamento, excelência na construção e assentamento, bem como a realização de uma manutenção adequada (D2R Engenharia e Construções, 2014).

Em situações de incêndio, as peças se desprendem por conta da expansão que sofrem, deixando então uma situação de riscos aos usuários, caso sejam atingidos por uma peça uma pessoa pode ter graves ferimentos, mas analisando por outro lado, estes materiais podem proteger os elementos estruturais, impedindo o contato com as chamas diretamente (Souza, 2007).

2.1.7 Cobertura ou forros

Esse elemento refere-se a um revestimento de cobertura interior, podendo ser elaborado a partir de diversos materiais, como madeira, gesso, vidro, plástico, entre outros. Sua aplicação visa tanto propósitos estéticos, ao contribuir para o fechamento de elementos como instalações elétricas, hidráulicas e estruturais na construção, quanto a objetivos de proteção, restringindo a transmissão de calor para essas áreas, contanto que o material utilizado demonstre propriedades de resistência ao fogo, especialmente em situações de incêndio. Diante dessas considerações, é

imperativo estar atento à escolha do material, uma vez que, em conjunto com outros elementos, pode agravar situações de incêndio, aumentando a presença de materiais combustíveis e, por conseguinte, elevando a temperatura. (Oliveira, 1998).

O forro atua como uma barreira que impede o fluxo térmico proveniente da exposição solar na cobertura, proporcionando assim proteção para os ocupantes dentro da estrutura. Sua função é promover a uniformização das condições de conforto térmico nos diferentes ambientes, independentemente do tipo de telha utilizado (Eternit, 1981).

Para escolher o método mais adequado para os forros, é essencial realizar uma análise cuidadosa dos materiais a serem utilizados e da finalidade do ambiente. Esses são pontos fundamentais para a seleção apropriada do forro na construção. Dentre as opções disponíveis, destacam-se forros com materiais como PVC, gesso acartonado (drywall), isopor com textura, lã de vidro, entre outros (Sulmódulos, 2019)

2.1.8 Isolamento termo acústico

Materiais termoacústicos que por meio de suas propriedades isolam ruídos, de áreas determinadas, podendo ser individualizadas ou um conjunto determinado. A NBR 12179 (1992), dispõe sobre tratamentos acústicos de recintos fechados, onde são empregados critérios para sua execução, destinado ao conforto, implicando na importância do conhecimento das condições locais, como por exemplo, níveis de som do interior e exterior.

Em relação aos materiais aplicados para finalidade de isolamento termoacústico, Catai, Penteado e Dalbello (2006), mostra que eles são classificados em convencionais, de uso mais comum na construção civil, exemplo: blocos cerâmicos; bloco de concreto, bloco de silico calcário; madeira; vidro etc. e também isolantes não convencionais, aqueles já destinados a isolar especificamente diferentes ambientes, materiais estes que apresentam vantagens térmicas, lã de vidro, lã de rocha, vermiculita espumas elastoméricas, entre outros.

2.1.9 Espuma

As espumas plásticas só são indicadas para serem utilizadas quando são envolvidas a materiais resistentes ao fogo, sem essas condições não convém o uso para revestimento ou acabamento interno das edificações. Exigem-se características e propriedades que devem se atentar ainda para o uso desse material, destacando-se: em sua composição não deve conter liberação de gases tóxicos quando são sujeitas ao fogo, não exceder o índice de propagação de chama superficial e ter índice de fumaça (Mitidieri e Loshimoto, 1998).

Entre as espumas acessíveis, a elastomérica que possui propriedades de isolamento acústico e térmico, são as mais comuns utilizadas. Por suas propriedades esta espuma é capaz de parar de queimar, caso as chamas forem removidas, trata-se de um material poliuretano poliéster e para que melhore suas características deve receber tratamento de retardo a chama. (Catai, Penteado e Dalbello, 2006).

2.1.10 Impermeabilizantes

A função primordial do revestimento de impermeabilização é conferir à cobertura a capacidade de ser estanque à água. Ao longo do tempo, Dias (2018), diz que é crucial que o revestimento de impermeabilização mantenha integralmente seus requisitos de forma satisfatória. Para assegurar um desempenho adequado dos revestimentos de impermeabilização, durante sua vida útil em condições normais de uso, é imperativo intervir em quatro níveis: na elaboração do projeto, na qualidade dos materiais empregados, na garantia de uma aplicação correta dos materiais durante a obra, e na manutenção e reparos.

Um planejamento, concepção e execução eficazes dos sistemas de impermeabilização são essenciais, demandando um conhecimento aprofundado das características e do escopo de aplicação das membranas de impermeabilização, bem como dos fatores que podem levar à sua degradação (Dias, 2018).

2.2 Incêndio

O incêndio é resultante de grandes proporções de chamas que não são controladas e acabam destruindo o que não se tinha por intenção, sendo edifícios ou qualquer estrutura colocando em risco os seres vivos. Diferenciar o que se torna o fogo fora de controle e o fogo que se é programado com o objetivo de realizar alguma atividade por meio da queima, como acender lenha em uma lareira, onde nesses casos, o fogo não trará consequências graves, levando a fins prejudiciais, porém deve-se atentar aos riscos de incêndio. (CONCEITO DE, 2013).

Densidade de carga de incêndio é uma análise e aplicação dos riscos, considerando-a como uma energia que se é liberada e também os possíveis danos causados. A densidade é embasada nas normas e em conceitos que englobam nacionalmente e internacionalmente, elaborando então uma significância na criação de projetos contra incêndio (Iliescu, 2007).

2.2.1 Fogo

O fogo é o resultado de uma reação de combustão química exotérmica entre algum tipo de combustível (aquilo que poderá entrar em combustão, ou seja, queimar, como: madeira, plástico, papel, entre outros) e um comburente (elemento que entrará em contato com o combustível e permitindo que haja a queima, sendo maior exemplo o oxigênio), o calor é o fator que permitirá que ocorra a combustão entre os dois elementos anteriores, sendo qualquer energia ativa no ambiente, com isso estes três elementos juntos formam o triângulo do fogo, criado para demonstrar com mais clareza a reação química que acontece entre eles (Borges, 2022). A Figura 1, mostra como acontece esse fenômeno chamado de fogo.

Figura 1 – Triângulo do fogo.



Fonte: Adaptado de Segurança do Trabalho Sempre (2022)

2.2.2 Combustão

A combustão é a reação química que ocorre entre o combustível juntamente com o oxigênio e é ativada por uma fonte de calor, que se dá por uma elevação de temperatura, resultando

e energia luminosa (o fogo) e conseqüentemente gerando mais calor, realizando a queima. E com este fenômeno seus resultantes vão depender do tipo de combustível como: gás carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), fuligem, cinzas, mas dependendo da substância pode-se resultar em outros produtos podendo ser altamente tóxicos. (Borges, 2022).

2.2.3 Transferência de calor

Os materiais que são usados por suas diversas finalidades na construção estão expostos ao calor, que pode gerar variados efeitos sobre os mesmos, o resultado desses efeitos vão depender de acordo com a intensidade de calor, fatores como o tipo do material, a distância entre material e a fonte calor, implicarão no resultado dos efeitos. Pela análise de comportamento dos materiais, permite-se entender estas situações e assim tomar medidas de prevenção contra acidentes necessários (SILVA, 2001).

2.3 Normas e legislações

Ao que se refere ao comportamento de materiais de construção em situações de incêndio, cada país conta com instruções e regulamentos, normas e códigos, não padronizando internacionalmente esses quesitos que devem ser adotados em meio a situações do tipo (SEITO, et al 2008).

No Brasil, as legislações contra situações de incêndios foram criadas embasadas em medidas adotadas em outros países como Europa e Estados Unidos, são normas recentes que decretam e instruem técnicas para os estados no país, contribuindo consideravelmente na regulamentação de projetos preventivos contra incêndio (SEITO, et al 2008). Pela normatização brasileira, na maioria exige que os materiais resistam ao fogo por 120 minutos, esta referência se dá levando em consideração por estimativa pelas cargas de incêndio e de que até esse tempo o fogo já se encerre (GOUVEIA, 2006). Dentre as normas brasileiras em vigor, destacam-se em relação aos materiais de construção em situação de incêndio:

- NBR 7199:2016 - NB 226 - Projeto Execução e Aplicações Vidros na Construção Civil;
- NBR 8660:2013 - Ensaio de reação ao fogo em pisos - Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor;
- NBR 10636:2022 - Paredes divisórias sem função estrutural: Determinação da resistência ao fogo;
- NBR 14432:2000 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento;
- NBR 15575-5:2021 - Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- NR 23 – Proteção Contra Incêndios.

2.3.1 Exigências do Corpo de Bombeiros

O Corpo de Bombeiros possui uma legislação completa, constituída por instruções técnicas, lei, decretos e portarias, condicionando em função de materiais construtivos e medidas de proteção e acessibilidade do edifício. No estado de Goiás, o Corpo de Bombeiros (CBMGO) dispõe de diversas normas técnicas em relação a situações de incêndio, sendo algumas delas:

- NT-01/2022 – Procedimentos Administrativos – Anexos de A a T;
- NT-02/2022 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio;
- NT-03/2014 – Terminologia de segurança contra incêndio;
- NT-05/2014 – Segurança contra Incêndio – Urbanística;

- NT-08/2022 – Resistência ao fogo dos elementos de construção;
- NT-09/2022 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical;
- NT-10/2022 – Controle de materiais de acabamento e revestimento;
- NT-11/2022 – Saídas de emergência;
- NT-14/2022 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco;
- NT-19/2022 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio;
- NT-20/2022 – Sinalização de emergência;
- NT-30/2023 – Fogos de artifício e espetáculos pirotécnicos.

2.4 O caso da Boate Kiss

O fato ocorreu em 27 de janeiro de 2013 na Boate Kiss, que fica localizada na cidade de Santa Maria no estado do Rio Grande do Sul, onde a festa universitária intitulada “Aglomerados” era realizada, no dia apresentava-se a chamada Banda Gurizada Fandangueira, que um dos integrantes chegara a disparar um artefato pirotécnico que atingiu o teto do prédio que pegou fogo. O incêndio que logo se alastrou resultou em 242 mortes e 636 feridos. Legistas responsáveis apontam que a causa das mortes fosse por asfixia devido à inalação de gases tóxicos (TJRS, 2013).

De acordo com o jornal O Globo a espuma utilizada para isolamento acústico foi comprada em uma loja de colchões, onde o proprietário alega que o responsável pela reforma da boate encomendou três lâminas e a mesma chegava a ocupar cerca de um terço da área da boate e foi aplicada principalmente no teto acima do palco. Nenhum material químico para retardar efeitos de chama, que são usados em espuma acústica, foi aplicado no momento da instalação desse material e o processo de instalação foi realizado após o vencimento do alvará de prevenção e proteção contra incêndios que é emitido pelo Corpo de Bombeiros (O GLOBO, 2013).

O incidente revelou diversas falhas de segurança, incluindo a ausência de saídas de emergência adequadas, a falta de sistemas de sprinklers (chuveiros automáticos, como são mais conhecidos, servem para proteger os ambientes de incêndios e são fundamentais para a segurança de patrimônios e vidas humanas) e a falta de treinamento em medidas de prevenção de incêndio. A investigação posterior também apontou negligência na conformidade com regulamentações de segurança e o uso impróprio de materiais inflamáveis na boate.

2.4.1 Alvará de construção liberado pela Prefeitura Municipal

O Alvará de construção liberado e mantido pela Prefeitura Municipal consta a certidão do habite-se, documento que atesta que o imóvel foi construído seguindo-se as exigências e normatizações vigentes (legislação local) estabelecidas pela Prefeitura para a aprovação de projetos. Destacando que este documento não é uma garantia de que a construção possa ser executada conforme as recomendações de engenharia e arquitetura e, entretanto, não garante a segurança da obra e muito menos a qualidade (Penzete, 2012). No caso da boate Kiss, o alvará de construção foi emitido e mantido sobre execução, o que prova a negligência por parte do corpo de engenharia e arquitetura responsável pela liberação do mesmo. Essa liberação indica ainda que sabiam do risco a que estavam expondo o público da boate.

2.4.2 Projeto arquitetônico

Em 2009, houve uma mudança na gerência da localidade, que passou a ser operada pela empresa "Santo Entretenimento Ltda." com o objetivo de atuar no ramo de discotecas e danceterias. Uma arquiteta foi contratada para fazer alterações no local e apresentou um projeto de reforma à Prefeitura. No entanto, a Prefeitura solicitou medidas e adequações, incluindo questões de segurança contra incêndio. Foi localizada no CREA a ART nº 4897540, registrada

em nome de uma das arquitetas, descrevendo o período do serviço entre os dias 22/07/2009 e 31/07/2009 (CREA-RS, 2013)

A licença de operação deveria ser renovada anualmente, e registros mostram que houve boletins de vistoria. No entanto, não havia Anotação de Responsabilidade Técnica nos registros do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA-RS), apesar da obrigatoriedade. A licença de operação vigente no momento do incidente foi emitida em 27/04/2012, com a Prefeitura solicitando um laudo acústico atualizado em janeiro de 2012.

Além disso, há registros de uma ART para projeto e execução de reforma na edificação entre 20/02/2012 e 12/03/2012, sob a responsabilidade de um engenheiro civil. O texto também menciona a existência de normas técnicas de prevenção e proteção contra incêndio no Rio Grande do Sul desde agosto de 1997 (CREA-RS, 2013).

2.4.3 Projeto contra incêndio e pânico

Decreto Nº 38.273, de 09 de março de 1998. altera as Normas Técnicas de Prevenção de Incêndios, aprovadas pelo Decreto Nº 37.380, de 29 de abril de 1997, pela deficiência na regulamentação das normas técnicas de prevenção contra incêndio e pânico, com a lei permitindo a elaboração de Projetos de Proteção Contra Incêndio e Pânico (PPCI) por qualquer técnico, sem exigir projetos e responsáveis técnicos com a devida ART (Anotação de Responsabilidade Técnica). Isso resulta em problemas de uniformidade nas exigências de segurança (SISTEMA LEGIS, 1998).

Em relação à Boate Kiss, que se enquadra na classe F-6 da norma NBR 9.077, a regulamentação do Corpo de Bombeiros exigia a apresentação de um PPCI completo, independentemente da área, para garantir a segurança, incluindo saídas de emergência, iluminação, sinalização, materiais específicos e extintores de incêndio. O primeiro Alvará de Prevenção e Proteção Contra Incêndio da Boate Kiss foi emitido antes da elaboração e análise do PPCI, o que levanta preocupações sobre a segurança e a regulamentação (CREA RS, 2013).

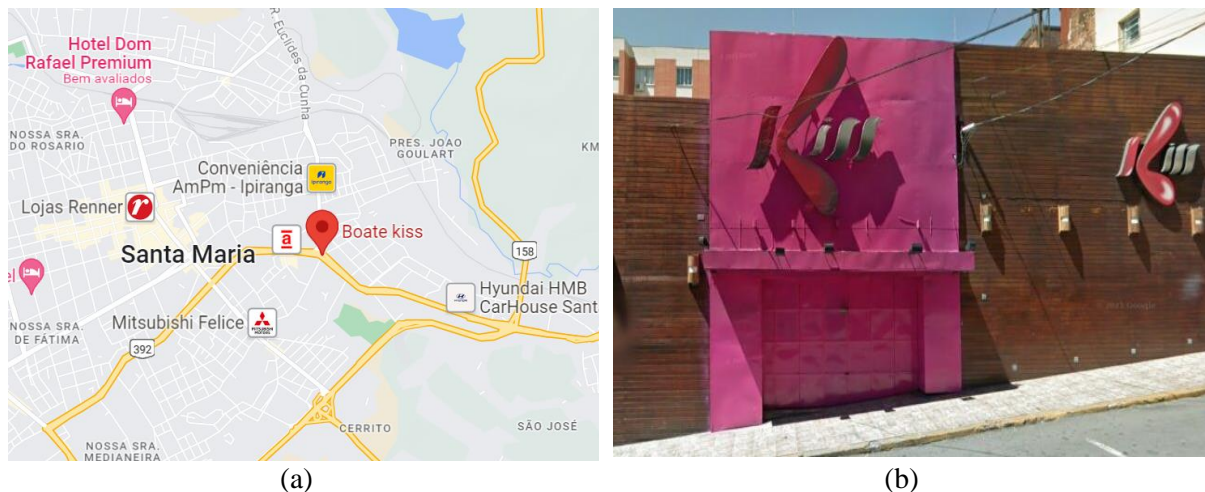
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para a revisão de literatura do caso, foram coletados dados existentes sobre a execução do projeto da boate Kiss, análise nas instruções normativas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC), o laudo emitido pela perícia, projetos arquitetônicos, plano diretor, artigos e estudos publicados que também focaram na temática da situação estrutural do local. Essa coleta de dados foi realizada e filtrada para o levantamento de análise dos materiais construtivos que haviam sido empregados na execução e reforma do estabelecimento. Com o objetivo principal de facilitar na coleta e conseqüentemente a interpretação dos dados que foram obtidos, foi feito um estudo dos materiais presentes facilitando a análise das possíveis falhas existentes para um estudo de adequação desses materiais. A Figura 2.a apresenta a geolocalização e a Figura 2.b a fachada do local objeto de estudo.

No anexo A deste trabalho é possível analisar o ambiente interno através da planta baixa, que foi possível analisar o projeto da edificação.

Figura 2 – Apresentação geral da Boate: (a) Geolocalização e (b) fachada do local



Fonte: Google (2023)

3.2 Métodos

Nesta parte do trabalho, foi exposta a trajetória da pesquisa, começando pelas decisões e escolhas que foram tomadas para dar maior delimitação ao objeto de estudo. Também foram expostos alguns detalhes importantes do processo que constitui a pesquisa e alguns impasses e dúvidas que só puderam ser minimizados com o suporte da teoria e das informações coletadas. O presente trabalho foi estabelecido o estudo de caso em três etapas principais: a) descrição da boate Kiss utilizada como estudo de caso; b) estudo de caso e análise da literatura coletada; c) e análise dos materiais construtivos envolvidos, visando alterações de segurança para melhor atender as normas de acessibilidade e segurança.

3.2.1 Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado buscando informações em artigos notórios onde foi evidenciada a seleção de dados fundamentados para apropriação dos recursos fornecidos por laudos e perícia, as buscas de informações foram denotadas por pesquisas institucionais em bancos de dados públicos e selecionado de acordo com as necessidades previstas no estudo de falhas e na elaboração e descrição dos recursos empregados na execução do projeto.

O incêndio do edifício da Boate Kiss, foi designado como forma de fixar e demonstrar a importância da análise dos materiais antes da escolha de qual material empregar e o melhor método de aplicação, para que assim seja destinado de forma correta de acordo com a finalidade de uso e ocupação da edificação executada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Materiais utilizados na Boate Kiss

Todo material ou conjunto de materiais empregados nas superfícies dos elementos construtivos das edificações, tanto nos ambientes internos como externos, tem como finalidade de atribuir características estéticas, de conforto, durabilidade etc. Incluem-se como materiais de revestimento os pisos, forros e as proteções térmicas dos elementos estruturais (CBPMESP, 2011). A NT-10/2022 (GOIÁS, 2022) define limites característicos para cada tipo de material por meio de tabela de utilização dos materiais conforme a classificação das ocupações para saídas e interiores da edificação. Levando em consideração a boate em estudo, há dois tipos de classificações máximas permitidas: classe II e classe B, onde são designadas a partes de

revestimento de parede/divisória, teto/forro e demais semelhantes, através da NT-10/2022 (GOIÁS, 2022) é possível visualizar valores considerados que se enquadram nestas classes.

Aos materiais de revestimento empregados no interior da boate, que desempenharam um papel significativo na propagação do incêndio, vale destacar as contribuições para a rápida disseminação das chamas, na Figura 3 o delegado Marcelo Agrigony responsável pela investigação do incêndio, exibe uma amostra da espuma de poliuretano utilizada no forro/teto com a finalidade de atuar como isolante acústico, altamente inflamável, que uma vez em contato com o fogo liberou gases tóxicos contribuindo para o aumento de calor e fumaça (VARELLA, 2013). Em 2013, Grizotti ressalta que a espuma utilizada não era destinada a finalidades de isolamento acústico e que o material foi adquirido em uma loja de colchões na cidade de Santa Maria, o comerciante que efetuou a venda afirmou ser comum o uso da espuma com a mesma destinação.

Figura 3 – Amostra de espuma utilizada no teto.



Fonte: UOL (2013)

A origem do incêndio foi evidenciada em um dos palcos, que fora atestado pelas testemunhas que estavam no local e confirmado pelo nível de destruição verificado, decorrente do maior tempo de exposição a elevadas temperaturas confirmam que causaram o colapso da estrutura da cobertura e degradaram os materiais e móveis presentes naquele setor, fazendo com que ficassem pelo chão do local obstruindo a passagem das pessoas, pode-se visualizar estas descrições através da Figura 4 (CREA RS, 2013).

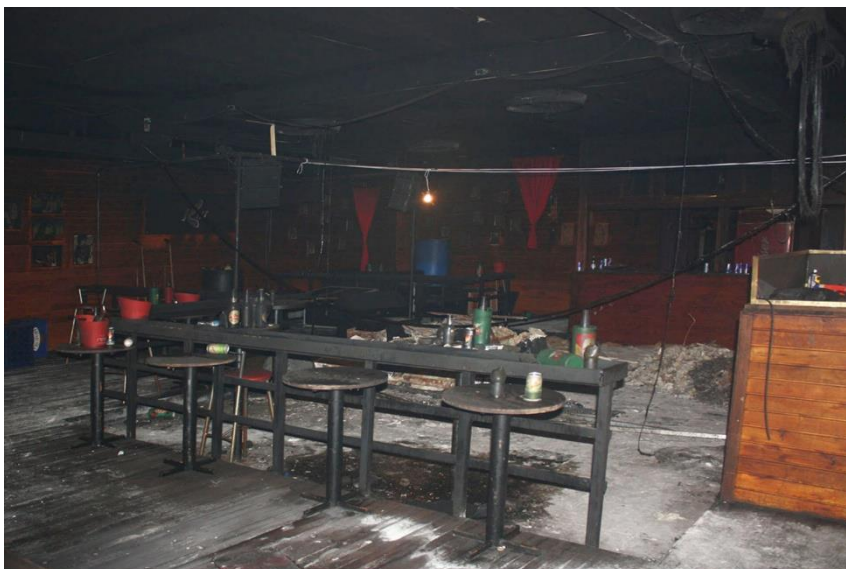
Figura 4 – Salão maior com visão do palco após o incêndio.



Fonte: Revista Arco (2021)

A Figura 5 mostra os materiais usados de forma decorativas no interior da boate, móveis, bancadas e divisórias de madeiras, empregados na construção de edificações e especialmente os aplicados em decoração de interiores, estes materiais podem contribuir em muito majorando de forma catastrófica as consequências de um princípio de incêndio (BALDINI, 2014).

Figura 5 – Materiais utilizados no interior da Boate Kiss.



Fonte: Revista Arco (2021)

Contudo, os materiais empregados na boate não foram os únicos responsáveis para a resultante tragédia, o relatório final feito em 22 de março de 2013 pela Polícia Civil do Estado do Rio Grande do Sul, aponta que havia uma única saída de emergência e obstáculos físicos como, guarda-corpos (barras de contenção) nas rotas de saída, degraus, falta de sinalização ou qualquer indicação do trajeto até a saída, além de superlotação do local, fatores estes que dificultaram a evacuação rápida do local.

4.2 Erro no layout

A (NBR 9077, 2021), diz que os acessos são definidos a partir de caminhos que serão percorridos pelas vítimas em situação de emergência, levando-as até um local seguro, fazendo então uma evacuação de forma mais rápida e fácil para os ocupantes da edificação. Estes acessos poderão ser constituídos por corredores, passarelas, varandas entre outros, estes devendo satisfazer certas condições como: passagem desobstruídas, livres de obstáculos que possam interferir na fuga em caso de emergência; ter dimensões seguindo a legislação vigente do número de pessoas que ali poderão transitar; possuir sinalização orientando riscos e equipamentos de segurança e indicar rota de fuga; iluminação de emergência para que não haja dificuldades de deslocamento dentro do local; apresentar no mínimo 2,50 m de pé-direito, com exceção de obstáculos sendo por vigas, vergas de portas, respeitando então 2,00 m mínima de altura livre.

As Figuras 6, 8, 9 e 10 ilustram o caminho a percorrer até a saída da boate, elas fundamentam e destacam em relação as saídas de emergências e demais complicações no decorrer do percurso até a área exterior do prédio.

A Figura 6 mostra o corredor de 1,00 m de largura, estima-se que a boate, cuja área de 628,64 m² tendo em vista que a área destinada ao público era de 457,14 m², tendo capacidade para 700 pessoas seguindo critérios de estimativa de sua classificação F-6, duas pessoas por m² de área, estava lotada, com aproximadamente 1.200 a 1.300 pessoas. Para atender a Norma (NBR 9077, 2021), o corredor deveria seguir o dimensionamento previsto seguindo o cálculo de largura de

saídas de emergência, para o cálculo a largura das saídas, isto é, dos acessos, escadas, descargas, rampas e portas é dada pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{P}{C} \quad \text{Unidade de Passagem} = N \cdot 0,55m \quad (1)$$

Onde:

- N = Número de unidades de passagem, arredondado para o número inteiro imediatamente superior.
- P = População, conforme coeficiente da Tabela 5 do Anexo e critérios das seções 4.3 e 4.4.1.1.
- C = Capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 5 do Anexo.
- UP = Unidade de passagem largura mínima para a passagem de uma fila de pessoas, fixada em 0,55 m.

A largura total é calculada multiplicando N por 0,55 m, valor fixo para cada UP. Ainda é necessário respeitar um mínimo de 1,10 m de largura, conforme item 5.4.2 da RT N°11 CBMRS (2016). Para a estimativa de 1.300 pessoas a largura calculada deveria ser conforme os resultados que estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1 – Larguras mínimas de acessos, escadas e portas para a boate Kiss

| Componente | Quantidade Estimada (Pessoas) | C | N | Largura (m) |
|------------------|-------------------------------|-----|----|-------------|
| Acessos/Descarga | 1300 | 100 | 13 | 7,15 |
| Portas | 1300 | 100 | 13 | 7,15 |
| Escadas/Rampas | 1300 | 75 | 18 | 9,90 |

Fonte: Autor Próprio (2023)

A população é determinada pela capacidade de pessoas a qual a edificação foi projetada ou através do cálculo de divisão das áreas de cada ambiente pelos seus fatores de espaço apresentados, a capacidade oficial da boate Kiss por ser de 700 pessoas, foi feito o cálculo para fins de comparação entre a capacidade real da Boate Kiss. Para a quantidade de 700 pessoas a largura calculada deveria ser conforme os resultados que estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 – Larguras mínimas de acessos, escadas e portas para a boate Kiss

| Componente | Quantidade Estimada (Pessoas) | C | N | Largura (m) |
|------------------|-------------------------------|-----|----|-------------|
| Acessos/Descarga | 700 | 100 | 7 | 3,85 |
| Portas | 700 | 100 | 7 | 3,85 |
| Escadas/Rampas | 700 | 75 | 10 | 5,50 |

Fonte: Autor Próprio (2023)

O item 5.4.1.2.2 da RT N°11 CBMRS (2016), saídas principais para o grupo F-6 devem ter de 60% a 70% das unidades de passagem exigidas para a edificação. Para o cálculo foi utilizado 70% para a boate Kiss, totalizando em 2,70 m na saída principal e 1,15 m para saída secundária, para a estimativa de 700 pessoas que seria sua ocupação real. Os corredores devem ter 1,20 m destinados apenas à circulação de pessoas de serviço e de cargas não volumosas, tais como setores administrativos e de apoio; sempre mantendo uma largura mínima livre de 1,10 m para as ocupações em geral e respeitando as especificações, RT N°11 (CBMRS, 2016).

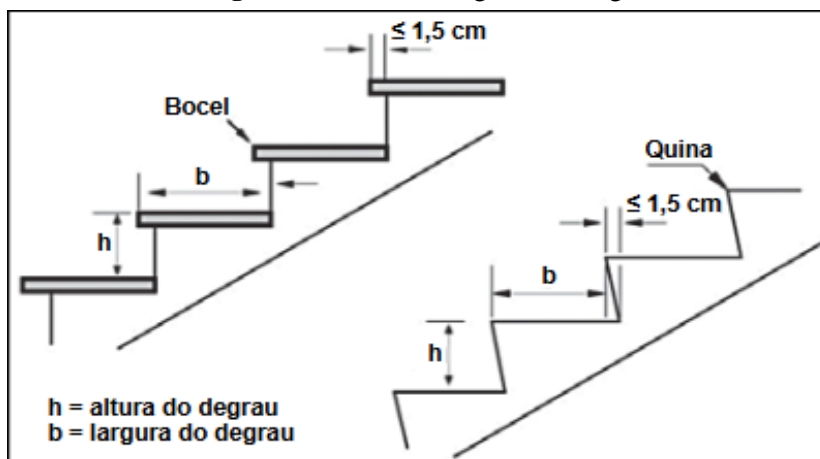
Figura 6 - Salão 1 - corredor de saída 1,00 m e circulação de acesso para a saída.



Fonte: CREA RS (2013)

A Figura 8 salienta a existência de falhas na saída de emergência, pode-se destacar que a largura das escadas deve atender aos requisitos de serem proporcionais ao número de pessoas que por elas devam transitar em caso de emergência, conforme item 4.4 da Norma NBR (9077, 2021). Os degraus devem: ter altura h (ver Figura 7) compreendida entre 16,0 cm e 18,0 cm, com tolerância de 0,05 cm; ter largura b (ver Figura 7) dimensionada pela fórmula de Blondel: $63 \text{ cm} \leq (2h + b) \leq 64 \text{ cm}$; em ambos os lados de vão da porta, deve haver patamares com comprimento mínimo igual à largura da folha da porta tendo como base a Norma (NBR 9077, 2021) conforme item 4.7.3 - Dimensionamento de degraus e patamares. A Figura 7 apresenta a altura e largura dos degraus.

Figura 7 – Altura e largura dos degraus



Fonte: NBR 9077 (2021)

A Norma (NBR 14.718, 2019), estabelece os requisitos mínimos para o projeto, construção, instalação e manutenção de guarda corpos em edificações. Ela define critérios como altura mínima, resistência, espaçamento entre elementos e métodos de fixação. Como mostra na

Figura 8, existem falhas quanto ao espaçamento entre os elementos. De acordo com a (NBR 14.718, 2019), o espaçamento máximo permitido entre os elementos do guarda corpo (como barras ou grades) é de 11 cm. Esse espaçamento é estabelecido para evitar a passagem de pessoas, especialmente crianças, e também para evitar a queda de objetos.

Figura 8 - Salão 1 - corredor de saída com escada e porta de saída de emergência



Fonte: CREA RS (2013)

A Figura 9 mostra a falta sinalização complementar de indicação continuada das rotas de saídas de emergência onde se tornam obrigatórias em ambientes fechados destinados à reunião de público, com capacidade igual ou superior 1000 pessoas, NT-20/2022 (GOIÁS, 2022) – Sinalização de Emergência. Quando utilizada, esta sinalização deve ser aplicada sobre o piso acabado ou sobre as paredes de corredores e escadas destinadas a saídas de emergência, indicando a direção do fluxo.

Figura - 9 Salão 2 - corredor de saída 1,50 m.



Fonte: CREA RS (2013)

A Figura 10 mostra a falta sinalização nas portas de saídas de emergência onde devem ser localizadas imediatamente acima das portas, no máximo a 0,1 m da verga, ou diretamente na folha da porta, centralizada a uma altura de 1,8 m medida do piso acabado à base da sinalização. Tendo como base a NT-20/2022 (GOIÁS, 2022) e orientações da (NBR 16.820, 2020).

Figura 10 - Saída de emergência.



Fonte: CREA RS (2013)

Edificações que não são bem projetadas de acordo com a disponibilidade de sua área, podem interferir e prejudicar em situações de riscos, existem fatores que contribuem de forma significativa para o aumento de desastres, dois deles são o projeto local e o comportamento das pessoas em multidões. O comportamento das pessoas expostas a situações de risco dificilmente pode ser mudado, por questões psicológicas características da natureza humana, já o projeto e a construções de espaços que serão de uso e ocupação de pessoas podem ser planejados, elaborados e ajustados por engenheiros e planejadores de transportes (SOUZA, 2007).

As práticas de projeto avançaram consideravelmente, juntamente com a modernização dos requisitos e dos equipamentos do Corpo de Bombeiros. Um exemplo notável é a introdução da Norma Brasileira ABNT (NBR 15.575, 2021) - Edificações Habitacionais - Desempenho. Esta norma abrange seis partes distintas: Requisitos Gerais (NBR 15.575-1); Sistemas Estruturais (NBR 15.575-2); Sistemas de Pisos (NBR 15.575-3); Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas (NBR 15.575-4); Sistemas de Coberturas (NBR 15.575-5); e Sistemas Hidrossanitários (NBR 15.575-6). Após o incêndio, houve revisões e atualizações nos códigos de construção de ambos do estado, juntamente com a introdução de diversos decretos e regulamentações.

Analisando ao longo dos tempos através dos fatos históricos ocorridos, observa-se a falta de preparo em relação as medidas de prevenção contra situações de incêndio em edificações, no Brasil alguns estados foram palco para grandes tragédias, envolvendo acidentes de grandes números de vítimas em relação a falta de preparo com medidas de prevenção de incêndio. No campo da Engenharia Civil, os fatos aqui relatados promovem a atenção aos conceitos sobre a utilização dos materiais construtivos aderidos e dispostos na execução de ambientes, procurando adequação aos requisitos estabelecidos por normas vigentes, para que os dimensionamentos possam ser realizados de acordo com as necessidades de uso da edificação, ressaltando a grande importância de seguir as normativas e leis estabelecidas a fim de evitar que ocasionem fatos indesejados.

5 CONCLUSÃO

Ao finalizar este estudo sobre o incêndio na Boate Kiss, é inegável que a interseção entre as práticas de engenharia e os eventos trágicos que resultaram na perda de vidas humanas, exige uma análise minuciosa e uma reflexão profunda. O desastre da Boate Kiss não pode ser considerado um evento isolado; ele é, ao contrário, um reflexo das complexidades inerentes à interação entre as normas de engenharia, a fiscalização, e a responsabilidade social.

A análise das falhas estruturais e de segurança revelou lacunas consideráveis no processo de concepção e implementação de estruturas destinadas ao entretenimento público. A ausência de sistemas de prevenção e combate a incêndios eficientes, somada à negligência na manutenção das instalações, criou um ambiente propício para o desastre. Esta pesquisa destacou, assim, a necessidade urgente de uma revisão nas práticas de Engenharia Civil e Arquitetura, com uma ênfase renovada na segurança estrutural e na conformidade rigorosa com os códigos de prevenção de incêndios.

Além disso, a investigação também revelou deficiências significativas nos processos de fiscalização e na aplicação das normas existentes. O papel das autoridades reguladoras e a sua capacidade de assegurar o cumprimento das diretrizes de segurança são questionados diante de uma tragédia que poderia, em muitos casos, ter sido evitada com a aplicação eficaz das normas existentes.

Em última análise, este estudo enfatiza a importância da ética e da responsabilidade social na prática da engenharia. A engenharia não é apenas uma ciência de construção; é uma disciplina que deve buscar a segurança e o bem-estar da sociedade. Os profissionais da engenharia têm a responsabilidade moral de garantir que suas criações não apenas atendam aos requisitos técnicos, mas também sirvam ao propósito mais elevado de proteger vidas humanas.

REFERÊNCIAS

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL SISTEMA LEGIS - TEXTO DA NORMA. DECRETO nº 38.273, de 9 de março de 1998. Altera as Normas Técnicas de Prevenção de Incêndios. [S. l.], p. 1, 9 mar. 1998. Disponível em: https://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=7205&hTexto=&Hid_IDNorma=7205#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%2038.273%2C%20DE%2009,29%20de%20abril%20de%201997. Acesso em: 23 out. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Catálogo**. Rio de Janeiro, 1989. Disponível em: < <http://www.abntcatalogo.com.br/>>. Acesso em: 02 maio 2023.

_____**NBR 7199**: NB 226 - Projeto Execução e Aplicações Vidros na Construção Civil. Rio de Janeiro, 2016.

_____**NBR 8660**: Ensaio de reação ao fogo em pisos — Determinação do comportamento com relação à queima utilizando uma fonte radiante de calor. Rio de Janeiro, 2013.

_____**NBR 10636**: Paredes divisórias sem função estrutural: Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2022.

_____**NBR 12179**: Tratamento acústico em recintos fechados – Procedimentos. Rio de Janeiro, 1992.

_____**NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

_____**NBR 15575-5**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2021.

_____**NBR 16820**: Sistemas de sinalização de emergência — Projeto, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

_____**NBR 9077** Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro, 2001.

BARROS, C. **Apostila de Vidros - Materiais de construção**. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia - IFRS. Pelotas, out. 2010, p. 19. 2010.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 2, 2011.

BOMBEIRO BALDINI. Controle de materiais de acabamento. **Acabamento e Revestimento** Disponível em: <<http://www.bombeiroaldini.blogspot.com/2014/10/controle-de-materiais-de-acabamento/>>. Acesso em: 08 maio 2023.

BORGES, Ana. **Quais São os 3 Elementos do Triângulo do Fogo?** Segurança do trabalho sempre. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://segurancadotrabalhosempre.com/quais-sao-os-3-elementos-do-triangulo-do-fogo/>

CATAI, R. E.; PENTEADO, A. P.; DALBELLO, P. F. **Materiais, Técnicas e Processos Para Isolamento Acústico**. 17ª CBECI Mat. - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais; Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Foz do Iguaçu:

Departamento Acadêmico de Construção Civil. 2006.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE GOIÁS – CBMGO. Normas

Técnicas. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 12 maio 2023.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. Resolução Técnica CBMRS N°11 – Parte 01/2016: saídas de emergência. Porto Alegre, 2016.

 Norma Técnica NT-01/2022 – Procedimentos Administrativos – Anexos de A a T. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br>>. Acesso em: 08 de Maio 2023.

 Norma Técnica NT-02/2022 – Conceitos básicos de segurança contra incêndio. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br>>. Acesso em: 08 de Maio 2023.

 Norma Técnica NT-03/2014 – Terminologia de segurança contra incêndio. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br>>. Acesso em: 08 de Maio 2023.

 Norma Técnica NT-05/2014 – Segurança contra Incêndio – Urbanística. Disponível em: <<http://www.bombeiros.mg.gov.br>>. Acesso em: 08 Maio 2023.

 Norma Técnica NT-08/2022 – Resistência ao fogo dos elementos de construção. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 08 maio 2023.

 Norma Técnica NT-09/2022 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 08 maio 2023.

 Norma Técnica NT-10/2022 – Controle de materiais de acabamento e revestimento. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em 08 maio 2023.

 Norma Técnica NT-11/2022 – Saídas de emergência. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 10 maio 2023.

 Norma Técnica NT-14/2022 – Carga de incêndio nas edificações e áreas de risco. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 10 maio 2023.

 Norma Técnica NT-19/2022 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 10 maio 2023.

 Norma Técnica NT-20/2022 – Sinalização de emergência. Disponível em: <<https://www.bombeiros.go.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 10 maio 2023.

 Norma Técnica NT-30/2023 – Fogos de artifício e espetáculos pirotécnicos.

Disponível em: <<https://www.bombeiros.gov.br/sem-categoria/normas-tecnicas-do-cbmgo-2.html>>. Acesso em: 10 maio 2023.

DIAS, T. M. O. **Durabilidade de materiais utilizados nos sistemas de impermeabilização de coberturas planas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto - Portugal, 2008.

D2R ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES. Processo construtivo. **Revestimentos Cerâmicos**. Disponível em: <<http://www.d2reengenharia.com.br/>>. Acesso em: 08 Maio 2023.

ENGEL, H. **Sistemas Estruturais**. Tradução de Esther Pereira da Silva, arqta 1º ed. Barcelona. Editorial Gustavo Gili, 2001, 21p.

ETERNIT. Conforto térmico. São Paulo: ETERNIT. 1981. 12p. (Boletim, 110).

Equipe editorial de Conceito.de. (11 de Abril de 2013). Atualizado em 9 de Fevereiro de 2021. Incêndio - O que é, conceito e definição. Conceito.de. <https://conceito.de/incendio>

GOUVEIA, A. M. C. **Análise de Risco de Incêndio em Sítios Históricos**. Brasília:IPHAN / Monumenta, 2006.

ILIESCU, M. Palestra - Patologia e recuperação das estruturas incendiadas. IliescuStructural Repair, 2007. Disponível em: <<http://www.iliescu.com.br/palestras/patologiaerecuperacaodasestruturasincendiadas.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2023.

MAZZONI, F. **Simulação computacional de incêndios: aplicação no caso do Condomínio Edifício Cacique em Porto Alegre-RS**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre, p. 66. 2010.

MITIDIERI, M. L.; IOSHIMOTO, E. **Proposta de Classificação de Materiais e Componentes Construtivos com Relação ao Comportamento Frente ao Fogo -Reação ao Fogo**. EPUSP. São Paulo, p. 25. 1998. (BT/PCC/222).

NOTÍCIAS, UOL. **Gás tóxico de espuma causou as mortes, conclui perícia**. UOL, SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL, 1 fev. 2013. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2013/02/01/gas-toxico-de-espuma-causou-as-mortes-conclui-pericia.htm>. Acesso em: 16 out. 2023.

O GLOBO, 2013. . Disponível em: <https://oglobo.globo.com/politica/espuma-usada-no-revestimento-da-boate-kiss-foi-comprada-em-loja-de-colchoes-7487420>. Acesso em: 10, set. 2023.

OLIVEIRA, L. A. P. de. **Estimativa da resistência ao fogo de paredes de alvenaria pelo critério de isolamento térmico**. Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo, nº 05, dezembro 1998. 10 p. Disponível em: <<http://bt.fatecsp.br/>>. Acesso em: 06 Maio 2023.

PEZENTE, Jorge Henrique. **Certidão do Habite-se**. Disponível em: <http://www.escolher-e-construir.eng.br/dicas/dicasi/habite/pag1.htm> Acesso em 18 maio 2023.

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndios no Brasil**. São Paulo: ProjetoEditora,

2008.

SILVA, V. P. E. **Estruturas de aço em situações de incêndio**. São Paulo: Zigrate Editora, 2001.

SOUZA, W. P. D. **Reação ao fogo dos materiais** - Uma avaliação dos métodos de projeto de saídas de emergência em edificações não industriais. Dissertação (Mestrado) - REDEMAT - Rede Temática em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, p. 120. 2007.

TESSARI, J. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

VARELLA, THIAGO. "**Ninguém está preparado para uma tragédia dessa proporção**", **diz fotógrafo da perícia de Santa Maria**. UOL, SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL, p. 1, 3 fev. 2013. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2013/02/03/ninguem-esta-preparado-para-uma-tragedia-dessa-proporcao-diz-fotografo-criminalista-em-depoimento-exclusivo-ao-uol.htm?foto=94>. Acesso em: 20 out. 2023.

VILLAR, A. D. M. **Higiene e Segurança do Trabalho**. Rio de Janeiro: Elsevier / Abepro, 2011. Cap. Proteção contra incêndio e explosões, p. 159-182.

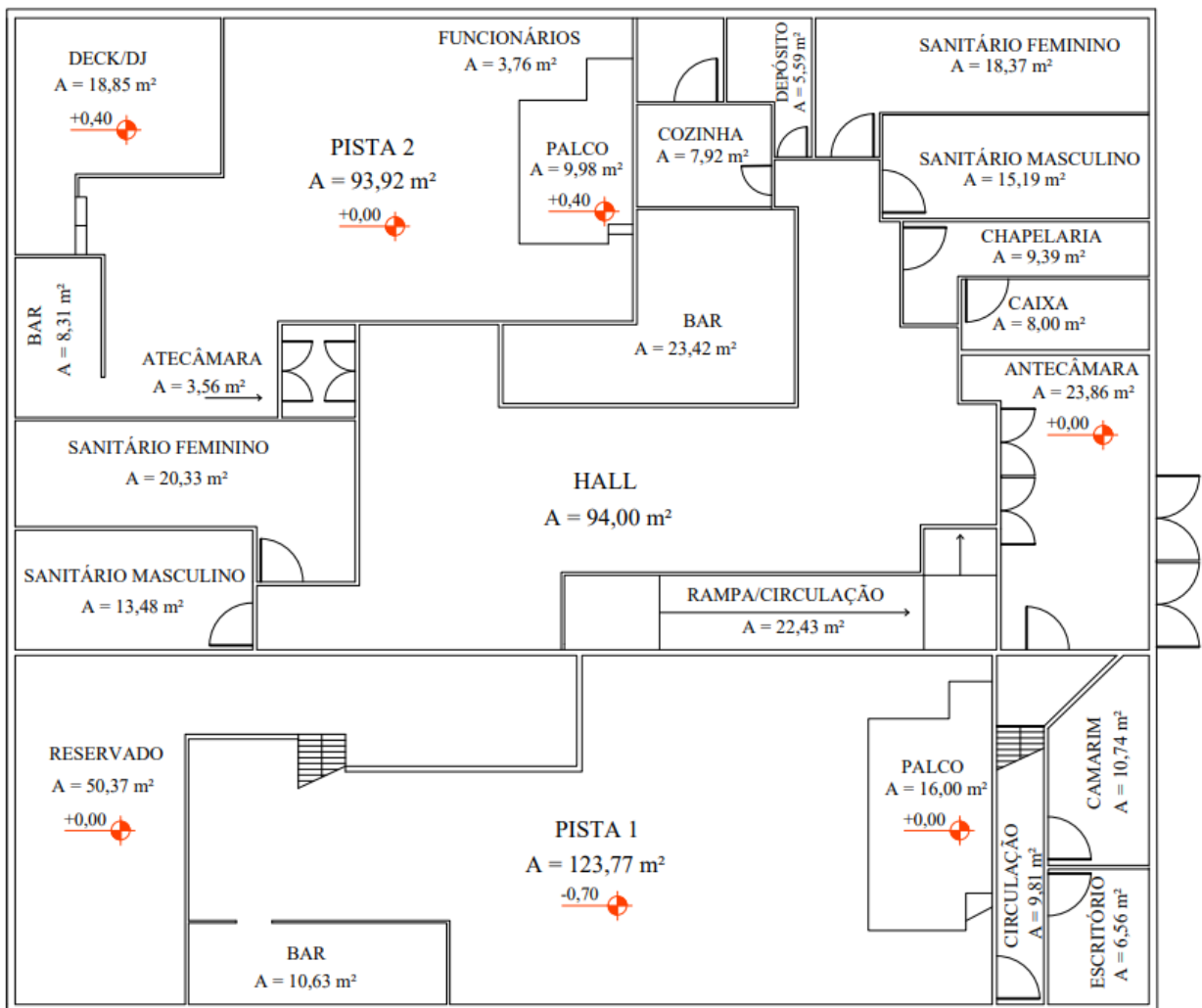
WOBETO, Samara et al. **A Kiss antes do incêndio**. REVISTA ARCO, [S. l.], 6 dez. 2021. Disponível em: <https://www.ufsm.br/midias/arco/a-kiss-antes-do-incendio>. Acesso em: 21 out. 2023.

WANDERLEY, G. V. **Produção de Material Para Enchimento Leve de Elementos das Edificações a Partir da Mistura de Geopolímero com Argila Expandida**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Pernambuco, 2018.

ZUCCHI F. L. **Técnicas Para o Reforço de Elementos Estruturais**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

SULMÓDULOS, Porto Alegre, agosto, 2019. Disponível em: <https://www.sulmodulos.com.br/veja-8-tipos-de-forro-para-voce-escolher-em-uma-obra/>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

ANEXO A – PLANTA BAIXA DA BOATE KISS



Fonte: Reprodução autoria própria (2023)