

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Marcel Busin Magnus

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO: APLICAÇÃO E VERIFICAÇÃO
DO MÉTODO FRAME E POSSÍVEIS MEDIDAS COMPENSATÓRIAS
EM UM AMBIENTE ESCOLAR**

Porto Alegre

Julho 2019

MARCEL BUSIN MAGNUS

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO: APLICAÇÃO E
VERIFICAÇÃO DO MÉTODO FRAME E POSSÍVEIS
MEDIDAS COMPENSATÓRIAS EM UM AMBIENTE
ESCOLAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Ângela Gaio Graeff

Porto Alegre

Julho 2019

MARCEL BUSIN MAGNUS

**ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO: APLICAÇÃO E
VERIFICAÇÃO DO MÉTODO FRAME E POSSÍVEIS
MEDIDAS COMPENSATÓRIAS EM UM AMBIENTE
ESCOLAR**

Porto Alegre, julho de 2019

Profa. Ângela Gaio Graeff (UFRGS)
Ph.D. pela Universidade de Sheffield
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ângela Gaio Graeff (UFRGS)
Ph.D. pela Universidade de Sheffield

Prof. Jean Marie Désir (UFRGS)
Dr. Pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Felipe Gabbardo Gomes (UFRGS)
Pós-Graduando pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais, Marlise e Rejaní, e meus avós, Marlene e Marley, que sempre me apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por ser forma de minha fé e me fazer não desistir nos momentos difíceis.

Agradeço à minha família pela criação dada, pelos incontáveis esforços feitos para que eu pudesse cursar e me formar em uma Universidade Federal e por sempre me apoiar, em qualquer situação ou momento.

Aos meus amigos, desde os de infância e colégio, passando por aqueles que o futebol proporcionou, até os feitos na vida acadêmica.

Agradeço às oportunidades de estágio que tive, possibilitando-me expandir os conhecimentos adquiridos em sala de aula, vivenciando-os na prática.

Agradeço à Professora Ângela Gaio Graeff, orientadora desse trabalho, pelo auxílio prestado não só durante o TCC, mas sim em grande parte de minha passagem pela UFRGS, como orientadora de meus dois estágios e sendo quem me apresentou a área de SCI.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul por todo o aprendizado e crescimento, não somente como acadêmico, mas como ser humano.

No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço, à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem feita ou não faz.

Ayrton Senna

RESUMO

Ao longo do tempo e a cada novo episódio de incêndio, o estudo da segurança contra incêndio foi ampliado, medidas mais rígidas foram tomadas e normas criadas e/ou revisadas, com o intuito de buscar mais segurança e contribuir para evitar novos desastres. Conjuntamente, a construção civil apresentou incontáveis novos materiais e soluções de uso. Assim, as legislações evoluíram com o tempo, mas necessitam mais estudo e aprofundamento devido a inclusão de novas tecnologias que, desta forma, adicionam novas variáveis a serem analisadas. Como forma de combater tal aspecto, o tema de quantificação de riscos ganhou espaço na ciência da SCI. Métodos foram desenvolvidos para obter um maior refinamento de dados e resultados, levando em consideração características próprias de cada caso, possibilitando a análise dos fatores de riscos. No Brasil, a transformação constante na área da segurança contra incêndio impossibilitou algumas edificações de se adequarem à legislação vigente, sendo necessário a implementação de medidas compensatórias para atingir um mínimo de segurança esperada. Com o intuito de analisar o nível de segurança que a legislação impõe e até que ponto o uso de medidas compensatórias reestabelece esse nível em um ambiente escolar, este trabalho apresenta a avaliação do risco de incêndio em uma escola de Porto Alegre, em situações distintas, sendo na situação existente no local, na situação do Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio que está aprovado junto ao Corpo de Bombeiros do RS com uso de medidas compensatórias, na situação ideal que fosse possível atender todas medidas exigidas sem necessidade de medidas compensatórias e também na situação de utilização de outras medidas compensatórias. Para fins de comparação, todas as situações também foram calculadas com uso de parâmetros internacionais. Para tanto, houve um estudo de caso, com a caracterização do objeto em questão através de visita ao local, levantamento de dados técnicos e entrevistas. O cálculo foi efetuado em todas as situações propostas e os resultados mostraram que apenas atender as exigências mínimas da legislação do RS não significa um ambiente seguro e que medidas compensatórias devem ser escolhidas com cuidado para apresentar resultados satisfatórios. Conjuntamente, foi observado a diferença de níveis de segurança que se pode chegar, que cada edificação pode apresentar diferentes aspectos, mesmo sendo postas em uma mesma categoria pela norma e a importância da quantificação dos riscos para se criar um ambiente seguro em todos os âmbitos.

Palavras-chave: Segurança Contra Incêndio. FRAME. Método Semiquantitativo. Análise de Risco. Medidas Compensatórias. Escola.

ABSTRACT

Over time and with each new fire episode, the study of fire safety has been expanded, stricter measures have been taken, and regulations created and/or revised to seek greater safety and to help prevent further disasters. Jointly, the construction industry has introduced countless new materials and solutions of use. Thus, laws have evolved over time, but they need more study and deepening due to the inclusion of new technologies that, in this way, add new variables to be analyzed. As a way of counteracting this, the issue of risk quantification has gained ground in SCI's science. Methods were developed to obtain a greater refinement of data and results taking into account characteristics of each case, allowing the analysis of risk factors. In Brazil, the constant transformation in the area of fire safety has made it impossible for some buildings to comply with current legislation, and it is necessary to implement compensatory measures to achieve the minimum safety expected. In order to analyze the level of safety that the legislation imposes and to what extent the use of compensatory measures reestablishes this level in a school environment, this paper presents the fire risk assessment in a school in Porto Alegre, in different situations, in the situation on the spot, in the situation of the Fire Prevention and Protection Plan that is approved by the Fire Department of RS with the use of compensatory measures, in the ideal situation that it would be possible to meet all required measures without the need for compensatory measures and also other countervailing measures. For comparison purposes, all situations were also calculated using international parameters. For that, a case study was carried out, with the characterization of the object in question through site visit, technical data collection and interviews. The calculation was carried out in all situations proposed and the results showed that only meeting the minimum requirements of the RS legislation does not mean a safe environment and that compensatory measures must be chosen carefully to present satisfactory results. Together, it was observed the difference in levels of safety that can be reached, that each building can present different aspects, even being placed in a same category by the standard and the importance of the quantification of the risks to create a safe environment in all scopes.

Keywords: Fire Safety. FRAME. Semiquantitative Method. Risk analysis. Compensatory Measures. School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama de pesquisa	20
Figura 2 – Fluxograma do procedimento de cálculo FRAME	40
Figura 3 – Retângulo equivalente utilizado no fator de área (g).....	44
Figura 4 – Orientação da construção	44
Figura 5 – Número de andares do edifício (E)	45
Figura 6 – Distâncias verticais (H^+) e (H^-)	45
Figura 7 – Localização da escola	56
Figura 8 – Fachada da escola	57
Figura 9 – Refeitório	57
Figura 10 – Portas das salas de aula	58
Figura 11 – Sala no térreo onde são guardados os arquivos da escola	58
Figura 12 – Depósito de madeira com materiais de construção	59
Figura 13 – Biblioteca da escola no segundo pavimento	59
Figura 14 – Sala de informática desativada	60
Figura 15 – Extintor despressurizado	60
Figura 16 – Extintor sem lacre e trava de segurança solta	61
Figura 17 – Sinalização em local inapropriado	61
Figura 18 – Sistema de alarme de incêndio em funcionamento	62
Figura 19 – Hidrantes e dados do último teste	62
Figura 20 – Perda de largura devido a obstáculos na rota de saída	63
Figura 21 – Dimensões do retângulo imaginário utilizado para cálculo	65
Figura 22 – Altura do térreo até o último pavimento	66
Figura 23 – Escada existente	67
Figura 24 – Trajeto do quartel mais próximo até a escola	68
Figura 25 – Resultados para a situação existente	69
Figura 26 – Riscos relativos para situação existente.....	70
Figura 27 – Resultados para situação ideal de aprovação sem medidas compensatórias..	70
Figura 28 – Riscos relativos para situação ideal de aprovação sem medidas compensatórias.....	71
Figura 29 – Resultados para situação de aprovação com medidas compensatórias.....	71
Figura 30 – Riscos relativos para situação de aprovação com medidas compensatórias.....	72
Figura 31 – Resultados com uso de medidas compensatórias e parâmetros internacionais.....	72
Figura 32 – Riscos com uso de medidas compensatórias e parâmetros internacionais.....	73

Figura 33 – Resultados para situação de aprovação utilizando outras medidas compensatórias.....	74
Figura 34 – Riscos para situação de aprovação utilizando outras medidas compensatórias.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Carga de Incêndio Imobiliária (Q_i)	42
Tabela 2 – Fator de Propagação de Incêndio (i)	43
Tabela 3 – Fator de Mobilidade (p)	47
Tabela 4 – Fator de Dependência (d)	47
Tabela 5 – Fator de Ativação (a)	48
Tabela 6 – Fator de Abastecimento de Água (W)	49
Tabela 7 – Capacidade das Tubulações	50
Tabela 8 – Fator de Proteção Normal (N)	50
Tabela 9 – Fator de Proteção Especial (S)	51
Tabela 10 – Fator de Evacuação (U)	53
Tabela 11 – Fator de Salvamento (Y)	54
Tabela 12 – Medidas Inicialmente Verificadas	63
Tabela 13 – Carga de Incêndio Mobiliária (Q_m) – 2º Pavimento	64
Tabela 14 – Carga de Incêndio Mobiliária (Q_m) – Pavimento Térreo	64

LISTA DE SIGLAS

SCI – Segurança Contra Incêndio

NFPA – *National Fire Protection Association*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

NBR – Norma Brasileira Aprovada pela ABNT

ISO – *International Standard Organization*

CB-24 – Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

SP – São Paulo

RT – Resolução Técnica

IT – Instrução Técnica

LC – Lei Complementar

DEC – Decreto

CMAR – Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento

RTT – Resolução Técnica de Transição

CBMRS – Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul

SIA – *Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes*

UTI – *Technique Interprofessionnelle de la Fédération Nationale du Bâtiment*

FRIM – Fire Risk Index Method

ERIC – *Évaluation du Risque Incendie Calculé*

ARICA – Análise de Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

FRAME – *Fire Risk Assessment Method for Engineering*

CRISP – Computation of Risk Indices by Simulation Procedures

FIRECAM – Modelo de Avaliação de Custo de Risco

BFSEM – *Building Fire Safety Engineering Method*

LISTA DE SÍMBOLOS

m – metros

m² - metros cuadrados

MJ/m² - megajoules por metro cuadrado.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	19
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	19
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA	19
2.3 PREMISSA	19
2.4 DELIMITAÇÕES	19
2.5 LIMITAÇÕES	20
2.6 DELINEAMENTO	20
3 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	22
3.1 BREVE HISTÓRICO	22
3.1.1 Histórico Internacional	22
3.1.1.1 Grande Incêndio de Roma	22
3.1.1.2 Cidade de Londres	23
3.1.1.3 Chicago	23
3.1.1.4 Tragédias do século XX nos Estados Unidos.....	23
3.1.2 Histórico Nacional	24
3.1.2.1 Gran Circo norte-Americano	24
3.1.2.2 Indústria Volkswagen	24
3.1.2.3 Edifício Andraus e Edifício Joelma	25
3.1.2.4 Incêndios na cidade de Porto Alegre	25
3.1.2.5 Eventos na última década	25
3.1.3 Incêndios no Ambiente Escolar	26
3.2 MEDIDAS CONTRA INCÊNDIO	27
3.2.1 Medidas de prevenção e proteção	27
3.2.2 Medidas ativas e passivas	27
3.3 LEGISLAÇÃO E NORMAS NA ÁREA DE SCI.....	28
3.3.1 Normas Internacionais	28
3.3.2 Legislação e Normas Nacionais	28
3.3.3 Legislação Estadual	30
3.3.4 Legislação Atual.....	31
3.4 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS.....	32
4 ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO	34
4.1 MÉTODOS QUALITATIVOS	35

4.2 MÉTODOS SEMIQUANTITATIVOS	35
4.2.1 Método de Gretener	35
4.2.2 Método FRIM	36
4.2.3 Método de Purt	36
4.2.4 Método ERIC	36
4.2.5 Método ARICA	37
4.3 MÉTODOS QUANTITATIVOS	37
5 FIRE RIS ASSESSMENT METHOD FOR ENGINEERING (FRAME).....	38
5.1 APRESENTAÇÃO	38
5.2 RISCO POTENCIAL	42
5.3 NÍVEL DE ACEITABILIDADE	46
5.4 NÍVEL DE PROTEÇÃO	48
6 ESTUDO DE CASO: ESCOLA GUSTAVO ARMBRUST	55
6.1 ESCOLA DOUTOR GUSTAVO ARMBRUST	56
6.2 CÁLCULO DO RISCO DE INCÊNDIO ATRAVÉS DO MÉTODO FRAME.....	64
6.2.1 Risco Potencial	64
6.2.2 Nível de Aceitabilidade	66
6.2.3 Nível de Proteção	67
6.3 RESULTADOS DO CÁLCULO	69
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	77
ANEXO 1	84
ANEXO 2	89
ANEXO 3	94
APÊNDICE A	98
APÊNDICE B	100
APÊNDICE C	103
APÊNDICE D	106
APÊNDICE E	109

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, o fogo sempre teve impactos na vida humana. Foi de grande valia em diversos aspectos como alimentação e iluminação, porém houve também o aspecto negativo, denominado aqui como incêndio. Mesmo com todas as melhorias nesta área, ao longo dos anos a sociedade foi vítima de incêndios em menor ou maior escala, apontando para a necessidade de um estudo mais detalhado da prevenção e proteção contra incêndio.

A situação ideal é a de não haver incêndios, ou seja, um risco zero. Entretanto, tal situação não é possível. Assim sendo, a melhor forma de lidar com um incêndio é proporcionar meios para evitá-lo e, na sua ocorrência, mitigar seus riscos e danos através de medidas protetivas.

Todas as tomadas de decisões que envolvem desde o projeto até a utilização do espaço executado podem favorecer ou dificultar um incêndio. Desde o layout da edificação, os materiais usados na construção ou até a alteração de uso de um prédio existente podem refletir em um sinistro.

Para balizar essas escolhas, legislações foram criadas e alteradas com o passar do tempo, normalmente estimuladas por catástrofes. Essas legislações as vezes se mostram demasiadamente prescritivas, conforme argumenta Ono (2007). Ono e Venezia (2013) indicam que o simples atendimento das legislações muitas vezes não confere uma real segurança, mas sim apenas do ponto de vista legal.

Com o intuito de aprimorar os conhecimentos na área da SCI, foi implementada a quantificação e mapeamento de riscos através de métodos semiquantitativos e quantitativos. Isto é, estudos que aprofundam a análise e apresentam fatores que não são levados em conta pela legislação e que explicitam quais as medidas que mais afetam cada tipo de risco. Seguindo nessa ideia, esse trabalho apresenta um estudo sobre o método FRAME.

O método, oriundo do método de Gretener, calcula e aponta para três riscos em separado, sendo o primeiro risco referente ao edifício e conteúdo, o segundo aos ocupantes e, por fim, o terceiro

à atividade desenvolvida. Sendo assim, pode-se verificar quais são as melhores formas de prevenção e proteção para se obter níveis de risco aceitáveis e equilibrados.

O método pode ser aplicado em diversas situações, como no projeto para tomadas de decisões com relação ao uso de medidas de proteção passiva, quanto para verificar a segurança de edificações já existentes. O cálculo leva em consideração as características de cada caso e calcula o risco potencial, nível de aceitabilidade de risco e o nível de proteção existente, gerando assim os riscos relativos.

Também se inclui como objeto de estudo desse trabalho as chamadas medidas compensatórias, que são providências tomadas quando não é possível atender as exigências impostas pela legislação de segurança contra incêndio, situação que ocorre geralmente em edificações existentes, que com as atualizações, passam a estar em desconformidade com as regras novas. Através do método FRAME, foi realizada a avaliação da segurança reestabelecida ou não pelas mesmas em um estudo de caso específico para fins de comparação. Para tanto, foi desenvolvido um estudo de caso, tendo como objeto deste estudo uma escola estadual na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Por se tratar de um ambiente escolar e possuir alto fluxo de crianças, fica imprescindível a garantia de segurança contra incêndio nesse tipo de edificação.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

A seguir estão descritas as diretrizes que definem o desenvolvimento do trabalho.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

Uma escola com PPCI aprovado nos corpos de bombeiros do RS possui o nível de segurança adequado de acordo com o método FRAME? Qual a influência do uso de medidas compensatórias no risco de incêndio de uma escola em comparação com a mesma edificação sem o uso das medidas?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

O objetivo principal do trabalho é comparar a segurança contra incêndio definida pela legislação vigente no Estado do Rio Grande do Sul com os níveis de segurança obtidos através do método de avaliação de risco de incêndio FRAME. Além disso, o trabalho tem por objetivo verificar se em uma edificação de ocupação escolar que utiliza medidas compensatórias, o nível de segurança é alterado em comparação com a edificação sem o uso das medidas.

2.3 PREMISSA

O trabalho tem por premissa que, pela análise das medidas compensatórias apontadas na legislação vigente no Estado do Rio Grande do Sul, muitas vezes não se consegue manter o nível de segurança desejado. Além disso, as normas atuais no Brasil, devido à necessidade de abrangência geral, acabam sendo muito prescritivas, abrindo pouco espaço para soluções alternativas tão eficientes quanto as soluções existentes, ou até mesmo melhores. Sendo assim, entende-se que é necessário um método que leve em consideração peculiaridades de cada edificação.

2.4 DELIMITAÇÕES

A avaliação de risco de incêndio foi delimitada pelo Método FRAME, por meio de uma comparação entre os resultados da situação existente, de uma hipótese da edificação com projeto aprovado nos Bombeiros sem utilização de medidas compensatórias e de situações de

projeto aprovado com utilização de medidas compensatórias. Ainda houve uma comparação levando em consideração parâmetros internacionais em todas as situações.

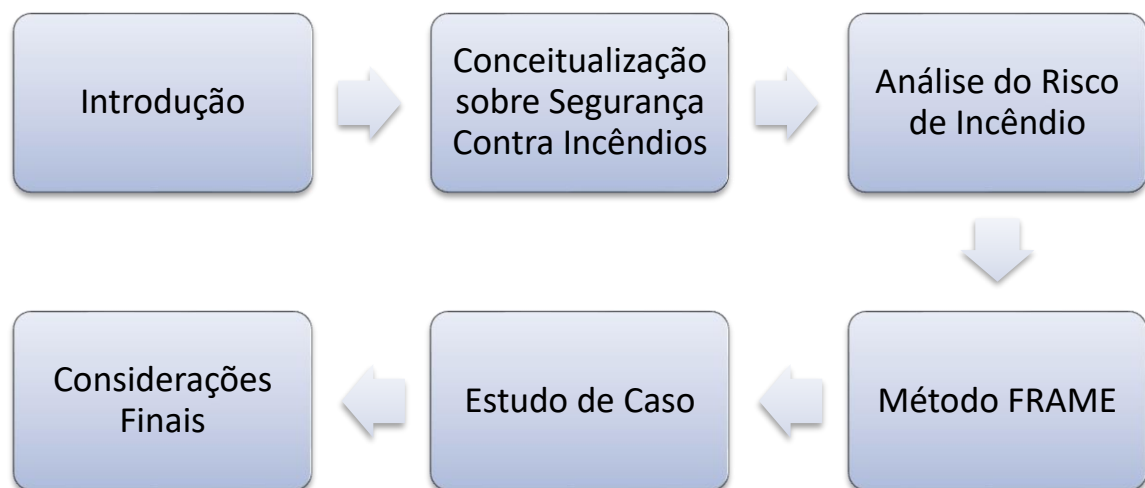
2.5 LIMITAÇÕES

Limita-se a análise do risco de incêndio através do Método FRAME, aplicado a uma edificação, sendo ela existente e de ocupação escolar.

2.6 DELINEAMENTO

O trabalho é formado pelas seguintes etapas:

Figura 1: Diagrama de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

A etapa de Conceitualização sobre Segurança Contra Incêndios apresenta um breve histórico dos grandes incêndios, um resumo sobre as normas e legislações da área e, por fim, apresenta conteúdos e informações técnicas necessárias como forma de embasamento para as etapas seguintes do trabalho.

A análise de risco de incêndio introduz as classificações dos métodos, os métodos de análise de risco existentes, uma rápida explicação dos principais métodos utilizados e uma justificativa da escolha do método FRAME para o presente estudo.

O capítulo Método FRAME expõe detalhadamente o método, explicando suas variáveis e cálculos utilizados.

A etapa de “Estudo de caso: aplicação do Método FRAME” apresenta a escola e suas características e detalha cada valor utilizado no cálculo, bem como a lógica para sua definição e aplicação. Também são comparados os valores de riscos de incêndio a que se chegou nas situações: existente, ideal com o projeto aprovado nos Bombeiros atendendo todas as medidas necessárias e também utilizando medidas compensatórias. Por fim, são comparados os valores de riscos utilizando os parâmetros internacionais.

Nas considerações finais é apontada a utilidade do método, a segurança imposta com uso das medidas compensatórias, a verificação da legislação atual e opiniões a respeito de possíveis próximos passos na SCI.

3 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

A Segurança Contra Incêndio (SCI) tem, cada vez mais, despertado interesse e gerado conhecimento em todo o mundo. Segundo Carlo (2008), “Internacionalmente, a SCI é encarada como uma ciência, portanto uma área de pesquisa, desenvolvimento e ensino.”. Porém, esta área por muito não foi tratada como tal, principalmente no Brasil (MENTZ, 2017). Neste capítulo será exposto um breve histórico da SCI no mundo, Brasil e Rio Grande do Sul, e serão apontadas as medidas de segurança, normas e suas evoluções.

3.1 BREVE HISTÓRICO

A primeira energia utilizada pelo homem de forma intencional foi o fogo. Era empregado para alimentação, iluminação e segurança. Sua domesticação foi fundamental para o desenvolvimento da sociedade (CUNHA, 2010). Mas, com o passar do tempo e a mudança de hábitos do homem, iniciou-se também o risco de incêndio. O fogo descontrolado pode ser catastrófico, passando a ser chamado de incêndio (DA SILVA et al, 2018).

3.1.1 Histórico internacional

Grandes incêndios marcaram a história da humanidade. Espalhados por todo o mundo, cada um gerou diferentes efeitos, sendo estes negativos e positivos. Cada incêndio é próprio e todos tiveram um papel na formação da segurança contra incêndio. Aqui, serão citados alguns dos incêndios bastante conhecidos e que moldaram a área como se conhece hoje.

3.1.1.1 Grande Incêndio de Roma

Para Costa (2002) citado por Valdoir (2017, p. 15), a SCI pode ter seu início apontado ainda na Roma Antiga, em 64d.C. Devido a um incêndio, dez dos quatorze distritos foram totalmente destruídos. Para evitar novos incêndios, Nero implementou regras para construções, como utilização de material resistente ao fogo nas paredes externas e um afastamento mínimo entre edificações (CAMPOS, 2012). De acordo com Cote (2008), talvez tenha sido o primeiro registro de uso de ciência e engenharia na área de segurança contra incêndio.

3.1.1.2 Cidade de Londres

Em 1666, um incêndio devastou a cidade de Londres, destruindo um terço da capital britânica, incluindo inúmeros monumentos com valor histórico e estabelecimentos comerciais, sendo o distrito de Westminster quase destruído pelo fogo (MUCULO, 2013). Com a proximidade das residências de madeira, bem como ruas estreitas, essa estrutura medieval da cidade ajudou, em muito, na extensão do sinistro. A partir deste fato, Londres foi reconstruída utilizando materiais de construção incombustíveis e afastamentos mínimos. Também teve início na Europa o desenvolvimento de medidas de proteção contra incêndio mais próximas do que se têm hoje. Como consequência deste incêndio, as seguradoras já operantes e também as criadas na época desenvolveram as operações do seguro incêndio (SOUZA, 2018).

3.1.1.3 Chicago

Destaca-se também, o grande incêndio de Chicago, em 1871, quarta maior cidade dos Estados Unidos naquela época, que culminou com a morte de 300 pessoas, 17.500 edifícios destruídos e uma área de oito quilômetros quadrados atingida (RODRIGUES, 2010). Como ponto positivo, pode-se citar a reconstrução da cidade apresentando novas regras para a construção e inovação. Além disso, conforme Valdoir (2017, p. 16), após o sinistro, foi criada uma das mais importantes e renomadas entidades de segurança contra incêndio, a *National Fire Protection Association* (NFPA), que até hoje serve como parâmetro e inspiração para a criação de diversas normas na área de SCI.

3.1.1.4 Tragédias do século XX nos Estados Unidos

Mesmo passando por todas essas tragédias, houveram mais quatro grandes eventos no início do século XX, que vitimaram centenas de pessoas nos Estados Unidos. O Teatro Iroquois em Chicago (1903) teve o início do incêndio em um curto-circuito e contou com uma série de medidas que não funcionaram corretamente. De acordo com Gill (2008), acreditava-se que o Teatro era seguro contra incêndios. A casa de Ópera Rhoads na Pensilvânia (1908), incendiou-se a partir da queda de uma lâmpada de querosene e saídas fora de padrão agravaram a situação. A Escola Elementar Collinwood, em Lake View (1908), iniciou o incêndio quando uma viga do teto se inflamou por uma tubulação de vapor próxima e, por fim, a Triangle Shirtwaist Factory, onde as saídas estavam fechadas para não acontecer a saída das trabalhadoras em horário de serviço.

Após estas tragédias, em 1914, a NFPA apresentou o Código de Segurança à Vida, ampliando pela primeira vez a visão das normas, saindo do foco patrimonial e dando especial atenção também à segurança dos ocupantes (GILL et al, 2008).

3.1.2 Histórico Nacional

No Brasil, devido a uma rápida densificação das cidades e um crescimento populacional vertiginoso em um passado recente - de menos de dez milhões de habitantes para mais de cento e noventa milhões em aproximadamente cento e trinta anos de acordo com o primeiro (1872) e último (2010) censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), respectivamente - todos os aspectos da sociedade mostraram deficiência. Segundo Carlo (2008), a SCI seguiu este mesmo padrão em que tudo ficou por fazer.

Como aponta Gill (2008), apenas a partir dos anos sessenta houve movimentação na área de SCI devido a sua urbanização acontecer décadas depois se comparada aos grandes centros mundiais e também por não ter nenhum grande incêndio datado.

3.1.2.1 Gran Circo norte-Americano

No ano de 1961, ocorreu o desastre com o maior número de vítimas fatais no Brasil. O Gran Circo Norte-Americano, em Niterói, foi alvo de um incêndio criminoso. A lona que cobria os dois mil e quinhentos espectadores foi tomada pelas chamas e caiu sobre os mesmos. Pessoas morreram queimadas e pisoteadas, com os corpos obstruindo as saídas. O dimensionamento e posicionamento equivocados das saídas, bem como a falta de pessoas treinadas para orientação de escape, foram os fatores apontados como os causadores da tragédia (GILL et al, 2008).

3.1.2.2 Indústria Volkswagen

Em 1970, a indústria Volkswagen, em São Bernardo do Campo, pegou fogo e teve quatro mortes, além de uma perda material total. Até então, acreditava-se que o tipo de construção padrão e a localização litorânea, se não zeravam, diminuía em muito o risco de um grande incêndio (GILL et al, 2008). Depois do mesmo, começaram os estudos para implantação de sistemas de controle de fumaça.

3.1.2.3 Edifício Andraus e Edifício Joelma

O primeiro grande incêndio em prédios elevados ocorreu em 1972, no edifício Andraus, em São Paulo. A edificação contava com 31 andares, estrutura em concreto armado e acabamento em pele de vidro, o qual facilitou o alastramento do fogo. O saldo final foi de 16 mortos e só não foi maior devido a existência de um heliponto na cobertura, onde as pessoas puderam se proteger das chamas até seu resgate. Dois anos mais tarde, aconteceu o incêndio no edifício Joelma, de 23 pavimentos, também erguido em concreto armado, porém sem pele de vidro. Aqui houveram cento e setenta e nove mortos. Este número tão mais alto que do Andraus pode ser explicado pela ação das pessoas que ao lembrar do sinistro anterior, pensaram em fazer o mesmo, mas neste caso a estrutura não contava com um heliponto e sua localização entre outros prédios dificultava o acesso de resgate aéreo (LIBERATO et al, 2015).

Pode-se entender que estes dois desastres definiram um marco na segurança contra incêndio no país. Autoridades e acadêmicos foram sensibilizados e assim houve a criação do Laboratório de Ensaio de Fogo no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (ONO, 2007). Após estes, as normas e legislações da área passaram a ser debatidas e melhoradas com diversas regulamentações que existem hoje, sendo propostas na época.

3.1.2.4 Incêndios na cidade de Porto Alegre

Em Porto Alegre, é importante recordar de alguns ocorridos como do Grande Hotel, em 1967, lojas Americanas em 1973, das lojas Renner, em 1976 e do Mercado Público, sendo este acometido por incêndios em 1912, 1976, 1979 e, por último, 2013.

3.1.2.5 Eventos na última década

Recentemente, em 2013, Santa Maria presenciou o incêndio com maior número de vítimas fatais do estado. Após o uso de um instrumento pirotécnico por parte de um membro da banda que se apresentava no palco da boate Kiss, a espuma de isolamento acústico entrou em contato com o artefato, gerando muita fumaça tóxica. Diversos itens de segurança não foram atendidos naquele momento, levando a morte de 242 pessoas. Após o ocorrido, a lei estadual (que já estava ultrapassada) foi totalmente repensada e alterada.

Em maio de 2018, o edifício Wilton Paes de Almeida, em São Paulo, que havia sido tombado e no momento estava ocupado irregularmente, desabou após incêndio em que sua estrutura não suportou o calor pelo tempo necessário por norma, além de edificações vizinhas também sofrerem danos devido ao incêndio.

Em setembro do mesmo ano, no Rio de Janeiro, o maior museu de história natural do Brasil pegou fogo. Grande porção da estrutura era de madeira e muitos materiais contidos nele eram inflamáveis. O museu contava com vinte milhões de peças em seu acervo, incluindo o fóssil humano mais antigo das Américas, o crânio de Luzia. A situação junto ao Corpo de Bombeiros era irregular.

Em fevereiro desse ano, o alojamento do centro de treinamento das categorias de base do Flamengo foi atingido pelo fogo na madrugada, enquanto os atletas dormiam. A tragédia teve início em um ar condicionado e matou 10 meninos. As acomodações eram em containers e o Ninho do Urubu, como era conhecido, não possuía Certificado de Aprovação dos Bombeiros do Rio de Janeiro, sendo que, no último projeto aprovado na prefeitura, havia um estacionamento no local do dormitório.

3.1.3 Incêndios no ambiente escolar

O ambiente escolar também não foge do risco de incêndios. Em 2000, na creche Casinha da Emília, situada na cidade de Uruguaiana, um curto-circuito numa estufa gerou o fogo e matou 12 crianças. No ano de 2007, em Santa Maria, um incêndio devastou mais da metade do Colégio Centenário e a Faculdade Metodista. O fogo começou em um laboratório de informática devido a um curto-circuito. A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) também já foi atingida por incêndios. Em 2013, uma substância química explodiu no laboratório de Biotecnologia Vegetal, que foi destruído em partes. Em 2017, um funcionário da Creche Gente Inocente ateou fogo no ambiente, vitimando dez crianças, três funcionários e o próprio causador da tragédia.

Apresentados todos estes episódios, percebe-se que, ao longo de toda a história, a SCI deu seu próximo passo sempre após um sinistro e ao custo de muitas vidas humanas. O aperfeiçoamento de leis e normas existentes geralmente acontece devido ao clamor que ocorre pós tragédia (DUARTE, 2018). Pode-se apresentar a mesma como sendo uma área reativa aos incidentes a ela envolvidos.

3.2 MEDIDAS CONTRA INCÊNDIO

Conforme Instrução Técnica nº 03 (CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018), a segurança contra incêndio é o “conjunto de ações, medidas de proteção ativa e passiva, além dos recursos internos e externos à edificação e áreas de risco, destinadas a controlar a situação de incêndio, proporcionar o abandono seguro das pessoas e garantir o acesso das equipes de atendimento a emergência”. As medidas contra incêndio se dividem em dois campos: prevenção e proteção.

3.2.1 Medidas de prevenção e proteção

As medidas de prevenção têm a função de evitar que os sinistros tenham início (DA SILVA, 2018). Cunha (2010) afirma que a investigação de incêndios, educação, planejamento, inspeção e engenharia de segurança são formas de alcançar a prevenção. Já as medidas de proteção podem ser divididas entre ativas e passivas.

3.2.2 Medidas ativas e passivas

Para Lopes (2008), a proteção passiva visa a segurança estrutural do edifício e de seus ocupantes, limitando o ambiente de incêndio, evitando sua propagação e liberando as pessoas dos efeitos dos gases tóxicos produzidos. Ainda segundo o mesmo autor, a proteção ativa deve combater o incêndio já instaurado com o uso de equipamentos de intervenção, sendo estes os sistemas de detecção e alarme ou os sistemas de extinção, manual ou automaticamente. Já a Norma Brasileira aprovada pela ABNT (NBR) 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - procedimento, define as medidas passivas como as medidas incorporadas ao sistema construtivo, funcionais durante o uso normal da edificação, evitando crescimento e propagação do fogo. Já as ativas como aquelas que são ativadas manual ou automaticamente para defender a edificação do fogo, compostas pelas instalações prediais de proteção contra incêndio (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001).

Como não é possível haver certeza quanto a isenção de riscos, Ono (2007) define a segurança contra incêndio como sendo a compatibilização e integração racional de medidas de segurança, “em conjunto, essas medidas visam manter o risco de incêndio em níveis aceitáveis.”

No Brasil, a falta de importância dada ao planejamento dificulta a adoção de tais medidas, que se tornam gastos maiores nas fases subsequentes e acabam sendo tratadas como empecilhos na busca de um habite-se ao invés de serem tratadas e programadas ainda na altura de projeto como elementos tão importantes quanto conforto térmico ou estética da edificação por exemplo. Campos (2018) observou que um melhor custo-benefício é obtido ao se construir pensando e planejando.

3.3 LEGISLAÇÕES E NORMAS NA ÁREA DE SCI

Conforme escrito por (Carlo et al, 2008), “A normalização em SCI visa basicamente salvar vidas e evitar perdas patrimoniais em virtude da ocorrência de incêndios. Indiretamente, a normalização mostra o estágio de desenvolvimento científico e tecnológico de uma área de conhecimento.”

3.3.1 Normas Internacionais

Internacionalmente, é importante ressaltar duas entidades: a *International Standard Organization* (ISO), apresentando mais de 250 textos na área, os quais são utilizados para certificações e a *National Fire Protection Association* (NFPA), com 383 códigos disponíveis online atualmente, refletindo a modernização do setor, através de pesquisa e experiência prática, que tem grande influência nas normas brasileiras.

É importante salientar também que existem muitas outras normas em países mais desenvolvidos em termos de segurança contra incêndio. Cita-se o Reino Unido, países europeus em geral, Japão, etc...

3.3.2 Legislação e Normas Nacionais

No Brasil, o responsável pelas normas da área é o Comitê Brasileiro de Segurança Contra Incêndio (CB-24), e, segundo o mesmo, havendo 77 normas de segurança contra incêndio.

Observando os números, percebe-se a diferença entre os países. Duarte (2018) chama de brutal essa diferença, mas aponta que não só a diferença cultural está inclusa, mas também que a entidade americana é mais antiga.

Como tratado anteriormente, a legislação de incêndio sempre foi revista após o acontecimento de uma catástrofe. Em seguida ao Joelma, foi apresentada a primeira legislação que tratou da proteção contra incêndio: o Decreto Municipal nº 10.878 (1974) de São Paulo, que instituía normas especiais para a segurança dos edifícios (GILL, 2008). Em 1974, ocorreu a primeira manifestação técnica na área de SCI, no Clube de Engenharia do Rio de Janeiro, durante o 1º Simpósio de Segurança Contra Incêndio. Ainda em 1974, foi publicado pela ABNT a NB 208 – Saídas de Emergência em Edifícios Altos. Em 1975 houve a reestruturação do Corpo de Bombeiros de São Paulo, com a criação do Comando Estadual, tendo a missão de evitar incêndios. Em 1976, foi regulamentado o Decreto-Lei nº 247 no estado do Rio de Janeiro. Gill (2008) aponta, assim, que as movimentações incluíam tanto o meio técnico quanto o político.

Em São Paulo, no ano de 1983, surgiu uma legislação estadual, o Decreto nº 20.811/83, que exigia saídas, compartimentações, alarme, iluminação de emergência, etc. O Decreto ainda sofreu atualizações em 1993 e em 2001, apresentando-se mais completo.

O estado de SP sempre esteve à frente na área de SCI, tanto pela ocorrência de grandes incêndios, quanto pelo investimento na área, sendo casa para o primeiro laboratório no país em SCI. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de SP até hoje contribui para gerar conteúdo base para o restante do país.

Conforme ocorria o avanço não uniforme entre estados na área, e a falta de uma legislação federal para unificar o território nacional, os mesmos passaram a prevalecer legislativamente, através de seus Corpos de Bombeiros e os municípios respeitando e, até mesmo, vinculando questões como habite-se ao cumprimento das exigências dos Bombeiros. Isto gerou uma falta de linearidade que dificulta o avanço da área no país. Para Duarte (p. 15, 2018), “um Código Nacional de Segurança Contra Incêndio se prestaria a disciplinar regras gerais, deixando aos Estados as regras mais específicas.”.

Como forma de tentar melhorar essa situação, em 2017, foi sancionada a chamada “Lei Kiss Federal”. Como pode ser visto no art. 2º Lei nº 13.425 (PLANALTO, 2017), esta Lei aponta a

ideia de o poder público municipal normatizar regras em situações específicas, respeitando a legislação estadual:

Art. 2. O planejamento urbano a cargo dos Municípios deverá observar normas especiais de prevenção e combate a incêndio e a desastres para locais de grande concentração e circulação de pessoas, editadas pelo poder público municipal, respeitada a legislação estadual pertinente ao tema. (g.n.)

Essa primeira tentativa de uniformização trouxe consigo alguns pontos de destaque: inclusão do ensino da área de SCI nas graduações de Engenharia e Arquitetura, divulgação online de quais locais possuem alvará e a criação e alimentação de um sistema único de informações e estatísticas de incêndios.

Vale ser ressaltado também o veto feito ao inciso IV do artigo 4º da Lei. Este apontava para a obrigatoriedade dos processos em se seguir atos normativos expedidos por órgãos competentes, como a ABNT. Com o veto, os procedimentos normativos criados pelo Corpo de Bombeiros como Resoluções Técnicas (RTs) e Instruções Técnicas (Its), podem seguir como norte para os processos (MENTZ, 2017). Trata-se de um avanço, pois em muitos casos, as normas técnicas da ABNT estão desatualizadas se comparadas aos procedimentos próprios dos Bombeiros.

3.3.3 Legislação Estadual

No que tange o estado, até a década de 70, o Rio Grande do Sul não possuía uma legislação específica na área de SCI, contudo, a Constituição Estadual de 1947 (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RS, 1947) conferia à Brigada Militar da Capital (da qual fazia parte o Corpo de Bombeiros), a prevenção e combate de incêndio. Com os incêndios das lojas Americanas (1973) e lojas Renner (1976) em Porto Alegre, foram aprovadas leis que apontavam a obrigatoriedade de extintores de incêndio de acordo com as características da edificação.

Utilizando como exemplo a capital, sem uma Lei estadual e sem Leis municipais próprias, muitos municípios do estado fizeram uso das mesmas até a criação de leis estaduais, sendo a Lei nº 10.987 (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RS, 1997) e o Decreto (DEC) nº 37.380 (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO RS, 1997). Em 1998, a Lei Complementar (LC) nº 420 (PORTO ALEGRE, 1998) é publicada, instituindo o Código de Proteção Contra Incêndio de Porto Alegre, e, por ser mais rigorosa que o Decreto anteriormente citado, passa a ser empregada pelos demais municípios do estado ao invés da legislação estadual.

3.3.4 Legislação atual

Por fim, diante das falhas existentes na legislação expostas com o incêndio da Boate Kiss em 2013, no final do mesmo ano, a Assembleia Legislativa do estado aprovou a Lei Complementar nº 14.376, conhecida como Lei Kiss. Aprovada às pressas pelos parlamentares, visando mostrar algum resultado concreto para a sociedade que demonstrava descontentamento após o incidente em Santa Maria, a Lei entrou em vigor com diversas falhas e lacunas na sua escrita.

Desde então, a Lei já passou por revisões e atualizações por meio de Leis Complementares e Decretos Estaduais. A atualização mais recente é a LC nº 14.924 de 2016, regulamentada pelo Decreto nº 51.803/2014 e atualizado pelo DEC nº 53.280 de 2016. Com essas, a Lei passou a ser mais abrangente e rigorosa, sendo de extrema importância para a segurança da população e avanço na área de SCI no estado.

A Lei determina o enquadramento das edificações de acordo com algumas características como ocupação, altura, área construída e carga de incêndio. A partir das quais enquadra em categorias e aponta quais itens devem ser efetivamente apresentados e instalados. Dentre os itens que podem ser necessários, normalmente têm-se os extintores, iluminação de emergência, sinalização de emergência, saídas de emergência e brigada de incêndio. Além destes, dependendo das particularidades do imóvel, pode ser necessário acesso de viaturas na edificação, alarme de incêndio, chuveiros automáticos, compartimentação horizontal e/ou vertical, controle de fumaça, controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR), detecção automática, hidrantes e mangotinhos, plano de emergência e segurança estrutural em incêndio.

Como forma de auxílio, a Resolução Técnica de Transição (RTT) em seu Art. 1º aponta qual norma, RT ou IT cada medida deve seguir:

Art 1. Estabelece os requisitos mínimos exigidos nas edificações, áreas de risco de incêndio, estabelecendo especificações para a segurança contra incêndio no Estado do Rio Grande do Sul, até a publicação das Resoluções Técnicas do CBMRS específicas, conforme Lei Complementar n.º 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e suas alterações, e Decreto Estadual n.º 51.803, de 10 de setembro de 2014, e suas alterações.”

Como exemplo, a RTT estabelece que a iluminação de emergência deve ser prevista conforme a ABNT NBR 10898 (2013), enquanto as saídas de emergência devem respeitar o estabelecido na RT CBMRS nº 11 – Parte 01/2016 e suas atualizações.

Apresentado todo o histórico de legislações, é diagnosticado que, mesmo com as significativas melhoras nas regras da área ao decorrer dos anos, a legislação de incêndio no Brasil segue sendo deveras prescritiva. Tavares (2002), fala que os códigos prescritivos apontam como alcançar a segurança, porém sem esclarecer as intenções de tais recomendações. Como consequência, observa-se um maior custo nos projetos resultante de medidas redundantes ou em excesso definidas pelo código. Ademais, em muitos casos, ainda assim não há garantia da segurança das pessoas e edificação.

Buscando um avanço em todos os âmbitos da área, cada vez mais se tem discutido os códigos baseados em desempenho, que se fundamentam na análise de risco e visam a liberdade de soluções alternativas, mantendo o nível de segurança.

Sendo assim, são introduzidos no próximo capítulo, os métodos de análise de risco e, com um maior enfoque, o método de FRAME, que será utilizado no estudo de caso.

3.4 Medidas Compensatórias

No que tange às medidas compensatórias e inviabilidade técnica, a RT CBMRS nº 5 – Parte 07 Processo de Segurança Contra Incêndio: Edificações e Áreas de Risco de Incêndio Existentes (2016) é quem determina o processo administrativo referente às edificações e áreas de risco de incêndio definidas como existentes, conforme a Lei Complementar nº 14.376 (2013) e suas alterações, e Decreto Estadual n.º 51.803 e suas alterações (RIO GRANDE DO SUL, 2014).

Vale ressaltar que de acordo com o parágrafo acima, a possibilidade de uso do recurso de medidas compensatórias se apresenta válido apenas para edificações consideradas como existentes, definindo assim que novos empreendimentos devem apresentar necessariamente as medidas previstas de acordo com a Lei n.º 14.376 (2013) e suas alterações.

As medidas compensatórias sugeridas na RT devem ser usadas quando há a impossibilidade técnica de apresentação de uma ou mais medidas de segurança contra incêndio definidas conforme visto anteriormente. Apresentam-se então medidas compensatórias com o intuito de

mitigar o risco de incêndio e manter a segurança. Nesta RT, também são tratadas como inviabilidades técnicas as situações de patrimônio histórico-cultural e prédios tombados de interesse público.

As medidas compensatórias são definidas como instalações, equipamentos, sistemas construtivos ou medidas de organização do socorro e treinamento que visam mitigar os riscos criados devido a impossibilidade de execução das medidas definidas na legislação, decorrente das características construtivas e áreas de risco já executadas (RIO GRANDE DO SUL, 2016). Deverão recompor o nível de proteção e cumprir o objetivo da medida original.

A RT CBMRS – n.º 5 – Parte 07 (2016) define os objetivos na avaliação das medidas compensatórias como:

- a) Garantir o alerta antecipado e o abandono seguro de todos os ocupantes da edificação ou área de risco de incêndio;
- b) Limitar a propagação do incêndio aos compartimentos e pavimentos adjacentes, reduzindo significativamente os danos ao patrimônio;
- c) Fornecer meios, automáticos ou não, para o controle ao princípio do incêndio;
- d) Fornecer meios para os serviços especializados extinguirem o incêndio.

As medidas compensatórias que compõem a Tabela 1 desta resolução técnica e estão no Anexo 1 desse trabalho, servem como referência a quem apresenta o Plano de Prevenção Contra Incêndio, quanto a quem analisa e aprova o mesmo, sendo que outras medidas podem ser propostas e aprovadas mediante análise prévia. A proporcionalidade das medidas, os requisitos e o nível de substituição serão propostos pelos responsáveis técnicos e avaliados pelo CBMRS, podendo o mesmo exigir documentações complementares para comprovação da eficiência das medidas compensatórias.

4 ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

Este capítulo tem como objetivo decorrer sobre a utilização da análise de risco de incêndio como ferramenta na segurança contra incêndio e apresentar as diferentes metodologias existentes que podem ser importantes para se chegar a um resultado de segurança mais efetivo.

Ao longo da história, com o crescimento do perigo que os incêndios geravam, também se desenvolviam os meios de combate, tanto na forma de geração de conhecimento, cada vez mais entendendo o fogo, seus elementos e a maneira como se davam os incêndios, bem como na criação e aprimoramento de equipamentos e legislações.

Como visto no capítulo anterior, as legislações, mesmo que com todo o avanço em favor da segurança já obtido ao passar dos anos, têm pontos negativos principalmente ao se levar em consideração os dias atuais, onde, cada vez mais, novas tecnologias e materiais são desenvolvidos. Seito (2008) fala que o regulamento prescritivo é muito rígido e a burocracia que envolve a aprovação de uma lei acaba retardando o desenvolvimento de projetistas e fiscalizadores. Para Armani (2018) “os regulamentos prescritivos parecem funcionar bem para alguns riscos, mas são falhos para determinadas ocupações e faltam mecanismos para balancear as várias fontes de riscos potenciais.”.

Como forma de tentar amenizar essas situações, cada vez mais se discute o uso de métodos baseados no desempenho, que têm por base a análise de riscos de incêndio. Risco é “o efeito combinado da probabilidade de ocorrência de um acontecimento não desejado e a gravidade de suas consequências.” (LOPES, 2008). Já para a norma brasileira NBR ISO 31.000 que trata da Gestão de Riscos, define risco como efeito da incerteza nos objetivos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

Sendo assim, a gestão de risco de incêndio possibilita a análise permanente das condições de SCI, contrariando a ideia de segurança apenas por a edificação ter o licenciamento em dia (ARMANI, 2018).

De acordo com Frantzich (1998), a análise de riscos pode ser dividida em três níveis, dependendo de quão detalhada a análise precisa ser, e dos recursos disponíveis para tal:

- Métodos Qualitativos;
- Métodos Semiquantitativos;
- Métodos Quantitativos.

4.1 MÉTODOS QUALITATIVOS

Os métodos qualitativos de mapeamento são os mais básicos e de mais fácil compreensão e utilização. Esses métodos objetivam apenas verificar se o objeto em análise está de acordo ou não com as medidas mínimas (CUNHA, 2010). Não há a quantificação da probabilidade de risco, do mesmo modo inexistente a avaliação da segurança já existente e pontos vulneráveis (LUCENA, 2014). Dentro dessa classificação, apresentam-se os métodos de árvore lógica, método descritivo e “*check list*”, sendo o último o método comumente utilizado no Brasil. Seu maior problema reside no fato de não haver uma quantificação da importância de cada fator (LUCENA, 2014).

4.2 MÉTODOS SEMIQUANTITATIVOS

Os métodos semiquantitativos demandam mais informações acerca da edificação. Com estes dados iniciais, faz-se o uso de parâmetros já previamente estabelecidos por profissionais com larga experiência na área, gerando valores que demonstram o nível de segurança obtido. Aqui é estabelecida a capacidade de cada fator influenciar o resultado final e quantificar o risco existente. Dentro desta categoria, destacam-se os seguintes métodos.

4.2.1 Método de Gretener

Desenvolvido pelo engenheiro suíço Max Gretener, publicado em 1965, é um dos mais importantes e reconhecidos métodos semiquantitativos de avaliação de risco de incêndio. Seu objetivo inicial era auxiliar as empresas seguradoras contra incêndio, sendo aplicado em edifícios industriais e de grandes dimensões. Em 1984, após revisão, foi publicado pela *Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes* (SIA), conhecido como SIA – 81 “Método de avaliação de risco de incêndio”. Os fatores e respectivos pesos apontados, foram definidos através de estatísticas por consenso do meio técnico e científico. É um dos métodos mais utilizados por

sua abrangência e fácil utilização, bem como aceitação dos órgãos envolvidos na questão (VALENTIM, 2014). Como contra ponto, o método parte do princípio que itens como saídas de emergência, afastamento entre edificações e iluminação de emergência são atendidos (SIA, 1984), o que muitas vezes não representa a realidade.

4.2.2 Método FRIM

O *Fire Risk Index Method* foi desenvolvido por Sven-Erik Magnusson e Tomas Rantatalo na Universidade de Lund, na Suécia e apresentado em 1998. É um método comum nos países nórdicos e tem sua aplicação em edificações de madeira (VALENTIM, 2014). É de fácil aplicação e pode ser utilizado por pessoas com pouco conhecimento na área. Compreende uma escala de 0 a 5, onde um índice de risco elevado representa um nível elevado de segurança e do mesmo modo, uma classificação baixa representa um nível baixo de segurança. Contempla 17 parâmetros de análise, com pesos definindo sua relevância.

4.2.3 Método de Purt

Conhecido pelo nome do especialista Gustav Purt, o método foi desenvolvido em 1971 pela Euroalarm (Organização que congrega os fabricantes europeus de sistemas de alarme contra incêndios) tendo como base o método de Gretener e como objetivo a aplicação mais direta para a escolha dos meios de proteção. Propõe as medidas que devem ser tomadas e apresenta a indicação dos meios alternativos de proteção que devem ser escolhidos como resultado final (LOPES, 2008). O método distingue o risco relativo ao edifício (Re) e outro relativo ao conteúdo da edificação (Rc) que representa o risco para as pessoas.

4.2.4 Método ERIC

O *Évaluation du Risque Incendie Calculé* foi desenvolvido em 1977 pela *Union Technique Interprofessionnelle de la Fédération Nationale du Bâtiment* (UTI) a pedido do Ministério Francês do Interior, também fora baseado no método de Gretener. Os especialistas responsáveis foram Cluzel e Sarrat. O método apresenta semelhança com o método de Purt, sendo feita a avaliação de dois riscos. Os resultados apontam à necessidade de implantação de medidas de segurança, porém não identificando quais (LOPES, 2008).

4.2.5 Método ARICA

A Análise do Risco de Incêndio em Centros Urbanos Antigos foi desenvolvida por António Leça Coelho, investigador principal do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) e tem como objetivo avaliar o risco de incêndio em centros urbanos antigos em Portugal. O princípio do método é que edificações nos centros urbanos antigos não podem apresentar um grau de risco superior aos edifícios recentes, devido às pessoas não poderem ser sujeitadas a tal e também pela importância histórica e cultural dessas edificações. O método tem por base o método de Gretener e associa três fatores globais para a determinação do risco: início do incêndio, desenvolvimento e propagação no edifício e evacuação (COELHO, 2010 citado por LUCENA, 2014). Muculo (2013) aponta que a aplicação do método apresenta dificuldades na determinação de alguns parâmetros, como a carga de incêndio mobiliária, devido à falta de informações referentes aos prédios antigos.

Por fim, existe também o *Fire Risk Assessment Method for Engineering* (FRAME), que será proposto e tratado detalhadamente no próximo capítulo.

4.3 MÉTODOS QUANTITATIVOS

Os métodos quantitativos ou probabilísticos são mais complexos e exigem um maior conhecimento na área de prevenção contra incêndios. São os meios que apresentam os melhores resultados, através do cruzamento de hipóteses, dados e relações matemáticas, identificando a distribuição do risco e suas consequências. Deste modo, são convenientes quando se necessita maior aprofundamento no estudo. Todavia, devido ao seu detalhamento, seu custo e tempo tomado são maiores, tornando assim sua utilização inviável na maioria das vezes se comparado aos métodos semiquantitativos (CUNHA, 2010). Como exemplos, pode-se citar o *Computation of Risk Indices by Simulation Procedures* (CRISP), Modelo de Avaliação de Custo de Risco (FIRECAM) e *Building Fire Safety Engineering Method* (BFSEM).

5 FIRE RISK ASSESSMENT METHOD FOR ENGINEERING (FRAME)

5.1 APRESENTAÇÃO

Como dito anteriormente, o método FRAME é um método semiquantitativo de avaliação de riscos. Foi desenvolvido a partir do método de Gretener, e de tantos outros métodos análogos como o ERIC, normas austríacas e alemãs e sistemas usados pelas seguradoras.

Como o método de Gretener aponta apenas o risco patrimonial, era necessário incluir fatores para os riscos relativos aos ocupantes das edificações e às atividades nelas desenvolvidas para se obter uma real abordagem global de avaliação de riscos.

Inicialmente, FRAME foi pensado para ser utilizado por engenheiros de segurança ao projetar medidas, chegando a resultados mais satisfatórios e balanceados. Atualmente, sua utilização se estende na área prática para concepção de novos projetos ou também situações já existentes, onde pode-se demonstrar que mesmo em conformidade com as legislações vigentes, existem locais que não são seguros. Também é procurado para a área de pesquisa e ensino, sendo ferramenta de estudo. (SMET, 2008)

Com o uso do FRAME, o engenheiro ganha alternativas, se comparado às legislações prescritivas, podendo gerar um melhor custo-benefício ao se buscar soluções, bem como um maior controle de qualidade devido a sua sistemática reduzir as subjetividades encontradas. (SMET, 2008)

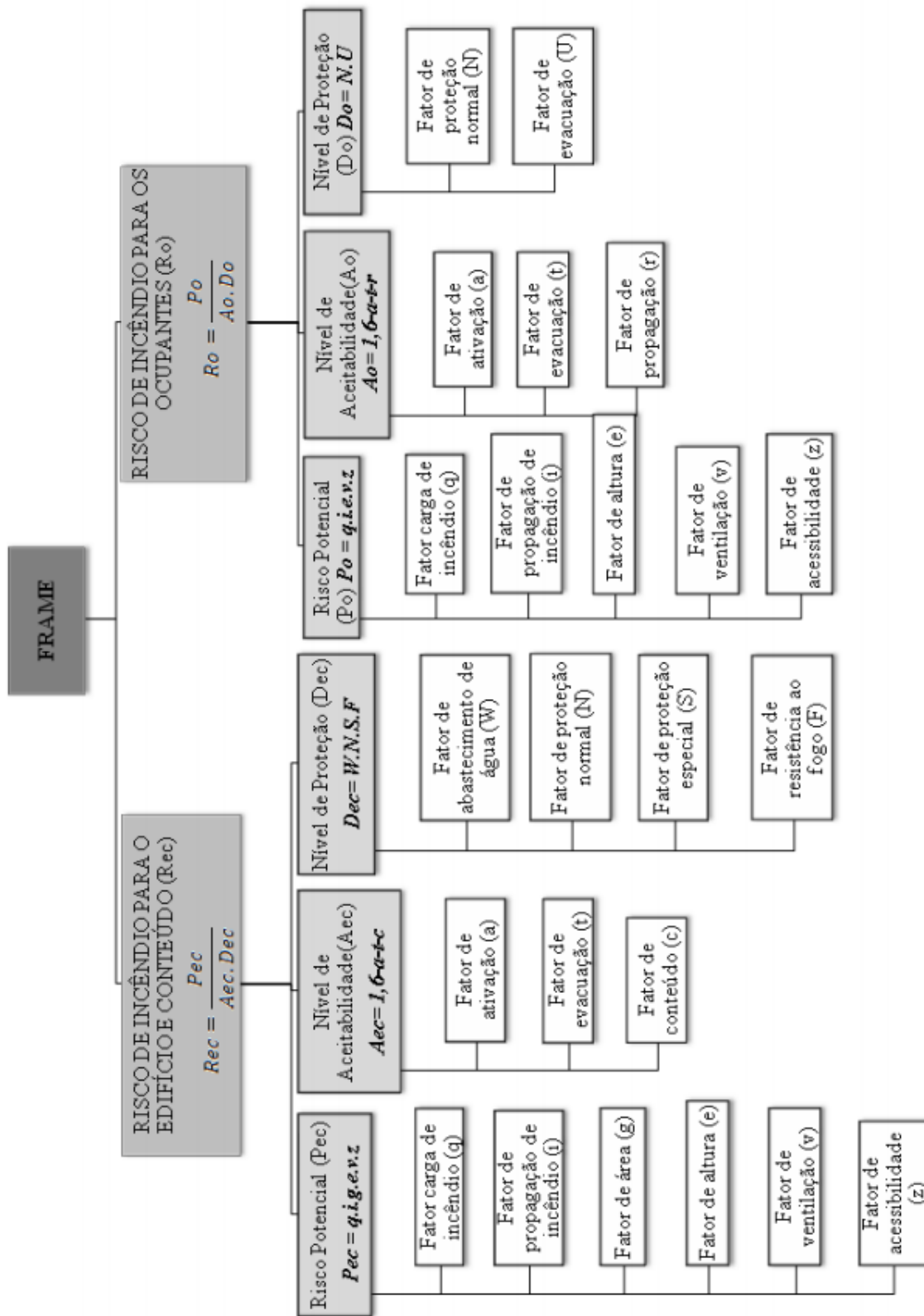
O método FRAME calcula três diferentes riscos: em relação ao patrimônio, para as pessoas que ocupam o lugar e referente às atividades desenvolvidas no mesmo. Através de fatores e pesos preestabelecidos por estudiosos na área, relacionados com diversas características das edificações, são utilizadas fórmulas para uma avaliação sistemática, e o resultado final é expresso de forma numérica, em uma série de valores que correspondem a aspectos positivos e negativos. Assim, o técnico pode observar e apontar os principais pontos que afetam a segurança contra incêndio. Salienta-se que o método não é válido para instalações a céu aberto. (SMET, 2008)

Conforme Smet (2008), o FRAME dispõe de cinco princípios básicos:

1. Um edifício bem protegido conta com um equilíbrio entre perigo e proteção. Este princípio é expresso em forma numérica, sendo que para valores até 1, há proteção e valores acima deste, quanto mais altos, delegam a situações mais desfavoráveis. Este equilíbrio é entendido como sendo encontrado em local no qual o dano devido a um incêndio se limita ao compartimento em que se iniciou o fogo, não existam vítimas e que se possa voltar a utilizar o local após sua limpeza e reparos necessários.
2. É feita a avaliação do perigo através de duas séries de fatores. Uma considera o caso mais desfavorável, sendo o risco potencial P, e a outra aponta a extensão das possíveis consequências, o risco aceitável A.
3. A proteção pode ser calculada levando em conta valores específicos para as diferentes técnicas de construção. Os valores representam os meios de extinção, medidas relacionadas a evacuação, resistência ao fogo, medidas manuais e automáticas, formas de ajuda profissional e compartimentação.
4. São efetuados três cálculos, sendo um para o edifício e seu conteúdo, outro para as pessoas do edifício e também um para a atividade econômica lá desenvolvida. Isto deve-se ao fato de que os fatores têm diferente influência em cada caso, gerando assim riscos potenciais e aceitáveis diferentes e as medidas de proteção entregam resultados desiguais.
5. O cálculo se refere a um compartimento, ou seja, se existirem mais andares, deverá ser calculado cada andar, ou o que apresente maior perigo.

A seguir, são apresentadas as definições e fórmulas do método, propriamente ditas. O procedimento foi feito com o auxílio do “FRAME 2008” Manual para o usuário, escrito por Erik de Smet, Offerlaan 96, B 9000 GENT Belgium. O fluxograma abaixo mostra todo o procedimento, apontando os fatores, fórmulas e cálculos necessários.

Figura 2: Fluxograma do procedimento de cálculo FRAME



FÓRMULAS:

$$q = \frac{2}{3} x \log(Qi + Qm) - 0,55 \quad g = \frac{5x^2 \sqrt{(b^2 x l) + b}}{200}$$

$$i = 1 - 0,1 x \log m + \frac{M}{10} - \frac{T}{1000} \quad e = \left| \frac{E + 3}{E + 2} \right|^{0,7 x E}$$

$$v = 0,84 + 0,1 x \log Qm - \sqrt{kxv/h}$$

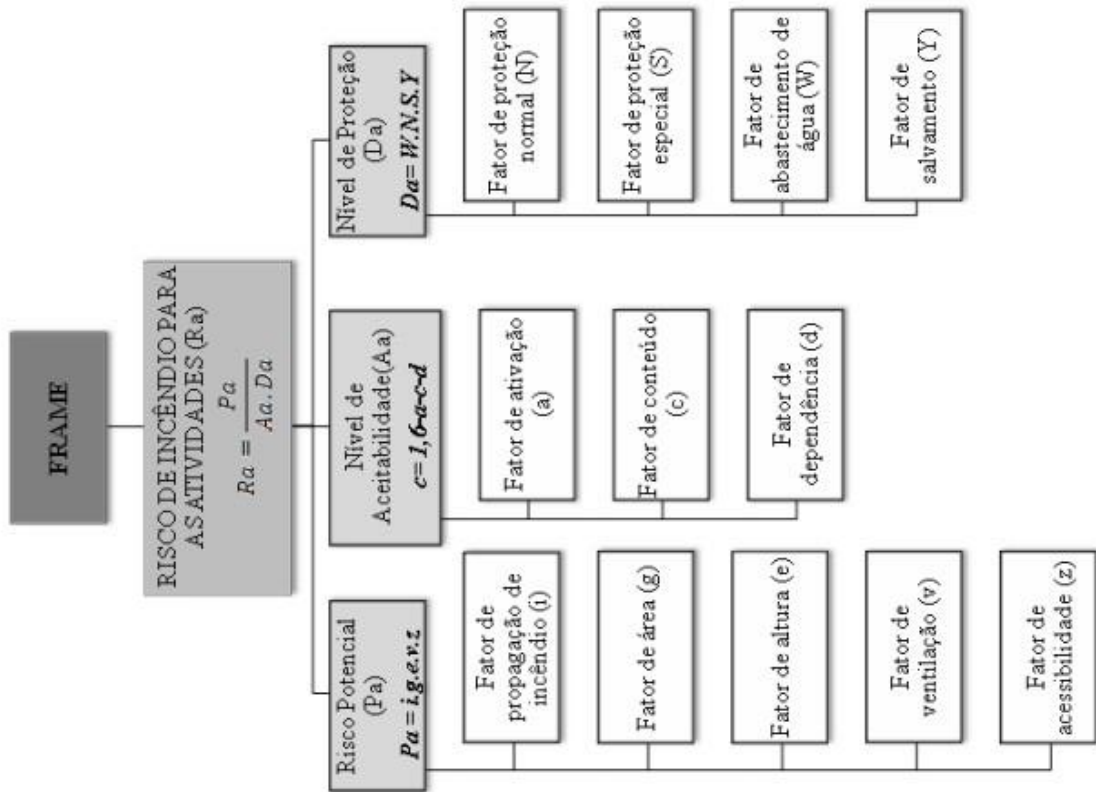
$$z = 1 + 0,05 x INT \left[\frac{b}{20xZ} + \frac{H^+}{25} / + \frac{H^-}{3} \right]$$

$$t = \frac{p.x. [(b+l) + (\frac{X}{x}) + 1,25.H^+ + 2.H^-] . (b+l)}{800.K. [1,4.x.(b+l) - 0,44.X]}$$

$$r = 0,1 x \log(Qi + 1) + \frac{M}{10} \quad N = 0,95^n \quad n = \sum_{i=1}^4 ni$$

$$W = 0,95^w \quad w = \sum_{i=1}^7 wi \quad S = 1,05^s \quad s = \sum_{i=1}^4 si$$

$$U = 1,05^u \quad u = \sum_{i=1}^7 ui \quad Y = 1,05^y \quad y = \sum_{i=1}^2 yi$$

$$F = \left[1 + \left(\frac{f}{100} \right) - \left(\frac{f^{2,5}}{10^6} \right) \right] x [1 - 0,025x(S - 1)]$$


(fonte: LUCENA, 2014)

5.2 RISCO POTENCIAL

O Risco Potencial (P_{ec} , P_o e P_a) é o caso mais desfavorável e é calculado com os elementos que podem contribuir para este cenário. O pior cenário possível é a total destruição do edifício e seu conteúdo. Os fatores q , i e v são responsáveis pelo cenário de incêndio. Os fatores g , e e z referem-se ao nível de influência da configuração do edifício no controle do fogo. A combinação destes definem a gravidade do risco de incêndio.

Para a propriedade, todos os elementos são levados em consideração. Para o risco das pessoas, o fator de área (g) é excluído e para a atividade, o fator carga de incêndio (q) é deixado de lado. Tais elementos contidos são apresentados a seguir.

O fator carga de incêndio (q) depende da carga calorífica apresentada e se divide em carga de incêndio imobiliária (Q_i), que se refere aos materiais componentes da própria construção e carga de incêndio mobiliária (Q_m), que se refere ao conteúdo existente dentro do edifício. Isto indica a soma de todas as energias caloríficas que podem ser liberadas por unidade de área.

Para a carga de incêndio mobiliária será utilizado o Anexo 2 e para a carga de incêndio imobiliária é utilizada a Tabela 1, ambos advindos do método de Gretener. Destaca-se que a carga de incêndio mobiliária encontrada na legislação brasileira apresenta valores iguais.

Tabela 1: Carga de Incêndio Imobiliária (Q_i)

Tipo de construção	Q_i em MJ/m^2
Totalmente com materiais incombustíveis (aço, concreto)	0
Com materiais incombustíveis, com até 10% de materiais combustíveis para elementos como janelas, coberturas, etc.	100
Estrutura em madeira com revestimento incombustível	300
Estrutura incombustível com pisos em madeira	300
Somente elementos estruturais são incombustíveis	1000
Construção combustível	1500

Fonte: SMET, 2008

Três fatores foram identificados como sendo contribuintes do crescimento e agressividade do fogo. São eles a combustibilidade e características de ignição da superfície, e a relação entre volume e área dos combustíveis, assim, a combinação dos três gerou o fator de propagação de incêndio (i), que indica a facilidade do incêndio se espalhar pelo prédio. Ele é calculado através

da dimensão média do conteúdo (m), classe de reação ao fogo dos materiais de construção (M) e temperatura (T) causadora de danos. A Tabela 2 apresenta os valores a serem utilizados.

Tabela 2: Fator de Propagação de Incêndio (i)

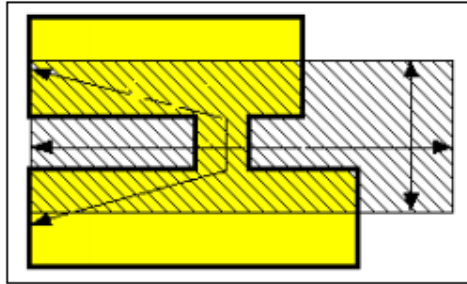
Temperatura de destruição	T em °C
Líquidos inflamáveis	20
Seres humanos, plásticos, eletrônicos	100
Têxteis, madeira, papel, alimentícios	200
Valor médio do conteúdo de ocupações residenciais	250
Máquinas, eletrodomésticos	300
Metais	400
Materiais de construção incombustíveis	500
Dimensão média do conteúdo	M
Dimensão média da maioria dos objetos	0,3
Armazenamento em pallets de madeira	1
Produção de pequenos objetos	0,1
Produção de objetos em folhas	0,01
Grãos e similares	0,001
Classe de reação ao fogo dos materiais de construção	M
Incombustíveis	0
Quase incombustíveis	0,5
Pouco incombustíveis	1
Queima lenta	2
Superfície combustível	3
Superfície inflamável	4
Superfície altamente inflamável	5

Fonte: SMET, 2008.

O fogo pode produzir uma grande quantidade de gases quentes, que formam uma camada de fumaça na altura do teto. Esta camada pode danificar o conteúdo e é muito perigosa para os ocupantes. O fator de ventilação (v) indica a influência da fumaça e calor dentro do prédio e é calculado em função da carga de incêndio mobiliária (Q_m) anteriormente vista, altura do pé direito do compartimento (h), e do coeficiente de ventilação (k) que relaciona as áreas para escape da fumaça com a área total do compartimento em estudo.

O fator de área (g) indica o potencial de um incêndio se espalhar horizontalmente em um edifício. É calculado com os valores de seu comprimento l, maior distância entre extremos, e sua largura teórica b, que é encontrada através do quociente da área total pelo comprimento. Sendo assim, sempre será trabalhado com um retângulo equivalente da área (Figura 3).

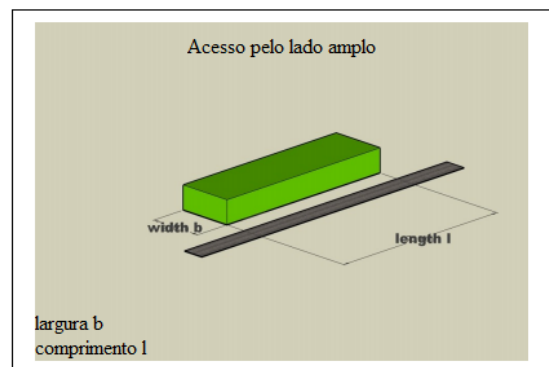
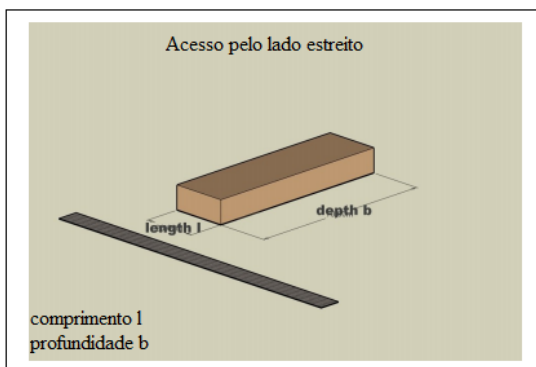
Figura 3 - Retângulo equivalente utilizado no fator de área (g)



(fonte: SMET, 2008)

A fórmula leva em consideração a orientação da construção. Deste modo, como ilustrado na Figura 4, quando o edifício tem seu acesso pelo lado “estrito” os valores de l e b são invertidos para refletir a maior dificuldade que haverá no socorro.

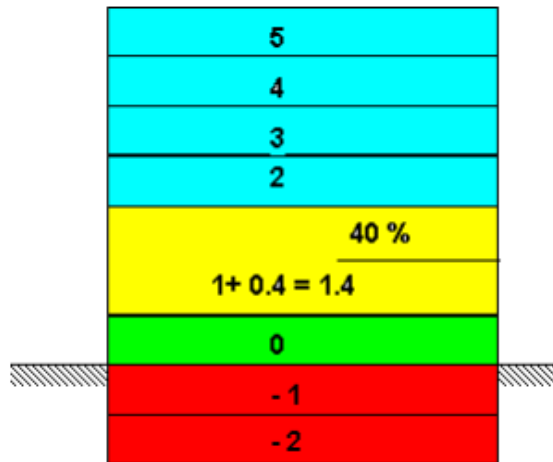
Figura 4 - Orientação da construção



(fonte: SMET, 2008)

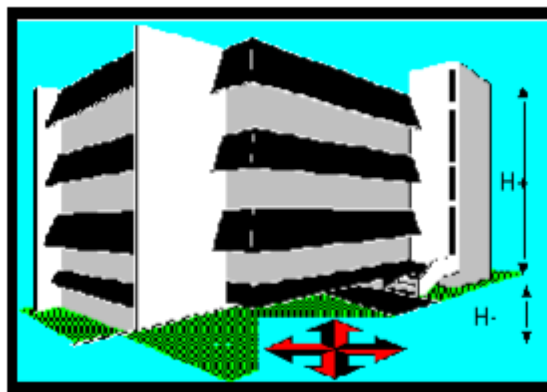
O fator de altura (e) indica o nível de propagação vertical do incêndio e o incremento de dificuldade para os bombeiros em conter um sinistro que não ocorre no nível da rua. Quanto mais longe deste nível, mais e/ou melhor equipamentos são necessários para a segurança. É calculado através do número de andares do edifício (E), sendo o nível de acesso = 0, acima 1, 2, 3... e abaixo -1, -2, -3... conforme Figura 5.

Figura 5 - Número de andares do edifício (E)



(fonte: SMET, 2008)

O fator de acessibilidade (z) aponta o quão difícil é para se ter acesso e combater o incêndio. Demonstra as diferenças de risco entre uma edificação cercada por outras e uma com espaço livre ao seu redor. É definido através do número de fachadas acessíveis (Z), sendo este de 1 a 4, sendo uma para cada ponto cardeal. E também pelas distâncias verticais (H^+) e (H^-), do térreo até o piso do último pavimento e do térreo até o último subsolo, respectivamente. A Figura 6 demonstra.

Figura 6 - Distâncias verticais (H^+) e (H^-)

(fonte: SMET, 2008)

5.3 NÍVEL DE ACEITABILIDADE

Medidas preventivas como um edifício incombustível, Corpo de Bombeiros e seguro contra incêndios formam um sistema preventivo já existente para lidar com a questão. O Nível de Aceitabilidade (Aec, Ao e Aa) demonstra o fato de as pessoas aceitarem viver com a ameaça de fogo até certo nível. Na hipótese de ocorrência de um sinistro com maior frequência ou consequências mais graves, a dita aceitabilidade do risco diminui. A exposição ao risco é diferente para a propriedade, ocupantes e atividade, gerando assim três resultados diferentes. O nível máximo 1,6 é gerado comparando os riscos potenciais baixos com os níveis de proteção normalmente disponíveis. Ele assume que um incêndio pode ocorrer devido a erro humano, problemas em equipamentos e causas naturais. Chega-se a ele através dos fatores indicados abaixo.

Com relação à propriedade, o fator de conteúdo (c) refere-se a perda irreversível da edificação e sua gravidade. O fator c1 aponta a facilidade de substituição, sendo impossível, difícil e fácil substituição, utilizando-se 0,2, 0,1 e 0, respectivamente. O fator c2 refere-se ao valor monetário da propriedade, sendo válido para valores acima de 7 milhões de euros (no ano de 2000). Leva-se em consideração também que a prioridade dos Bombeiros é o salvamento dos ocupantes, o que acarreta em um maior tempo de exposição da propriedade ao fogo.

Para a exposição das pessoas, leva-se em conta principalmente o tempo de evacuação, porém, sem deixar de lado a propagação do fogo. Para essa, o principal é a presença de superfícies inflamáveis, e por esta razão é utilizado um fator (r) que depende de (Qi) e (M). Ao ponto que o incêndio se propagada com mais velocidade, menor é o tempo de evacuação disponível e maior o risco para as pessoas.

O fator de evacuação (t) apresenta o tempo de evacuação e leva em consideração o caminho mais comprido do compartimento ($b + 1$) e suas características (x), quantidade total de pessoas para evacuação (X), número de rotas de saída distintas (K), sendo assim consideradas se 90° entre si, gerando máximo valor de 4, cota dos pisos (H^+) e (H^-) e o fator de mobilidade (p), que faz correção necessária se há pessoas com mobilidade limitada, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3: Fator de Mobilidade (p)

Correções	P
Mobilidade normal (adultos, trabalhadores)	1
Necessidade de orientação (alunos, visitantes)	2
Mobilidade limitada (pacientes, idosos)	8
Sem plano de evacuação claro	+2
Risco de pânico	+2
Pessoas com capacidade de percepção limitada (pacientes, idosos, hóspedes em hotéis)	+2

(fonte: SMET, 2008)

Um aspecto que sempre foi negligenciado do risco de incêndio é a chance de a atividade econômica desenvolvida no ambiente atingido ser interrompida. Atualmente, as autoridades têm pensado mais neste ponto, principalmente em grandes construções.

FRAME define que um incêndio, mesmo que parcial, pode parar as atividades por meses. Sendo assim, a carga de incêndio (q) é excluída do cálculo como já apontado no texto, bem como a proteção mais eficaz relacionada, a resistência ao fogo (F).

O fator de dependência (d) mostra a influência de um incêndio na atividade desenvolvida e retrata a diferença entre investimento e o produto dos resultados, com a Tabela 4 apresentando valores para algumas utilizações. Para os valores que não constarem na Tabela, deve-se usar igual a 0,3.

Tabela 4: Fator de Dependência (d)

Ocupações	D
Indústria de alta tecnologia e serviços	0,7 a 0,9
Indústria de produtos de consumo (automóveis, eletrônicos)	0,45 a 0,7
Indústria em geral	0,25 a 0,45
Comércio, armazéns	0,05 a 0,15
Administrações	0,8
Média para outras ocupações	0,3

(fonte: SMET, 2008)

Levado em consideração nos três cálculos, o fator de ativação (a) se refere às atividades desenvolvidas e natureza dos materiais do local. Este fator é composto de subfatores apresentados na Tabela 5. Deve-se atentar ao fato de que não há fator para um incêndio criminoso, visto que se trata de um problema de segurança.

Tabela 5: Fator de Ativação (a)

Atividades principais	a_1
Atividade não industrial (residencial, escritórios, etc.)	0
Atividade industrial de produtos incombustíveis	0
Outras indústrias	0,2
Atividade industrial de produtos combustíveis	0,4
Armazéns e depósitos	0
Atividades secundárias	a_2
Operações de soldagem	0,1
Madeira adicional ou uso de plásticos	0,1
Pintura ou revestimento com produtos inflamáveis	
Em ambiente separado e ventilado	0,05
Em ambiente separado e sem ventilação adicional	0,1
Sem separação	0,2
Perigos especiais (fumantes, etc)	0,1
Sistema de aquecimento	a_3
Sem sistema de aquecimento	0
Transferência de calor através de água, vapor ou sólidos	0
Transferência de calor através de circulação de ar ou óleo	0,05
Gerador de calor em sala separada	0
Gerador de calor no mesmo ambiente	0,1
Fonte de energia: eletricidade, carvão ou óleo combustível	0
Fonte de energia: gás	0,1
Fonte de energia: madeira ou resíduos	0,15
Instalação elétrica	a_4
Instalações de acordo com as regulamentações e periodicamente verificada	0
Instalações de acordo com as regulamentações e sem verificações	0,1
Instalações em desacordo com as regulamentações	0,2
Gases, líquidos e poeiras inflamáveis	a_5
Risco de explosão permanente	0,3
Risco de explosão em condições normais	0,2
Risco de explosão ocasional	0,1
Risco de explosão de poeiras	0,2
Produção de poeiras combustíveis sem extração	0,1

(fonte: SMET, 2008)

5.4 NÍVEL DE PROTEÇÃO

O nível de proteção (Dec, Do, Da) é o componente de probabilidade da avaliação de risco. Quanto mais alto é o nível de proteção, menor a chance de um incêndio de grande magnitude. A definição do risco parte de um cenário de destruição total do edifício. Assim, o nível de proteção leva em consideração todos os elementos que trabalhem para diminuir a probabilidade de tal, sendo estes listados a seguir.

Diferentemente do método de Gretener, onde o abastecimento de água e suas condições para combater incêndios não eram critérios levados em consideração, provavelmente devido ao seu país de origem, outros locais não podem garantir estes itens.

FRAME leva tal em consideração através do fator de abastecimento de água (W), relacionando-o com o tipo, quantidade e necessidade de abastecimento reserva, adequada rede e hidrantes voltados para o local. As Tabelas 6 e 7 relacionam tais fatores com seus respectivos valores.

Em comparação às normas internacionais, FRAME pode ser considerado conservador nos requisitos de abastecimento de água.

Tabela 6: Fator de Abastecimento de Água (W)

Tipo de armazenamento	w_1
Reserva automática para uso misto	0
Reserva manual para uso misto	4
Sem reserva de água	10
Capacidade de armazenamento	w_2
Capacidade adequada	0
90% da capacidade adequada	1
Entre 80 a 90% da capacidade adequada	2
Entre 70 e 80% da capacidade adequada	3
Menos de 70% da capacidade adequada	4
Rede de distribuição	w_3
Rede de distribuição adequada	0
Diâmetro da rede menor do que o necessário para a vazão requerida	2
Não há rede de distribuição	6
Hidrantes	w_4
Um hidrante com conexão de 70mm (2,5”) para cada 50m de perímetro	0
Um hidrante para cada 100m de perímetro	1
Menos de um hidrante para cada 100m de perímetro	3
Pressão do sistema	w_5
Pressão superior a 35 m.c.a.	0
Pressão inferior a 35 m.c.a.	3

Fonte: SMET, 2008.

Tabela 7: Capacidade das Tubulações

Diâmetro da tubulação	Vazão em m³/h
Não há ou < DN80	0
DN 80 (3")	34,3
DN 100 (4")	59,2
DN 150 (6")	134,3
DN 200 (8")	232,3
DN 250 (10")	366,8
DN 300 (12")	526,1
DN 350 (14")	676,9

Fonte: SMET, 2008.

Em relação ao fator de proteção Normal (N), FRAME examina os seguintes fatores, que normalmente se encontram disponíveis ou são de fácil instalação:

1. Um sistema de monitoramento e alerta de incêndio aos ocupantes e bombeiros, através de pessoa com função para tal situação;
2. Número adequado com as normas locais de extintores e pontos de hidrantes;
3. Treinamento dos ocupantes para o uso destes equipamentos em caso de incêndio;
4. Proximidade de um quartel dos Bombeiros

A Tabela 8 apresenta e relaciona os valores para os fatores n_i , sendo que o não cumprimento destes, gera penalidades que acarretam um menor nível de proteção.

Tabela 8: Fator de Proteção Normal (N)

Descoberta e aviso	n_1
Sistema de alerta manual com a presença de guardas com aviso aos bombeiros	0
Sem guardas	2
Sem sistema de alerta manual	2
Sem aviso aos bombeiros	2
Sem alarme para os ocupantes	2
Extintores e hidrantes	n_2
Extintores adequados e suficientes	0
Extintores inadequados ou em número insuficiente	2
Hidrantes adequados e suficientes	0
Hidrantes inadequados ou em número insuficiente	2
Nenhum hidrante	4
Tempo de resposta dos Bombeiros	n_3

Menos de 10 minutos	0
Entre 10 e 15 minutos	2
Entre 15 e 30 minutos	5
Mais de 30 minutos	10
Formação dos ocupantes	
n_4	
Todos os ocupantes sabem como usar extintores e hidrantes	0
Apenas alguns são treinados	2
Sem treinamento básico	4

Fonte: SMET, 2008.

Ao contrário do fator (N), o fator de Proteção Especial (S) leva em consideração elementos que normalmente não estão disponíveis ou então são de alto custo e difícil instalação. Fazem parte destes equipamentos que incrementam o combate a incêndios:

- Sistema automático de detecção de incêndios, reduzindo o tempo para o início do combate. Somente sistemas com transmissão automática para os Bombeiros ou com guardas que a façam;
- Abastecimento de água com características além das necessárias como disponibilidade garantida, melhorias e maior quantidade de reservas;
- Sistemas de extinção automática do fogo, destacando-se os *sprinklers*;
- Nível dos mecanismos disponíveis por parte dos Bombeiros.

A Tabela 9 lista as características para cada valor de s_i :

Tabela 9: Fator de Proteção Especial (S)

Detecção automática	
	s_1
Por sprinklers	4
Por detectores térmicos	5
Por detectores de fumaça ou chama	8
Existência de supervisão eletrônica do sistema	2
Existência de zoneamento do sistema para identificação do local do risco	2
Unidade autônoma de alarme de fumaça	2
Abastecimento de água	
	s_2
Fonte de água inesgotável (pelo menos 4 vezes o valor necessário)	3
Exclusivo para o combate ao fogo	2
Sob controle do ocupante (independente)	2
Armazenamento de água de alta confiabilidade com dupla fonte de vazão/pressão	5

Duplamente confiável: dois armazenamentos, cada um com fonte de vazão/pressão	12
Proteção automática	
Sprinklers com uma fonte de água (pública)	11
Sprinklers com uma fonte de água independente	14
Sprinklers com duas fontes de água independentes	20
Outros sistemas de extinção automática (CO ₂ , espuma)	11
Capacidade do Corpo de Bombeiros	
Corpo de Bombeiros disponível permanentemente	8
Corpo de Bombeiros com profissionais não permanentes	6
Corpo de Bombeiros com profissionais em tempo parcial	4
Corpo de Bombeiros voluntários	2
Brigada de incêndio industrial (durante expediente)	6
Brigada de incêndio industrial permanente	14

Fonte: SMET, 2008.

Muitas vezes em uma situação de incêndio, o colapso da edificação acarreta em uma catástrofe, não dando chance a todos os outros fatores e equipamentos de ajudarem no combate ao incêndio. O fator de Resistência ao Fogo (F) reflete a capacidade dos elementos construtivos do edifício em resistir aos efeitos do fogo. Leva em consideração a resistência de cada elemento e classifica através da média. Apresenta os resultados na forma de minutos. Formam (F), as resistências dos elementos estruturais (f_s), paredes externas (f_f), teto ou cobertura (f_a) e paredes internas (f_w).

Deve-se ainda, atentar para algumas ressalvas antes do cálculo:

- 120 minutos é o limite de tempo de resistência usado para não haverem resultados fora da realidade;
- Não é permitido valores mais altos para ambas paredes, telhado ou teto, que para a estrutura;
- Quando há construção mista, o valor utilizado é do elemento mais fraco;
- Para serem consideradas, as paredes internas devem compartimentar os ambientes em áreas de, no máximo, 25% do total, e de até 1000 m².

O fator de Evacuação (U) é o que indica as medidas que asseguram a fuga dos ocupantes. Subdivide-se nas medidas que aceleram a saída, as quais incluem a detecção automática, as condições e a organização da rota de fuga, e nas medidas que retardam a propagação do fogo, que compreendem o controle de fumaça, dispositivos automáticos e equipamentos de combate.

A Tabela 10 mostra os valores que formam (U).

Tabela 10: Fator de Evacuação (U)

Detecção automática e alarme	u_1
Por sprinklers	4
Por detectores térmicos	5
Por detectores de fumaça ou chama	8
Por unidades autônomas de detecção de fumaça	2
Existência de supervisão eletrônica do sistema	2
Existência de zoneamento do sistema para identificação do local do risco	2
Detecção parcial em áreas de alto risco	2
Número de pessoas para comunicar o alarme menor que 300	2
Existência de mensagens gravadas de auxílio à evacuação	6
Sinalização	u_2
Rota de fuga convenientemente sinalizada e iluminada	4
Rota de fuga sem sinalização e/ou iluminação	0
Meios de evacuação vertical	u_3
Sem escadas utilizadas para saída	0
Escadas internas comuns	0
Uma escada interna protegida	1
Mais de uma escada protegida	2
Uma escada interna enclausurada à prova de fumaça	3
Mais de uma escada enclausurada à prova de fumaça	4
Escada interna e uma escada externa	6
Escada interna e mais de uma escada externa	8
Escada interna e tobogã externo ou escada de mão para o 1º e 2º andar	2
Compartimentação	u_4
Não há compartimentação	0
Compartimentação em áreas máximas de 1000 m ² com elementos EI 30	2
Compartimentação em áreas máximas de 1000 m ² com elementos EI 60	4
Controle de fumaça	u_5
Não há controle de fumaça	0
Sistema de controle de fumaça por detecção automática	3
Proteção automática	u_6
Proteção parcial por sprinklers (só áreas com maior risco)	5
Proteção total por sprinklers	10
Outros sistemas automáticos de proteção	4
Capacidade do Corpo de Bombeiros	u_7
Corpo de Bombeiros disponível permanentemente	8
Corpo de Bombeiros com profissionais não permanentes	6
Corpo de Bombeiros com profissionais em tempo parcial	4
Corpo de Bombeiros voluntários	2
Brigada de incêndio industrial (permanente ou parcial)	4

(fonte: SMET, 2008)

O fator de Salvamento (Y) fala da limitação do fogo em áreas críticas e suas consequências. Fazem parte deste fator: a proteção de áreas vulneráveis do edifício e o planejamento pós-incêndio, como pode ser verificado na Tabela 11.

Tabela 11: Fator de Salvamento (Y)

Proteção Física	y₁
Compartimentação em áreas máximas de 1000 m ² com elementos EI 30	2
Compartimentação em áreas máximas de 1000 m ² com elementos EI 60	4
Detecção automática em áreas críticas (parcial)	3
Sistema de sprinklers parcial (apenas em áreas críticas)	5
Outros sistemas automáticos de extinção em áreas críticas	4
Planejamento	y₂
Backup dos dados	2
Facilidade em obter peças de reposição e substitutas	4
Reparos fáceis de danos	2
Existência de acordos prévios para reiniciar temporariamente as atividades em outro local	3
Capacidade de produção diversificada	3

(fonte: SMET, 2008)

6 ESTUDO DE CASO: ESCOLA GUSTAVO ARMBRUST

Atualmente, é de conhecimento geral que a maioria das escolas estaduais do RS não têm alvará dos Bombeiros, e isso, cada vez mais, acarreta numa maior pressão por parte de todos os envolvidos no processo em se obter esta liberação. Tal pressão acaba levando ao desenvolvimento de projetos que pecam em características próprias de cada escola. Esse cenário fica mais evidente quando são necessárias medidas compensatórias.

O estudo de caso visa fornecer uma aplicação do método FRAME e demonstrar os pontos positivos que se pode obter através de sua utilização, em comparação com a legislação prescritiva e uma percepção mais qualificada da segurança.

Neste capítulo é apresentada a escola utilizada no estudo de caso, descritas suas características e também é apresentado o desenvolvimento do método de cálculo na mesma. Para tanto, foram utilizadas as informações contidas no Plano de Prevenção e Proteção Contra incêndio elaborado para a escola, plantas do projeto e visita ao local para a verificação da situação existente.

Através dos parâmetros estipulados no método, verificou-se o nível de segurança da edificação. Levou-se em consideração, para fins de comparação, as seguintes situações:

- Situação atual existente no local.
- Situação ideal em que se atenderia todas as medidas necessárias sem uso de medidas compensatórias.
- Com a utilização das medidas compensatórias conforme o PPCI desenvolvido pela empresa contratada para o projeto.
- Com o uso de outras medidas propostas pelo procedimento normativo.

Todas as situações também foram analisadas com a utilização de fatores internacionais que o próprio método aponta para fins de comparação. Foi utilizado o software Excel para elaboração da planilha de cálculo, encontrando-se nos Apêndice A ao D os cálculos e no Apêndice E uma legenda para um melhor entendimento dos fatores utilizados. O método foi verificado utilizando

os valores apontados em sua descrição e também valores prescritos pela normativa brasileira e estadual.

6.1 ESCOLA DOUTOR GUSTAVO ARMBRUST

A escola Gustavo Armbrust é uma escola estadual de ensino fundamental localizada na Rua Professor Emílio Kemp, 65, Bairro Jardim Itu-Sabará, próxima ao Terminal Triângulo, conforme Figura 8. A escola conta com 2.352,15 m², possuindo um prédio principal (objeto de estudo), um depósito, um anexo, duas salas em separado e uma quadra coberta. Seu funcionamento se dá nos turnos da manhã e tarde.

Figura 7 - Localização da escola



(fonte: Google Maps, 2019)

As plantas utilizadas foram disponibilizadas pela empresa PPC – Projetos de Prevenção Contra Incêndio LTDA, referem-se ao PPCI elaborado e aprovado para a escola no ano de 2018 e se encontram no Anexo 3. Vale ressaltar que as medidas apontadas no projeto ainda não foram executadas na escola.

A edificação em estudo possui 3 pavimentos, com sua estrutura executada em concreto armado, as paredes de alvenaria de tijolos com revestimento, laje pré-moldada e cobertura de fibrocimento. As esquadrias da fachada são de metal com vidro simples, enquanto as portas de

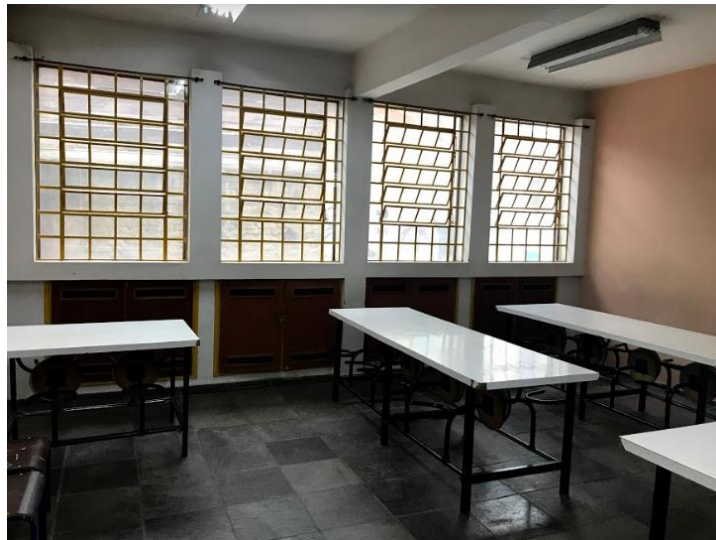
acesso às salas são de madeira. O piso das áreas comuns é de basalto e nas demais salas é vinílico, enquanto o revestimento das paredes internas é de argamassa. As Figuras 8, 9 e 10 ilustram algumas das características descritas.

Figura 8 - Fachada da escola



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 9 – Refeitório com piso de basalto e esquadrias metálicas com vidro simples



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 10 - Portas das salas de aula em madeira



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

No prédio em estudo, os materiais de acabamento e revestimento são, em sua maioria, incombustíveis. Verificam-se três locais de maior risco, sendo dois no térreo, referentes à sala onde são guardados os arquivos físicos da escola e livros didáticos (Figura 11), o depósito em madeira próximo ao prédio principal (Figura 12) e o terceiro localizado no segundo pavimento, sendo a biblioteca da escola, contando com um elevado número de livros em seu acervo (Figura 13). Existe também uma sala de computação no terceiro andar, porém não será considerada um risco específico pois se encontra desativada e terá os computadores removidos (Figura 14). Há também uma Central GLP no exterior do prédio, com três botijões do tipo P45, que se encontra fechada com cadeado. Duas das três saídas em direção aos fundos do terreno também estão fechadas com cadeado.

Figura 11 - Sala no térreo onde são guardados os arquivos da escola



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 12 - Depósito de madeira com materiais de construção



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 13 - Biblioteca da escola no segundo pavimento



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 14 - Sala de informática desativada



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Na visita realizada à escola, verificou-se que existiam extintores, porém em sua maioria estavam despressurizados e sem lacre, conforme mostram as Figuras 15 e 16. Não há iluminação de emergência e algumas sinalizações de emergência estão dispostas em locais inapropriados (Figura 17). Existe sistema de alarme de incêndio e, de acordo com os funcionários, operando corretamente (Figura 18). Há também sistema de hidrantes, contando com uma mangueira de 15 m de comprimento e bitola de 1 ½” em cada andar, porém com o último teste hidrostático realizado no ano de 2016 (Figura 19). A escola não conta com vigilância, e também não possui brigada de incêndio com treinamento. As saídas de emergência encontram-se, em alguns pontos, obstruídas por móveis e outros objetos (Figura 20).

Figura 15 - Extintor despressurizado



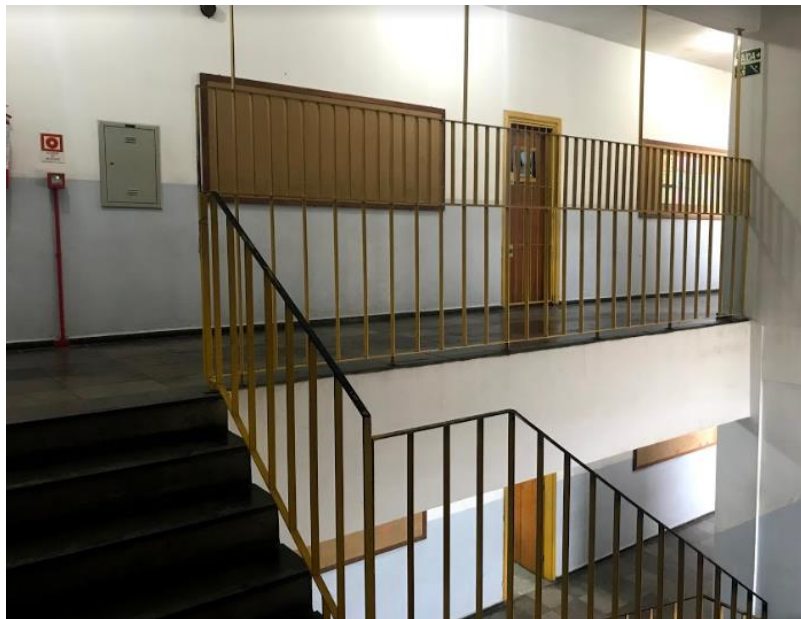
(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 16 - Extintor sem lacre e trava de segurança solta



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 17 - Sinalização em local inapropriado



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 18 - Sistema de Alarme de Incêndio em funcionamento



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 19 - Hidrantes e dados do último teste



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Figura 20 - Perda de largura devido a obstáculos na rota de saída



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

Conforme a RT nº05 – Parte 07, as medidas inicialmente necessárias e medidas compensatórias utilizadas para a escola seriam conforme a tabela 12, apresentada a seguir:

Tabela 12 – Medidas inicialmente apontadas

Medidas Necessárias	Medidas Compensatórias
Acesso de viaturas	Adequação da rede hidráulica sob comando
Saídas de emergência	Enclausuramento da escada e hall
Plano de emergência	
Brigada de incêndio	
Iluminação de emergência	
Alarme de emergência	
Sinalização de emergência	
Extintores de incêndio	

(fonte: autor, 2019)

6.2 CÁLCULO DO RISCO DE INCÊNDIO ATRAVÉS DO MÉTODO FRAME

A seguir, serão detalhados todos os fatores que foram utilizados para a obtenção do risco de incêndio na escola. O cálculo foi realizado com o auxílio de uma planilha eletrônica que se encontra no Apêndice A. Vale frisar que foram encontrados três valores para cada fator, demonstrando as situações anteriormente já apontadas.

6.2.1 Risco Potencial

Para se definir o fator carga de incêndio (q), usou-se para a carga de incêndio imobiliária (Q_i) o valor de 100 MJ/m^2 que representa uma construção com até 10% de materiais combustíveis e para a carga mobiliária (Q_m) foi realizada uma compatibilização de áreas e riscos específicos para obter um resultado mais realista. A Tabela 13 demonstra o cálculo realizado e o valor obtido. Valores da carga de incêndio mobiliária foram retirados da tabela em anexo como salientado no capítulo anterior, sendo que os valores encontrados são os mesmos do Decreto 53.280 (2016) que é a legislação utilizada no Estado do Rio Grande do Sul. Aqui, salienta-se que foi feito o mesmo cálculo para o térreo, considerando que apresenta um depósito de madeira e cozinha, gerando um valor mais baixo de carga de incêndio (Tabela 14). Seguindo a lógica, o pavimento que apresentou os resultados finais mais críticos foi o segundo andar, devido principalmente à população mais elevada.

Tabela 13: Carga de Incêndio Mobiliária (Q_m) - 2º Pavimento

Sala	Q_m (MJ/m ²)	Área (m ²)	$Q_m \times$ área	Área de maior risco	Q_m (MJ/m ²)
Biblioteca	2000	50,38	100760	464,37	484
Escola	300	413,99	124197		

(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

Tabela 14: Carga de Incêndio Mobiliária (Q_m) - Pavimento Térreo

Sala	Q_m (MJ/m ²)	Área (m ²)	$Q_m \times$ área	Área de maior risco	Q_m (MJ/m ²)
Depósito	800	26,88	21504	423,58	429
Cozinha	800	82,56	66048		
Escola	300	314,12	94236		

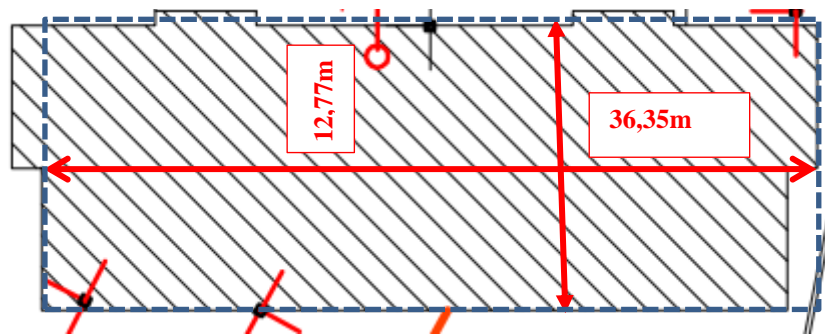
(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

Assim, o valor único do fator carga de incêndio (q) para todos os casos é de 1,29.

Para o fator propagação de incêndio (i), levou-se em consideração a temperatura de destruição para seres humanos de 100 C° visto se tratar de uma escola. Para a dimensão média do conteúdo, visto não se tratar de produção, grãos ou armazenamento em pallets, usou-se 0,3. Para a reação ao fogo dos materiais, conforme características apontadas, utilizou-se o valor de 0,5 para materiais quase incombustíveis, fazendo uma relação com a IT 10 de SP (2019), que aponta a classificação dos materiais quanto à combustibilidade. Dessa forma, o valor de i encontrado foi de 1,00 para todas as situações.

Tendo o comprimento de 36,35 m e largura de 12,77 m (Figura 21), o fator área (g) tem o valor de 0,52 formado a partir do retângulo imaginário que o método indica.

Figura 21 - Dimensões do retângulo imaginário utilizado para cálculo



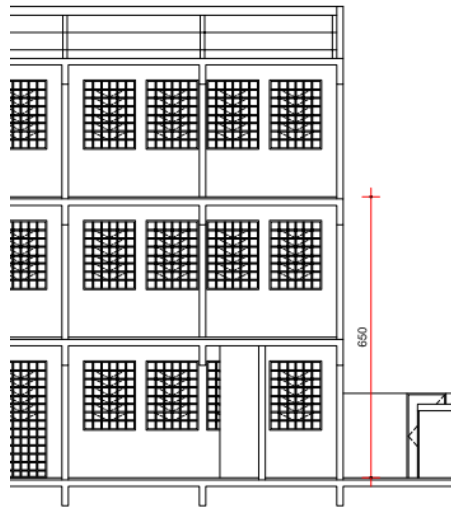
(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

O fator (e) se refere à altura, sendo necessário definir o número de pavimentos. Tem-se o valor de 1,37.

O pé direito do pavimento foi definido em 3,05 m. O coeficiente de ventilação, que trata da área de escape da fumaça, foi estimado em 0,037. Juntamente com a carga mobiliária, formam o fator de ventilação (v) com valor de 0,85. Salienta-se que um valor abaixo de 1 é dado para um prédio considerado seguro nesse quesito.

Para o fator de acessibilidade (z), considerou-se apenas duas fachadas acessíveis e uma altura do térreo até o piso do último pavimento de 6,50 m (Figura 22), resultando em $z = 1,03$. Entende-se como acessível a fachada que apresenta espaço suficiente para passagem e uso de escada.

Figura 22 - Altura do térreo até o piso acabado do último pavimento



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

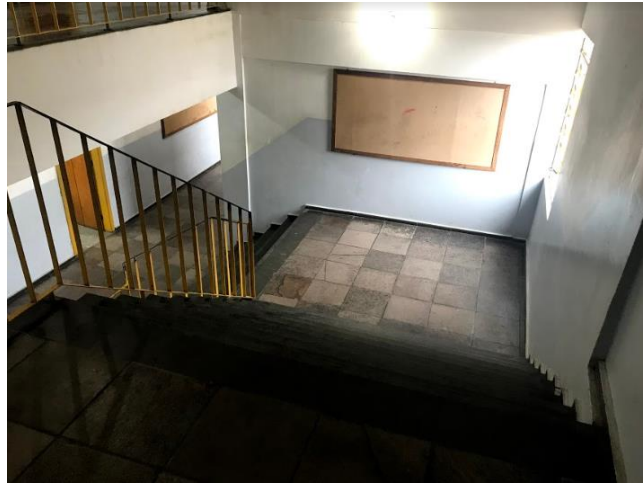
6.2.2 Nível de Aceitabilidade

Esse fator é calculado através de outros quatro fatores, visto que o fator c ($c=c_1+c_2$) é desconsiderado do cálculo, pois se refere à dificuldade de substituição do prédio e seu conteúdo e seu valor monetário. Casos de museus seriam tratados como impossíveis de substituir, fábricas com maquinários especiais seriam de difícil substituição e, nesse caso, tratando de uma escola, é de fácil substituição ($c_1=0$). O fator c também foi excluído devido ao valor monetário do imóvel, pois o método considera apenas cifras acima de sete milhões de euros como um número significativo, ou seja, $c_2=0$.

Para o fator de propagação (r) o valor encontrado foi de 0,25, levando em conta a carga imobiliária e classe de reação ao fogo dos materiais, já apontados anteriormente.

O fator de evacuação (t) teve definido seu valor de X através do número de unidades de passagem da única escada do pavimento que é igual a quatro (Figura 23), população do pavimento de 189 pessoas (de acordo com a legislação estadual do Rio Grande do Sul) e o fator de mobilidade, corrigido devido aos alunos necessitarem de orientação e haver risco de pânico. A situação existente ainda conta com uma correção extra pela falta de plano de evacuação. Chegou-se aos valores de 0,53 e 0,80, sendo o valor mais alto para a situação atual. Se utilizada a população de 132 pessoas, imposta pelo método, haveria um decréscimo de 23,75% neste valor.

Figura 23 - Escada existente



(fonte: registrado pelo autor, 2019)

O fator de ativação (a) leva o valor de 0,35 para a situação existente atual, considerando as atividades não industriais, os aparelhos de ar condicionado em diversas salas, as instalações elétricas que estão de acordo com as normas, porém sem verificação regular e o risco de explosão em condições normais. Para a situação ideal o valor passa para 0,25.

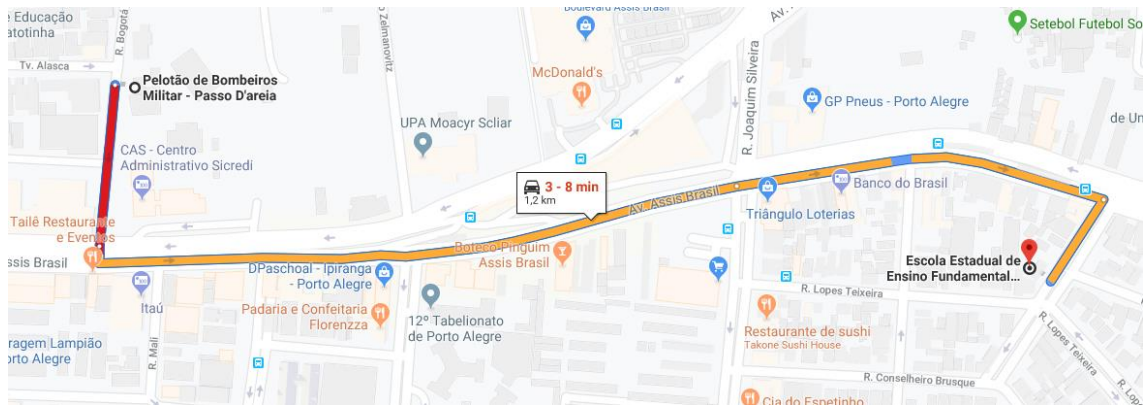
Ainda há o fator de dependência (d), que é a influência do incêndio na atividade desenvolvida, sendo 0,3 uma média para a ocupação escolar.

6.2.3 Nível de Proteção

O abastecimento de água para combater sinistros gera o fator (W). A escola conta com reserva automática com uma capacidade abaixo de 70% do necessário de acordo com o método, que aponta para a necessidade (em m³) de ¼ da carga de incêndio, porém pela legislação regional, a edificação tem a capacidade necessária para o reservatório. O colégio ainda conta com três pontos de hidrantes, mas como a verificação não está em dia, considerou-se a não confiabilidade do sistema. Com a utilização da medida compensatória, o número de conexões passou para uma a cada 100 m de perímetro e a rede de distribuição passou a ser considerada adequada. Os resultados encontrados ficaram entre 0,54 e 0,81 utilizando os padrões brasileiros. Se fossem consideradas os parâmetros internacionais do método, a influência no resultado final seria de - 18,5% de proteção por esse fator.

Para o fator de proteção normal (N), o resultado obtido foi de 0,49 para a configuração atual, 0,66 para a situação ideal e 0,81 para as situações de uso das medidas compensatórias. Esse fator remete ao alerta - sendo que a escola não conta com vigias e tampouco com garantia de aviso aos bombeiros - situação de extintores e hidrantes, falta de treinamento dos ocupantes para manuseio dos instrumentos e o tempo de resposta dos bombeiros que foi definido entre 3 a 8 minutos, em horário de pico de um dia útil, conforme Figura 24.

Figura 24: Trajeto do quartel mais próximo até a escola



(fonte: Google Maps, 2019)

Para o fator de proteção especial (S), leva-se em consideração a reserva técnica exclusiva para incêndio do prédio e também o atendimento 24 horas do quartel mais próximo. Dessa forma, o fator ficou entre 1,63 e 2,08.

Menos de 300 pessoas para serem avisadas pelo alarme, rota de fuga bem sinalizada e iluminada de acordo com a NBR 13434 (2004) e NBR 10898 (2013), respectivamente, tipo de escada existente pela RT 11 parte 01 de 2016 e, novamente, atendimento dos bombeiros são pontos que bonificam a edificação. Os valores são de 1,63 para a situação do existente, 1,98 para a situação ideal e 2,08 com uso das medidas compensatórias (2,29 se considerar a escada de acordo com os parâmetros internacionais).

O fator de salvamento (Y) tem o ponto positivo do backup de dados da escola no sistema da secretaria de educação do estado, com valor de 1,10.

Por fim, o fator de resistência ao fogo (F) é determinado através da resistência da estrutura de concreto armado, cobertura de fibro cimento e paredes interiores e exteriores de alvenaria com revestimento argamassado. Obteve-se o resultado de 1,41 para os casos existente e com

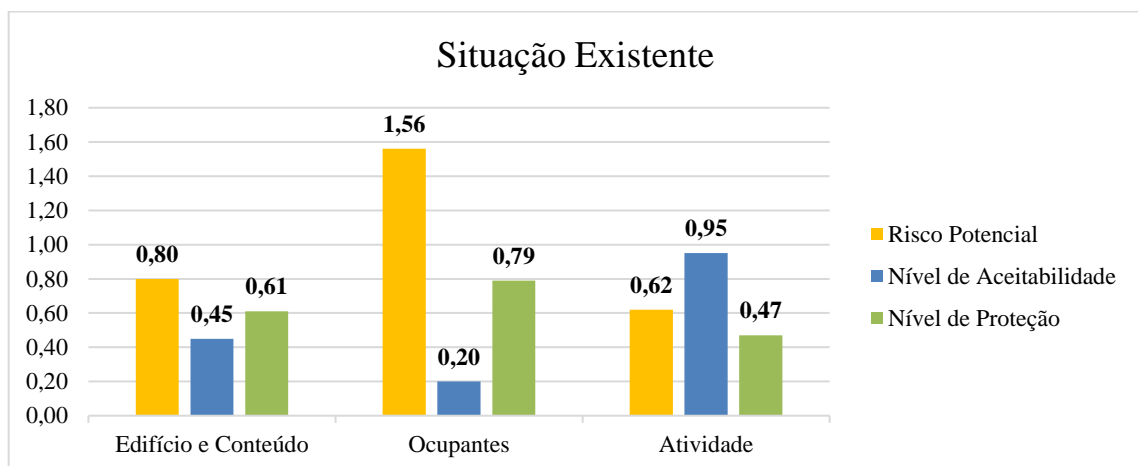
aprovação sem uso de medidas, e de 1,40 para o uso de medidas compensatórias, devido ao fator S que tem seu valor diferente e que está incluso na fórmula do fator de resistência ao fogo.

6.3 RESULTADOS DO CÁLCULO

O método FRAME define como um ambiente seguro aquele que apresenta um valor de risco abaixo de 1. Após ser realizada a análise das três situações propostas, apresentam-se os resultados dos riscos para cada uma, separados em relação ao risco para o edifício e conteúdo, ocupantes e atividade.

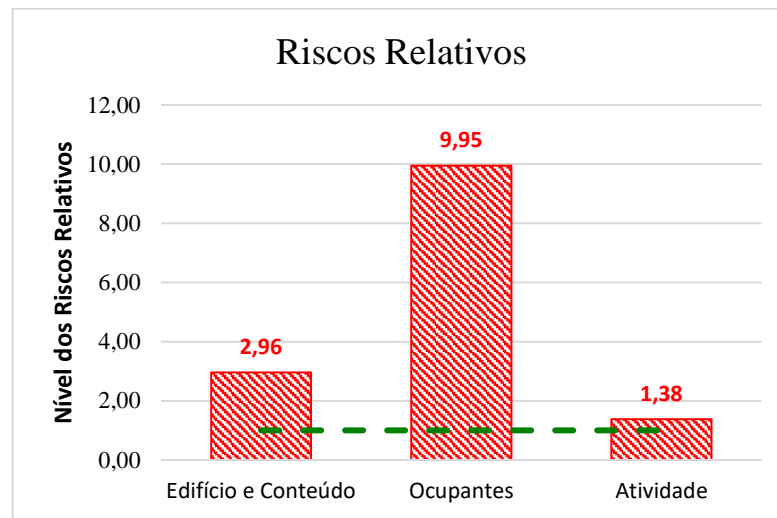
A situação existente aponta os valores mais altos, transcrevendo medidas faltantes e/ou em discordância das normas, conforme figuras 25 e 26. Os três riscos têm resultados não aceitáveis, com destaque para o risco relativo aos ocupantes, que apresenta um valor quase 10 vezes mais alto que o aceitável. Esse resultado pode ser causado pelo fato do risco potencial para os ocupantes não levar em consideração o fator de área (g), pois trata de um cenário com o fogo ainda em desenvolvimento enquanto ocorre a evacuação dos ocupantes. Isso gera um valor P1 95% mais alto que P (referente ao edifício e conteúdo) e 151% a mais que P2 (referente a atividade). A inexistência de um plano de evacuação, risco de pânico e instalações elétricas sem verificação regular também aumentam o risco.

Figura 25 - Resultados para a situação existente



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

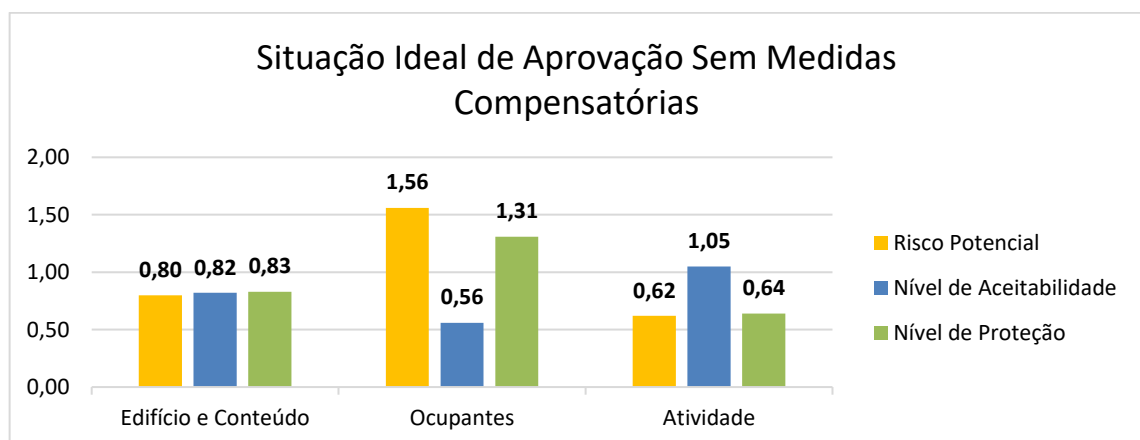
Figura 26 – Riscos relativos para a situação existente



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

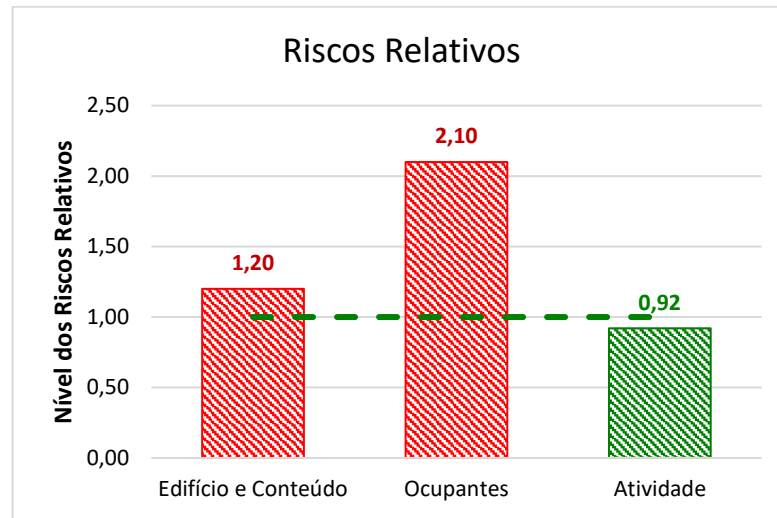
Já em uma situação do plano aprovado de acordo com as regulamentações vigentes no estado do RS, sem uso de medidas compensatórias, os resultados já são bem mais próximos dos níveis aceitáveis (Figuras 27 e 28). Existe uma queda de 60% do risco com relação ao edifício, 79% para os ocupantes e 33% para a atividade, sendo o último um valor aceitável de 0,92. Os pontos causadores desta alteração foram a presença de um plano de emergência, a garantia de verificação da rede elétrica, adequação dos extintores e uma rota de fuga com sinalização e iluminação correta.

Figura 27 – Resultados para situação ideal, com aprovação sem medidas compensatórias



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

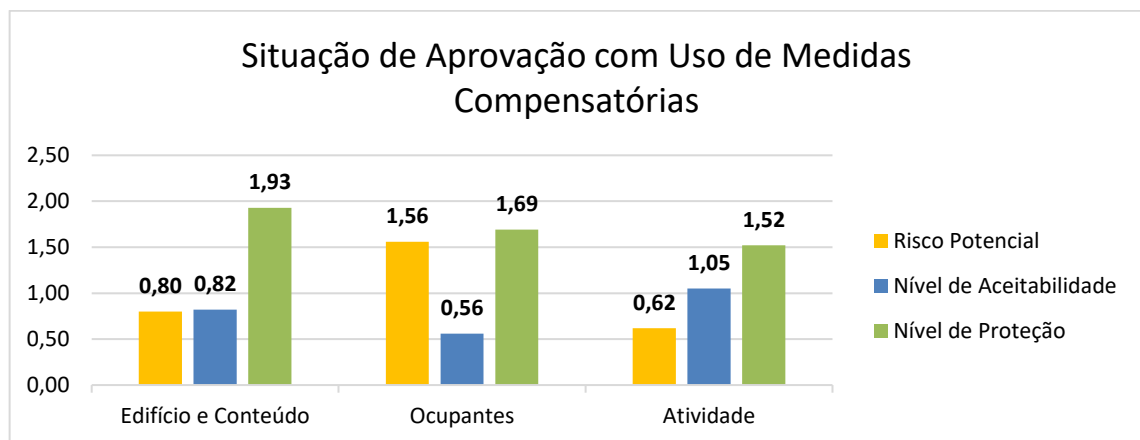
Figura 28 – Riscos relativos para a situação ideal de aprovação sem medidas compensatórias



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

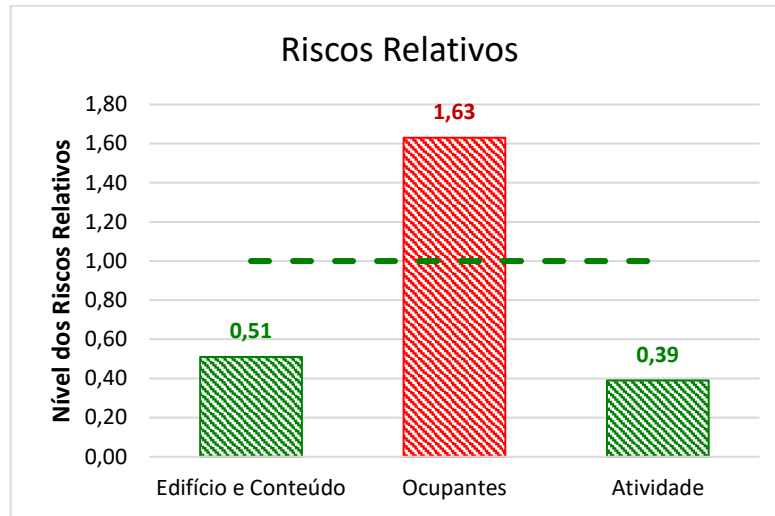
No ambiente estudado, foram detectados dois itens que não teriam possibilidade de atendimento. Estes referiam-se às saídas de emergência (distância a percorrer) e acesso de viatura. Como medidas compensatórias, conforme indica a RT 05 Parte 07 de 2016, foram projetados o enclausuramento da escada existente e a adequação da rede hidráulica sob comando conforme determina a NBR 13714. Tal ação incidiu em uma diminuição de 57,5% de R, chegando a um valor aceitável, -22% para R1, mas ainda inaceitável e por fim R2 caiu 57%. Ou seja, dois dos três riscos tiveram um nível aceitável de segurança (Figuras 29 e 30).

Figura 29 - Resultados para situação de aprovação com uso de medidas compensatórias



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

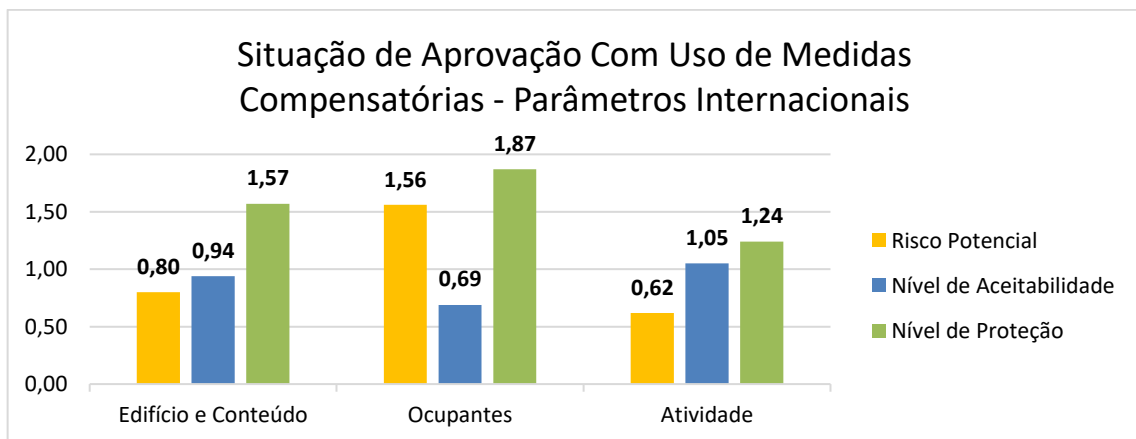
Figura 30 – Riscos relativos para a situação de aprovação com uso de medidas compensatórias



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

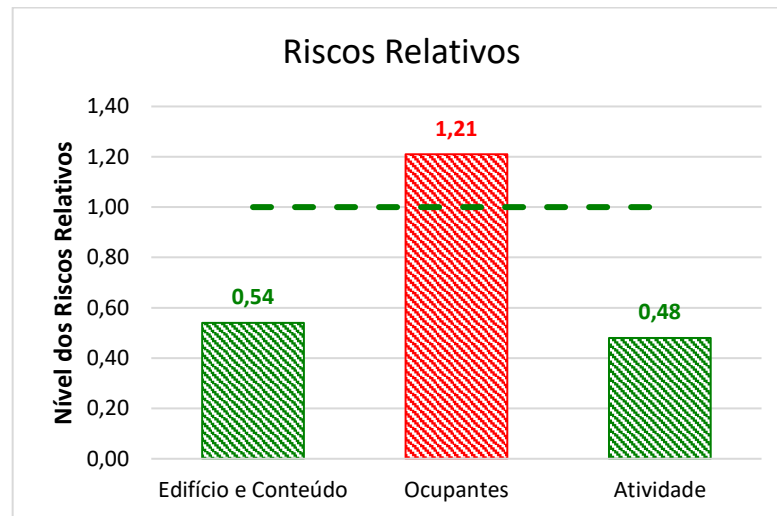
É importante também apresentar a diferença de resultados utilizando somente valores apontados pelo próprio método (ou seja, com parâmetros internacionais), conforme mostram as Figuras 31 e 32, e com uso de parâmetros encontrados nas normas regionais (mostrados anteriormente). O resultado final seguiu sendo o mesmo, com o risco para os ocupantes ainda acima do nível necessário, entretanto, os valores descritos apontam para um maior equilíbrio entre os dados, o que pode ser explicado pelo fato das fórmulas do método serem definidas utilizando seus próprios elementos. Era de se esperar que a introdução de outros níveis de requisitos gerasse modificações nos resultados.

Figura 31 - Resultados para situação de aprovação com uso de medidas compensatórias e parâmetros internacionais



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

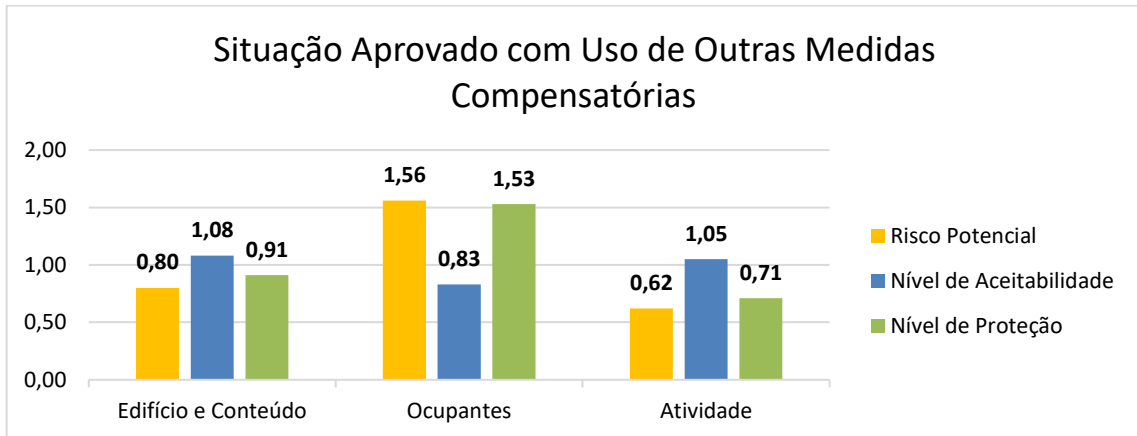
Figura 32 – Riscos relativos para a situação de aprovação com uso de medidas compensatórias e parâmetros internacionais



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

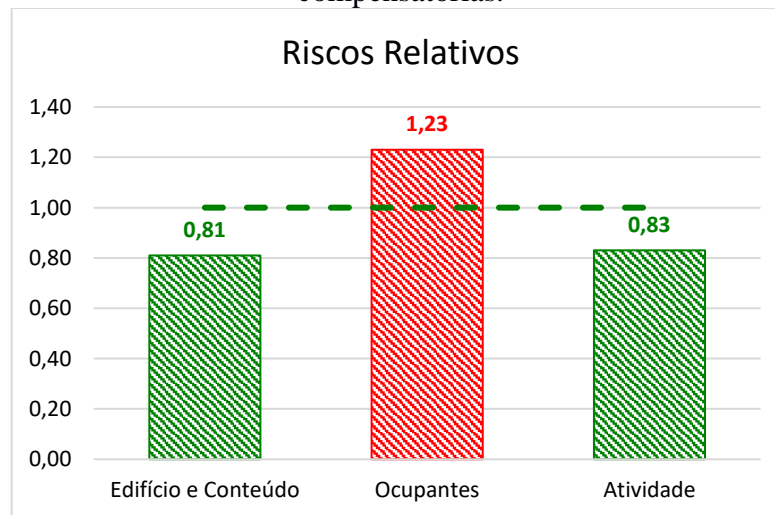
Além das análises já realizadas, para efeito de comparações e uma ideia mais clara dos resultados obtidos, foi realizada uma quarta análise, onde se substituiu a rede de hidrantes utilizada como medida compensatória por outra medida. Assim sendo, se fosse retirada do projeto a adequação da rede de hidrantes e houvesse como medida compensatória a substituição do alarme para um modelo com aviso automático aos bombeiros ou instalação de telefones em todos os pavimentos para garantir o aviso, previstos brigadistas exclusivos para a orientação e organização da saída de emergência, simulados periódicos e treinamento de todos os funcionários para manuseio dos extintores e/ou hidrantes, os níveis de segurança para o edifício e atividade seriam mais baixos, porém ocorreria um decréscimo do risco aos ocupantes de quase 25%. Tais alterações foram definidas seguindo a RT 05 parte 7 que sugere a utilização de algumas medidas em detrimento de outras. Esses resultados estão apresentados nas Figuras 33 e 34.

Figura 33 - Resultados para situação de aprovação utilizando outras medidas compensatórias



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

Figura 34 - Riscos relativos para a situação de aprovação utilizando outras medidas compensatórias.



(fonte: elaborado pelo autor, 2019)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área da SCI sempre foi renovada a partir de uma nova catástrofe, fazendo com que inúmeras normas fossem criadas e redefinidas a cada novo caso de incêndio, sempre em busca de um maior nível de segurança. No Brasil, com essa criação/alteração de normas baseadas nas falhas anteriores, as legislações se tornaram deveras prescritivas, com medidas redundantes e/ou excessivas e elevado custo. Não existindo assim, uma caracterização mais profunda de cada edificação em questão e dificultando o atendimento dos requisitos mínimos para se ter, na teoria, um ambiente seguro.

Como tentativa de driblar tal situação, surgiram os métodos baseados no desempenho, trazendo consigo uma maior liberdade de escolha e desenvolvimento de um projeto realmente seguro. Embora ainda não possíveis de serem incorporados de forma legal ao projeto de SCI, podem ser utilizados como uma ferramenta para aumentar a segurança ou até mesmo para quantificar esse ganho de segurança.

O trabalho desenvolvido apontou para a grande valia do uso do mapeamento de riscos, aqui representado pelo método FRAME. Os resultados revelaram que o atendimento por si só dos itens apontados como necessários pela atual legislação no estado do RS não garante, de acordo com o referido método, uma edificação totalmente segura. Isso ocorre pois não há a análise de diferentes riscos como no método em questão, atendendo apenas uma segurança para fins legais, que infelizmente é o que pode ocorrer se a SCI for tratada como apenas um empecilho na liberação das edificações pelos órgãos competentes.

No estudo de caso apresentado, os riscos para a edificação e para a atividade nela desenvolvida, ficaram bem abaixo do limite, contudo, o risco para os ocupantes, apresentou-se acima do valor limite. Ou seja, a vida humana, que deveria ser a questão primordial visto se tratar de um ambiente escolar, é a que está mais vulnerável em uma situação de incêndio.

Os resultados já expressos aqui, mostram que em nenhuma das situações calculadas, todos os riscos chegaram a níveis aceitáveis e que a situação existente tem os piores resultados, mas podendo haver uma importante melhora com algumas alterações. Comparando-se o pior e

melhor cenário, tem-se valores em torno de 2,5 vezes mais baixos no risco ao edifício, 8 vezes menor no risco referente aos ocupantes e próximo de 2 vezes em relação à atividade desenvolvida.

Conjuntamente, verificou-se o uso das medidas compensatórias, que estão presentes em muitos casos no Brasil, e se concluiu que tais medidas podem manter, diminuir ou até mesmo aumentar o nível de segurança que se alcançaria sem o uso dela. Aqui, FRAME é útil para verificar qual o tipo de risco mais grave e qual medida terá influência nele e para comparar ações possíveis, tendo em vista um melhor custo/benefício, apontando muitas vezes para medidas de maior cunho cultural, que demandam sua inserção dentro da sociedade brasileira.

Fica claro que a utilização somente de um método internacional como FRAME ainda não é realidade no Brasil, necessitando de um maior e melhor conhecimento da área de SCI no país, com a criação e habituação do ensino dessa ciência desde os primeiros anos escolares até os profissionais da área e também uma adequação dos fatores do método à realidade do país em que está sendo utilizado, para resultados mais próximos do encontrado no local. Mesmo assim, seu emprego em conjunto com as normas regionais, é extremamente vantajoso para os envolvidos no processo, tanto para uma nova construção, na escolha das melhores opções para garantir a segurança como um todo, quanto para a verificação/melhora da proteção de uma edificação existente.

Por outra ótica, é importante salientar também o aspecto do corpo de bombeiros, que tem em seu quadro uma ampla maioria de pessoas com formação superior em direito, havendo poucos casos de engenheiros civis na corporação. Essa questão, juntamente com a grande carga de trabalho diário dos mesmos, são pontos que corroboram para a dificuldade de utilização dessa forma de análise dentro dos processos de PPCI.

Para o futuro, é necessário uma continua mudança cultural no que tange a SCI, visando o aprimoramento de todos envolvidos no processo para que incêndios sejam cada vez mais raros e diminutos. Corroborando com isso, seria interessante a análise de mais casos para uma confirmação ou não dos resultados descritos, um estudo mais aprofundado do método visando uma maior homogeneidade com a realidade brasileira e, possivelmente, uma derivação do próprio visando mais especificamente as instituições de ensino e suas necessidades próprias.

REFERÊNCIAS

- ARMANI, Cassio Roberto. Gestão de riscos de incêndio - análise e aplicação. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.); COSTA, Carlos Marcelo D'Isep (coord.), *et al.* **SCIÉR: Segurança Contra Incêndio em Edificações - Recomendações**. FIREK Educação Continuada, 2018. Disponível em: <http://www.firek.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro_SCIER.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NB 208: Saídas de Emergência em Edifícios Altos. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=57696>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.898**: Sistema de iluminação de emergência. 2013. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=196437>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. 2001. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2541>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 31.000**: Gestão de Riscos - Princípios e Diretrizes. 2001. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/curs.aspx?ID=30>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- BRASIL. Lei Nº 13.425, de 30 de março de 2017. Estabelece diretrizes gerais sobre medidas de prevenção e combate a incêndio e a desastres em estabelecimentos, edificações e áreas de reunião de público; altera as Leis nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, e 10.406, de 10 de janeiro de 2002 – Código Civil; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/113425.htm>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- CAMPOS, Anabela Torres. Enquadramento da Legislação de Segurança Contra Incêndios em Edifícios Existentes no Porto: Estudo de caso. Propostas alternativas para adaptação às exigências regulamentares. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil), 2011/2012 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68321/1/000154693.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.
- CAMPOS, Iberê Moreira. Uma visão sobre o futuro da prevenção a incêndios no Brasil. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.); COSTA, Carlos Marcelo D'Isep (coord.); *et al.* **SCIÉR: Segurança Contra Incêndio em Edificações - Recomendações**. FIREK Educação Continuada, 2018. Disponível em: <http://www.firek.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro_SCIER.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. Resolução técnica CBMRS nº 05, parte 07. Processo de segurança contra incêndio: edificações e áreas de risco de incêndio existentes. 2016. Disponível em:

<<https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/201706/01145642-rtcbmrs-n-05-parte-07-2016-existent-versao-corrigida.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. Resolução Técnica de Transição. 2017. Disponível em:

<<https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/201705/31151055-resolucao-tecnica-de-transicao-2017.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO GRANDE DO SUL. Resolução técnica CBMRS nº 11, parte 01. Saídas de emergência. 2016. Disponível em:

<<https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/201706/01155612-rtcbmrs-n-11-parte-01-2016-saidas-de-emergencia-versao-corrigida.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

COTE, Arthur E. *Fundamentals of Fire Protection*. EUA: Jones and Bartlett P, 2004.

Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=mu_Zy3VuAzwC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>

COTE, Arthur E.. *History of Fire Protection Engineering: Events that have shaped and influenced the field. Fire Protection Engineering*. p. 28-36, Fall, 2008. Disponível em:

<https://cdn.ymaws.com/www.sfpe.org/resource/resmgr/FPE_Magazine_Archives/2000-2009/2008_Q4.pdf#page=30>. Acesso em: 04 Abr. 2019.

CUNHA, Diogo Vaz da Fonseca. Análise de Risco de Incêndio de um Quarteirão do Centro Histórico da Cidade do Porto: Quarteirão 14052 – Aldas, Sé do Porto. Tese (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010. Disponível em:

<https://repositorio-aberto.up.pt/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=phdLRF0mR_3Kt1z-mVRAN3ZVV17W6WtFnnfsQhfZrAE>. Acesso em: 21 jun. 2019.

DEL CARLO, Ualfrido. A Segurança Contra Incêndio no Mundo. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.), *et al. A segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

DEL CARLO, Ualfrido; PIGNATTA E SILVA, Valdir. Normalização. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.), *et al. A segurança contra incêndio no Brasil*. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

DUARTE, Rogério Bernardes. Códigos e normas de segurança contra incêndio. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.); COSTA, Carlos Marcelo D'Isep (coord.), *et al. SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações - Recomendações*. FIREK Educação Continuada, 2018.

Disponível em: <http://www.firek.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro_SCIER.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 20.811, de 11 de março de 1983. Aprova especificações para instalações de proteção contra incêndios, para o fim que especifica.

Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1983/decreto-20811-11.03.1983.html>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Constituições sul-riograndenses. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1963. Disponível em:

<http://www2.al.rs.gov.br/memorial/LinkClick.aspx?fileticket=ab_rJmqsoWc%3D>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Decreto-Lei nº 247, de 21 de julho de 1975. Dispõe sobre segurança contra incêndio e pânico. Disponível em:

<http://www.prinst.com.br/pdf/normas/decreto_247_75.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 37.380, de 9 de março de 1998. Altera as Normas Técnicas de Prevenção de Incêndios, aprovadas pelo DECRETO Nº 37.380, de 29 de abril de 1997. Disponível em:

<http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=7205&hTexto=&Hid_IDNorma=7205>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014.

Regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2051.803.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 53.280, de 1º de novembro de 2016.

Altera o Decreto nº 51.803, de 10 de setembro de 2014, que regulamenta a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, e alterações, que estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndio nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em:

<<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2053.280retificado.pdf>>.

Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 10.987, de 11 de agosto de 1997. Estabelece normas sobre sistemas de prevenção e proteção contra incêndios, dispõe sobre a destinação da taxa de serviços especiais não emergenciais do Corpo de Bombeiros e dá outras providências.

Disponível em: <<https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/201706/13133224-10-987.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013. Estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em:

<<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repLegisComp/Lec%20n%C2%BA%2014.376.pdf>>.

Acesso em: 21 jun. 2019.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Lei Complementar nº 14.924, de 22 de setembro de 2016. Altera a Lei Complementar nº 14.376, de 26 de dezembro de 2013, que estabelece normas sobre Segurança, Prevenção e Proteção contra Incêndios nas edificações e áreas de

risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.bombeiros.rs.gov.br/upload/arquivos/201703/28171517-14-924.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

FRAME. **Theoretical basis and technical reference guide**. 2008. Disponível em: <http://www.framemethod.net/indexen_html_files/FRAME2008TRG.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

FRAME. **Manual para o usuário**. Copyright: Erik De Smet, Offerlaan 96, B 9000 GENT Belgium. 2011. Disponível em: <http://www.framemethod.net/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=zAZfGsfDuz4lZCLl515NjppU14_KUcczdDBi81wOCNE_>. Acesso em: 21 jun. 2019.

FRANTZICH, Hakan. *Uncertainty and Risk Analysis in Fire Safety Engineering*. Lund University, 1998. Disponível em: <<https://portal.research.lu.se/ws/files/4436608/2064098.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

GILL, Alfonso Antonio; NEGRISOLO, Walter; OLIVEIRA, Sergio Agassi de. Aprendendo com os Grandes Incêndios. In: SEITO, Alexandre Itiu (coord.), et al. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-2020-censo4.html?=&t=series-historicas>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LIBERATO, Daniel Jose de Matos; SOUZA, Maria de Fátima de. Levantamento dos itens relacionados à prevenção contra incêndio e pânico em edificações residenciais multifamiliares verticais em Natal. **HOLOS**, [S.l.], v. 6, p. 484-501, dez. 2015. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2382/1244>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LOPES, Gonçalo Alves de Souza Costa. Risco de Incêndio em um Edifício Complexo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60076/2/Texto%20integral.pdf>> Acesso em: 21 jun. 2019.

LUCENA, Renata Batista. Aplicação Comparativa de Métodos de Mapeamento de Riscos de Incêndio nos Centros Urbanos das Cidades de Coimbra e Porto Alegre. Tese (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/101207>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

MENTZ, Brenda Brambatti. Mudança dos Procedimentos Normativos Utilizados para Análise de Saídas de Emergência desde a Concepção da Lei Kiss no RS: Estudo Aplicado a Edificações Existentes. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia) – Habilitação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/169864>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

MUCULO, Conceição Pande. Avaliação de Risco de Incêndio pelo Método ARICA a Edifícios no Porto. Tese (Mestrado em Engenharia de segurança e Higiene Ocupacionais) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/69490/2/27330.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2019.

ONO, Rosária. Parâmetros para garantia da qualidade do projeto de segurança contra incêndio em edifícios altos. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 97- 113, 25 jan. 2007. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3731/2083>>. Acesso em: 23 jun. 2019.

PANNONI, Fabio Domingos; PIGNATTA E SILVA, Valdir. Engenharia de Segurança contra Incêndio. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.), *et al.* **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

PIRES, Amanda Laura. Avaliação de Risco de Incêndio: Método de Gretener Aplicado ao Centro de Tecnologia (UFSM). Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia) – Habilitação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=YBlfavknN1_6dV6mрутTekYzmfS-6-crA5hNzFiiRJI>. Acesso em: 21 jun. 2019.

POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instrução Técnica nº 03. Terminologia de segurança contra incêndio. 2018. Disponível em <<https://www.bombeiros.com.br/pdf/instrucoes-tecnicas-03.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

QUEIROZ DA SILVA, Amanda Thaís; SANTOS CARMO, Shirlene Kelly; SANTOS, Rogério de Jesus. Medidas de prevenção e proteção em casos de incêndios criminosos em edificações. **Revista Brasileira de Criminalística**, [S.l.], v. 7, n. 1, p. 32-43, maio 2018. ISSN 2237-9223. Disponível em: <<http://rbc.org.br/ojs/index.php/rbc/article/view/192/pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

RODRIGUES, Ana Sofia Ferreira. **Risco de Incêndio em Centros Históricos**: Índice de Risco. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=IQvuozciOGIKKg3juTGUsUppxlAFPHy0dO9VicOaChM>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

SÃO PAULO. Decreto Municipal nº 10.878, de 7 de fevereiro de 1974. Institui normas especiais para a segurança dos edifícios, a serem observadas na elaboração dos projetos e na execução, bem como no equipamento e no funcionamento, e dispõe ainda sobre sua aplicação em caráter prioritário. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/decreto/1974/1087/10878/decreto-n-10878-1974-institui-normas-especiais-para-a-seguranca-dos-edificios-a-serem-observadas-na-elaboracao-dos-projetos-e-na-execucao-bem-como-no-equipamento-e-no-funcionamento-e-dispoe-ainda-sobre-sua-aplicacao-em-carater-prioritario>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

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

SEITO, Alexandre Itiu (coord.); COSTA, Carlos Marcelo D'Isep (coord.), *et al.* **SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações - Recomendações**. FIREK Educação Continuada, 2018. Disponível em: <http://www.firek.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro_SCIER.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2019.

SILVA FILHO, Valdoir dos Santos. Avaliação de Risco de Incêndio: Aplicação comparativa entre os Métodos Gretener e FRAME em um galpão industrial. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia) – Habilitação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2017/TCC_VALDOIR%20DOS%20SANTOS%20SILVA%20FILHO.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2019.

SMET, Erik de. *Fire Risk Assessment Method for Engineering* (FRAME): Manual para o usuário. Offerlaan 96, B 9000 GENT Belgium - 2008.

SIA - *Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes*. Sociedade Suíça dos Engenheiros e Arquitetos: **Avaliação do Risco de Incêndio**. Método de Cálculo, tradução da publicação em alemão por Valente, J., Neves, I., do Instituto Superior Técnico de Lisboa em 2004.

SOUZA, José Carlos de Lacerda. Seguro e resseguro incêndio no Brasil - Breves reflexões. *In*: SEITO, Alexandre Itiu (coord.); COSTA, Carlos Marcelo D'Isep (coord.), *et al.* **SCIER: Segurança Contra Incêndio em Edificações - Recomendações**. FIREK Educação Continuada, 2018. Disponível em: <http://www.firek.com.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro_SCIER.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2019.

TAVARES, Rodrigo Machado; SILVA, Andreza Carla Procoro; DUARTE, Dayse. Códigos prescritivos x códigos baseados no desempenho: qual é a melhor opção para o contexto do Brasil? Curitiba: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2002. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR47_0273.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2019.

VALENTIM, Tânia Marisa Andrez. Avaliação do risco de incêndio no núcleo urbano de Aljustrel. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Urbana) - Escola Superior de Tecnologia de Tomar, Tomar, Portugal, 2014. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=IkUPNdsQIB6y9UXJOwzNmJQohPzyLiX-PnuCP1BvDck>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

VENEZIA, Adriana Galhano; ONO, Rosária. Aplicação de método de análise de risco visando o aprimoramento da segurança contra incêndio no decorrer do processo de projeto de hospitais de grande porte. **Gestão & Tecnologia De Projetos**, 8(2), 89-103. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/gtp.v8i2.68274>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ANEXO 1 – Tabela 1 da RT CBMRS nº 05 parte 07 de 2016

ANEXO C

TABELA 1
DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS
NAS EDIFICAÇÕES OU ÁREAS DE RISCO DE INCÊNDIO

Medida de segurança contra incêndio com inviabilidade técnica	Medidas compensatórias
Acesso de Viatura na Edificação	a) Instalação de rede seca de hidrantes; b) Instalação de sistema de hidrantes ou mangotinhos; c) Abertura de acessos em diversos pontos do lote ou da edificação para a entrada dos bombeiros com seu equipamento; d) Enclausuramento das escadas ou dos halls e controle dos materiais de acabamento e revestimento das rotas de fuga e de acesso às escadas de emergência para edificações maiores do que 12 metros de altura. e) Enclausuramento dos halls de acesso às escadas e controle de fumaça para edificações maiores do que 12 metros de altura.
Segurança Estrutural em Incêndio	a) aumento do número de saídas de emergência; b) controle dos materiais de revestimento dos principais elementos estruturais e de vedação, e nas rotas de fuga; c) Proteção dos principais elementos estruturais através do encapsulamento ou aplicação de produtos que aumentem o tempo de resistência ao fogo; d) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência.
Compartimentação Horizontal (áreas)	a) Instalação de sistema de chuveiros automáticos; b) Instalação de sistema de controle de fumaça; c) Instalação de cortinas pára-chamas automatizadas internamente e/ou nas fachadas, ou cortinas de água; d) Controle dos materiais de acabamento e revestimento em todas as áreas; e) Aplicação de produtos que aumentem o tempo de resistência ao fogo dos elementos que devem cumprir a função de compartimentação; f) Proteção dos elementos que devem cumprir a função de compartimentação por meio da implantação de barreiras ou encapsulamento com outros materiais ou revestimentos; g) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência.
Compartimentação Vertical	a) Instalação de sistema de chuveiros automáticos; b) Instalação de sistema de controle de fumaça; c) Instalação de cortinas pára-chamas automatizadas internamente e/ou nas fachadas;

ANEXO C

	<p>d) Controle dos materiais de acabamento e revestimento em todas as áreas;</p> <p>e) Aplicação de produtos que aumentem o tempo de resistência ao fogo dos elementos que devem cumprir a função de compartimentação;</p> <p>f) Proteção dos elementos que devem cumprir a função de compartimentação por meio da implantação de barreiras ou encapsulamento com outros materiais ou revestimentos;</p> <p>g) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência.</p>
<p>Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento</p>	<p>a) Aumento do número de saídas de emergência e/ou redução das distâncias máximas a percorrer;</p> <p>b) Redução da lotação máxima da edificação ou área de risco de incêndio;</p> <p>c) Instalação de sistema de chuveiros automáticos;</p> <p>d) Instalação de sistema de controle de fumaça;</p> <p>e) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência.</p>
<p>Saídas de Emergência</p>	<p>1. Larguras mínimas:</p> <p>a) Limitar a população em função das saídas de emergência;</p> <p>b) Instalação de saídas alternativas sinalizadas, para edificações com até 30 metros de altura, com acesso disponível para a utilização de viatura com escada mecânica;</p> <p>c) Nas escadas e rampas, o corrimão poderá ser instalado em apenas um dos lados;</p> <p>d) Construção de acessos, escadas ou rampas adicionais, internas ou externas, ou ainda, instalação de sistemas inovadores para abandono da edificação;</p> <p>e) Controle de materiais de acabamento e revestimento nas rotas de fuga;</p> <p>f) Instalação de sistema de detecção e alarme de incêndio;</p> <p>g) Instalação de portas resistentes ao fogo ou corta-fogo nos acessos às rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>h) Previsão de brigadistas de incêndio ou bombeiros civis com a função exclusiva de orientação e organização da saída de emergência, com ou sem a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados;</p> <p>i) Instalação de sistema de chuveiros automáticos;</p> <p>j) Instalação de sistema de controle de fumaça.</p> <p>2. Distância máxima a percorrer:</p> <p>a) Enclausuramento das escadas de emergência, podendo ser utilizados materiais e sistemas construtivos inovadores;</p> <p>b) Instalação de saídas alternativas sinalizadas, para edificações com até 30 metros de</p>

ANEXO C

	<p>altura, com acesso disponível para a utilização de viatura com escada mecânica;</p> <p>c) Construção de acessos, escadas ou rampas adicionais, internas ou externas, ou ainda, instalação de sistemas inovadores para abandono da edificação;</p> <p>d) Controle dos materiais de acabamento e revestimento nas rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>e) Instalação de sistema de detecção e alarme de incêndio;</p> <p>f) Instalação de portas resistentes ao fogo ou corta-fogo nos acessos às rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>g) Previsão de brigadistas de incêndio ou bombeiros civis com a função exclusiva de orientação e organização da saída de emergência, com ou sem a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados;</p> <p>h) Instalação de sistema de chuveiros automáticos;</p> <p>i) Instalação de sistema de controle de fumaça;</p> <p>j) Previsão de áreas de refúgio atendidas por saídas de emergência.</p> <p>3. Afastamento de 10 metros entre as portas de acesso às escadas e rampas (exceto para as Divisões F-6, F-11 e F-12)</p> <p>a) Limitar a população em função das saídas de emergência;</p> <p>b) Instalação de saídas alternativas sinalizadas, para edificações com até 30 metros de altura, com acesso disponível para a utilização de viatura com escada mecânica;</p> <p>c) Controle de materiais de acabamento e revestimento nas rotas de fuga;</p> <p>d) Instalação de portas resistentes ao fogo ou corta-fogo nos acessos às rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>e) Previsão de áreas de refúgio atendidas por saídas de emergência;</p> <p>f) Previsão de brigadistas de incêndio ou bombeiros civis com a função exclusiva de orientação e organização da saída de emergência, com ou sem a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados;</p> <p>g) Instalação de sistema de chuveiros automáticos;</p> <p>h) Instalação de sistema de controle de fumaça.</p>
<p>Detecção de Incêndio</p>	<p>a) Aumento do número de saídas de emergência;</p> <p>b) Controle dos materiais de acabamento e revestimento nas rotas de fuga com a instalação de portas resistentes ao fogo ou corta-fogo nos acessos às rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>c) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência, com a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados.</p>

ANEXO C

Alarme de Incêndio	<p>a) Aumento do número de saídas de emergência;</p> <p>b) Controle dos materiais de acabamento e revestimento nas rotas de fuga com a instalação de portas resistentes ao fogo ou corta-fogo nos acessos às rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>c) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência, com a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados.</p>
Hidrantes e Mangotinhos	<p>a) Instalação de rede seca com hidrante de coluna à frente do acesso principal das edificações com até 12 metros de altura;</p> <p>b) Instalação de rede seca de hidrantes com registros instalados no interior da edificação;</p> <p>c) Instalação adicional de extintores de incêndio portáteis e/ou sobre rodas.</p>
Chuveiros Automáticos	<p>a) Compartimentação de áreas, podendo ser utilizados materiais, equipamentos ou sistemas inovadores;</p> <p>b) Controle dos materiais de acabamento e de revestimento em todas as áreas;</p> <p>c) Instalação de sistema de controle de fumaça, com detecção e alarme de incêndio;</p> <p>d) Instalação de sistema de detecção e alarme, adicionalmente prevendo bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência, com a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados, bem como devendo existir sistema de hidrantes instalados;</p> <p>e) Instalação adicional de extintores de incêndio portáteis e/ou sobre rodas, prevendo ainda bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência, com plano de emergência;</p> <p>f) Instalação de rede seca de chuveiros automáticos do tipo "dilúvio" em áreas de depósito ou com alta carga de incêndio concentrada.</p>
Controle de Fumaça	<p>a) Controle de materiais de acabamento e revestimento nas rotas de fuga;</p> <p>b) Enclausuramento das escadas de emergência, podendo ser utilizados materiais e sistemas construtivos inovadores;</p> <p>c) Instalação de portas resistentes ao fogo ou corta-fogo nos acessos às rotas de fuga e halls de acesso às escadas de emergência;</p> <p>d) Instalação de sistema de detecção e alarme de incêndio;</p> <p>e) Previsão de bombeiros civis com a função exclusiva para combate ao incêndio e orientação para saída de emergência, com a elaboração de plano de emergência e realização de simulados periódicos devidamente registrados.</p>

ANEXO 2 – Cargas de incêndio mobiliárias – GRETENER

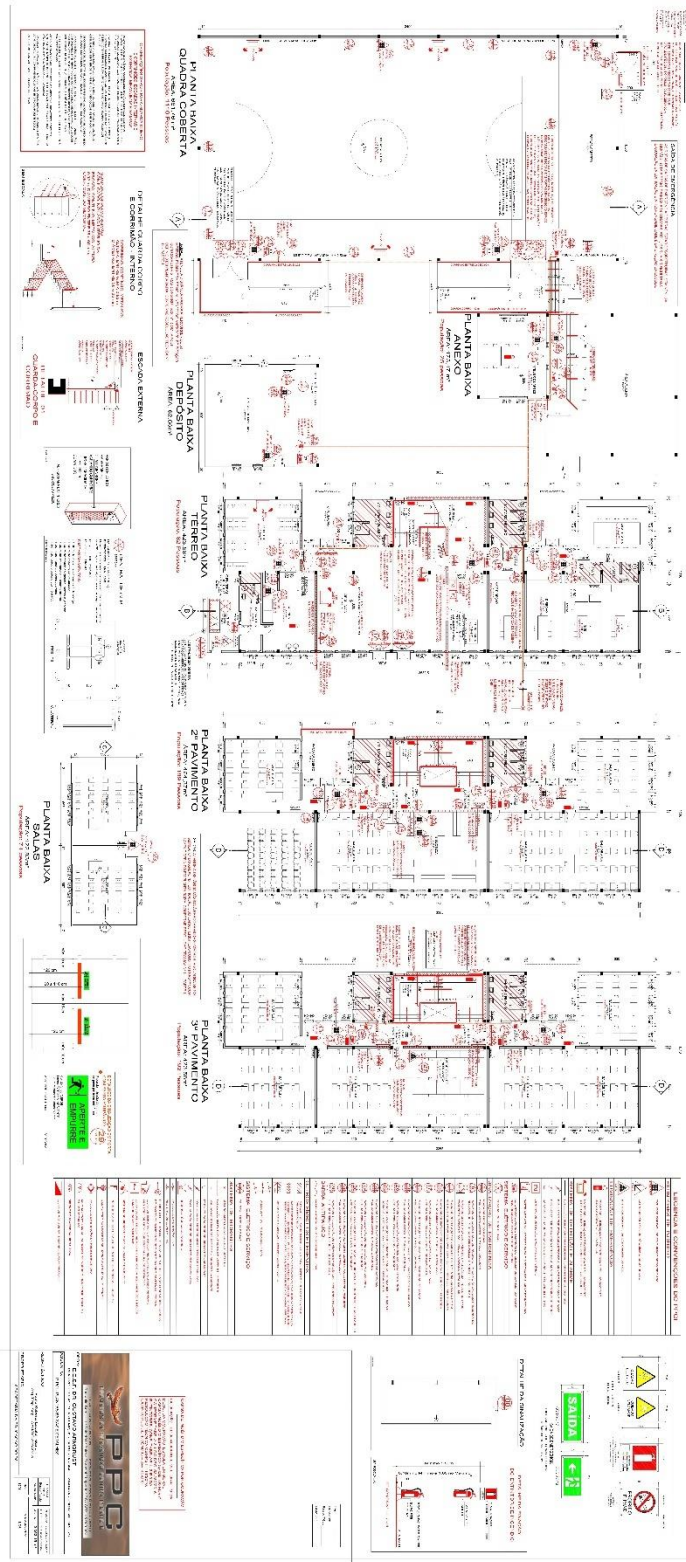
ANEXO 1													
CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS													
USO	PRODUÇÃO/VENDA							DEPÓSITO/ARMAZENAGEM					
	Q_m	q	c	r	k	A	p	Q_m	c	r	k	A	
	MJ/m^2						cat	MJ/m^3					
Acetileno, enchimento de garrafas	700	1,4	1,6	1,0	1,0	0,85	2						
Ácido carbônico	40	0,6	1,0	1,0	1,0	1,00	-						
Ácidos inorgânicos	80	0,8	1,2	1,0	1,0	1,00	-						
Aço	40	0,6	1,0	1,0	1,0	1,00	-						
Açúcar								8.400	1,0	1,0	1,0	0,85	
Açúcar, produtos em	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,00	-	800	1,0	1,0	1,0	0,85	
Acumuladores	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00	-	800	1,0	1,2	1,0	0,85	
Acumuladores, expedição	800	1,4	1,2	1,2	1,0	1,00	-						
Adubos químicos	200	1,0	1,4	1,0	1,0	1,20	-	200	1,2	1,0	1,0	0,85	
Água oxigenada				1,0	1,0	1,20	-						
Agulhas em aço	200	1,0	1,0	1,0	1,2	1,00	-						
Albergues	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	1						
Albergues de juventude	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	2						
Alcatrão								3.400	1,4	1,2	1,0	0,85	
Alcatrão, produtos de	800	1,4	1,4	1,2	1,0	1,20	-						
Algodão, depósito								1.300	1,2	1,0	1,0	0,85	
Algodão em rama	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-	1.100	1,2	1,0	1,0	0,85	
Alimentação	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,20	-	800	1,2	1,0	1,0	0,85	
Alimentação, churrascaria	200	1,0	1,2	1,0	1,0	1,20	-						
Alimentação, embalagem	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,00	-						
Alimentação, expedição	1.000	1,5	1,2	1,0	1,0	1,00	-						
Alimentação, matérias-primas								3.400	1,2	1,0	1,0	0,85	
Altos fornos	40	0,6	1,0	1,0	1,0	1,00	-						
Alumínio, fabricação	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-						
Alumínio, produção	40	0,6	1,0	1,0	1,0	1,00	-						
Amido	2.000	1,7	1,4	1,0	1,0	1,45	-						
Antiguidades, venda	700	1,4	1,2	1,0	1,0	0,85	-						
Aparelhos	400	1,2	1,2	1,0	1,2	1,20	-						
Aparelhos, ensaios de	200	1,0	1,2	1,0	1,2	1,00	-						
Aparelhos, expedição	700	1,4	1,2	1,0	1,2	1,00	-						
Aparelhos, oficinas de reparação	600	1,3	1,2	1,0	1,2	1,00	-						
Aparelhos, pequena construção de	300	1,1	1,0	1,2	1,2	1,20	-						
Aparelhos domésticos	300	1,1	1,0	1,2	1,0	1,20	-	200	1,2	1,2	1,0	0,85	
Aparelhos domésticos, venda	300	1,1	1,2	1,2	1,0	0,85	-						
Aparelhos eléctricos	400	1,2	1,0	1,2	1,0	1,20	-	400	1,2	1,2	1,2	0,85	
Aparelhos eléctricos, reparação	500	1,3	1,0	1,2	1,0	1,00	-						
Aparelhos electrónicos	400	1,2	1,0	1,2	1,2	1,20	-	400	1,2	1,2	1,2	0,85	
Aparelhos electrónicos, reparação	500	1,3	1,0	1,2	1,2	1,00	-						
Aparelhos fotográficos	300	1,1	1,2	1,0	1,2	1,20	-	600	1,2	1,2	1,2	0,85	
Aparelhos de rádio	300	1,1	1,2	1,2	1,2	1,00	-	200	1,2	1,2	1,2	0,85	
Aparelhos de rádio, venda	400	1,2	1,2	1,2	1,2	0,85	-						
Aparelhos sanitários, oficina	100	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-						
Aparelhos de televisão	300	1,1	1,2	1,2	1,2	1,00	-	200	1,2	1,2	1,2	0,85	
Apartamentos	300	1,1	1,2	1,2	1,2	1,00	-						
Armários frigoríficos	1.000	1,5	1,2	1,2	1,0	1,20	-	300	1,2	1,2	1,2	0,85	
Armas	300	1,1	1,2	1,0	1,2	1,20	-						

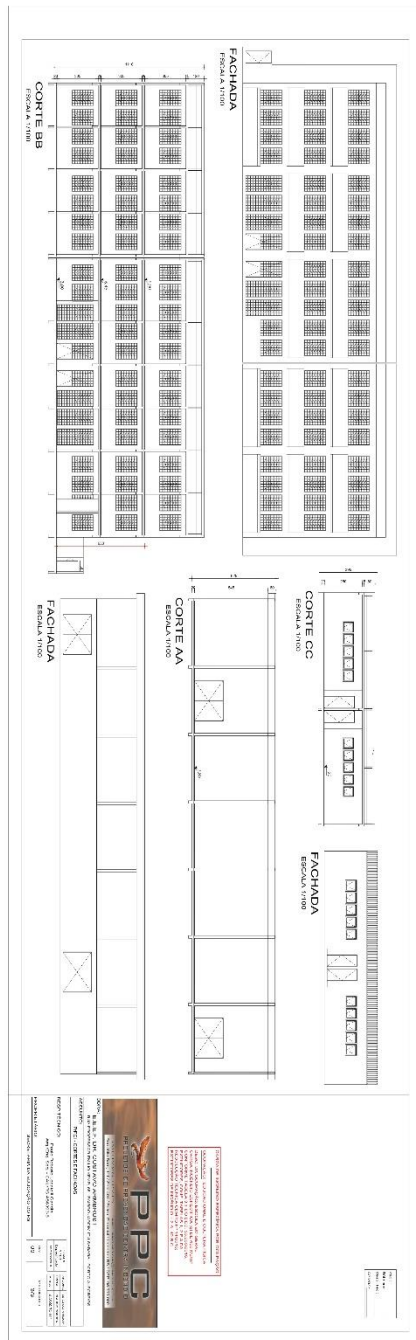
ANEXO 1												
CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS												
USO	PRODUÇÃO/VENDA							DEPÓSITO/ARMAZENAGEM				
	Q_m	q	c	r	k	A	p	Q_m	c	r	k	A
	MJ/m^2						cat	MJ/m^3				
Armas, venda	300	1,1	1,2	1,0	1,2	0,85	-					
Arquivos	4.200	1,9	1,2	1,0	1,0	0,85	-	1.700	1,2	1,0	1,0	0,85
Artigos em gesso	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos em metal	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, amoladura	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, brasagem	300	1,1	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, brocagem	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, douradura	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, envernizamento	300	1,1	1,6	1,2	1,1	1,00	-					
Artigos metálicos, estampagem	100	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, forja	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, fundição	40	0,6	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, fundição por injeção	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, gravura	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, latoaria	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, serralharia	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos metálicos, soldadura	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos pirotécnicos	Espec.		1,4Ex	1,2	1,0	1,80	2	2.000	1,4	1,2	1,0	1,0
Artigos de selaria	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Artigos de vime	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-	200	1,2	1,0	1,0	0,85
Asfalto (em vasilha, blocos), depósito								3.400	1,0	1,2	1,0	0,85
Ateliers de pintura	500	1,3	1,6	1,0	1,0	1,20	-					
Automóveis, envernizamento	500	1,3	1,4	1,2	1,2	1,45	2					
Automóveis, garagens	200	1,0	1,4	1,2	1,0	1,20	1					
Automóveis, loja de acessórios								800	1,2	1,2	1,2	0,85
Automóveis, montagem	300	1,1	1,2	1,2	1,2	1,20	-					
Automóveis, reparação	300	1,1	1,4	1,2	1,2	1,20	-					
Automóveis, estofagem	700	1,4	1,2	1,2	1,2	1,00	-					
Automóveis, venda de acessórios	300	1,1	1,2	1,2	1,2	0,85	-					
Aviões	200	1,0	1,2	1,2	1,2	1,20	-					
Aviões, hangares	200	1,0	1,40	1,2	1,2	1,20	-					
Balanças	300	1,1	1,0	1,0	1,0	1,20	-					
Bancos, átrio dos guichets	300	1,1	1,0	1,0	1,0	0,85	-					
Barcos em madeira	600	1,3	1,2	1,0	1,0	1,20	-					
Barcos metálicos	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Barcos em plástico	600	1,3	1,2	1,2	1,0	1,20	-					
Bebidas sem álcool	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Bebidas sem álcool, expedição	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Betão, artigos em	100	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Betume, trabalho do	800	1,4	1,2	1,2	1,0	1,00	-	3.400	1,0	1,2	1,0	0,85
Bibliotecas	2.000	1,7	1,2	1,0	1,0	0,85	-	2.000	1,0	1,0	1,0	0,85
Bicicletas	200	1,0	1,0	1,2	1,0	1,20	-	400	1,2	1,2	1,0	0,85
Bombons	400	1,2	1,0	1,0	1,0	1,00	-	1.500	1,2	1,0	1,0	0,85
Bombons, embalagem	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Borracha								28.600	1,2	1,2	1,0	0,85
Borracha, artigos em	600	1,3	1,2	1,2	1,0	1,20	-	5.000	1,2	1,2	1,0	0,85

ANEXO 1												
CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS												
USO	PRODUÇÃO/VENDA							DEPÓSITO/ARMAZENAGEM				
	Q_m	q	c	r	k	A	p	Q_m	c	r	k	A
	MJ/m^2						cat	MJ/m^3				
Edifícios frigoríficos	2.000	1,7	1,0	1,2	1,0	0,85	-					
Electricidade, depósito de material								400	1,2	1,2	1,2	0,85
Electricidade, oficina	600	1,3	1,0	1,2	1,0	1,00	-					
Embalagem de impressos	1.700	1,6	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Embalagem de mercadorias combustíveis	600	1,3	1,4	1,2	1,0	1,00	-					
Embalagem de mercadorias incombustíveis	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Embalagem de produtos alimentares	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Embalagem de têxteis	600	1,3	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Encadernação	1.000	1,5	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Envernizamento	80	0,8	1,6	1,2	1,0	1,45	-					
Envernizamento de móveis	200	1,0	1,6	1,2	1,0	1,45	-					
Envernizamento de papel	80	0,8	1,6	1,2	1,0	1,45	-					
Escolas	300	1,1	1,0	1,0	1,0	0,85	1					
Escovas	700	1,4	1,2	1,0	1,0	1,45	-					
Escovas	700	1,4	1,2	1,0	1,0	1,45	-	800	1,2	1,2	1,0	0,85
Escritórios comerciais	800	1,4	1,2	1,0	1,0	0,85	-					
Escritórios técnicos	600	1,3	1,2	1,0	1,0	0,85	-					
Esculturas em pedra	40	0,6	1,0	1,0	1,0	0,85	-					
Especiarias	40	0,6	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Espelharias	100	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Espumas sintéticas	3.000	1,8	1,4	1,2	1,0	1,20	-	2.500	1,2	1,2	1,0	1,00
Espumas sintéticas, artigos em	600	1,3	1,4	1,2	1,0	1,20	-	800	1,2	1,2	1,0	0,85
Estabelecimentos de fabrico de vinagre	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-	100	1,2	1,0	1,0	0,85
Estacionamento de viaturas (edifício)	200	1,0	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Estações de correio	400	1,2	1,2	1,0	1,0	0,85	1					
Estações de rádio	80	0,8	1,0	1,0	1,2	1,00	-					
Estações de serviço			1,6	1,2	1,0	1,20	-					
Estampagem de matérias sintéticas	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Estampagem de metais	100	0,8	1,0	1,0	1,2	1,00	-					
Estampagem a quente	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-	1.700	1,0	1,0	1,0	0,85
Expedição de artigos em folha, de, flandres	200	1,0	1,2	1,0	1,2	1,00	-					
Expedição de artigos em matéria sintética	1.000	1,5	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Expedição de aparelhos parcialmente em matéria sintética	700	1,4	1,2	1,2	1,2	1,00	-					
Expedição de artigos em vidro	700	1,4	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Expedição de bebidas	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Encadernação	1.000	1,5	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Envernizamento	80	0,8	1,6	1,2	1,0	1,45	-					
Envernizamento de móveis	200	1,0	1,6	1,2	1,0	1,45	-					
Envernizamento de papel	80	0,8	1,6	1,2	1,0	1,45	-					
Expedição de cartonagem	600	1,3	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Expedição de ceras e vernizes	1.300	1,6	1,4	1,2	1,0	1,00	-					
Expedição de impressos	1.700	1,6	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Expedição de móveis	600	1,3	1,2	1,2	1,0	1,00	-					

ANEXO 1												
CARGAS DE INCÊNDIO MOBILIÁRIAS E FACTORES DE INFLUÊNCIA PARA DIVERSOS USOS												
USO	PRODUÇÃO/VENDA							DEPÓSITO/ARMAZENAGEM				
	Q_m	q	c	r	k	A	p	Q_m	c	r	k	A
	MJ/m^2						cat	MJ/m^3				
Máquinas de escritório, venda	300	1,1	1,2	1,0	1,2	0,85	-					
Máquinas de lavar	300	1,1	1,2	1,2	1,0	1,00	-	40	1,0	1,0	1,0	0,85
Marmelada	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,20	-					
Mármore, artigos em	40	0,6	1,0	1,0	1,0	0,85	-					
Mástique	1.000	1,5	1,2	1,0	1,0	1,00	-	1.300	1,0	1,0	1,0	0,85
Matadouros	40	0,6	1,0	1,0	1,0	0,85	-					
Materiais de construção, depósito								800	1,0	1,0	1,0	0,85
Materiais usados, tratamento	800	1,4	1,4	1,2	1,0	1,20	-	3.400	1,4	1,2	1,0	1,20
Material de escritório, depósito								1.300	1,2	1,2	1,0	0,85
Material de escritório, venda	700	1,4	1,2	1,0	1,0	0,85	-					
Matérias sintéticas	2.000	1,7	1,4	1,2	1,1	1,45	-	5.900	1,2	1,2	1,0	1,00
Matérias sintéticas, artigos em	600	1,3	1,2	1,2	1,0	1,45	-	800	1,2	1,2	1,0	1,00
Matérias sintéticas, estampagem de												
Artigos	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Matérias sintéticas, expedição de												
Artigos	1.000	1,5	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Matérias sintéticas, soldadura de												
Artigos	700	1,4	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Matérias sintéticas injectadas	500	1,3	1,2	1,2	1,0	1,00	-					
Mecânica fina, oficina	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Medicamentos, embalagem	300	1,1	1,2	1,0	1,0	1,00	-	800	1,0	1,0	1,0	0,85
Medicamentos, venda	800	1,4	1,4	1,0	1,0	1,00	-					
Médico, gabinete	200	1,0	1,2	1,0	1,0	1,00	-					
Melão								5.000	1,0	1,0	1,0	0,85
Metais, trabalho de	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Metais preciosos	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Metálicas, grandes construções	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Miúdas	40	0,6	1,0	1,0	1,0	0,85	-					
Mós para afiar	80	0,8	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Mostarda	400	1,2	1,0	1,0	1,0	1,20	-					
Motocicletas	300	1,1	1,2	1,2	1,0	1,20	-					
Motores eléctricos	300	1,1	1,0	1,2	1,0	1,20	-					
Móveis, marcenaria	600	1,3	1,2	1,0	1,0	1,20	-					
Móveis, venda	400	1,2	1,2	1,2	1,0	0,85	-					
Móveis em aço	300	1,1	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Móveis estofados, sem espuma sintética	500	1,3	1,2	1,2	1,0	1,00	-	400	1,2	1,2	1,0	0,85
Móveis em madeira	500	1,3	1,2	1,0	1,0	1,45	-	800	1,2	1,0	1,0	0,85
Móveis em madeira, envernizamento	500	1,3	1,6	1,2	1,0	1,80	-					
Munições	Espec.		1,6Ex	1,0	1,0	1,80	3					
Museus	300	1,1	1,2	1,0	1,2	0,85	1					
Música, lojas de	300	1,1	1,2	1,0	1,0	0,85	-					
Negro de fumo, em sacos								12.600	1,2	1,2	1,0	0,85
Nitrocelulose	Espec.		1,6	1,0	1,0	1,80	3	1.100	1,2	1,2	1,0	1,20
Oficinas de electricidade	600	1,3	1,0	1,2	1,0	1,00	-					
Oficinas de mecânica	200	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	-					
Oficinas de placagem	800	1,4	1,2	1,0	1,0	1,20	-	2.900	1,2	1,0	1,0	0,85
Oficinas de reparação	400	1,2	1,2	1,2	1,0	1,00	-					

ANEXO 3 – Plantas baixas, detalhes e cortes





APÊNDICE A – Cálculos para a situação existente

SITUAÇÃO EXISTENTE – PARÂMETROS INTERNACIONAIS					
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO	
q	1,29	t	0,61	W	0,44
Qm	484	X	132	w1	0
Qi	100	x	4	w2	4
i	1,00	p	6	w3	6
T	100	K	1	w4	3
M	0,5	b+l	49,12	w5	3
m	0,3	H+	6,5	N	0,49
g	0,52	H-	0	n1	4
b	12,77	C	0	n2	6
l	36,35	c1	0	n3	0
e	1,37	c2	0	n4	4
E	2	r	0,25	S	1,63
v	0,85	Qi	100	s1	0
Qm	484	M	0,5	s2	2
k	0,037	a	0,35	s3	0
h	3,05	a1	0	s4	8
z	1,03	a2	0		
b	12,77	a3	0,05		
H+	6,5	a4	0,1		
H-	0	a5	0,2		
Z	2	d	0,3		
Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)					0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)					0,64
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)					0,49
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)					2,55

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)		1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)		0,39
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)		0,79
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)		5,07

Risco Potencial para a Atividade (P2)		0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)		0,95
Nível de Proteção para a Atividade (D2)		0,39
Risco Relativo para a Atividade (R2)		1,70

SITUAÇÃO EXISTENTE – PARÂMETROS BRASILEIROS							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,80	W	0,54	U	1,63
Qm	484	X	189	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	0	u2	0
i	1,00	p	6	w3	6	u3	0
T	100	K	1	w4	3	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,49	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	4	u7	8
b	12,77	C	0	n2	6	Y	1,10
l	36,35	c1	0	n3	0	y1	0
e	1,37	c2	0	n4	4	y2	2
E	2	r	0,25	S	1,63	F	1,41
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	2	fs	60
k	0,037	a	0,35	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0,1				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				

Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)	0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)	0,45
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)	0,61
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)	2,96

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)	1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)	0,20
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)	0,79
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)	9,95

Risco Potencial para a Atividade (P2)	0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)	0,95
Nível de Proteção para a Atividade (D2)	0,47
Risco Relativo para a Atividade (R2)	1,38

APÊNDICE B – Aprovado sem medidas compensatórias

APROVADO SEM USO DE MEDIDAS – PARÂMETROS INTERNACIONAIS							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,41	W	0,44	U	1,98
Qm	484	X	132	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	4	u2	4
i	1,00	p	4	w3	6	u3	0
T	100	K	1	w4	3	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,66	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	2	u7	8
b	12,77	C	0	n2	4	Y	1,10
l	36,35	c1	0	n3	0	y1	0
e	1,37	c2	0	n4	2	y2	2
E	2	r	0,25	S	1,63	F	1,41
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	2	fs	60
k	0,037	a	0,25	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				
Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)							0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)							0,94
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)							0,67
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)							1,27

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)		1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)		0,69
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)		1,31
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)		1,72

Risco Potencial para a Atividade (P2)		0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)		1,05
Nível de Proteção para a Atividade (D2)		0,52
Risco Relativo para a Atividade (R2)		1,13

APROVADO SEM USO DE MEDIDAS – PARÂMETROS BRASILEIROS							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,53	W	0,54	U	1,98
Qm	484	X	189	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	0	u2	4
i	1,00	p	4	w3	6	u3	0
T	100	K	1	w4	3	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,66	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	2	u7	8
b	12,77	C	0	n2	4	Y	1,10
l	36,35	c1	0	n3	0	y1	0
e	1,37	c2	0	n4	2	y2	2
E	2	r	0,25	S	1,63	F	1,41
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	2	fs	60
k	0,037	a	0,25	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				

Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)	0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)	0,82
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)	0,83
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)	1,20

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)	1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)	0,56
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)	1,31
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)	2,10

Risco Potencial para a Atividade (P2)	0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)	1,05
Nível de Proteção para a Atividade (D2)	0,64
Risco Relativo para a Atividade (R2)	0,92

APÊNDICE C – Aprovado com medidas compensatórias

COM USO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS - INTERNACIONAL							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,41	W	0,66	U	2,29
Qm	484	X	132	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	4	u2	4
i	1,00	p	4	w3	0	u3	3
T	100	K	1	w4	1	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,81	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	2	u7	8
b	12,77	C	0	n2	0	Y	1,10
l	36,35	c1		n3	0	y1	0
e	1,37	c2		n4	2	y2	2
E	2	r	0,25	S	2,08	F	1,40
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	7	fs	60
k	0,037	a	0,25	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				
Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)							0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)							0,94
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)							1,57
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)							0,54

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)		1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)		0,69
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)		1,87
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)		1,21

Risco Potencial para a Atividade (P2)		0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)		1,05
Nível de Proteção para a Atividade (D2)		1,24
Risco Relativo para a Atividade (R2)		0,48

COM USO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS - BRASIL							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,53	W	0,81	U	2,08
Qm	484	X	189	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	0	u2	4
i	1,00	p	4	w3	0	u3	1
T	100	K	1	w4	1	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,81	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	2	u7	8
b	12,77	C	0	n2	0	Y	1,10
l	36,35	c1		n3	0	y1	0
e	1,37	c2		n4	2	y2	2
E	2	r	0,25	S	2,08	F	1,40
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	7	fs	60
k	0,037	a	0,25	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				

Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)	0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)	0,82
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)	1,93
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)	0,51

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)	1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)	0,56
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)	1,69
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)	1,63

Risco Potencial para a Atividade (P2)	0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)	1,05
Nível de Proteção para a Atividade (D2)	1,52
Risco Relativo para a Atividade (R2)	0,39

APÊNDICE D – Uso de outras medidas compensatórias

USO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS DIVERSAS - INTERNACIONAL							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,20	W	0,44	U	2,29
Qm	484	X	132	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	4	u2	4
i	1,00	p	2	w3	6	u3	3
T	100	K	1	w4	3	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,74	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	2	u7	8
b	12,77	C	0	n2	4	Y	1,10
l	36,35	c1		n3	0	y1	0
e	1,37	c2		n4	0	y2	2
E	2	r	0,25	S	1,63	F	1,41
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	2	fs	60
k	0,037	a	0,25	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				

Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)	0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)	1,15
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)	0,75
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)	0,94

Risco Potencial para os Ocupantes (P1)	1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)	0,90
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)	1,68
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)	1,03

Risco Potencial para a Atividade (P2)	0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)	1,05
Nível de Proteção para a Atividade (D2)	0,58
Risco Relativo para a Atividade (R2)	1,02

USO DE MEDIDAS COMPENSATÓRIAS DIVERSAS – BRASIL							
RISCO POTENCIAL		NÍVEL DE ACEITABILIDADE		NÍVEL DE PROTEÇÃO			
q	1,29	t	0,27	W	0,54	U	2,08
Qm	484	X	189	w1	0	u1	2
Qi	100	x	4	w2	0	u2	4
i	1,00	p	2	w3	6	u3	1
T	100	K	1	w4	3	u4	0
M	0,5	b+l	49,12	w5	3	u5	0
m	0,3	H+	6,5	N	0,74	u6	0
g	0,52	H-	0	n1	2	u7	8
b	12,77	C	0	n2	4	Y	1,10
l	36,35	c1		n3	0	y1	0
e	1,37	c2		n4	0	y2	2
E	2	r	0,25	S	1,63	F	1,41
v	0,85	Qi	100	s1	0	fw	30
Qm	484	M	0,5	s2	2	fs	60
k	0,037	a	0,25	s3	0	ff	30
h	3,05	a1	0	s4	8	fd	30
z	1,03	a2	0			f	45
b	12,77	a3	0,05				
H+	6,5	a4	0				
H-	0	a5	0,2				
Z	2	d	0,3				
Risco Potencial para o Edifício e Conteúdo (P)							0,80
Nível de Aceitabilidade para o Edifício e Conteúdo (A)							1,08
Nível de Proteção para o Edifício e Conteúdo (D)							0,91
Risco Relativo para o Edifício e Conteúdo (R)							0,81
Risco Potencial para os Ocupantes (P1)							1,56
Nível de Aceitabilidade para os Ocupantes (A1)							0,83
Nível de Proteção para os Ocupantes (D1)							1,53
Risco Relativo para os Ocupantes (R1)							1,23
Risco Potencial para a Atividade (P2)							0,62
Nível de Aceitabilidade para a Atividade (A2)							1,05
Nível de Proteção para a Atividade (D2)							0,71
Risco Relativo para a Atividade (R2)							0,83

APÊNDICE E – Legenda dos fatores utilizados no cálculo

q	Carga de incêndio	t	Evacuação	W	Abastecimento de água
Qm	Carga de incêndio mobiliária	X	número de ocupantes	w1	Tipo de armazenamento
Qi	Carga de incêndio imobiliária	x	unidades de saída	w2	Capacidade do armazenamento
i	Propagação de incêndio	p	Mobilidade	w3	Rede de distribuição
T	Temperatura	K	número de rotas de saídas	w4	Hidrantes
M	Classe de reação ao fogo	b+l	trajeto mais longo	w5	Pressão do sistema
m	Dimensão média do conteúdo	H+	Distância vertical positiva	N	Proteção normal
g	Área	H-	Distância vertical negativa	n1	Descoberta e aviso
b	largura teórica	C	Conteúdo	n2	Extintores e hidrantes
l	comprimento	c1	facilidade de substituição	n3	Tempo de resposta dos bombeiros
e	Altura	c2	valor monetário	n4	Formação dos ocupantes
E	Número de andares	r	Propagação	S	Proteção especial
v	Ventilação	Qi	Carga de incêndio imobiliária	s1	Detecção automática
Qm	Carga de incêndio mobiliária	M	Classe de reação ao fogo	s2	Abastecimento de água
k	Coefficiente de ventilação	a	Ativação	s3	Proteção automática
h	Pé direito do compartimento	a1	Atividades principais	s4	Capacidade do corpo de bombeiros
z	Acessibilidade	a2	Atividades secundárias	U	Evacuação
b	largura teórica	a3	Sistema de aquecimento	u1	Detecção automática e alarme
H+	Distância vertical positiva	a4	Instalação elétrica	u2	Sinalização
H-	Distância vertical negativa	a5	Inflamáveis	u3	Meios de evacuação vertical
Z	fachadas disponíveis	d	Dependência	u4	Compartimentação
				u5	Controle de fumaça
				u6	Proteção automática
				u7	Capacidade do corpo de bombeiros
				Y	Salvamento
				y1	Proteção física
				y2	Planejamento
				F	Resistência ao fogo
				fw	paredes internas
				fs	elementos estruturais
				ff	paredes externas
				fd	teto ou cobertura
				f	média ponderada